Bioleg UG - Uned 1

Uned 1-1 Uno elfennau cemegol â'i gilydd i ffurfio cyfansoddion biolegol

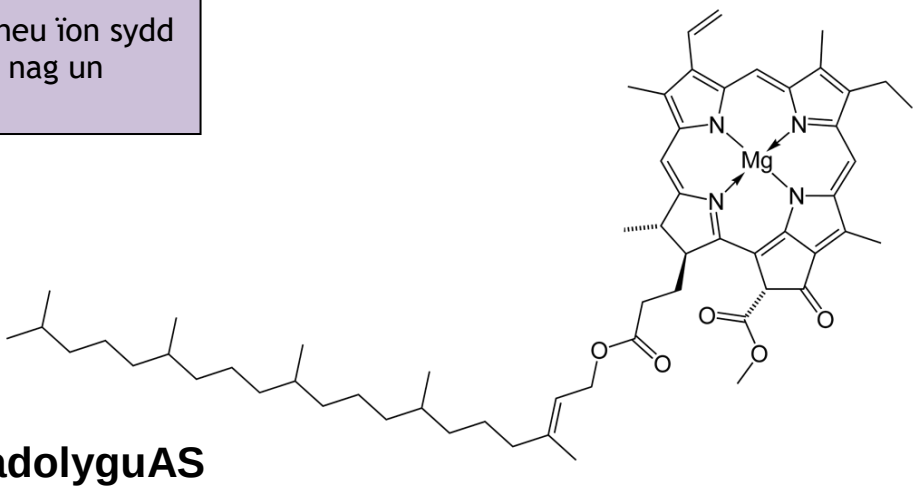
Ïonau anorganig

Mae angen ïonau anorganig ar bob organeb i oroesi; yn aml, rydyn ni'n galw'r ïonau anorganig hyn yn fwynau.
Microfaetholion yw mwynau sydd eu hangen mewn crynodiadau bach iawn (mymryn) e.e. copr a sinc.
Macrofaetholion yw mwynau sydd eu hangen mewn crynodiadau bach e.e. magnesiwm a haearn. Mae'r tabl isod yn rhestru macrofaetholion allweddol a'u swyddogaethau:

Ïon anorganig	Symbol	Swyddogaeth fiolegol
Magnesiwm	Mg^{2+}	Rhan o gloroffyl felly mae'n hanfodol i ffotosynthesis
Haearn	Fe^{2+}	Rhan o haemoglobin, sy'n cludo ocsigen mewn celloedd coch y gwaed
Nitrad	NO_3^-	Mae angen nitrogen o nitrad i wneud niwcleotidau, gan gynnwys ATP, DNA ac RNA. Mae angen nitrogen hefyd i ffurfio asidau amino.
Ffosffad	PO_4^{3-}	Mae'n cael ei ddefnyddio i wneud niwcleotidau, gan gynnwys ATP, DNA ac RNA. Mae'n rhan o ffosffolipidau, sydd i'w cael mewn pilenni biolegol. Caledu esgyrn.
Calsiwm	Ca^{2+}	Caledu esgyrn a dannedd (nid cryfhau). Hefyd yn gydran mewn cellfuriau planhigol.

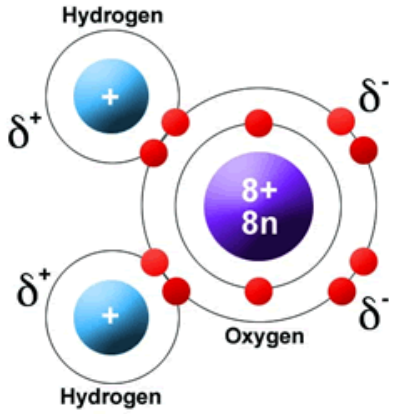
Termau allweddol:
Organig – Moleciwlau â chyfran uchel o atomau carbon a hydrogen.
Anorganig – Moleciwl neu ïon sydd ddim yn cynnwys mwy nag un atom carbon.

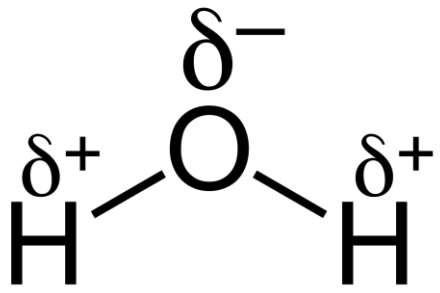
Moleciwl cloroffyl yn cynnwys Mg^{2+}



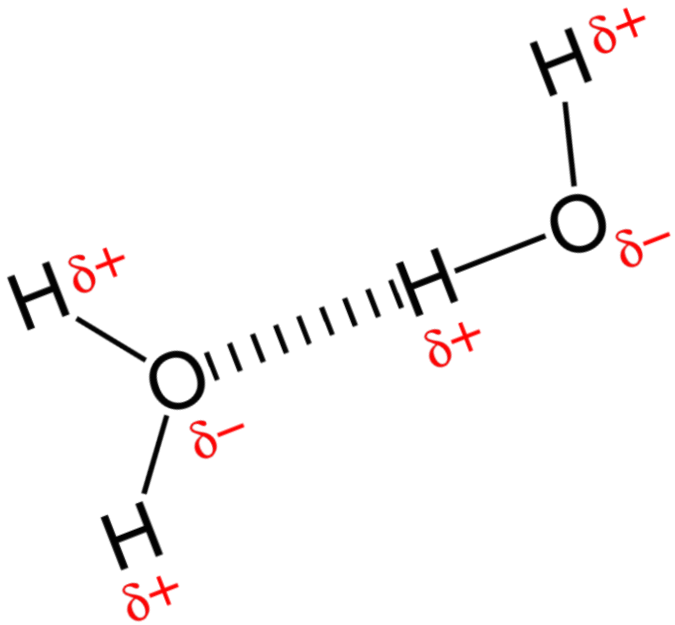
Dŵr

Mae dŵr yn foleciwl polar; mae gwefr negatif ar ben ocsigen y moleciwl a gwefr bositif ar yr atomau hydrogen. Yr enw ar wasgariad gwefr anwastad fel hyn yw **deupol**.





Pan mae dau foleciwl dŵr yn agos at ei gilydd, mae'r gwefrau dirgroes yn atynnu ei gilydd gan ffurfio **bond hydrogen**. Mae bondiau hydrogen unigol yn wan, ond mae llawer o fondiau hydrogen (rhwng llawer o foleciwlau dŵr) yn ffurfio fframwaith tebyg i ddellten sy'n llawer cryfach. Enw'r atyniad hwn rhwng moleciwlau dŵr yw **cydlyniad**.



Termau allweddol:
Deupol – Moleciwl polar sy'n cynnwys gwefr bositif a gwefr negatif yn agos iawn at ei gilydd.
Bond hydrogen - Y grym atynnol gwan rhwng atom hydrogen (â gwefr bositif rannol) ac atom â gwefr negatif rannol – ocsigen neu nitrogen fel arfer.

Dŵr

Mae priodweddau dŵr yn ei wneud yn hanfodol i fywyd fel rydyn ni'n ei ddeall.

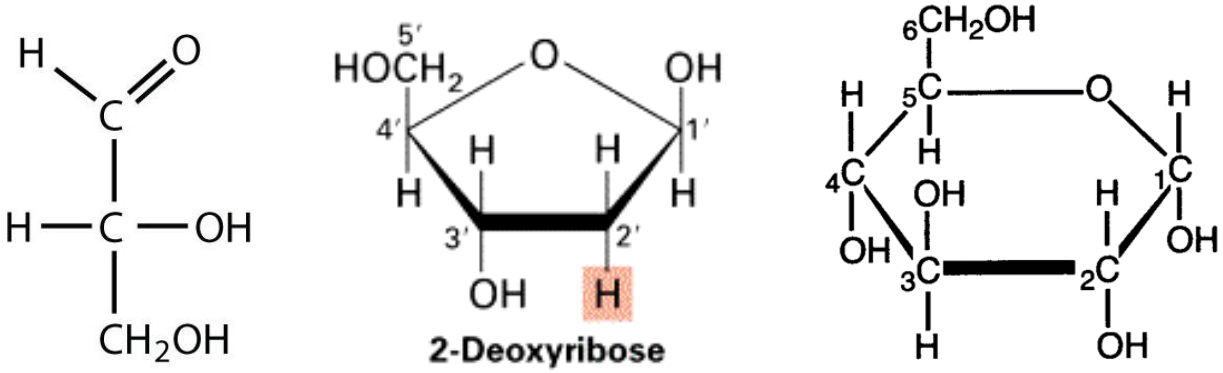
Priodwedd dŵr	Swyddogaeth
Mae dŵr yn hydoddydd	Mae rhannau positif a negatif y moleciwl dŵr yn atynnu gronynnau eraill â gwefr, fel ïonau, a moleciwlau polar eraill, fel glwcos. Mae ïonau a moleciwlau polar yn gallu hydoddi mewn dŵr. Dydy moleciwlau amholar fel lipidau ddim yn hydoddi mewn dŵr.
Dŵr fel cyfrwng cludiant	Dŵr yw prif gydran gwaed, sy'n cludo llawer o sylweddau wedi hydoddi o gwmpas y corff. Mewn planhigion, mae mwynau sydd wedi'u hydoddi mewn dŵr yn cael eu cludo o'r gwraidd i'r dail drwy'r sylem.
Mae adweithiau cemegol yn digwydd mewn dŵr	Mae cludiant ïonau a moleciwlau polar yn golygu bod adweithiau cemegol yn gallu digwydd wrth i ronynnau neu foleciwlau gwrdd.
Mae gan ddŵr gynhwysedd gwres sbesiffig uchel	Mae angen llawer o egni gwres i gynyddu tymheredd dŵr. Mae hyn yn atal anwadaliadau mawr yn nhymheredd dŵr. Mae hyn yn cadw tymheredd amgylcheddau dyfrol yn sefydlog fel nad yw organebau'n gorfod dioddef tymheredd eithafol. Mae hyn hefyd yn caniatáu i ensymau mewn celloedd weithio'n effeithlon.
Mae gan ddŵr wres cudd anweddu uchel	Oherwydd cydlyniad rhwng moleciwlau dŵr (wedi'i achosi gan fondiau hydrogen) mae angen llawer o egni gwres i newid dŵr o gyflwr hylif i anwedd (nwy). Mae'r broses anweddu hon yn trosglwyddo egni gwres ac mae'n ffordd effeithiol iawn o oeri'r corff e.e. chwysu neu ddyhefod. Mae anweddiad dŵr oddi ar arwyneb yn achosi oeri.
Cydlyniad	Mae'r atyniad rhwng moleciwlau dŵr yn golygu bod dŵr yn gallu cael ei gludo, mewn colofnau hir, i fyny tiwbiau sylem coed uchel iawn.
Tyniant arwyneb	Ar dymheredd cyffredin, dŵr sydd â'r tyniant arwyneb uchaf o unrhyw hylif heblaw mercwri. Mewn pwll, mae'r cydlyniad rhwng moleciwlau dŵr yn cynnal organebau, fel rhianedd y dŵr, ac yn eu galluogi nhw i gerdded ar y dŵr.
Dwysedd	Mae dwysedd dŵr ar ei uchaf ar 4 °C; mae rhew'n llai dwys ac felly mae'n arnofio ar yr arwyneb ac yn ynysu'r dŵr oddi tano. Mae hyn yn ei gwneud hi'n llai tebygol i gyrff dŵr mawr rewi'n gyfan gwbl, ac yn caniatáu i organebau oroesi.

Carbohydradau - Monosacaridau

Mae carbohydradau'n gyfansoddion organig sy'n cynnwys yr atomau **carbon, hydrogen** ac **ocsigen**. Uned sylfaenol carbohydrad yw monosacarid. Mae dau fonosacarid yn ffurfio deusacarid. Mae llawer o foleciwlau monosacarid yn ffurfio polysacarid. Math o bolymer yw polysacarid.

Mae **monosacaridau** yn felys ac yn hydawdd. Nhw yw blociau adeiladu'r carbohydradau mwy eraill.
Fformiwla gyffredinol monosacaridau yw $(CH_2O)_n$ a gallwn ni eu grwpio nhw yn ôl nifer yr atomau carbon sydd ganddynt. Mae **tri** atom carbon mewn siwgr **trios**; mae **pump** atom carbon mewn siwgr **pentos** ac mae **chwech** atom carbon mewn siwgr **hecsos**.

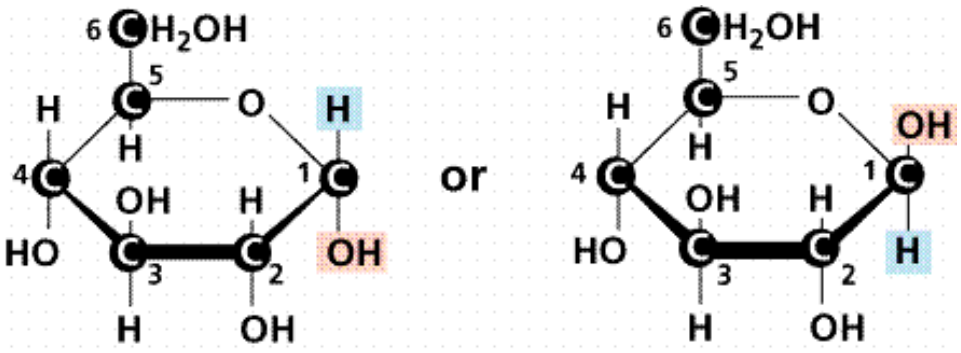
Trios (3C) Pentos (5C) Hecsos (6C)



Math o fonosacarid	Swyddogaeth
Trios	Pwysig i fetabolaeth. Mae siwgrau trios yn rhyngolynnau yn adweithiau resbiradaeth a ffotosynthesis.
Pentos	Ansoddion niwcleotidau, e.e. deocsiribos mewn DNA, ribos mewn RNA, ATP ac ADP.
Hecsos	Mae glwcos yn siwgr hecsos. Mae glwcos yn ffynhonnell egni mewn resbiradaeth. Mae bondiau carbon–hydrogen a bondiau carbon–carbon yn cael eu torri i ryddhau egni, sy'n cael ei drosglwyddo i wneud adenosin triffosffad (ATP).

Carbohydradau - Isomerau

Mae gan isomerau yr un fformiwla gemegol a'r un nifer o atomau, ond mae'r atomau wedi'u trefnu'n wahanol. Mae gan ffurf gylchol y monosacarid **glwcos** ddau isomer, **α glwcos** a **β glwcos**. Mae gan y ddau yr un fformiwla gemegol $C_6H_{12}O_6$, ond mae'r atomau H ac OH wedi'u trefnu'n wahanol ar atom carbon 1.

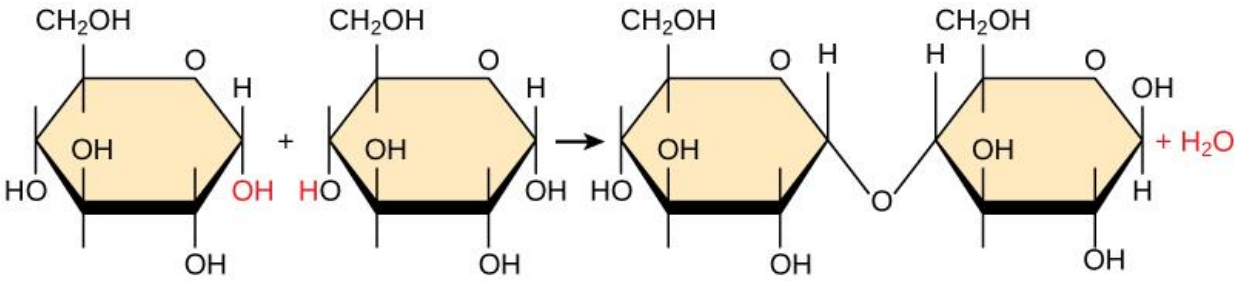


α glwcos β glwcos

Ar atom **carbon 1** mae gan α glwcos atom hydrogen uwch ei ben a grŵp hydrocsyl (OH) oddi tano, ond os edrychwch chi ar y moleciwl β glwcos fe welwch chi fod gan atom carbon 1 grŵp hydrocsyl uwch ei ben ac atom hydrogen oddi tano. Mae'r atomau H ac OH ar atom carbon 1 wedi'u gwrthdroi; hwn yw'r unig wahaniaeth rhwng α glwcos a β glwcos.

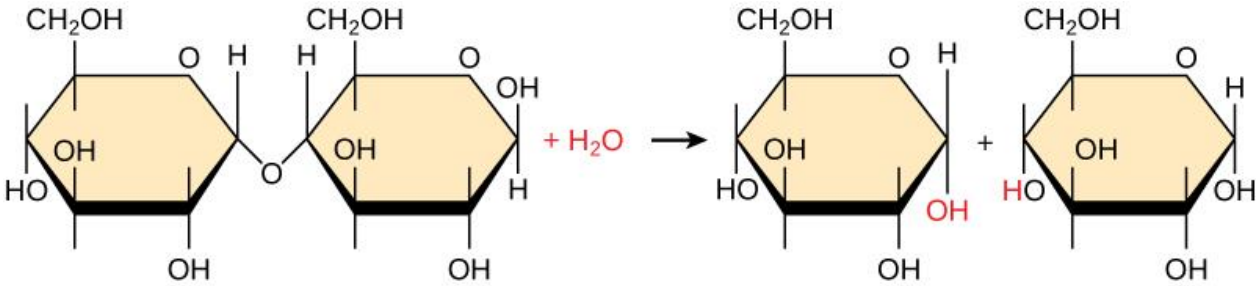
Mae **deusacaridau** yn cynnwys dwy is-uned monosacarid wedi'u bondio â'i gilydd drwy ffurfio bond glycosidaidd a dileu dŵr. Mae hyn yn enghraifft o **adwaith cyddwyso**.

Pan gaiff dau foleciwl α glwcos eu huno mewn adwaith cyddwyso, mae'r deusacarid **maltos** yn ffurfio. Mae'r diagram isod yn dangos dileu dŵr rhwng C1 y moleciwl glwcos cyntaf a C4 yr ail un (mae'r atomau sy'n cael eu tynnu wedi'u dangos mewn coch). Mae hyn yn ffurfio bond glycosidaidd 1-4.



Dau foleciwl α glwcos Maltos a dŵr

Gallwn ni dorri'r bond glycosidaidd drwy gyfrwng **hydrolysis**. Yn ystod hydrolysis, caiff dŵr ei ychwanegu'n gemegol i dorri'r bond glycosidaidd. Mae hydrolysis maltos wedi'i ddangos isod. Mae'r atomau sy'n cael eu hychwanegu yn ystod hydrolysis wedi'u dangos yn goch.



Maltos a dŵr Dau foleciwl α glwcos

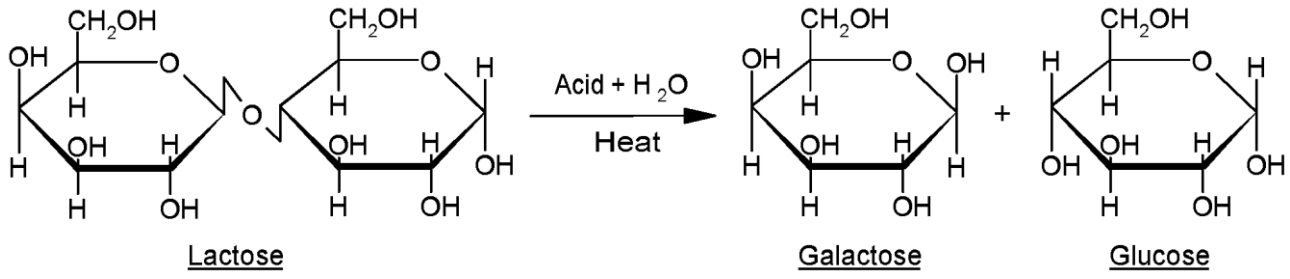
Carbohydradau - Deusacaridau

Mae'r tabl isod yn crynhoi'r wybodaeth am ddeusacaridau.

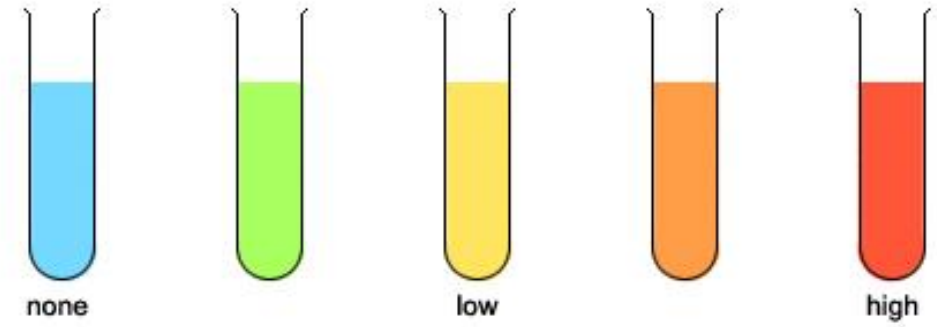
Deusacarid	Cydrannau monosacarid	Swyddogaeth fiolegol
Maltos	Glwcos a Glwcos	Mewn hadau sy'n egino
Swcros	Glwcos a Ffrwctos	Un o gynhyrchion ffotosynthesis sy'n cael ei gludo yn y ffloem
Lactos	Glwcos a Galactos	Mae'n bodoli mewn llefrith mamolion

Mae'r adwaith isod yn dangos hydrolysu'r deusacarid lactos. Mae'r bond glycosidaidd yn cael ei dorri ac mae'r monosacaridau glwcos a galactos yn cael eu ffurfio.

Rydyn ni'n defnyddio adweithydd Benedict i brofi am **siwgrau rhydwythol**. Mae angen gwres ar gyfer yr adwaith hwn (80°C neu uwch). Mae siwgrau rhydwythol yn rhydwytho **copr II sylffad** glas i ffurfio **copr I sylffad**, sy'n waddod lliw brics coch. Mae enghreifftiau'n cynnwys pob monosacarid a'r deusacaridau lactos a maltos.



Carbohydradau - Profi am siwgrau rhydwythol



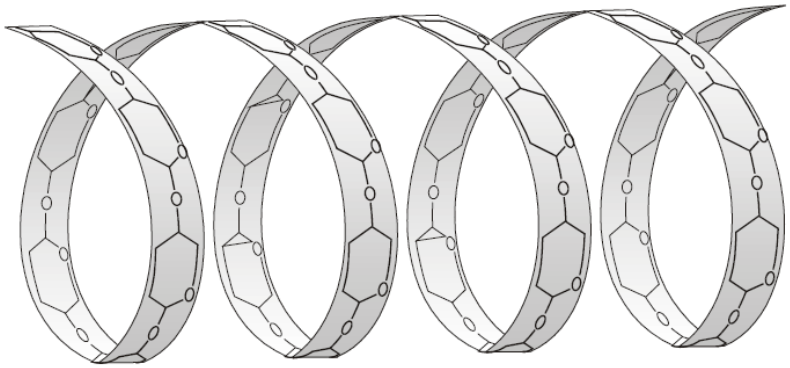
Rydyn ni'n galw **swcros** yn **siwgr anrhydwythol** oherwydd dydy'r siwgr hwn ddim yn rhydwytho copr II sylffad. Fydd y prawf Benedict ddim yn gweithio; bydd adweithydd Benedict yn aros yn las. Rhaid i ni **hydrolysu** swcros yn gyntaf drwy ei ferwi mewn asid hydroclorig gwanedig. Mae hyn yn ffurfio glwcos a ffrwctos. Rhaid i ni niwtralu'r asid â sodiwm hydrocsid gwanedig cyn ei brofi ag adweithydd Benedict. Dylai hyn nawr roi canlyniad positif; mae glwcos a ffrwctos yn siwgrau rhydwythol sy'n rhoi electron yn rhwydd i rydwytho copr II sylffad i ffurfio'r gwaddod copr I sylffad lliw brics coch.

Carbohydradau - Polysacaridau

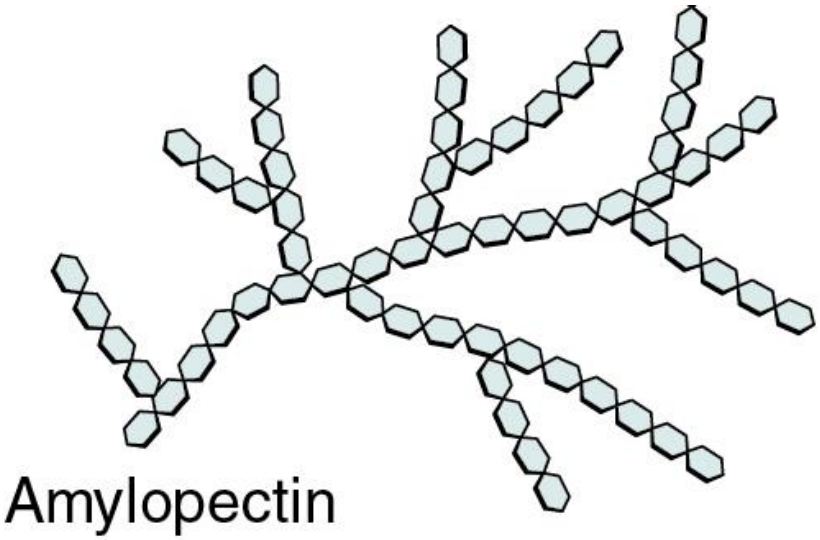
Mae polysacaridau yn bolymerau mawr cymhleth. Maent yn cael eu ffurfio o niferoedd mawr iawn o unedau monosacarid unfath, sef eu **monomerau**, wedi'u cysylltu â bondiau glycosidaidd sydd wedi'u ffurfio mewn adwaith cyddwyso.

Mae **startsh** yn caniatáu i blanhigion storio glwcos. Mae startsh wedi'i wneud o fonomerau α glwcos, wedi'u hychwanegu un ar y tro mewn adwaith cyddwyso. Mae hi'n hawdd ychwanegu neu dynnu glwcos. Mae dau fath o bolysacarid mewn startsh, amylos ac amylopectin. Dydy amylos ddim yn ganghennog ac mae'n torchi; mae pob monomer α glwcos sy'n cael ei ychwanegu'n ffurfio bond glycosidaidd C1 – C4 â'r moleciwl glwcos cyfagos. Mae amylopectin yn ganghennog gan ei fod yn ffurfio bondiau glycosidaidd C1 - C4 a bondiau glycosidaidd C1 – C6. Mae startsh yn foleciwl cryno ac nid yw'n cael effaith osmotig ar y gell; nid yw'n effeithio ar botensial dŵr y gell.

Mae **amylos** yn bolysacarid sy'n rhan o startsh. Dydy amylos ddim yn ganghennog, ac mae'n torchi.

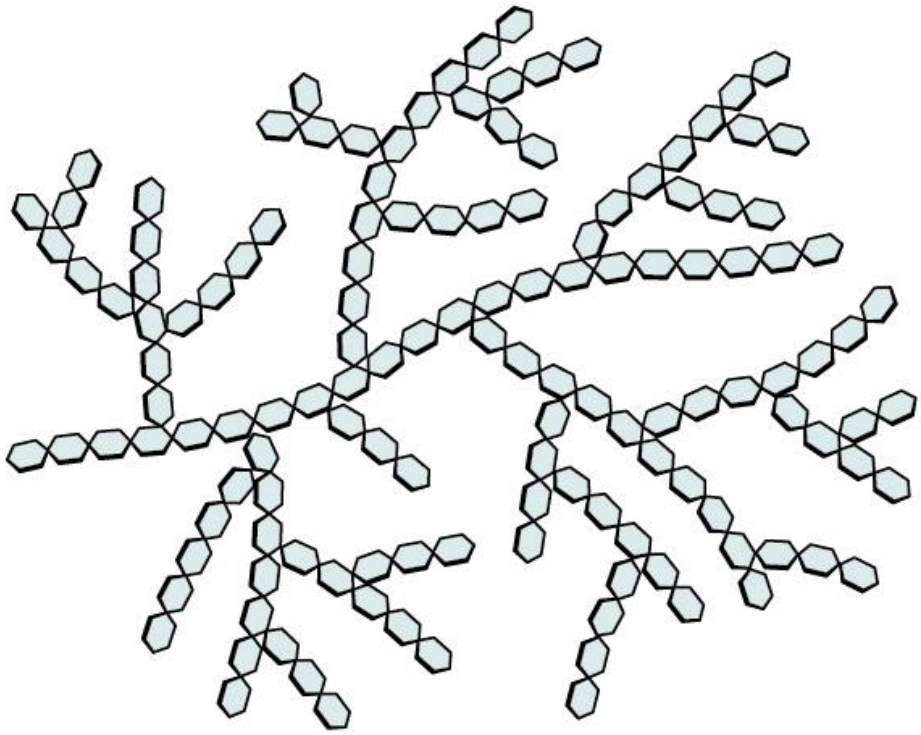


Mae **amylopectin** yn bolysacarid sy'n rhan o startsh. Mae pob pwynt cangen yn cael ei ffurfio gan fond glycosidaidd C1 – C6.



Amylopectin

Glycogen yw'r prif gynnyrch storio mewn anifeiliaid. Mae ei adeiledd yn debyg i adeiledd amylopectin. Mewn glycogen, mae'r moleciwlau α glwcos wedi'u huno â bondiau glycosidaidd C1 – C4 a C1 – C6. Y prif wahaniaeth rhwng amylopectin a glycogen yw bod gan glycogen gadwynau α glwcos C1 – C4 byrrach a mwy o bwyntiau canghennu C1 – C6. Mae glycogen yn fwy canghennog nag amylopectin.

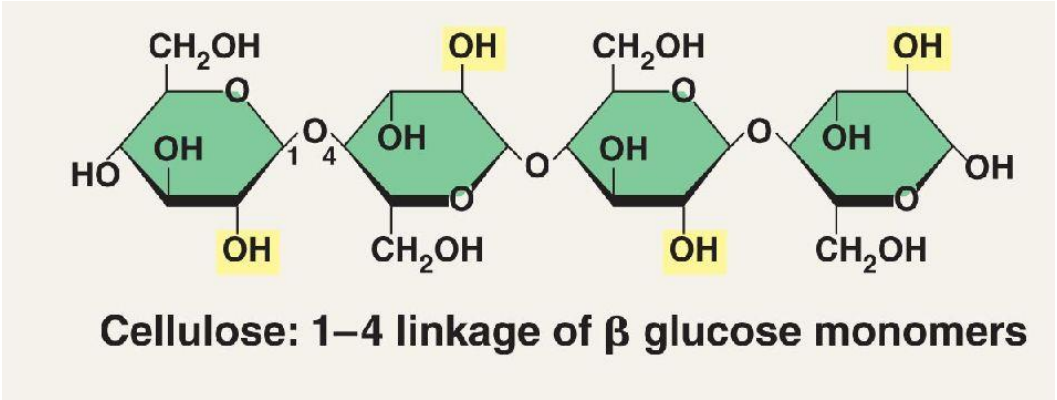


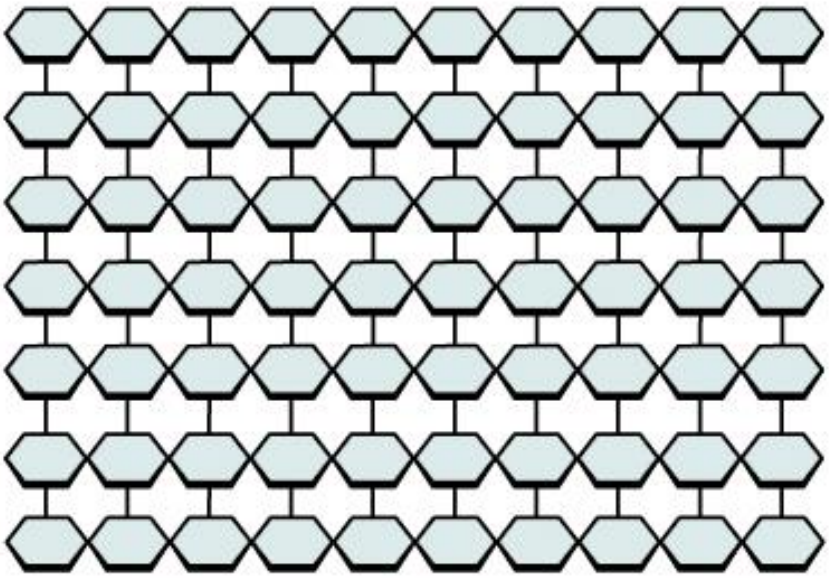
Glycogen

Mae hi'n hawdd hydrolysu **startsh** a **glycogen** i ffurfio α glwcos, sy'n hydawdd ac yn gallu cael ei gludo i ble bynnag mae angen egni.

Mae **cellwlos** yn bolysacarid adeileddol sy'n bodoli yng nghellfuriau planhigion. Mae cellwlos yn cynnwys llawer o gadwynau hir, paralel o unedau β glwcos. Mae'r monomerau β glwcos wedi'u huno â bondiau glycosidaidd C1 – C4. Mae'r bond β yn cylchdroi moleciwlau glwcos cyfagos drwy 180°; mae hyn yn golygu bod bondiau hydrogen yn gallu ffurfio rhwng grwpiau OH cadwynau cellwlos cyfagos. Mae rhwng 60 a 70 o foleciwlau cellwlos yn trawsgysylltu'n dynn i ffurfio sypynnau o'r enw microffibrolion. Mae microffibrolion yn clystyru mewn sypynnau gyda'i gilydd i ffurfio ffibrau. Mae cellwlos yn anadweithiol ac yn sefydlog (oherwydd nad oes ganddo ganghennau) ac mae ganddo gryfder tynnol uchel (oherwydd bod microffibrolion a ffibrau'n ffurfio).

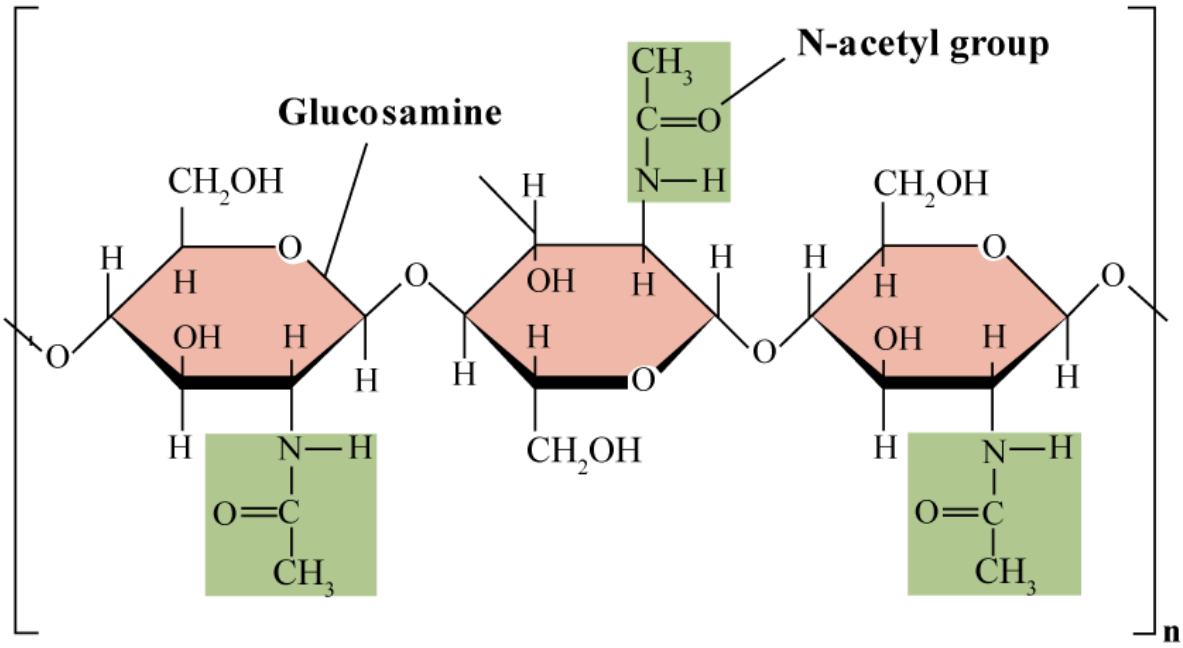
Mae bob yn ail foleciwl β glwcos yn cylchdroi drwy 180°. Mae hyn yn golygu bod bondiau hydrogen yn gallu ffurfio rhwng moleciwlau cellwlos cyfagos.





Carbohydradau - Polysacaridau

Mae adeiledd **citin** yn debyg i adeiledd cellwlos. Mae'n bolysacarid adeileddol sy'n bodoli yn sgerbwd allanol arthropodau, fel pryfed, ac yng nghellfuriau ffyngau. Mae citin wedi'i wneud o gadwynau hir o foleciwlau β glwcos wedi'u cysylltu â bondiau glycosidaidd C1 – C4. Mae citin yn wahanol i gellwlos gan fod pob monomer yn cynnwys grŵp sy'n deillio o asidau amino, sef **grŵp asetylamin**. Fel cellwlos, mae pob yn ail foleciwl glwcos wedi'i gylchdroi drwy 180°; mae hyn yn golygu bod bondiau hydrogen yn gallu ffurfio rhwng grwpiau OH cadwynau citin cyfagos. Mae'r cadwynau paralel wedi'u trawsgysylltu'n ffurfio microffibrolion. Mae citin yn gryf, yn wrth-ddŵr ac yn ysgafn.

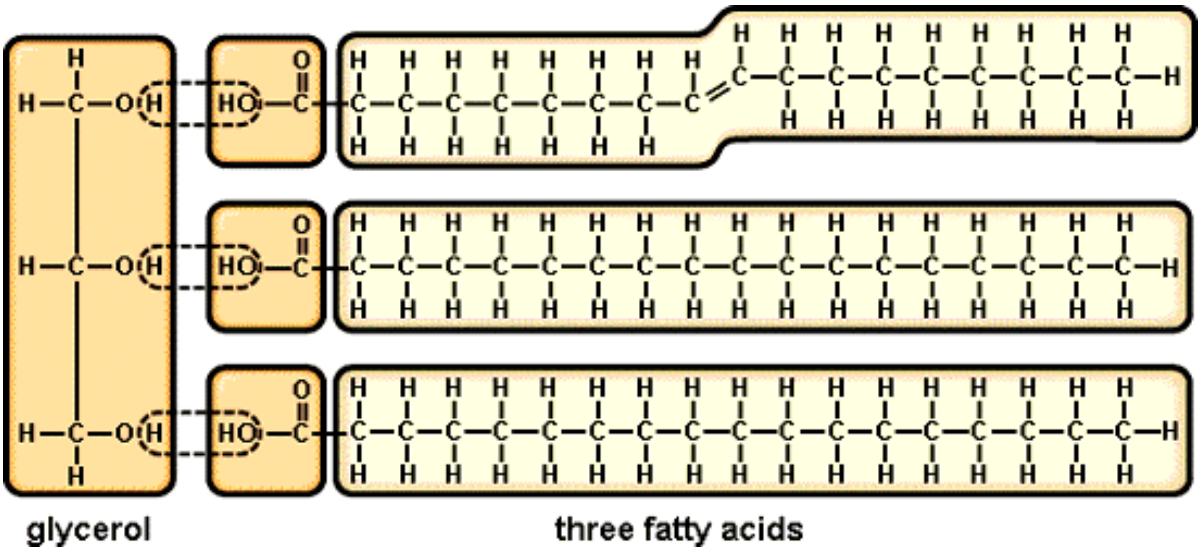


Termau Allweddol:
Polymer – Moleciwl mawr yn cynnwys unedau unfath wedi'u hailadrodd (monomerau) wedi'i bondio â'i gilydd.
Adwaith cyddwyso – Dileu dŵr yn gemegol i ffurfio bond rhwng monomerau cyfagos.
Hydrolysis – Ychwanegu dŵr yn gemegol i dorri bond rhwng monomerau.

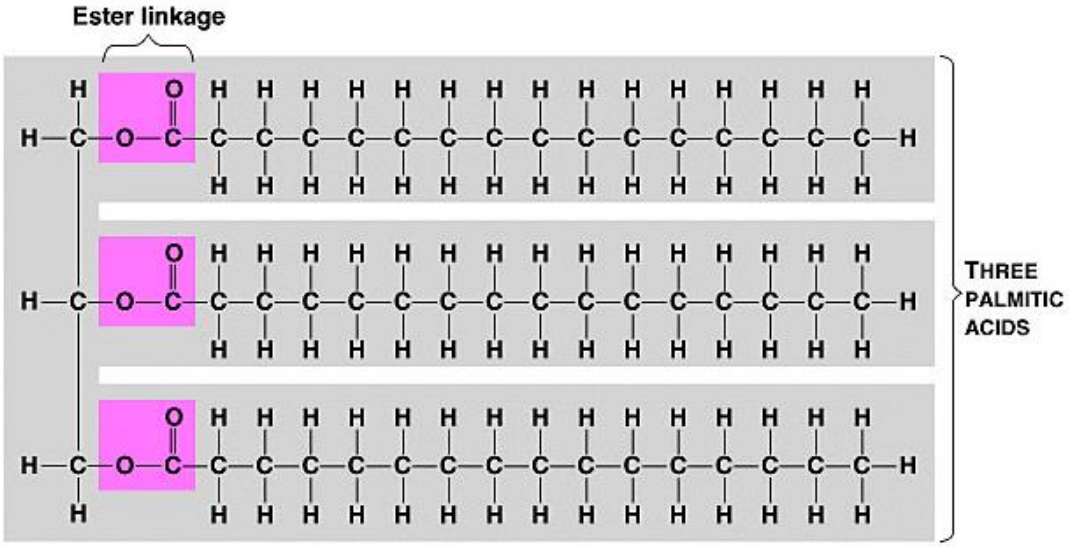
Lipidau - Triglyseridau

Triglyseridau yw'r math mwyaf cyffredin o lipid; y rhain yw'r brasterau a'r olewau. Fel carbohydradau, mae lipidau'n cynnwys atomau **carbon**, **hydrogen** ac **ocsigen** (mae'r cynnwys ocsigen yn isel iawn). Mae triglyseridau'n **anhydawdd** mewn dŵr gan eu bod nhw'n amholar; maent yn hydawdd mewn hydoddyddion eraill fel **ethanol**, **clorofform** ac **ether**.

Mae **triglyseridau** yn ffurfio mewn adwaith cyddwyso rhwng **glyserol** ac **asidau brasterog**. Math o alcohol yw glyserol. Mae asidau brasterog yn foleciwlau organig sy'n cynnwys **grŵp -COOH** wedi'i fondio â **chadwyn hydrocarbon** hir. Mae'r broses yn rhyddhau tri moleciwl dŵr.

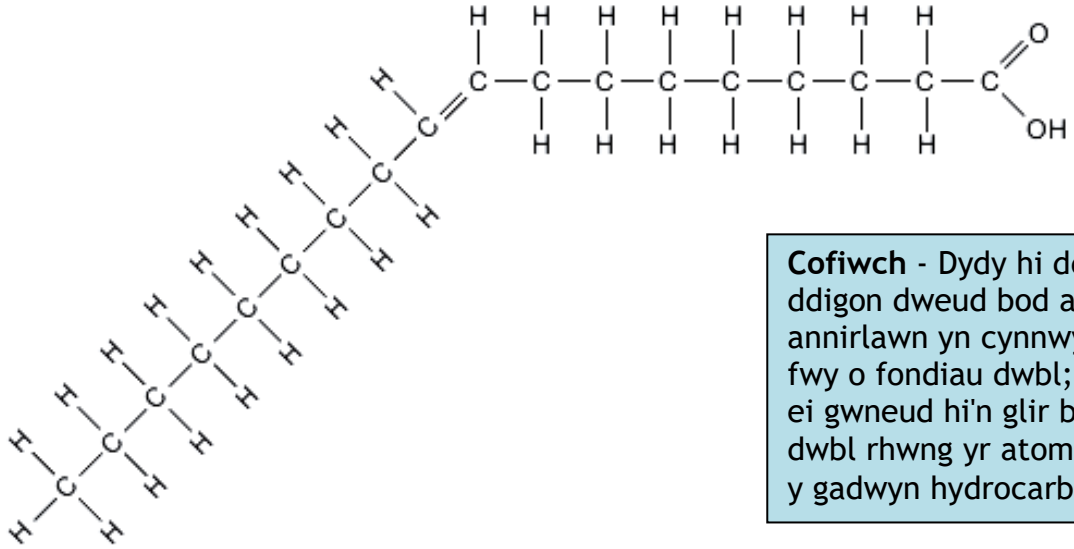


Bond ester yw'r bond sy'n ffurfio. Gallwn ni dorri'r bond ester drwy hydrolysis. Mae tri bond ester mewn triglyserid. Rhaid i chi allu rhoi cylch am yr atomau sy'n gwneud bond ester.



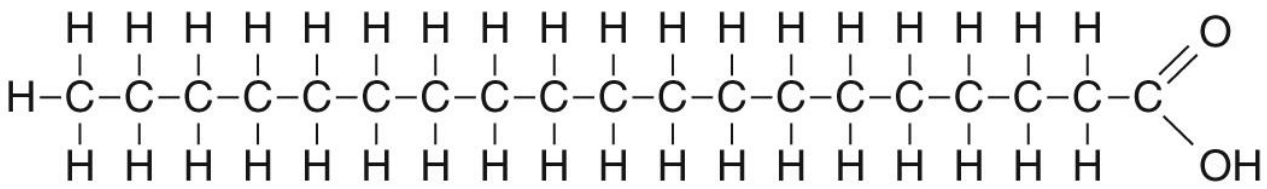
Lipidau - Asidau brasterog

Mae gan **asidau brasterog annirlawn fondiau dwbl** rhwng atomau carbon cyfagos e.e. –C=C-C-C-. Dydy asidau brasterog annirlawn ddim yn cynnwys y nifer mwyaf posibl o atomau hydrogen. Mae bondiau dwbl yn gwneud i asidau brasterog a lipidau doddi'n rhwyddach; mae'r rhan fwyaf o **olewau** yn annirlawn. Os mai dim ond un bond dwbl sydd rhwng atomau carbon mae'r asid brasterog yn un **monoannirlawn**. Os oes dau neu fwy o fondiau dwbl rhwng atomau carbon mae'r asid brasterog yn un **polyannirlawn**. Mae asid brasterog monoannirlawn wedi'i ddangos isod.



Cofiwch - Dydy hi ddim yn ddigon dweud bod asid brasterog annirlawn yn cynnwys un neu fwy o fondiau dwbl; rhaid i chi ei gwneud hi'n glir bod y bondiau dwbl rhwng yr atomau carbon yn y gadwyn hydrocarbon.

Does gan **asidau brasterog dirlawn ddim bondiau dwbl** rhwng atomau carbon cyfagos yn y gynffon hydrocarbon. Mae asid brasterog annirlawn yn cludo'r **nifer mwyaf posibl o atomau hydrogen**. Mae asidau brasterog dirlawn yn solid. Mae lipidau anifeilaidd yn tueddu i fod yn ddirlawn. Mae yna gysylltiad posibl rhwng bwyta asidau brasterog dirlawn a **chlefyd y galon**. Mae asid brasterog dirlawn wedi'i ddangos isod.

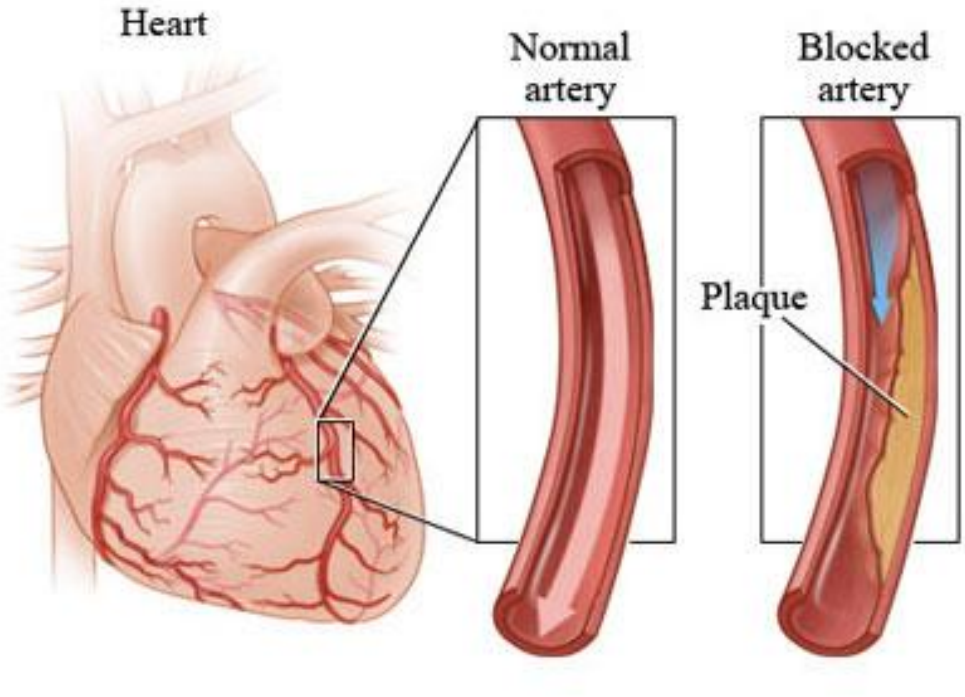


Lipidau - Asidau brasterog dirlawn a chlefyd y galon

Y prif bethau sy'n achosi **clefyd y galon** yw dyddodiadau brasterog yn y rhydwelïau coronaidd (**atherosglerosis**) a phwysedd gwaed uchel (**gorbwysedd**). Mae deiet sy'n cynnwys llawer o asidau brasterog dirlawn, ysmygu, diffyg ymarfer corff a heneiddio i gyd yn gallu cyfrannu.

Ar ôl i fwyd gael ei amsugno yn y coluddyn bach, mae lipidau a phroteinau'n cyfuno i wneud **lipoproteinau**, sy'n teithio o gwmpas y corff yn llif y gwaed.

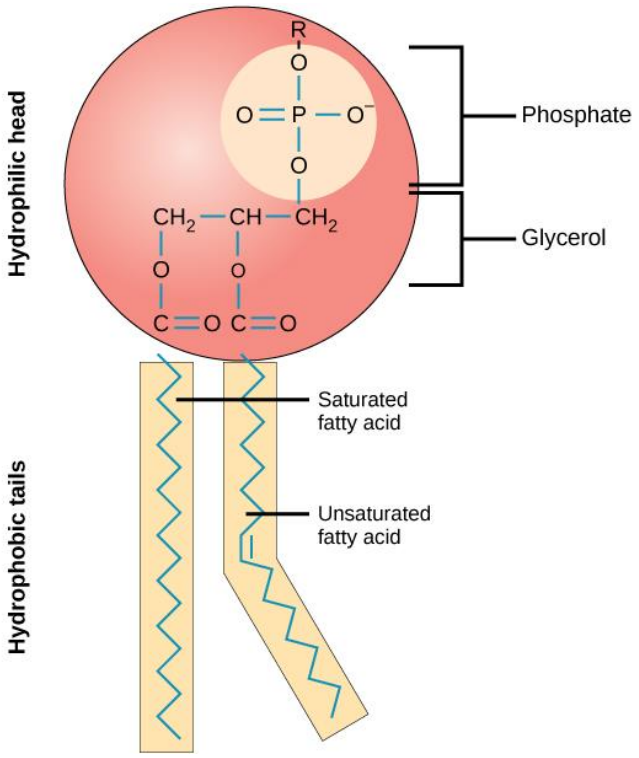
- ✓ Os yw'r deiet **yn cynnwys llawer o frasterau dirlawn, mae lipoproteinau dwysedd isel (LDI)** yn cronni. Mae defnydd brasterog o'r enw atheroma yn cael ei ddyddodi yn y rhydwelïau coronaidd, gan gyfyngu ar lif y gwaed ac, felly, ar y cyflenwad ocsigen i feinwe'r galon. Mae cyfyngu ar lif y gwaed fel hyn yn gallu achosi angina. Os caiff y rhydwelïau coronaidd eu blocio'n llwyr, mae cnawdnychiad myocardiaidd neu drawiad ar y galon yn digwydd.
- ✓ Os yw'r deiet yn cynnwys cyfran uchel o **frasterau annirlawn**, mae'r corff yn gwneud mwy o **lipoproteinau dwysedd uchel (LDU)**, sy'n cludo brasterau niweidiol i'r iau i gael gwared arnynt. Yr uchaf yw cymhareb LDU:LDI yng ngwaed unigolyn, yr isaf yw'r risg o glefyd cardiofasgwlar a chlefyd coronaidd y galon.



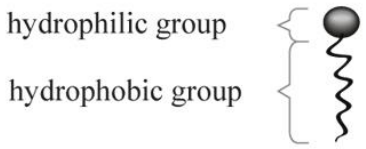
Mae gan wal fewnol y rhydweli leinin **endotheliwm** llyfn. Mae atheroma yn cael ei ddyddodi ar yr endotheliwm, gan leihau'r cyfaint sydd ar gael i lif gwaed. Gallai'r atheroma flocio lwmen y rhydweli yn llwyr.

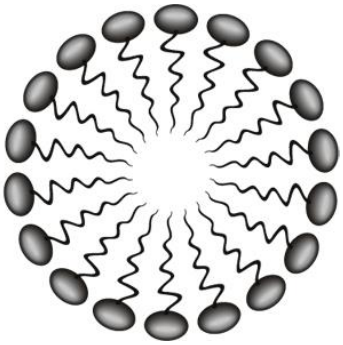
Lipidau - Ffosffolipidau

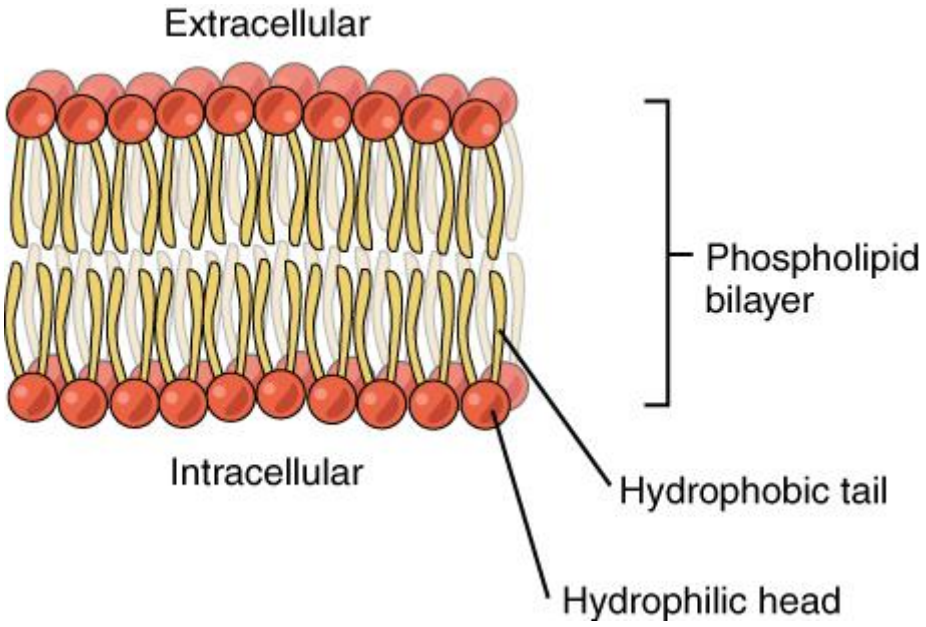
Mae **ffosffolipidau** yn fath arbennig o lipid. Mae **grŵp ffosffad** yn cymryd lle un o'r tair cynffon asid brasterog. Mae'r grŵp ffosffad yn **bolar** ac felly mae'n hydawdd mewn dŵr. Mae gan ffosffolipidau bennau **hydroffilig** a dwy **gynffon asid brasterog hydroffobig**.



Mewn dŵr, mae'r gynffon asid brasterog hydroffobig yn troi tuag i mewn (i osgoi'r dŵr) gan ffurfio **misel** (defnyn brasterog). Os oes digon o foleciwlau ffosffolipid, bydd **dwyhaen** (haen ddwbl) yn ffurfio – pennau ffosffad polar (hydroffilig) yn pwyntio tuag allan (i'r dŵr), cynffonnau asid brasterog hydroffobig yn pwyntio tuag i mewn (oddi wrth y dŵr). Y ddwyhaen ffosffolipid yw sylfaen pob **cellbilen**.







Lipidau - Cymharu triglyseridau a ffosffolipidau

Triglyseridau	Ffosffolipidau
3 cynffon asid brasterog	2 gynffon asid brasterog
Dim grŵp ffosffad	Grŵp ffosffad
Amholar (cwbl hydroffobig)	Mae'r pen polar yn hydroffilig, mae'r cynffonnau asid brasterog yn hydroffobig

Lipidau - Prawf am frasterau ac olewau

I ganfod a yw sylwedd yn cynnwys lipid, caiff ei gymysgu'n drwyadl ag **ethanol pur**; bydd unrhyw lipid sy'n bresennol yn y sampl yn hydoddi yn yr ethanol. Caiff yr un cyfaint o ddŵr ei ychwanegu a chaiff y sampl ei ysgwyd. Bydd unrhyw lipidau wedi hydoddi'n dod allan o'r hydoddiant, gan ffurfio **emwlsiwn**; mae hyn yn troi'r sampl yn lliw **gwyn cymylog**.



Cofiwch - Mae lipidau'n anhydawdd mewn dŵr ac wrth eu cymysgu nhw â dŵr maent yn ffurfio defnynnau bach iawn, sef emwlsiwn. Mae'r emwlsiwn yn lliw gwyn cymylog ac mae'n dangos bod lipidau yn bresennol.

Lipidau - Crynodeb o'u swyddogaethau

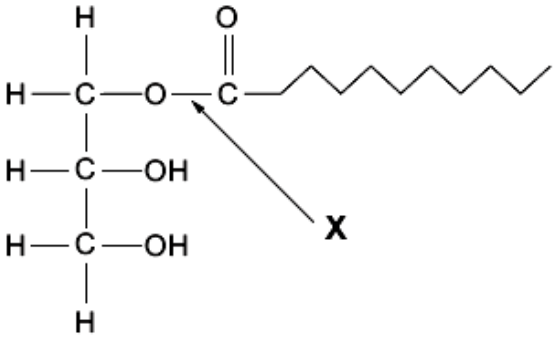
Swyddogaeth	Disgrifiad
Cronfa (storfa) egni mewn planhigion ac anifeiliaid	Mae triglyseridau'n cynnwys mwy o fondiau carbon-hydrogen na charbohydrad. Mae un gram o fraster, wedi'i ocsidio, yn cynhyrchu tua dwywaith cymaint o egni â'r un màs o garbohydrad. Mewn anifeiliaid, mae braster yn cael ei storio o dan y croen ac o gwmpas organau, ac mewn planhigion mae triglyseridau'n cael eu storio fel olewau mewn hadau.
Ynysydd thermol	Pan gaiff ei storio o dan y croen, mae'n gweithredu fel ynysydd thermol sy'n lleihau colledion gwres.
Amddiffyn	Yn aml, caiff braster ei storio o gwmpas organau bregus fel yr arennau.
Ffynhonnell dŵr metabolaidd	Mae triglyseridau yn cynhyrchu llawer o ddŵr metabolaidd wrth gael eu hocsidio. Mae hyn yn hanfodol i anifeiliaid diffeithdir fel y llygoden fawr godog, sydd byth yn yfed dŵr ac sy'n dibynnu ar ddŵr metabolaidd o'i chymeriant braster i oroesi.
Diddosi	Mae brasterau (gan eu bod nhw'n amholar) yn anhydawdd mewn dŵr ac yn bwysig mewn organebau tir fel pryfed lle mae'r cwtigl cwyraidd yn lleihau colledion dŵr. Hefyd, mae gan ddail gwtigl cwyraidd i leihau colledion dŵr drwy anweddu oddi ar arwyneb y ddeilen.
Dwysedd isel a hynofedd	Mae dwysedd braster yn eithaf isel ac mae'n helpu anifeiliaid fel eirth gwyn i arnofio mewn dŵr; mae'n cynyddu eu hynofedd. Mae hi'n hawdd gwasgaru hadau sy'n storio olewau, gan eu bod nhw'n ysgafn.
Trawsyriant nerfol	Triglyseridau sy'n gwneud y bilen fyelin o gwmpas acson nerfgelloedd (niwronau) mewn fertebratau; mae'r bilen fyelin yn hidlo trawsyriant nerfol.

Lipidau - Crynodeb o'u swyddogaethau (parhad)

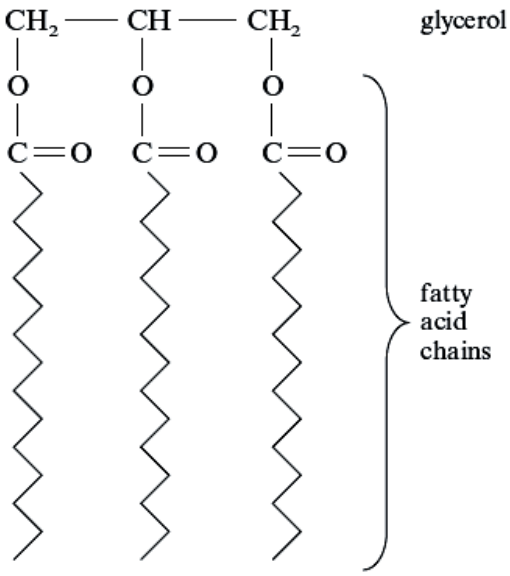
Swyddogaeth	Disgrifiad
Steroidau a cholesterol	Lipidau yw steroidau, sy'n cynnwys yr hormonau rhyw (testosteron ac oestrogen). Mae gan y rhain adeiledd cylch yn hytrach nag adeiledd cadwyn hir.
Ffurfio cellbilenni	Mae ffosffolipidau'n ffurfio dwyhaen sy'n sylfaen i bob cellbilen. Mae'r ddwyhaen ffosffolipid yn caniatáu cludiant moleciwlau amholar ar draws cellbilenni drwy gyfrwng tryledіad syml.

Cofiwch – Yn aml, rydyn ni'n defnyddio math o law-fer i ddynodi cynffon hydrocarbon hir asid brasterog; gallwn ni ddefnyddio'r briflythyren **R** neu **linell igam-ogam**.

Mae'r monoglyserid (moleciwl A) a'r triglyserid (moleciwl B) isod yn dangos cynffonnau hydrocarbon yr asidau brasterog fel llinellau igam-ogam. X yw'r bond ester.



moleciwl **A**



molecule **B**

Proteinau - Asidau amino

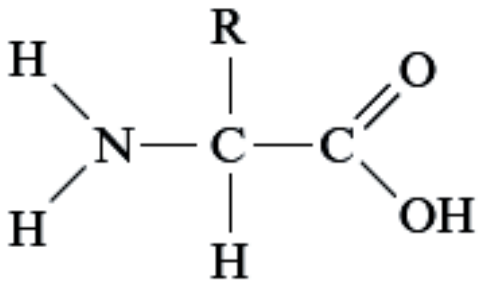
Mae **proteinau** yn wahanol i garbohydradau a lipidau oherwydd, yn ogystal ag atomau carbon, hydrogen ac ocsigen, maent hefyd yn cynnwys atomau **nitrogen**. Mae llawer o broteinau hefyd yn cynnwys atomau sylffwr a ffosfforws.

Polymerau yw proteinau sydd wedi'u gwneud o fonomerau o'r enw **asidau amino**. Yr enw ar gadwyn o asidau amino yw **polypeptid**. Mae yna 20 o wahanol asidau amino. Mae yna filoedd o wahanol broteinau ac mae eu siâp yn dibynnu ar ddilyniant penodol yr asidau amino yn y gadwyn. Mae swyddogaeth protein yn dibynnu ar ei siâp.

Mae gan bob asid amino yr un adeiledd sylfaenol. Mae'r canlynol ynghlwm wrth atom carbon canolog:

- ✓ **Grŵp amino** (-NH2), sy'n fasig neu'n alcalïaidd.
- ✓ **Grŵp carbocsyl** (-COOH), sy'n asidig.
- ✓ **Atom hydrogen**.
- ✓ Y **grŵp-R**, sy'n **grŵp newidiol o atomau**.

Mae yna 20 o wahanol grwpiau-R. Yr asid amino symlaf yw **glycin**; atom hydrogen yw ei grŵp R. Mae adeiledd sylfaenol asid amino wedi'i ddangos isod (moleciwl A):



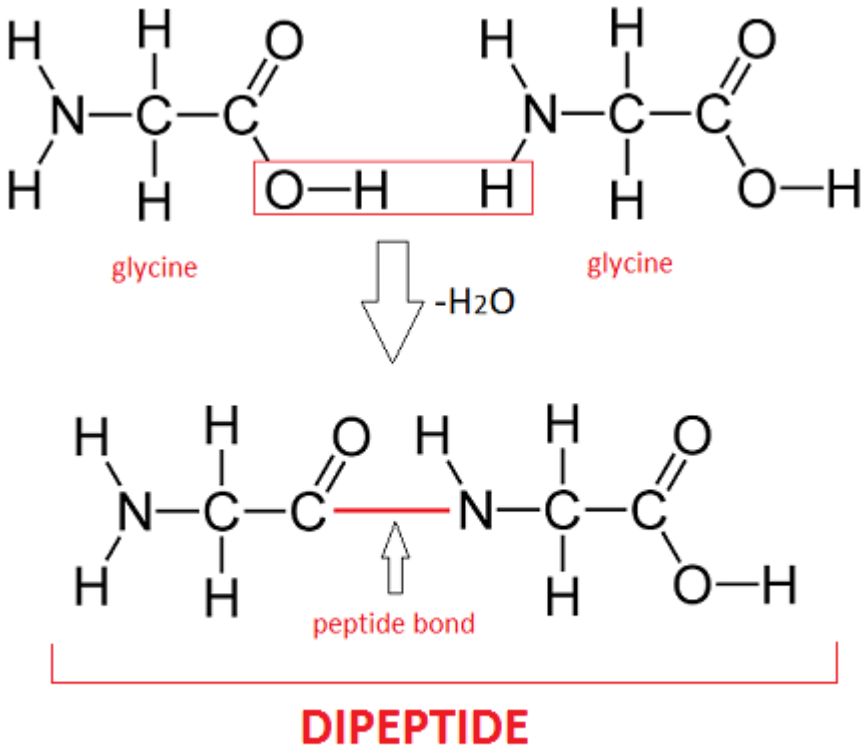
molecule A

Cofiwch – Mae adeiledd sylfaenol pob asid amino yr un fath. Mae'r grŵp-R yn amrywio ac rydyn ni'n ei alw'n **grŵp newidiol o atomau**. Peidiwch â drysu rhwng grŵp-R asid amino a grŵp-R asid brasterog, sy'n **gadwyn hydrocarbon hir**.

Mae **asidau amino** yn gallu bod yn **hanfodol** neu'n **ddianghenraid**. Dydy ein cyrff ddim yn gallu syntheseiddio asidau amino hanfodol, a rhaid i ni eu cael nhw o'n deiet. Mae ein cyrff yn gallu syntheseiddio asidau amino dianghenraid.

Proteinau – Deupeptidau a pholypeptidau

Dilyniannau llinol o asidau amino yw proteinau. Mae grŵp amino un asid amino yn adweithio â grŵp carbocsyl un arall mewn adwaith cyddwyso; mae dŵr yn cael ei ddileu ac mae **bond peptid** yn ffurfio. Mae hyn yn creu cyfansoddyn **deupeptid**.

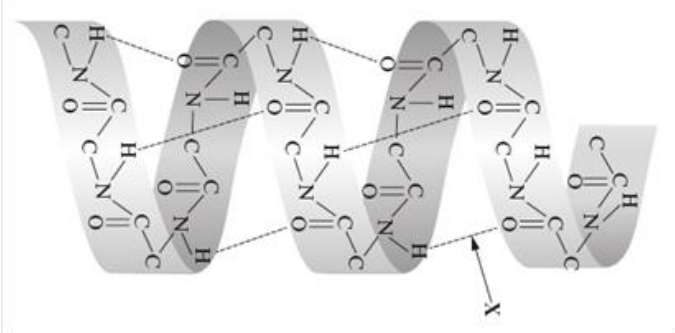


Gallwn ni ychwanegu mwy o asidau amino fel hyn i ffurfio moleciwl **polypeptid**, sef math o bolymer. Yna, gallwn ni addasu'r polypeptidau eto i ffurfio moleciwlau **protein**, pob un ag **adeiledd** a **swyddogaethau** penodol.

Proteinau - Pedair lefel adeiledd protein

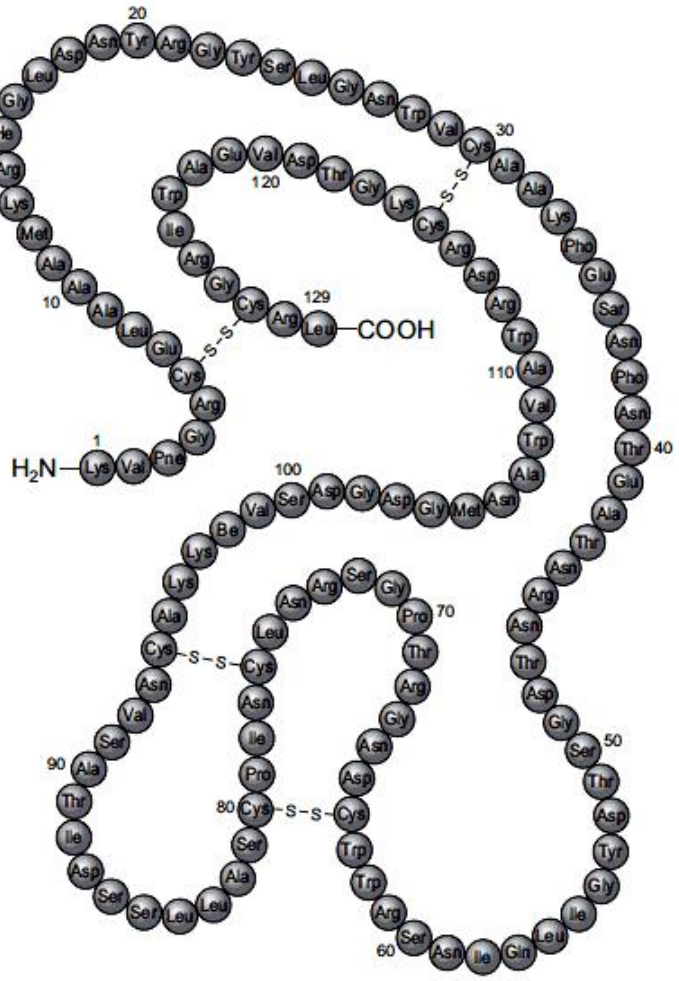
Lefel adeiledd protein	Disgrifiad
Cynradd	Yr adeiledd cynradd yw dilyniant yr asidau amino mewn cadwyn polypeptid. Mae'r dilyniant asidau amino yn dibynnu ar DNA; mae un genyn yn codio ar gyfer un polypeptid. Bond peptid yw'r bond rhwng pob asid amino.
Eilaidd	Yr adeiledd eilaidd yw'r siâp sydd gan y gadwyn polypeptid oherwydd bondiau hydrogen. Mae bondiau hydrogen yn dirdroi ac yn plygu'r polypeptid i ffurfio helics alffa neu, yn llai cyffredin, llen edafedd beta.
Trydyddol	Mae helics alffa adeiledd protein eilaidd yn cael ei blygu a'i ddirdroi eto i roi adeiledd 3D mwy cymhleth a chryno. Mae'r siâp yn cael ei gynnal gan fondiau deusylffid, ïonig, cofalent hydroffobig a hydrogen. Mae gan ensymau adeiledd protein trydyddol. Mae'r bondiau'n cynnal siâp safle actif yr ensym.
Cwaternaidd	Mae'r adeiledd cwaternaidd yn deillio o gyfuniad o ddwy neu fwy o gadwynau polypeptid ar ffurf drydyddol. Mae'r rhain yn gysylltiedig â grwpiau heblaw proteinau ac yn ffurfio moleciwlau mawr cymhleth fel haemoglobin. Mae gan haemoglobin bedair cadwyn polypeptid. Mae angen pedwar genyn i godio ar gyfer haemoglobin; un genyn i bob polypeptid.

Cofiwch – Rhaid i chi allu disgrifio pedair lefel adeiledd protein, gan gynnwys enwau'r bondiau cemegol. Rhaid i chi hefyd allu adnabod **helics alffa** (edrychwch ar y dde). **Bond hydrogen** yw X.

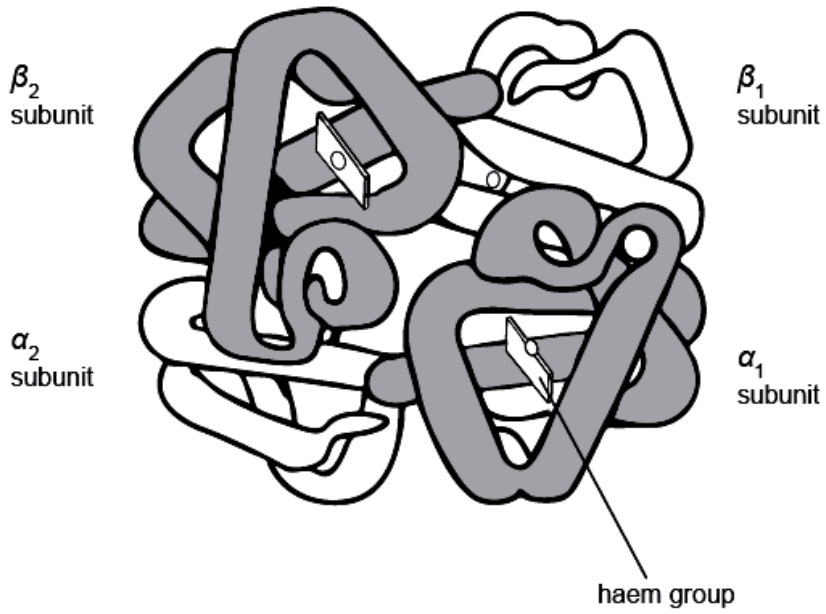


Proteinau - Edrych yn agosach ar yr adeiledd trydyddol

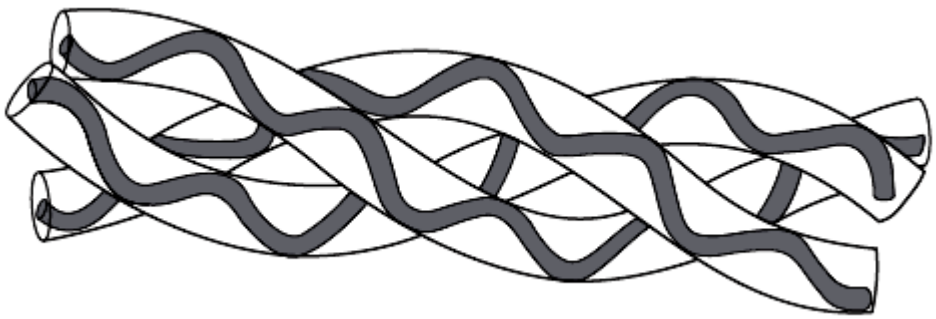
Dyma'r ensym lysosym. Mae ganddo adeiledd trydyddol. Mae'r bondiau deusylffid yn cysylltu gwahanol rannau o'r moleciwl polypeptid at ei gilydd. Mae hyn yn cynnal siâp y safle actif, gan ganiatáu i gymhlygion ensym-swbstrad ffurfio.



Gallwn ni ddosbarthu proteinau'n broteinau **crwn** a **ffibrog**. Mae gan **broteinau crwn** swyddogaethau fel ensymau, gwrthgyrff a hormonau. Mae proteinau crwn yn gryno ac wedi'u plygu'n foleciwlau sfferig 3D. Maent yn **hydawdd** mewn dŵr. Mae haemoglobin yn brotein crwn (gweler y diagram isod); mae'n cludo ocsigen i feinweoedd y corff.



Mae **proteinau ffibrog** yn cyflawni **swyddogaethau adeileddol**. Maent yn cynnwys polypeptidau mewn cadwynau paralel neu lenni â nifer o drawsgysylltiadau i ffurfio ffibrau hir e.e. ceratin mewn gwallt.
Mae proteinau ffibrog yn **anhydawdd** mewn dŵr, yn gryf ac yn wydn. Mae colagen yn darparu'r priodweddau sydd eu hangen mewn tendonau (tendonau sy'n glynu cyhyrau ag esgyrn); mae un ffibr yn cynnwys **tair cadwyn polypeptid unfath** wedi'u dirdroi â'i gilydd fel rhaff. Mae pontydd ar draws yn cysylltu'r cadwynau hyn, gan wneud moleciwl sefydlog iawn. Mae colagen wedi'i ddangos isod.



Proteinau - Cymharu proteinau crwn a ffibrog

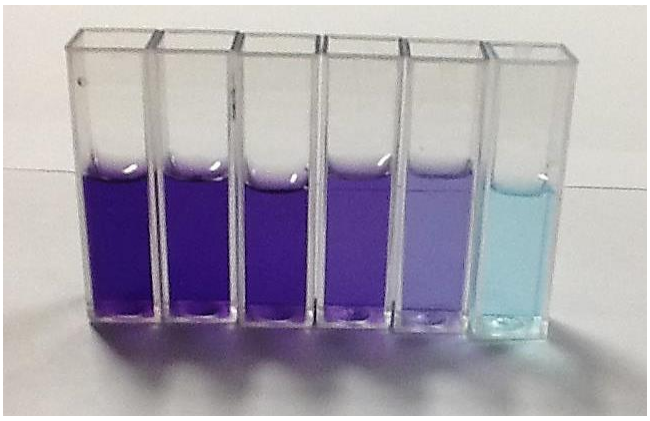
Cofiwch – Rhaid i chi allu cymharu proteinau crwn a ffibrog (â'i gilydd). Mae hefyd yn arfer da rhoi enghreifftiau a disgrifio eu swyddogaethau. Mae'r tabl isod yn cymharu haemoglobin a cholagen. Gallech chi ddefnyddio'r gymhariaeth hon i'ch helpu chi i fodelu atebion eraill.

Haemoglobin	Colagen
4 moleciwl polypeptid	3 moleciwl polypeptid
Pob moleciwl polypeptid yn wahanol (angen 4 genyn i godio ar gyfer haemoglobin)	Pob polypeptid yr un fath (dim ond un genyn sydd ei angen i godio ar gyfer colagen)
Haemoglobin yn cysylltu â grwpiau sydd ddim yn brotein (grwpiau haem)	Colagen ddim yn cysylltu â grwpiau sydd ddim yn brotein
Lefel uchaf yr adeiledd protein yw cwaternaidd	Lefel uchaf yr adeiledd protein yw eilaidd

Proteinau - Prawf Biuret

Mae'r **Prawf Biuret** yn brawf cemegol sy'n cael ei ddefnyddio i ganfod presenoldeb bondiau peptid (rhwng asidau amino). Ym mhresenoldeb peptidau, mae ïon copr II yn ffurfio **cymhlygyn lliw fioled** mewn hydoddiant alcalïaidd (adweithydd Biuret yn troi o las i fioled).
Mae arddwysedd y golau mewn cyfrannedd union â chrynodiad y protein (neu nifer y bondiau peptid). Ar grynodiad protein isel, efallai na fydd y newid lliw'n amlwg (bydd colorimedr yn gallu canfod y newid lliw).

Cofiwch – Fel mewn unrhyw brawf biocemegol, rhaid i chi ddisgrifio'r newid lliw, nid dim ond y lliw terfynol. Rhaid i chi hefyd fod yn glir beth yw ystyr prawf positif. Yn yr achos hwn, mae'r newid lliw o las i fioled yn dynodi presenoldeb proteinau (bondiau peptid).

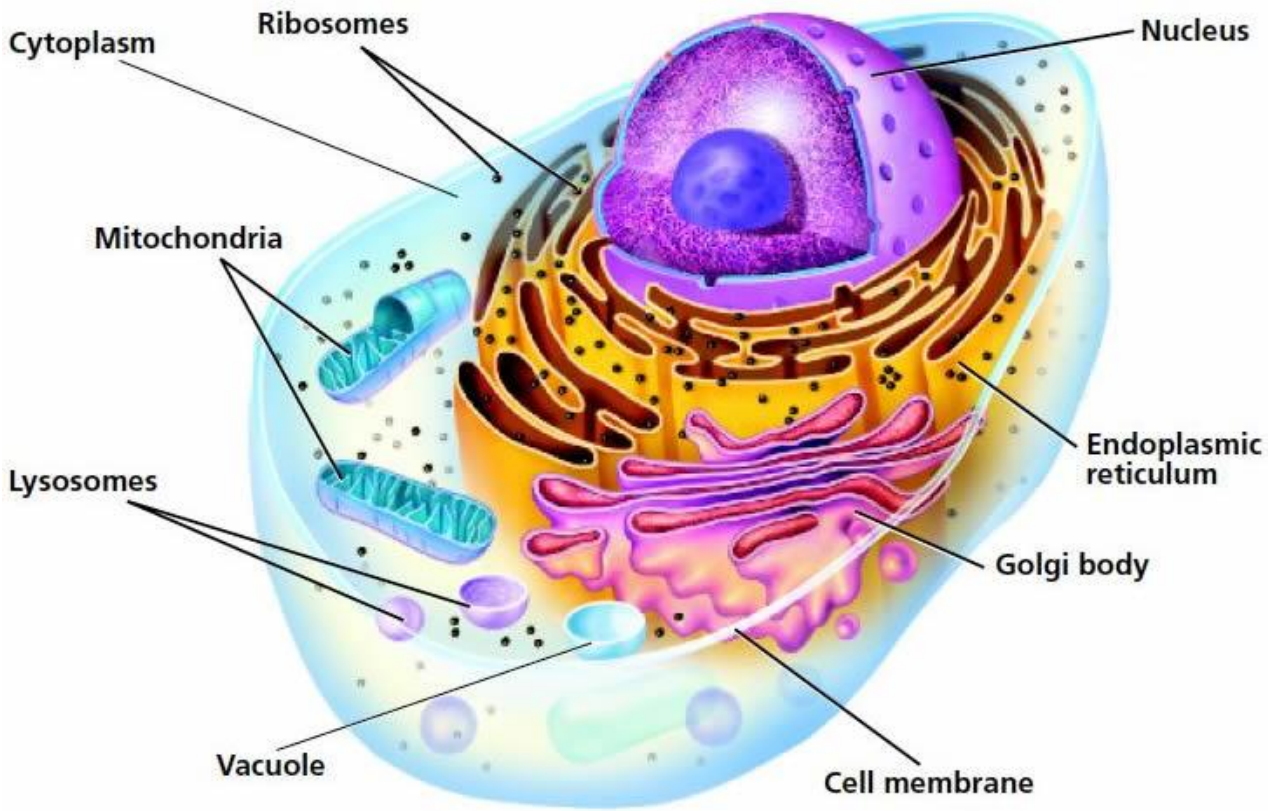


Damcaniaeth celloedd

- ✓ Mae **damcaniaeth celloedd** yn datgan bod pob organeb wedi'i gwneud o **gelloedd**; y **gell yw uned sylfaenol bywyd**.
- ✓ Mae organebau'n gallu bod yn ungellog, fel ameba a bacteria, neu'n amlgellog fel planhigion ac anifeiliaid.
- ✓ Mae celloedd newydd yn deillio o gelloedd sy'n bodoli eisoes; mae celloedd arbenigol yn deillio o gelloedd bonyn diwahaniaeth.
- ✓ Mae datblygiadau microsgopeg wedi caniatáu i ni ddeall **uwchadeiledd** celloedd.

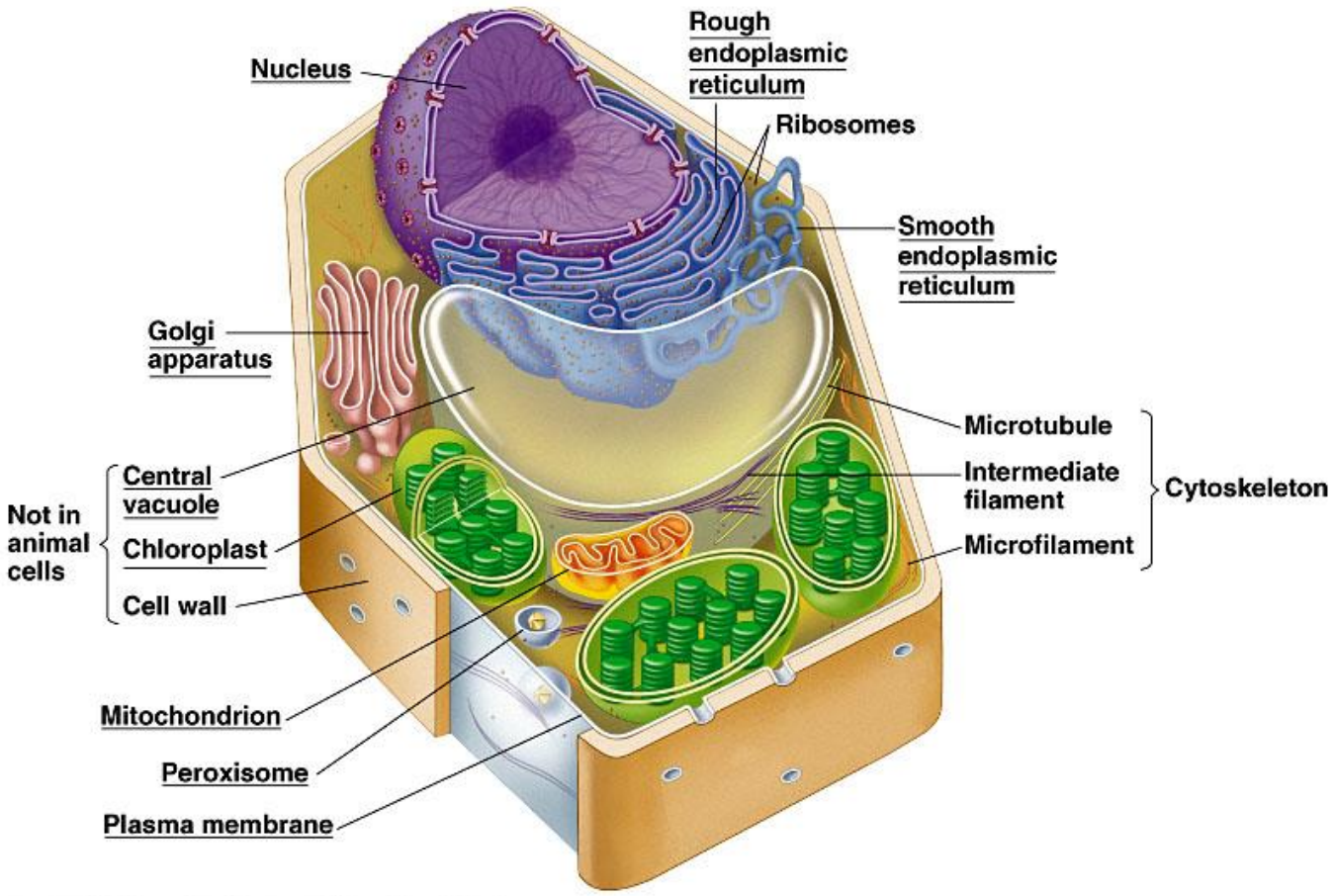
Celloedd ewcaryotig - Celloedd anifail

Mae gan **gelloedd ewcaryotig** gnewyllyn ac organynnau pilennog. Mae celloedd ewcaryotig yn cynnwys celloedd planhigyn a chelloedd anifail. Mae diagram o gell anifail wedi'i ddangos isod.



Celloedd ewcaryotig - Celloedd planhigyn

Mae gan gelloedd planhigyn organynnau a ffurfiadau ychwanegol e.e. cloroplastau ar gyfer ffotosynthesis a chellfuriau cellwlos ar gyfer cynhaliad ac i gynnal gwasgedd chwydd-dyndra.



Cofiwch – rhaid i chi allu adnabod pob organyn a phob ffurfiad a disgrifio eu swyddogaethau'n glir.

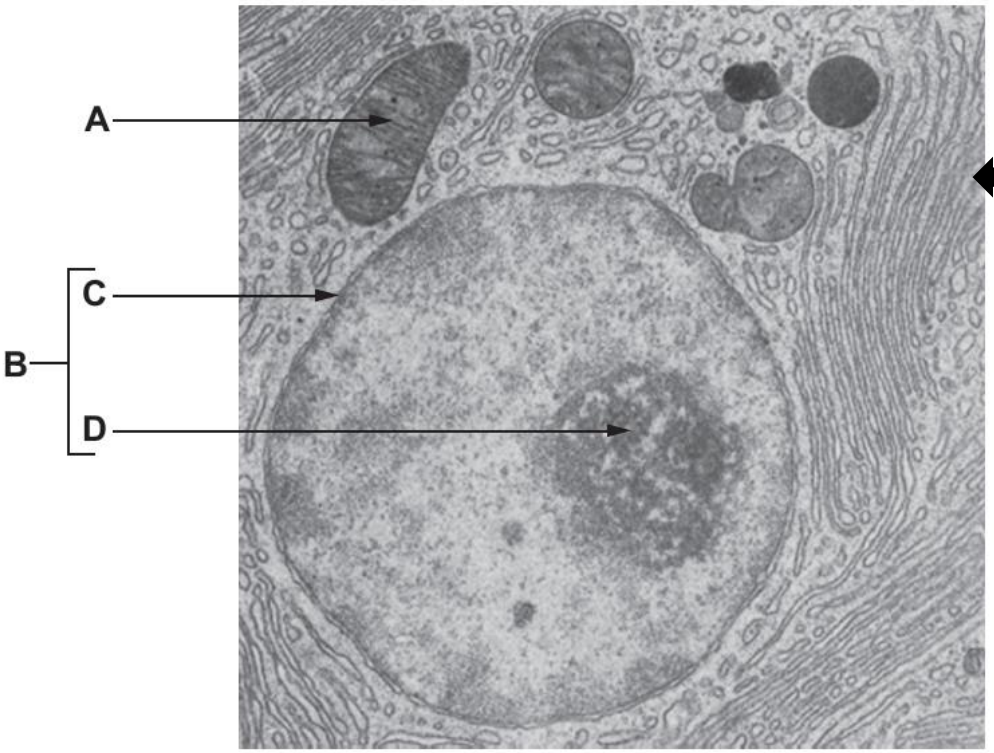
Celloedd ewcaryotig - Crynodeb o swyddogaethau organynnau (rhan 1)

Ffurfiad	Swyddogaeth
Cnewyllyn	Cynnwys DNA sy'n codio ar gyfer synthesis proteinau neu'n rheoli'r broses honno. Mae dyblygu DNA yn digwydd yma. Mae trawsgrifiad yn cynhyrchu templedi mRNA.
Mandyllau cnewyllol	Caniatáu cludiant mRNA a ribosomau allan o'r cnewyllyn.
Amlen gnewyllol neu bilen ddwbl	Gwahanu cynnwys y cnewyllyn oddi wrth y cytoplasm.
Cnewyllan	Cynhyrchu rRNA, tRNA a ribosomau.
Cromatin	Cyddwyso cyn cellraniad i ffurfio cromosomau.
Reticwlwm endoplasmig garw	Pecynnu a storio proteinau. Cynhyrchu fesiglau cludiant sy'n cyfuno i ffurfio organigyn Golgi.
Reticwlwm endoplasmig llyfn	Cynhyrchu, pecynnu a chludo steroidau a lipidau.
Organigyn Golgi	Pecynnu proteinau i'w secretu o'r gell. Addasu proteinau e.e. drwy ychwanegu cadwynau carbohydrad i ffurfio glycoproteinau. Cynhyrchu lysosomau ac ensymau treulio (adeiledd trydyddol).

Ffurfiad	Swyddogaeth
Lysosomau	Mae'r rhain yn cynnwys ensymau treulio pwerus i ddadelfennu hen organynnau neu gelloedd. Mae ffagocytau'n defnyddio lysosomau i dreulio bacteria wedi'i amlyncu.
Centriolau	Ffurfio'r werthyd yn ystod cellraniad. Dydyn nhw ddim yn bresennol mewn celloedd planhigyn mwy datblygedig.
Mitocondria	Synthesis ATP drwy gyfrwng resbiradaeth aerobig.
Cloroplastau	Cynnwys pigmentau ffotosynthetig sy'n dal egni golau ar gyfer ffotosynthesis.
Gwagolyn	Mae'n cynnwys cellnodd ac yn storio hydoddion fel glwcos. Mae'n chwyddo oherwydd osmosis ar gyfer chwydd-dyndra.
Ribosomau	Synthesis proteinau. Mae adeiledd protein cynradd yn cael ei ffurfio yn y ribosom.
Plasmodesmata	Cysylltu celloedd drwy sianeli llawn cytoplasm, sy'n mynd drwy gellfuriau. Caniatáu cludiant ar hyd y llwybr symplast.
Cellfur	Cryfder mecanyddol oherwydd cryfder tynnol uchel microffibrolion cellwlos. Cludiant hydoddion ar hyd y llwybr apoplast. Defnyddio'r plasmodesmata i gyfathrebu rhwng celloedd.

Celloedd ewcaryotig - Adnabod ffurfiadau ac organynnau ar electronmicrograff

Delwedd wedi'i thynnu ag electronmicrosgop yw electronmicrograff. Rhaid i chi allu adnabod yr holl brif ffurfiadau ac organynnau ar electronmicrograff. Dyma rai delweddau o hen bapurau CBAC.

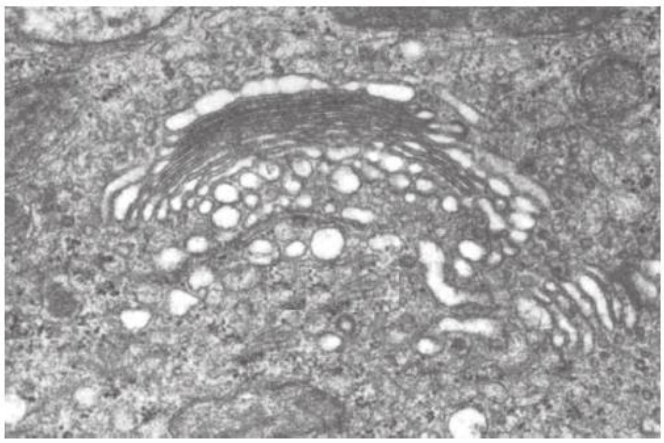


A	Mitocondrion
B	Cnewyllyn
C	Pilen ddwbl neu amlen gnewyllol
D	Cnewyllan

A	Mitocondrion
B	Organigyn Golgi



A

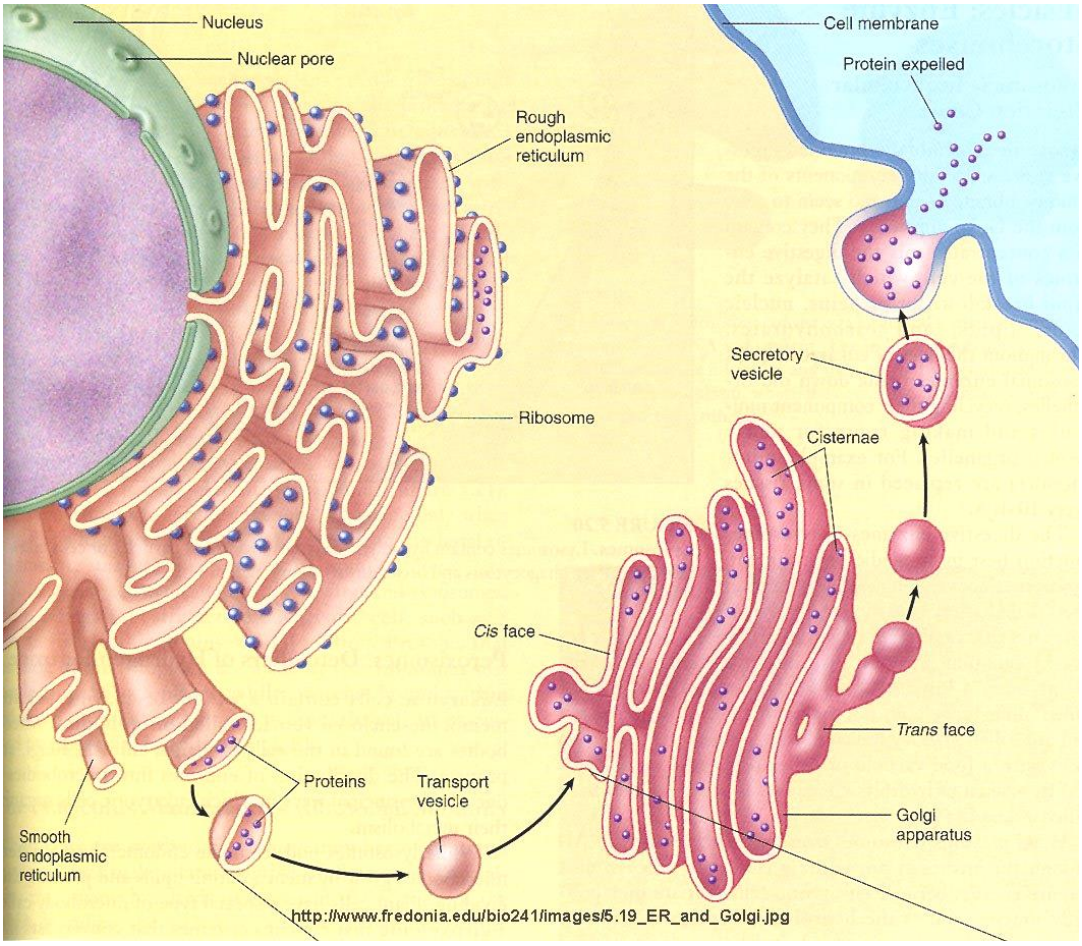


B

Celloedd ewcaryotig - Mae'r organynnau'n gydberthnasol (gweithio gyda'i gilydd)

Er ein bod ni'n disgrifio organynnau ar wahân, mae eu swyddogaethau'n gydberthnasol. Mae syntheseiddio a secretu proteinau'n enghraifft wych o sut mae organynnau'n gweithio gyda'i gilydd.

- ✓ Mae ribosomau'n cael eu cynhyrchu yn y cnewyllan; maent yn gadael y cnewyllyn drwy'r mandyllau cnewyllol ac yn cymryd eu lle ar y reticwlwm endoplasmig (RE) garw.
- ✓ Mae'r mandyllau cnewyllol hefyd yn gadael i foleciwlau mRNA (wedi'u ffurfio o dempledi DNA drwy gyfrwng trawsgrifiad) adael y cnewyllyn. Mae'r moleciwlau mRNA yn glynu at y ribosomau ar yr ER garw.
- ✓ Mae synthesis protein yn digwydd yn y ribosom. Mae'r moleciwl mRNA yn cynnwys cod adeiledd cynradd protein, sef trefn yr asidau amino mewn cadwyn polypeptid.
- ✓ Mae'r RE garw yn cludo'r polypeptidau drwy fesiglau cludiant, sy'n cyfuno â'r organigyn Golgi.
- ✓ Mae'r polypeptidau'n cael eu haddasu yn yr organigyn Golgi a'u trawsnewid i'w hadeiledd trydyddol e.e. ensymau.
- ✓ Mae'r ensymau'n cael eu pecynnu mewn fesiglau secretu a'u cludo i'r gellbilen.
- ✓ Mae'r fesiglau secretu'n cyfuno â'r gellbilen ac yn rhyddhau'r ensymau drwy gyfrwng **ecsocytosis**.



Celloedd ewcaryotig - Cymharu mitocondria a chloroplastau

Mae gan fitocondria a chloroplastau lawer o nodweddion tebyg. Rhaid i chi allu rhestru sut maent yn debyg ac yn wahanol i'w gilydd.

Nodweddion tebyg:

- ✓ Mae gan y ddau bilen ddwbl
- ✓ Mae gan y ddau bilenni mewnol â llawer o blygion
- ✓ Mae gan y ddau gylch o DNA ar gyfer hunanddyblygu
- ✓ Mae gan y ddau ribosomau
- ✓ Mae'r ddau'n cynhyrchu ATP

Nodweddion gwahanol:

- ✓ Mae gan fitocondria gristâu, ond mae gan gloroplastau bilenni thylacoid.
- ✓ Mae pigmentau ffotosynthetig mewn cloroplastau i amsugno egni golau, ond does dim mewn mitocondria.
- ✓ Mae gan fitocondria fatrics mewnol, ond mae gan gloroplastau stroma.

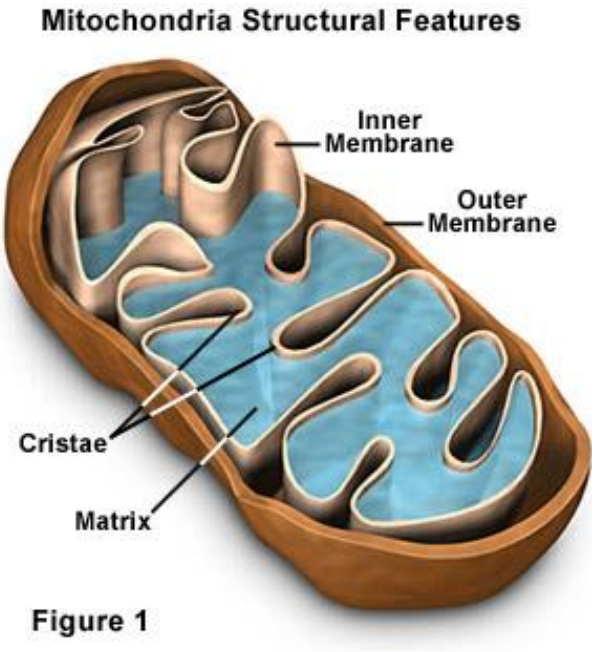
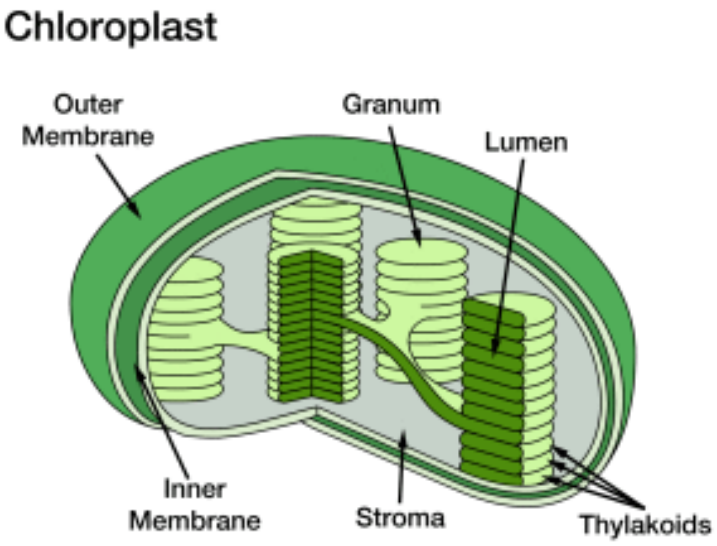
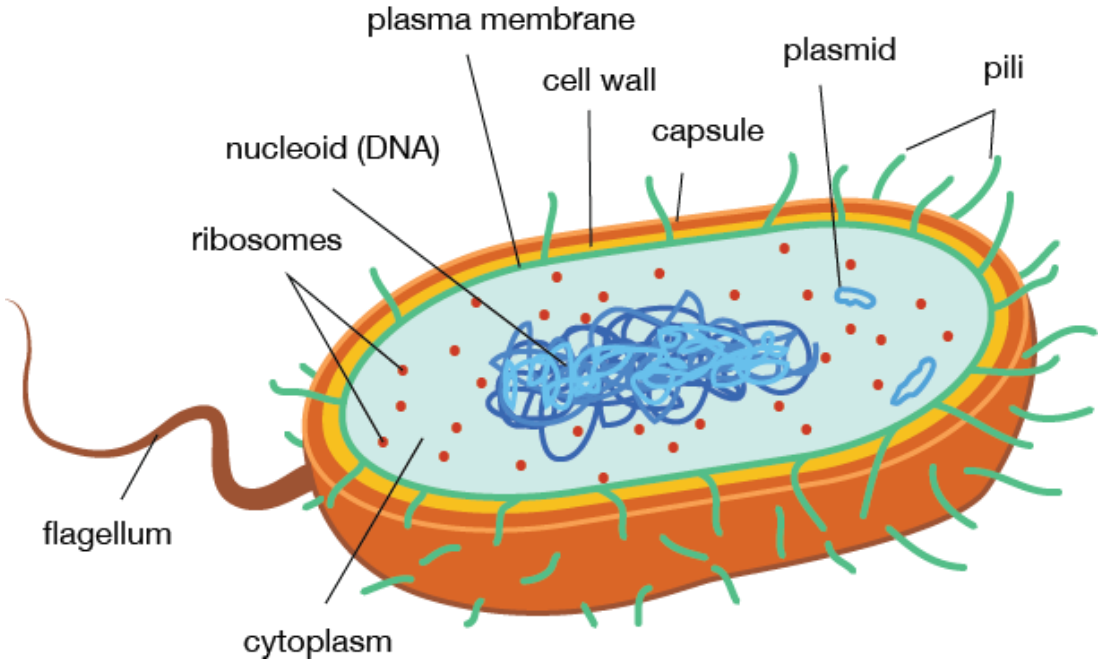


Figure 1

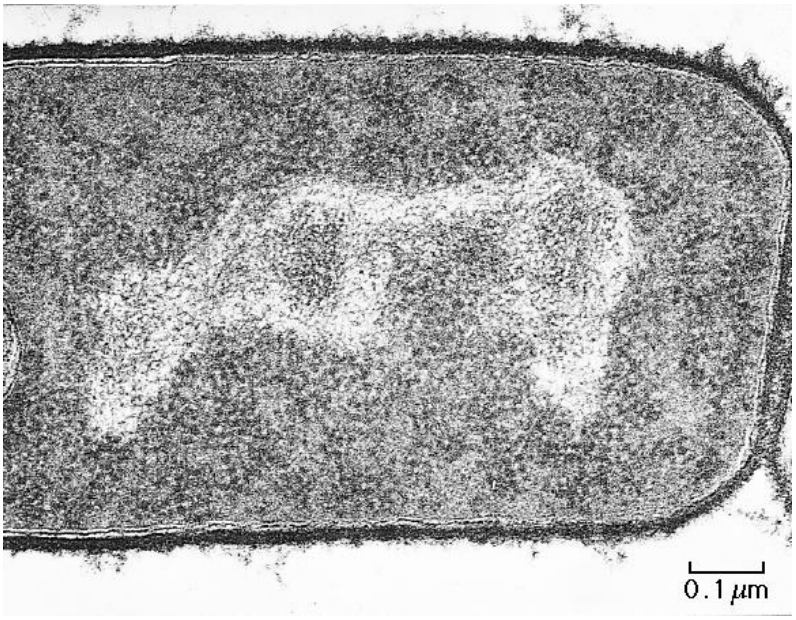


Celloedd procaryotig

Does gan facteria ddim organynnau pilennog yn eu celloedd - dim cnewyllyn, reticwlwm endoplasmig garw, organigyn Golgi, mitocondria na chloroplastau; **celloedd procaryotig** yw'r rhain.



Rhaid i chi allu lluniadu cell brocaryotig syml a labelu pob ffurfiad yn gywir. Mae electronmicrograff o gell brocaryotig wedi'i ddangos isod.



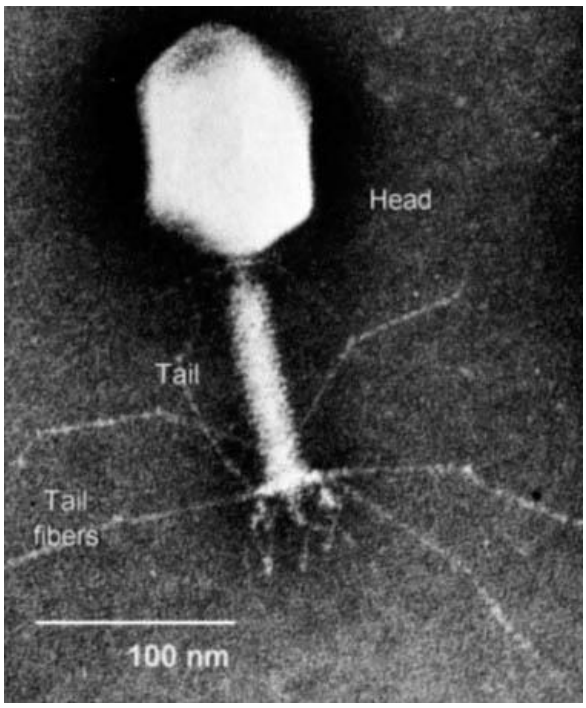
Celloedd procaryotig - Cymharu celloedd procaryotig â chelloedd ewcaryotig

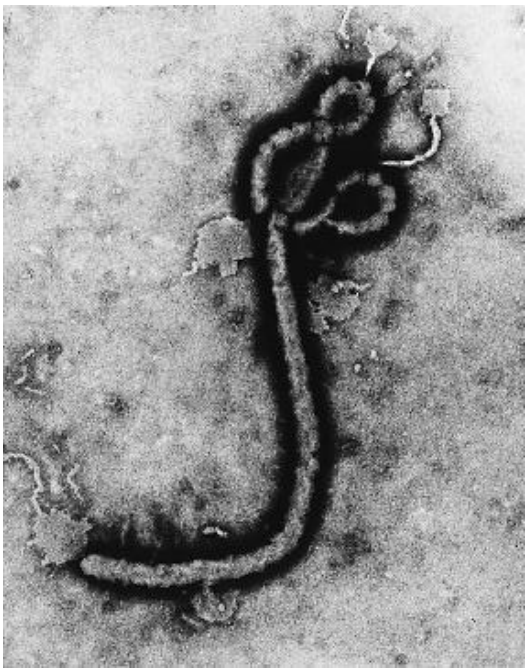
Celloedd procaryotig	Celloedd ewcaryotig
Celloedd bach 1-10 µm	Celloedd mwy 10-100 µm
Ribosomau'n llai ac yn rhydd yn y cytoplasm	Ribosomau'n fwy ac yn sownd wrth y reticwlwm endoplasmig garw
Dim organynnau pilennog	Organynnau pilennog yn bresennol
DNA yn rhydd yn y cytoplasm	DNA wedi'i gynnwys yn y cnewyllyn
Dim amlen gnewyllol (pilen ddwbl)	Mae gan y cnewyllyn bilen ddwbl
Plasmidau'n bresennol	Dim plasmidau
Cellfur wedi'i wneud o beptidoglycan	Cellfur (os yw'n bresennol) wedi'i wneud o gellwlos
Dim mitocondria, defnyddio mesosom (rhan o'r gellbilen wedi'i phlygu) ar gyfer resbiradaeth aerobig	Defnyddio mitocondria ar gyfer resbiradaeth aerobig. Does dim mesosom.

Cofiwch – Rhaid i chi gofio cymharu pethau cyfatebol (disgrifio pob rhes yn y tabl uchod yn ei thro). Gwnewch hi'n glir pa fath o gell rydych chi'n ei disgrifio, e.e. mae celloedd procaryotig yn llai (1 - 10 µm), ond mae celloedd ewcaryotig yn fwy (10 - 100 µm). Cymharwch mor llawn ag y gallwch chi bob amser.

Firysau

Dydy **firysau** ddim yn cyd-fynd â'r **ddamcaniaeth celloedd**; does ganddynt ddim cellbilen, dim cytoplasm, dim organynnau a dim cromosomau. Mae angen cymorth **cell letyol** er mwyn i firysau atgynhyrchu. Mae firysau wedi'u gwneud o **got protein neu gapsid** sy'n amgylchynu **DNA, RNA neu ddim ond rhai genynnau**; dim ond 9 genyn sydd yn y firws HIV.





Mae bacterioffag a firws Ebola wedi'u dangos uchod. Sylwch fod yr unedau mewn nm. Mae firysau'n eithriadol o fach; mae angen electronmicrosgop i'w gweld nhw. Y tu allan i gell fyw, mae firws yn bodoli fel **firion** anadweithiol. Pan mae'n mynd i'r gell, mae'n gallu rheoli metabolaeth y gell ac atgynhyrchu y tu mewn i'r gell. Mae firysau'n achosi amrywiaeth o glefydau heintus mewn bodau dynol, anifeiliaid a phlanhigion.

Lefelau trefniadaeth – Mathau o feinweoedd mamolaidd

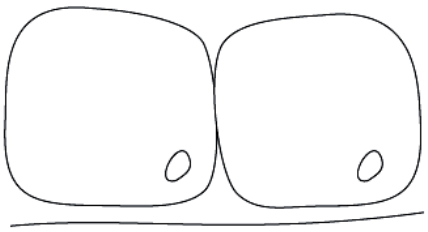
Atomau i systemau:

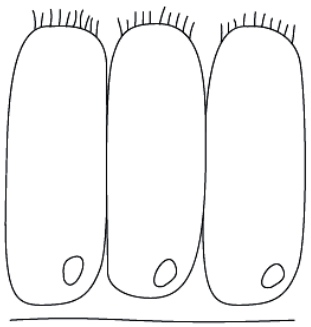
- ✓ Mae atomau'n cael eu trefnu mewn moleciwlau.
- ✓ Mae moleciwlau'n ffurfio celloedd.
- ✓ Mae celloedd yn gweithio gyda'i gilydd i ffurfio **meinweoedd**.
- ✓ Mae meinweoedd yn ffurfio **organau** ac mae organau'n ffurfio **systemau**.

Mae celloedd cyfagos yn yr embryo yn aml yn gwahaniaethu yn yr un ffordd i ffurfio **meinwe**. Rydyn ni'n diffinio meinwe fel grŵp o gelloedd tebyg sy'n cydweithio i wneud rhywbeth penodol. Mae gan famolion lawer o wahanol fathau o feinweoedd. Mae'r tabl isod yn disgrifio'r rhai mae'n rhaid i chi eu dysgu.

Math o feinwe	Enghraifft
Meinwe epithelaidd - Mae'r math hwn o feinwe'n ffurfio haen barhaus sy'n gorchuddio neu'n leinio arwynebau mewnol neu allanol y corff. Does gan epithelia ddim pibellau gwaed, ond mae ganddynt derfynau nerfau. Mae'r celloedd yn eistedd ar bilen waelodol wedi'i gwneud o golagen a phrotein, ac mae eu siâp a'u cymhlethdod yn amrywio. Yn aml, mae ganddynt swyddogaeth o amddiffyn neu secretu.	Mae epitheliwm ciwboid yn leinio tiwbynnau'r arennau a'r coluddyn bach. Mae gan gelloedd epitheliwm ciwboid siâp ciwb.
	Mae epitheliwm ciliedig wedi'i wneud o gelloedd sy'n cludo sylweddau fel mwcws yn y bronci ac ofa yn y tiwbiau Fallopio/dwythellau wyau. Mae'r cilia'n symud ac yn ysgubo sylweddau yn eu blaen. Mae'r celloedd hyn yn golofnog (edrych fel colofnau).
	Mae epitheliwm cennog wedi'i wneud o gelloedd fflat ar bilen waelodol. Maent yn ffurfio waliau'r alfeoli ac yn leinio cwpan Bowman yn neffron yr aren.

Epitheliwm ciwboid yn nhiwbynnau'r aren.

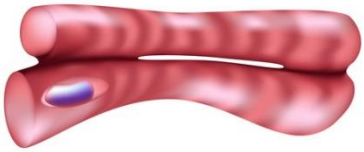




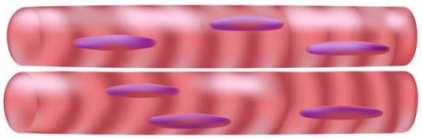
Epitheliwm colofnog ciliedig yn y dwythellau wyau, y tracea a'r bronci.

Lefelau trefniadaeth – Mathau o feinweoedd mamolaidd (parhad)

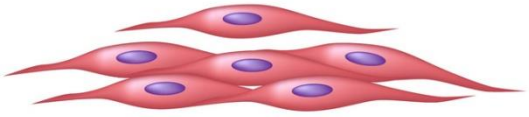
Math o feinwe	Enghraifft
Meinwe cyhyr - Mae tri phrif fath o feinwe cyhyr, ac mae adeiledd a swyddogaethau pob un yn wahanol.	Mae cyhyr ysgerbydol yn glynu at esgyrn ac yn symud yr ysgerbwd. Mae'n cynnwys bandiau o gelloedd hir o'r enw ffibrau, sy'n gallu cyfangu'n bwerus, ond sy'n blino'n hawdd. Gallwch chi ddewis cyfangu'r cyhyrau hyn neu beidio, felly rydyn ni'n eu galw nhw'n gyhyrau rheoledig. Mae'r ffibrau'n ffurfio patrwm rhesog sydd i'w weld dan y microsgop; dyma pam rydyn ni'n aml yn galw cyhyr ysgerbydol yn gyhyr rhesog.
	Mae cyhyr llyfn yn cynnwys celloedd unigol siâp gwerthyd sy'n gallu cyfangu'n rhythmig, ond yn llai pwerus na chyhyr ysgerbydol. Mae i'w gael yn y croen, yn waliau'r pibellau gwaed ac yn y llwybrau treulio a resbiradu. Allwch chi ddim rheoli'r cyhyrau hyn, felly rydyn ni'n eu galw nhw'n gyhyrau anrheoledig. Does dim rhesi arnynt felly rydyn ni hefyd yn eu galw nhw'n gyhyrau anrhesog.
	Dim ond yn y galon mae cyhyr cardiaidd i'w gael. Mae ei adeiledd a'i briodweddau rywle yn y canol rhwng cyhyr ysgerbydol a llyfn. Mae'r celloedd yn rhesog, ond does dim ffibrau hir ynddynt fel cyhyr ysgerbydol. Maent yn cyfangu'n rhythmig, heb ddim ysgogiad gan nerfau na hormonau, er bod y rhain yn gallu addasu eu cyfangiad. Dydy cyhyr cardiaidd ddim yn blino.



Cardiac muscle cell



Skeletal muscle cells

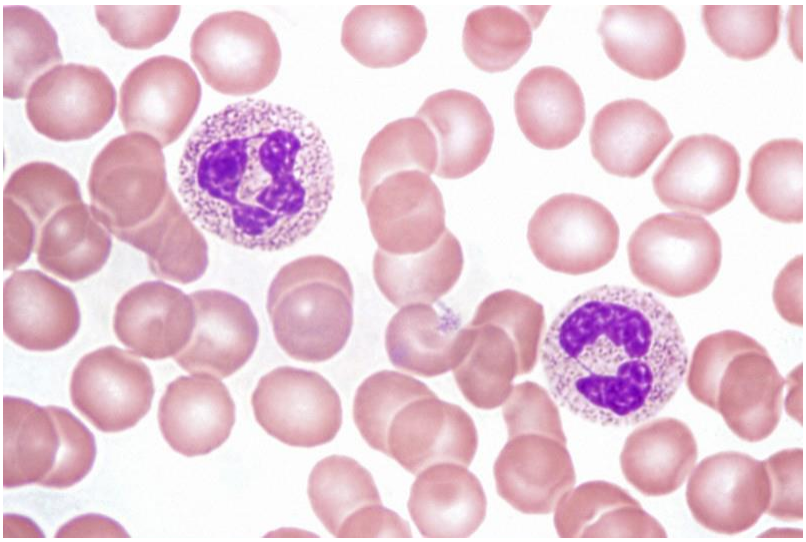


Smooth muscle cells

Cofiwch – Dydy pob cell ddim yn gwahaniaethu i droi'n gelloedd meinwe arbenigol; mae rhai'n aros yn anarbenigol, sef **celloedd bonyn**. Mae celloedd bonyn yn gallu rhannu drwy gyfrwng mitosis i greu celloedd bonyn newydd neu wahaniaethu i fod yn gelloedd arbenigol newydd. Er enghraifft, mae celloedd bonyn ym mêr yr esgyrn yn gallu gwahaniaethu i fod yn unrhyw fath o gell waed. Dydy celloedd arbenigol ddim yn gallu rhannu eto; pan mae angen cell arbenigol newydd, rhaid i gell fonyn wahaniaethu'n gell arbenigol newydd.

Math o feinwe	Enghraifft
Meinwe gyswllt - Mae meinwe gyswllt yn cysylltu, yn cynnal neu'n gwahanu meinweoedd ac organau. Mae'n cynnwys ffibrau elastig a cholagen mewn hylif allgellog neu fatrics. Rhwng y ffibrau, mae celloedd sy'n storio braster (adipocytau) a chelloedd y system imiwnedd.	Mae meinwe areolaidd i'w chael o dan y croen ac mae'n cysylltu organau a meinweoedd â'i gilydd.
	Mae colagen yn ffurfio tendonau sy'n cysylltu cyhyrau ag esgyrn.
	Meinweoedd elastig yw'r gewynnau sy'n cysylltu'r esgyrn.
	Mae meinwe bloneg wedi'i gwneud o gelloedd brasterog ac mae i'w chael o dan y croen ac o gwmpas organau. Mae'n gweithredu fel storfa egni ac ynysydd thermol ac mae'n amddiffyn organau bregus.

Cofiwch – Oeddech chi'n gwybod bod gwaed, asgwrn a chartilag hefyd wedi'u dosbarthu'n feinweoedd cyswllt?

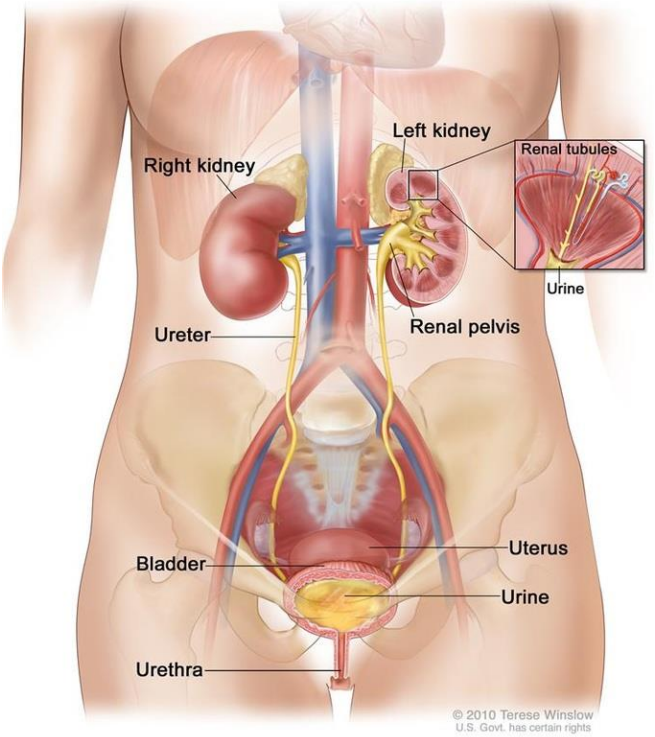


Lefelau trefniadaeth – Organau a systemau

Mae **organau** wedi'u gwneud o lawer o feinweoedd yn gweithio gyda'i gilydd i gyflawni swyddogaeth benodol. Mewn bodau dynol, er enghraifft, mae'r llygad yn cynnwys meinweoedd nerfol, cyswllt, cyhyr ac epithelaidd. Mewn planhigion, mae'r ddeilen yn cynnwys meinwe epidermaidd, meinwe fasgwlar, meinwe mesoffyl (ffotosynthetig) a meinwe parencyma (pecynnu).

Systemau organau yw grwpiau o organau'n cydweithio i gyflawni swyddogaeth benodol. Mae'r tabl yn dangos rhai enghreifftiau o systemau organau mamolion.

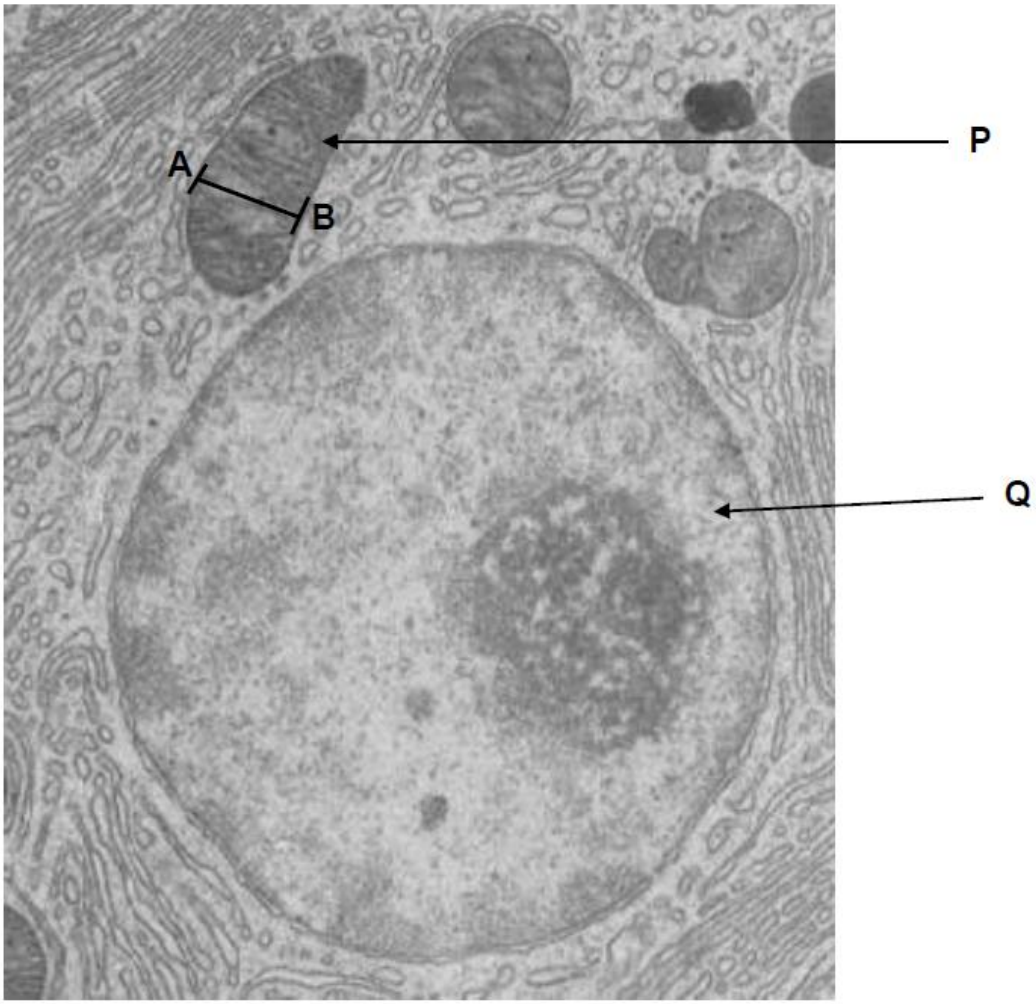
System	Rhai organau
Treulio	Stumog, ilewm
Ysgarthol	Aren, pledren
Ysgerbydol	Creuan, ffemwr
Cylchrediad	Calon, aorta
Atgenhedlu	Ofari, caill
Resbiradol	Tracea, ysgyfant
Nerfol	Ymennydd, madruddyn y cefn



Mae'r diagram uchod yn dangos rhai o organau'r system ysgarthol.

Cyfrifo gwir faint ffurfiad o ddelwedd wedi'i chwyddo

Chwyddhad y ddelwedd sydd wedi'i dangos ar yr electronmicrograff isod yw x 32500. Dilynwch y canllaw cam wrth gam i gyfrifo lled gwirioneddol y mitocondrion rhwng pwyntiau A a B.



Canllaw cam wrth gam:

- ✓ Mesurwch A i B â phren mesur mewn mm.
- ✓ Rhannwch hyn â'r chwyddhad (bydd hwn wedi'i roi yn y cwestiwn, ond x 32500 ydyw yn yr achos hwn).
- ✓ Yna lluoswch â 1000 i drawsnewid mm i µm.
- ✓ Cofiwch roi eich ateb i 3 ffigwr ystyrlon.

Crynodeb unedau

Mae **SI** yn sefyll am **Système Internationale**, y system sy'n diffinio pa unedau i'w defnyddio ar gyfer cyfathrebu gwyddonol. Dyma unedau SI hyd:

Mesuriad	Symbol	Nifer bob metr	Nifer y metrau	Gwrthrychau i'w mesur
Cilometr	km	0.001	10^{3}	Ecosystemau
Metr	m	1	1	Organebau mwy
Milimetr	mm	1000	10^{-3}	Meinweoedd
Micrometr (micron)	µm	1 000 000	10^{-6}	Celloedd ac organynnau
Nanometr	nm	1 000 000 000	10^{-9}	Moleciwlau

Cofiwch - Mae hi'n hawdd cofio unedau:

- ✓ 1000 nm = 1 µm
- ✓ 1000 µm = 1 mm
- ✓ 1000 mm = 1 m
- ✓ 1000 m = 1 km

Rhaid i chi allu trawsnewid unedau'n hyderus.

Y gellbilen (pilen blasmaidd)

Mae'r gellbilen i'w gweld dan yr electronmicrosgop fel llinell ddwbl.
Dydy **lled y gellbilen** ddim yn amrywio rhwng organebau; mae'n **7-8 nm** (wedi'i fesur ag electronmicrosgop).



Swyddogaethau'r gellbilen:

- ✓ **Pilen arwyneb y gell** neu'r **bilen blasmaidd** yw'r ffin sy'n gwahanu'r gell fyw oddi wrth ei hamgylchoedd anfyw.
- ✓ Mae'r bilen hefyd yn rheoli pa sylweddau sy'n mynd i mewn ac allan o'r gell.
- ✓ Y gellbilen sy'n rheoli mewnlifiad maetholion.
- ✓ Mae'n caniatáu i gynhyrchion gwastraff fynd allan o'r gell.
- ✓ Mae'n gyfrifol am secretu sylweddau fel ensymau a glycoproteinau.
- ✓ Adnabod celloedd.

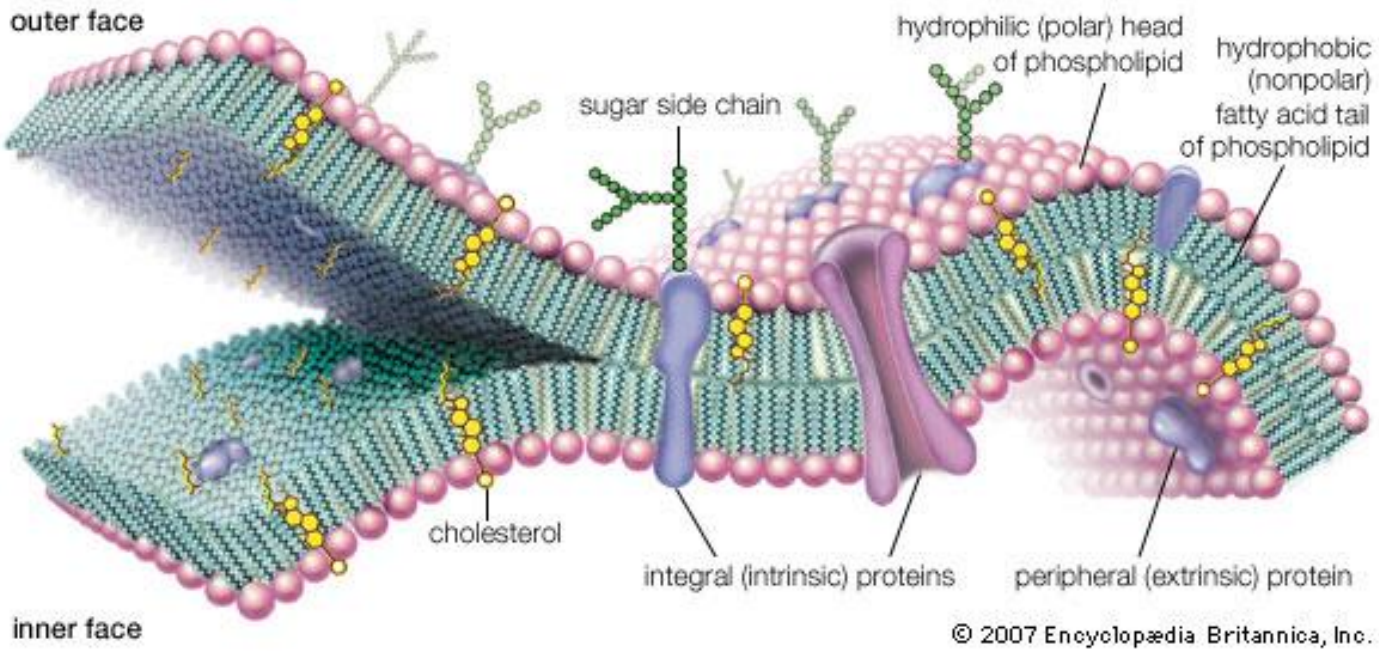
Adeiledd y gellbilen - Mae'r gellbilen wedi'i gwneud bron yn llwyr o **ffosffolipidau** a **phroteinau**.

Ffosffolipidau - Mae ffosffolipidau'n gallu ffurfio **dwyhaenau**, lle mae un llen ffosffolipid yn ffurfio dros un arall. Mae pen ffosffad y ffosffolipid yn foleciwl polar (**hydroffilig**) ac yn cael ei atynnu at foleciwlau polar eraill fel dŵr. Mae 2 gynffon asid brasterog y ffosffolipid yn amholar (**hydroffobig**) ac yn gwrthyrru dŵr. Y ddwyhaen ffosffolipid hon yw sylfaen adeiledd pilen. Mae'r gydran ffosffolipid yn caniatáu i foleciwlau **hydawdd mewn lipidau** (amholar) fynd i mewn ac allan o'r gell, ond yn atal moleciwlau hydawdd mewn dŵr (polar) rhag gwneud hynny.

Y gellbilen (pilen blasmaidd)

Proteinau pilen - Yn y bilen, mae'r proteinau wedi'u trefnu **ar hap** yn wahanol i batrwm mwy rheolaidd y ffosffolipidau. Mae **proteinau anghynhenid** yn bodoli ar **arwyneb** y ddwyhaen, neu wedi'u mewnblannu'n rhannol ynddi. Maent yn cynnal yr adeiledd. Maent hefyd yn ffurfio safleoedd adnabod drwy adnabod celloedd. Mae **proteinau cynhenid** yn pontio (mynd yr holl ffordd drwy) y ddwyhaen ffosffolipid; mae rhai'n gweithredu fel sianeli neu gludyddion i hwyluso trylediad moleciwlau polar (hydawdd mewn dŵr), fel ïonau, ar draws y gellbilen. Mae proteinau cynhenid eraill yn ffurfio pympiau ac yn cyflawni cludiant actif yn erbyn graddiant crynodiad.

Cynigiodd y gwyddonwyr **Singer a Nicholson** fodel i ddisgrifio trefniad ffosffolipidau a phroteinau mewn cellbilenni yn 1972. Enw'r model oedd y **model mosaig hylifol**. Mae'r ffosffolipidau'n hylifol oherwydd mae pob moleciwl yn gallu symud mewn perthynas â'r lleill o fewn y bilen. Mae'r proteinau'n ffurfio patrwm mosaig o fewn y ddwyhaen ffosffolipid.



Y gellbilen - Swyddogaeth pob rhan

Rhan o'r model	Disgrifiad a swyddogaeth
Dwyhaen ffosffolipid	Ffurfio sylfaen y gellbilen a chaniatáu cludiant moleciwlau bach amholar i mewn ac allan o'r gell drwy gyfrwng tryledіad syml e.e. ocsigen a charbon deuocsid.
Proteinau anghynhenid	Dydy'r proteinau hyn ddim yn pontio'r bilen. Mae ganddynt wefr (polar) ac maent yn cysylltu â phennau hydroffilig y ffosffolipidau. Maent wedi'u lleoli uwchben neu o dan y bilen. Mae llawer yn safleoedd derbyn sy'n rhwymo â phroteinau fel hormonau neu niwrodrosglwyddyddion.
Proteinau cynhenid	Mae'r proteinau hyn yn pontio'r bilen. Mae ganddynt rannau polar ac amholar; mae'r rhain yn cyfateb i rannau hydroffilig a hydroffobig y ddwyhaen. Eu swyddogaeth yw cludiant. Mae sianeli a chludyddion yn cymryd rhan ym mhroses tryledіad cynorthwyedig. Mae pympiau'n cymryd rhan ym mhroses cludiant actif.
Symudiad (hylifedd)	Mae'r haen ffosffolipid yn gallu symud. Mae cydrannau'r bilen yn rhydd i symud o gwmpas ei gilydd. Dyma pam rydyn ni'n galw model Singer a Nicholson yn fodel Mosaig Hylifol.
Patrwm mosaig	Mae'r proteinau wedi'u dotio drwy'r ddwyhaen ffosffolipid i gyd mewn trefniant mosaig.
Colesterol	Mae colesterol yn bodoli mewn celloedd anifail. Mae'n ffitio rhwng y moleciwlau ffosffolipid, gan wneud y bilen yn fwy anhyblyg a sefydlog.
Glycolipidau	Lipidau sydd wedi cyfuno â pholysacarid yw glycolipidau; maent i'w cael yn haen allanol y bilen ac yn ymwneud â gallu celloedd i adnabod ei gilydd.
Glycoproteinau	Mae glycoproteinau (proteinau wedi cyfuno â pholysacarid) hefyd yn ymwthio allan o rai pilenni.

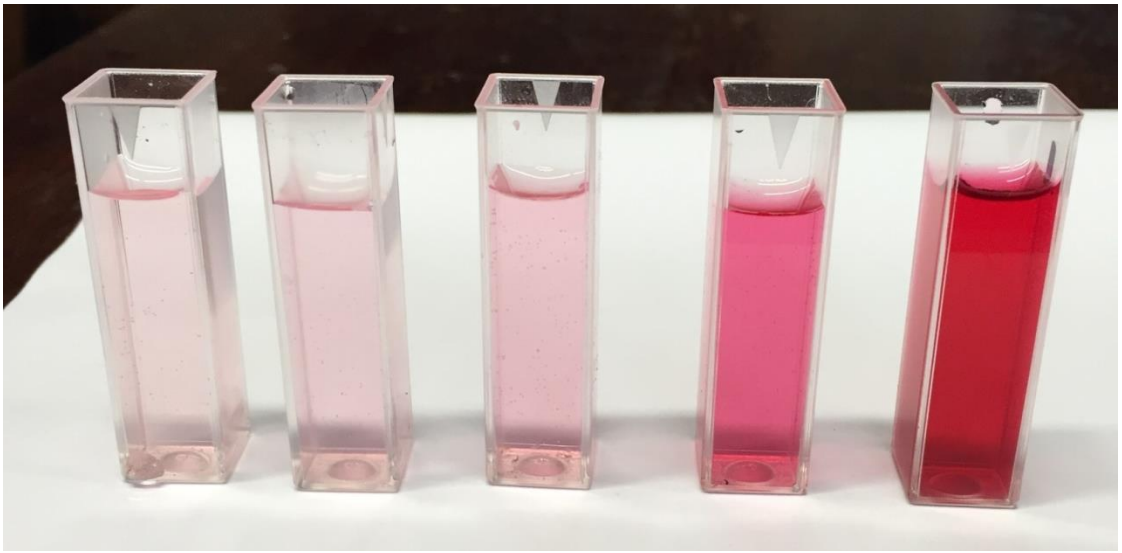
Y gellbilen - Athreiddedd

Y bilen fel rhwystr - Mae pilen arwyneb y gell yn **ddetholus athraidd** i ddŵr a rhai hydoddion. Mae sylweddau hydawdd mewn lipidau (amholar) yn gallu symud drwy'r bilen yn haws na sylweddau hydawdd mewn dŵr (polar).

Moleciwlau amholar - Mae **moleciwlau bach heb wefr**, fel ocsigen a charbon deuocsid, yn mynd drwy'r bilen yn rhwydd drwy gyfrwng tryledіad syml. Mae moleciwlau **hydawdd mewn lipidau** fel glyserol hefyd yn gallu mynd drwy'r bilen, drwy'r ddwyhaen ffosffolipid.

Moleciwlau polar - Mae craidd hydroffobig y bilen yn rhwystro cludiant ïonau a moleciwlau polar. Dydy **gronynnau â gwefr**, fel ïonau, a **moleciwlau cymharol fawr â gwefr** fel glwcos ddim yn gallu tryledu ar draws canol amholar (hydroffobig) y ddwyhaen ffosffolipid gan eu bod nhw'n anhydawdd mewn lipid. Mae **proteinau cynhenid** (proteinau sy'n ymestyn ar draws y ddwy haen ffosffolipid) yn caniatáu i'r gronynnau hyn groesi'r bilen. Mae sianeli a chludyddion yn caniatáu tryledіad cynorthwyedig (tryledіad gyda chymorth protein cynhenid). Mae pympiau'n cyflawni cludiant actif.

Mae llawer o ffactorau'n gallu effeithio ar athreiddedd y gellbilen a'r tonoplast (y bilen sy'n amgylchynu'r gwagolyn mewn celloedd planhigyn). Gallwn ni ddefnyddio betys i ymchwilio i athreiddedd cellbilenni. Mae celloedd betys yn cynnwys pigmentau coch o'r enw betalainau. Mae cyfradd tryledіad betalainau allan o'r celloedd yn dibynnu ar nifer o ffactorau, gan gynnwys tymheredd a chrynodiad NaCl.



Mae'r dysglau hyn yn cynnwys samplau o gyfrwng trochi allanol o gwmpas disgiau betys oedd wedi'u magu ar wahanol dymereddau. Cafodd amsugnedd pob hydoddiant ei fesur gan ddefnyddio colorimedr wedi'i osod ar 550nm/UM.

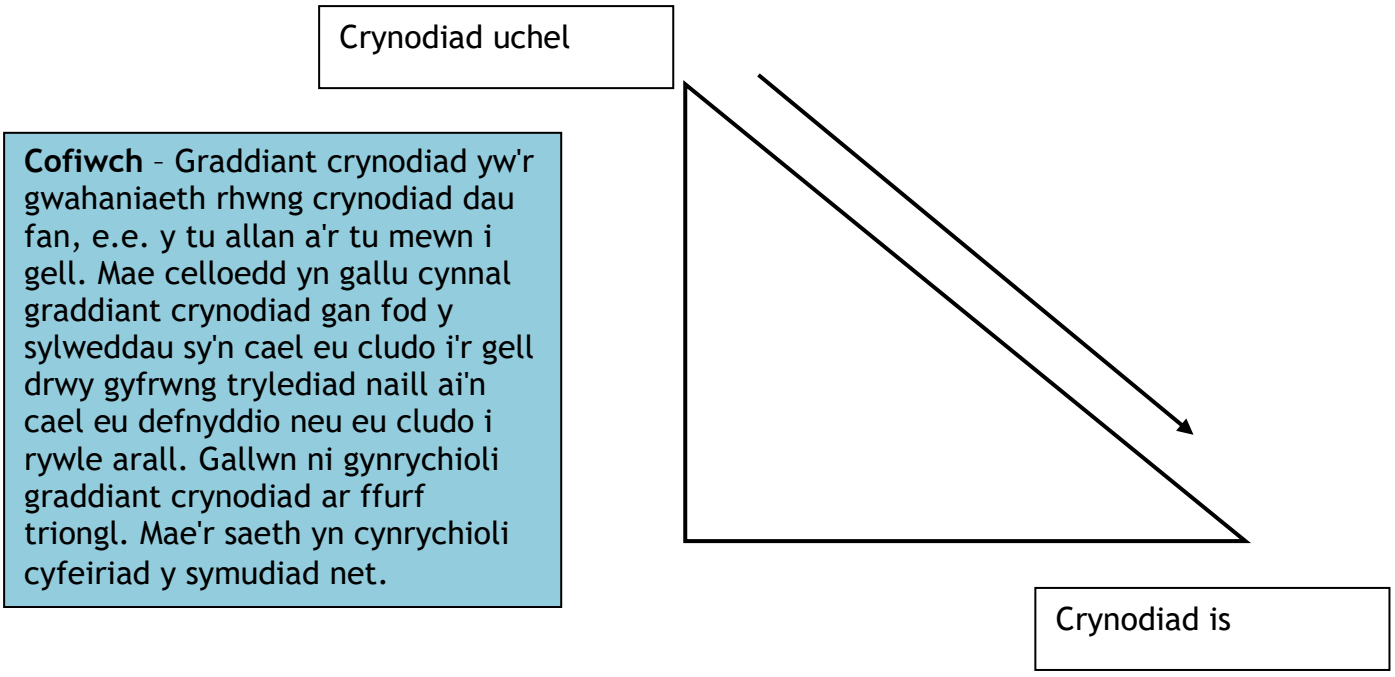
Y gellbilen - Ffactorau sy'n effeithio ar athreiddedd cellbilen

Ffactor	Eglurhad
Cynyddu'r tymheredd	Mae'r gellbilen a'r tonoplast yn sefydlog hyd at dymheredd o 40 ^{o}C. Ar dymheredd dros 40 ^{o}C, mae'r gellbilen a'r tonoplast yn mynd yn fwy ansefydlog. Mae mwy o egni gwres yn arwain at fwy o egni cinetig. Mae'r ffosffolipidau'n dirgrynu mwy a mwy ac yn symud yn bellach oddi wrth ei gilydd. Mae hyn yn cynyddu athreiddedd y bilen. Mae'r proteinau yn y bilen yn dadnatureiddio ar dymheredd uchel, sydd hefyd yn ei gwneud hi'n haws i'r betalainau dryledu allan o'r celloedd. Wrth i'r tymheredd gynyddu, mae athreiddedd y gellbilen a'r tonoplast yn cynyddu oherwydd bod mwy o darfu ar y pilenni.
Cynyddu crynodiad ethanol	Mae hydoddyddion organig fel ethanol yn hydoddi ffosffolipidau. Y mwyaf yw crynodiad yr ethanol, y mwyaf athraidd fydd y pilenni.
Cynyddu crynodiad sodiwm clorid	Mae ïonau sodiwm (Na^{+}) yn glynu wrth yr atomau ocsigen ar bennau hydroffilig (ffosffad) y ddwyhaen ffosffolipid. Mae hyn yn lleihau symudedd y moleciwlau ffosffolipid felly mae llai o'r betalain yn cael ei ryddhau. Wrth i grynodiad sodiwm clorid gynyddu, bydd yr athreiddedd yn lleihau.
Cynyddu crynodiad glanedydd	Mae glanedyddion yn lleihau tyniant arwyneb ffosffolipidau ac yn gwasgaru'r bilen. Wrth i grynodiad y glanedydd gynyddu mae athreiddedd y pilenni'n cynyddu.

Cludiant ar draws cellbilenni - Tryledia

Mae moleciwlau neu ronynnau mewn hylif neu nwy'n symud **ar hap**, ond os ydynt yn **grynodedig iawn** mewn un man, bydd yna **symudiad net** oddi wrth y man hwnnw nes cyrraedd **ecwilibriwm** (dosbarthiad unffurf). Enw'r broses hon yw **tryledia**d; mae hi'n broses oddefol.

Trylediad **yw symudiad moleciwlau neu ïonau o fan â chrynodiad uchel i fan â chrynodiad is nes eu bod nhw wedi eu dosbarthu'n gyfartal.** Mae moleciwlau'n symud i lawr **graddiant crynodiad**. Mae hon yn **broses oddefol**, a does dim angen ATP gan y gell.



Cofiwch – Graddiant crynodiad yw'r gwahaniaeth rhwng crynodiad dau fan, e.e. y tu allan a'r tu mewn i gell. Mae celloedd yn gallu cynnal graddiant crynodiad gan fod y sylweddau sy'n cael eu cludo i'r gell drwy gyfrwng tryledia naill ai'n cael eu defnyddio neu eu cludo i rywle arall. Gallwn ni gynrychioli graddiant crynodiad ar ffurf triongl. Mae'r saeth yn cynrychioli cyfeiriad y symudiad net.

Oni bai bod y gell yn defnyddio'r moleciwl, bydd yn cyrraedd **ecwilibriwm**, sy'n golygu bod crynodiad y moleciwlau yn hafal ar y ddwy ochr i'r bilen. Mewn ecwilibriwm mae moleciwlau a gronynnau'n parhau i groesi'r bilen i'r ddau gyfeiriad, ond does **dim symudiad net** i gyfeiriad penodol.

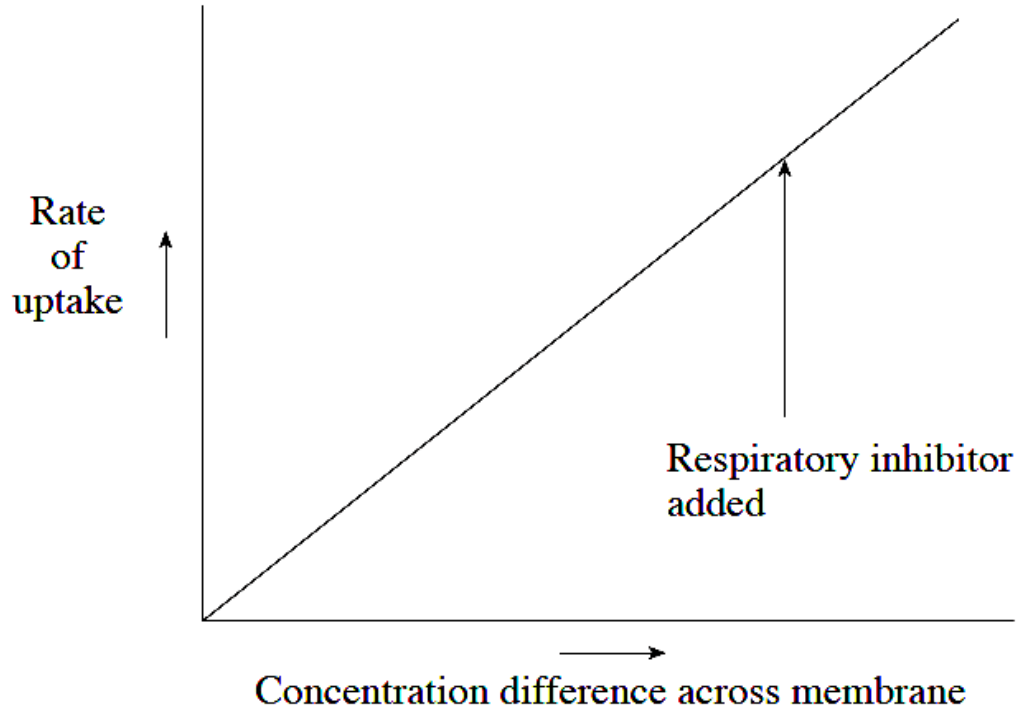
Cludiant ar draws cellbilenni - Ffactorau sy'n effeithio ar gyfradd tryledіad

Ffactor	Effaith ar gyfradd tryledіad
Graddiant crynodiad	Y mwyaf yw'r graddiant crynodiad (y gwahaniaeth rhwng crynodiad ïonau neu foleciwlau mewn dau fan) y mwyaf yw cyfradd tryledіad. Y mwyaf serth yw'r triongl, y cyflymaf fydd tryledіad yn digwydd.
Pellter teithio	Y byrraf yw'r pellter teithio, y mwyaf yw cyfradd tryledіad.
Arwynebedd arwyneb y bilen	Y mwyaf yw'r arwynebedd arwyneb, y mwyaf yw cyfradd tryledіad.
Trwch y bilen	Y teneuaf yw'r bilen, y mwyaf yw cyfradd tryledіad (mae'r llwybr tryledu'n fyr).
Cynnydd mewn tymheredd	Mae cynyddu'r tymheredd yn cynyddu egni cinetig moleciwlau ac felly'n cynyddu cyfradd tryledіad.
Maint gronynnau	Mae gronynnau bach yn tryledu'n gyflymach na moleciwlau mwy.

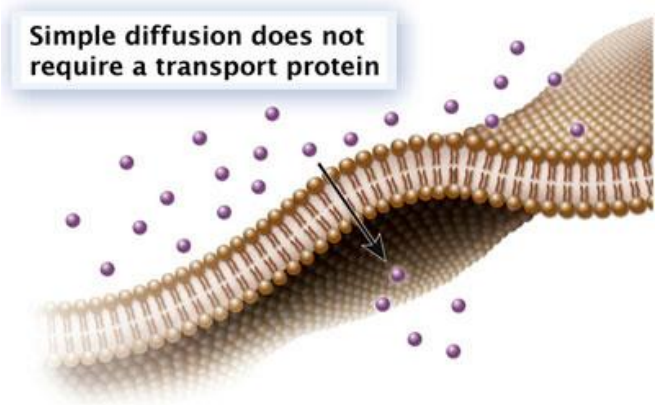
Mae tryledіad moleciwlau amholar fel ocsigen a charbon deuocsid yn digwydd ar draws y ddwyhaen ffosffolipid; rydyn ni'n galw hyn yn **dryledіad syml**. All moleciwlau polar ddim croesi'r ddwyhaen ffosffolipid ac felly rhaid iddynt ddefnyddio protein cynhenid (sy'n pontio'r bilen) i hwyluso cludiant ar draws y bilen; rydyn ni'n galw hyn yn **dryledіad cynorthwyedig**. Mae nifer y proteinau cynhenid sydd ar gael yn gallu cyfyngu ar dryledіad cynorthwyedig.

Cludiant ar draws cellbilenni - Tryledіad syml

Cofiwch fod tryledіad syml yn digwydd ar draws y ddwyhaen ffosffolipid. Mae'n ymwneud â chludiant moleciwlau amholar fel ocsigen a charbon deuocsid. Gallwn ni gynrychioli tryledіad syml ar ffurf graff. Rhaid i chi allu adnabod y graff a'i ddisgrifio'n llawn.



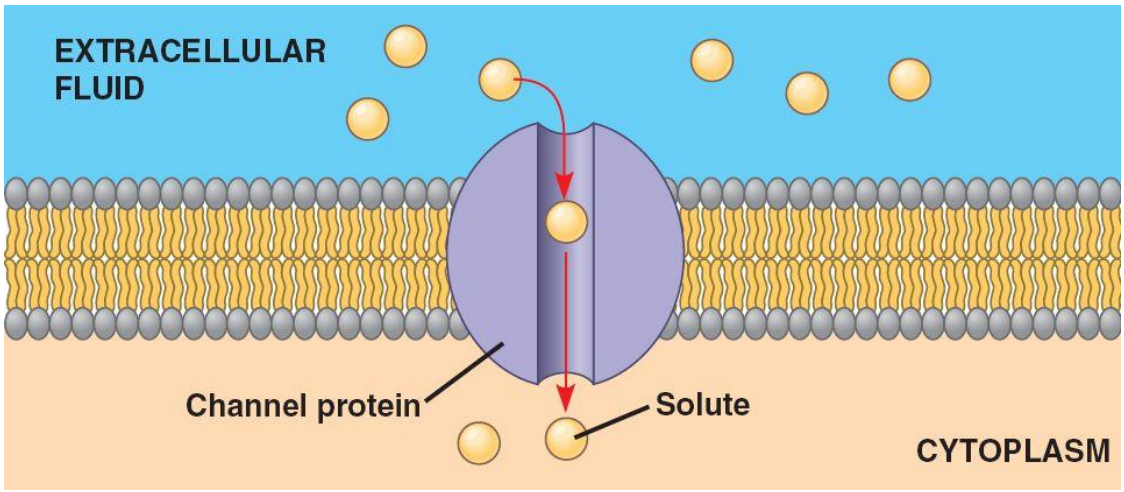
Wrth blotio graddiant crynodiad yn erbyn cyfradd tryledіad, bydd y graff llinell bob amser yn **llinol** (llinell syth). **Wrth i'r graddiant crynodiad gynyddu, bydd cyfradd tryledіad hefyd yn cynyddu; cyfrannedd union** rhwng cyfradd y mewnlifiad a'r gwahaniaeth yn y crynodiad ar draws y bilen. Dydy atal resbiradaeth neu ladd y gell â thocsin, fel cyanid (atalydd resbiradol, sy'n atal cynhyrchu ATP), ddim yn atal tryledіad oherwydd does dim angen ATP o'r gell ar gyfer tryledіad.



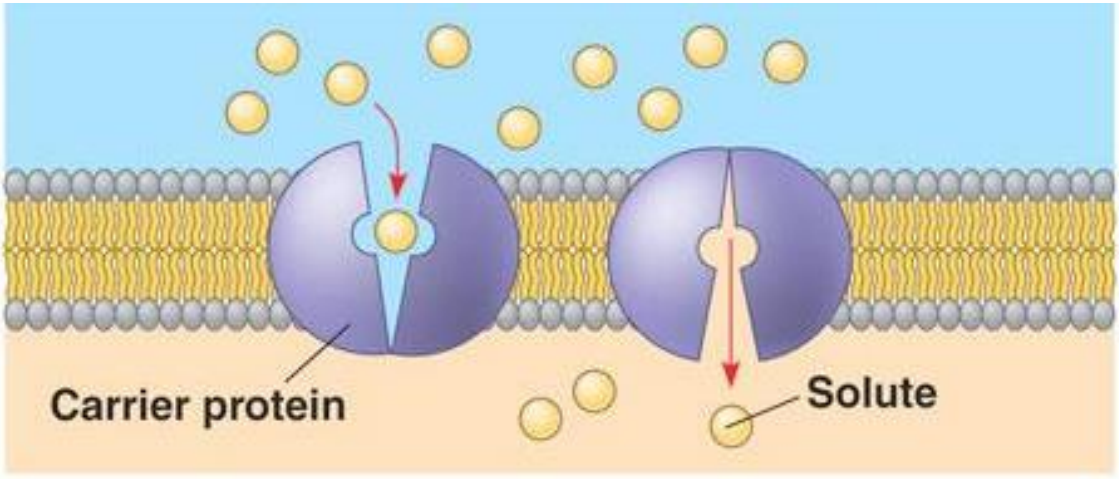
Cludiant ar draws cellbilenni - Trylediad cynorthwyedig

Dydy gronynnau â gwefr neu ïonau a moleciwlau mawr fel glwcos ddim yn mynd drwy'r gellbilen yn rhwydd gan eu bod nhw'n anhydawdd mewn lipid. Yn y gellbilen, mae moleciwlau protein cynhenid yn pontio'r bilen o un ochr i'r llall ac yn helpu'r gronynnau hyn i dryledu i mewn neu allan o'r celloedd. Mae dau fath o broteinau sy'n **cynorthwyo** (helpu) trylediad – **proteinau sianel a phroteinau cludo**.

Mae **proteinau sianel** yn cynnwys mandyllau wedi'u leinio â grwpiau polar (hydroffilig). Mae hyn yn caniatáu i ïonau â gwefr fynd drwodd (fel Na^+). Mae pob protein sianel yn benodol i un math o ïon. Maent hefyd yn gallu agor a chau gan ddibynnu ar anghenion y gell (rydyn ni'n galw'r rhain yn sianeli adwyog).

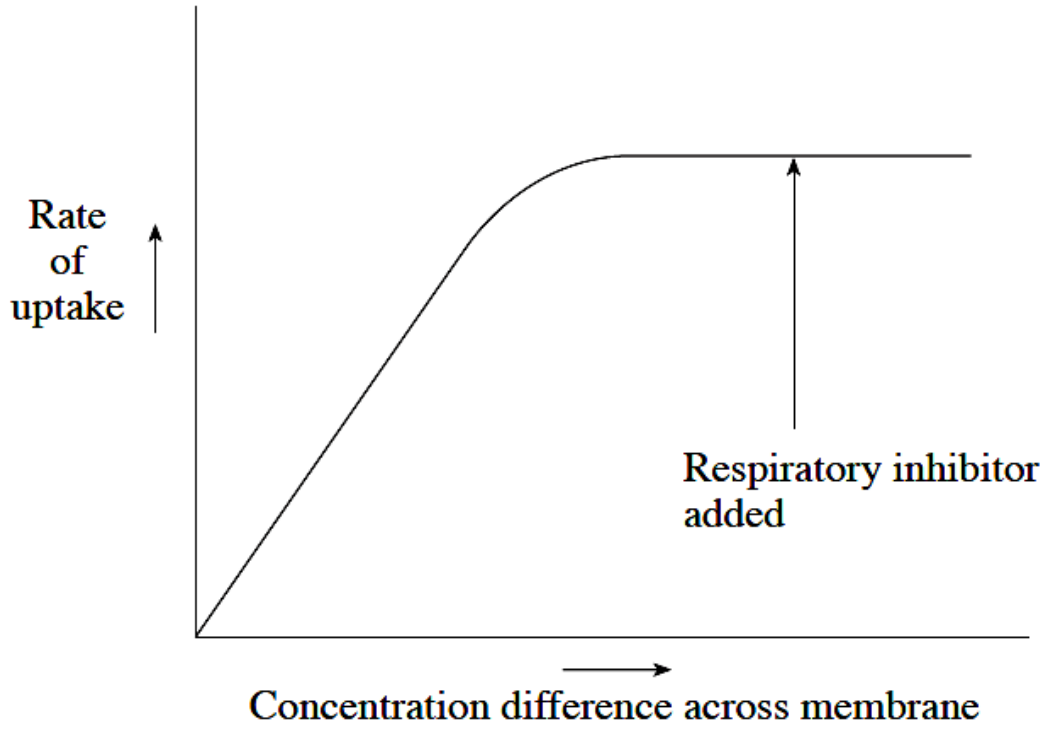


Mae **proteinau cludo** yn caniatáu trylediad cynorthwyedig moleciwlau polar mwy ar draws y bilen, fel siwgrau ac asidau amino. Mae moleciwl penodol yn glynu wrth safle rhwymo protein cludo ac yn achosi i'r protein cludo newid siâp neu gylchdroi o fewn y bilen; mae hyn yn rhyddhau'r moleciwl ar yr ochr arall i'r bilen.



Cludiant ar draws cellbilenni - Tryledіad cynorthwyedig

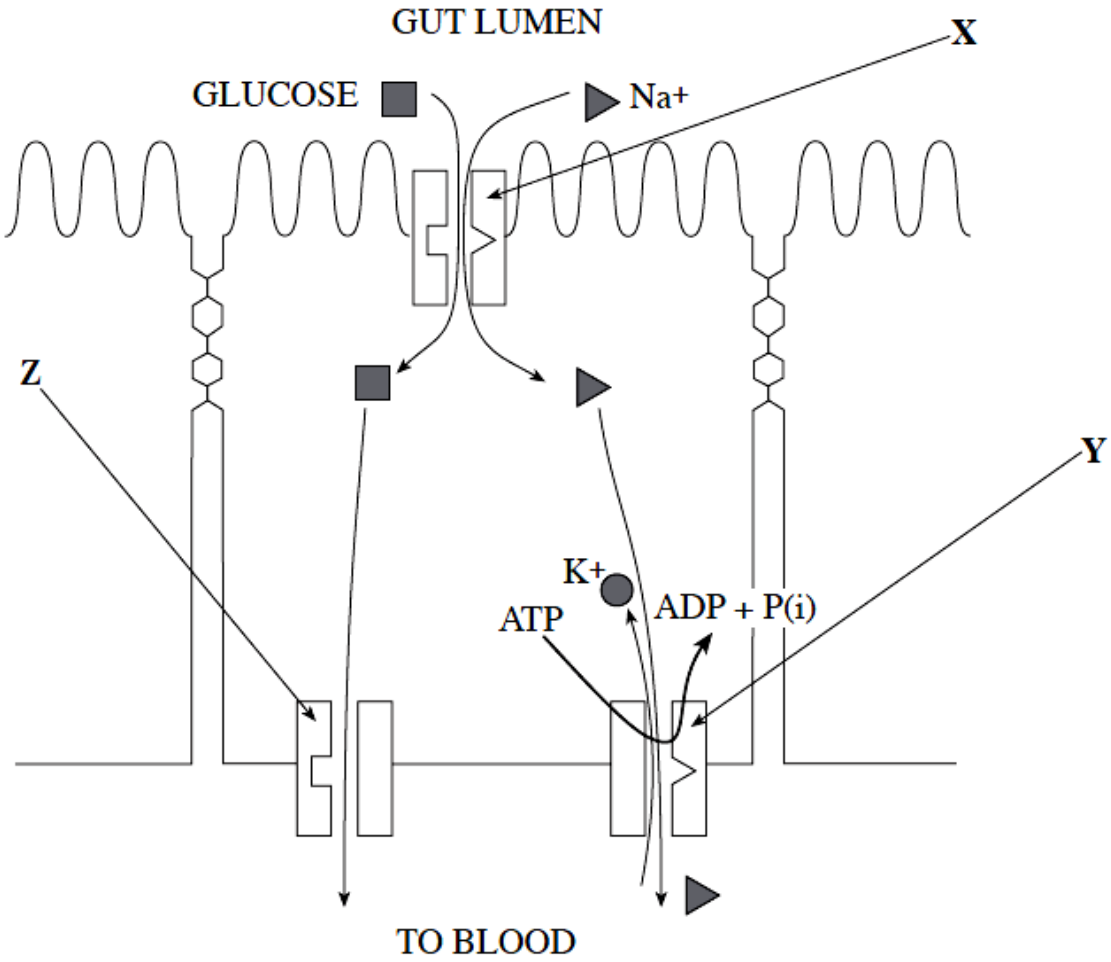
Mae proteinau cludo a phroteinau sianel yn **cynyddu cyfradd tryledіad** ar hyd y graddiant crynodiad heb fod ag angen egni ar ffurf ATP o resbiradaeth.



Edrychwch ar y graff uchod. Fel y gwelwch chi, mae'r **gyfradd tryledіad gychwynnol yn uwch** gan fod y graddiant crynodiad yn fwy serth. Mae hyn oherwydd bod y proteinau sianel a'r proteinau cludo'n cynorthwyo (helpu) y broses. Mae'r gyfradd tryledіad yn **lefelu** ar wahaniaethau crynodiad uwch. Mae hyn oherwydd bod y proteinau sianel neu'r proteinau cludo'n llawn - mae hyn yn cyfyngu ar gyfradd tryledіad. Dydy atalyddion resbiradol (sy'n atal cynhyrchu ATP) ddim yn effeithio ar dryledіad cynorthwyedig oherwydd does dim angen ATP.

Cludiant ar draws cellbilenni - Tryledia cynorthwyedig

Math o dryledia cynorthwyedig yw cydgludiant sy'n dod â moleciwlau ac ïonau i mewn i gelloedd gyda'i gilydd ar yr un protein cludo. Mae **cydgludiant sodiwm-glwcos** yn arwyddocaol wrth amsugno glwcos ac ïonau sodiwm ar draws cellbilenni ac i'r gwaed yn yr **ilewm** (coluddyn bach) a **neffron yr aren.**

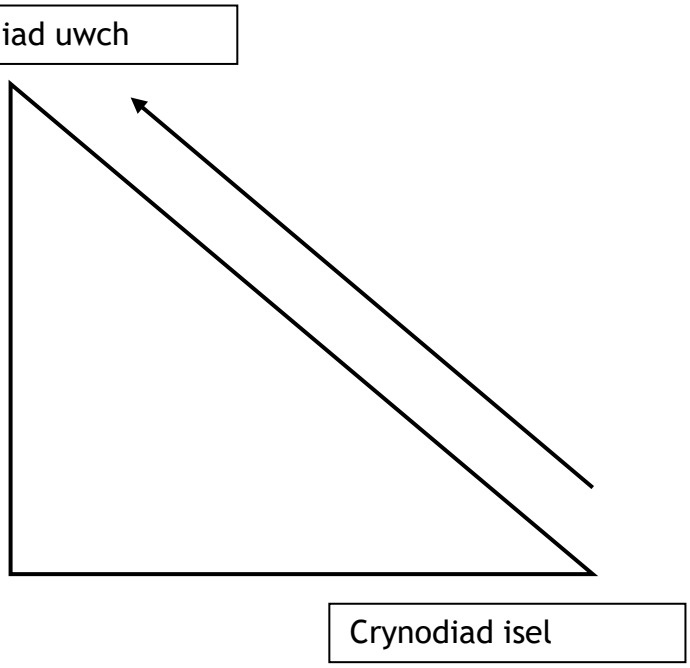


Edrychwch ar y diagram uchod. Yn X, mae ïonau sodiwm a glwcos yn cydio wrth **brotein cludo** yn y gellbilen. Mae'r **protein cludo'n newid siâp** ac yn dyddodi'r ïon sodiwm a'r moleciwl glwcos i mewn i'r gell. Mae'r ïon sodiwm a'r moleciwl glwcos yn tryledu ar wahân ar draws y gell i'r bilen gyferbyn. Yn Y, mae ïonau sodiwm yn cael eu pwmpio allan o'r celloedd epithelaidd drwy **gludiant actif**. Mae hyn yn gostwng crynodiad yr ïonau sodiwm yn y gell gan gynnal y graddiant crynodiad sydd ei angen ar gyfer tryledia ïonau sodiwm o lwmen y coludd i mewn i'r gell. Yn Z, mae glwcos yn gadael y celloedd epithelaidd drwy gyfrwng **tryledia cynorthwyedig** ac yn mynd i'r gwaed yn y capilarïau.

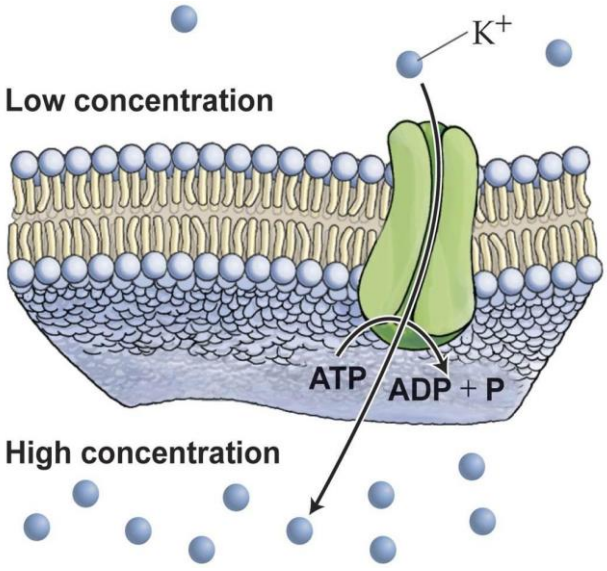
Cludiant ar draws cellbilenni - Cludiant actif

Mae **cludiant actif** yn broses ag angen ATP lle caiff ïonau a moleciwlau eu symud ar draws pilenni **yn erbyn graddiant crynodiad**. Mae ïonau a moleciwlau'n gallu symud i'r **cyfeiriad dirgroes i dryledia**d.

Cofiwch – Mae cludiant actif yn caniatáu mewnlifiad hydoddion pwysig hyd yn oed os mai crynodiadau isel iawn ohonynt sy'n bresennol e.e. cludiant nitrad o ddŵr pridd i gelloedd gwreiddflew. Mae'r cludiant yn erbyn y graddiant crynodiad ac mae angen ATP.



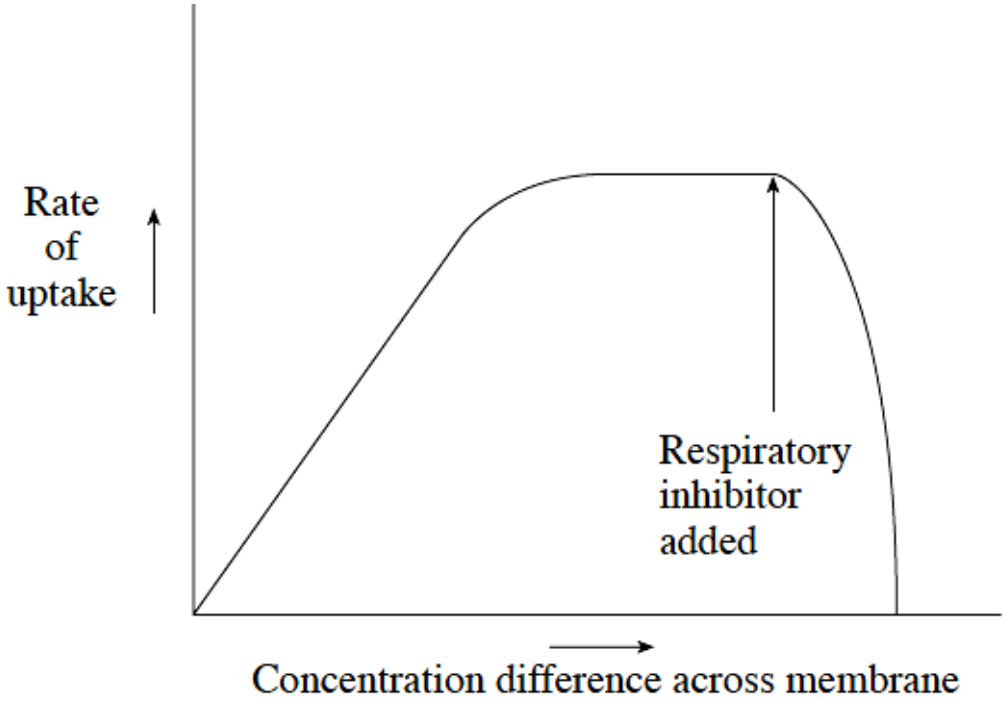
Mae'r moleciwl neu'r ïon mae angen ei gludo yn cyfuno â phrotein cynhenid penodol, sef **pwmp**. Mae ATP yn trosglwyddo grŵp ffosffad i'r pwmp ar y tu mewn i'r bilen. Mae hyn yn achosi i'r pwmp newid siâp ac yn cludo'r ïon neu'r moleciwl ar draws y bilen. Mae'r moleciwl neu'r ïon yn cael ei ryddhau i'r gell. Mae prosesau sy'n cynnwys cludiant actif yn cynnwys - synthesis proteinau, cyfangiad cyhyrau, trawsyriant ysgogiadau nerfol ac amsugno mwynau, fel nitradau drwy gelloedd gwreiddflew planhigion.



Cofiwch – Mae grŵp ffosffad o'r niwcleotid ATP yn cael ei drosglwyddo i'r pwmp. Mae hyn yn achosi i'r pwmp newid siâp neu gylchdroi o fewn y bilen, sy'n ei alluogi i gludo'r ïon neu'r moleciwl yn erbyn ei raddiant crynodiad. Mae cyanid yn atal cludiant actif gan ei fod yn atal cynhyrchu ATP.

Cludiant ar draws cellbilenni - Cludiant actif

Edrychwch ar y graff isod. Fel y gwelwch chi, mae'r **gyfradd cymeriant gychwynnol yn uwch** gan fod y graddiant crynodiad yn fwy. Mae hyn oherwydd bod y pympiau'n pwmpio ïonau a moleciwlau yn actif ar draws y gellbilen. Mae cyfradd cludiant actif yn **lefelu** ar wahaniaethau crynodiad uwch. Mae hyn oherwydd bod y pympiau'n llawn - mae hyn yn cyfyngu ar gyfradd cludiant actif. Mae **atalyddion resbiradol** (sy'n atal cynhyrchu ATP) yn effeithio ar gludiant actif, gan fod angen ATP ar gyfer y broses hon; mae cyfradd cludiant yn gostwng yn gyflym ar ôl ychwanegu atalydd resbiradol fel **cyanid**.



Cludiant ar draws cellbilenni - Osmosis

Mae'r rhan fwyaf o gellbilenni'n athraidd i ddŵr a rhai hydoddion yn unig. Mewn systemau biolegol, mae **osmosis** yn fath arbennig o drylediad sy'n ymwneud â symudiad moleciwlau dŵr yn unig. Mae biolegwyr yn defnyddio'r term **potensial dŵr (ψ)** i ddisgrifio tuedd moleciwlau dŵr i symud o grynodiad (dŵr) uchel i isel.

Osmosis yw symudiad dŵr o fan â photensial dŵr uwch i fan â photensial dŵr is, drwy bilen lled-athraidd.

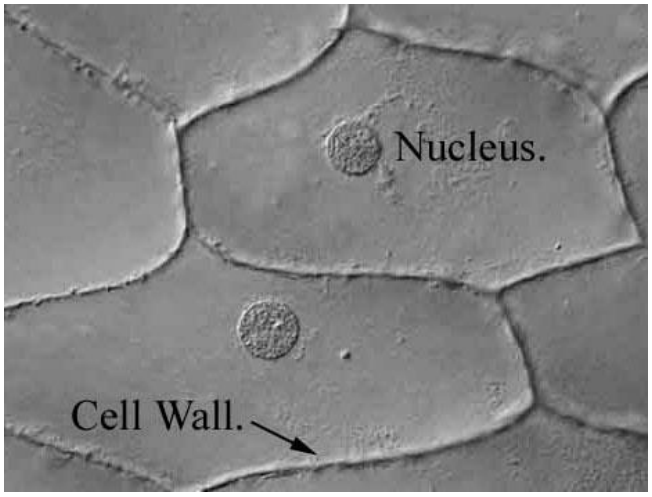
- ✓ **Dŵr pur** sydd â'r potensial dŵr uchaf, sef **sero**.
- ✓ Ar grynodiadau uchel (o foleciwlau dŵr) mae gan ddŵr fwy o egni potensial h.y. mae'r moleciwlau dŵr yn hollol rhydd i symud o gwmpas.
- ✓ Pan gaiff hydoddyn, fel siwgr, ei hydoddi mewn dŵr, mae nifer cyfraneddol lai o foleciwlau dŵr i symud o gwmpas ac mae potensial dŵr yr hydoddiant yn gostwng (mynd yn fwy negatif).
- ✓ Mae gan bob potensial dŵr (heblaw mewn dŵr pur) **werth potensial dŵr negatif**.
- ✓ Y mwyaf crynodedig yw hydoddiant (y mwyaf o hydoddion sydd wedi hydoddi ynddo) y mwyaf negatif yw'r potensial dŵr h.y. y llai o foleciwlau dŵr rhydd sydd.
- ✓ **Mae potensial dŵr uwch yn awgrymu mwy o duedd i ddŵr adael system** drwy osmosis.
- ✓ Bydd dŵr yn tryledu o fan â photensial dŵr uwch (llai negatif) i fan â photensial dŵr is (mwy negatif).
- ✓ Cofiwch, os yw dŵr yn croesi pilen ledathraidd neu athraidd ddetholus, rydyn ni'n galw'r math hwn o drylediad yn **osmosis**.
- ✓ Mewn celloedd planhigion, rydyn ni'n defnyddio'r hafaliad canlynol i ddisgrifio'r berthynas rhwng y grymoedd:

$$\Psi_{cell} = \Psi_s + \Psi_p$$

Ψ_{cell}	Potensial dŵr y gell
Ψ_s	Potensial hydoddyn
Ψ_p	Potensial gwasgedd

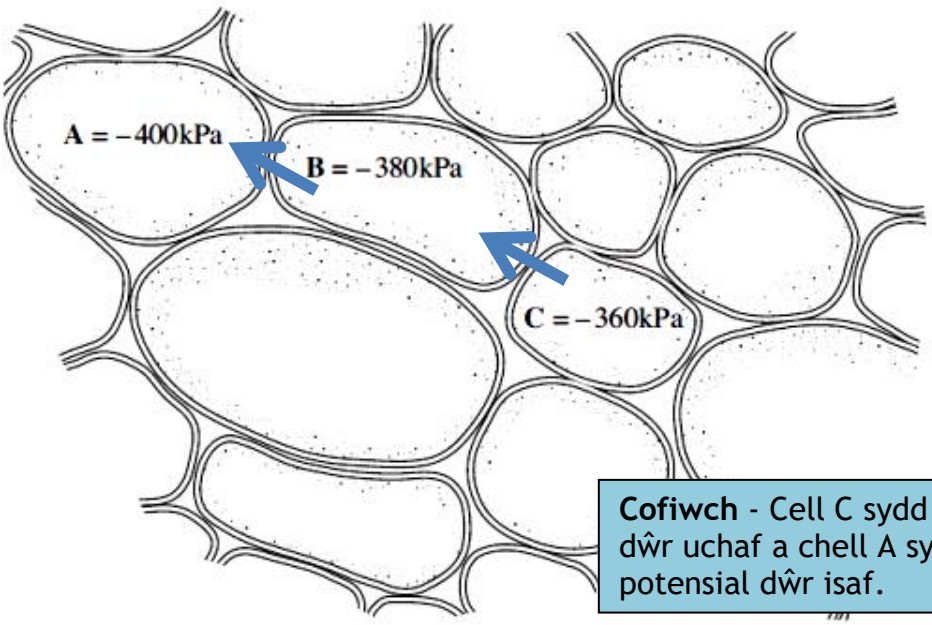
Cludiant ar draws cellbilenni - Potensial dŵr (osmosis)

- ✓ Mae presenoldeb moleciwlau hydoddyn yng ngwagolyn cell planhigyn yn gostwng potensial dŵr y gell.
- ✓ **Crynodiad y sylweddau sydd wedi hydoddi yng ngwagolyn y gell yw'r potensial hydoddyn (ψ_s)**; mae pob potensial hydoddyn (ψ_s) yn werth negatif.
- ✓ Pan mae dŵr yn mynd i wagolyn cell planhigyn drwy osmosis, caiff gwasgedd hydrostatig ei greu ac mae'n gwthio allan ar y cellfur.
- ✓ **Wrth i'r gwasgedd tuag allan gronni mae'r cellfur yn datblygu grym dirgroes sef y potensial gwasgedd (ψ_p)**; mae'r potensial gwasgedd (ψ_p) yn bositif fel rheol.



Cofiwch – Mae'r hydoddion yn y gwagolyn a'r cytoplasm yn cyfrannu at y **potensial hydoddyn** (ψ_s). Y gwasgedd hydrostatig sy'n cael ei gynhyrchu wrth i gynnwys y gell wthio yn erbyn y cellfur (oherwydd bod dŵr yn mynd i'r gell drwy osmosis) yw'r **potensial gwasgedd** (ψ_p).

Bydd dŵr yn symud o fan â photensial dŵr uchel (llai negatif) i fan â photensial dŵr is (mwy negatif) drwy osmosis. Edrychwch ar y diagram isod: bydd dŵr yn symud o gell C i gell B ac yna i gell A.

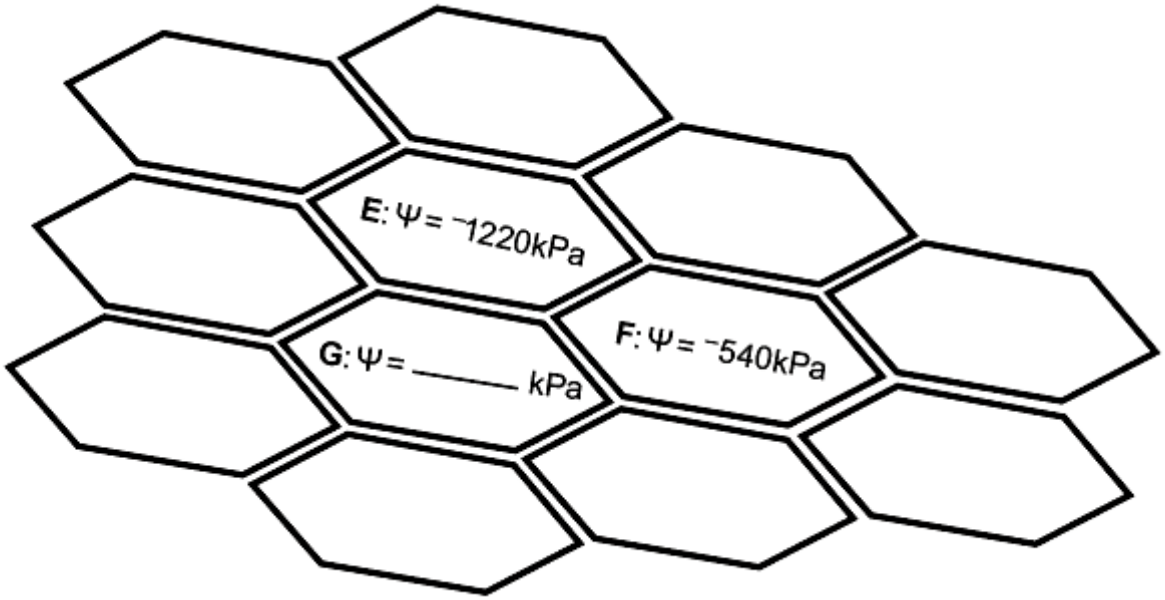


Cofiwch - Cell C sydd â'r potensial dŵr uchaf a chell A sydd â'r potensial dŵr isaf.

Cyfrifo potensial dŵr

Mae potensial dŵr cell yn hafal i'r potensial hydoddyn adio'r potensial gwasgedd. Yn aml bydd cwestiynau arholiad yn gofyn i chi gyfrifo ψ_{cell}, ψ_h neu ψ_g. Fel rheol, caiff yr hafaliad hwn ei roi:

$$\psi_{cell} = \psi_s + \psi_p$$



Edrychwch ar y diagram uchod. Mae potensial gwasgedd (ψ_p) cell G yn 900 kPa ac mae'r potensial hydoddyn (ψ_s) yn -1600 kPa. Cyfrifwch botensial dŵr (ψ_{cell}) cell G ac ysgrifennwch ef yn y bwlch. Yna, ychwanegwch saethau i ddangos cyfeiriad symudiad dŵr drwy osmosis. Cofiwch y bydd dŵr yn symud o fan â photensial dŵr uchel i fan â photensial dŵr is, i lawr graddiant potensial dŵr, ar draws pilen lled-athraidd.

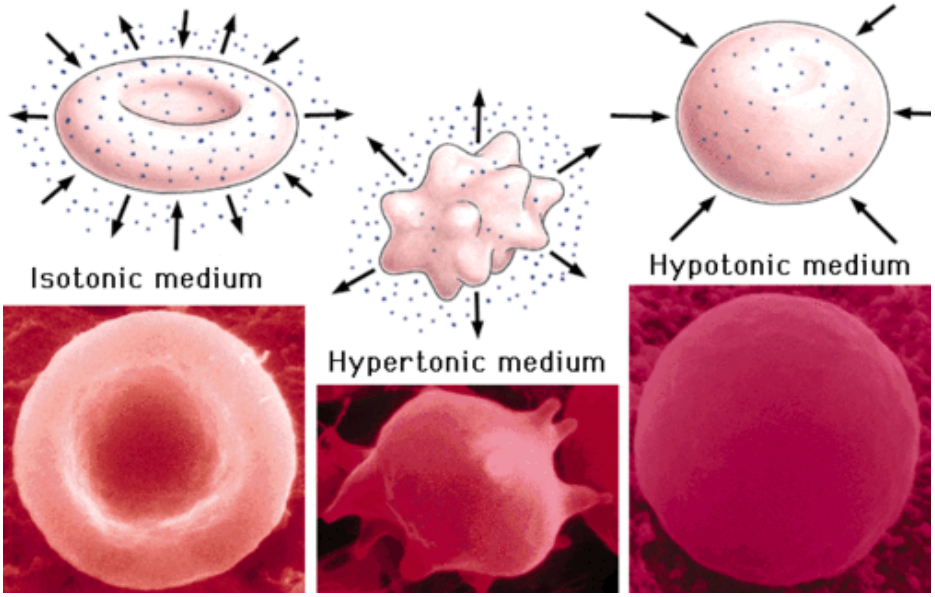
Cell	ψ_{cell} *kPa*	ψ_s *kPa*	ψ_p *kPa*
P	.....	−1200	+500
Q	−300	.....	+300

Defnyddiwch yr hyn rydych chi wedi ei ddysgu i lenwi'r tabl uchod. I ba gyfeiriad fydd y dŵr yn symud? Ychwanegwch saeth rhwng y llythrennau P a Q.

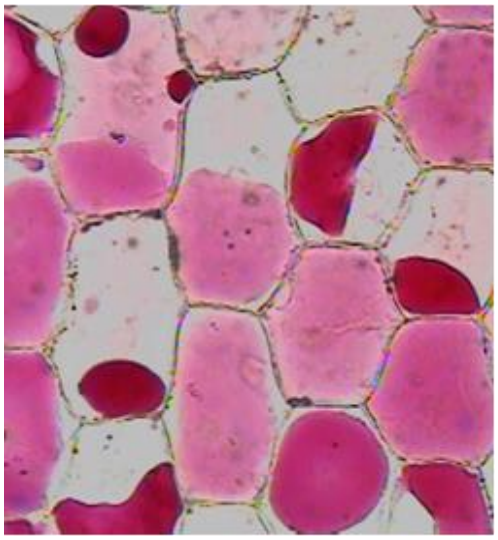
Disgrifio potensial dŵr y cyfrwng allanol (ψ_{ext})

Cyfrwng allanol hypotonig - Os yw potensial dŵr yr hydoddiant allanol yn **hypotonig** (uwch na'r hydoddiant yn y gell) bydd dŵr yn symud i'r gell drwy osmosis. Bydd hyn yn achosi i'r gell chwyddo. Gallai celloedd anifail fyrstio gan nad oes ganddynt gellfur i atal hyn; **lysis** yw hyn. Bydd celloedd planhigyn yn mynd yn **chwydd-dynn** (caled) wrth i gynnwys y gell wthio yn erbyn y cellfur - mae chwydd-dyndra celloedd yn helpu i gynnal meinweoedd planhigol.

Cofiwch - Mae celloedd planhigyn yn trochi mewn cyfrwng hypotonig. Mae'r cytoplasm a'r gwagolyn yn chwyddo ac mae cynnwys y gell yn gwthio yn erbyn y cellfur anhyblyg. Y gwasgedd hydrostatig sy'n cael ei gynhyrchu yw'r gwasgedd chwydd-dyndra. Mae celloedd chwydd-dynn yn cynnal meinweoedd y planhigyn.



Os yw potensial dŵr yr hydoddiant allanol yn **hypertonig** (potensial dŵr is na'r gell), bydd dŵr yn symud allan o'r gell drwy osmosis; bydd hyn yn achosi i'r gell grebachu. Mewn celloedd anifail, mae'r gell yn mynd yn llai. Mewn celloedd planhigyn mae **plasmolysis** yn digwydd; mae'r gwagolyn a'r cytoplasm yn crebachu gan achosi i'r gellbilen dynnu oddi wrth y cellfur (mae hyn fel arfer yn lladd celloedd planhigyn). Rydyn ni'n dweud bod cell planhigyn yn y cyflwr hwn wedi'i **phlasmolysu** ac yn **llipa**; bydd y planhigyn cyfan yn **gwywo**. Mae celloedd wedi'u plasmolysu wedi'u dangos isod.





Termau allweddol:
Chwydd-dynn – Mae celloedd planhigyn cwbl chwydd-dynn yn dal cymaint o ddŵr â phosibl. Does dim mwy o ddŵr yn gallu mynd i mewn, oherwydd all y cellfur ddim ehangu ymhellach.
Plasmolysis – Pan mae dŵr yn gadael cell planhigyn drwy osmosis, mae'r cytoplasm a'r gwagolyn yn crebachu ac mae'r gellbilen yn tynnu oddi wrth y cellfur.

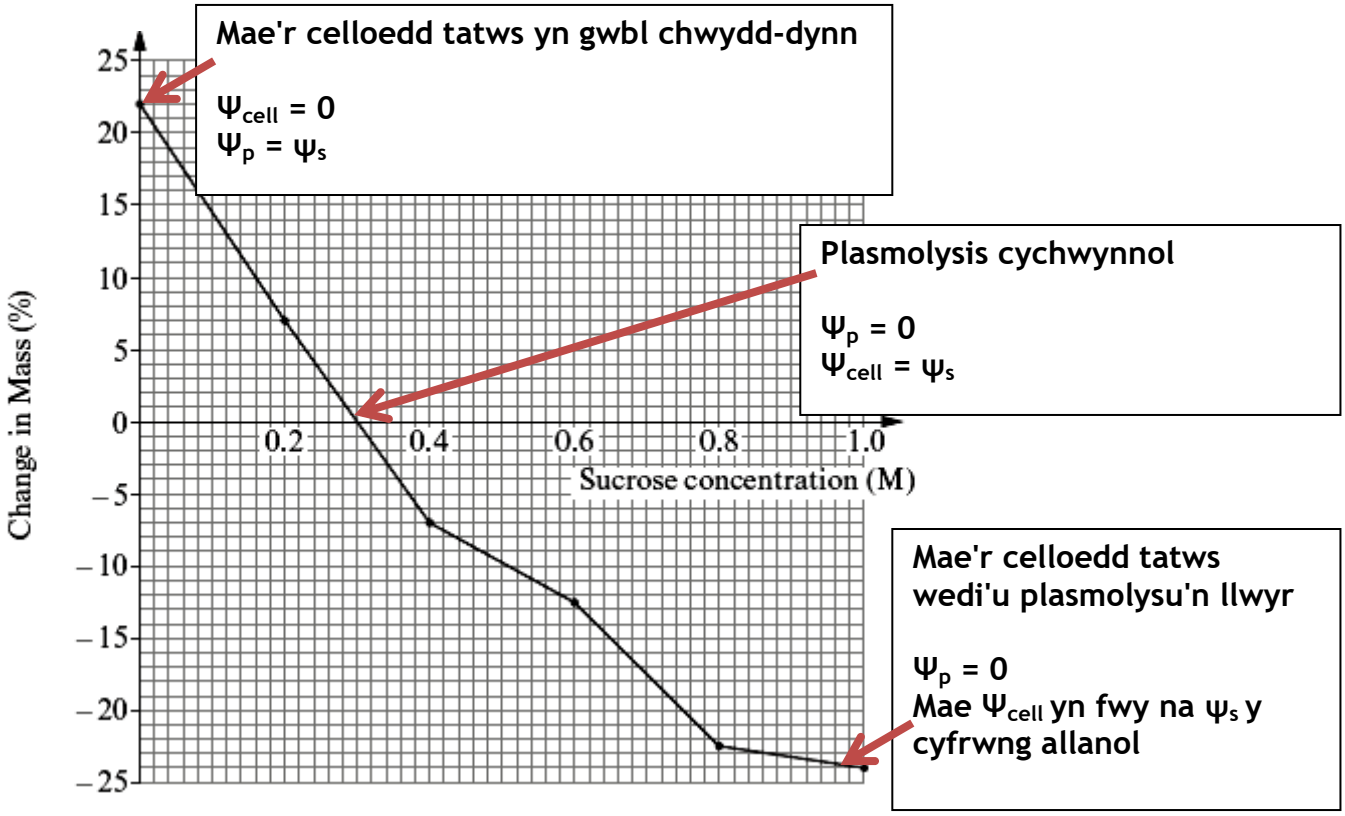
Disgrifio potensial dŵr y cyfrwng allanol (ψ_{ext})

Cyfrwng allanol isotonig – Mae gan gyfrwng allanol **isotonig** yr un potensial dŵr â chynnwys y gell. Fydd yna ddim **symudiad net** dŵr drwy osmosis. Mae celloedd anifail mewn cyfrwng isotonig yn naturiol; mae homeostasis yn cynnal y sefyllfa hon i atal colledion neu enillion dŵr. Mae gan gelloedd planhigyn mewn cyfrwng isotonig botensial gwasgedd (ψ_p) o 0 kPa; mae potensial dŵr (ψ_{cell}) y gell yn hafal i botensial hydoddyn (ψ_s) yn yr achos hwn. Mae celloedd planhigyn mewn cyfrwng isotonig yn llipa.

Math o gyfrwng allanol	Cell anifail	Cell planhigyn
Hypotonig	Celloedd yn chwyddo ac yn gallu lysu (byrstio). Mae celloedd coch y gwaed mewn cyfrwng allanol hypotonig yn byrstio; haemolysis yw hyn.	Mae'r cytoplasm a'r gwagolyn yn chwyddo ac yn gwthio yn erbyn y cellfur; mae'r celloedd yn mynd yn chwydd-dynn. Mae celloedd chwydd-dynn yn cynnal meinweoedd a ffurfiadau'r planhigyn (mae hyn yn optimaidd i gelloedd planhigyn).
Hypertonig	Mae'r gell yn crebachu.	Mae'r cytoplasm a'r gwagolyn yn crebachu gan achosi i'r gellbilen dynnu oddi wrth y cellfur. Plasmolysis yw'r broses hon ac rydyn ni'n dweud bod celloedd yn y cyflwr hwn wedi plasmolysu.
Isotonig	Dyma'r cyfrwng trochi optimaidd i gell anifail. Mae potensial dŵr y gell yn hafal i botensial dŵr y cyfrwng allanol yn yr achos hwn.	Mae'r celloedd yn mynd yn llipa. Dyma bwynt plasmolysis cychwynnol.

Osmosis mewn silindrau tatws

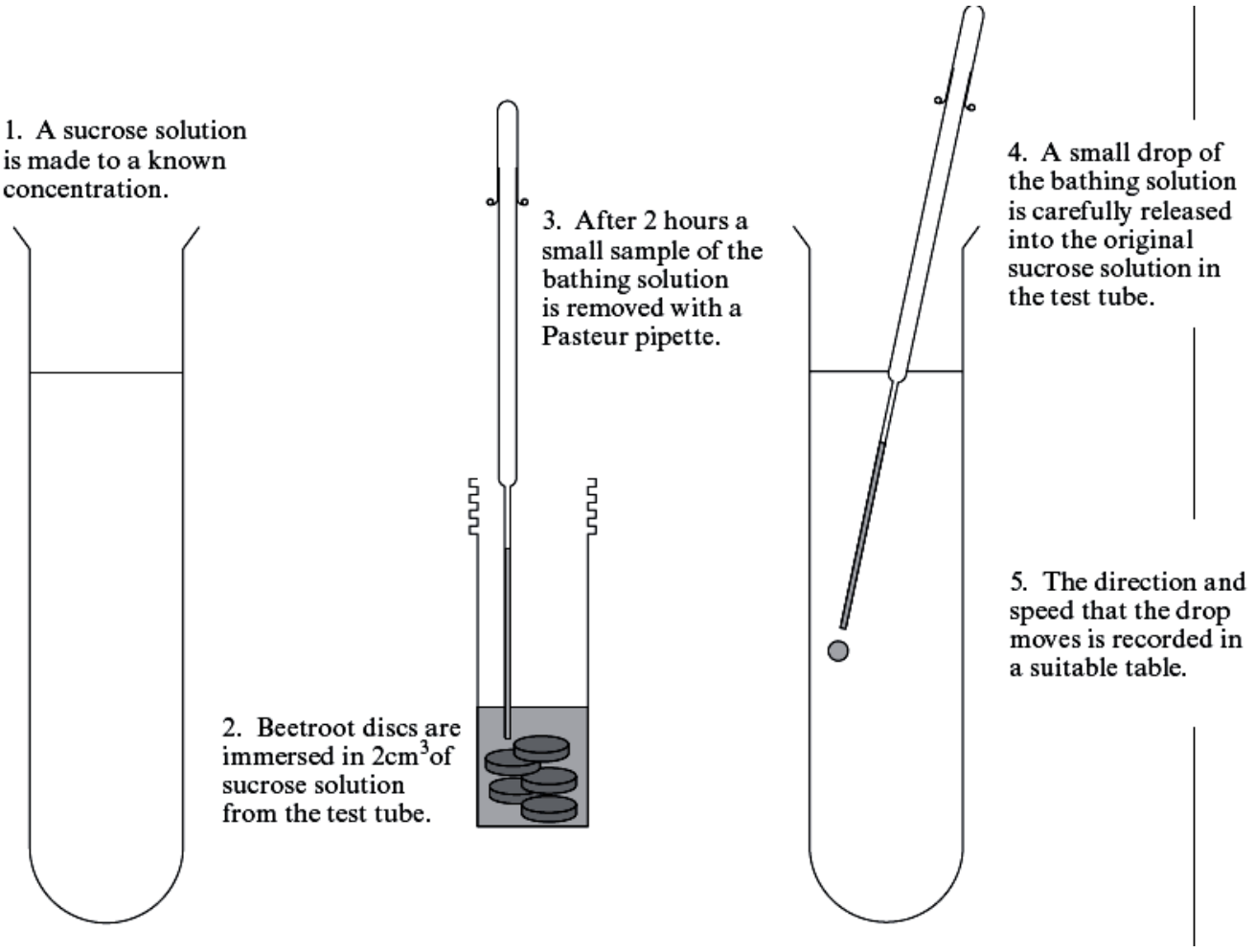
Mae angen cyfrwng allanol hypotonig er mwyn i gelloedd planhigyn aros yn chwydd-dynn. **Gallwn ni ddefnyddio silindrau tatws i gyfrifo crynodiad mewnol cell**. Os caiff silindrau tatws eu trochi mewn amrediad o grynodiadau swcros, bydd eu màs yn newid oherwydd osmosis. Mae eglurhad gwyddonol llawn o'r tri phwynt sydd wedi'u dewis wedi'i roi isod:



Crynodiad swcros (M)	Disgrifiad ac eglurhad
0.2	Mae cynnydd màs yn cael ei achosi gan ddŵr yn mynd i mewn i'r celloedd tatws drwy osmosis, o botensial dŵr uchel yn y cyfrwng allanol i botensial dŵr is yn y celloedd tatws, i lawr graddiant potensial dŵr, ar draws pilen lled-athraidd.
0.3	Does dim newid màs ar y pwynt hwn (lle mae'r llinell wedi'i phlotio'n croesi'r echelin-x). Mae'n rhaid bod y potensial dŵr ar y ddwy ochr i'r gellbilen yn hafal. Does dim symudiad dŵr net. Mae potensial hydoddyn y cyfrwng allanol yn gywerth â photensial hydoddyn y gell. Dyma bwynt plasmolysis cychwynnol.
1.0	Mae gostyngiad màs yn cael ei achosi gan ddŵr yn gadael y celloedd tatws drwy osmosis, o botensial dŵr uchel yn y celloedd i botensial dŵr is yn y cyfrwng allanol; i lawr graddiant potensial dŵr, ar draws pilen lled-athraidd.

Mesur potensial dŵr celloedd betys

Mae'r bwrdd arholi'n aml yn meddwl am gwestiynau anarferol a heriol ynglŷn â photensial dŵr. Rhaid i chi ddysgu eich gwaith yn drwyadl a bod yn barod i'w ddefnyddio i ddatrys problem anghyfarwydd. Gallwn ni ddefnyddio'r dull canlynol i fesur potensial dŵr celloedd betys.



Mewn cyfryngau allanol hypotonig neu hypertonig, bydd y celloedd betys yn newid potensial dŵr y cyfrwng allanol wrth i ddŵr symud i mewn neu allan o'r celloedd betys drwy osmosis. Bydd ychwanegu neu dynnu dŵr yn effeithio ar ddwysedd yr hydoddiannau swcros. Os yw'r hydoddiant swcros allanol yn isotonig, fydd yna ddim newid dwysedd oherwydd fydd yna ddim symudiad dŵr net.

Mesur potensial dŵr celloedd betys (parhad)

1. Mae defnynnau sy'n symud **i lawr** yn fwy dwys na'r cyfrwng trochi gwreiddiol, sy'n awgrymu bod dŵr wedi gadael y cyfrwng trochi a mynd i'r celloedd betys drwy osmosis.
2. Mae'n rhaid bod defnynnau sy'n symud **i fyny** yn llai dwys na'r cyfrwng trochi gwreiddiol, sy'n awgrymu bod dŵr wedi gadael y celloedd betys a mynd i'r cyfrwng trochi drwy osmosis.
3. Os yw defnynnau **ddim yn symud i fyny nac i lawr**, dydy eu dwysedd heb newid, sy'n dynodi bod y celloedd betys mewn cyfrwng isotonig ac nad oes symudiad net o ddŵr wedi digwydd.

Concentration of sucrose solution (M)	*Direction droplet moved (number of arrows indicates speed of movement)*
0.1	↓↓↓
0.2	↓↓
0.3	↓
0.4	↔
0.5	↑
0.6	↑↑
0.7	↑↑↑

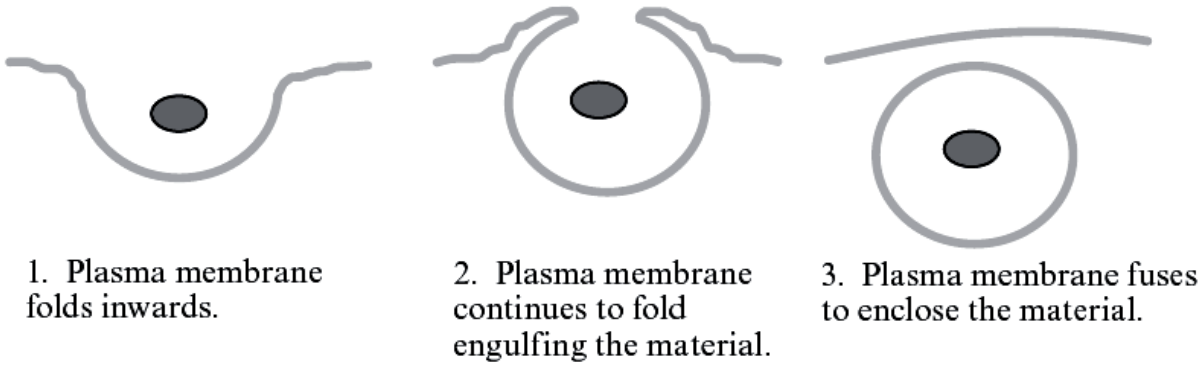
Dewch i ni edrych ar y defnyn mewn hydoddiant swcros **0.6M** fel enghraifft. Mae'r defnyn yn llai dwys na'r hydoddiant swcros gwreiddiol ac mae'n symud i fyny. Rhaid bod dŵr wedi mynd i'r cyfrwng allanol drwy osmosis, gan ei wneud yn llai dwys. Mae'r hydoddiant swcros 0.6M yn hypertonig; mae hyn yn achosi i ddŵr adael y celloedd betys drwy osmosis, o botensial dŵr uchel (yn y celloedd) i botensial dŵr is (yn y cyfrwng trochi allanol), ar draws pilen lled-athraidd. Rhowch gynnig ar y cwestiwn eich hun; mae'n ymddangos ym mhapur BY1 Mai 2012 (CBAC).

Concentration of sucrose solution (M)	*Solute potential, Ψ_s (kPa)*
0.1	–269
0.2	–526
0.3	–790
0.4	–1052
0.5	–1322
0.6	–1596
0.7	–1882

Cofiwch – Pan mae'r celloedd mewn cyfrwng isotonig, fydd dwysedd y defnyn ddim yn newid a fydd y defnyn ddim yn symud i fyny nac i lawr. Ar y pwynt hwn, mae **potensial dŵr y gell yn hafal i botensial dŵr y cyfrwng allanol**. Gallwch chi ddefnyddio hyn i ganfod potensial dŵr y gell drwy ddefnyddio'r tabl trawsnewid ar y chwith.

Swmpgludo drwy gyfrwng ecsocytosis ac endocytosis

Mae gronynnau mawr yn **mynd i mewn** i gelloedd drwy **endocytosis**. Mae'r gellbilen yn amlyncu gronynnau neu hylif i ffurfio fesigl sy'n mynd i mewn i'r cytoplasm.

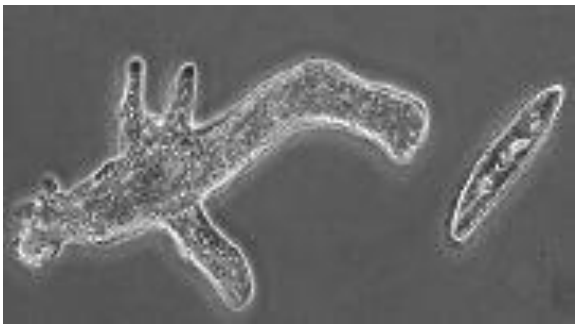


1. Plasma membrane folds inwards.

2. Plasma membrane continues to fold engulfing the material.

3. Plasma membrane fuses to enclose the material.

Mae dau fath o endocytosis – **ffagocytosis** (sy'n golygu cell yn bwyta) a **pinocytosis** (lle mae hylif yn mynd i mewn i'r gell). Mae rhai mathau o gell wen y gwaed, sef ffagocytau, yn amlyncu microbau drwy gyfrwng ffagocytosis. Mae ffagocytosis wedi'i ddangos isod wrth i amoeba amlyncu paramaeciwm.





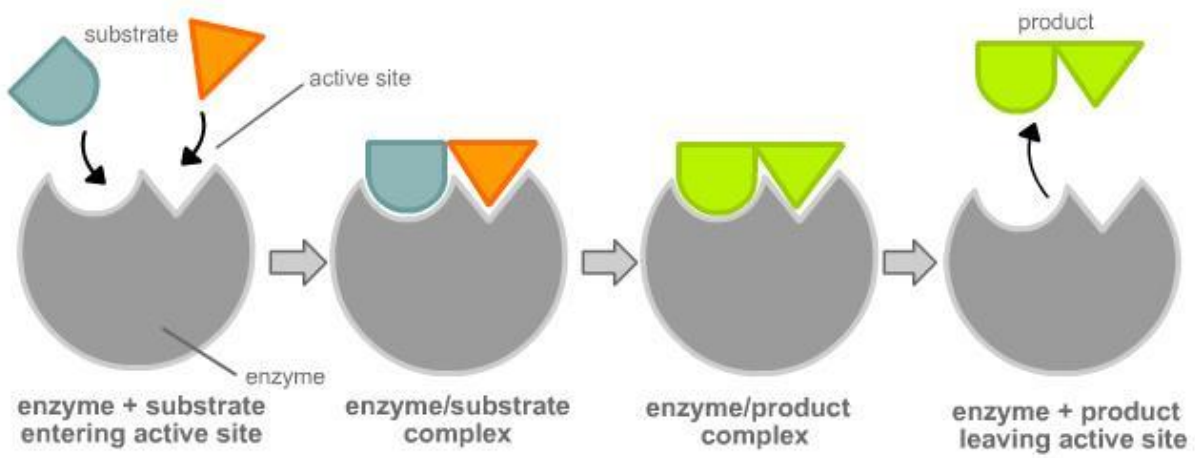
Roedd disgrifiad llawn o **ecsocytosis** yn ôl ar dudalen 31. Mae sylweddau'n **gadael y gell** ar ôl cael eu cludo drwy'r cytoplasm mewn **fesiglau cludiant** (o'r reticwlwm endoplasmig garw) i organigyn Golgi ac yna i'r gellbilen drwy **fesiglau secretu**. Mae fesiglau secretu'n asio â'r gellbilen ac yn secretu'r cynnwys y tu allan i'r gell.

Ensymau - Rhagdybiaeth clo ac allwedd

Mae ensymau'n cyfuno â moleciwlau swbstrad yn y safle actif i gynhyrchu cynnyrch. Mae pob ensym yn **brotein trydyddol** lle mae'r gadwyn polypeptid wedi'i phlygu'n ôl arni hi ei hun mewn siâp crwn sfferig. **Catalyddion biolegol** yw ensymau sy'n cyflymu cyfradd adweithiau metabolaidd.

- ✓ Mae pob ensym yn adweithio â moleciwlau **swbstrad** penodol – mae ensymau yn benodol.
- ✓ Mae gan bob ensym ei siâp crwn 3D arbennig ei hun sy'n cael ei gynnal gan fondio protein trydyddol.
- ✓ Mae'r moleciwl swbstrad yn ffitio mewn **safle actif** yn yr ensym ac yn glynu yno i ffurfio **cymhlygyn ensym-swbstrad**.
- ✓ Mae'r **rhagdybiaeth clo ac allwedd** wreiddiol yn awgrymu bod y swbstrad yn ffitio'n union yn safle actif yr ensym; mas astudiaethau diffreithiant pelydr-X o'r ensym lysosym yn ategu hyn.

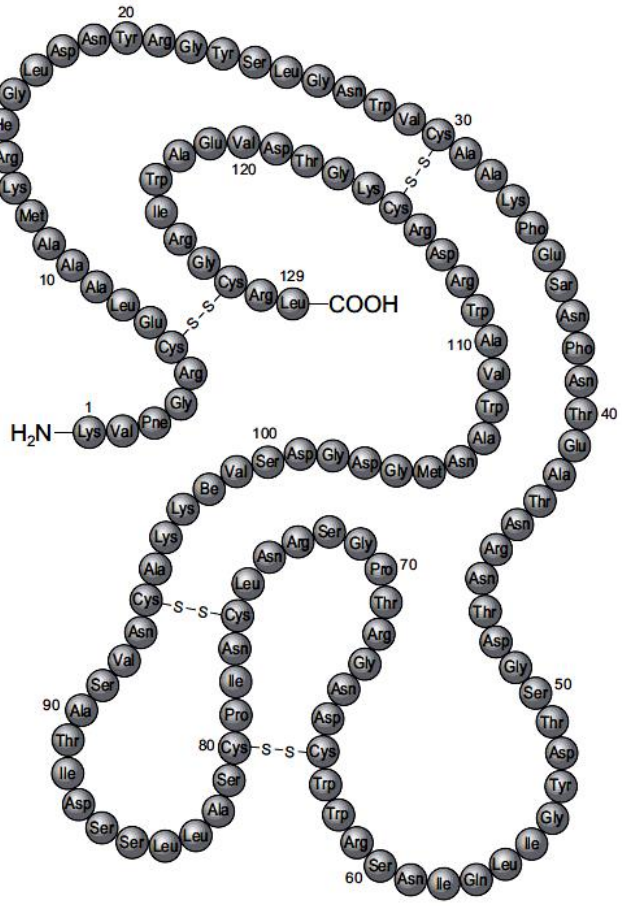
Mae ensymau **anabolig** yn adeiladu cynhyrchion mwy o foleciwlau swbstrad llai. Mae ensymau **catabolig** yn dadelfennu moleciwlau swbstrad mawr i ffurfio cynhyrchion llai. Mae un adwaith anabolig wedi'i ddangos isod:



Mae **lysosym** yn ensym sy'n bodoli mewn dagrau a secretiadau eraill. Ei swyddogaeth yw dinistrio bacteria pathogenaidd drwy ddadelfennu eu cellfuriau. Mae cellfur bacteria yn bolysacarid sy'n cynnwys cadwynau o siwgrau amino. Mae lysosym yn dinistrio'r cellfur drwy dorri bondiau glycosidaidd rhwng y siwgrau amino. Mae diffreithiant pelydr-X wedi dangos bod yna rigol ar un ochr i'r moleciwl lysosym. Mae darn o bolysacarid, chwe siwgr amino o hyd, yn ffitio yn y rhigol. Mae'r swbstrad yn cael ei ddal yn ei le gan **fondiau hydrogen ac ïonig**. Mae'r polysacarid yn cael ei dorri mewn safle penodol bob tro. Adwaith catabolig yw hwn.

Ensymau - Rhagdybiaeth ffit anwythol

Mae ymchwil diweddar yn awgrymu ei bod hi'n bosibl nad yw'r safle actif yr union siâp cywir i ddechrau. Mae gwyddonwyr yn credu bod y **moleciwl swbstrad yn newid siâp y safle actif**; mae'r safle actif yn newid i ffitio'r moleciwl swbstrad yn berffaith. Enw'r rhagdybiaeth hon yw'r **rhagdybiaeth ffit anwythol**. Mae'r ffaith bod swbstrad yn gallu mowldio'r ensym i'w siâp ei hun yn golygu bod llawer o wahanol swbstradau'n gallu adweithio â'r un ensym. Gallai hyn egluro penodolrwydd eang rhai ensymau e.e. lipas.

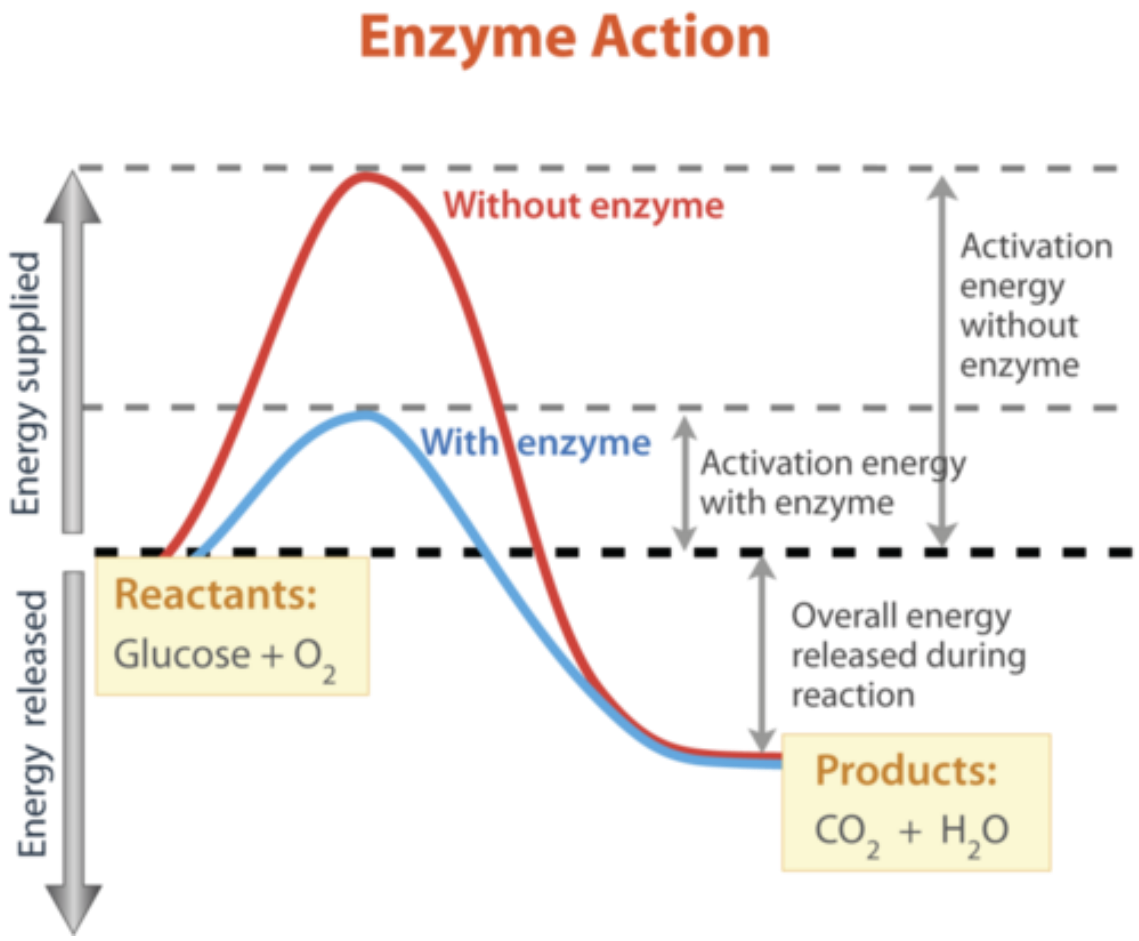


Mae'r bondiau deusylffid yn y diagram uchod yn cysylltu gwahanol rannau o'r moleciwl polypeptid ac yn helpu i gynnal **siâp crwn 3D** yr ensym, yn enwedig y safle actif. Y safle actif yw'r rhigol yn y moleciwl. Mae gan y swbstrad **siâp cyflenwol** ac mae'n ffitio yn y safle actif.

Priodweddau ac egni actifadu ensymau

- ✓ Mae ensymau'n **benodol**; dim ond un adwaith penodol wnaiff pob ensym ei gatalyddu.
- ✓ Mae ensymau'n effeithlon iawn ac mae ganddynt **rif trosiant uchel**; mae hyn yn golygu eu bod nhw'n gallu trawsnewid llawer o foleciwlau swbstrad yn gynnyrch ym mhob uned amser.

Mae angen egni i ddechrau adweithiau cemegol; hwn yw'r **egni actifadu**. Yr egni actifadu yw'r egni sydd ei angen i dorri'r bondiau cemegol presennol mewn moleciwlau. Yn y corff, mae ensymau yn **gostwng egni actifadu adwaith**. Mae hyn yn lleihau'r egni sydd angen ei roi i mewn i ganiatáu i adweithiau ddigwydd; mae hyn yn golygu eu bod nhw'n gallu digwydd ar dymheredd is. Mae'r graff isod yn dangos y newidiadau egni sy'n digwydd yn ystod adwaith cemegol. Mae'r brigau'n cynrychioli'r egni actifadu sydd ei angen i ddechrau'r adwaith. Mae ensym yn gostwng yr egni actifadu hwn (edrychwch ar y gromlin las isod).

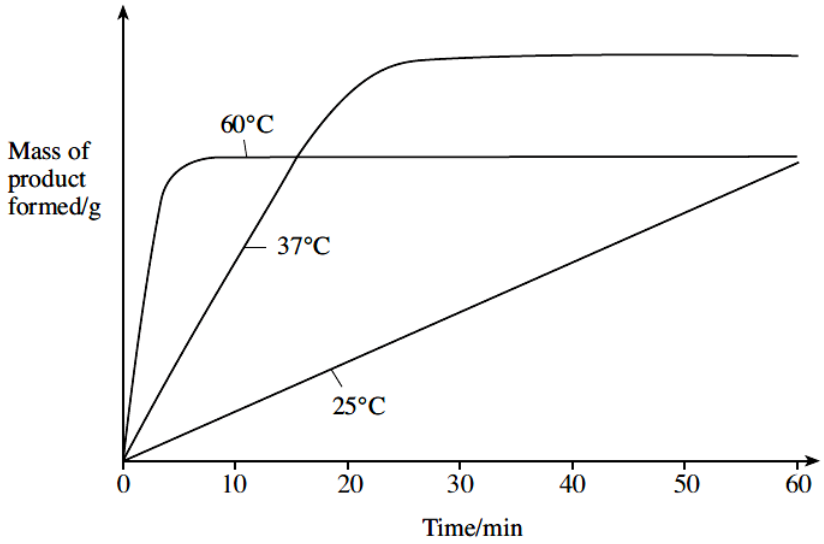


Ffactorau sy'n effeithio ar actifedd ensymau - Tymheredd

Mae newid y ffactorau canlynol yn gallu effeithio ar actifedd ensymau:

- ✓ **Tymheredd**
- ✓ **pH**
- ✓ **Crynodiad y swbstrad**
- ✓ **Crynodiad yr ensym**

Mae cynyddu'r **tymheredd** yn rhoi mwy o egni cinetig i foleciwlau. Mae moleciwlau ensymau a swbstradau'n symud o gwmpas yn gyflymach, gan gynyddu'r siawns o foleciwlau'n gwrthdaro; mae hyn yn arwain at ffurfio **mwy o gymhlygion ensym-swbstrad llwyddiannus**. Mae cynyddu tymheredd adwaith wedi'i reoli gan ensymau'n arwain at gynnydd yng nghyfradd yr adwaith (ffurfio'r cynnyrch yn gyflymach). Fel rheol gyffredinol, **mae cyfradd yr adwaith yn dyblu â phob cynnydd tymheredd 10°C**. Bydd hyn yn parhau nes cyrraedd y tymheredd optimwm (gorau). I'r rhan fwyaf o ensymau, y tymheredd optimwm yw 40°C.



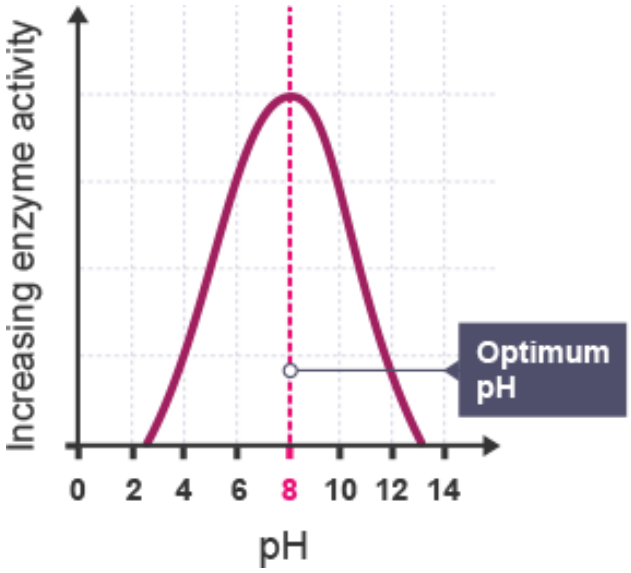
Ar **25 °C** does dim llawer o egni cinetig. Mae'r ensym a'r moleciwlau swbstrad yn gwrthdaro'n llai aml. Mae llai o gymhlygion ensym-swbstrad llwyddiannus yn ffurfio. Mae'r cynnyrch yn cael ei gynhyrchu'n araf. Mae actifedd ensymau'n isel.

Ar **37 °C** mae mwy o egni cinetig. Mae'r ensym a'r moleciwlau swbstrad yn gwrthdaro'n amlach. Mae mwy o gymhlygion ensym-swbstrad llwyddiannus yn ffurfio. Mae'r cynnyrch yn cael ei gynhyrchu'n gyflymach (mae'r gromlin yn fwy serth rhwng 0 a 20 munud). Mae actifedd yr ensym yn lefelu rhwng 20 a 60 munud wrth i grynodiad y swbstrad ddod yn **ffactor gyfyngol** (mae'r moleciwlau swbstrad wedi'u trawsnewid yn gynnyrch).

Ar **60 °C**, i ddechrau caiff y cynnyrch ei ffurfio'n gyflym iawn oherwydd lefelau egni cinetig uchel iawn. Mae'r ensymau'n dadnatureiddio'n gyflym wrth i ddirgryniadau dorri bondiau hydrogen yn safle actif yr ensym, gan achosi i siâp safle actif yr ensym newid. Mae llai o'r cynnyrch yn cael ei ffurfio oherwydd dydy'r cymhlygyn ensym-swbstrad ddim yn gallu ffurfio. Dydy rhai o'r moleciwlau swbstrad ddim yn cael eu trawsnewid.

Ffactorau sy'n effeithio ar actifedd ensymau - pH a chrynodiad y swbstrad

Mae gan ensymau **amrediad pH optimwm cul**. Mae newidiadau pH bach (o fewn yr amrediad hwn) yn gallu effeithio ar gyfradd adwaith heb effeithio ar adeiledd yr ensym. Mae newidiadau bach y tu hwnt i'r amrediad optimwm yn gallu achosi newidiadau cildroadwy i adeiledd yr ensym; mae hyn yn achosi anactifadu. **Mae pH eithafol yn gallu dadnatureiddio ensym**.

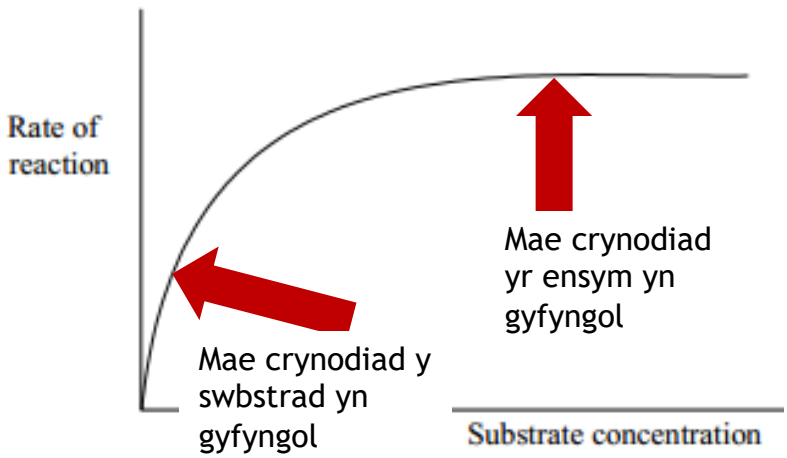


Cofiwch – Mae gan wahanol ensymau wahanol optima pH; mae hwn yn un rheswm pam mae gan ein system dreulio wahanol rannau.

I ffurfio cymhlygyn ensym-swbstrad, rhaid i'r gwefrau ar gadwynau ochr asid amino y safle actif ddenu gwefrau ar y moleciwl swbstrad. Mae ïonau hydrogen (H^+) a hydrocsyl (OH^-) rhydd yn effeithio ar y gwefrau yn safle actif yr ensym. Er enghraifft, os oes gormod o ïonau H^+ (rhy asidig) gallai fod yr un wefr ar y safle actif a'r swbstrad. Byddai safle actif yr ensym a'r swbstrad yn gwrthyrru ei gilydd.

Os yw crynodiad yr ensym yn aros yn gyson, **bydd cyfradd yr adwaith yn cynyddu wrth i grynodiad y swbstrad gynyddu**. Bydd yr adwaith yn lefelu cyn gynted â bod y safleoedd actif i gyd yn llawn; mae nifer y safleoedd actif sydd ar gael yn dod yn **ffactor gyfyngol** ar grynodiadau swbstrad uwch.

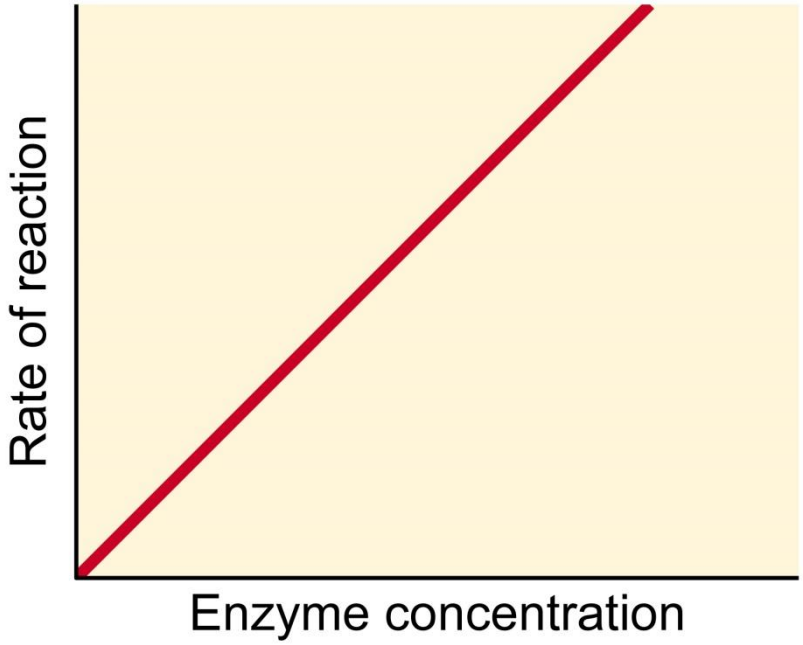
Cofiwch – I ddechrau, crynodiad y swbstrad yw'r **ffactor gyfyngol**. Cyn gynted ag mae'r gromlin yn lefelu, dydy'r swbstrad ddim yn cyfyngu ar gyfradd yr adwaith mwyach; mae ffactor arall yn dod yn ffactor gyfyngol e.e. crynodiad yr ensym. Pan mae crynodiad yr ensym yn dod yn ffactor gyfyngol, mae'r safleoedd actif i gyd yn llawn, ar ôl ffurfio cymhlygion ensym-swbstrad yn llwyddiannus.



Ffactorau sy'n effeithio ar actifedd ensymau - Crynodiad yr ensym

Cyn gynted ag mae cynnyrch yn gadael y safle actif, mae'r moleciwl ensym ar gael i'w ddefnyddio eto, felly dim ond crynodiad ensym isel sydd ei angen i gatalyddu nifer mawr o adweithiau. Nifer y moleciwlau swbstrad mae un moleciwl ensym yn gallu ei droi'n gynhyrchion mewn amser penodol yw'r **rhif trosiant**. Un o'r ensymau sy'n gweithio gyflymaf yw catalas; mae ei rif trosiant yn 40 miliwn o foleciwlau yr eiliad! Mae catalas yn dadelfennu'r gwastraff gwenwynig iawn, hydrogen perocsid.

Wrth i **grynodiad yr ensym gynyddu**, mae mwy o safleoedd actif ar gael ac felly mae cyfradd yr adwaith yn cynyddu.



Cofiwch – Os yw'r tymheredd a'r pH yn optimaidd, a bod gormodedd o'r swbstrad, mae cyfradd yr adwaith mewn cyfrannedd union â chrynodiad yr ensym.

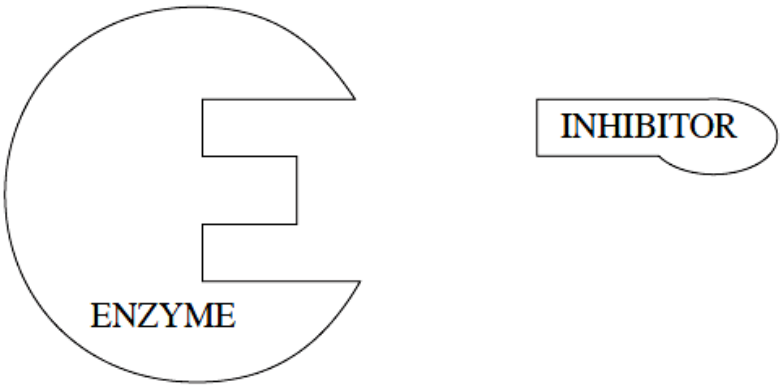
Term allweddol:
Ffactor gyfyngol – Mae ffactor yn gyfyngol os yw cynyddu ei gwerth yn achosi cynnydd yng nghyfradd yr adwaith.

Cofiwch - Mae **catalas** yn ensym sy'n bodoli ym mhob cell fyw; mae catalas yn dadelfennu'r cynnyrch gwastraff gwenwynig **hydrogen perocsid** i ffurfio **dŵr ac ocsigen** diberygl. Byddwch chi'n ymchwilio i'r ffactorau sy'n effeithio ar actifedd catalas yn eich llyfr labordy. Cofiwch adolygu cynnwys eich llyfr labordy hefyd!

Atalyddion ensymau

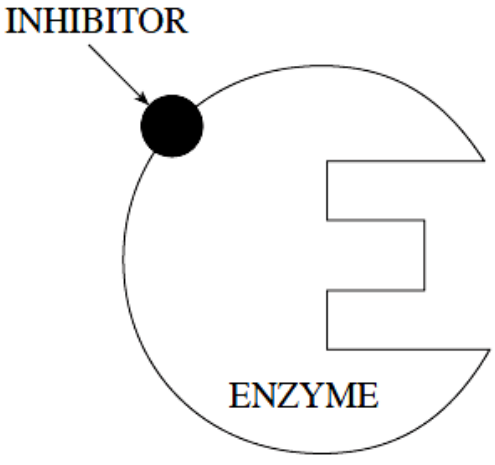
Atalydd ensymau yw unrhyw sylwedd sy'n lleihau cyfradd adwaith wedi'i gatalyddu gan ensym, neu'n stopio'r adwaith. Mae atalyddion ensymau naill ai'n atalyddion **cystadleuol neu'n** atalyddion **anghystadleuol**.

Mae **atalyddion cystadleuol** yn **adeileddol debyg i'r moleciwl swbstrad**; maent yn gallu ffitio yn y safle actif yn lle'r moleciwl swbstrad. Mae atalydd cystadleuol yn atal cymhlygion ensym-swbstrad rhag ffurfio.



Cofiwch – Peidiwch byth â dweud bod yr atalydd cystadleuol yr un siâp â'r moleciwl swbstrad; dydy hyn ddim yn wir! Mae ganddo siâp tebyg sy'n golygu ei fod yn gallu ffitio yn safle actif yr ensym, gan atal cymhlygion ensym-swbstrad rhag ffurfio.
Hefyd, dydy'r atalydd ddim yn cystadlu am y safle actif, ond mae'n gallu gwrthdaro â'r ensym oherwydd symudiad cinetig ar hap y moleciwlau.

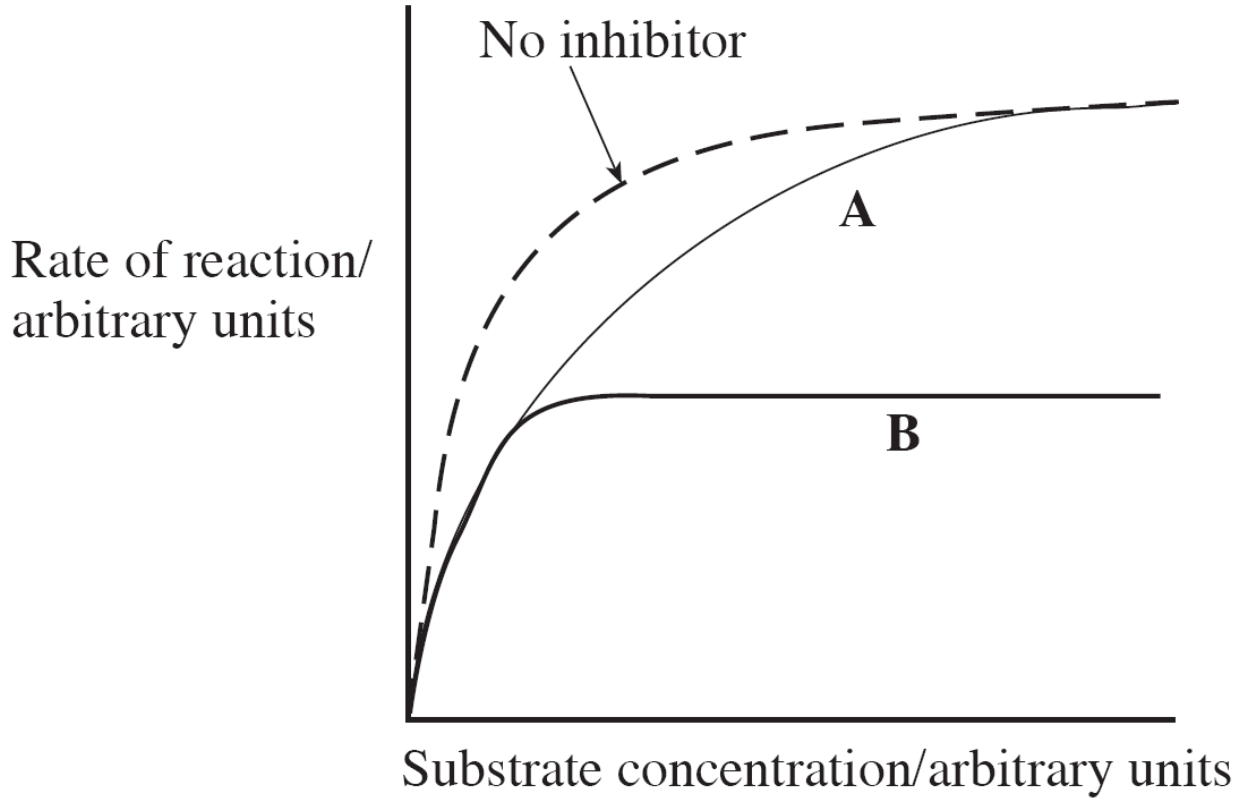
Bydd cynyddu crynodiad y swbstrad yn lleihau effaith yr atalydd gan fod yr ensym yn fwy tebygol o wrthdaro â moleciwl swbstrad a ffurfio cymhlygyn ensym-swbstrad yn llwyddiannus.



Dydy **atalyddion anghystadleuol** ddim yn rhwymo wrth y safle actif; maent yn rhwymo wrth unrhyw ran arall o'r ensym. Mae hyn yn newid siâp cyffredinol yr ensym, gan gynnwys y safle actif. Dydy'r moleciwl swbstrad ddim yn gallu ffitio yn y safle actif mwyach. Dydy cynyddu crynodiad y swbstrad ddim yn cynyddu cyfradd yr adwaith yn yr achos hwn, oherwydd dydy'r swbstrad ddim yn gallu ffitio yn safle actif yr ensym mwyach. Dydy cymhlygion ensym-swbstrad ddim yn gallu ffurfio.

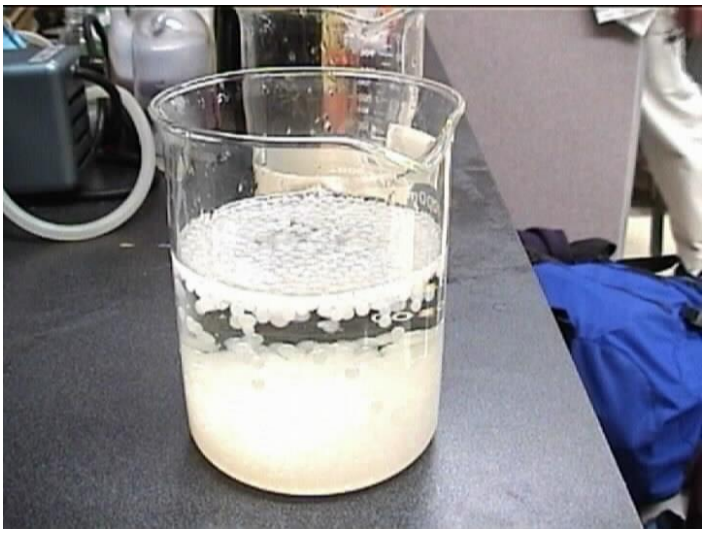
Atalyddion ensymau (parhad)

Bydd angen i chi allu adnabod pa fath o ataliad mae cromlin A a chromlin B yn ei ddangos ar y graff isod. Mae'r echelin-x yn dangos crynodiad y swbstrad yn cynyddu. Dim ond ataliad cystadleuol sy'n gallu cael ei leihau drwy gynyddu crynodiad y swbstrad - felly mae'n rhaid mai cromlin A yw hwn. Dydy cynyddu crynodiad y swbstrad ddim yn effeithio ar ataliad anghystadleuol - felly mae'n rhaid mae cromlin B yw hwn.



Defnyddio ensymau mewn diwydiant

Mae ensymau'n cael eu defnyddio ar raddfa fasnachol eang yn y diwydiannau bwyd, fferylliaeth ac agrocemeg. **Mae ensymau ansymudol yn sefydlog, yn sownd neu wedi eu dal ar fatrics anadweithiol. Mae gleiniau alginad yn enghraifft.**

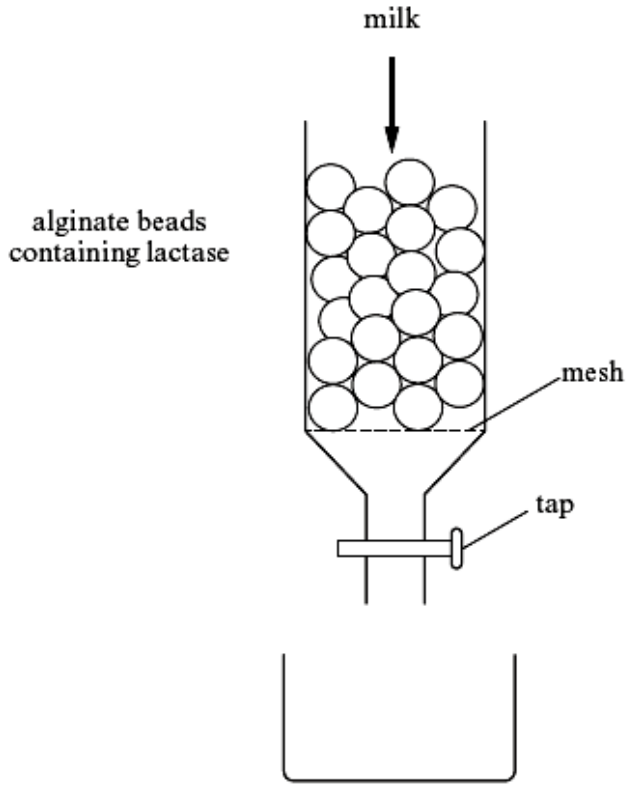


Gallwn ni hefyd wneud ensymau'n ansymudol ar bilen. Mae hyn yn aml yn well na defnyddio gleiniau alginad oherwydd mae'r ensym yn gallu dod i gysylltiad uniongyrchol â'r swbstrad, sy'n caniatáu i'r adwaith ddigwydd yn gyflymach. Rhaid i foleciwlau swbstrad dryledu i fatrics jeli gleiniau alginad (mae angen amser i'r cynnyrch dryledu allan hefyd), felly mae'r adwaith yn cymryd mwy o amser. Efallai y byddwch chi wedi defnyddio gleiniau alginad i wneud pectinas neu lactas yn ansymudol yn yr ysgol. Mae llawer o fanteision i ddefnyddio ensymau ansymudol.

Rhif	Manteision defnyddio ensymau ansymudol
1	Dydy'r ensym ddim yn halogi'r cynnyrch.
2	Gallwn ni adennill ac ailddefnyddio'r ensymau ansymudol.
3	Dim ond swm bach o ensym sydd ei angen.
4	Mae'r ensymau'n fwy sefydlog ac yn dadnatureiddio ar dymheredd uwch.
5	Mae ensymau ansymudol yn gallu catalyddu adweithiau dros amrediad pH ehangach.
6	Gallwn ni ddefnyddio mwy nag un ensym; gallwn ni ychwanegu a thynnu ensymau.
7	Mwy o reolaeth dros y broses.
8	Gallwn ni eu defnyddio nhw mewn proses barhaus.

Defnyddio ensymau mewn diwydiant - Ensymau ansymudol

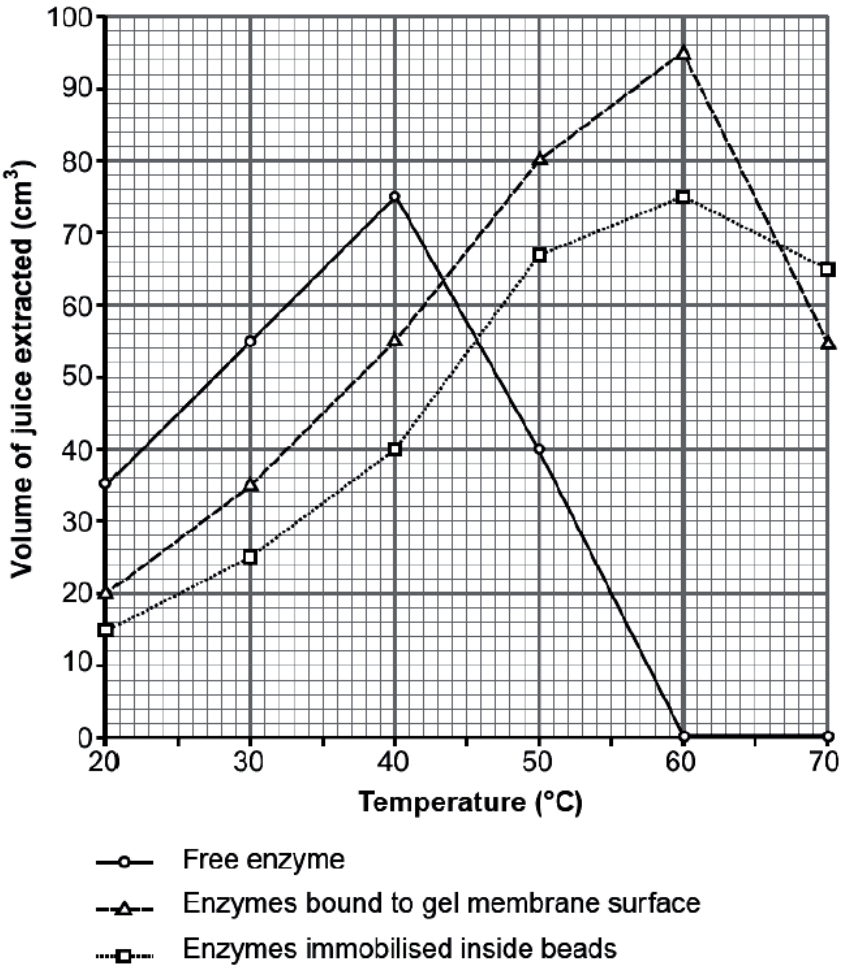
Mae tua thri chwarter poblogaeth ddynol y byd yn dioddef **anoddefgarwch lactos** (siwgr llefrith) fel oedolion. Gallwn ni ddefnyddio'r ensym lactas i leihau faint o lactos sydd mewn llefrith. Mae lactas yn torri'r deusacarid lactos yn **glwcos a galactos**.



Wrth i'r llefrith lifo drwy'r golofn, mae'r swbstrad (lactos) yn tryledu i mewn i'r matrics alginad ac yn ffurfio cymhlygyn ensym-swbstrad gyda'r lactas. Mae'r monosacaridau glwcos a galactos yn tryledu allan o'r gleiniau alginad ac yn gadael y golofn gyda gweddill y llefrith.
Gallwn ni leihau'r gyfradd llif i roi mwy o amser i'r ensym a'r swbstrad ddod i gysylltiad â'i gilydd, gan ganiatáu i fwy o gymhlygion ensym-swbstrad ffurfio. Gallwn ni ddefnyddio gleiniau llai i gynyddu'r arwynebedd arwyneb, sy'n caniatáu i dryledia ddigwydd yn gyflymach.

Cofiwch - Dydy ensymau ansymudol ddim yn gallu symud. Mae hyn yn lleihau amlder gwrthdrawiadau llwyddiannus gan mai'r swbstrad yw'r unig foleciwl sy'n symud. Felly, bydd ensymau rhydd yn fwy actif bob amser, cyn belled ag nad yw'r tymheredd yn uwch na'r optimwm.

Defnyddio ensymau mewn diwydiant - Dehongli graff



Ensym rhydd - Rhwng 20 – 40 °C yr ensym rhydd sydd fwyaf actif. Mae'r ensym a'r swbstrad yn rhydd i symud ac felly'n fwy tebygol o wrthdaro. Wrth i'r tymheredd gynyddu mae egni cinetig y moleciwlau'n cynyddu, sy'n caniatáu mwy o wrthdrawiadau llwyddiannus rhwng yr ensym a'r swbstrad ac mae'r cynnyrch yn ffurfio'n gyflym. Rhwng 40 – 60 °C mae cyfaint y sudd ffrwythau'n lleihau'n gyflym gan fod mwy o ddirgryniadau'n torri'r bondiau hydrogen yn y safle actif; mae hyn yn newid siâp y safle actif ac mae'r ensymau'n cael eu dadnatureiddio.
Ensym ansymudol mewn gleiniau alginad – Mae actifedd yr ensym yn dal i gynyddu y tu hwnt i'r optimwm naturiol (hyd at 60 °C). Mae'r gel alginad yn llenwi ac yn cynnal safle actif yr ensym, gan gadw siâp y safle actif, a chaniatáu i gymhlygion ensym-swbstrad barhau i ffurfio.
Ensymau'n sownd ar bilen – Mae ensymau sy'n sownd ar bilen yn dod i gysylltiad uniongyrchol â'r swbstrad felly mae'r cynnyrch yn ffurfio'n gyflymach nag wrth ddefnyddio ensymau ansymudol mewn alginad.

Byddai **gwneuthurwr sudd ffrwythau** yn dewis y **dull sownd ar bilen** ar 60 °C i roi'r cynnyrch mwyaf o sudd ffrwythau. I gynyddu'r cynnyrch ymhellach, gallai blygu'r bilen lawer gwaith i gynyddu nifer y safleoedd actif sydd ar gael, a gallai leihau'r gyfradd llif i roi mwy o amser i'r ensym a'r swbstrad ddod i gysylltiad â'i gilydd.

Defnyddio ensymau mewn diwydiant - Biosynwyryddion

Mae biosynwyryddion yn gallu canfod moleciwlau o bwysigrwydd biolegol yn gyflym iawn, hyd yn oed ar grynodiadau isel. Gallwn ni ddefnyddio biosynwyryddion i fesur crynodiad glwcos yng ngwaed unigolion sy'n dioddef o ddiabetes. Mae biosynwyryddion yn defnyddio ensymau ansymudol ar bilen gel. Mae'r biosynhwyrydd yn canfod newid cemegol, wrth i'r swbstrad gael ei drawsnewid yn gynnyrch, ac mae trawsddygiadur yn trawsnewid y newid cemegol hwn yn signal trydanol y gallwn ni ei fwyhau a'i weld ar ddangosydd.

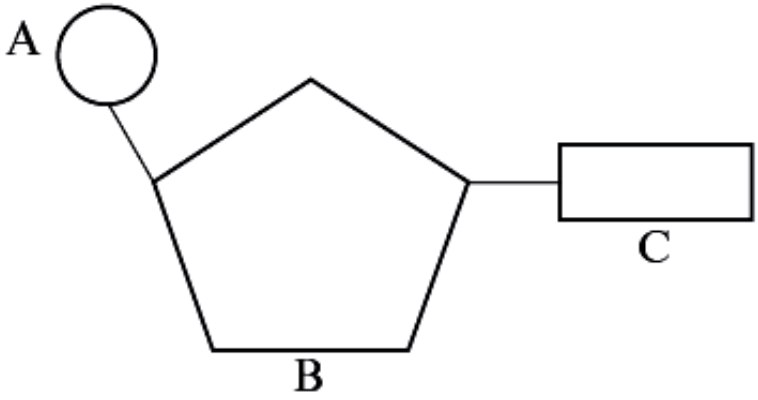


Mae'r biosynhwyrydd uchod yn canfod moleciwlau wrea. Mae moleciwlau wrea bach yn **tryledu** ar draws y **bilen lled-athraidd** ac yn ffurfio **cymhlygion ensym-swbstrad** ag wreas ansymudol. Y **cynnyrch** sy'n cael ei ffurfio yw ïonau amoniwm (hwn yw'r newid cemegol); mae'r **trawsddygiadur** yn trawsnewid hwn yn **signal trydanol**. Mae'r signal yn cael ei **fwyhau** ac mae darlleniad yn ymddangos ar y **dangosydd**.

Adeiledd niwcleotidau

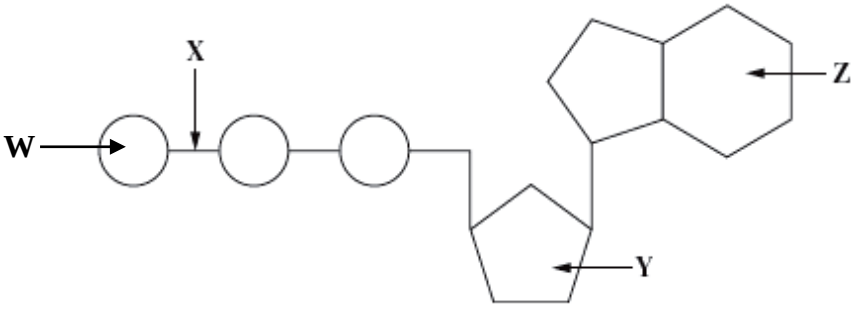
Mae **niwcleotidau** wedi'u gwneud o dair cydran sy'n cyfuno mewn adwaith cyddwyso. Y rhain yw:

- ✓ **Un neu fwy o grwpiau ffosffad (A).**
- ✓ **Siwgr pentos (B).**
- ✓ **Bas organig sy'n cynnwys nitrogen (C).**



Mae adenosin triffosffad (ATP) yn enghraifft o **niwcleotid**. ATP yw **prif gyfnewidiwr egni'r gell** – mae'n darparu egni ar gyfer **y rhan fwyaf** o adweithiau yn **y rhan fwyaf** o gelloedd. Mae diagram bloc o ATP wedi'i ddangos isod.

- ✓ Mae'r **grŵp ffosffad** wedi'i gynrychioli ag W (mae tri ohonynt mewn ATP).
- ✓ Y **siwgr pentos**, sef **ribos**, yw Y.
- ✓ **Bas organig** o'r enw **adenin** yw Z.
- ✓ Mae'r bond X yn cael ei ffurfio gan **adwaith cyddwyso**.



Cofiwch – Pan mae bond X yn cael ei dorri, gan yr ensym ATPas, mae egni'n cael ei ddarparu i'r gell ei ddefnyddio; mae'r bond hwn rhwng y grŵp ffosffad canol a'r grŵp ffosffad terfynol. Mae'r ensym ATPas yn catalyddu hydrolysis y bond hwn.

Adenosin triffosffad (ATP)

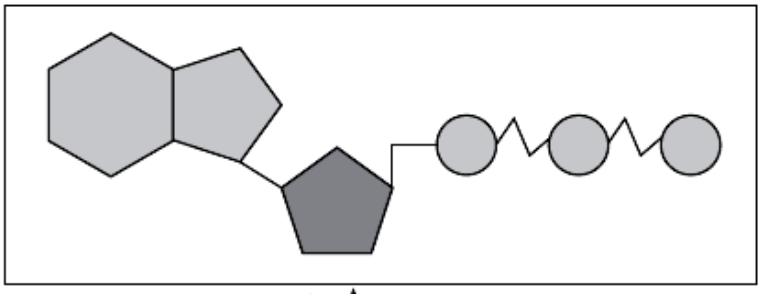
I ryddhau egni o **ATP**, mae'r ensym ATPas yn torri'r bond rhwng y grŵp ffosffad canol a'r grŵp ffosffad terfynol; mae hyn yn rhyddhau egni. Mae hyn hefyd yn ffurfio adenosin deuffosffad (ADP) a grŵp ffosffad (P_i).

$$ATP + Dŵr \longrightarrow ADP + P_i + Egni$$

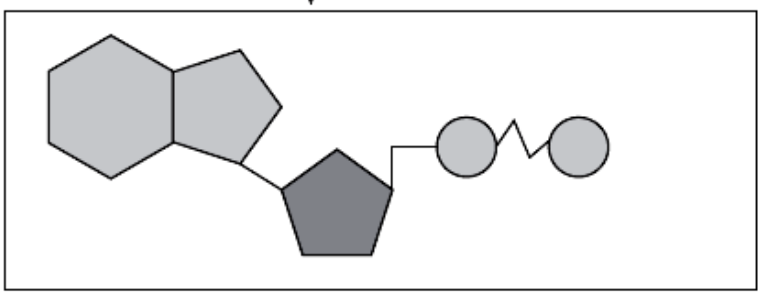
Mae hwn yn adwaith cildroadwy. Mae **ADP a P_i** yn gallu ailffurfio moleciwlau ATP, ond mae angen egni. Mae'r egni'n dod o ddadelfennu glwcos yn ystod resbiradaeth neu o ffotonau golau'n cynhyrfu electronau yn ystod ffotosynthesis. Enw'r broses o ychwanegu grŵp ffosffad at ADP yw ffosfforyleiddiad. Caiff ATP ei ffurfio gan **ffosfforyleiddiad**.

$$Egni + ADP + P_i \longrightarrow ATP + Dŵr$$

X



Y



Mae **X** yn cynrychioli moleciwl **ATP**. Pan mae'r bond rhwng y grŵp ffosffad canol a'r grŵp ffosffad terfynol yn torri, mae'n rhyddhau 30 kJ mol $^{-1}$ o egni. Mae hwn yn adwaith **ecsergonig** (rhyddhau egni).

Moleciwl **ADP** yw **Y**. I ailffurfio ATP mae grŵp ffosffad (P_i) yn cael ei ychwanegu at ADP (dydy P_i ddim wedi'i ddangos yn y diagram hwn). I adeiladu bond newydd egni uchel rhwng ADP a P_i, mae angen 30 kJ mol $^{-1}$ o egni. Mae hwn yn adwaith **endergonig** (mae angen egni).

Cofiwch - Mae ATP yn cael ei gynhyrchu yn y **cytoplasm**, yn y **mitocondria** (matrics a philenni mewnol) ac mewn **cloroplastau** (pilenni thylacoid).

ATP – Defnyddio a manteision

Mae ATP yn darparu egni ar gyfer	Disgrifiad
Prosesau metabolaidd	Adeiladu moleciwlau mawr, cymhleth o foleciwlau bach, symlach e.e. synthesis DNA o niwcliotidau, a pholypeptidau o asidau amino.
Cludiant actif	Newid siâp proteinau cludo mewn cellbilenni i ganiatáu i foleciwlau ac ïonau gael eu cludo yn erbyn graddiant crynodiad.
Symudiad	Cyfangu cyhyrau.
Trawsyriant nerfol	Mae pympiau sodiwm-potasiwm yn cludo ïonau sodiwm a photasiwm yn actif ar draws cellbilen acson.
Secretu	Pecynnu cynhyrchion secretu a'u cludo nhw i fesiglau mewn celloedd.

Mae'r manteision yn cynnwys:

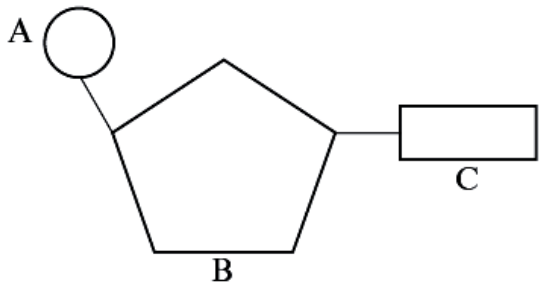
- ✓ Mae **hydrolysis ATP** i ADP yn **un adwaith** sy'n rhyddhau egni ar unwaith. Mae dadelfennu glwcos yn cynnwys nifer o ryngolion ac mae'n cymryd llawer mwy o amser i ryddhau'r egni.
- ✓ Dim ond **un ensym** (ATPas) sydd ei angen i ryddhau egni o ATP; mae angen llawer ohonynt yn achos glwcos.
- ✓ Mae ATP yn rhyddhau **symiau bach o egni** yn ôl yr angen; mae glwcos yn cynnwys symiau mawr o egni ac efallai na fydd angen yr holl egni ar unwaith.
- ✓ Mae ATP yn **hydawdd ac yn hawdd ei gludo** e.e. o gymargell i elfen hidlo mewn ffloem.
- ✓ Mae ATP yn darparu **ffynhonnell egni gyffredin** i **lawer o wahanol adweithiau cemegol**, gan gynyddu effeithlonrwydd a rheolaeth y gell. ATP yw'r moleciwl rhyngol cyffredinol rhwng adweithiau sy'n cynhyrchu egni ac adweithiau sy'n defnyddio egni yn y gell.

Asidau niwclëig, DNA ac RNA

Mae dau fath o asid niwclëig; mae'r ddau wedi'u hadeiladu o **niwcleotidau**.

- ✓ **Asid deocsiriboniwclëig (DNA).**
- ✓ **Asid riboniwclëig (RNA).**

Fel rydych chi'n gwybod, mae niwcleotidau unigol wedi'u gwneud o dair rhan sy'n cyfuno mewn adwaith cyddwyso.



A – Grŵp ffosffad
B – Siwgr pentos
C – Bas organig sy'n cynnwys nitrogen

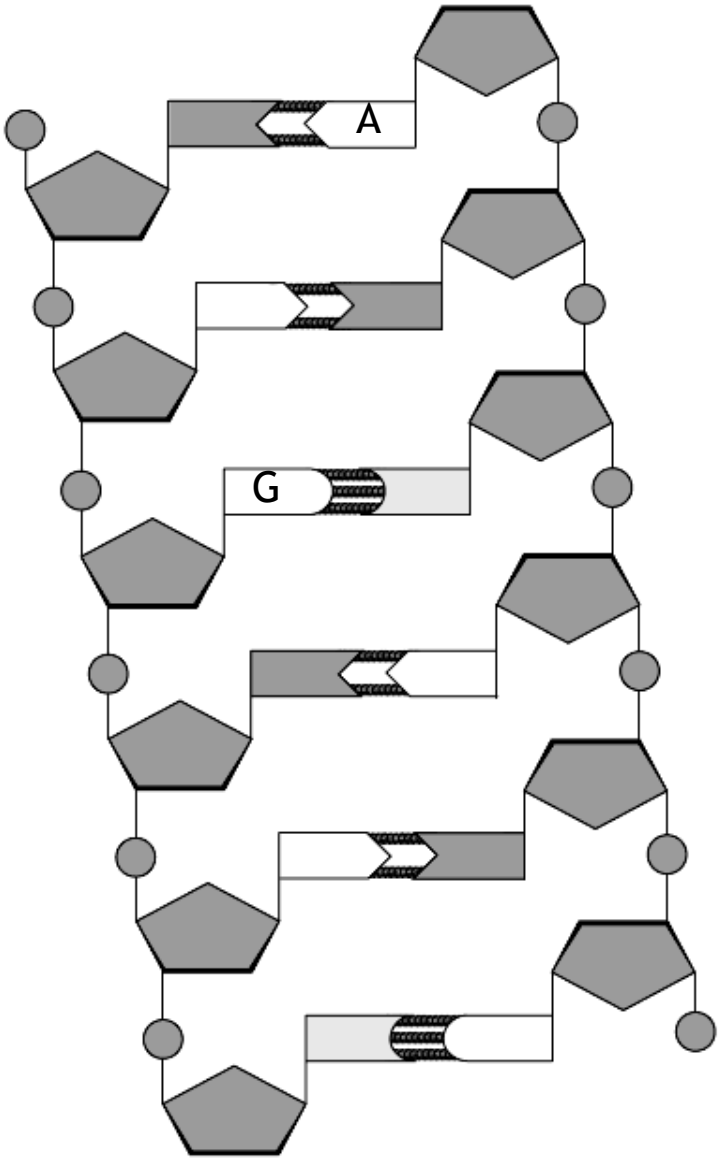
Mae **niwcleotidau DNA** yn cynnwys y siwgr pentos **deocsiribos** a'r basau **adenin, thymin, cytosin neu gwanin**.
Mae **niwcleotidau RNA** yn cynnwys y siwgr pentos **ribos** a'r basau **adenin, wracil, cytosin a gwanin**.
Mae adenin a gwanin yn fasau **pwrin** ag adeiledd cylch dwbl. Mae thymin, wracil a chytosin yn fasau **pyrimidin** ag adeiledd un cylch. Rhaid i fas pyrimidin fondio â bas pwrin. **Mae basau'n gyflenwol** i'w gilydd; mae adenin yn bondio â thymin neu wracil (2 fond hydrogen) ac mae cytosin yn bondio â gwanin (tri bond hydrogen).

Asid deocsiriboniwclëig (DNA)

- ✓ Mae DNA yn bolymer â dau edefyn o niwcleotidau neu **bolyniwcleotid**.
- ✓ Mae pob polyniwcleotid yn gallu cynnwys miliynau o unedau niwcleotid.
- ✓ Mae'r **grwpiau ffosffad a siwgrau pentos bob yn ail** yn ffurfio **asgwrn cefn** y polyniwcleotid.
- ✓ **Deocsiribos** yw'r siwgr pentos yn DNA bob amser.
- ✓ Mae pedwar bas gwahanol, a phob un yn cynnwys nitrogen - adenin, gwanin, cytosin a thymin.
- ✓ Mae basau pwrin yn bondio â basau pyrimidin â bondiau hydrogen.
- ✓ **Mae adenin yn bondio â thymin ac mae gwanin yn bondio â chytosin** (A-T a G-C); rydyn ni'n galw'r rhain yn **barau cyflenwol o fasau.**
- ✓ Mae paru **basau** yn cysylltu dwy gadwyn polyniwcleotid.
- ✓ Mae'r cadwynau polyniwcleotid yn **wrthbaralel** i'w gilydd.
- ✓ Mae'r moleciwl wedi'i ddirdroi i ffurfio **helics dwbl**. Mae **bondiau hydrogen** yn cynnal siâp yr helics dwbl wedi'i ddirdroi.

DNA

Mae darn byr o foleciwl DNA wedi'i ddangos isod. Sylwch fod yr edafedd polyniwceotid yn wrthbaralel i'w gilydd. Cwblhewch y diagram drwy ysgrifennu'r llythyren gywir i gynrychioli'r bas organig. Bondiau hydrogen yw'r bondiau rhwng pob bas. Mae'r dilyniant basau'n ffurfio'r cod genynnol.



Mae DNA yn bodoli yng nghnewyllyn celloedd ewcaryotig ac mae ganddo ddwy swyddogaeth – **dyblygu** a **synthesis protein**. Os yw sampl DNA yn 10% adenin mae'n rhaid ei fod hefyd yn 10% thymin, oherwydd mae'r basau'n gyflenwol ac yn gorfod paru. Cytosin a gwanin yw'r 80% o'r basau sy'n weddill (40% o bob un).

Asid riboniwclëig (RNA)

Asid riboniwclëig (RNA)

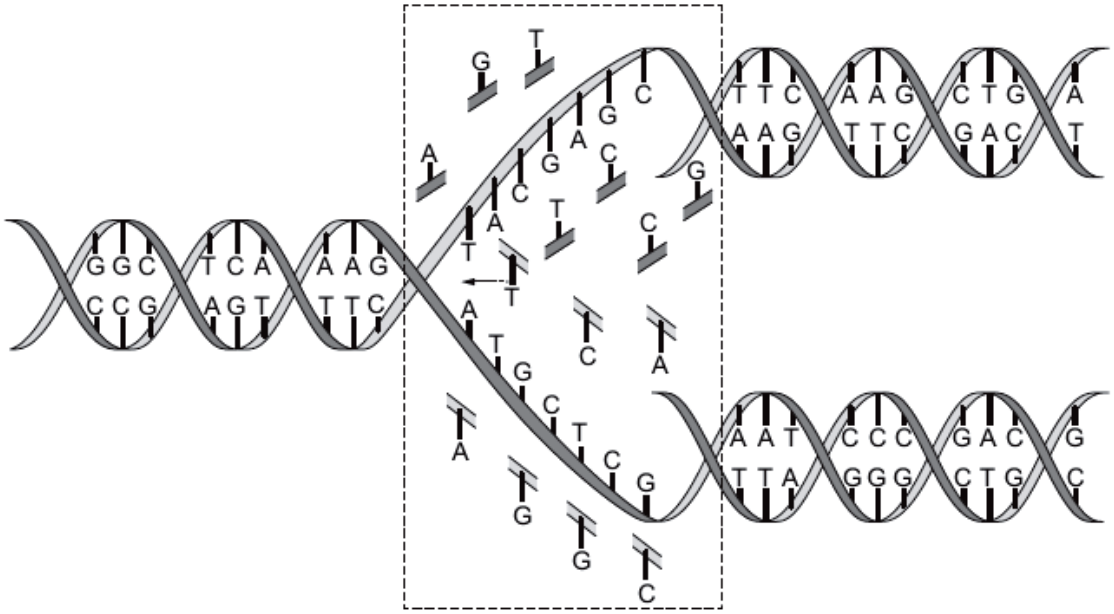
- Mae RNA yn bolyniwcleotid **un edefyn**.
- Mae RNA yn cynnwys y siwgr pentos **ribos**.
- Mae RNA yn cynnwys y basau organig adenin, gwanin, cytosin ac **wracil** (mae wracil yn cymryd lle thymin).
- Dydy RNA ddim yn cynnwys y bas thymin.
- Mae RNA yn llawer byrrach na DNA.

Math o RNA	Disgrifiad a swyddogaeth
RNA negeseuol (mRNA)	Mae mRNA yn foleciwl hir un edefyn. Mae'n cael ei syntheseiddio yn y cnewyllyn ac mae'n cludo'r cod genynnol o'r DNA i'r ribosomau yn y cytoplasm. Mae pob edefyn mRNA yn cynnwys cod genynnol un genyn. Mae pob genyn yn codio ar gyfer polypeptid penodol.
RNA ribosomol (rRNA)	Mae rRNA yn bodoli yn y cytoplasm ac mae'n un o gydrannau ribosomau. Mae ribosomau wedi'u gwneud o rRNA a phrotein ac maent yn cael eu syntheseiddio yng nghnewyllan y cnewyllyn (maent yn gadael y cnewyllyn drwy'r mandyllau cnewyllol). Ribosomau yw safle synthesis proteinau mewn proses o'r enw trosiad.
RNA trosglwyddol (tRNA)	Mae tRNA yn foleciwl bach un edefyn sydd wedi'i blygu mewn siâp deilen meillionen. Mae gan bob moleciwl tRNA safle i rwymo ag asid amino sef CCA. Ar ben arall y moleciwl tRNA mae tripled o fasau sef y gwrthgodon. Mae moleciwlau tRNA yn cludo asidau amino i'r ribosomau. Mae'r basau gwrthgodon yn ffurfio cymhlygyn â basau cyflenwol ar y moleciwl mRNA (codon). Mae hyn yn golygu bod trosiad yn gallu digwydd.

Dyblygu DNA

Mae DNA yn cael ei gopïo yn ystod y broses ddyblygu. Mae dyblygu'n digwydd yn ystod y rhyngffas. Mae dyblygu'n digwydd fel a ganlyn:

- ✓ Mae'r **bondiau hydrogen** sy'n dal y parau o fasau at ei gilydd yn torri ac mae dau hanner y **moleciwl DNA yn gwahanu**.
- ✓ **Mae'r DNA yn dad-ddirwyn**.
- ✓ Wrth i'r edafedd DNA wahanu, mae'r ensym **DNA polymeras** yn catalyddu'r broses o adio **niwcleotidau rhydd** at y basau agored; mae pob cadwyn yn gweithredu fel **templed** fel bod niwcliotidau rhydd yn gallu uno â'u basau cyflenwol.
- ✓ Mae'r broses hon yn arwain at ffurfio **dau foleciwl DNA unfath**, a'r naill a'r llall wedi'i wneud o un gadwyn sydd newydd gael ei syntheseiddio ac un gadwyn o'r moleciwl gwreiddiol.



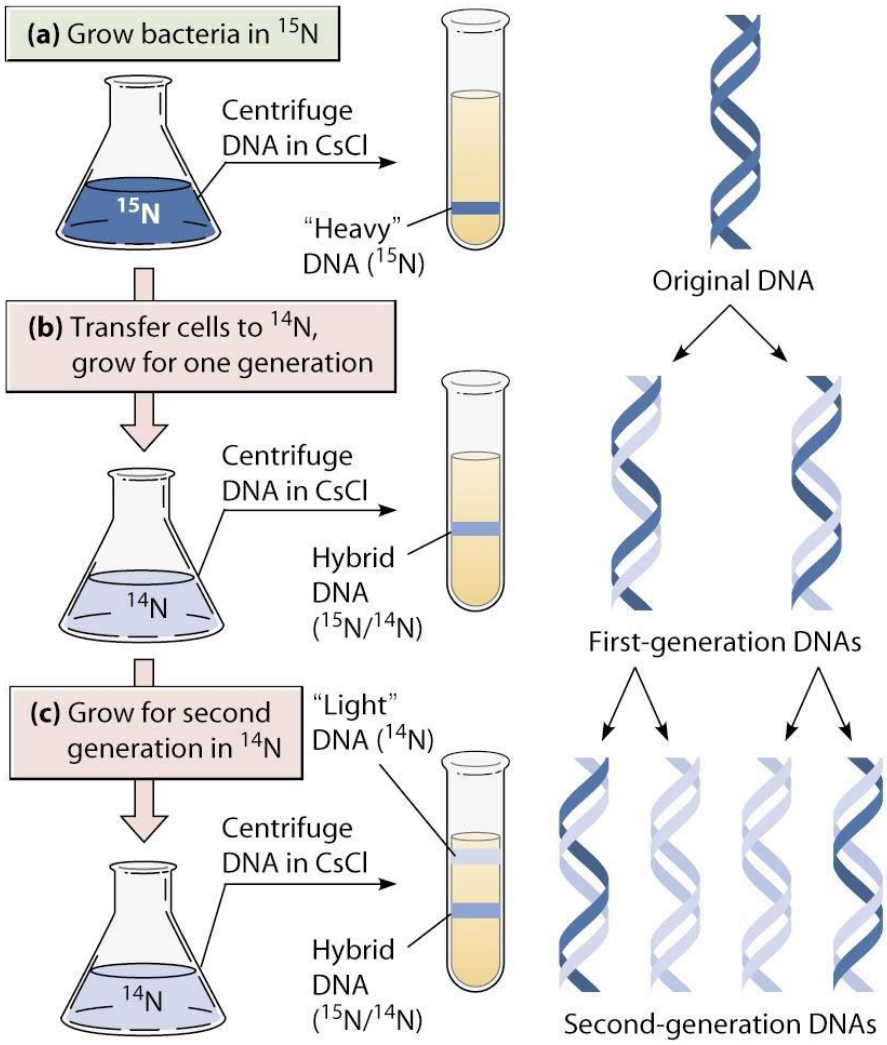
Meselson a Stahl gynigiodd y **rhagdybiaeth led-gadwrol** ar gyfer dyblygu DNA. Mae'r rhagdybiaeth hon yn awgrymu bod pob edefyn DNA yn gweithredu fel templed ar gyfer DNA newydd. **Mae pob edefyn DNA newydd sy'n ffurfio wedi'i wneud o un edefyn gwreiddiol ac un edefyn sydd newydd gael ei syntheseiddio.** Mae arbrofion â DNA wedi'i arunigo o facteria yn ategu'r rhagdybiaeth hon. Dylech chi allu disgrifio'r arbrawf hwn yn llawn.

Aeth Meselson a Stahl ati i feithrin y **bacteriwm Escherichia coli**, am lawer o genedlaethau ar gyfrwng yn cynnwys asidau amino wedi'u gwneud â'r **isotop trwm ^{15}N**. Roedd y bacteria'n derbyn y ^{15}N i'w **niwcliotidau**; mae niwcliotidau'n cynnwys bas organig sy'n cynnwys **nitrogen**. Ar ôl llawer o genedlaethau, roedd y DNA i gyd yn cynnwys ^{15}N.

Arbrawf Meselsohn a Stahl

Arbrawf Meselsohn a Stahl:

- ✓ Roedd y gwyddonwyr yn echdynnu DNA y bacteria ac yn ei allgyrchu.
- ✓ Roedd y DNA yn setlo'n **isel yn y tiwb** gan ei fod yn cynnwys yr isotop trwm ^{15}N (a).
- ✓ Cafodd y bacteria eu golchi, yna eu trosglwyddo i gyfrwng yn cynnwys yr isotop normal, ysgafnach ^{14}N, gan adael iddynt ddyblygu unwaith.
- ✓ Pan gafodd echdyniadau DNA o'r meithriniad **cenhedlaeth gyntaf** eu hallgyrchu, gwelwyd bod ganddo ddwysedd **canolbwynt** (yng nghanol y tiwb); roedd hanner yr edefyn wedi'i wneud o DNA ^{15}N a'r hanner arall wedi'i wneud o DNA ^{14}N newydd (b).
- ✓ Pan gafodd echdyniadau DNA eu cymryd o'r **ail genhedlaeth** wedi'u tyfu mewn cyfrwng ^{14}N, roedd y DNA yn setlo mewn **mannau canolig ac uchel** yn y tiwb ar ôl ei allgyrchu (c).
- ✓ Roedd hyn yn dystiolaeth i **ategu'r rhagdybiaeth led-gadwrol**.



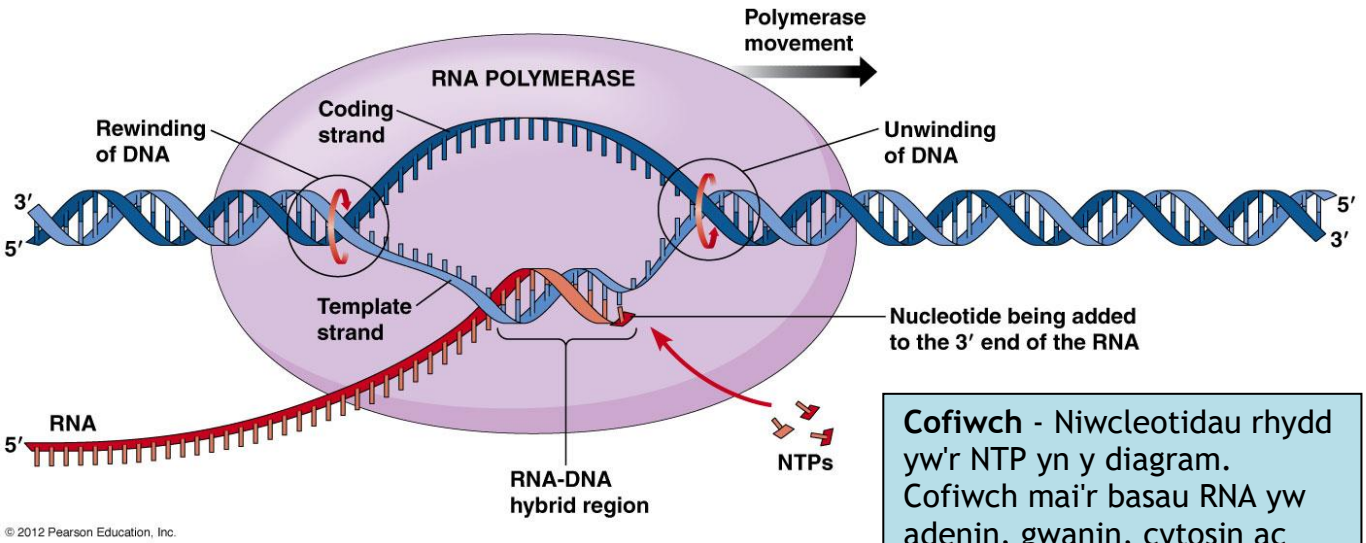
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

DNA a'r cod genynnol

Y dilyniant basau sy'n gwneud genyn sy'n cludo'r wybodaeth enynnol i adeiladu adeiledd sylfaenol un polypeptid. Mae tri bas yn codio ar gyfer un asid amino; rydyn ni'n galw hyn yn **god tripled** neu'n **godon**. I syntheseiddio protein, mae angen **trawsgrifio** genyn i mewn i foleciwl **mRNA**, o'r templed DNA gwreiddiol. Yna, mae'r cod yn y moleciwl mRNA yn cael ei **drosi** yn bolypeptid gan **ribosom**.

Trawsgrifiad - dydy DNA ddim yn gadael y cnewyllyn; mae'n gweithredu fel **templed i gynhyrchu mRNA** (RNA negeseuol). Mae'r mRNA yn cael ei gopïo o ran benodol o DNA sef y **cistron**. **Mae'r cistron yn gywerth â genyn ac mae'n codio ar gyfer polypeptid penodol**.

- ✓ Mae'r **DNA yn dad-ddirwyn ac yn datod** mewn man penodol i gael ei gopïo; mae ensym o'r enw **helicas** yn catalyddu hyn (mae helicas yn torri bondiau hydrogen rhwng basau cyflenwol).
- ✓ Mae'r **ensym RNA polymeras** yn cysylltu â'r DNA ar ddechrau'r dilyniant i'w gopïo.
- ✓ Dim ond un o'r edafedd DNA sy'n gweithredu fel templed i'w gopïo.
- ✓ Mae **trawsgrifiad** yn digwydd wrth i niwcleotidau RNA rhydd alinio gyferbyn â'r niwcliotidau cyflenwol ar yr edefyn DNA.
- ✓ Mae **RNA polymeras yn symud ar hyd y DNA** gan ffurfio bondiau sy'n ychwanegu niwcliotidau at yr RNA un ar y tro.
- ✓ Mae hyn yn golygu bod moleciwl **mRNA** yn cael ei syntheseiddio ochr yn ochr â'r darn o DNA sydd wedi datod.
- ✓ Y tu ôl i'r RNA polymeras, mae'r edafedd DNA yn ailuno i ailffurfio'r helics dwbl.
- ✓ **Mae'r mRNA yn cludo'r cod DNA allan o'r cnewyllyn drwy fandwll cnewyllol i'r cytoplasm ac yn glynu at ribosom**.

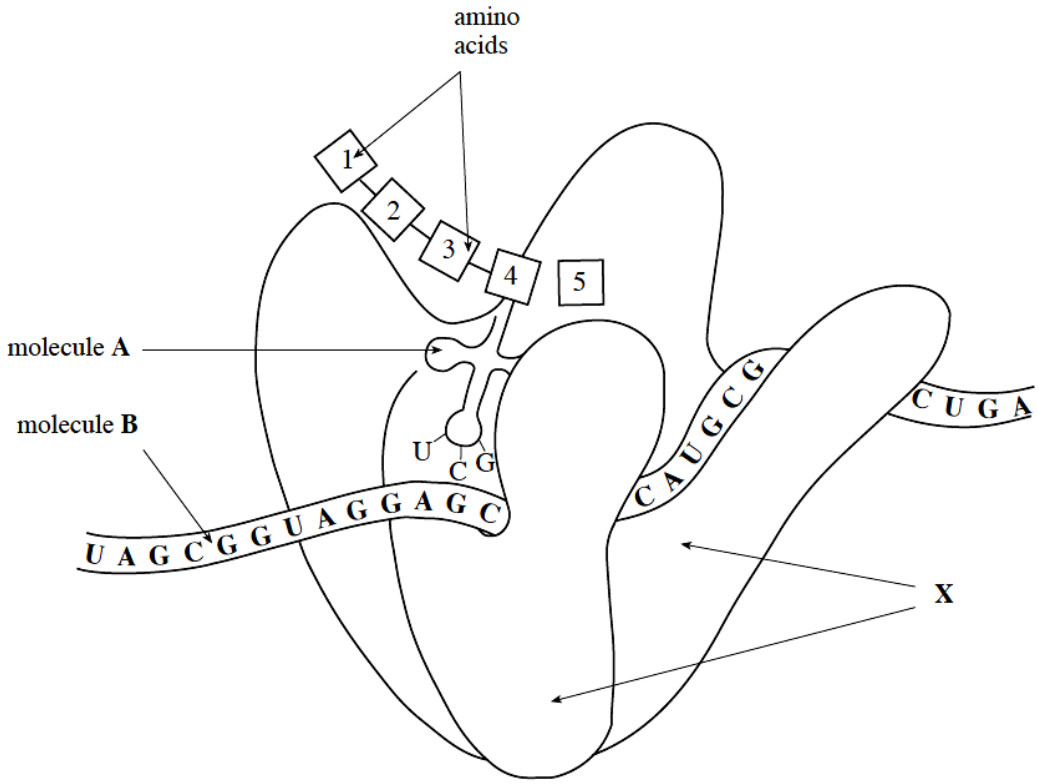


Cofiwch - Niwcleotidau rhydd yw'r NTP yn y diagram. Cofiwch mai'r basau RNA yw adenin, gwanin, cytosin ac wracil. Does dim bas thymin mewn moleciwl RNA.

Synthesis protein yn y ribosom

Mae trosiad yn dechrau wrth i **foleciwl mRNA lynu at ribosom**.

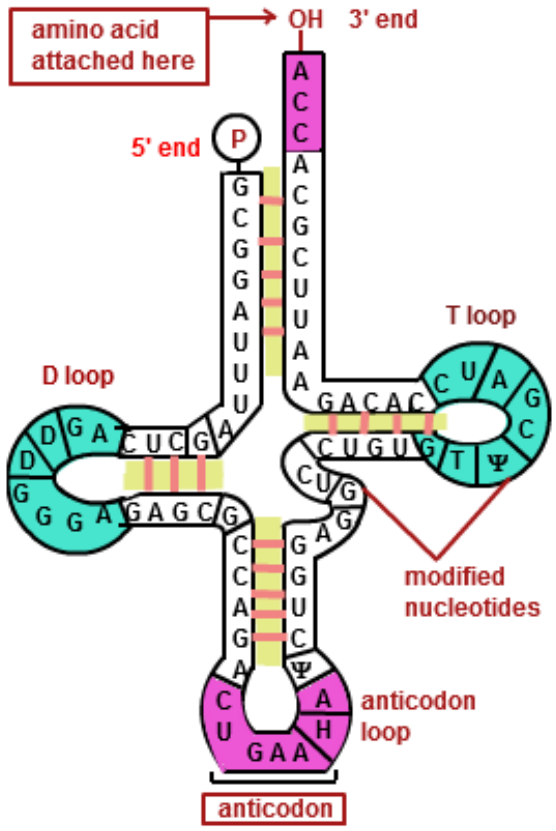
- ✓ Mae'r ribosom yn gweithredu fel fframwaith sy'n symud ar hyd yr mRNA, gan ddarllen y cod.
- ✓ Mae mRNA yn cynnwys codau tripled neu **godonau**. Mae pob codon yn codio ar gyfer asid amino gwahanol.
- ✓ Mae moleciwlau **tRNA** (RNA trosglwyddol) yn glynu wrth foleciwlau asid amino penodol ac yn eu cludo nhw at y moleciwl mRNA.
- ✓ **Mae basau cyflenwol gwrthgodon - codon yn alinio** ac yn cael eu dal gyda'i gilydd gan y ribosom mewn safle glynu; **mae cymhlygyn codon-gwrthgodon yn ffurfio**.
- ✓ Mae **bondiau peptid** yn ffurfio rhwng asidau amino cyfagos mewn **adwaith cyddwyso**.



Edrychwch ar y diagram uchod. X yw'r ribosom. Moleciwl B yw mRNA ac mae moleciwl A yn foleciwl tRNA. Mae **asid amino rhif 5** yn glynu wrth foleciwl tRNA. Mae'r moleciwl tRNA sy'n cludo asid amino 5 yn ffurfio **cymhlygyn gwrthgodon-codon** â basau cyflenwol ar y moleciwl mRNA. Mae bond peptid yn ffurfio rhwng asid amino 4 a 5 mewn adwaith cyddwyso; mae asid amino rhif 5 yn cael ei adio at y gadwyn polypeptid. Mae'r ribosom yn symud tri bas i'r dde ac mae'r moleciwl tRNA rhydd yn cael ei ryddhau. Mae'r broses yn cael ei hailadrodd drosodd a throsodd nes i'r ribosom gyrraedd codon stop. Mae'r polypeptid yn cael ei ryddhau ac mae'r gell yn gallu ei addasu'n brotein.

tRNA ac actifadu asidau amino

Dilyniant y basau ar wrthgodon moleciwl tRNA sy'n pennu pa asid amino mae'n ei gludo. Os mai dilyniant y gwrthgodon yw CCC, bydd yr asid amino glycin yn glynu at ben arall y moleciwl tRNA. Bydd gwrthgodon CCC yn cyfuno â chodon GGG ar y moleciwl mRNA. Mae'r codon mRNA GGG yn trosi i'r asid amino glycin.



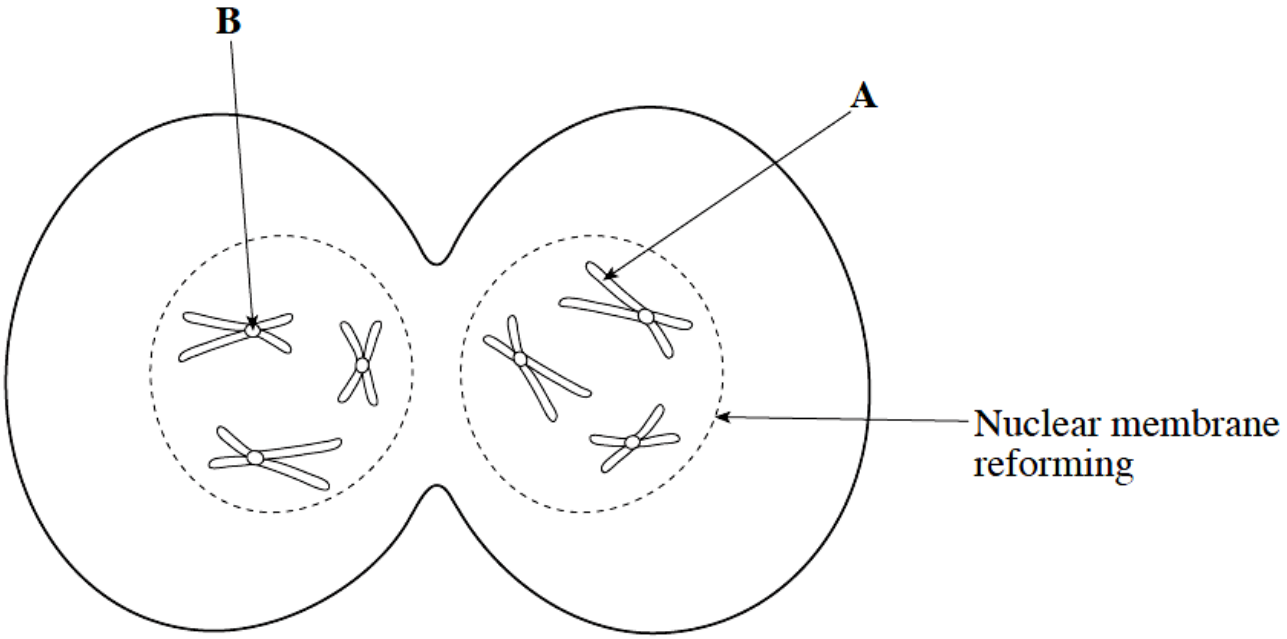
Cyn gynted ag y mae tRNA wedi'i ryddhau o'r ribosom, mae'n rhydd i gasglu asid amino arall o'r gronfa asidau amino yn y cytoplasm. Mae angen egni ar ffurf ATP i lynu'r asid amino at y moleciwl tRNA; **actifadu asid amino** yw hyn.

Termau allweddol:
Cychwyn – Mae ribosom yn glynu wrth godon dechrau ar un pen i'r moleciwl mRNA.
Hwyhau – Mae dau asid amino'n ddigon agos at ei gilydd i fond peptid ffurfio rhyngddynt; mae asid amino newydd yn cael ei ychwanegu at y gadwyn polypeptid.
Terfynu - Mae asidau amino'n cael eu hychwanegu nes bod y ribosom yn cyrraedd codon stop. Mae'r ribosom yn ymddatod oddi wrth y moleciwl mRNA ac yn rhyddhau'r polypeptid.

Mae **codonau dechrau a stop** ar y moleciwl mRNA yn dweud wrth y ribosom ble i ddechrau a stopio darllen y cod genynnol. **System polysom** yw grŵp o ribosomau'n symud ar hyd yr un moleciwl mRNA, un ar ôl y llall. **Bob tro mae ribosom yn symud ar hyd moleciwl mRNA mae'n cynhyrchu moleciwl polypeptid.** Mae'r polypeptid (adeiledd protein cynradd) yn gallu cael ei addasu, ei blygu a'i gyfuno â pholypeptidau eraill i ffurfio adeileddau protein eilaidd, trydyddol a chwaternaidd. Cofiwch mai yn yr organigyn Golgi mae proteinau'n cael eu haddasu. Mae'r **rhagdybiaeth un genyn - un polypeptid** yn datgan bod un genyn yn codio ar gyfer un polypeptid. Mae gan y protein cwaternaidd haemoglobin bedair cadwyn polypeptid wahanol, felly mae angen pedwar genyn i godio ar gyfer haemoglobin. Mae tri helics alffa mewn colagen (adeiledd protein eilaidd), ond mae'r tri yr un fath â'i gilydd, felly mae un genyn yn ddigon.

Cromosomau a genynnau

Darnau hir o DNA, proteinau ac ychydig bach o RNA yw cromosomau. Mae genynnau'n mynd ar hyd y cromosomau i gyd. Dim ond ar ddechrau **cellraniad** mae cromosomau'n dod yn weladwy. Yn fuan cyn i gellraniad ddechrau, mae pob moleciwl DNA yn gwneud copi ohono ei hun. Mae'r un edefyn DNA yn troi'n ddau edefyn unfath; y rhain yw'r **cromatidau** (A) ac maent yn baralel ar y rhan fwyaf o'u hyd. Dim ond mewn rhan arbenigol, sef y **centromer** (B), mae'r cromatidau'n uno.



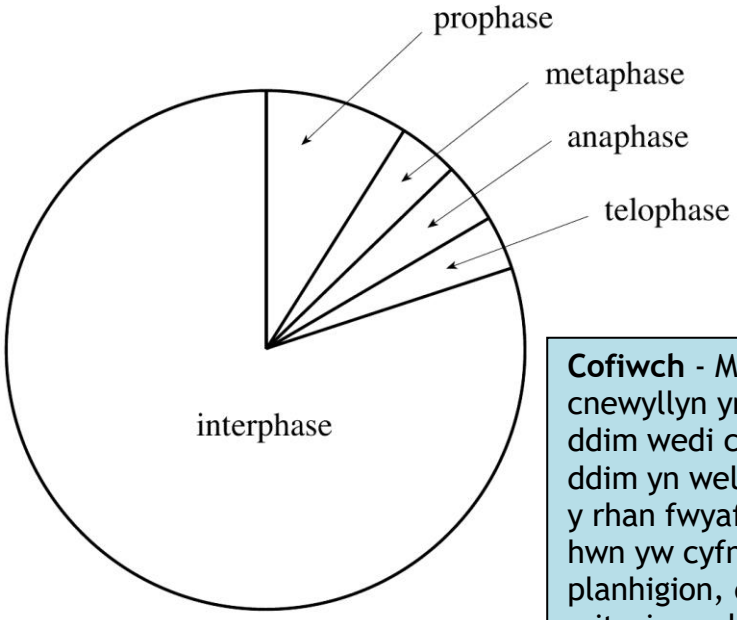
Mae nifer y cromosomau yng nghelloedd gwahanol rywogaethau'n amrywio. Mae gan fodau dynol **46 cromosom** (mae gan bryf ffrwythau 8 cromosom). Mae cromosomau'n bodoli mewn **parau cydwedd**, sef **parau homologaidd**. Mae gan fodau dynol **23 pâr o gromosomau homologaidd**. Cyfanswm nifer y cromosomau yw'r **rhif diploid**. Mae gan y gametau (celloedd rhyw) hanner y rhif diploid, ac rydyn ni'n galw hwn yn **haploid**; mae 23 cromosom yn y gametau dynol.

Mitosis

Mae mitosis yn cynhyrchu **dwy epilgell sy'n enynnol unfath â'r rhiant-gell**. Mae celloedd sy'n rhannu'n dilyn patrwm rheolaidd o ddigwyddiadau, sef **cylchred y gell**; mae hyn yn cynnwys rhyngffas a 4 cam mitosis. 4 cam mitosis yw **PMAT**:

- ✓ Proffas
- ✓ Metaffas
- ✓ Anaffas
- ✓ Teloffas

Dydy **rhyngffas** ddim yn rhan o fitosis, ond mae'n rhan bwysig iawn o **gylchred y gell**.



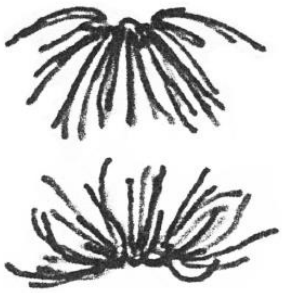


Cofiwch - Mae'r ddelwedd uchod yn dangos cnewyllyn yn ystod **rhyngffas**. Dydy'r cromosomau ddim wedi cyddwyso eto, a dydy'r cromatidau ddim yn weladwy. Ar unrhyw adeg benodol, bydd y rhan fwyaf o'r celloedd mewn rhyngffas gan mai hwn yw cyfnod hiraf cylchred y gell. Mewn planhigion, dim ond yn y **meristemau** mae mitosis yn digwydd – blaen y gwreiddyn, blaen y cyffyn, blagur a chylchoedd coed.

Dydy **rhyngffas** ddim yn rhan o fitosis, ond mae'n chwarae rhan hanfodol yng nghylchred y gell. Yn ystod rhyngffas, mae'r canlynol yn digwydd:

- ✓ Dyblygu DNA
- ✓ **Dyblygu** organynnau â'u DNA eu hunain - mitocondria a chloroplastau.
- ✓ **Gwneud** organynnau newydd (dydy dyblygu ddim yn dderbyniol yma, dim ond organynnau â DNA sy'n gallu dyblygu).
- ✓ Synthesis defnydd ribosomol.
- ✓ Synthesis ATP.
- ✓ Synthesis proteinau.
- ✓ **Cynnydd ym maint y gell** (nid twf).

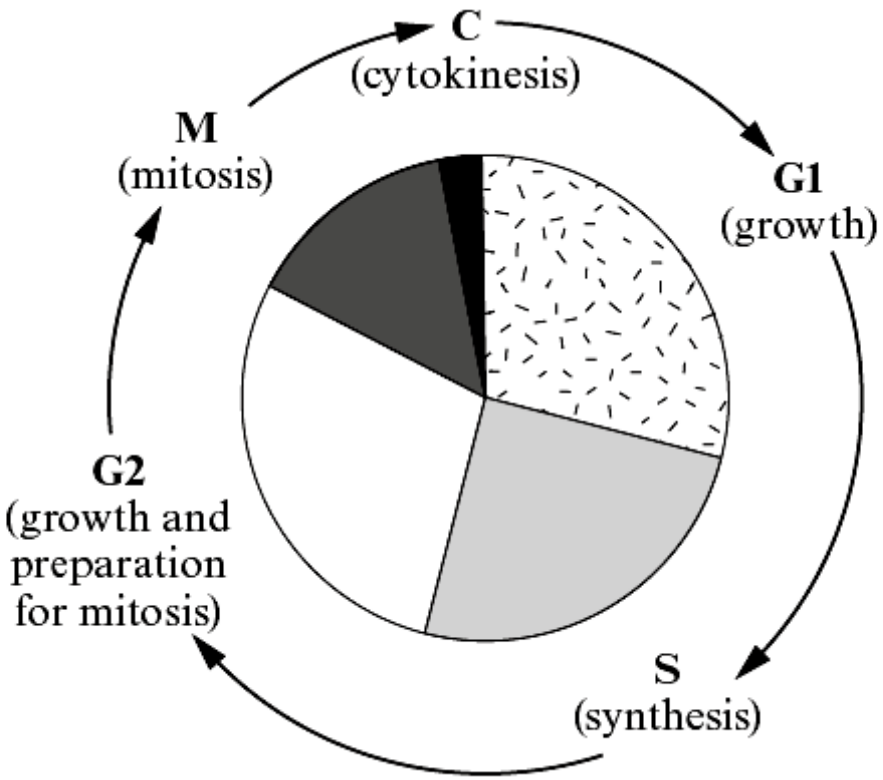
Camau mitosis

Proffas 	Proffas yw cam cyntaf mitosis. Yn ystod proffas, mae'r DNA yn cyddwyso (mynd yn fyrrach ac yn fwy trwchus) i ffurfio cromosomau. Mae'r cromatidau'n dod i'r golwg. Mewn celloedd anifail mae'r centriolau'n symud at ddau bôl y gell. Mae microdiwbynnau protein yn ffurfio o bob centriol ac mae'r werthyd yn datblygu, gan ymestyn o un pôl i'r llall. Tua diwedd y proffas, mae'r bilen gnewyllol yn ymddatod ac mae'r cnewyllan yn diflannu. Mae parau o gromatidau i'w gweld yn glir yn gorwedd yn rhydd yn y cytoplasm.
Metaffas 	Yn ystod metaffas, mae'r cromosomau'n trefnu eu hunain ar ganol neu gyhydedd y werthyd. Mae'r cromosomau'n cael eu hatynnu at ffibrau'r werthyd yn y centromer. Mae cyfangiad ffibrau'r werthyd yn tynnu'r cromatidau unigol oddi wrth ei gilydd.
Anaffas 	Mae anaffas yn gam cyflym iawn. Mae'r centromer yn hollti. Mae ffibrau'r werthyd yn cyfangu. Mae'r cromatidau'n gwahanu ac yn cael eu tynnu at ddau bôl y gell; mae'r centromerau'n arwain y ffordd.
Teloffas 	Teloffas yw cam terfynol mitosis. Mae'r cromatidau nawr wedi cyrraedd polau'r celloedd ac rydyn ni'n eu galw nhw'n gromosomau eto. Mae'r cromosomau'n dad-ddirwyn ac yn hwyhau. Mae'r werthyd yn ymddatod. Mae'r cnewyllan yn ailymddangos ac mae'r bilen gnewyllol yn ailffurfio.

Cytocinesis a chynnwys DNA

Mewn celloedd anifail mae **cytocinesis** yn digwydd wrth i ganol y rhiant-gell ddarwasgu o'r tu allan tuag i mewn (mae cytocinesis yn golygu cytoplasm yn hollti).
Mewn celloedd planhigyn, mae **cellblat** yn ffurfio ar draws cyhydedd y rhiant-gell o'r canol tuag allan, ac mae cellfur newydd yn cael ei adeiladu.

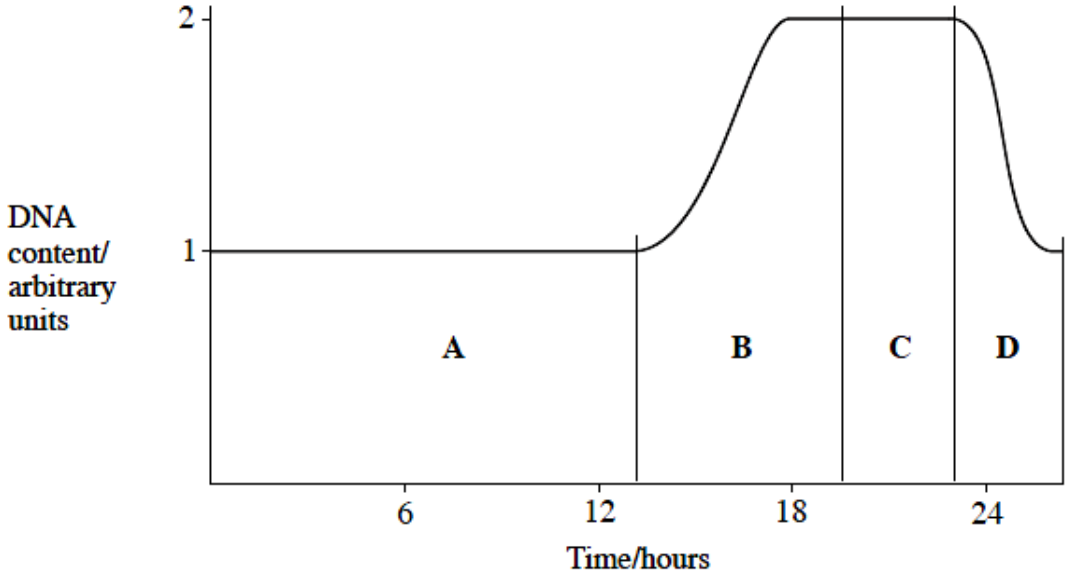
Mae nifer y cromosomau'n aros yn gyson drwy gydol cylchred y gell, ond mae swm y DNA sy'n bresennol yn y gell yn newid. Edrychwch ar gylchred y gell a'r tabl isod:



Stage	*DNA content of cell/arbitrary units*
G1	20
S	20 increasing to 40
G2	40
M	40
C	40 decreasing to 20

Newidiadau i gynnwys DNA a phwysigrwydd mitosis

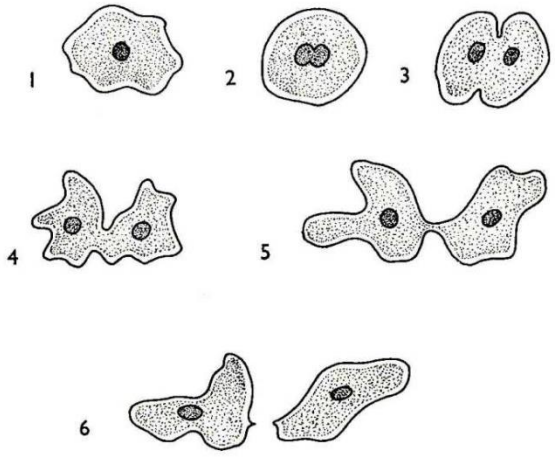
Edrychwch yn ôl ar gylchred y gell a'r tabl ar y dudalen flaenorol. **Camau yn ystod rhyngffas yw G1, S a G2**. Mae'r **DNA yn dyblu ar gam S** i sicrhau bod y **cynnwys DNA yn cael ei gadw** ar ôl cytocinesis (cam C). **Mae hyn yn cynhyrchu dwy epilgell sy'n enynnol unfath; yn enynnol unfath â'r rhiant-gell neu'n glonau ohoni.** Mae'r graff isod yn dangos dwy gylchred gell gyflawn:



Edrychwch ar y graff uchod. Mae'r cyfnodau amser **A a B** yn cynrychioli **rhyngffas**. Cyfnod **C** yw **mitosis** a **D** yw **cytocinesis**. Yn ystod cyfnod B ar y graff, mae cynnwys DNA y gell wedi dyblu oherwydd dyblygu. Yn ystod cyfnod D, mae'r cynnwys DNA yn haneru ar ôl cytocinesis. Rhaid i chi allu dehongli graff fel hwn yn yr arholiad.

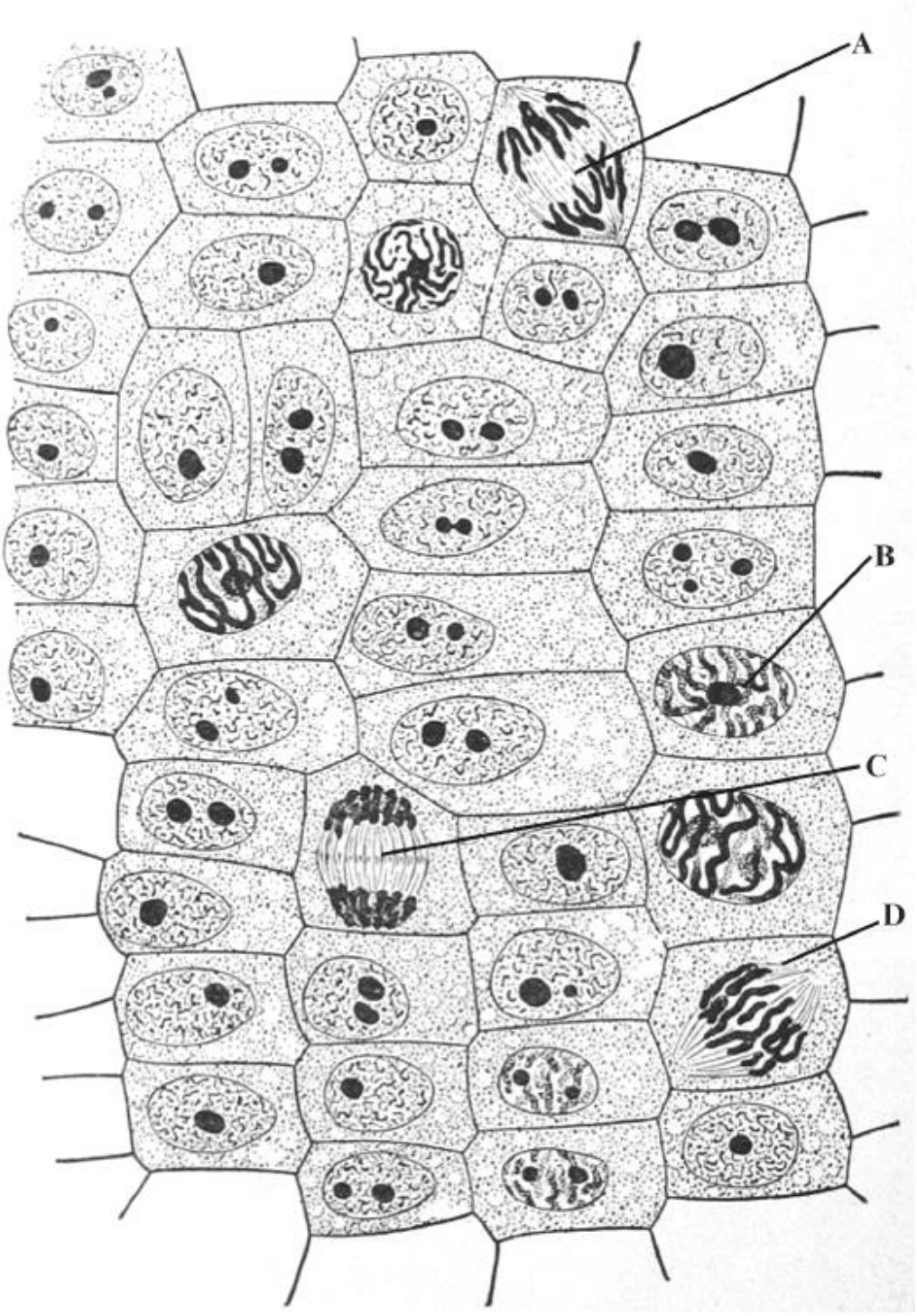
Mae **mitosis** yn hanfodol ar gyfer **twf**, **atgyweirio meinweoedd** a **disodli celloedd sydd wedi marw neu dreulio**. Mae **atgenhedlu anrhywiol** yn digwydd drwy gyfrwng mitosis. Mae epil sy'n cael eu cynhyrchu'n anrhywiol yn enynnol unfath â'r rhiant. Un o fanteision atgenhedlu anrhywiol yw'r gallu i gynyddu niferoedd yn gyflym i fanteisio ar amgylchedd delfrydol. Yr anfantais yw'r diffyg amrywiaeth genetig, sy'n arwain at anallu i addasu os yw'r amgylchedd yn newid.

Cofiwch - Mae mitosis yn cynnal y rhif cromosom diploid. Mae'r epilgelloedd yn enynnol unfath â'r rhiant-gell. Mae pob rhiant-gell yn cynhyrchu dwy epilgell newydd.



Cyfrifo'r indecs mitotig

A – Anaffas
B - Proffas
C – Teloffas
D - Metaffas



Cyfrifo'r indecs mitotig a chyfrannau

Defnyddiwch y diagram ar y dudalen flaenorol i gyfrifo'r **indecs mitotig.** Yr indecs mitotig yw canran y celloedd sydd mewn mitosis. Ar gyfer unrhyw sampl, gallwn ni ei ysgrifennu fel:

Indecs mitotig =

$$\frac{\textit{Nifer y celloedd mewn proffas + metaffas + anaffas + teloffas}}{\text{Cyfanswm nifer y celloedd}} \times 100$$

Bydd disgwyl i chi hefyd gyfrifo **cyfran y celloedd sydd ar gam penodol**. Dylech chi fod wedi paratoi mwydion blaen gwreiddyn garlleg neu nionyn er mwyn cyfrifo'r rhain drosoch chi eich hun. Mae enghraifft wedi'i rhoi isod:

Os yw paratoad meristem blaenwreiddyn yn cynnwys 40 o gelloedd a bod 36 ohonynt mewn rhyngffas, mae'r cyfrifiad fel a ganlyn …

Cyfran o gylchred y gell sy'n cael ei threulio mewn rhyngffas =

$$36 \div 40 \times 100 = 90\%$$

Felly, cyfran o gylchred y gell sy'n cael ei threulio mewn mitosis a chytocinesis =

$$(100 - 90) = 10\%$$

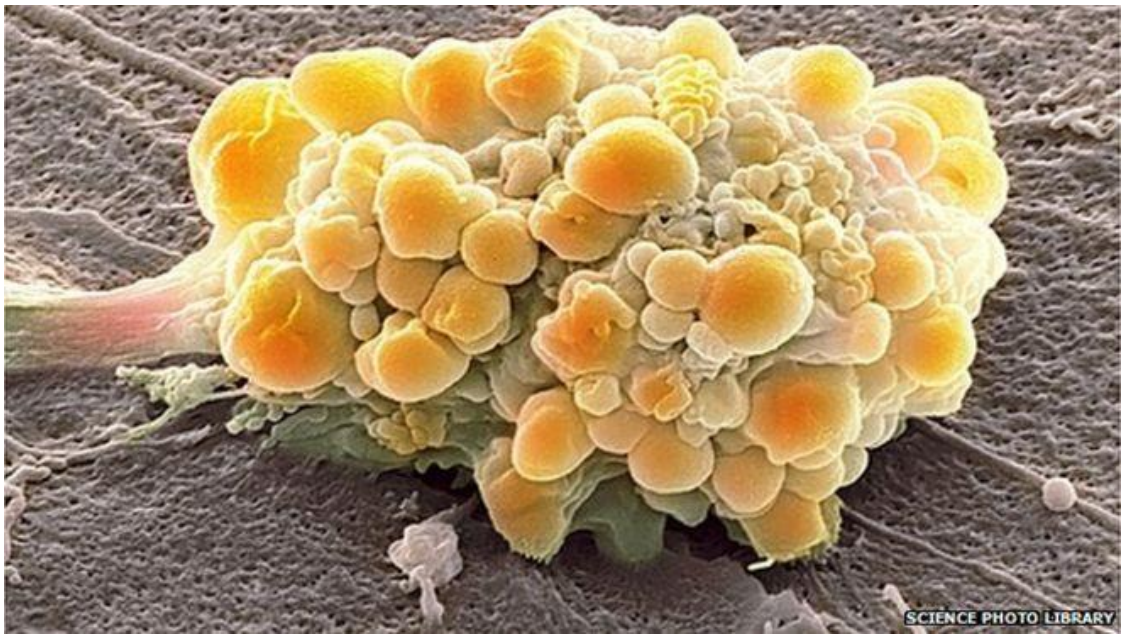
Efallai y bydd gofyn i chi amcangyfrif faint o amser mae un o gamau cylchred y gell yn ei gymryd. Os yw 90% o gylchred y gell yn cael ei threulio mewn rhyngffas, a bod cylchred y gell yn cymryd 24 awr:

Amser mae'r gell yn ei dreulio mewn rhyngffas = $90 \div 100 \times 24 = 21.6$ awr

Rhowch gynnig ar hyn eich hun gan ddefnyddio'r diagram meristem gwreiddyn ar y dudalen flaenorol.

Mitosis a chlefydau

Mae **canserau** yn digwydd o ganlyniad i **fitosis direolaeth**. Mae celloedd canser yn rhannu dro ar ôl tro, yn ddireolaeth, gan ffurfio **tiwmor**. **Màs afreolaidd o gelloedd yw tiwmor**; mae tiwmorau'n atal organau'r corff rhag gweithio'n normal. Rydym ni'n meddwl bod canserau'n dechrau pan fydd **mwtaniadau** (newidiadau) yn digwydd yn y genynnau sy'n **rheoli cellraniad**.



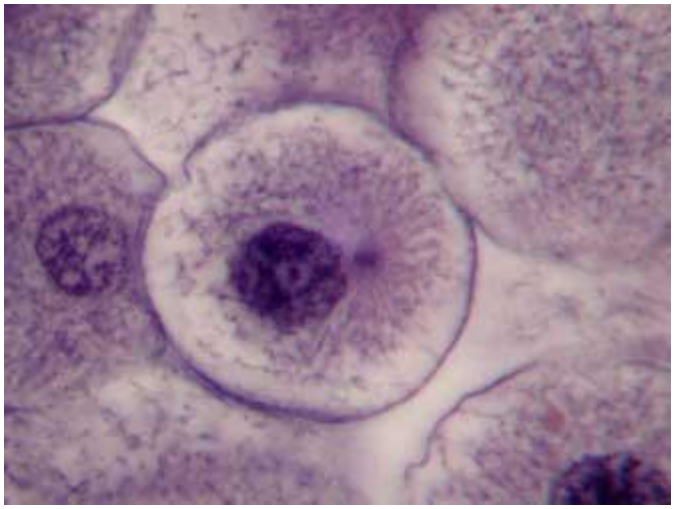
Meiosis

Mae **meiosis** yn digwydd yn organau atgenhedlu planhigion ac anifeiliaid. Mae'n ffurfio gametau â hanner y rhif cromosom arferol; hwn yw'r **rhif haploid**. Mae meiosis yn cynhyrchu celloedd ag **amrywiad genynnol** ac mae'n chwarae rhan bwysig wrth achosi amrywiad genynnol mewn organebau byw.

Dydy **rhyngffas** ddim yn rhan o feiosis, ond mae'n chwarae rhan hanfodol yng nghylchred y gell. Yn ystod rhyngffas, mae'r canlynol yn digwydd:

- ✓ Dyblygu DNA
- ✓ **Dyblygu** organynnau â'u DNA eu hunain - mitocondria a chloroplastau.
- ✓ **Gwneud** organynnau newydd (dydy dyblygu ddim yn dderbyniol yma; dim ond organynnau â DNA sy'n gallu dyblygu).
- ✓ Synthesis defnydd ribosomol.
- ✓ Synthesis ATP.
- ✓ Synthesis proteinau.
- ✓ **Cynnydd ym maint y gell** (nid twf).

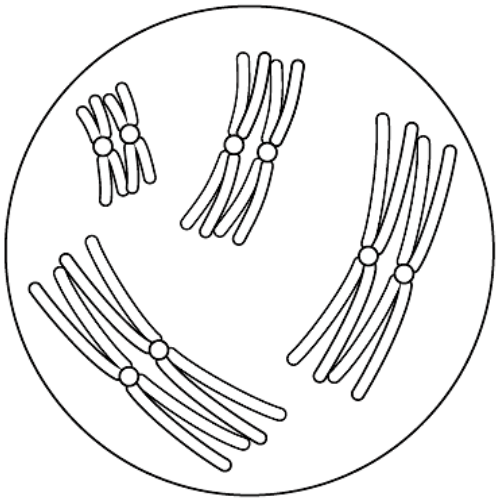
Cofiwch - Mae rhyngffas meiosis yn union yr un fath â rhyngffas mitosis!



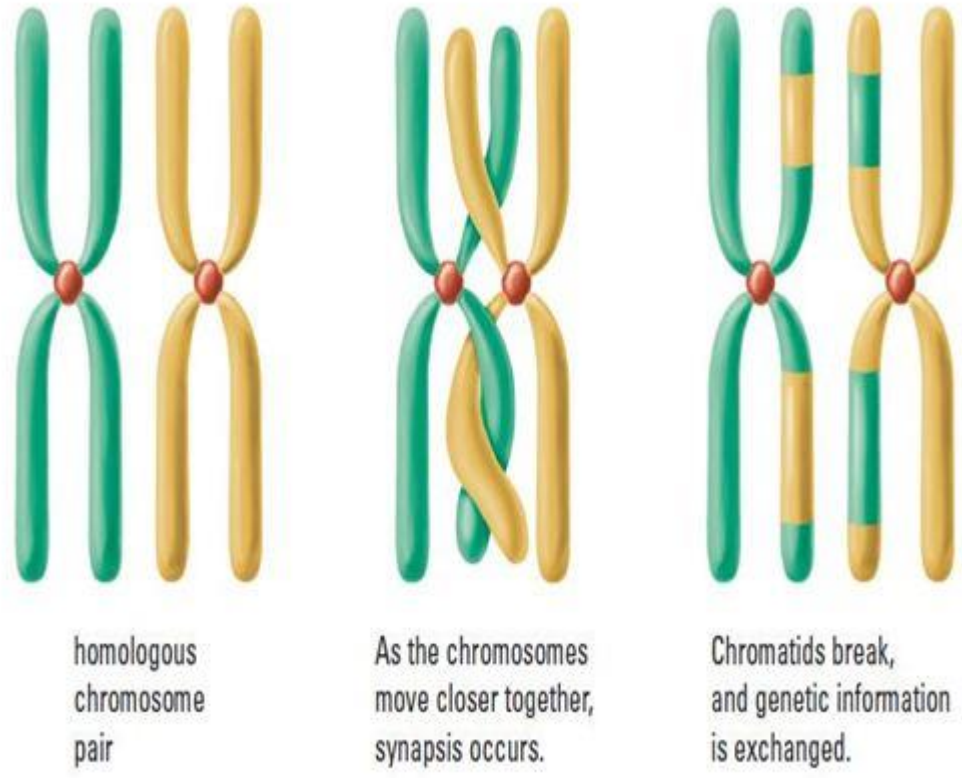
Mae'r gell ar y chwith yn dod at ddiwedd rhyngffas. Mae'r cnewyllyn yn fawr ac mae swm y DNA wedi dyblu oherwydd dyblygu. Dydy'r cromosomau a'r cromatidau ddim yn weladwy eto. Mae'r gell hon ar fin dechrau **meiosis I**. Cam cyntaf meiosis I yw **proffas I**.

Meiosis - Proffas I

Proffas I - Proffas I yw cam cyntaf meiosis, ac mae'n debyg i broffas mitosis. Yn ystod proffas, mae'r **DNA yn cyddwyso** (mynd yn fyrrach ac yn fwy trwchus) i ffurfio **cromosomau.** Mae'r cromatidau'n dod i'r golwg. Mewn celloedd anifail mae'r **centriolau'n symud at ddau bôl** y gell. Mae microdiwbynnau protein yn ffurfio o bob centriol ac mae'r **werthyd** yn datblygu, gan ymestyn o un pôl i'r llall. Mae cromosomau o'r tad a'r fam yn cysylltu mewn **parau homologaidd** (**synapsis** yw'r broses hon); rydym ni'n galw pob pâr yn **ddeufalent**.

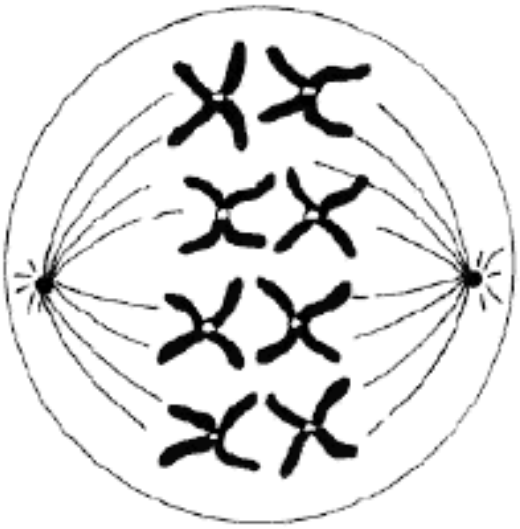


Mae pob **deufalent** yn cynnwys 4 edefyn, sydd wedi'u gwneud o 2 gromosom, a 2 gromatid ym mhob un. Mae'r cromatidau hyn yn lapio o gwmpas ei gilydd ac yna'n gwrthyrru ei gilydd yn rhannol, ond maent yn dal i fod wedi'u cysylltu mewn mannau penodol. **Ciasmata** yw'r mannau lle maent wedi'u cysylltu. Yn y ciasmata, mae'r cromatidau'n gallu torri ac ailgyfuno â chromatid gwahanol ond cyfatebol. Yr enw ar gyfnewid darnau o gromosomau fel hyn yw **trawsgroesiad** ac mae'n un o ffynonellau amrywiad genynnol. Tua diwedd y proffas, **mae'r bilen gnewyllol yn ymddatod** ac mae'r cnewyllan yn diflannu.



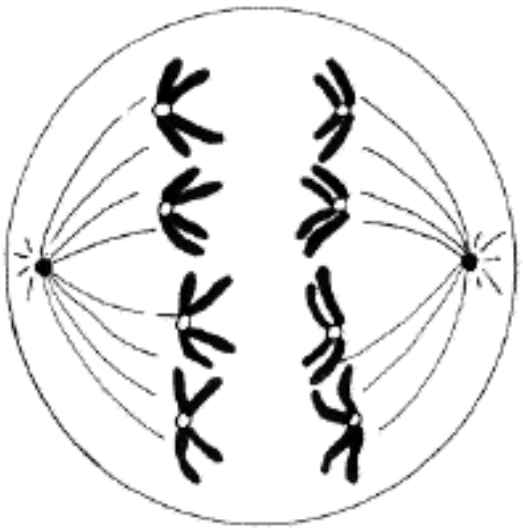
Meiosis - Metaffas I ac Anaffas I

Metaffas I - Yn ystod **metaffas I** mae'r cromosomau homologaidd yn eu trefnu eu hunain **ar hap ar gyhydedd y werthyd. Siawns** sy'n pennu sut mae'r cromosomau homologaidd yn cael eu trefnu ar y cyhydedd. Mae'r hapddosbarthiad hwn, a **threfniant annibynnol** cromosomau o ganlyniad iddo, yn cynhyrchu cyfuniadau genetig newydd. Mae'r homologau'n aros yn eu parau deufalent ar y cam hwn.



Cofiwch - Mae cromosomau'r fam a'r tad wedi'u trefnu ar hap i'r chwith neu i'r dde i'r cyhydedd; mae hyn yn un o ffynonellau **amrywiad genynnol.**

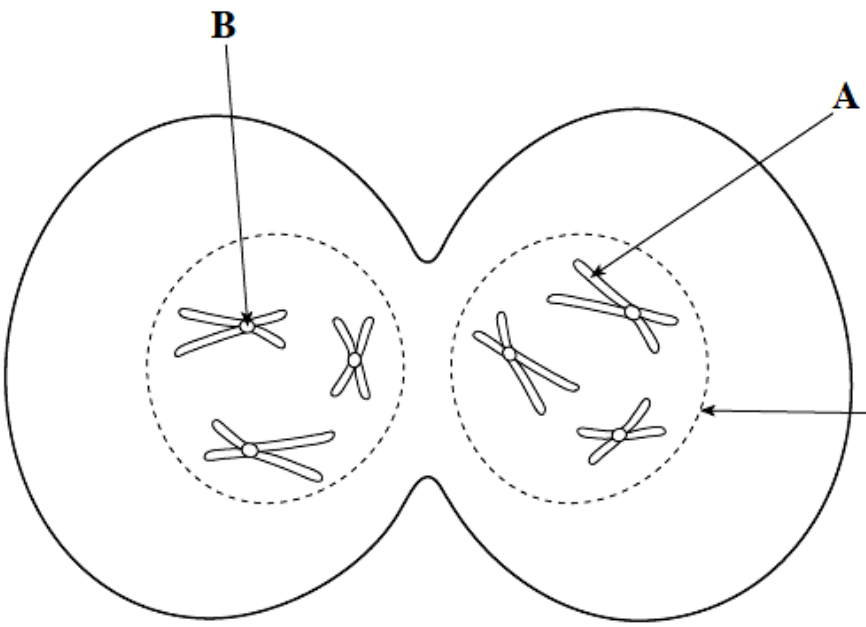
Anaffas I - Mae **anaffas I** yn gam cyflym iawn. Mae ffibrau'r werthyd yn **cyfangu.** Mae **cromosomau pob deufalent yn gwahanu** ac yn cael eu tynnu at **ddau bôl** y gell. Mae'r ffaith bod y parau homologaidd wedi'u trefnu ar hap yn ystod metaffas I yn golygu bod gan **y ddau bôl gymysgedd ar hap o gromosomau'r tad a'r fam**.



Cofiwch - Mae parau homologaidd yn gwahanu. Dydy'r centromer ddim yn hollti a dydy'r cromatidau ddim yn cael eu tynnu ar wahân. Mae'r cromosomau'n aros yn un darn ar y cam hwn.

Meiosis - Teloffas I a chytocinesis

Teloffas I - Mae teloffas I yn nodi diwedd y rhaniad meiotig cyntaf. Mae'r cromosomau wedi cyrraedd y ddau bôl. Mae'r amlen gnewyllol yn ailffurfio o gwmpas pob grŵp o gromosomau **haploid**. **Mae'r cromosomau'n aros yn eu ffurf gyddwysedig.** Mewn celloedd anifail mae cytocinesis yn digwydd ar ôl teloffas I. **Mae meiosis II yn dilyn ar unwaith**.

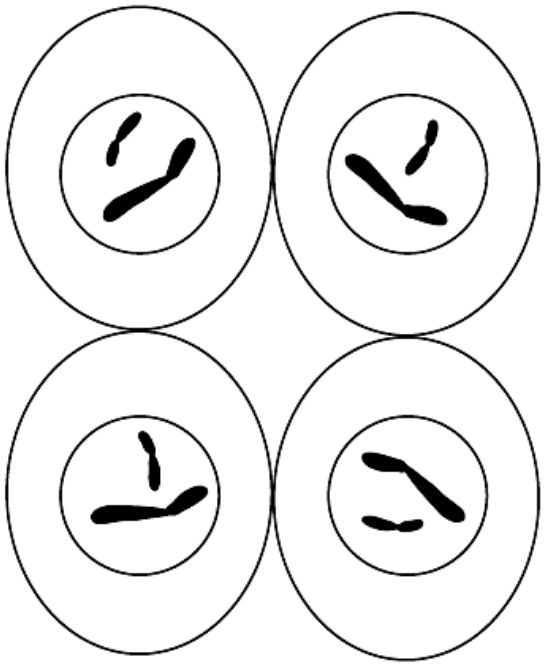


Cofiwch – **B** yw'r centromer; cromatid yw **A**. Mae'r rhif cromosom yn haneru ar ôl cytocinesis ar ddiwedd y rhaniad meiotig cyntaf. Mae'r celloedd nawr yn **haploid**.

Proffas II	Mewn celloedd anifail, mae gwerthyd newydd yn datblygu ar ongl sgwâr i'r hen werthyd. Does dim angen ffurfio gwerthyd newydd mewn llawer o gelloedd planhigion; maent yn cadw'r hen un.
Metaffas II	Mae'r cromosomau'n lleoli eu hunain ar wahân ar ffibrau'r werthyd ar y cyhydedd. Mae pob cromosom yn glynu at y werthyd gerfydd y centromer.
Anaffas II	Mae ffibrau'r werthyd yn cyfangu. Mae'r centromerau'n hollti. Mae'r cromatidau'n cael eu tynnu at y polau cyferbyn.
Teloffas II	Ar ôl cyrraedd y polau, mae'r cromatidau'n hwyhau ac maent yn ddiwahaniaeth. Mae'r werthyd yn diflannu. Mae'r bilen gnewyllol yn ailffurfio. Ar ddiwedd teloffas II, mae cytocinesis yn digwydd.

Ar ddiwedd meiosis II

Canlyniad y ddau raniad meiotig hyn yw bod yna **4 epilgell haploid**. Mae gan bob epilgell **amrywiad genynnol**; mae genynnau pob un yn wahanol.



Cofiwch - Mae genynnau pob epilgell yn wahanol. Mae **amrywiad genynnol** yn cael ei gyflwyno oherwydd bod parau homologaidd yn cludo defnydd genynnol gwahanol, y trawsgroesi yn y ciasmata yn ystod proffas I a threfniad ar hap cromosomau'r fam a'r tad yn ystod metaffas I.

Cofiwch – Rhaid i chi allu cymharu mitosis a meiosis â'i gilydd.

Mitosis	Meiosis
Un rhaniad yn creu 2 epilgell	Dau raniad yn creu 4 epilgell
Nifer y cromosomau ddim yn newid	Nifer y cromosomau'n haneru
Cromosomau homologaidd ddim yn cysylltu mewn parau	Cromosomau homologaidd yn paru i ffurfio deufalentau
Dim trawsgroesiad yn digwydd	Trawsgroesiad yn digwydd a chiasmata'n ffurfio
Genynnau'r epilgelloedd yn unfath (dim amrywiad genetig)	Genynnau'r epilgelloedd yn wahanol (amrywiad genetig)

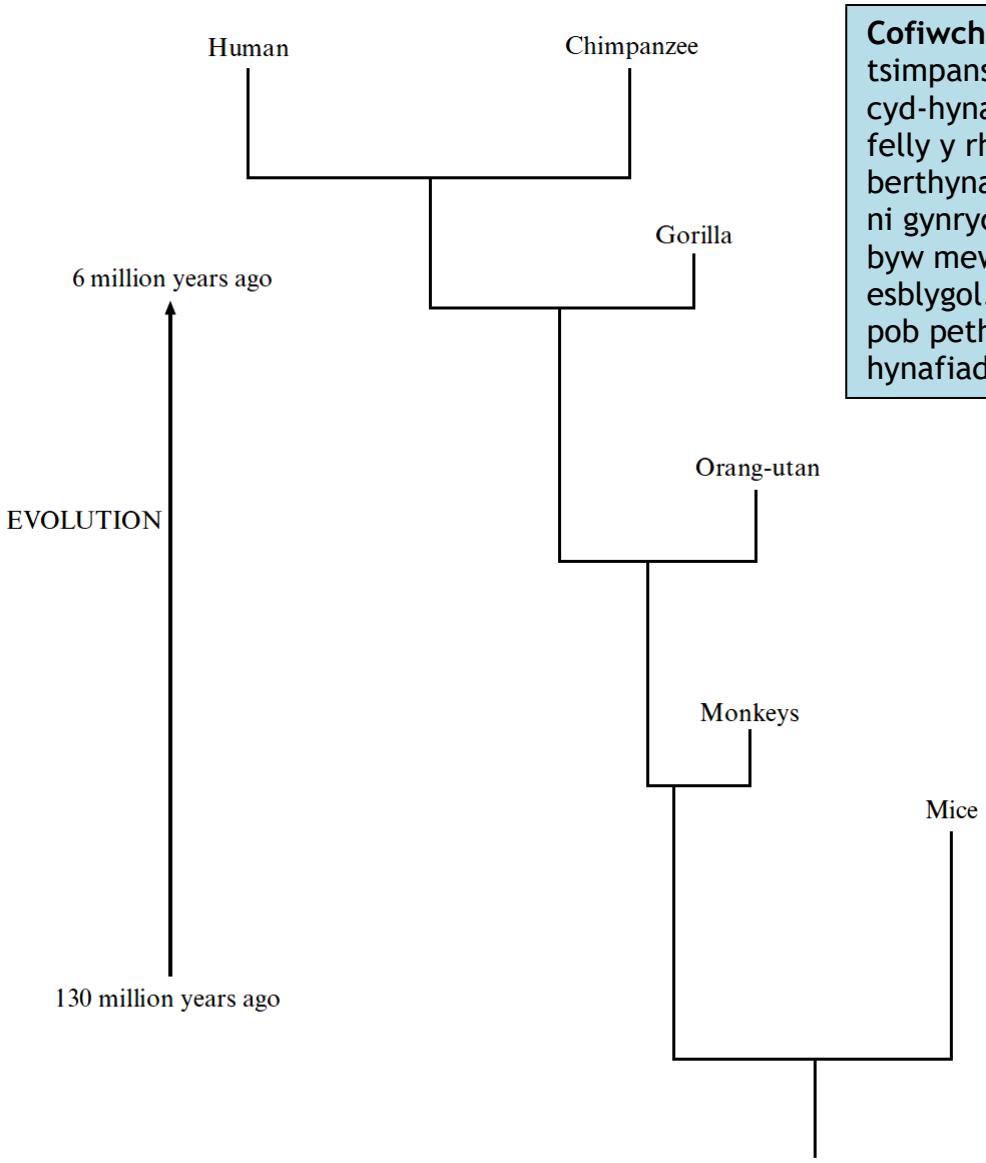
Bioleg UG - Uned 2

Uned 2-1 Mae pob organeb yn perthyn i'w gilydd drwy eu hanes esblygol

Dosbarthiad esblygol

Mae'r term ffylogenetig yn ymwneud â'r berthynas esblygol rhwng organebau. Mae dull dosbarthu (grwpio organebau) esblygol yn adlewyrchu hanes esblygol organeb; rydyn ni'n grwpio organebau sy'n perthyn yn agos gyda'i gilydd. Mae organebau yn yr un grŵp yn rhannu **cyd-hynafiad** mwy diweddar. Os oes perthynas agos rhyngddynt, efallai y byddant yn gorfforol debyg i'w gilydd.

Coeden esblygol yw'r diagram isod. **Mae pwyntiau canghennau'n cynrychioli cyd-hynafiaid** i'r organebau ar y canghennau uwch. Mae **organebau byw** wedi'u dangos ar **bennau canghennau**. Byddai **rhywogaethau hynafol** (nawr yn ddiflanedig) i'w gweld **yn y boncyff**.



Cofiwch – Y bod dynol a'r tsimpansî sy'n rhannu'r cyd-hynafiad diweddaraf, felly y rhain sydd â'r berthynas agosaf. Gallwn ni gynrychioli pob peth byw mewn coeden esblygol. Cyd-hynafiad pob peth byw yw'r cyd-hynafiad cyffredinol olaf.

Mae dosbarthiad yn hierarchaidd

Lefelau **dosbarthiad** yw **tacsonau**. Mae tacsonau mawr yn cynnwys grwpiau tacsonomaidd llai. Mae'r berthynas rhwng organebau'n mynd yn agosach wrth i chi symud i lawr y grwpiau tacsonomaidd. Y grwpiau tacsonomaidd mwyaf yw'r **Parthau**. Y grŵp tacsonomaidd lleiaf yw'r **Rhywogaeth**.





- ✓ Parth
- ✓ Teyrnas
- ✓ Ffylwm
- ✓ Dosbarth
- ✓ Urdd
- ✓ Teulu
- ✓ Genws
- ✓ Rhywogaeth

Mae tacsonau'n **arwahanol**. Dydy organeb ddim yn gallu perthyn i fwy nag un tacson ar unrhyw lefel. Er enghraifft, mae bodau dynol yn perthyn i'r ffylwm **Chordata** (fertebratau) ac allwn ni ddim perthyn i unrhyw ffylwm arall. Mae'r mantis gweddïol a'r orang-wtan uchod yn perthyn i Deyrnas yr Anifeiliaid (**Animalia**), ond maent yn perthyn i ffyla gwahanol; mae'r mantis yn perthyn i'r ffylwm **Arthropoda**, a'r orang-wtan i **Chordata**.

Dyma pam mae angen system ddosbarthu esblygol:

- ✓ Mae **system ddosbarthu esblygol** yn golygu ein bod ni'n gallu dod i'r casgliad bod **perthnasoedd esblygol** yn bodoli. Os yw dwy organeb mor debyg nes ein bod ni'n eu rhoi nhw yn yr un tacson, rydyn ni'n dod i'r casgliad bod perthynas agos rhyngddynt.
- ✓ Os caiff anifail newydd ei ddarganfod â phig a phlu, rydyn ni'n **rhagfynegi** rhai o'i nodweddion eraill, yn seiliedig ar ein dealltwriaeth gyffredinol o adar.
- ✓ Wrth **gyfathrebu**, mae hi'n gyflymach dweud ‘aderyn’ na dweud ‘y fertebrat â dwy droed, plu a phig sy'n dodwy wyau’.
- ✓ Wrth ddisgrifio **iechyd ecosystem** neu gyfradd difodiant yn y cofnod daearegol, yn aml mae hi'n fwy defnyddiol i gadwraethwyr gyfrif teuluoedd na rhywogaethau.

Parthau a theyrnasoedd

Parth yw'r tacson mwyaf ac mae pob peth byw'n perthyn i un o dri Pharth. Yn wreiddiol, roedd parthau'n cael eu diffinio'n seiliedig ar ddilyniannau basau rRNA. Mae dulliau dadansoddi mwy modern yn ystyried tebygrwydd y **dilyniant basau DNA**.

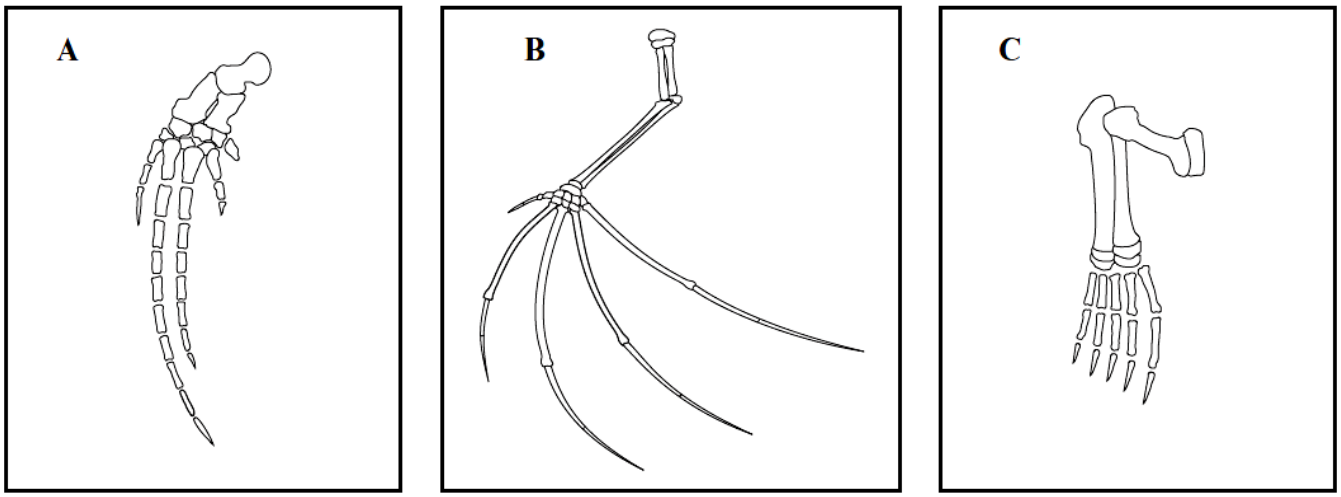
Parth	Disgrifiad
Eubacteria	Mae'r rhain yn facteria cyfarwydd fel E. coli a Salmonella. Procaryotau yw'r rhain.
Archaea	Bacteria yw'r rhain, ac yn aml mae ganddynt fetabolaeth anarferol; er enghraifft, mae rhai'n cynhyrchu methan. Maent yn byw mewn cynefinoedd ymylol, ac mae'r rhain yn brocaryotau hefyd.
Eukaryota	Mae'r parth hwn yn cynnwys Plantae, Animalia, Fungi a Protoctista. Maent i gyd yn organebau ewcaryotig.

Mewn parthau, mae **Teyrnasoedd**. Mae yna 5 prif deyrnas, ac maent yn seiliedig yn bennaf ar debygrwydd morffolegol rhwng organebau yn hytrach na dadansoddiadau DNA.

Teyrnas	Prif nodweddion
Prokaryota	Mae'r rhain yn cynnwys y bacteria a'r cyanobacteria i gyd. Organebau microsgopig, ungellog heb organynnau pilennog. Mae'r cellfur wedi'i wneud o beptidoglycan neu fwrein (nid cellwlos).
Protoctista	Organebau ewcaryotig. Ungellog. Dim gwahaniaethiad meinweoedd.
Fungi	Ewcaryotau heterotroffig â chellfur citin. Maent yn defnyddio sborau i atgynhyrchu.
Planta	Ewcaryotau amlgellog. Ffotosynthetig. Cellfuriau cellwlos.
Animalia	Ewcaryotau amlgellog. Heterotroffig. Dim cellfur. Cydlyniad nerfol.

Y berthynas rhwng organebau

Mae'r diagramau isod yn dangos enghreifftiau o **aelodau pentadactyl**. Maent yn dangos **nodweddion homologaidd**. Maent yn debyg mewn ffordd sy'n awgrymu **cyd-hynafiad.** Mae'r aelodau isod yn enghraifft o **esblygiad dargyfeiriol**, lle mae **ffurfiad cyd-hynafiad** wedi esblygu i **gyflawni swyddogaethau gwahanol**.



Balaenoptera acutorostrata *Macroderma gigas* *Phoca vitulina*

A yw asgell morfil ar gyfer nofio. B yw adain ystlum ar gyfer hedfan. C yw asgell morlo ar gyfer nofio. Mae gan bob un 5 digid a threfniant esgyrn tebyg. Maent yn **homologaidd** oherwydd eu tebygrwydd adeileddol.

Termau allweddol
Ffurfiadau homologaidd – Mae eu cydrannau wedi'u trefnu mewn ffordd debyg ac mae eu tarddiad datblygiadol yn debyg, ond maent yn gwneud gwaith gwahanol.
Ffurfiadau cydweddol - Gwneud yr un gwaith, ond tarddiadau datblygiadol gwahanol.



Cofiwch – Efallai fod asgell morfil ac asgell siarc yn gwneud gwaith tebyg, ond mae'r esgyrn wedi'u trefnu'n wahanol. Does gan y siarc ddim aelod pentadactyl. Mae esgyll y ddau anifail hyn yn **ffurfiadau cydweddol**.

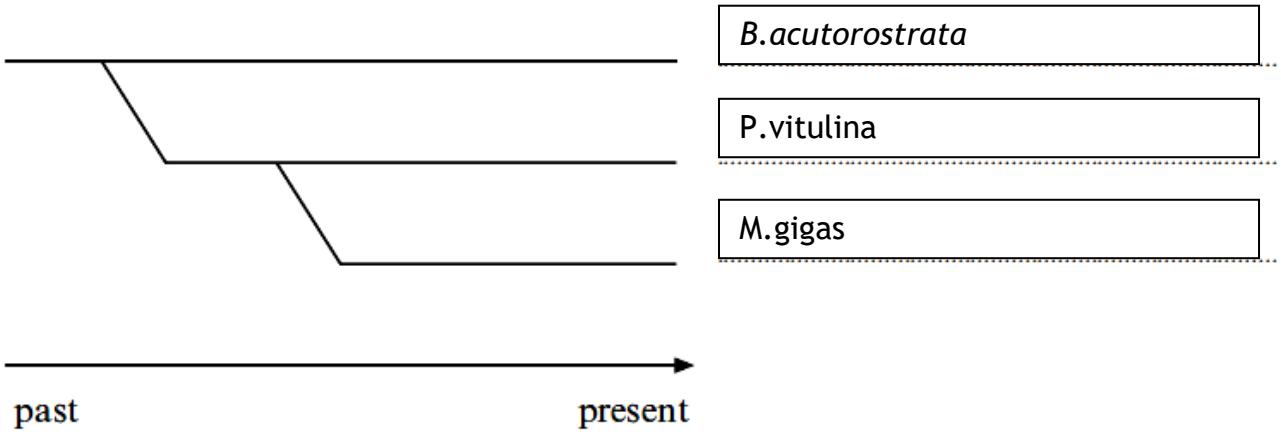


Dull	Disgrifiad
Dilyniant basau DNA	Yn ystod esblygiad, mae dilyniannau basau DNA rhywogaethau yn newid, ac mae hyn yn cronni nes bod yr organebau mor wahanol nes ein bod ni'n ystyried eu bod nhw'n rhywogaeth wahanol. Mae'r dilyniant basau DNA mewn rhywogaethau sy'n perthyn yn agos i'w gilydd yn fwy tebyg nag mewn rhai sydd ddim yn perthyn mor agos. Mae dadansoddiadau DNA wedi cadarnhau perthnasoedd esblygol, ac wedi cywiro camgymeriadau gafodd eu gwneud wrth ddosbarthu ar sail nodweddion corfforol.
Croesrywedd DNA	Mae hyn yn golygu cymharu dilyniant basau DNA dwy rywogaeth. I ganfod pa mor agos yw'r berthynas rhwng dwy rywogaeth primatiaid, e.e. bodau dynol a'r tsimpansî Pan troglodytes, mae DNA o'r ddwy rywogaeth yn cael ei echdynnu, ei wahanu a'i dorri'n ddarnau. Mae'r darnau o'r ddwy rywogaeth yn cael eu cymysgu ac, yn y mannau lle mae eu dilyniannau basau'n gyflenwol, maent yn croesi â'i gilydd. Mae hyn wedi dangos bod o leiaf 95% o DNA tsimpansîod a bodau dynol yr un fath. Mae astudiaethau diweddar hefyd wedi dangos perthynas agos rhwng yr hipopotamws a'r morfil.
Dilyniant asidau amino	Mae dilyniant yr asidau amino mewn protein yn dibynnu ar y dilyniant basau DNA. Bydd pa mor debyg yw dilyniant asidau amino yr un protein mewn dwy rywogaeth yn adlewyrchu pa mor agos yw'r berthynas rhyngddynt. Mae rhan o foleciwl ffibrinogen gwahanol rywogaethau mamolion wedi'i chymharu, ac mae'r gwahaniaethau rhwng y dilyniannau asidau amino wedi galluogi gwyddonwyr i gynnig coeden esblygol i famolion.
Imiwnoleg	Gallwn ni ddefnyddio technegau imiwnolegol i gymharu proteinau gwahanol rywogaethau. Os ydych chi'n cymysgu antigenau un rhywogaeth, fel y protein gwaed albwmin, â gwrthgyrff penodol o rywogaeth arall, bydd yr antigenau a'r gwrthgyrff yn ffurfio gwaddod. Yr agosaf yw'r berthynas esblygol, y mwyaf y bydd yr antigen a'r gwrthgorff yn adweithio ac yn gwneud gwaddod.

Canfod pa mor agos yw perthynas drwy gymharu dilyniannau asidau amino

Mae **dilyniant asidau amino** ym moleciwlau haemoglobin tair rhywogaeth wedi cael ei ddefnyddio i ganfod eu perthnasoedd esblygol. Mae'r canlyniadau'n dangos yr un darn o foleciwl haemoglobin tri mamolyn. Mae pob llythyren yn cynrychioli asid amino gwahanol.

M. gigas	....G E E K A A V T G L W G K V N V E.... D S.... S
P. vitulina	....G E E K S A V T A L W G K V N V D.... D S..... S
B. acutorostrata	....A E E K S A V T A L W A K V N V E..... E A.... T



I ddatrys hyn, rhaid i chi **gymharu'r dilyniannau asidau amino** yn eu tro. Cyfrwch sawl asid amino sydd gan bob pâr yn gyffredin. *M.gigas* a *P.vitulina* sydd â'r mwyaf o asidau amino yn gyffredin (17); rhaid mai'r rhain sydd â'r berthynas agosaf a'r cyd-hynafiad mwyaf diweddar. Maent yn perthyn ar waelod y ddwy gangen isaf (oherwydd mae'r canghennau hyn yn dod o'r pwynt cangen neu'r cyd-hynafiad diweddaraf). Mae hyn yn dweud wrthym bod rhaid i *B.acutorostrata* fynd ar ben y gangen uchaf. Nawr mae angen i ni benderfynu ddylai M.gigas fynd ar ben y gangen ganol neu'r gangen isaf – wel mae gan M.gigas lai o asidau amino yn gyffredin (13) â B.acutorostrata nag sydd gan P.vitulina (14), felly mae'n rhaid ei roi'n bellach i ffwrdd ar y goeden esblygol.

Cysyniad rhywogaethau

Mae gwyddonwyr yn defnyddio dau ddiffiniad o'r term **rhywogaeth**:

- ✓ **Y diffiniad morffolegol** – os yw dwy organeb yn edrych yn debyg iawn, mae hi'n debygol eu bod nhw o'r un rhywogaeth. Mae rhai gwahaniaethau'n bosibl, fel presenoldeb mwng ar lewod gwrywaidd ond nid ar fenywod. Rhaid i ni ystyried y dwyffurfedd rhywiol hwn wrth benderfynu ydy dwy organeb yn perthyn i'r un rhywogaeth.
- ✓ **Y diffiniad atgenhedlol** – ffordd arall o ddiffinio rhywogaethau yw dweud bod dwy organeb yn yr un rhywogaeth os ydynt yn gallu **rhyngfridio i gynhyrchu epil ffrwythlon**. Efallai y byddai gan organebau gwahanol nifer gwahanol o gromosomau neu ffisioleg neu fiocemeg sydd ddim yn gydnaws, felly fyddai croesryw ddim yn hyfyw.

Croesrywiau anffrwythlon - Mae rhai organebau sy'n perthyn yn agos yn gallu rhyngfridio, ond fydd yr epil maen nhw'n ei gynhyrchu ddim yn ffrwythlon. Mae'r mul yn enghraifft gyffredin; croesryw anffrwythlon o geffyl gwrywaidd ac asyn benywaidd yw'r mul.



Y system finomaidd

Tacsonomeg yw adnabod ac enwi organebau. Mae'r maes astudio hwn yn caniatáu i ni wneud y canlynol:

- ✓ Darganfod a disgrifio amrywiaeth fiolegol.
- ✓ Ymchwilio i'r berthynas esblygol rhwng organebau.
- ✓ Dosbarthu organebau i adlewyrchu eu perthynas esblygiadol.

Mae gan lawer o organebau byw enwau cyffredin, sy'n wahanol o wlad i wlad; mae hyn yn gallu achosi dryswch. I oresgyn y broblem hon, rydyn ni'n defnyddio **system finomaidd**. Cafodd y system finomaidd ei chyflwyno gan Carl Linnaeus yn 1753. Mae'n seiliedig ar ddefnyddio **Lladin fel iaith ryngwladol**. Mae pob organeb yn cael dau enw, sef enw ei **genws** ac enw ei **rhywogaeth**. Mae'r enw gwyddonol sy'n cael ei roi i organeb yn **unigryw ac yn benodol**. Mae enwau binomaidd yn cael eu **derbyn a'u deall ledled y byd**; fyddai hyn ddim yn digwydd drwy ddefnyddio enwau cyffredin. Mae'r system finomaidd hefyd yn galluogi biolegwyr i gydnabod bod perthynas agos rhwng dwy rywogaeth e.e. *Panthera leo* (llew) a *Panthera tigris* (teigr).

Rhaid ufuddhau i'r rheolau hyn:

- ✓ Enw'r **genws** yw'r gair cyntaf ac mae'n cael priflythyren bob amser.
- ✓ Enw'r **rhywogaeth** yw'r ail air ac mae'n dechrau â llythyren fach.
- ✓ Y tro cyntaf rydych chi'n ysgrifennu enw gwyddonol mewn testun dylech chi ei ysgrifennu'n llawn e.e. *Panthera tigris*; yna, gallwch chi dalfyrru enw'r genws e.e. *P.tigris*.
- ✓ Dylech chi ysgrifennu'r ddau enw mewn teip italig neu eu tanlinellu nhw wrth ysgrifennu â llaw.



Bioamrywiaeth

Mae'r term **bioamrywiaeth** yn cyfeirio at ddwy agwedd ar organebau mewn amgylchedd penodol:

- ✓ **Nifer y rhywogaethau**; weithiau rydyn ni'n galw hyn yn gyfoethogrwydd rhywogaethau.
- ✓ **Nifer yr organebau** o fewn pob rhywogaeth.

Mae nifer y rhywogaethau a nifer yr organebau'n dibynnu'n rhannol ar yr amgylchedd. Coedwigoedd glaw trofannol a riffiau cwrel yw'r cynefinoedd mwyaf bioamrywiol ar y blaned. Mae nifer y rhywogaethau, i bob cilometr sgwâr, yn lleihau wrth i chi symud oddi wrth y cyhydedd tuag at y polau. Mae cynefinoedd â bioamrywiaeth uchel yn tueddu i fod yn sefydlog ac yn gynhyrchiol. Mae bioamrywiaeth yn gallu amrywio dros amser:

Proses	Disgrifiad
Olyniaeth	Dros amser, mae cymuned o organebau'n newid ei chynefin, gan ei gwneud hi'n fwy addas i rywogaethau eraill. Olyniaeth yw'r newid yng nghyfansoddiad cymuned dros amser. Mae'n cynyddu bioamrywiaeth anifeiliaid, ond yn y pen draw mae'n lleihau bioamrywiaeth planhigion.
Dethol naturiol	Mae dethol naturiol yn gallu cynhyrchu bioamrywiaeth a newid bioamrywiaeth. Byddwn ni'n trafod hyn yn fanwl yn nes ymlaen.
Dylanwad bodau dynol	Mae gweithgareddau dynol wedi gwneud yr amgylchedd yn llai addas i organebau byw. Mae hyn wedi lleihau bioamrywiaeth ac wedi arwain at ddifodiant mewn llawer o achosion.

Difodiant yw colli rhywogaethau; mae'r **cofnod ffosiliau** yn dangos bod **y rhan fwyaf o rywogaethau nawr wedi cael eu colli**. Mae newid hinsawdd, newid cynefin, mwy o gystadleuaeth, ysglyfaethwyr newydd a chlefydau newydd i gyd yn gallu achosi difodiant. **Mae difodiant yn broses naturiol**; cyfradd arferol difodiant yw un difodiant i bob 1 miliwn o rywogaethau bob blwyddyn. Mae gweithgareddau dynol yn cyflymu hyn; maent wedi cynyddu cyfraddau difodiant rhwng 1000 a 100 000 gwaith. **Bodau dynol yn dinistrio cynefinoedd** yw'r un bygythiad mwyaf i fioamrywiaeth ar y blaned.

Cofiwch – Yn ôl y WWFN, mae'r rhinoseros du mewn perygl critigol.
Yn gyffredinol, mae unrhyw ostyngiad dramatig mewn niferoedd yn digwydd oherwydd **colli cynefin**, **potsian** (hela anghyfreithlon gan fodau dynol) a **chystadleuaeth gan rywogaethau sy'n cael eu cyflwyno**.



Cadwraeth

Rydyn ni'n diffinio cadwraeth fel cynllunio'n benodol i warchod rhywogaeth neu gynefin (yn amlwg rhaid cyflawni'r cynllun hefyd). Mae nifer o ddulliau wedi cael eu defnyddio'n llwyddiannus:

Dull cadwraeth	Disgrifiad
Cyfyngu ar fasnachu mewn rhywogaethau mewn perygl (CITES)	Gwahardd gwerthu rhywogaethau mewn perygl a'u rhannau neu eu cynhyrchion.
Parciau cenedlaethol a safleoedd o ddiddordeb gwyddonol arbennig (SSSI)	Gwarchod cynefinoedd rhag gorddatblygu.
Asiantaethau'r llywodraeth a mudiadau eraill e.e. WWFN	Addysgu, lobïo llywodraethau, codi ymwybyddiaeth ac ariannu prosiectau cadwraeth. Maent hefyd yn monitro newidiadau i fioamrywiaeth ac yn tynnu ein sylw at newidiadau i statws risg organeb.
Rhaglenni bridio mewn caethiwed (Swau a Pharciau Saffari)	Bridio rhywogaethau mewn perygl mewn caethiwed, gan eu cadw oddi wrth fodau dynol gan fwyaf. Yna ailgyflwyno'r organebau i'r gwyllt a monitro eu niferoedd.
Banciau hadau (Gerddi Kew)	Cynnal ymchwil i rywogaethau planhigion a'u hamrywiaeth genynnol. Casglu a chadw hadau o bob rhywogaeth.
Deddfwriaeth y llywodraeth	Pasio deddfwriaeth i warchod cynefinoedd a rhywogaethau mewn perygl.

Rhywogaethau fel asedau pwysig i fodau dynol ac asesu bioamrywiaeth

Rydym ni nawr yn cydnabod y gallai pob rhywogaeth fod yn **ased bwysig i fodau dynol**. Rydym ni'n defnyddio llawer o blanhigion ac anifeiliaid i gynnal gwareiddiad bodau dynol.

- ✓ **Ffynhonnell fwyd bosibl; mae nifer bach o rywogaethau planhigion yn darparu prif fwydydd bodau dynol ledled y byd e.e. gwenith a reis.**
- ✓ **Defnyddiau crai hanfodol fel cotwm, rwber a phren.**
- ✓ **Cemegion a defnyddiau fferyllol defnyddiol e.e. gwrthfiotigau, asbirin a llawer o gyffuriau sy'n cael eu defnyddio i drin clefyd y galon.**
- ✓ **Genynnau sy'n gwrthsefyll clefydau; gallwn ni sbleisio'r rhain i mewn i genomau newydd i gynhyrchu cnydau GM defnyddiol.**

Gallai difodiant unrhyw rywogaeth blanhigol cyn i ni ymchwilio i'w phriodweddau cemegol fod yn golled aruthrol, felly mae cadwraeth yn hanfodol.

Mae **asesu bioamrywiaeth** ar lefel poblogaeth yn cynhyrchu **indecs bioamrywiaeth**, a gallwn ni ddefnyddio hwn i fonitro bioamrywiaeth cynefin dros amser ac i gymharu bioamrywiaeth rhwng gwahanol gynefinoedd. Mae **indecs Simpson** yn disgrifio bioamrywiaeth organebau mudol, fel yr infertebratau mewn nant. Mae'r ffordd fwyaf cyffredin o'i gyfrifo'n rhoi gwerth rhifiadol, a'r uchaf yw'r gwerth, yr uchaf yw'r bioamrywiaeth.

Os ydych chi'n casglu samplau dŵr o nant ac yn adnabod ac yn cyfrif yr holl organebau sydd i'w gweld, gallwch chi ddefnyddio'r fformiwla ganlynol i gyfrifo indecs Simpson:

$$S = 1 - \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

N = cyfanswm nifer yr organebau sy'n bresennol a **n** = y nifer o bob rhywogaeth

I gyfrifo S (indecs Simpson), rydyn ni'n cyfrif cyfanswm nifer yr organebau (N) a gallwn ni gyfrifo N(N-1). Rydyn ni'n cyfrifo n(n-1) ar gyfer pob rhywogaeth ac yn adio'r gwerthoedd i roi Σn(n-1).

Indecs bioamrywiaeth Simpson (enghraifft wedi'i chyfrifo)

Mae'r tabl isod yn dangos cyfrifon wedi'u gwneud yn y dŵr agored yn Shirburn, nant yn Suffolk:

Rhywogaeth	Nifer yr unigolion (n)	n(n-1)
Llyngyr lledog	11	11(11-1) = 11x10 = 110
Berdys dŵr croyw	55	55(55-1) = 55x54 = 2970
Larfâu pryf du	1	1(1-1) = 1x0 = 0
Larfâu pryf pric	1	1(1-1) = 1x0 = 0
Nymffod cleren Fai	7	7(7-1) = 7x6 = 42
Pwpaod gwybed mân	1	1(1-1) = 1x0 = 0
Nymffod pryf y cerrig	4	4(4-1) = 4x3 = 12
	Cyfanswm N = 80	∑n(n-1) = 3134

Indecs Simpson = $S = 1 - \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)} = 1 - \frac{3134}{80(80-1)} = 1 - \frac{3134}{80 \times 79} = 1 - \frac{3134}{6320}$

Cofiwch – Yr uchaf yw'r gwerth rhifiadol, yr uchaf yw'r bioamrywiaeth.

= 1 – 0.4959 = 0.50 (2 le degol)

Defnyddio loci amryffurf i asesu bioamrywiaeth

Drwy archwilio genynnau ac alelau, gallwn ni asesu bioamrywiaeth ar lefel enynnol. Mae'r dull hwn yn canolbwyntio ar yr holl alelau sy'n bresennol yng nghyfanswm genynnol poblogaeth, nid ar unigolion.

Nifer yr alelau - Safle genyn ar gromosom yw ei locws. Mae locws yn dangos **amryffurfedd** os oes ganddo ddau neu fwy o alelau ar amlder uwch nag fyddai'n digwydd o ganlyniad i fwtaniad yn unig. Os oes gan enyn fwy o alelau, mae ei locws yn fwy amryffurf na phe bai ganddo lai.

Mewn rhai planhigion:

- ✓ Mae'r genyn T yn rheoli taldra; mae yna ddau alel gwahanol.
- ✓ Mae'r genyn S yn rheoli ydy gronynnau paill yn gallu egino ar stigma aeddfed blodyn o'r un rhywogaeth. Mewn un rhywogaeth pabi, mae gan enyn S 31 o alelau gwahanol.
- ✓ Mae bioamrywiaeth genyn S yn fwy na bioamrywiaeth genyn T oherwydd mae mwy o ffenoteipiau'n bosibl ar gyfer genyn S nag ar gyfer genyn T.

Cyfran yr alelau - Os ydyn ni'n ystyried y cyfanswm genynnol cyfan, a bod 98% o holl alelau genyn penodol yr un alel enciliol, mae bioamrywiaeth y genyn hwnnw'n isel. Pe bai dim ond 50% o'r alelau yn y cyfanswm genynnau'n enciliol, byddai 50% yn alelau eraill, felly byddai bioamrywiaeth y genyn yn uwch.
Un enghraifft o **amryffurfedd mewn bodau dynol** yw'r system grwpiau gwaed ABO, lle mae gan y genyn I dri alel I^A, I^B ac I^O. Ymysg poblogaethau brodorol Canol America, mae amlder I^O bron yn 100%, sy'n golygu bioamrywiaeth isel. Mae gan boblogaeth frodorol Guinea Newydd fwy o alelau I^A ac I^B na phoblogaeth Canol America ac, ar gyfer y genyn hwn, mwy o fioamrywiaeth.

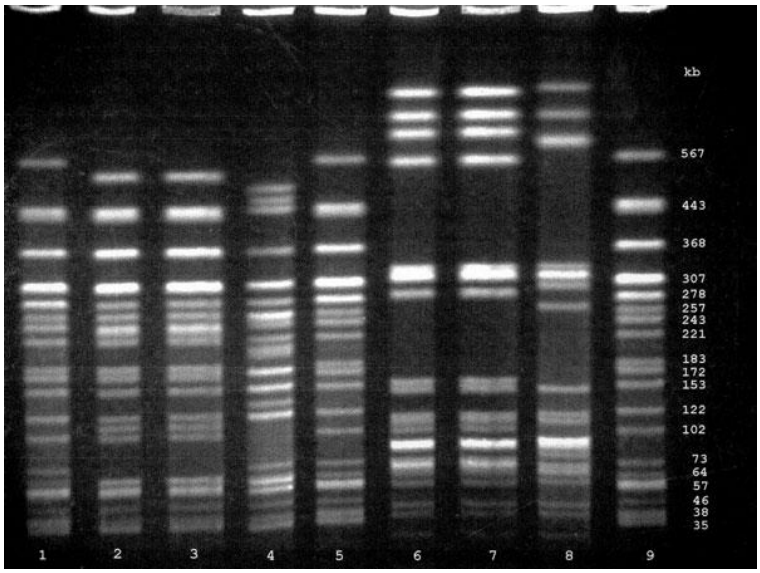
Poblogaeth frodorol	% bras yr alel yn y cyfanswm genynnol			Bioamrywiaeth cymharol
	I^A	I^B	I^O	
Canol America	0.1	0.1	99.8	Is
Guinea Newydd	29	10	61	Uwch

Defnyddio proffiliau DNA i asesu bioamrywiaeth ar lefel foleciwlaidd

Proffil neu ôl bys genynnol yw'r term sy'n cael ei ddefnyddio ar gyfer patrwm sy'n unigryw i bob unigolyn sy'n ymwneud â dilyniannau basau DNA. Mae **dilyniannau basau DNA** organebau sy'n **perthyn yn agosach** i'w gilydd yn **fwy tebyg**. Dydy DNA organebau ddim i gyd yn codio ar gyfer proteinau; mae darnau o **DNA sydd ddim yn codio** rhwng y darnau sy'n codio. Fel pob DNA, mae'r darnau sydd ddim yn codio'n gallu mwtanu felly mae unigolion yn cael dilyniannau basau gwahanol.

- ✓ Weithiau, dim ond **un bas** sy'n wahanol. Rydyn ni'n galw'r gwahaniaethau un bas hyn yn **SNP**, neu 'snip', sy'n sefyll am ***single nucleotide polymorphism*** **- amryffurfedd un niwcliotid**.
- ✓ Hefyd, mae rhai **darnau o DNA** yn amrywio, fel rheol tua **20-40 o ddilyniannau basau o hyd**, ac yn aml yn cael eu hailadrodd lawer gwaith. Y darnau unigryw hyn o DNA sydd ddim yn codio yw'r **darnau hypernewidiol (HVR)** neu **ailadroddiadau tandem byr (STR)**.

Gallwn ni weld y gwahaniaethau hyn mewn **proffiliau neu olion bysedd DNA**, gan gynnwys sawl gwaith mae'r darnau o DNA sydd ddim yn codio'n ailadrodd. Drwy gymharu niferoedd a safleoedd y bandiau ym mhroffiliau DNA poblogaeth, gallwn ni ddweud pa mor debyg neu wahanol yw eu dilyniannau DNA. Y mwyaf o SNP a HVR sydd gan boblogaeth, y mwyaf o wahaniaethau sydd rhwng ei phroffiliau DNA. Mae mwy o wahaniaethau'n dynodi mwy o fioamrywiaeth. Mewn poblogaeth fioamrywiol, mae proffiliau DNA yn dangos llawer o amrywiad.



Mae'r ddelwedd ar y chwith yn dangos proffil genynnol nodweddiadol. Mae'r bandiau'n cynrychioli darnau o DNA. Rydyn ni'n torri'r DNA gan ddefnyddio **endoniwcleasau cyfyngu**; ensymau sy'n torri'r moleciwl DNA ar **ddilyniannau basau penodol**. Rydyn ni'n gwahanu'r darnau DNA gan ddefnyddio proses o'r enw **electrofforesis**. Gallwn ni gymharu'r patrwm bandiau sy'n ffurfio a dadansoddi sut mae'n debyg ac yn wahanol.

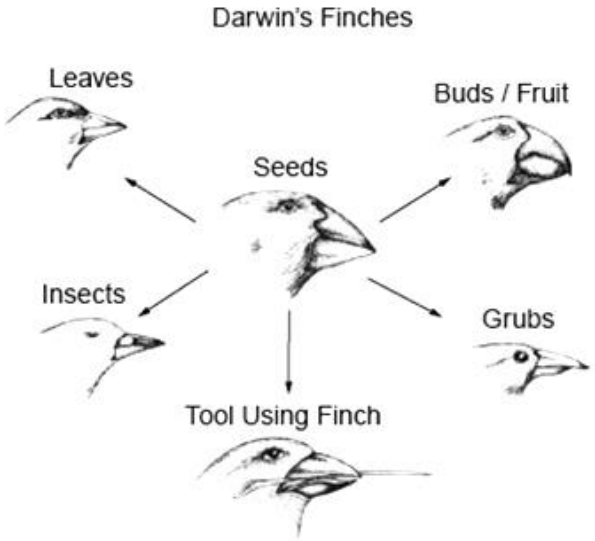
Term allweddol
Proffil neu ôl bys genynnol neu DNA - Patrwm sy'n unigryw i bob unigolyn sy'n ymwneud â dilyniannau basau DNA.

Esblygiad

Mae hanes esblygiadol yn dangos bod bioamrywiaeth wedi mynd drwy lawer o **dagfeydd** o'r enw **màs-ddifodiant**; tagfa yw gostyngiad sydyn mewn bioamrywiaeth. Mae **ymlediadau rhywogaethau newydd** yn digwydd ar ôl màs-ddifodiant. **Esblygiad yw'r broses lle mae rhywogaethau newydd yn ffurfio o rai sy'n bodoli eisoes dros gyfnodau hir iawn.** Y cyntaf i gyflwyno damcaniaeth esblygiad oedd Charles Darwin. Yn ystod ei ymweliad ag **Ynysoedd y Galapagos** casglodd Darwin dystiolaeth ddaearegol a ffosiliau i ategu'r syniad bod bywyd yn newid dros amser. Yn 1859, cynigiodd mai **dethol naturiol** yw'r grym sy'n achosi newidiadau i boblogaethau.



Termau allweddol:
Dethol naturiol – Dyma'r broses raddol lle mae nodweddion wedi'u hetifeddu'n mynd yn fwy neu'n llai cyffredin mewn poblogaeth, fel ymateb i newid i'r amgylchedd a phwysau dethol newydd.
Ymlediad ymaddasol – Ffurfio rhywogaethau newydd o un cyd-hynafiad. Un enghraifft glasurol o hyn yw pincod Darwin yn y Galapagos.



Pan gyrhaeddodd y pincod yr ynysoedd gyntaf, doedd **dim cystadleuaeth am fwyd a safleoedd nythu gan adar eraill** (oherwydd doedd dim adar eraill) **ac roedd llawer o gilfachau gwag** ar gael iddynt. Sylwodd Darwin fod y pincod unigol yn wahanol o un ynys i'r nesaf. Roedd y prif wahaniaethau'n ymwneud â **maint a siâp eu pigau** ac roedd y rhain yn **gysylltiedig â'r gwahanol fathau o fwyd roedden nhw'n ei fwyta** e.e. pryfed, hadau a ffrwythau.
Awgrymodd Darwin fod y pincod wedi datblygu o **gyd-hynafiad** a bod y math o big wedi datblygu dros amser gan **arbenigo i fwyta math penodol o fwyd.** Mae hyn yn enghraifft o **ymlediad ymaddasol** - llawer o rywogaethau newydd yn esblygu o gyd-hynafiad oherwydd dethol naturiol.

Dethol naturiol

O ganlyniad i'w arsylwadau, cynigiodd Darwin ddamcaniaeth **dethol naturiol**:

Cam	Digwyddiad	Eglurhad
1	Mwtaniad	Newidiadau DNA yn ffurfio genyn newydd
2	Amrywiad	Edrychiad corfforol neu ymddygiad gwahanol
3	Mantais gystadleuol	Mae rhai organebau'n gweddu'n well i'r amgylchedd nag eraill ac yn cystadlu'n well na nhw am adnoddau
4	Goroesiad y cymhwysaf	Mae'r rhai sy'n gweddu'n well i'r amgylchedd yn fwy tebygol o oroesi
5	Atgenhedlu	Mae'r rhai sy'n gweddu'n well i'r amgylchedd yn cael mwy o epil
6	Trosglwyddo genynnau ffafriol i epil	Mae'r epil yn etifeddu'r alelau manteisiol, felly maen nhw hefyd yn gweddu'n well i'r amgylchedd

Wrth i **gynefinoedd newid**, er enghraifft cynnydd tymheredd, dros lawer o genedlaethau, bydd **dethol o blaid** yn digwydd i unigolion ag alelau sy'n gweddu'n well i dymheredd uwch. Bydd yr unigolion hyn yn **atgenhedlu'n fwy llwyddiannus** oherwydd bydd ganddynt **fantais** gan eu bod nhw'n **gweddu'n well i'r amgylchedd**. Dros amser, bydd llawer o unigolion yn **etifeddu** y nodweddion hyn. Pe bai'r amgylchedd yn newid eto, ac yn mynd yn wlypach efallai, byddai nodweddion gwahanol yn rhoi mantais a byddai **dethol o blaid** yn digwydd i'r rhain, a byddai **dethol yn erbyn** yn digwydd i eraill. Unwaith eto, dros lawer o genedlaethau bydd **cyfansoddiad poblogaeth yn newid**. **Mae dethol naturiol yn cynhyrchu bioamrywiaeth** a hwn yw'r grym sy'n gyrru esblygiad.

Palaeontoleg yw astudio planhigion ac anifeiliaid y gorffennol daearegol, drwy ddadansoddi'r ffosiliau maen nhw wedi'u gadael. Drwy drefnu anifeiliaid a phlanhigion diflanedig mewn dilyniant daearegol, gallwn ni awgrymu sut gallai un grŵp fod wedi esblygu i ffurfio grŵp arall. Mae'r ffaith bod **ffosiliau'n ffurfio mewn creigiau gwaddodol** yn helpu palaeontolegwyr i wneud hyn. Wrth i greigiau gwaddodol ffurfio, mae haenau o silt yn caledu ac yn ffurfio haenau ar ben ei gilydd. Mae'r graig sy'n ffurfio'n cynnwys cyfres o haenau llorweddol, sef strata. Mae pob haen yn cynnwys **ffosiliau** sy'n nodweddiadol i'r amser pan gafodd hi ei chreu. Mae'r creigiau hynaf, ac felly'r **ffosiliau cynharaf wedi'u cynnwys yn yr haenau isaf**. Yn aml, gallwn ni ddyddio creigiau'n fanwl gywir gan ddefnyddio technegau dyddio radiometrig. **Rydyn ni'n defnyddio'r dull radiocarbon i ddyddio ffosiliau**. Mae gwybod oed y creigiau ac astudio'r cofnod ffosiliau'n dweud wrth wyddonwyr am ddilyniant ac amseriad ymddangosiad y prif grwpiau o organebau byw.

Dolenni coll a chreadigaeth

Dolenni coll - Mae damcaniaeth Darwin yn seiliedig ar y syniad bod rhywogaethau'n newid yn raddol dros gyfnodau hir o un ffurf i ffurf arall; mae'r rhan fwyaf o fiolegwyr yn credu bod hyn yn wir. Os yw'r syniad hwn yn gywir, byddai disgwyl i **ffurfiau rhyngol** (dolenni coll) fodoli mewn haenau olynol o greigiau rhwng un rhywogaeth ffosil a'r nesaf. **Mae ffurfiau rhyngol yn y cofnod ffosiliau'n syndod o brin.**

Creadigaeth - Mae creadyddion yn credu bod **prinder ffurfiau rhyngol** yn **dystiolaeth o greadigaeth arbennig â dyluniad deallus** yn hytrach nag esblygiad rhywogaethau.

Mae **Eldridge a Gould** (gwyddonwyr Americanaidd) wedi cyflwyno dehongliad gwahanol. Maent yn awgrymu efallai fod rhywogaethau newydd yn ymddangos yn gyflym, efallai o fewn rhai miloedd o flynyddoedd, ac yna'n aros yr un fath am filiynau o flynyddoedd cyn newid eto. Gallai esblygiad rhywogaeth newydd fel hyn ddigwydd ar ymylon yr ardal lle mae'r boblogaeth yn byw, gan gynnwys nifer bach o unigolion yn unig. Dan yr amgylchiadau hyn, byddai hi'n anarferol dod o hyd i raddoli rhwng rhywogaethau olynol yn y cofnod ffosiliau.

Ymaddasiad

Y newid i rywogaeth, wrth i nodwedd ddefnyddiol ddod yn fwy cyffredin, yw **ymaddasiad**. Rydyn ni'n galw'r nodwedd ddefnyddiol hon yn **nodwedd ymaddasol**. Mae ymaddasiad yn digwydd i bob agwedd ar organeb, ac mae llawer o wahanol nodweddion ymaddasol i'w gweld.

Nodweddion anatomegol

- ✓ Mae gan siarcod, dolffiniaid a phengwiniaid gyrff llyfn. Heb y siâp corff hwn, byddent yn llai effeithlon wrth ddal bwyd neu ddianc rhag ysglyfaethwyr.
- ✓ Mae gan rai planhigion flodau â chanllawiau mêl neu neithdar, sydd weithiau'n cael eu galw'n llinellau gwenyn. Maent yn dangos lle mae canol y blodyn, ffynhonnell y neithdar a'r paill i bryfed sy'n ymweld. Byddai blodyn heb y llinellau hyn yn denu llai o beillwyr.

Nodweddion ffisiolegol

- ✓ Mae mamolion ac adar yn endothermig ac mae'n rhaid iddynt osgoi gwastraffu egni drwy geisio cynnal tymheredd y corff mewn tywydd oer. Wrth aeafgysgu, mae arth wen yn ailosod thermostat y corff i ddefnyddio llai o egni, ac mae tymheredd y corff yn gostwng i 2 ^{o}C, yn hytrach nag aros ar 37 ^{o}C.
- ✓ Mae'r dail yn disgyn oddi ar blanhigion collddail wrth i'r tymheredd ac arddwysedd golau ostwng yn yr hydref. Fel hyn, dydyn nhw ddim yn colli dŵr drwy drydarthiad nac yn wynebu risg o ddiffyg hylif dros y gaeaf pan allai dŵr fod wedi rhewi, ac felly maent yn goroesi mewn tywydd oer.

Ymaddasiad (parhad)

Nodweddion ymddygiadol

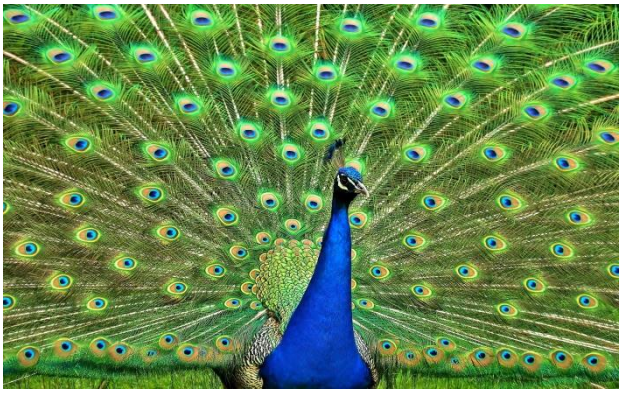
- ✓ Fel llawer o blanhigion, mae'r ddraenen wen yn blodeuo yn y gwanwyn, pan mae'r pryfed sy'n ei pheillio wedi ymddangos. Pe bai hi'n blodeuo'n gynt, fyddai hi ddim yn cael ei pheillio.
- ✓ Mae defodau paru anifeiliaid yn cynnwys arddangos plu cynffon paun neu ddawnsiau cymhleth adar fel fflamingos. Mae'r ymddygiadau hyn yn cynyddu siawns anifail o atgenhedlu'n llwyddiannus.



Mae corff llyfn y pengwin yn **nodwedd ymaddasol anatomegol**. Dydy'r nodwedd hon ddim yn amlwg wrth i'r pengwin gerdded ar y tir.

Mae draenogod yn gaeafgysgu yn y gaeaf pan mae bwyd yn brin. Efallai fod gaeafau cynnes diweddar wedi tarfu ar eu patrwm gaeafgysgu. Mae niferoedd draenogod yn gostwng. Mae gaeafgysgu yn **nodwedd ymaddasol ffisiolegol**.





Mae'r paun yn arddangos ei gynffon ysblennydd er mwyn denu cymar. Mae hyn yn enghraifft o **nodwedd ymaddasol ymddygiadol**.

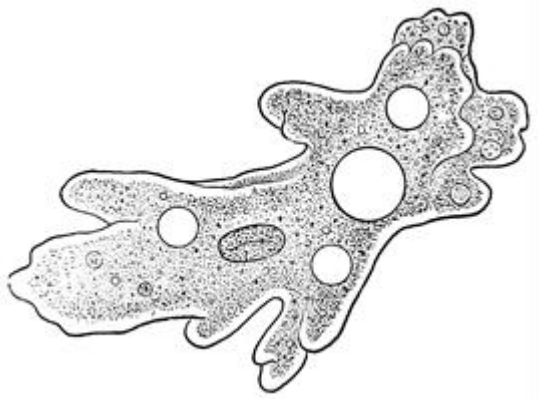
Cofiwch – Mae proses 'ymaddasiad' yn cynhyrchu '**nodweddion ymaddasol**'. Mae'n anghywir dweud mai'r nodwedd ei hun yw'r ymaddasiad.

Cyfnewid nwyon

Mae pob organeb fyw'n cyfnewid nwyon â'i hamgylchedd. Mae nwyon yn cael eu cyfnewid ar draws arwynebau resbiradol. Mae angen y nodweddion canlynol ar arwyneb resbiradol:

- ✓ **Tenau (llwybr tryledu byr)**
- ✓ **Athraidd i nwyon**
- ✓ **Llaith**
- ✓ **Arwynebedd arwyneb mawr**

Caiff nwyon eu cyfnewid drwy gyfrwng **tryledi**ad. Mae gan organebau ungellog fel Ameba **gymhareb arwynebedd arwyneb i gyfaint fawr** felly mae cyfnewid nwyon ar draws pilen arwyneb y gell yn ddigonol. Dydy organebau enfawr fel eliffant ddim yn gallu dibynnu ar dryledi ad yn unig; mae eu **cymhareb arwynebedd arwyneb i gyfaint yn llai**. Mae angen **mecanwaith awyru** ac weithiau **system cylchrediad** â **phigmentau gwaed arbenigol** i sicrhau bod nwyon resbiradol yn cael eu cyfnewid â meinweoedd y corff yn gyflym.





Cofiwch – Mae gan yr Amoeba arwynebedd arwyneb mawr a llwybr tryledu byr sy'n golygu bod ocsigen yn gallu tryledu drwy'r organeb i gyd yn ddigon cyflym i ddiwallu ei hanghenion resbiradol. Dydy organebau amlgellog mawr ddim yn gallu dibynnu ar dryledi ad yn unig; maent wedi ymaddasu ag **arwynebau resbiradol arbenigol**, **systemau cylchrediad** a **phigmentau gwaed** i hwyluso cludiant nwyon.

Amoeba, y llyngyren ledog a'r pryf genwair

Mae organebau ungellog bach yn cyfnewid nwyon ar draws arwyneb y gell. Mae'r **gymhareb arwynebedd arwyneb i gyfaint yn ddigon mawr** i ddiwallu eu hanghenion. Mae pellteroedd o fewn y gell yn fach, felly mae tryledіad yn ddigon cyflym. Mewn organebau mawr amlgellog, mae'r gymhareb arwynebedd arwyneb i gyfaint yn llai. Mae rhai ohonynt yn dal i fod yn ddigon bach i beidio bod ag angen arwyneb arbenigol i gyfnewid nwyon.

Organeb	Cyfnewid nwyon
Amoeba	Mewn celloedd unigol, mae'r gymhareb arwynebedd arwyneb i gyfaint yn fawr. Mae'r gellbilen yn denau felly mae tryledіad i'r gell yn gyflym. Mae un gell yn denau felly mae'r pellteroedd tryledіad i'r gell yn fyr. Mae cyfnewid nwyon drwy dryledu ar draws arwyneb y gell yn ddigon cyflym i gyflenwi'r ocsigen ar gyfer resbiradaeth a chael gwared ar garbon deuocsid.
Llyngyren ledog	Mae llyngyr lledog yn ddyfrol, a gan eu bod nhw'n fflat, mae eu harwynebedd arwyneb yn llawer mwy nag organebau sfferig. Mae eu cymhareb arwynebedd arwyneb i gyfaint fawr wedi goresgyn problem y cynnydd maint oherwydd does dim rhan o'r corff yn bell o'r arwyneb, felly mae'r llwybrau tryledu'n fyr.
Pryf genwair	Mae'r pryf genwair yn organeb ddaearol. Mae'n silindrog ac felly mae ei gymhareb arwynebedd arwyneb i gyfaint yn llai na'r llyngyren ledog. Ei groen yw'r arwyneb resbiradol, ac mae'n aros yn llaith drwy secretu mwcws. Does dim angen llawer o ocsigen arno oherwydd mae'n symud yn araf ac mae ganddo gyfradd fetabolaidd isel. Mae digon o ocsigen yn tryledu ar draws arwyneb y croen i gyrraedd y capilarïau gwaed o dan y croen. Mae'r haemoglobin yn y gwaed yn cludo'r ocsigen o gwmpas y corff mewn pibellau gwaed. Mae hyn yn cynnal graddiant crynodiad serth ar yr arwyneb resbiradol. Mae carbon deuocsid yn tryledu allan ar draws y croen, i lawr graddiant crynodiad.

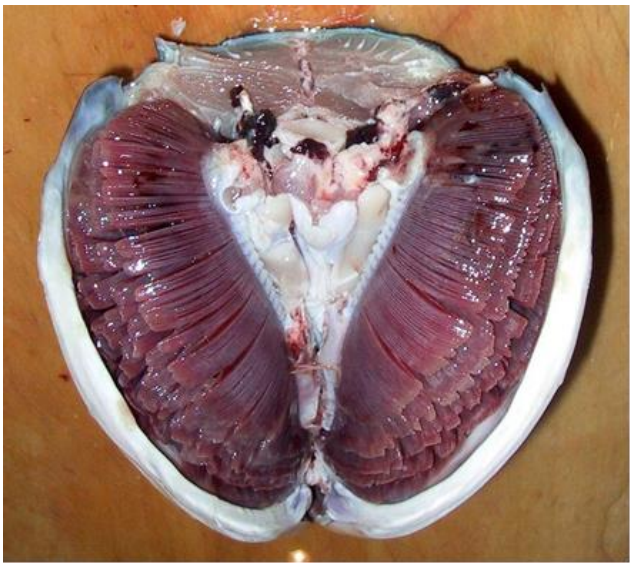
Termau allweddol:
Cyfradd fetabolaidd - Cyfradd defnyddio egni'r corff.
Organeb ddaearol - Organeb sy'n byw ar y tir.

Cofiwch – Mae ocsigen yn hydoddi yn y lleithder ar arwyneb y pryf genwair cyn tryledu i'r capilarïau.



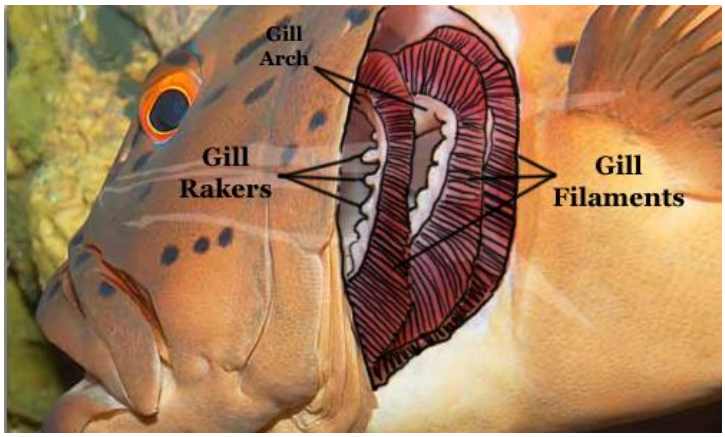
Cyfnewid nwyon mewn pysgod

Mae pysgod esgyrnog yn fwy na'r organebau rydyn ni wedi'u hystyried hyd yn hyn, ac maent yn symud mwy hefyd. Mae angen llawer mwy o ocsigen arnynt. Mae gan bysgod esgyrnog arwyneb arbenigol i gyfnewid nwyon – **y tagellau**.



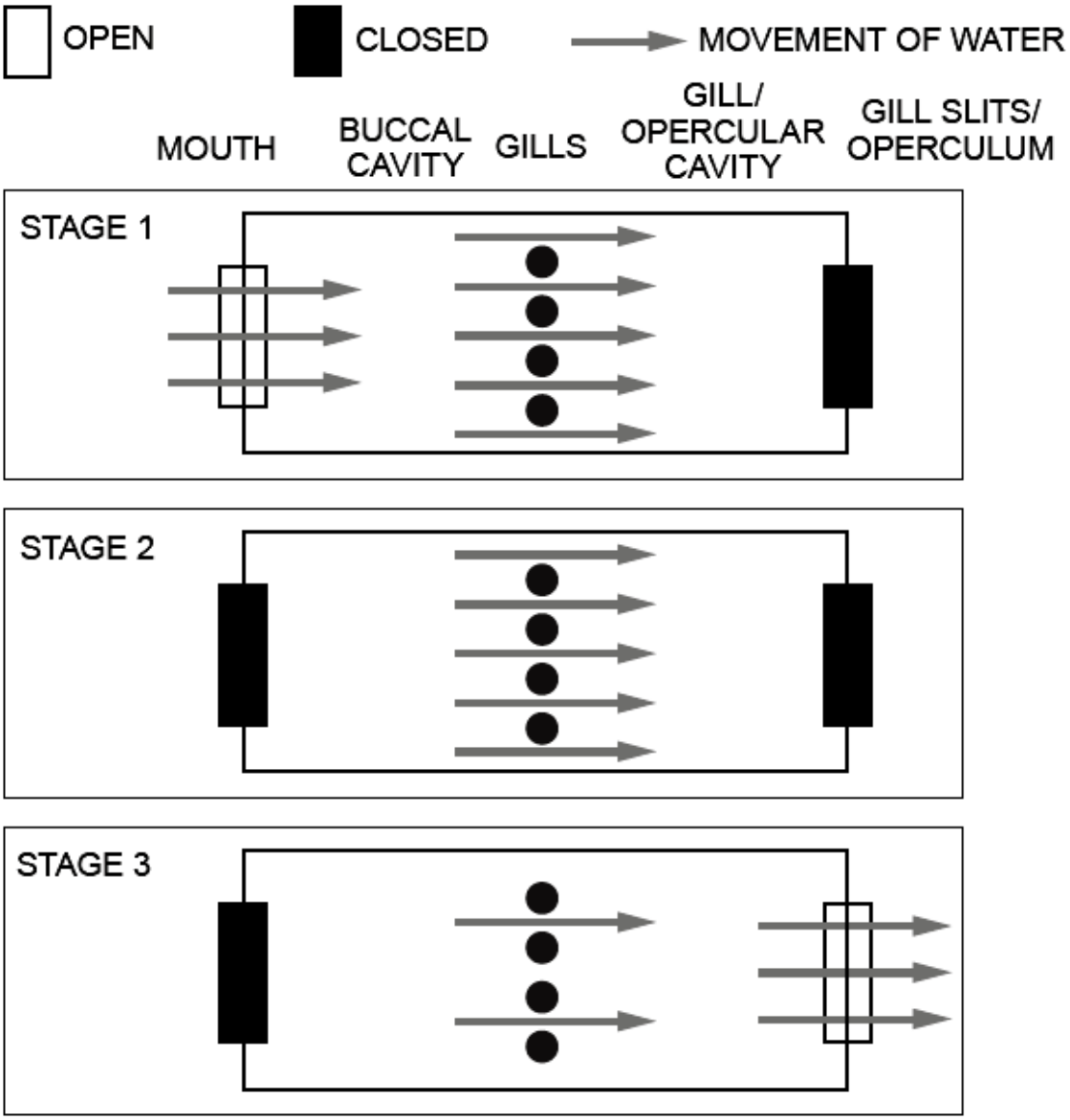
Mae gan y tagellau arwynebedd arwyneb mawr oherwydd **ffilamentau tagell**. Arwyneb resbiradol arbenigol yw'r ffilamentau tagell. **Mae dŵr yn gyfrwng dwys â chynnwys ocsigen cymharol isel.** Mae hyn yn golygu bod **rhaid gorfodi dŵr dros y ffilamentau tagell**. Mae dwysedd y dŵr yn atal y tagellau rhag cwympo (ac yn cadw'r arwynebedd arwyneb mawr). Mae **mecanwaith awyru** yn gorfodi dŵr dros y tagellau. Mae'r dŵr yn llifo un ffordd - uncyfeiriol.

Mae awyru mewn pysgodyn esgyrnog yn golygu bod dŵr yn gallu llifo'n barhaus dros y tagellau hyd yn oed wrth i'r pysgodyn orffwys. Mae'r awyru'n digwydd o ganlyniad i **newidiadau gwasgedd** yn y ceudodau bochaidd (ceg) ac opercwlaidd (tagellau). Mae tri cham i'r mecanwaith awyru.



Cam 1	Mae'r geg yn agor ac mae llawr y ceudod bochaidd yn gostwng. Mae cyfaint y ceudod bochaidd yn cynyddu a'r gwasgedd yn gostwng. Mae'r opercwlwm yn aros ar gau. Mae dŵr yn cael ei dynnu i mewn i'r ceudod bochaidd o'r tu allan oherwydd y newid gwasgedd.
Cam 2	Mae'r geg yn cau ac mae'r ceudod bochaidd yn cyfangu, gan godi llawr y ceudod bochaidd. Mae dŵr yn cael ei orfodi dros y tagellau.
Cam 3	Mae'r gwasgedd yng ngheudod y tagellau'n cynyddu ac yn gorfodi'r opercwlwm (agen y dagell) i agor. Mae dŵr yn gadael drwy'r opercwlwm.

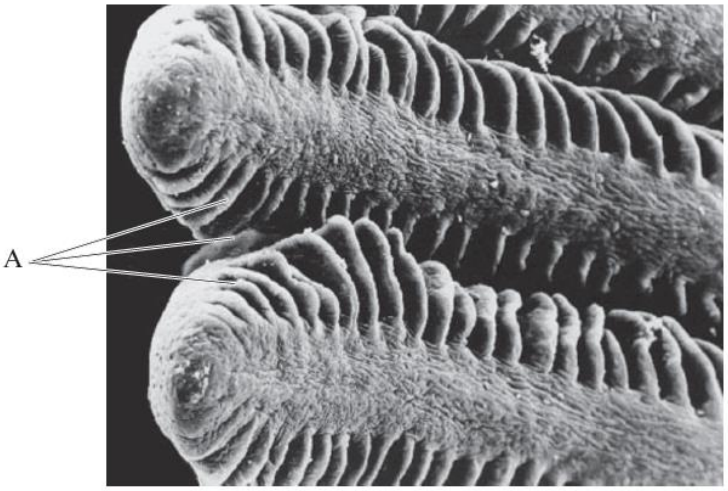
Mecanwaith awyru pysgod esgyrnog



Mae gan y tagellau **rwydwaith eang o gapilarïau** i ganiatáu tryledíad ocsigen effeithlon. Mae'r **pigment gwaed haemoglobin a system gylchrediad** yn cludo ocsigen drwy'r pysgodyn i gyd.

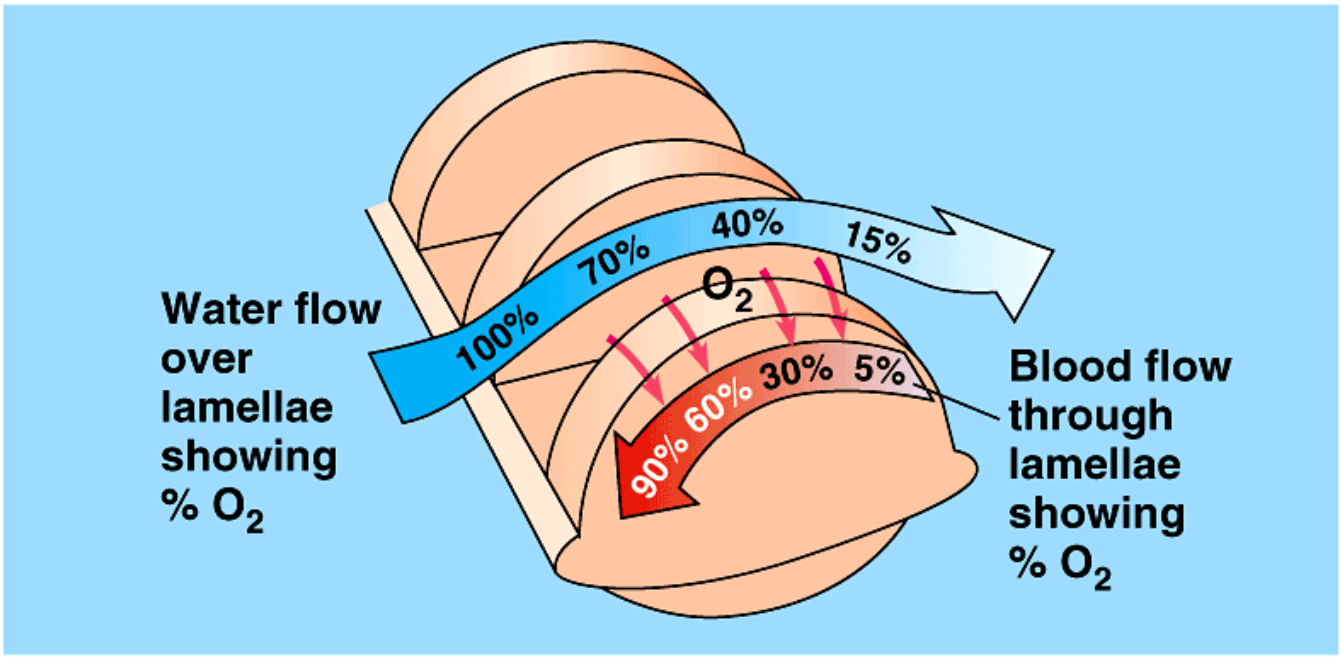
Tryledlad ar draws y tagellau

Mae ffilamentau tagell yn cynnwys platiau tagell neu lamelâu. Mae dŵr yn llifo rhwng y **platiau tagell** (lamelâu) i'r **cyfeiriad dirgroes** i lif y gwaed yng nghapilarïau'r dagell.



Mae'r electronmicrograff ar y chwith yn dangos ffilamentau tagell â phlatiau tagell neu lamelâu (A).

Mae **llif gwrthgerrynt** yn gwneud tryledlad yn fwy effeithlon drwy **gynnal graddiant crynodiad serth ar draws y ffilament tagell cyfan**. Mae'r gwaed yn dod i gysylltiad â dŵr â chynnwys ocsigen cymharol uchel bob amser.



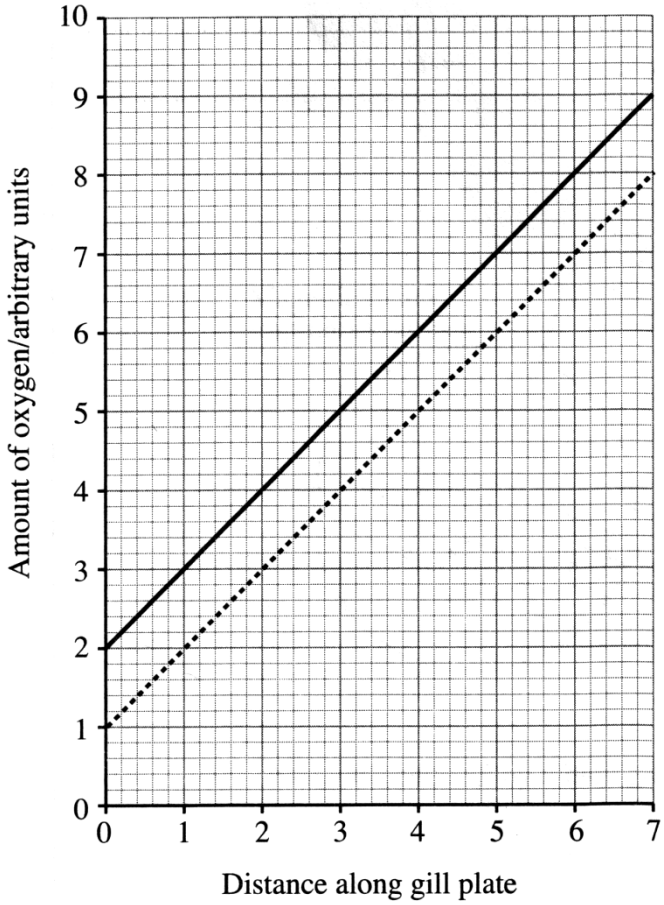
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Edrychwch ar y diagram uchod. Mae'r dŵr a'r gwaed yn llifo i'r **cyfeiriadau dirgroes** ar draws y plât tagell. Mae crynodiad ocsigen yn y dŵr yn uwch nag yn y gwaed bob amser, felly mae ocsigen yn tryledu i'r gwaed, i lawr graddiant crynodiad, ar draws y plât tagell cyfan.

Term allweddol:
Llif gwrthgerrynt - Mae dŵr a gwaed yn llifo i'r cyfeiriadau dirgroes ar draws y plât tagell. Mae hyn yn cynnal graddiant crynodiad ar gyfer tryledlad effeithlon ocsigen i mewn i'r gwaed.

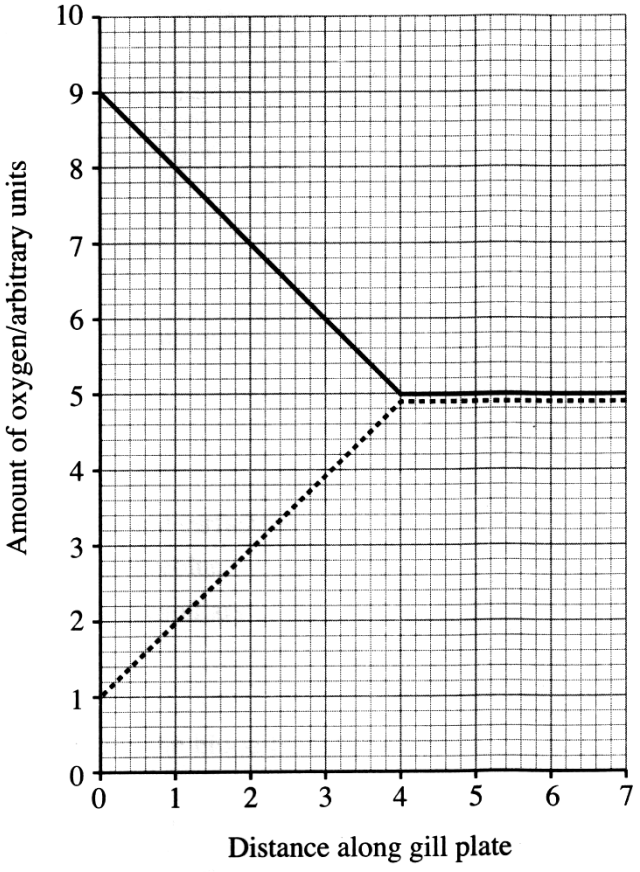
Adnabod llif gwrthgerrynt a llif paralel ar graff

Mae'r graffiau isod yn dangos crynodiad ocsigen mewn dŵr a gwaed sy'n mynd dros blatiau tagell. Mae'r **llinellau solet** yn cynrychioli cynnwys ocsigen y **dŵr**. Mae'r **llinellau toredig** yn cynrychioli cynnwys ocsigen y **gwaed**.



Mae'r graff ar y chwith yn dangos **llif gwrthgerrynt**; mae dŵr a gwaed yn llifo i'r cyfeiriadau dirgroes ar draws y plât tagell. Sylwch, wrth i'r pellter ar hyd y plât tagell gynyddu, fod cynnwys ocsigen y gwaed hefyd yn cynyddu. Mae'r plât tagell cyfan yn cael ei ddefnyddio i gyfnewid nwyon. Dydy'r broses ddim yn cyrraedd ecwilibriwm.

Mae gan **bysgod cartilagaidd** fel siarcod system fwy aneffeithlon. Mae'r dŵr a'r gwaed yn llifo i'r **un cyfeiriad** ar draws y plât tagell. **Llif paralel** yw hyn. Mae'r graff ar y dde'n dangos llif paralel. Dydy'r graddiant crynodiad ddim yn cael ei gynnal. Dydy'r tryledia ddim yn optimaidd nac yn parhau ar draws y plât tagell i gyd; mae'n cyrraedd ecwilibriwm.



Cymharu llif gwrthgerrynt a llif paralel

Llif gwrthgerrynt	Llif paralel
Mae dŵr yn llifo ar draws y ffilament (drwy'r platiau tagell) i'r cyfeiriad dirgroes i lif y gwaed yng nghapilarïau'r dagell.	Mae dŵr yn llifo ar draws y ffilament (drwy'r platiau tagell) i'r un cyfeiriad â llif y gwaed yng nghapilarïau'r dagell.
Mae graddiant crynodiad ocsigen serth yn cael ei gynnal, sy'n caniatáu tryledia d ocsigen ar draws y plât tagell cyfan.	Dydy'r graddiant crynodiad ocsigen ddim yn cael ei gynnal. Mae'r dŵr a'r gwaed yn cyrraedd ecwilibriwm.
Mae tryledia d ocsigen o'r dŵr i'r gwaed yn digwydd ar draws y plât tagell cyfan.	Dydy tryledia d ocsigen o'r dŵr i'r gwaed ddim yn digwydd ar draws y plât tagell cyfan.
Mae cyfradd tryledia d yn uchel.	Mae cyfradd tryledia d yn is ac yn gostwng wrth gyrraedd ecwilibriwm.
Mae mwy o ocsigen yn cael ei amsugno i'r gwaed. Bydd canran dirlawnder yr ocsigen yn uwch.	Mae llai o ocsigen yn cael ei amsugno i'r gwaed. Bydd canran dirlawnder ocsigen y gwaed yn is.

Amffibiaid, ymlusgiaid ac adar

Mae arwynebau resbiradol **amffibiaid, ymlusgiaid ac adar** yn rhannu'r nodweddion canlynol:

- ✓ **Arwynebedd arwyneb mawr** i dryledu nwyon resbiradol yn gyflym.
- ✓ **Arwyneb llaith** i'w gwneud hi'n haws tryledu nwyon yn gyflym.
- ✓ **Llwybr tryledu byr** (waliau tenau).
- ✓ **System cylchrediad â phigmentau gwaed** i gludo ocsigen e.e. haemoglobin.
- ✓ **Ysgyfaint mewnol** i leihau colledion dŵr a gwres (dydy hyn ddim yn berthnasol i amffibiaid gan eu bod nhw'n ddyfrol).
- ✓ **Mecanwaith awyru** sy'n gorfodi'r cyfrwng resbiradol (aer) at yr arwyneb resbiradol ac oddi wrtho; mae hyn yn sicrhau bod ocsigen yn cyrraedd yr arwyneb cyfnewid nwyon a charbon deuocsid yn gadael.

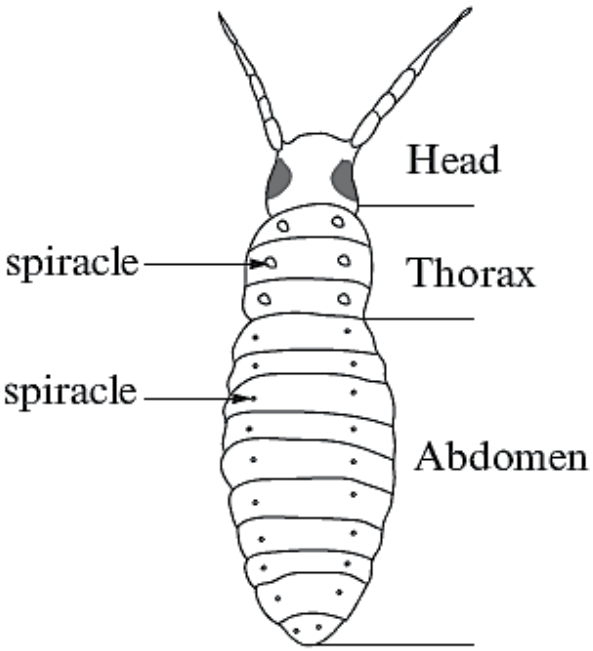
Amffibiaid	Mae amffibiad sy'n gorffwys yn defnyddio ei groen llaith i gyfnewid nwyon. Mae amffibiaid sy'n weithgar yn defnyddio ysgyfaint syml. Dim ond pâr o godennau gwag yw ysgyfaint broga. Mae llawer o blygion yn eu harwyneb, sy'n cynyddu'r arwynebedd arwyneb. O gymharu ag ysgyfaint dynol, mae arwynebedd arwyneb ysgyfaint broga'n gymharol fach. Yn ei gyfnod fel penbwl, mae'n defnyddio tagellau.
Ymlusgiaid	Mae croen ymlusgiaid yn anathraidd i nwyon a does dim modd ei ddefnyddio fel arwyneb resbiradol. Mae gan ymlusgiaid ysgyfaint mwy effeithlon nag amffibiaid. Dim ond yn yr ysgyfaint mae cyfnewid nwyon yn digwydd. Mae ysgyfaint ymlusgiaid yn debyg i godenni, ac mae eu plygion yn fwy cymhleth nag ysgyfaint amffibiaid. Mae gan ymlusgiaid asennau, ond dim llengig. Mae awyru'n cael ei gynorthwyo gan symudiad yr asennau gan y cyhyrau rhyngasennol.
Adar	Mae gan adar waed cynnes a chyfradd resbiradu uchel; mae hi'n hanfodol eu bod nhw'n cyfnewid nwyon yn effeithlon. Mae ysgyfaint adar yn fach ac yn gryno, ac yn cynnwys nifer o diwbynnau aer canghennog o'r enw bronci. Mae gan y tiwbynnau aer lleiaf, y parabronci, rwydwaith eang o gapilarïau gwaed - dyma lle mae cyfnewid nwyon yn digwydd. Mae'r parabronci'n arwain i godennau aer mawr â waliau tenau sy'n helpu ag awyru (maent yn gweithredu fel megin). Symudiadau'r asennau sy'n awyru'r ysgyfant. Wrth i'r aderyn hedfan, mae symudiadau cyhyrau'r adenydd yn awyru'r ysgyfaint.





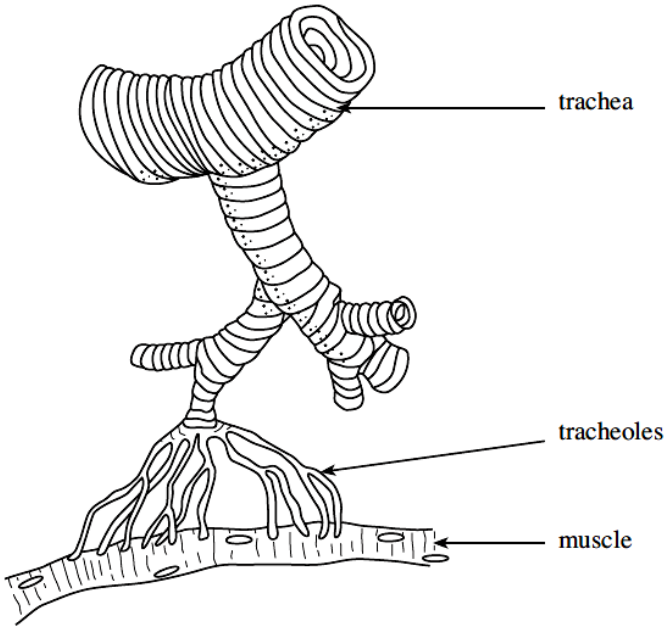
Pryfaid

Mae'r rhan fwyaf o bryfaid yn ddaearol. Fel pob organeb ddaearol, mae dŵr yn anweddu oddi ar arwyneb y corff; mae hyn yn gallu achosi diffyg hylif**. Er mwyn cyfnewid nwyon yn effeithlon mae angen arwyneb tenau, athraidd ag arwynebedd arwyneb mawr** – mae hyn yn gwrthdaro â'r angen i leihau colledion dŵr. I leihau colledion dŵr, mae pryfaid wedi datblygu sgerbwd allanol anhyblyg gwrth-ddŵr sydd wedi'i orchuddio â chwtigl. Mae gan bryfaid gymhareb arwynebedd arwyneb i gyfaint gymharol fach a dydyn nhw ddim yn gallu defnyddio arwyneb eu corff i gyfnewid nwyon drwy gyfrwng tryledіad.



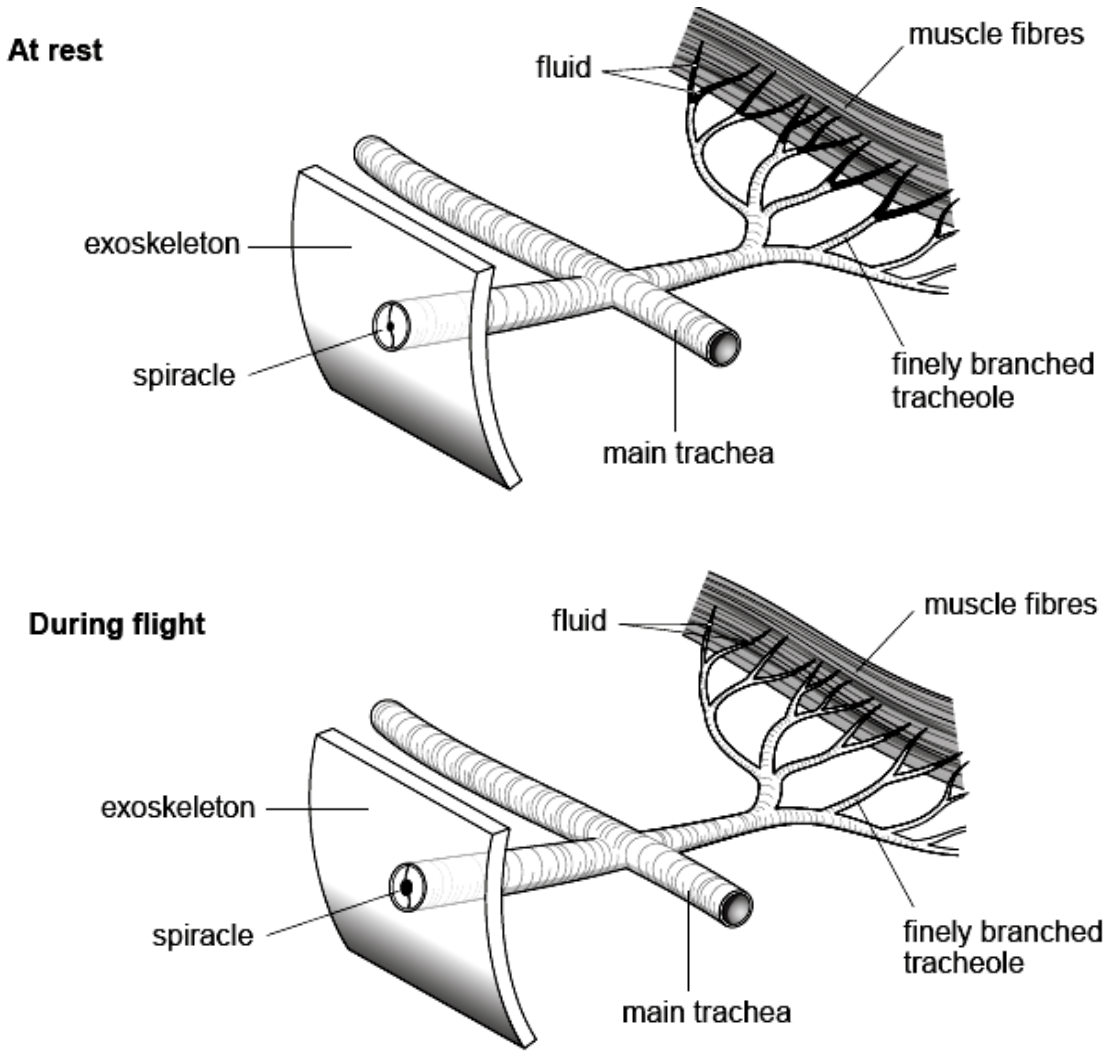
Mae cyfnewid nwyon mewn pryfaid yn digwydd drwy **barau o dyllau**, sef y **sbiraglau**, ar hyd ochr y corff. Mae'r sbiraglau'n arwain i system o **diwbynnau aer canghennog wedi'u leinio â chitin o'r enw traceau**. Mae'r sbiraglau'n gallu agor a chau fel falfiau; mae hyn yn caniatáu cyfnewid nwyon ac yn lleihau colledion dŵr. Mae pryfaid sy'n gorffwys yn dibynnu ar dryledіad i dderbyn ocsigen a chael gwared ar garbon deuocsid. Yn ystod cyfnodau gweithgar, e.e. wrth hedfan, mae symudiadau'r abdomen yn awyru'r traceau.

Pennau'r traceau yw'r **traceolau. Mae cyfnewid nwyon yn digwydd ym mhen pellaf y traceolau. Mae ocsigen yn mynd yn uniongyrchol i'r celloedd**; mae hyn yn **gyflym iawn.**



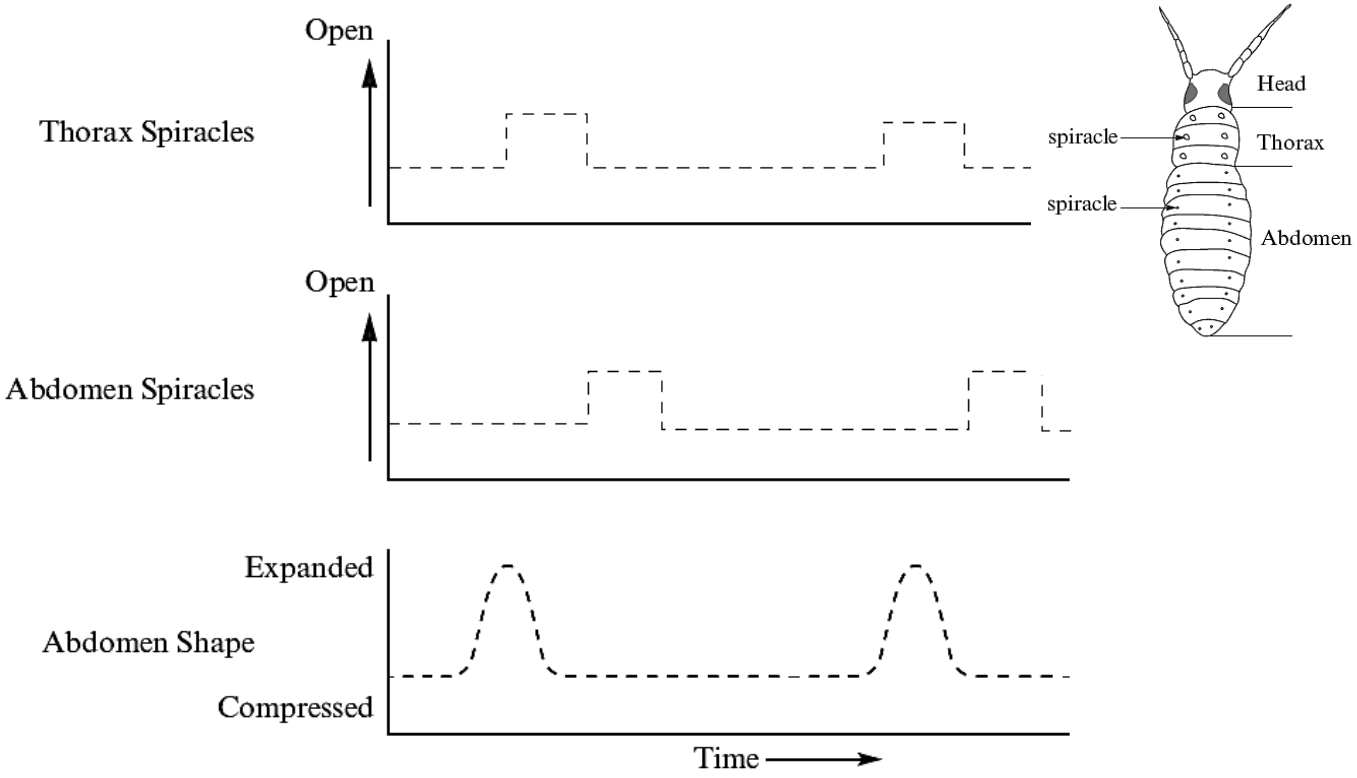
Pryfaid wrth orffwys ac wrth hedfan

Dydy diamedr y ffibrau cyhyr sy'n cysylltu â'r traceolau byth yn fwy na 20µm. Mae hyn yn darparu **llwybr tryledu byr** i gyfnewid nwyon. O ganlyniad, mae tryledu yn ddigon cyflym i gyflenwi digon o ocsigen i'r celloedd a'r meinweoedd. Mae lefelau hylifau yn y traceolau'n gostwng wrth i'r pryf hedfan; mae hyn yn darparu mwy o arwynebedd arwyneb ar gyfer cyfnewid nwyon. Mae hefyd yn gwneud y llwybr tryledu'n fyrrach fyth.



Awyru'r system draceol

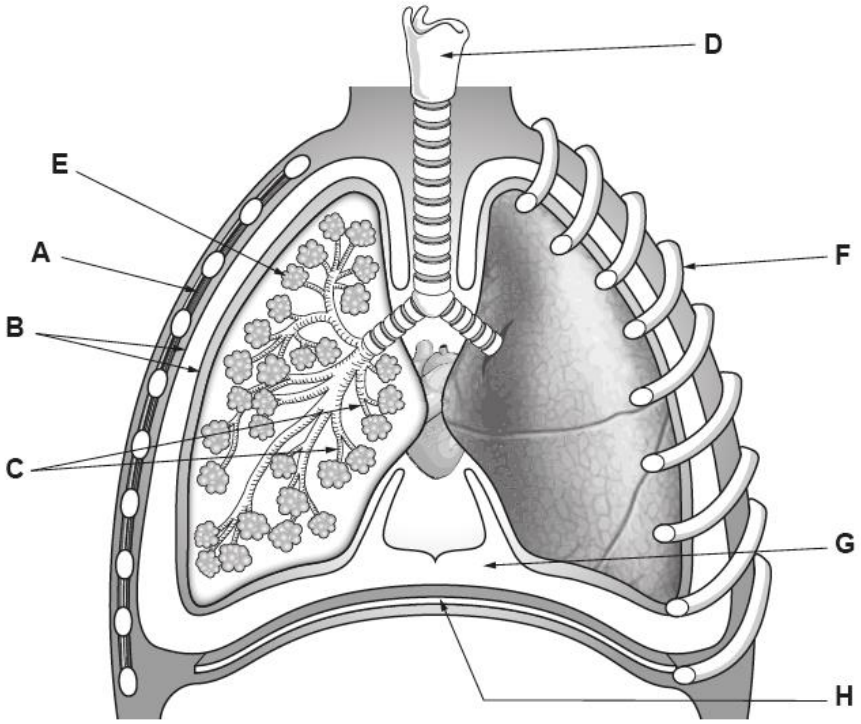
Cywasgu ac ehangu yr abdomen sy'n **awyru** y system draceol. Mae awyru'n cludo'r cyfrwng resbiradol (aer) i'r arwyneb resbiradol ar ben draw'r traceolau. Mae **sbiraglau'n agor a chau** i adael aer i mewn ac allan o'r system draceol.



Edrychwch yn ofalus ar y graffiau uchod. Pan mae'r **abdomen wedi'i ehangu** mae sbiraglau'r thoracs ar agor a sbiraglau'r abdomen ar gau; mae aer yn mynd i'r system draceol drwy sbiraglau'r thoracs. Wrth i'r **abdomen gywasgu** mae sbiraglau'r thoracs yn cau a sbiraglau'r abdomen yn agor; mae aer yn gadael y system draceol drwy sbiraglau'r abdomen. Mae ehangu a chywasgu'r abdomen yn awyru'r system draceol - mae aer yn cael ei dynnu i mewn drwy'r sbiraglau yn y thoracs a'i yrru allan drwy'r sbiraglau yn yr abdomen.

System resbiradol bodau dynol

Mae'r ysgyfaint wedi'u cau mewn adran aerglos, sef y **thoracs**. Mae diagram o'r ysgyfaint yn y thoracs wedi'i ddangos isod:



A	Cyhyrau rhyngasennol
B	Pilenni eisbilennol
C	Bronciolynnau
D	Laryncs (a'r tracea oddi tano)
E	Alfeoli
F	Asen
G	Ceudod y frest neu thoracs
H	Llengig

Mae'r **tracea** yn cludo aer i'r bronci. Mae'r **bronci** yn cludo aer i'r **bronciolynnau** ac mae'r bronciolynnau'n cludo aer i'r **alfeoli**. Yr alfeoli yw'r **arwyneb resbiradol** a safle cyfnewid **nwyon** drwy gyfrwng tryledіad.

Dydy'r ysgyfaint ddim yn gyhyrog ac mae angen mecanwaith awyru arnynt. Mecanwaith yw **awyru** sy'n symud y cyfrwng resbiradol (aer) i'r arwyneb resbiradol ac oddi yno; yr **alfeoli** yw'r arwyneb resbiradol. Mae mamolion yn awyru eu hysgyfaint drwy **anadlu gwasgedd negatif**, sy'n **gorfodi aer** i lawr i'r ysgyfaint.

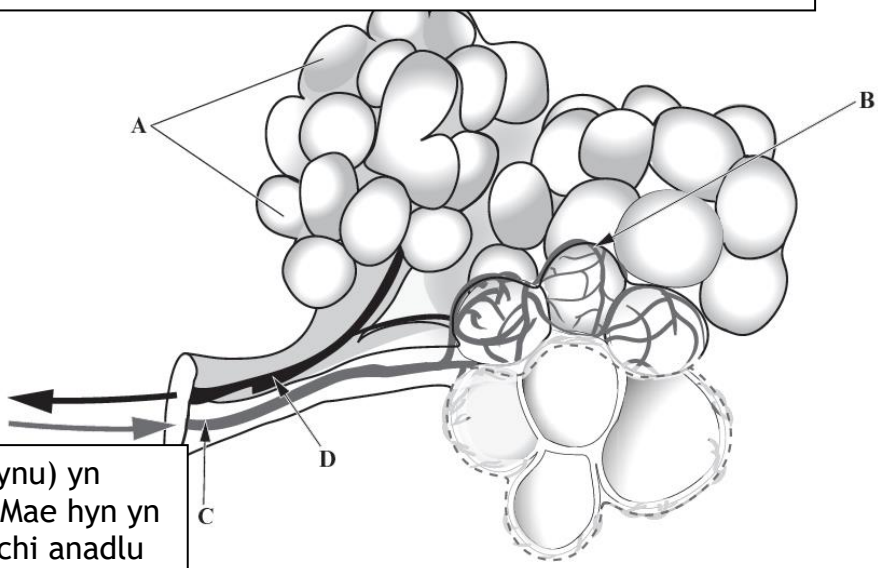
- ✓ Yn ystod **mewnanadliad** mae'r cyhyrau rhyngasennol yn cyfangu gan godi'r cawell asennau i fyny a thuag allan. Mae'r llengig hefyd yn cyfangu ac yn gwastadu. Mae cyfaint y thoracs yn cynyddu ac mae'r gwasgedd yn lleihau. Mae aer yn mynd i mewn i'r ysgyfaint ac mae'r ysgyfaint yn ehangu.
- ✓ Yn ystod **allanadliad** mae'r cyhyrau rhyngasennol yn llaesu, sy'n symud y cawell asennau i lawr a thuag i mewn. Mae'r llengig hefyd yn llaesu ac yn crymu tuag i fyny. Mae cyfaint y thoracs yn lleihau ac mae'r gwasgedd yn cynyddu. Mae'r aer yn cael ei orfodi allan o'r ysgyfaint.

Cyfnewid nwyon ar draws waliau'r alfeoli

Yr **arwyneb cyfnewid nwyon** mewn mamolion yw'r **alfeoli**.

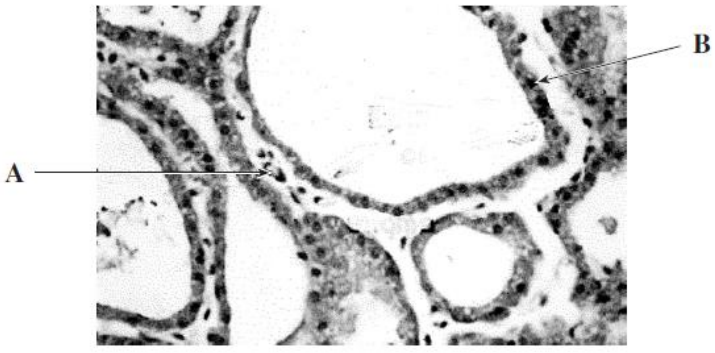
- ✓ Maent yn darparu **arwynebedd arwyneb mawr** o gymharu â chyfaint y corff. Mae ganddynt **arwyneb llaith** i nwyon hydoddi.
- ✓ Waliau tenau, sy'n darparu **llwybr tryledu byr** ar gyfer tryledu.
- ✓ Mae pob alfeolws wedi'i orchuddio â **rhwydwaith eang o gapilarïau**.
- ✓ Mae gwaed ocsigenedig yn cael ei gludo oddi wrth yr alfeolws ac mae gwaed sy'n cynnwys llawer o garbon deuocsid yn dychwelyd – mae hyn yn cynnal **graddiant crynodiad serth** ar gyfer tryledu.

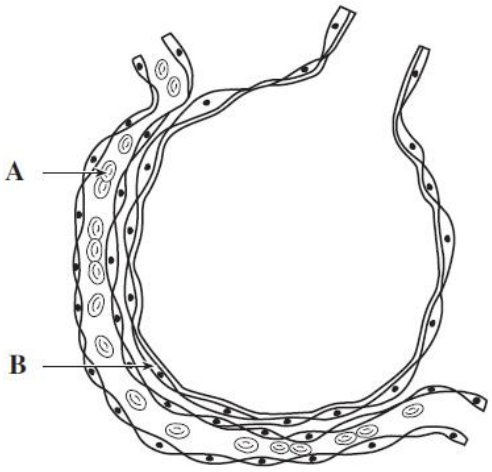
A	Alfeoli
B	Capilarïau gwaed
C	Rhydweli ysgyfeiniol
D	Gwythïen ysgyfeiniol



Mae **syrffactydd** (cemegyn gwrth-lynu) yn gorchuddio arwyneb pob alfeolws. Mae hyn yn atal yr alfeoli rhag cwympo wrth i chi anadlu allan (drwy leihau'r tyniant arwyneb). Mae syrffactyddion yn aml yn cael eu rhoi i **fabanod cynnar** i atal yr alfeoli yn eu hysgyfaint anaeddfed rhag glynu at ei gilydd.

Cofiwch – Edrychwch ar y diagram isod; efallai y bydd gofyn i chi adnabod y mathau hyn o gelloedd. Cell goch y gwaed yw **A**. **Cell epithelaidd gennog** o wal yr alfeoli yw **B**.





Cyfansoddiad yr aer yn yr ysgyfaint

Nwy	Aer wedi'i fewnanadlu	Aer yn yr alfeoli	Aer wedi'i allanadlu
Ocsigen	20.95	13.80	16.40
Carbon deuocsid	0.04	5.50	4.00
Nitrogen	79.01	80.70	79.60
Anwedd dŵr	Newidiol	Dirlawn	Dirlawn

Cofiwch - Mae canran yr ocsigen yn yr alfeolws yn is nag mewn aer sy'n cael ei fewnanadlu. Mae hyn am ei fod yn **cymysgu ag aer sydd eisoes yn yr ysgyfaint**, sy'n cynnwys canran is o ocsigen.

Nwy	Canran bras y nwy (%)		Rheswm
	Aer wedi'i fewnanadlu	Aer wedi'i allanadlu	
Ocsigen	21	16	Mae ocsigen yn cael ei amsugno i gelloedd coch y gwaed yn yr alfeoli a'i ddefnyddio ar gyfer resbiradaeth aerobig.
Carbon deuocsid	0.04	4	Mae'r carbon deuocsid sy'n cael ei gynhyrchu ym mhroses resbiradaeth yn tryledu o'r plasma gwaed i'r alfeoli.
Nitrogen	79	79	Dydy nitrogen ddim yn cael ei amsugno na'i ddefnyddio, felly mae'r cyfan sy'n cael ei fewnanadlu'n cael ei allanadlu.
Anwedd dŵr	Newidiol	Dirlawn	Mae cynnwys dŵr yr atmosffer yn amrywio. Mae alfeoli wedi'u leinio â lleithder yn barhaol; mae dŵr yn anweddu oddi arnynt ac yn cael ei allanadlu.

Cyfrifo amsugniad ocsigen

Mae bodau dynol yn mewnanadlu aer sy'n cynnwys tua 20% ocsigen ac mae'r aer maen nhw'n ei allanadlu'n cynnwys tuag 16% ocsigen. Felly maent yn amsugno (20-16) = 4% o'r ocsigen sy'n cael ei fewnanadlu.

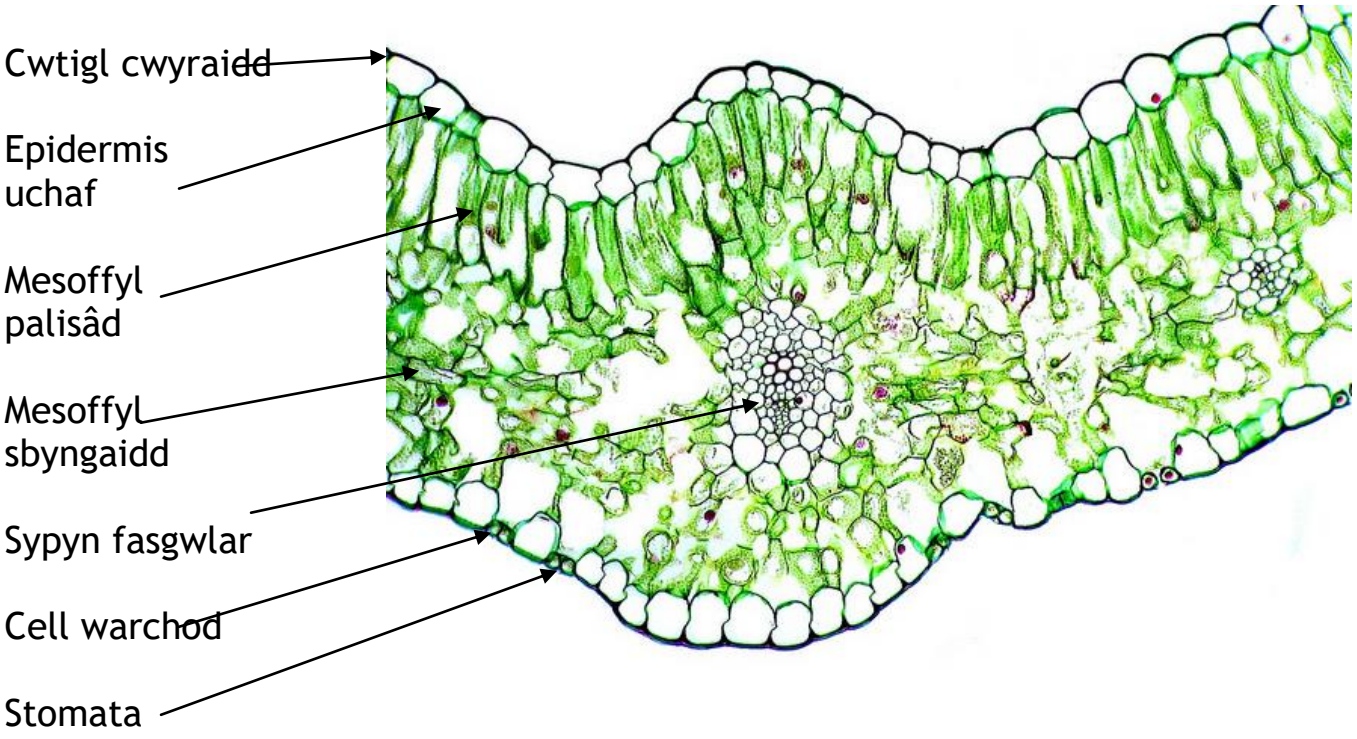
$$\%\ \text{ocsigen sy'n cael ei echdynnu} = \frac{\%\ \text{ocsigen sy'n cael ei amsugno}}{\%\ \text{yr aer sy'n ocsigen}} \times 100$$

$$= 4 \div 20 \times 100$$
$$= 20\%$$

Mae pysgod esgyrnog yn cymryd tuag 80% o'r ocsigen sy'n mynd dros eu tagellau ac mae bodau dynol yn amsugno 20% o'r ocsigen yn eu halfeoli. Felly mae'r tagellau 80 ÷ 20 = 4 gwaith yn fwy effeithlon na bodau dynol am echdynnu ocsigen o'r cyfrwng resbiradol.

Cyfnewid nwyon mewn planhigion

Mae angen i blanhigion gyfnewid nwyon ar gyfer resbiradaeth a ffotosynthesis. Y prif arwyneb cyfnewid nwyon yw'r **ddeilen**. Mae perthynas rhwng adeiledd deilen a'i swyddogaeth. Mae llafn y ddeilen (lamina) yn **denau a fflat**, ag **arwynebedd arwyneb mawr**. **Mae llwybrau tryledu nwyon yn fyr**. Mae angen i chi allu labelu pob rhan o ddeilen planhigyn blodeuol (angiosberm) a disgrifio ei swyddogaeth.



Swyddogaeth ac addasiadau (y ddeilen)

Adeiledd	Swyddogaeth
Cwtigl cwyraidd	Lleihau colledion dŵr oddi ar arwyneb y ddeilen drwy anweddiad.
Epidermis uchaf	Celloedd tryloyw sy'n gadael i olau gyrraedd y feinwe mesoffyl. Mae celloedd yr epidermis hefyd yn syntheseiddio a secretu'r cwtigl cwyraidd.
Mesoffyl palisâd	Mae hwn yn cynnwys llawer o gloroplastau ar gyfer ffotosynthesis. Yr haen palisâd yw'r brif feinwe ffotosynthetig.
Mesoffyl sbyngaidd a bylchau aer	Mae celloedd palisâd sbyngaidd hefyd yn cyflawni ffotosynthesis gan eu bod nhw'n cynnwys cloroplastau. Mae'r bylchau aer rhwng y celloedd yn caniatáu cylchrediad nwyon.
Sypynnau fasgwlar (sylem a ffloem)	Mae'r rhain yn cynnwys sylem ar gyfer cludiant dŵr a mwynau a ffloem ar gyfer cludiant cynhyrchion ffotosynthesis (swcros ac asidau amino).
Celloedd gwarchod	Mae celloedd gwarchod yn mynd yn chwydd-dynn ac yn llipa oherwydd newidiadau i botensial dŵr; mae hyn yn agor ac yn cau'r mandwll stomataidd.
Stomata	Mae'r stomata'n caniatáu cyfnewid nwyon.

Addasiadau i gyfnewid nwyon:

- ✓ Mae'r **feinwe mesoffyl sbyngaidd** yn caniatáu cylchrediad nwyon.
- ✓ Mae **bylchau aer** yn athreiddio meinweoedd y planhigyn.
- ✓ Mae **mandyllau stomataidd** yn gadael i nwyon fynd i mewn ac allan o'r ddeilen.
- ✓ Mae nwyon yn tryledu drwy'r **stomata** i lawr graddiant crynodiad.
- ✓ Mae nwyon yna'n tryledu drwy'r **gwagleoedd rhyng-gellol** rhwng celloedd mesoffyl.
- ✓ Mae nwyon yn hydoddi yn yr **haen laith** sy'n gorchuddio pob cell ac yn tryledu i mewn.

Addasiadau ar gyfer ffotosynthesis:

- ✓ Mae gan ddail **arwynebedd arwyneb mawr** i ddal cymaint o olau â phosibl.
- ✓ Mae'r dail yn gallu eu **cyfeiriadu** eu hunain i fod ar ongl sy'n berpendicwlar i'r haul er mwyn i gymaint o olau â phosibl daro'r arwyneb.
- ✓ **Mae dail yn denau** i adael i'r golau dreiddio i haenau is o gelloedd.
- ✓ Mae'r **cwtigl a'r epidermis** yn dryloyw i adael i'r golau dreiddio i'r mesoffyl.
- ✓ Mae **celloedd mesoffyl palisâd** yn hir ac wedi'u trefnu mewn haenau dwys.
- ✓ Mae celloedd palisâd yn llawn **cloroplastau** ac wedi'u trefnu â'u hochr hir yn berpendicwlar i'r arwyneb.

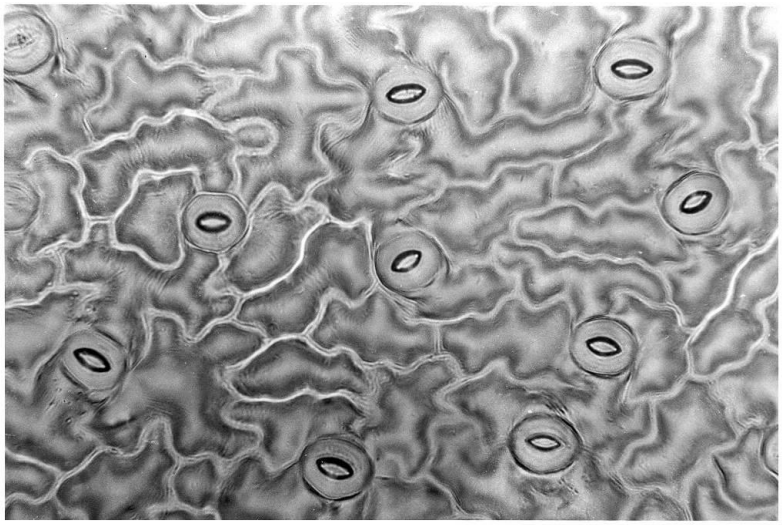
Cloroplastau

Mae **cloroplastau** yn gallu troi a symud o fewn y celloedd mesoffyl; mae hyn yn golygu eu bod nhw'n gallu eu rhoi eu hunain yn y safle gorau posibl i amsugno golau.



Stomata a chelloedd gwarchod

Mae mandyllau o'r enw **stomata** (un yw stoma) yn caniatáu cyfnewid nwyon. Mae dŵr hefyd yn cael ei golli drwy'r stomata.



Mae gan bob mandwll ddwy **gell warchod** o'i gwmpas. Mae gan y celloedd gwarchod gloroplastau (does gan y celloedd epidermaidd eraill ddim). Mae gan gelloedd gwarchod **wal fewnol drwchus** (a wal allanol denau). Mae'r wal fewnol drwchus yn rhoi siâp tebyg i sosej grwm i'r gell pan mae'n chwyddo - mae hyn yn agor y mandwll stomataidd. Mae'r celloedd gwarchod yn gallu newid siâp i agor a chau'r stomata; mae hyn yn helpu i reoli cyfnewid nwyon a cholledion dŵr.

Cofiwch – Mae planhigion yn **gwywo** (celloedd yn mynd yn llipa) os ydynt yn colli gormod o ddŵr. Mae golau'n taro arwyneb uchaf y ddeilen. Mae'r rhan fwyaf o stomata ar **arwyneb isaf y ddeilen**. Mae hyn yn **lleihau colledion dŵr** (mae'r stomata yn y cysgod, sy'n lleihau anweddiad). Yn y rhan fwyaf o blanhigion, mae'r **stomata yn cau dros nos**. Mae hyn yn golygu na fydd y planhigyn yn colli dŵr yn ddiangen os yw'r arddwysedd golau'n rhy isel i ffotosynthesis.

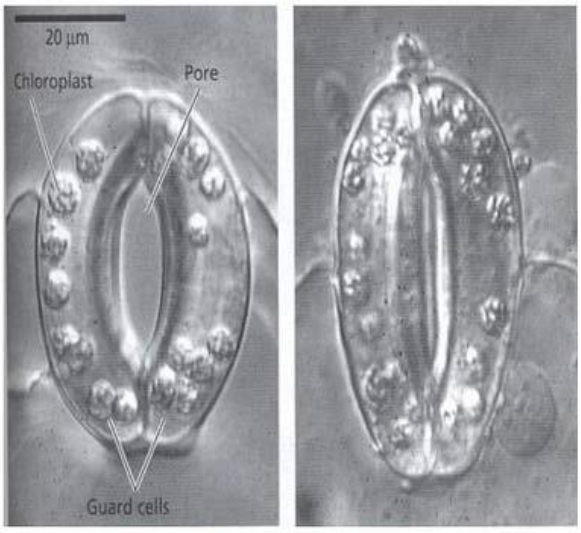
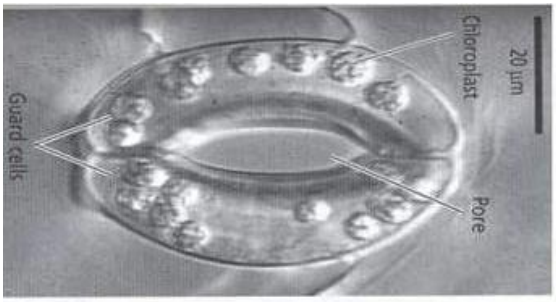
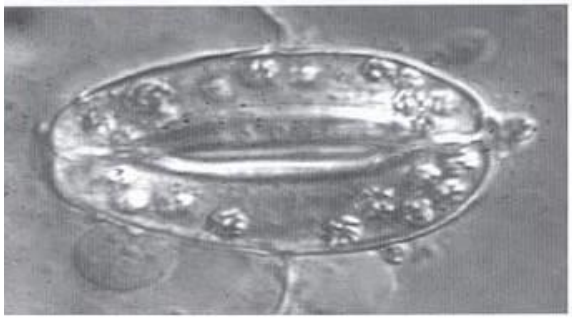


Image reproduced from Plant Physiology, Eds: L. Taiz and E. Zeiger, 2nd edition, Sinauer Associates, Inc. Publisher, Sunderland MA, USA. p. 523

Agor a chau stomata

Mae celloedd gwarchod yn newid eu siâp oherwydd newid chwydd-dyndra. Wrth i ddŵr fynd i mewn i'r celloedd gwarchod drwy gyfrwng osmosis mae'r celloedd gwarchod yn chwyddo (mynd yn fwy **chwydd-dynn**). Mae hyn yn agor y mandwll stomataidd; mae'r wal fewnol fwy trwchus yn achosi i'r gell warchod grymu.





Wrth i ddŵr adael y celloedd gwarchod (drwy gyfrwng osmosis) maent yn mynd yn **llipa**. Mae hyn yn cau'r mandwll stomataidd.

Stoma yn agor	Stoma yn cau
✓ Yn ystod y dydd (os oes digon o arddwysedd golau) mae ïonau potasiwm (K^+) yn cael eu pwmpio, drwy gyfrwng cludiant actif, i mewn i'r celloedd gwarchod. ✓ O ganlyniad, mae'r startsh sydd wedi'i storio'n cael ei drawsnewid i ffurfio malad. ✓ Mae hyn yn gostwng y potensial dŵr (mae ψ_{cell} yn mynd yn fwy negatif). ✓ Mae dŵr yn llifo i mewn drwy gyfrwng osmosis. ✓ Mae'r celloedd gwarchod yn mynd yn chwydd-dynn ac yn crymu ar wahân gan fod eu waliau allanol yn llawer teneuach na'u waliau mewnol. ✓ Mae hyn yn agor y mandwll stomataidd i ganiatáu cyfnewid nwyon.	✓ Pan mae arddwysedd golau'n rhy isel ar gyfer ffotosynthesis, mae ïonau potasiwm yn tryledu, i lawr graddiant crynodiad, allan o'r celloedd gwarchod. ✓ Mae malad yn cael ei drawsnewid yn ôl yn startsh mewn adwaith cyddwyso. ✓ Mae potensial dŵr y celloedd gwarchod yn cynyddu (mae ψ_{cell} yn mynd yn llai negatif). ✓ Mae dŵr yn gadael y celloedd gwarchod drwy gyfrwng osmosis. ✓ Mae'r celloedd gwarchod yn mynd yn llipa; mae hyn yn cau'r mandwll stomataidd. Mae hyn yn atal cyfnewid nwyon, ond hefyd yn lleihau colledion dŵr.

Uned 2-3 Ymaddasiadau ar gyfer cludiant (anifeiliaid)

Systemau cludiant

Mae angen **systemau cludiant** i gludo ocsigen, maetholion, carbon deuocsid, a chynhyrchion gwastraff i'r arwynebau cyfnewid ac oddi wrthynt. Fel arfer, mae gan systemau cludiant y nodweddion canlynol:

- ✓ **Cyfrwng addas** (gwaed) i gludo defnyddiau ynddo.
- ✓ **System o bibellau**, sy'n ffurfio rhwydwaith canghennog i ddosbarthu'r gwaed i bob rhan o'r corff.
- ✓ **Pwmp**, fel y galon, i symud y gwaed yn y pibellau.
- ✓ **Falfiau** i gynnal llif i un cyfeiriad.
- ✓ **Pigment resbiradol** (mae hwn yn absennol mewn pryfed) sy'n cynyddu cyfaint yr ocsigen mae'n gallu ei gludo.

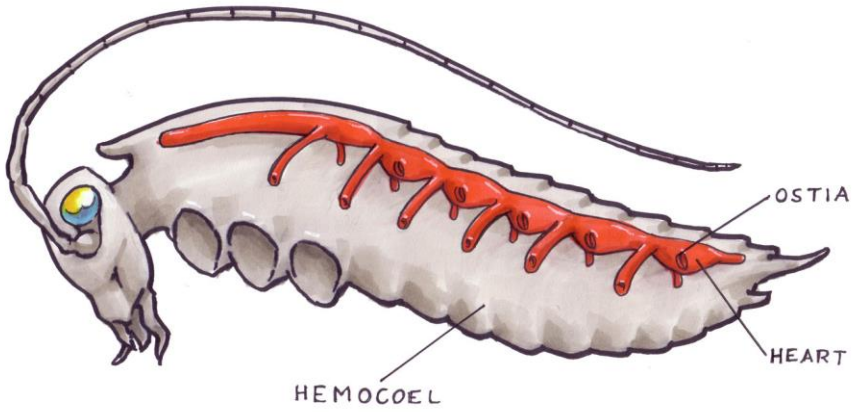
Systemau cylchrediad gwaed

Mae **systemau cylchrediad gwaed** yn gallu bod yn agored **neu'n** gaeedig. Rhaid i chi allu cymharu systemau cylchrediad gwaed agored a chaeedig.

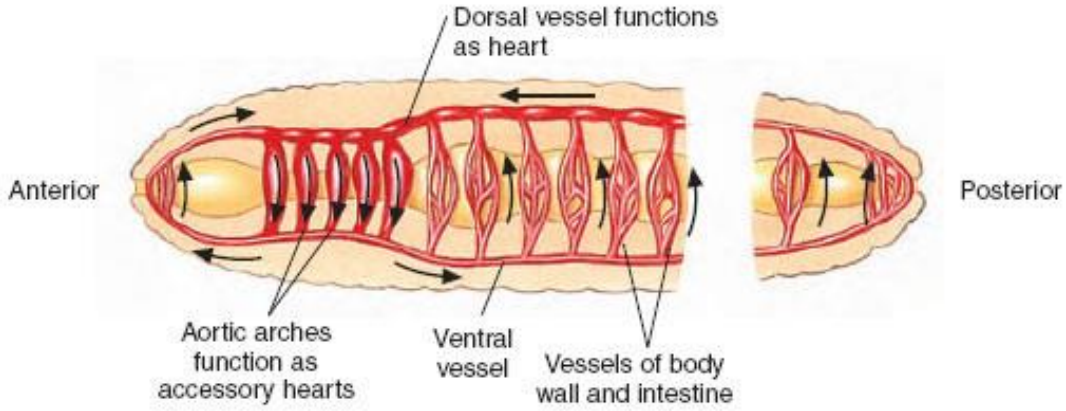
System cylchrediad gwaed agored e.e. pryf	System cylchrediad gwaed gaeedig e.e. pryf genwair
System cylchrediad gwaed agored.	System cylchrediad gwaed gaeedig.
Mae'r gwaed yn cael ei bwmpio ar bwysedd isel gan galon hir siâp tiwb dorsal (top) sydd mor hir â'r corff.	Mae'r gwaed yn cael ei bwmpio ar bwysedd uchel gan gyfres o bump o ffug-galonnau cyhyrog.
Mae'r gwaed yn cael ei bwmpio o'r galon i fannau rydyn ni'n eu galw gyda'i gilydd yn geudod gwaed, o fewn ceudod y corff	Mae'r gwaed yn cylchredeg mewn system barhaus o bibellau gwaed - dorsal (top) a fentrol (gwaelod) - sydd mor hir â'r corff.
Mae'r gwaed yn trochi'r meinweoedd yn uniongyrchol ac yn cyfnewid defnyddiau.	Dydy organau a meinweoedd ddim yn cael eu trochi'n uniongyrchol gan y gwaed, ond gan hylif meinweol sy'n tryddiferu o gapilarïau â waliau tenau
Dim llawer o reolaeth dros gyfeiriad cylchrediad.	Rheoli cyfeiriad y llif.
Gwaed yn dychwelyd i'r galon yn araf.	Llif gwaed yn eithaf cyflym.
Falfiau a thonnau o gyfangiad cyhyrau'n symud y gwaed ymlaen i ardal y pen lle mae'r cylchrediad agored yn ailddechrau.	Gwaed yn cael ei symud gan waith pwmpio'r ffug-galonnau.
Dim pigment resbiradol - dydy'r gwaed ddim yn cludo ocsigen. Y traceau yn cludo ocsigen yn uniongyrchol i'r meinweoedd.	Mae'r gwaed yn cynnwys pigment resbiradol (haemoglobin) sy'n cludo ocsigen.

Cylchrediad gwaed mewn pryfaid a phryfed genwair

Mewn **pryfaid**, mae'r galon yn pwmpio gwaed drwy'r aorta tuag at y pen. Mae gwaed yn gwagio i geudod y corff, sef y ceudod gwaed, ac yn dod i gysylltiad yn uniongyrchol â'r organau. Mandyllau yw'r ostia sy'n gadael i'r gwaed lifo'n ôl i mewn i'r galon. Does dim pigmentau resbiradol mewn gwaed pryfed; dydy'r ocsigen ddim yn cael ei gludo yn y gwaed, mae'n cael ei gludo'n uniongyrchol i'r meinweoedd yn y system draceol.



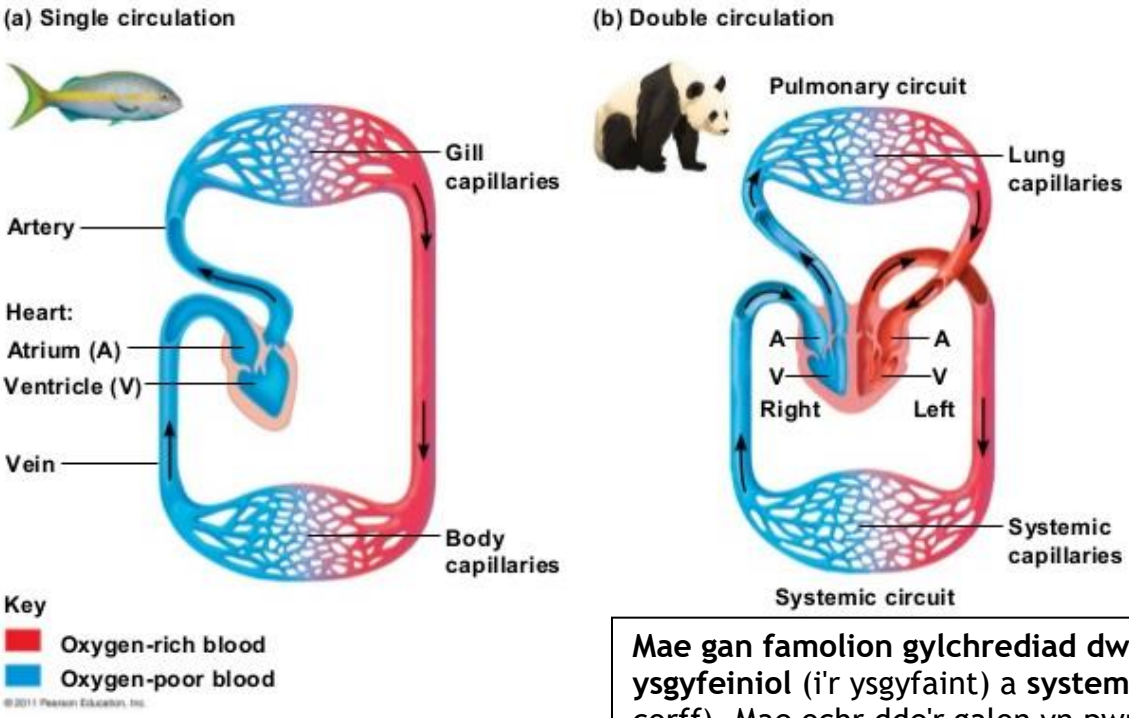
Mae gan **bryfaid genwair** system cylchrediad gwaed gaeedig. Dydy'r gwaed ddim yn dod i gysylltiad uniongyrchol â'r organau. Mae'r gwaed yn cynnwys y pigment resbiradol haemoglobin i gludo ocsigen.



Systemau cylchrediad gwaed caeedig

Mae yna ddau fath o systemau cylchrediad gwaed caeedig - sengl neu ddwbl.

- ✓ **Cylchrediad sengl** - mae'r gwaed yn teithio drwy'r galon unwaith yn ystod un gylchred o gwmpas y corff.
- ✓ **Cylchrediad dwbl** - mae'r gwaed yn teithio drwy'r galon ddwywaith yn ystod un gylchred.



Mae gan **bysgod** system cylchrediad gwaed sengl. Mae'r galon yn pwmpio gwaed deocsigenedig i'r tagellau. Yna, mae gwaed ocsigenedig yn cael ei gludo i'r meinweoedd cyn dychwelyd i'r galon. **Mae'r gwaed yn mynd drwy'r galon unwaith yn ystod pob cylchred o gwmpas y corff**.

Mae gan famolion gylchrediad dwbl – **ysgyfeiniol** (i'r ysgyfaint) a **systemig** (i'r corff). Mae ochr dde'r galon yn pwmpio **gwaed deocsigenedig** i'r ysgyfaint. Yna, mae **gwaed ocsigenedig** yn dychwelyd i'r galon. Mae ochr chwith y galon yn pwmpio gwaed ocsigenedig i feinweoedd y corff. Yna, mae gwaed deocsigenedig yn dychwelyd i'r galon. **Ym mhob cylchred mae'r gwaed yn mynd drwy'r galon ddwywaith**; drwy'r ochr dde unwaith a drwy'r ochr chwith unwaith.

Manteision cylchrediad dwbl:

- ✓ Cylchrediad ar wahân i'r corff a'r ysgyfaint.
- ✓ Gwahanu gwaed ocsigenedig a deocsigenedig.
- ✓ Cynnal pwysedd gwaed uchel i feinweoedd y corff (cylchrediad systemig), er mwyn rhoi mwy o ocsigen i'r meinweoedd.
- ✓ Pwysedd gwaed is i'r ysgyfaint (cylchrediad ysgyfeiniol), sy'n atal gwasgedd hydrostatig rhag gorfodi hylif meinweol (plasma) i mewn i'r alfeoli; byddai cronni hylif meinweol yn yr alfeoli'n lleihau effeithlonrwydd cyfnewid nwyon.

System cylchrediad gwaed bodau dynol

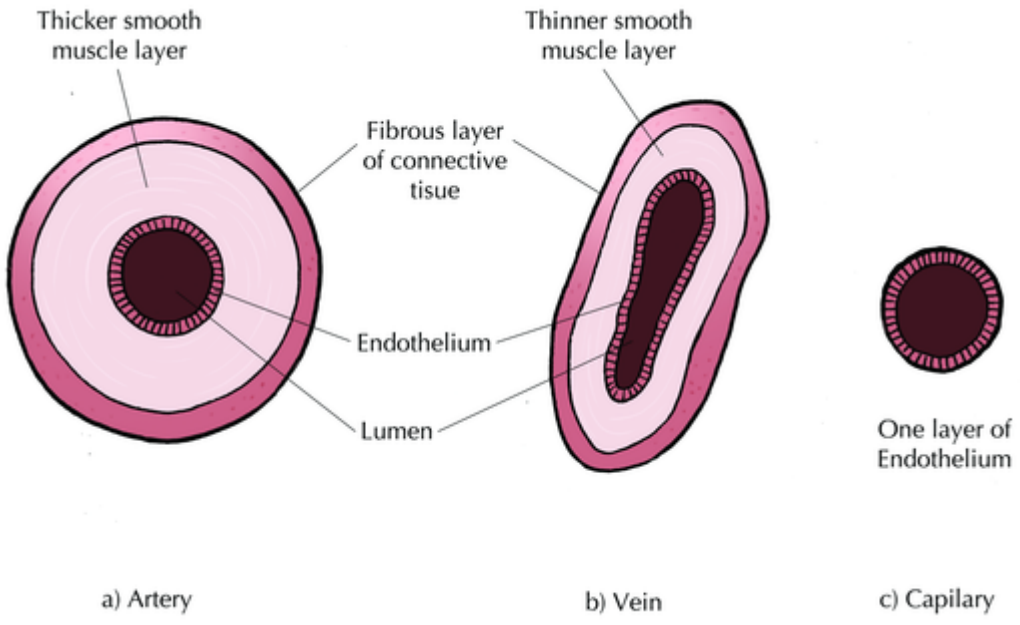
Mae system cylchrediad gwaed bodau dynol yn system ddwbl gaeedig. Mae'r system yn cynnwys y canlynol:

- ✓ **Pwmp (y galon) i gynnal pwysedd uchel.**
- ✓ **Falfiau i reoli cyfeiriad y llif.**
- ✓ **Pibellau i ddosbarthu'r gwaed.**

Mae tri math o bibell waed:

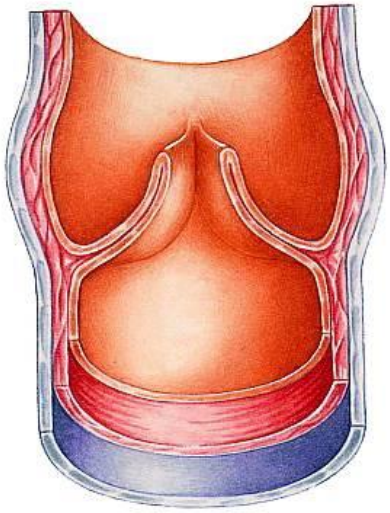
Pibell waed	Swyddogaeth
Rhydweli	Cludo gwaed o'r galon i feinweoedd y corff
Gwythïen	Cludo gwaed o feinweoedd y corff yn ôl i'r galon
Capilari	Ei gwneud hi'n haws cyfnewid sylweddau rhwng y gwaed a meinweoedd y corff

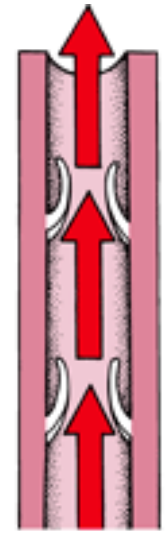
Mae gan **rydwelïau a gwythiennau** yr un adeiledd sylfaenol. Mae'r **endotheliwm** yn haen fewnol â thrwch o un gell, sy'n darparu leinin llyfn i leihau ffrithiant, ac yn sicrhau cyn lleied â phosibl o wrthiant i lif y gwaed. Mae'r haen ganol neu'r **tunica media** wedi'i gwneud o **ffibrau elastig** a **chyhyr anrhesog**; mae'r haen hon yn fwy trwchus yn y rhydwelïau oherwydd y newidiadau o ran llif a phwysedd y gwaed. Mae'r haen allanol, **tunica externa**, wedi'i gwneud o ffibrau colagen sy'n gwrthsefyll ymestyn yn ormodol.



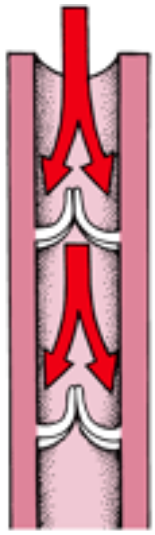
Pibellau gwaed

Mae gan y **gwythiennau** ddiamedr mwy a waliau teneuach na'r rhydwelïau, gan fod y pwysedd a'r llif yn is. Mae gan y gwythiennau hefyd **falfiau cilgant** ar eu hyd i atal **ôl-lifiad gwaed**; mae hyn yn sicrhau bod y gwaed yn llifo i un cyfeiriad.





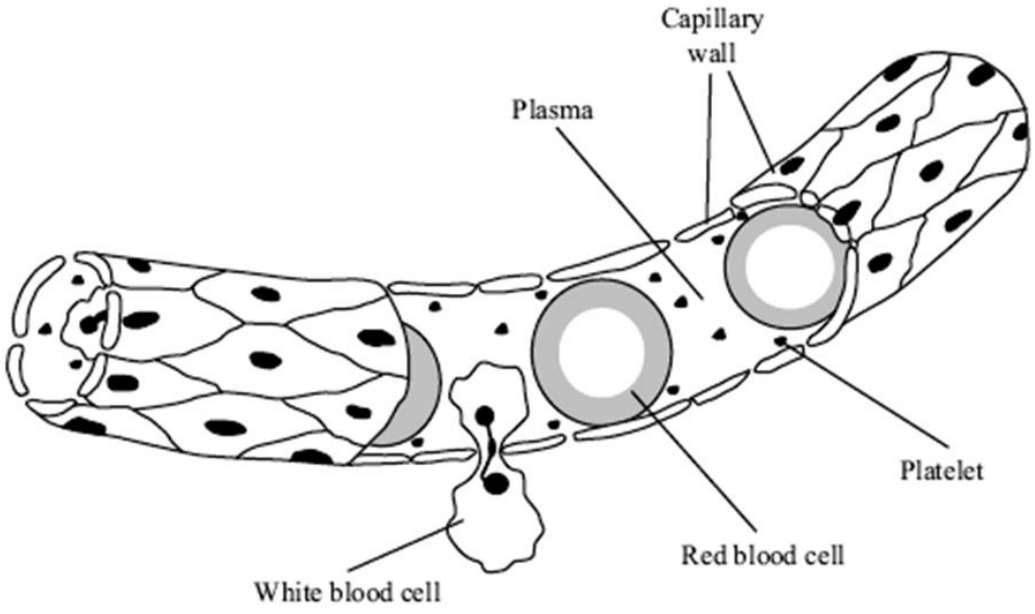
Valves Open



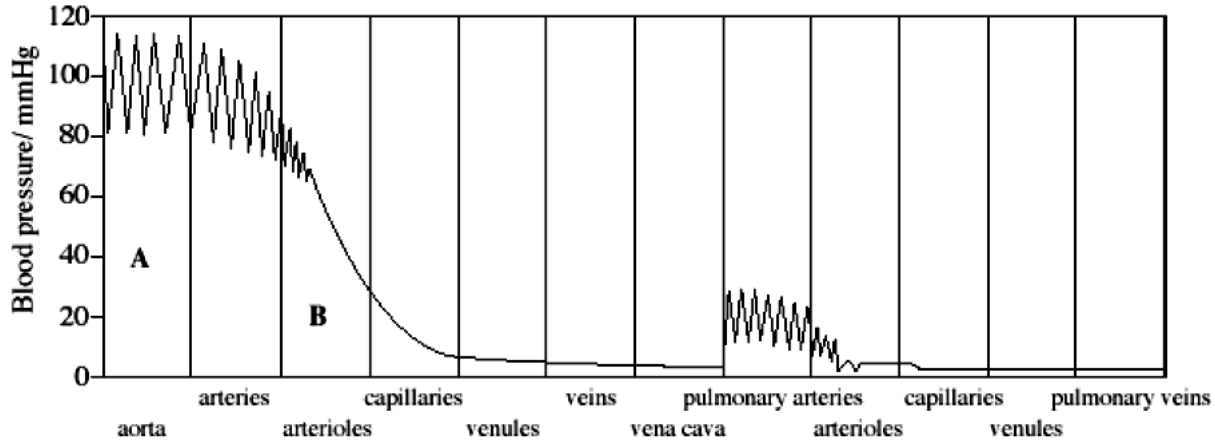
Valves Closed

Cofiwch - Mae effaith tylino cyhyrau ysgerbydol yn gwthio'r gwaed i fyny tuag at y galon. Pan mae'r cyhyrau hyn yn llaesu, mae'r gwaed yn disgyn i lawr oherwydd disgyrchiant. Mae'r **pocedi falfiau** yn llenwi â gwaed gan orfodi'r falf i gau. Mae hyn yn atal ôl-lifiad gwaed.

Mae'r **capilarïau** yn mynd â'r gwaed mor agos â phosibl at y celloedd. Mae hyn er mwyn gallu cyfnewid sylweddau'n gyflym rhwng y gwaed a'r celloedd. Mae'r capilarïau'n ffurfio rhwydwaith drwy bob meinwe heblaw'r cornbilen a chartilag. Enw'r rhwydwaith hwn yw'r **gwely capilarïau**. Mae waliau capilarïau'n denau – dim ond haen o **endotheliwm**. Mae bylchau bach (ffenestri) rhwng celloedd unigol yn caniatáu i rai cydrannau gwaed ollwng allan i'r meinweoedd o'u cwmpas nhw (hylif meinweol yw hwn). Mae capilarïau'n athraidd i ddŵr a sylweddau wedi hydoddi fel glwcos.



Newidiadau i bwysedd gwaed yn y pibellau gwaed



Aorta a rhydwelïau - Mae'r **pwysedd uchaf** yn yr **aorta a'r rhydwelïau**. Mae'r **pwysedd yn codi a gostwng yn rhythmig** yma, sy'n cyd-fynd â **chyfangu a llaesu'r fentriglau** yn y galon.

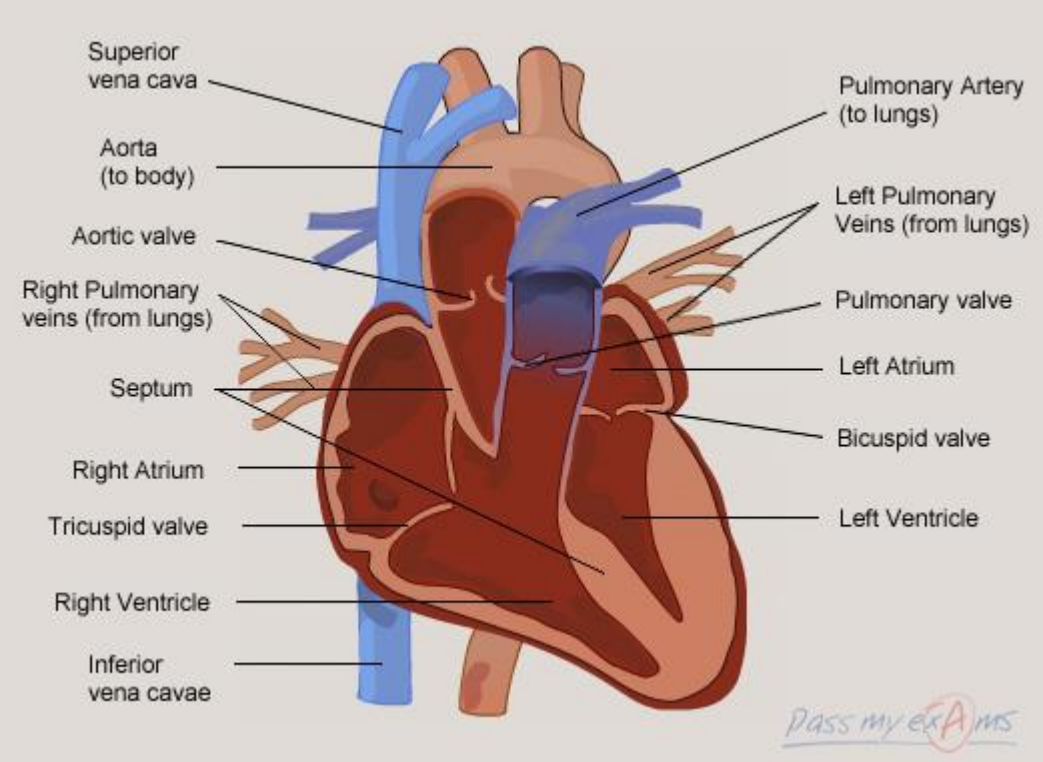
Rhydwelïynnau - Ffrithiant â waliau'r pibellau'n achosi i'r pwysedd ostwng. Mae gan y rhydwelïynnau arwynebedd arwyneb mawr ac maent yn gul, sy'n golygu bod y pwysedd yn gostwng yn sylweddol. Mae'r rhydwelïynnau'n gallu addasu eu diamedr i reoli llif gwaed. Mae'r pwysedd yma'n dibynnu a ydy'r rhydwelïynnau wedi ymagor (yn llydan) neu wedi cyfangu (yn gul). Mae'r rhydwelïynnau hefyd yn bellach oddi wrth y galon.

Capilarïau - Mae gan y capilarïau **arwynebedd arwyneb trawstoriadol enfawr**. Mae hyn yn lleihau'r pwysedd eto, ac felly'n arafu llif y gwaed. Mae hyn yn rhoi amser i gyfnewid sylweddau. Mae'r pwysedd hefyd yn gostwng yn y capilarïau oherwydd bod sylweddau'n gollwng i'r meinweoedd.

Gwythiennau - Dydy'r llif yn ôl i'r galon ddim yn rhythmig. Mae'r pwysedd yn y gwythiennau'n isel. Mae effaith tylino'r cyhyrau'n gallu cynyddu'r pwysedd.

Y galon

Mae'r **galon** wedi'i lleoli yn y **thoracs** rhwng y ddwy ysgyfant. Mae'n organ arbenigol iawn sydd wedi'i gwneud o **gyhyr cardiaidd**. Mae'r **rhydwelïau coronaidd** yn cludo ocsigen, glwcos a metabolynnau eraill i feinwe'r cyhyr cardiaidd. Mae cynhyrchion gwastraff hefyd yn cael eu pasio o'r feinwe gardiaidd i'r gwaed yn y rhydwelïau coronaidd.
Os caiff y galon ei thorri ar agor yn fertigol, gallwn ni weld ei bod hi'n cynnwys **pedair siambr**. Mae'r siambrau ar y dde wedi'u gwahanu'n llwyr oddi wrth y rhai ar y chwith gan wal o gyhyr, sef y **gwahanfur**.



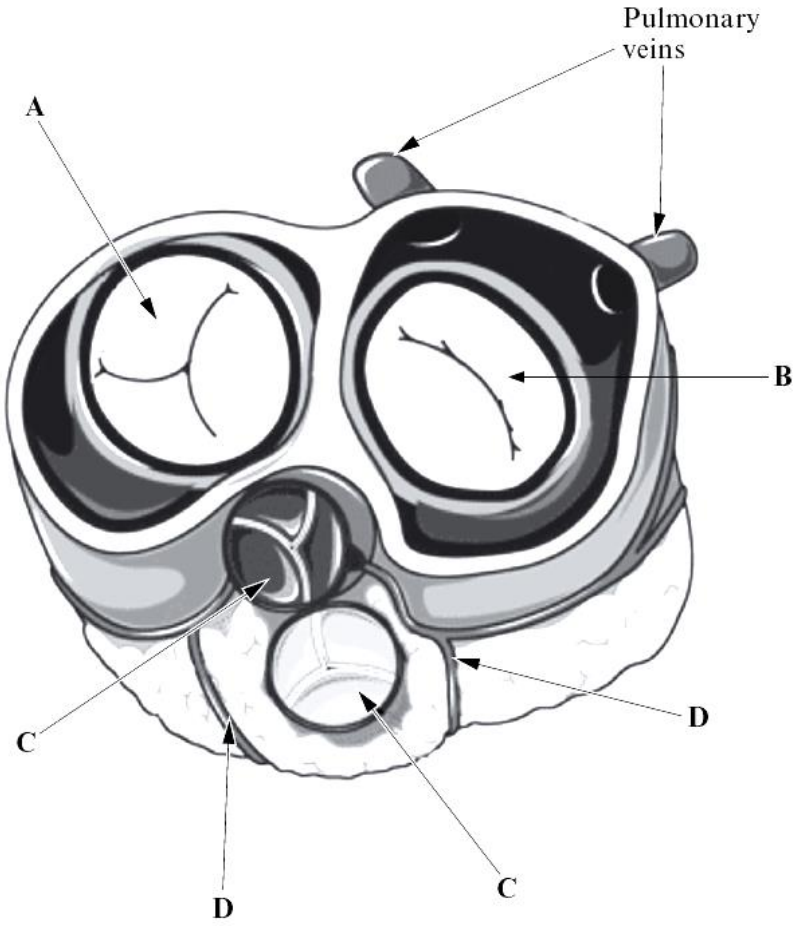
Mae **gwaed deocsigenedig** yn dychwelyd i'r galon drwy'r **Fena Cafa** ac yn mynd i'r **atriwm de**. Cyn gynted ag mae'r atriwm de'n llawn gwaed, mae wal yr atriwm yn cyfangu; mae'r cynnydd hwn yn y pwysedd gwaed yn gorfodi'r **falf deirlen** i agor ac mae gwaed yn mynd i'r **fentrigl de**. Cyn gynted ag mae'r fentrigl de'n llawn gwaed, mae wal y fentrigl yn cyfangu o'r apig (gwaelod) tuag i fyny; mae hyn yn gorfodi'r gwaed i fyny. Mae'r falf deirlen yn cau ac mae'r **falf gilgant** yn agoriad y **rhydweli ysgyfeiniol** yn cael ei gorfodi i agor. Mae'r gwaed yn cael ei gludo i'r ysgyfaint.

Mae **gwaed ocsigenedig** yn dychwelyd i'r galon yn y **rhydweli ysgyfeiniol**. Mae'r **atriwm chwith** yn llenwi â gwaed ac yna'n cyfangu. Mae'r **falf ddwylen** yn cael ei gorfodi i agor gan adael i waed lenwi'r **fentrigl chwith**. Cyn gynted ag mae'r fentrigl chwith yn llawn, mae'r fentrigl yn cyfangu ac yn gorfodi'r gwaed i fyny. Mae'r cynnydd hwn yn y pwysedd gwaed yn cau'r falf ddwylen ac yn gorfodi'r falf gilgant, wrth agoriad yr **aorta**, i agor. Mae gwaed yn cael ei orfodi i mewn i'r aorta ac ymlaen i'r corff ar bwysedd uchel.

Falfiau

Mae **falfiau** yn cael eu gorfodi i agor gan gynnydd mewn pwysedd gwaed wrth i'r atria neu'r fentriglau gyfangu. Mae tendonau'n sownd wrth y falfiau i atal y falf rhag troi'r tu chwith allan.

A	Falf deirlen
B	Falf ddwylen
C	Falf gilgant
D	Pibellau gwaed coronaidd



Y gylchred gardiaidd

Mae'r galon yn curo tua 70 gwaith bob munud. Y **gylchred gardiaidd** yw'r dilyniant o ddigwyddiadau sy'n gwneud un curiad calon.

Systole atrïaidd

- ✓ Mae'r atria'n **cyfangu**.
- ✓ Mae'r gwaed yn llifo drwy'r **falfiau atrio-fentriglaidd** i mewn i'r fentriglau.
- ✓ Dydy'r pwysedd sy'n datblygu yn ystod y cyfangiad hwn ddim yn fawr iawn oherwydd waliau tenau'r atria.
- ✓ Mae'r falfiau'n cau i atal **ôl-lifiad**.

Systole fentriglaidd

- ✓ Mae'r fentriglau'n **cyfangu** (tua 0.1 eiliad ar ôl y systole atrïaidd).
- ✓ **Mae'r falfiau atrio-fentriglaidd yn cau** (oherwydd pwysedd uwch yn y fentriglau).
- ✓ Mae **falfiau cilgant** yn yr aorta a'r rhydweli ysgyfeiniol yn **agor**.
- ✓ Mae'r gwaed yn llifo i'r rhydwelïau.
- ✓ Mae'r systole fentriglaidd yn para tua 0.3 eiliad.
- ✓ Mae'r waliau cyhyrog trwchus yn cynhyrchu pwysedd uwch yn y fentriglau.
- ✓ Mae wal y fentrigl chwith yn arbennig o drwchus a chryf gan fod rhaid iddo bwmpio gwaed o gwmpas y corff i gyd.

Diastole fentriglaidd

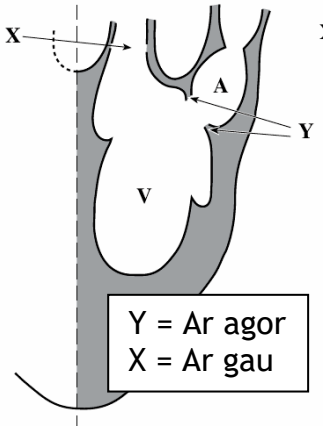
- ✓ Mae cyhyr y galon yn **llaesu** ac mae'r gwasgedd yn y fentriglau'n gostwng.
- ✓ Mae'r falfiau cilgant yn cau'n gyflym i atal ôl-lifiad gwaed o'r rhydwelïau (i'r fentriglau).

Diastole

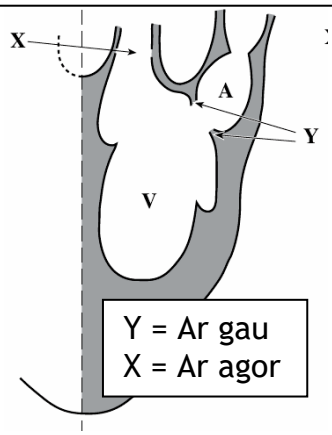
- ✓ Mae **cyhyr** y galon i gyd yn **llaesu** yn ystod **diastole**.
- ✓ Mae gwaed yn llifo o'r gwythiennau i mewn i'r atria.
- ✓ Mae'r gylchred gardiaidd yn dechrau eto.

Cofiwch – Lluniadwch y gwerthoedd ar y diagramau isod. Efallai y bydd gofyn i chi wneud hyn yn yr arholiad.

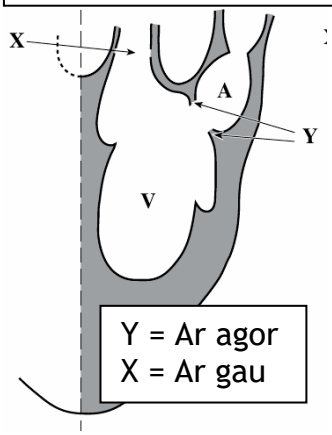
Systole atrïaidd



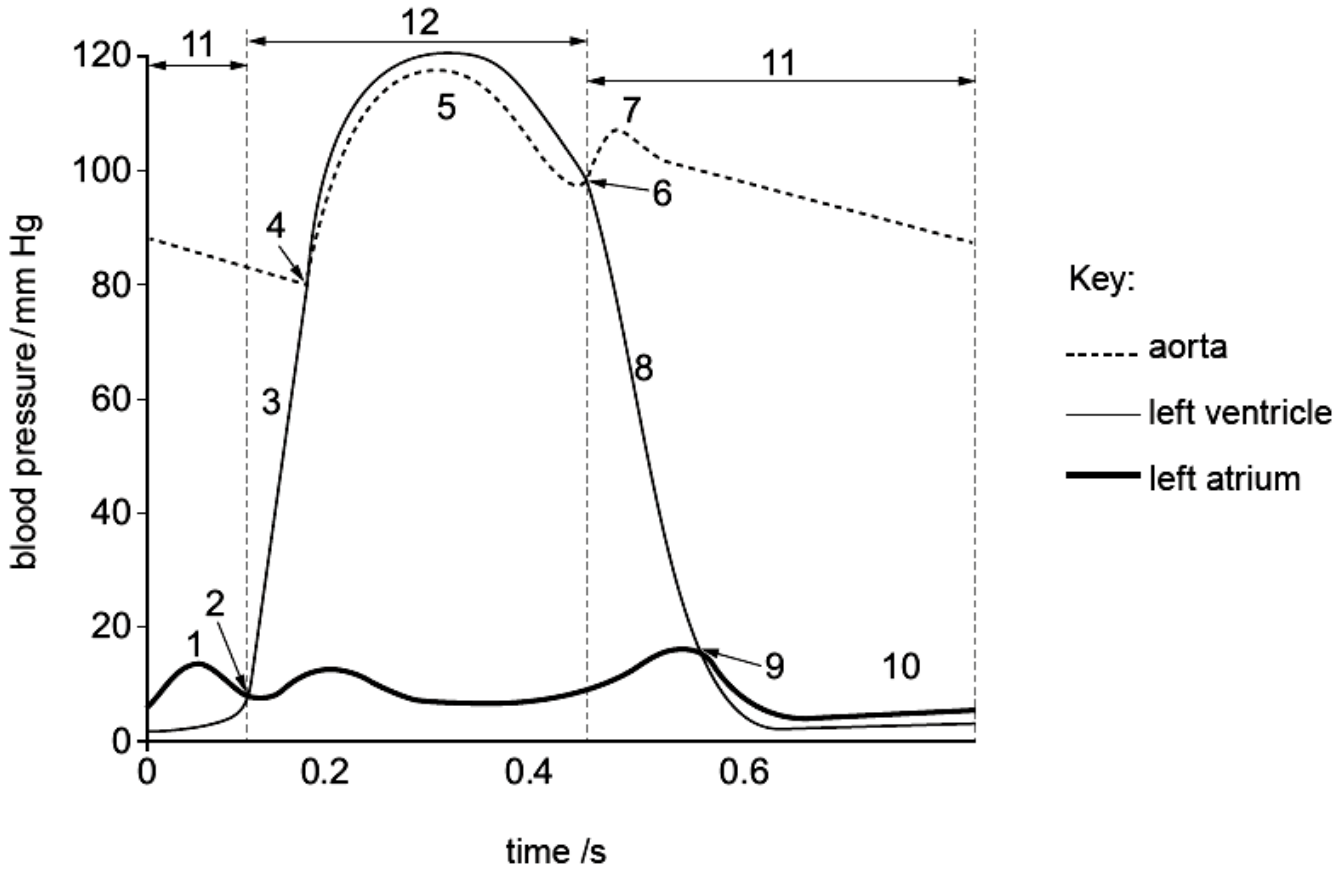
Systole fentriglaidd



Diastole fentriglaidd



Newidiadau pwysedd yn y galon



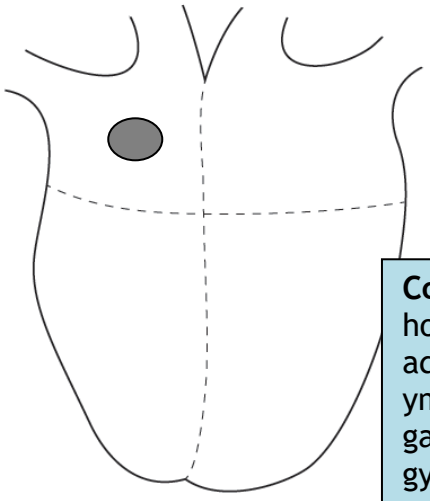
1	Systole atriaidd. Mae waliau'r atria'n cyfangu; mae hyn yn cynyddu'r pwysedd yn yr atria. Mae'r gwaed yn cael ei orfodi drwy'r falfiau atrio-fentriglaidd i mewn i'r fentriglau.
2	Mae'r falfiau atrio-fentriglaidd yn cau wrth i'r pwysedd yn y fentriglau ddechrau cynyddu.
3	Systole fentriglaidd. Mae wal y fentrigl yn cyfangu ac mae'r pwysedd yn cynyddu'n gyflym.
4	Mae'r falfiau cilgant yn agor. Mae pwysedd gwaed uchel yn gorfodi'r falfiau i agor.
5	Mae'r pwysedd yn cynyddu yn yr aorta wrth i'r gwaed gael ei orfodi i mewn.
6	Mae'r falfiau cilgant yn cau oherwydd gostyngiad yn y pwysedd fentriglaidd.
7	Mae wal yr aorta'n adlamu'n elastig gan achosi i'r pwysedd gynyddu.
8	Mae'r pwysedd yn parhau i ostwng yn y fentriglau.
9	Mae'r falf atrio-fentriglaidd yn agor wrth i'r pwysedd yn y fentrigl ostwng.
10	Mae'r atria'n llenwi'n oddefol wrth i'r gwaed ddychwelyd o'r gwythiennau.
11	Yn ystod y cyfnod hwn mae wal y fentrigl yn llaesu; diastole fentriglaidd yw hyn.
12	Yn ystod y cyfnod hwn, mae'r fentriglau'n cyfangu yn ystod systole fentriglaidd.

Rheoli curiad y galon

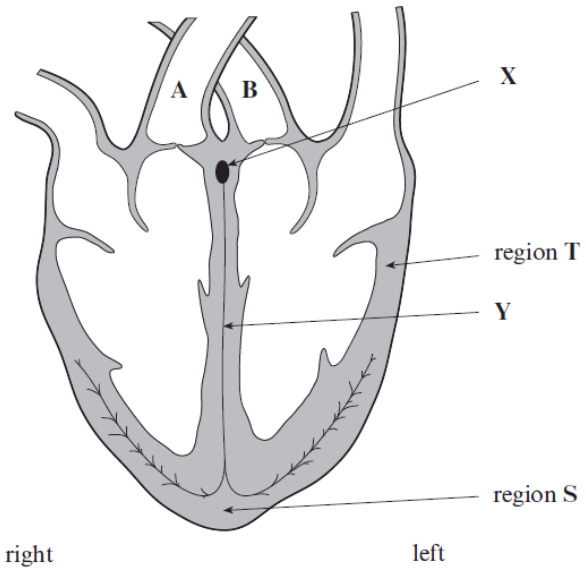
Mae cyhyr cardiaidd yn **fyogenig** (curo ar ei ben ei hun). Mae'r cyfangiad yn cael ei ysgogi o'r tu mewn i'r cyhyr cardiaidd ei hun. Does dim angen ysgogiadau nerfol i wneud iddo gyfangu. Mae celloedd cardiaidd yn cyfangu ac yn llaesu'n rhythmig ar eu pennau eu hunain. Dydy celloedd unigol y galon ddim yn cael curo ar hap; fel hyn, fyddai'r galon ddim yn gweithio fel pwmp. Mae gan y galon ei system fewnol ei hun ar gyfer rheoli a chydlynu'r curiad. Mae'r gylchred gardiaidd yn cael ei chychwyn gan ddarn arbenigol o gyhyr yn wal yr atriwm de, sef y **nod sinwatrïaidd (SAN).**

Mae'r **nod sinwatrïaidd (SAN)** yn gweithredu fel rheoliadur. Mae celloedd cyhyr yr SAN yn gosod rhythm yr holl gelloedd cyhyr cardiaidd eraill. Mae'r SAN wedi'i ddangos ar y diagram ar y dde.

Mae'r SAN yn cyfangu ychydig bach yn gyflymach na gweddill cyhyr y galon. Mae'n cydosod ton o **weithgarwch trydanol sy'n lledaenu** yn gyflym dros **waliau'r atria** i gyd. Mae hyn yn achosi i waliau'r atria gyfangu ar yr un rhythm â'r SAN. Mae cyhyrau'r ddau **atriwm yn cyfangu ar yr un pryd â'i gilydd**.



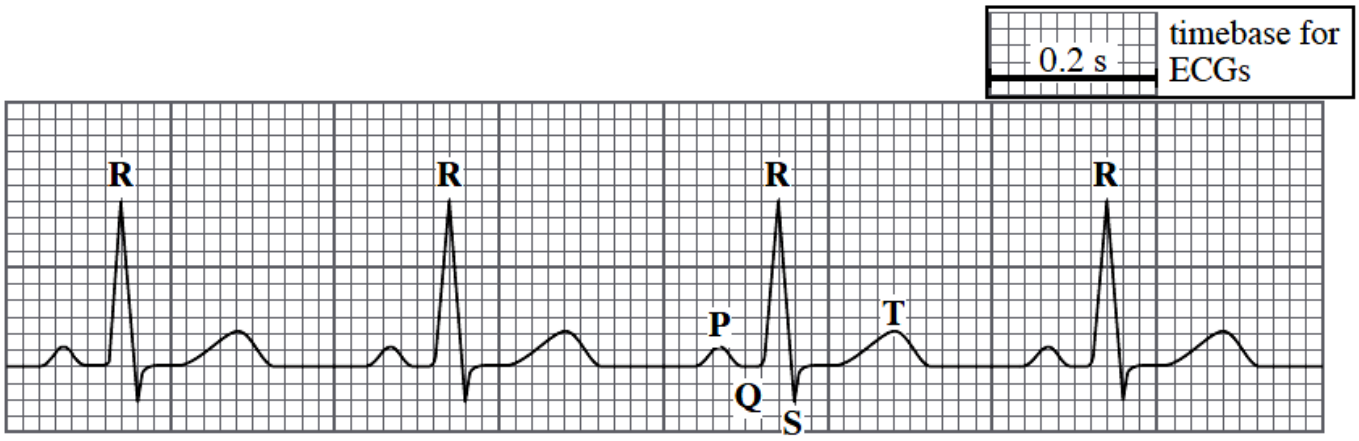
Cofiwch – Mae hormonau fel adrenalin ac ymarfer corff yn gallu effeithio ar gyfradd curiad y galon.



Mae'r fentriglau'n cyfangu ar ôl yr atria. Mae'r oediad hanfodol hwn yn cael ei achosi gan nod rhwng yr atria a'r fentriglau, sef y **nod atrio-fentriglaidd (AVN).** Mae'r AVN yn codi'r don gyffroad wrth iddi ledaenu drwy'r atria. Ar ôl oediad o 0.1 eiliad, mae'r AVN yn pasio'r ysgogiad i lawr **sypyn His**; mae'r sypyn His yn canghennu, gan ffurfio **meinwe Purkinje**. Mae'r ysgogiad trydanol yn cael ei drosglwyddo i waelod y gwahanfur rhwng y fentriglau; hwn yw'r **apig**. Mae'r ysgogiad trydanol yn lledaenu tuag allan a thuag i fyny o'r apig, drwy waliau'r fentriglau - gan achosi i'r fentriglau gyfangu; mae hyn yn digwydd yn gyflym iawn. Mae'r cyfangiad o'r gwaelod i fyny'n golygu bod y gwaed i gyd yn cael ei bwmpio allan o'r fentriglau ac i'r rhydwelïau. Y **AVN** yw **X** ar y diagram ar y chwith.

Electrocardiogramau

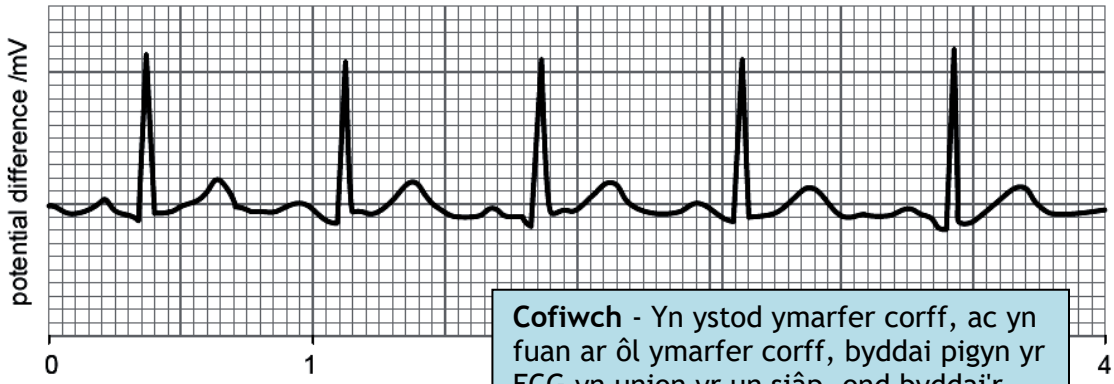
Gallwn ni ddefnyddio **electrocardiogram (ECG)** i fesur y gweithgarwch trydanol sy'n digwydd yn y galon wrth iddi guro**.** Mae'r ECG yn ffordd gyflym a phwysig o gasglu gwybodaeth i adnabod problemau sy'n effeithio ar y galon. Mae electrodau'n cael eu cysylltu â brest y claf ac mae'r gweithgarwch trydanol yn ymddangos ar ffurf electrocardiograff ar gofnodydd siart. Mae'r ECG yn dangos y gweithgarwch trydanol sy'n digwydd yng nghyhyr y galon wrth i'r galon guro. Mae'r gweithgarwch yn ymwneud â'r ysgogiadau trydanol sy'n mynd drwy feinwe'r galon. Mae ECG unigolyn iach wedi'i ddangos isod:



Mae rhan **Q**, **R** ac **S** yr olin ECG yn dangos yr ysgogiad trydanol yn mynd i waelod y fentriglau, drwy wal y fentrigl. **Mae'r fentriglau'n cyfangu'n syth ar ôl y pigyn QRS.** Mae **P** yn dangos systole (cyfangu) atriaidd. Mae **T** yn dangos diastole (llaesu) fentriglaidd.

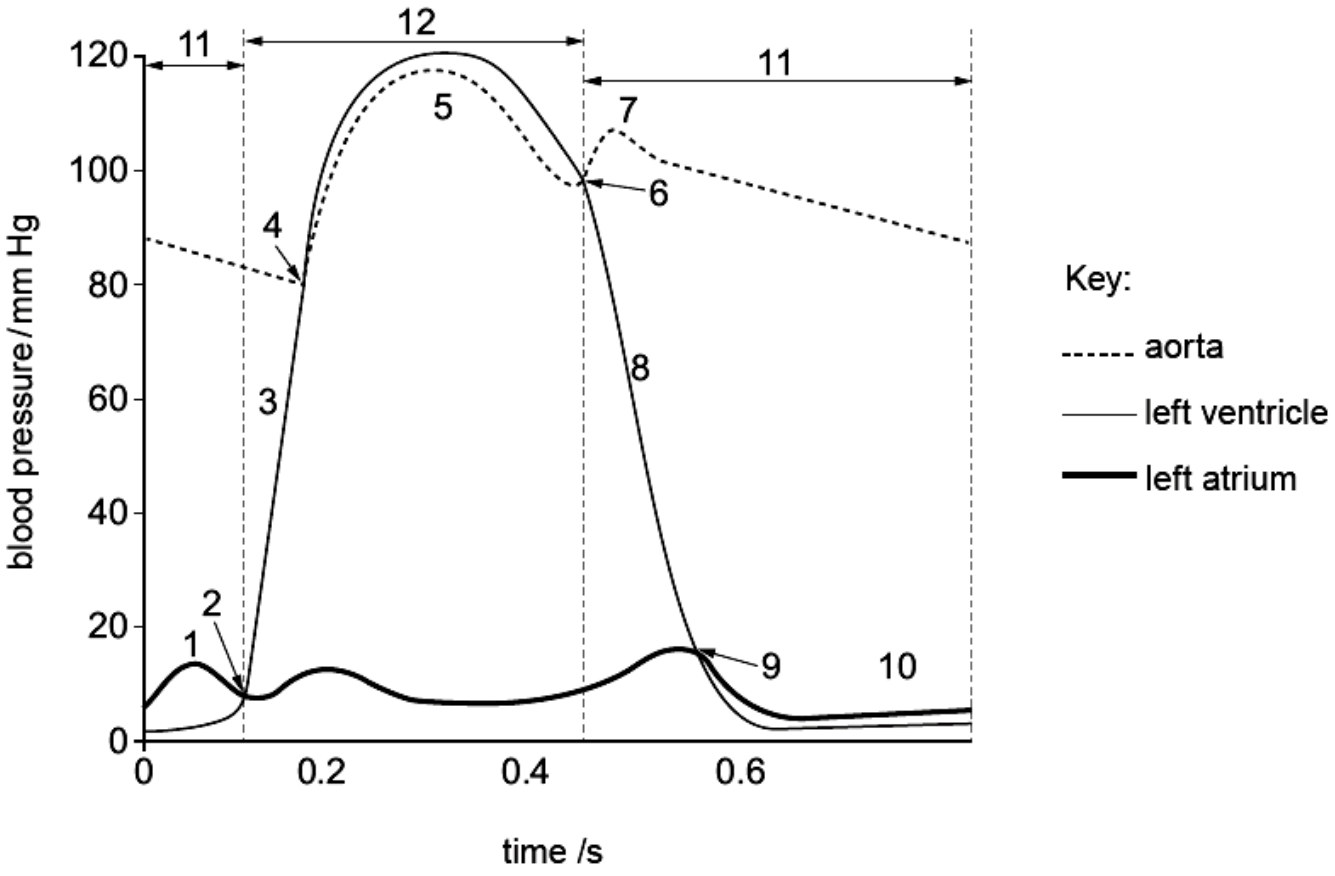
Efallai y bydd gofyn i chi gyfrifo cyfradd gyfartalog curiad y galon bob munud wrth orffwys. Dyma sut dylech chi wneud hyn gan ddefnyddio'r diagram isod:

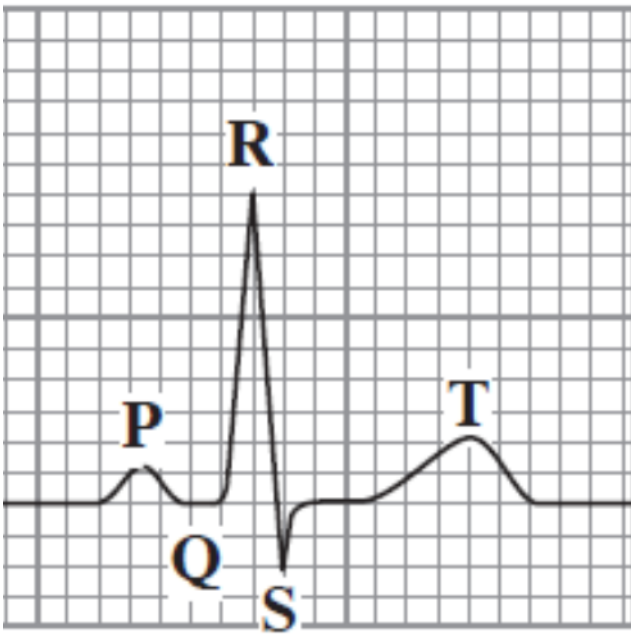
- ✓ **Cyfrwch nifer y pigau; hwn yw nifer curiadau'r galon mewn 4 eiliad.**
- ✓ **Lluoswch nifer y pigau â 15 (60/4 = 15).**
- ✓ **Bydd hyn yn rhoi nifer cyfartalog curiadau'r galon bob munud.**



Cofiwch - Yn ystod ymarfer corff, ac yn fuan ar ôl ymarfer corff, byddai pigyn yr ECG yn union yr un siâp, ond byddai'r pigau'n digwydd yn amlach.

Cymharu olin ECG â graff pwysedd y galon

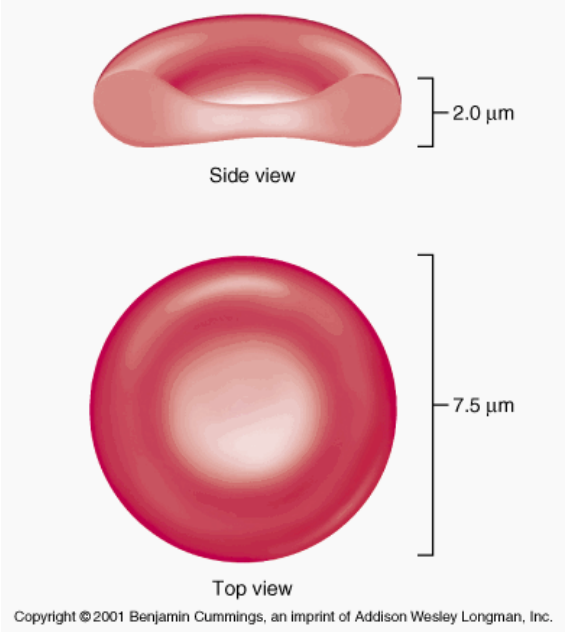




- ✓ Mae **P** yn cyfateb i rif **1** ar y graff pwysedd gwaed – systole atrïaidd.
- ✓ Mae **QRS** yn digwydd yn union cyn cyfangiad fentriglaidd – yn union cyn **2**.
- ✓ Mae **T** yn cyfateb i'r diastole (llaesu) fentriglaidd – ar ôl **5**.

Gwaed

Mae celloedd coch y gwaed yn fach iawn; mae eu diamedr yn 7 µm (mae cell gyfartalog yn yr iau yn 40 µm). Felly, mae ganddynt **gymhareb arwynebedd arwyneb i gyfaint fawr** a **llwybr tryledu byr**. Mae celloedd coch y gwaed ar siâp disg ddeugeugrwm. Mae hyn hefyd yn cynyddu'r gymhareb arwynebedd arwyneb i gyfaint.



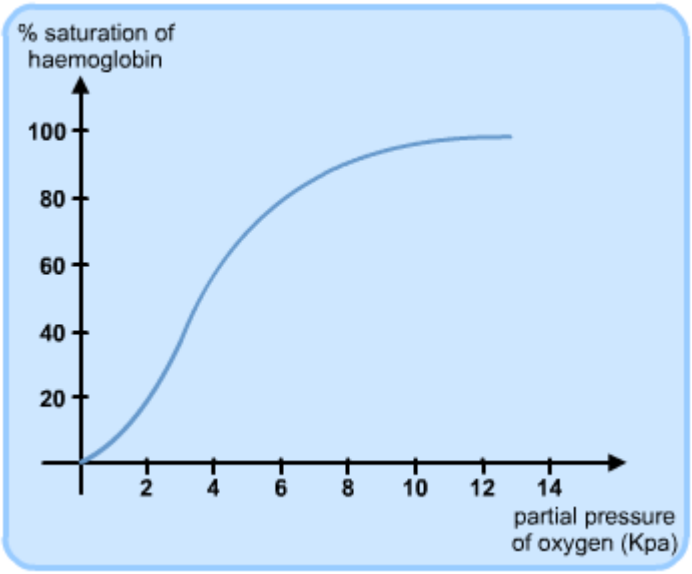
Does gan gelloedd coch y gwaed **ddim cnewyllyn, dim mitocondria a dim reticwlwm endoplasmig**. Mae hyn yn golygu bod **mwy o le i foleciwlau haemoglobin**, sy'n **cynyddu faint o ocsigen y gellir ei gludo** ym mhob cell.

Cofiwch - Rydyn ni hefyd yn galw celloedd coch y gwaed yn **erythrocytau** (sy'n golygu celloedd coch). Y **pigment resbiradol haemoglobin** sy'n achosi eu lliw. Mae haemoglobin yn brotein crwn ag adeiledd cwaternaidd. Ei brif swyddogaeth yw cludo ocsigen o'r ysgyfaint i feinweoedd y corff.

Mae ocsigen yn cael ei gludo o gwmpas y corff mewn celloedd coch y gwaed. Mae ocsigen yn cyfuno â moleciwl o'r enw **haemoglobin** i ffurfio **ocsihaemoglobin.** Mae pob moleciwl haemoglobin yn gallu cyfuno â 4 moleciwl ocsigen (8 atom ocsigen). Mae haemoglobin yn gallu codi ocsigen yn rhwydd yn yr ysgyfaint ac yna ei ryddhau i feinweoedd sy'n resbiradu.

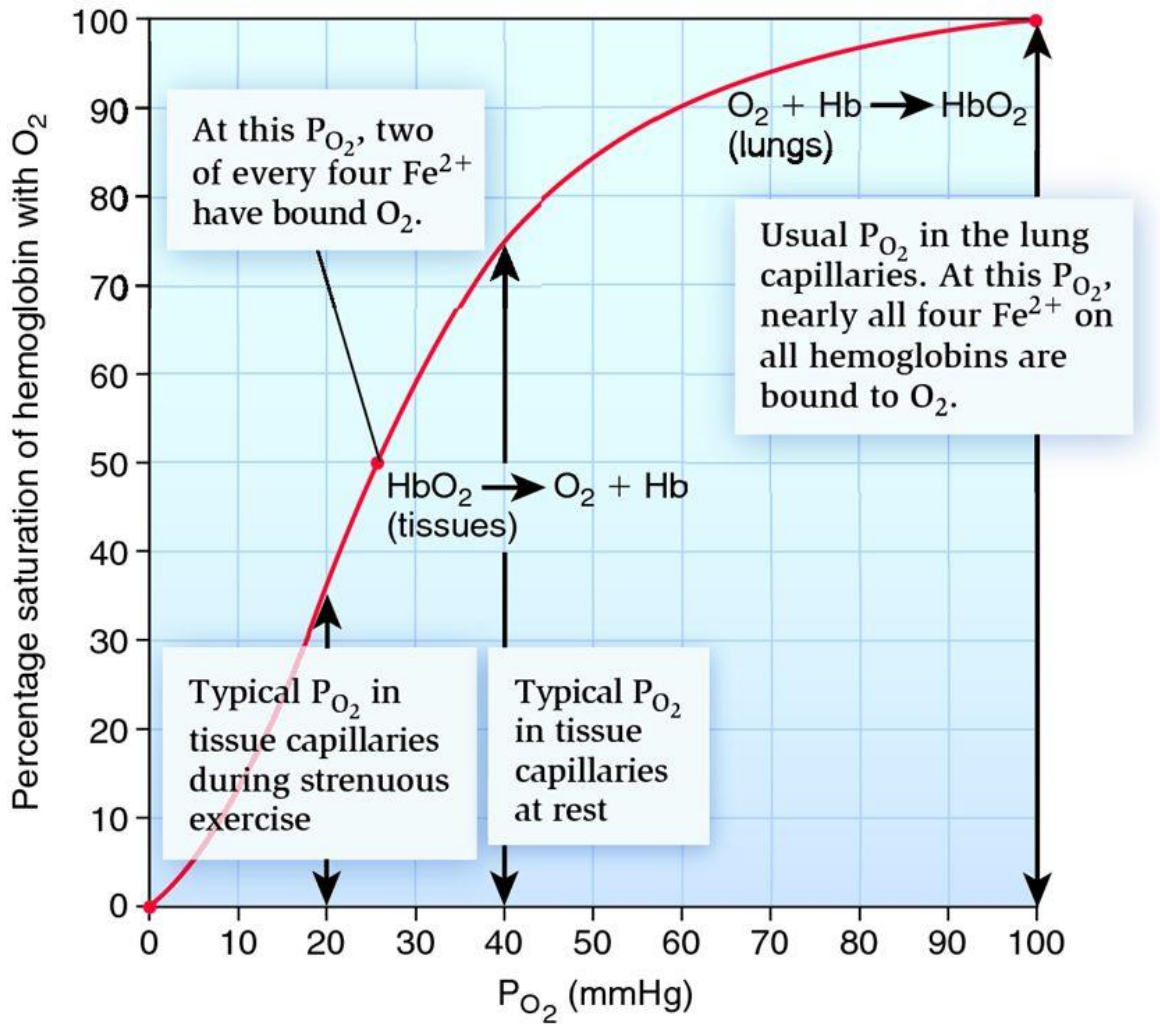
$$4O_2 + Hb \longrightarrow Hb.4O_2$$

Mae **cromlin ddaduniad ocsigen** yn dangos sut mae haemoglobin yn ymddwyn ar wahanol wasgedd rhannol ocsigen.



Cromliniau daduniad ocsigen

Y swm mwyaf o ocsigen mae sampl haemoglobin yn gallu ei gludo yw 100%. Mae haemoglobin sydd wedi cyfuno â'r swm mwyaf posibl o ocsigen yn **ddirlawn**. Mae gan gromlin ddaduniad **siâp S nodweddiadol**. Mae'r gromlin yn dangos, ar wasgedd rhannol ocsigen is, bod canran dirlawnder haemoglobin yn isel iawn; ychydig iawn o ocsigen sydd wedi cyfuno â'r haemoglobin. Ar wasgedd rhannol ocsigen uchel, mae'r dirlawnder canrannol yn uchel iawn; mae llawer o ocsigen wedi cyfuno â'r haemoglobin.

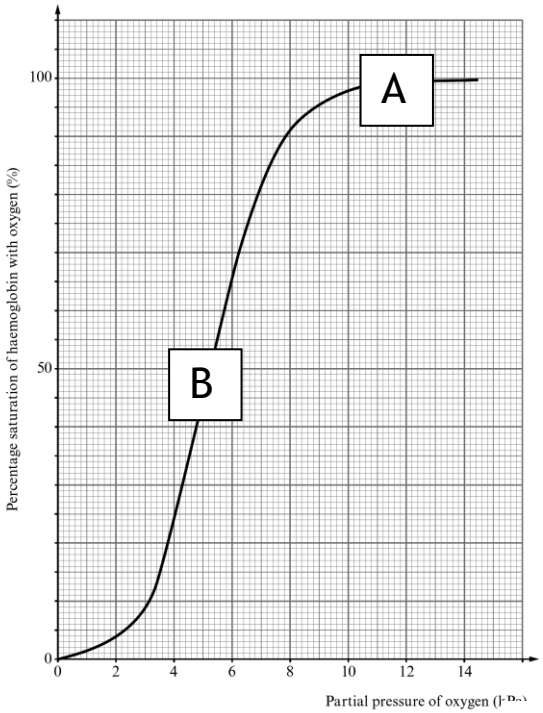


Yn yr ysgyfaint, mae gwasgedd rhannol ocsigen yn uchel. Bydd haemoglobin yn 95-98% dirlawn ag ocsigen. Bydd bron bob moleciwl haemoglobin wedi cyfuno ag 8 atom ocsigen.

Mewn meinweoedd sydd wrthi'n resbiradu, bydd gwasgedd rhannol ocsigen yn isel. Bydd dirlawnder haemoglobin tua 20-25%; bydd yn cludo tua chwarter yr ocsigen sy'n bosibl.

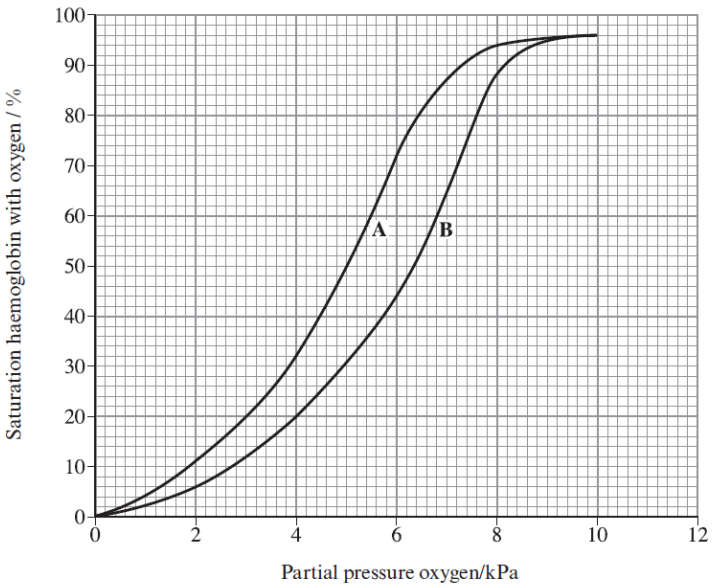
Dehongli'r gromlin ddaduniad

Rhan o'r graff	Disgrifiad a mantais i'r organeb
A	Rhan fflat y gromlin**. Ar wasgedd rhannol ocsigen uchel, dydy gostyngiad gwasgedd rhannol ddim yn achosi gostyngiad cyfatebol yn nirlawnder yr haemoglobin.** Mewn geiriau eraill, ar wasgedd rhannol ocsigen uchel (yn yr ysgyfaint) dydy haemoglobin ddim yn rhyddhau ocsigen yn rhwydd.
B	Rhan linol y gromlin. Ar wasgedd rhannol ocsigen is e.e. ym meinweoedd y corff. **Mae gostyngiad bach mewn gwasgedd rhannol ocsigen yn achosi gostyngiad mawr yn nirlawnder yr haemoglobin.** Mae hyn yn golygu bod yr ocsigen yn cael ei ryddhau'n rhwydd i'r meinweoedd.



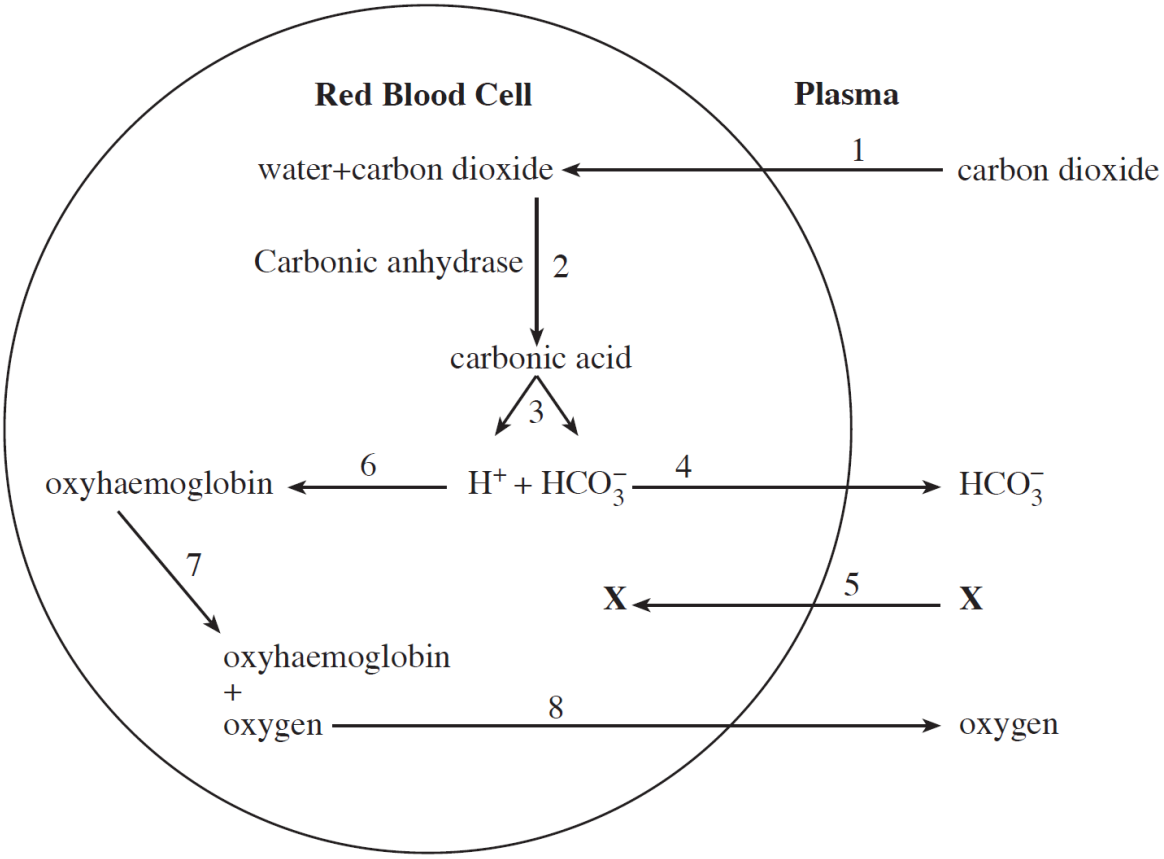
Termau allweddol:
Dirlawnder - Pan mae haemoglobin wedi cyfuno â'r nifer mwyaf posibl o atomau ocsigen, rydyn ni'n dweud ei fod yn gwbl ddirlawn.
Gwasgedd rhannol ocsigen (KPa) – Crynodiad yr ocsigen yn yr ysgyfaint neu ym meinweoedd y corff.

Mae **gwasgedd rhannol carbon deuocsid** hefyd yn gallu effeithio ar ddirlawnder haemoglobin. Mae gwasgedd rhannol carbon deuocsid uchel yn achosi i haemoglobin ryddhau mwy o ocsigen; **Effaith Bohr** yw hyn. Mae Effaith Bohr yn caniatáu i haemoglobin ryddhau ocsigen yn fwy rhwydd fyth wrth gyrraedd meinweoedd sy'n resbiradu.
Mae Effaith Bohr yn symud y gromlin ddaduniad i'r dde (B). Mae cromlin sydd wedi'i symud i'r dde'n llai parod i godi ocsigen, ond yn fwy parod i'w ryddhau.



Egluro Effaith Bohr

Edrychwch ar y diagram isod. Mae **carbon deuocsid** yn cael ei gynhyrchu gan y meinweoedd sy'n resbiradu ac yn tryledu i'r plasma gwaed. Mae rhywfaint o'r carbon deuocsid yn tryledu i gelloedd coch y gwaed (1). Mae **carbonig anhydras** yn catalyddu'r adwaith rhwng carbon deuocsid a dŵr i ffurfio **asid carbonig** (2). Mae asid carbonig yn **daduno** i ffurfio ïonau **H^+** a **HCO_3^-** (3). Mae'r ïonau HCO_3^- yn tryledu allan o gell goch y gwaed i'r plasma, ac yma maent yn cyfuno ag ïonau Na^+ i ffurfio **sodiwm hydrogen carbonad** (4). I gydbwyso symudiad ïonau â gwefr negatif tuag allan, mae ïonau clorid Cl^- yn tryledu i mewn i gell goch y gwaed; dyma'r **symudiad clorid, sy'n cynnal niwtraliaeth electrocemegol** (5).



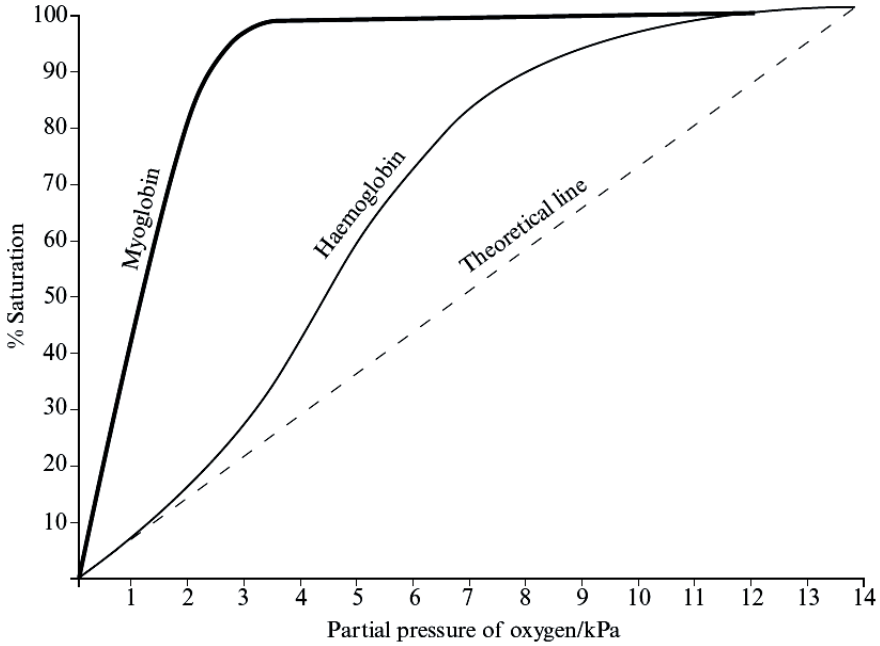
Yn ôl yn y gell goch y gwaed mae **ocsihaemoglobin** yn rhyddhau ocsigen ac yn cyfuno ag ïonau H^+ i ffurfio asid haemoglobinig; **mae gan haemoglobin fwy o affinedd ag ïonau hydrogen** (7). Mae ocsigen yn tryledu allan o gell goch y gwaed i'r plasma, ac yna'n tryledu i'r meinweoedd sy'n resbiradu (8). Mae **Effaith Bohr** yn caniatáu i haemoglobin ryddhau ocsigen yn fwy rhwydd. Mae'r haemoglobin yn cyfuno ag ïonau H^+ hefyd yn cael **effaith byffer** sy'n cynnal pH cytoplasm celloedd coch y gwaed.

Mae **plasma** yn cludo carbon deuocsid, cynhyrchion bwyd wedi'u treulio, hormonau, proteinau plasma, ffibrinogen a gwrthgyrff. Mae hefyd yn helpu i ddosbarthu gwres. **Mae carbon deuocsid yn cael ei gludo mewn 3 ffordd:**

- ✓ Mewn hydoddiant mewn plasma (5%)
- ✓ Ar ffurf sodiwm hydrogen carbonad (85%)
- ✓ Wedi'i gyfuno â haemoglobin ar ffurf carbamino-haemoglobin (10%)

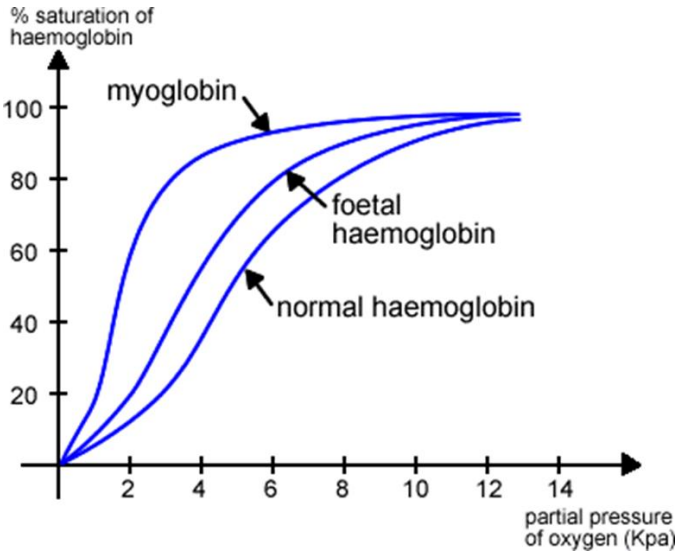
Myoglobin a haemoglobin ffoetws

Mae **myoglobin** yn llawer mwy sefydlog na haemoglobin. Mae'r gromlin ddaduniad yn **bell i'r chwith** o gromlin haemoglobin. Ar bob gwasgedd rhannol ocsigen, mae dirlawnder canrannol myoglobin ag ocsigen yn uwch na haemoglobin. Mewn geiriau eraill, mae myoglobin yn codi ocsigen yn fwy rhwydd ac yn dal gafael arno. Dydy myoglobin ddim yn rhyddhau ocsigen mor rhwydd â haemoglobin. Fodd bynnag, ar wasgedd rhannol ocsigen isel iawn (yn ystod ymarfer corff) mae ocsimyoglobin yn rhyddhau ocsigen i feinweoedd cyhyrau. Mae myoglobin yn gweithredu fel **cronfa ocsigen wrth gefn** mewn meinwe cyhyr sy'n resbiradu.



Cofiwch - Hyd yn oed os yw gwasgedd rhannol ocsigen yn gostwng mor isel â 3 KPa, mae dirlawnder myoglobin yn aros yn uchel iawn. O dan 3 KPa mae myoglobin yn dadlwytho ei ocsigen, gan ei ryddhau'n gyflym iawn. Ar wasgedd rhannol o dan 3 KPa, mae gostyngiad bach yng ngwasgedd rhannol ocsigen yn achosi gostyngiad dramatig yn nirlawnder haemoglobin - edrychwch pa mor serth yw'r gromlin!

Mae gwaed **ffoetws** a'r fam yn llifo'n agos at ei gilydd yn y brych, ond anaml y maent yn cymysgu. Mae **haemoglobin ffoetws** ychydig bach yn wahanol i gromlin oedolyn. Mae dwy o'r cadwynau polypeptid sy'n gwneud y moleciwl haemoglobin wedi'u newid. Mae'r gwahaniaeth adeileddol hwn yn gwneud i'r gromlin ddaduniad symud i'r chwith. Mae gan yr **haemoglobin ffoetws fwy o affinedd ag ocsigen** (mae'n cyfuno'n rhwyddach). **Mae hyn yn golygu bod ocsigen yn gallu symud o waed y fam i'r ffoetws.**

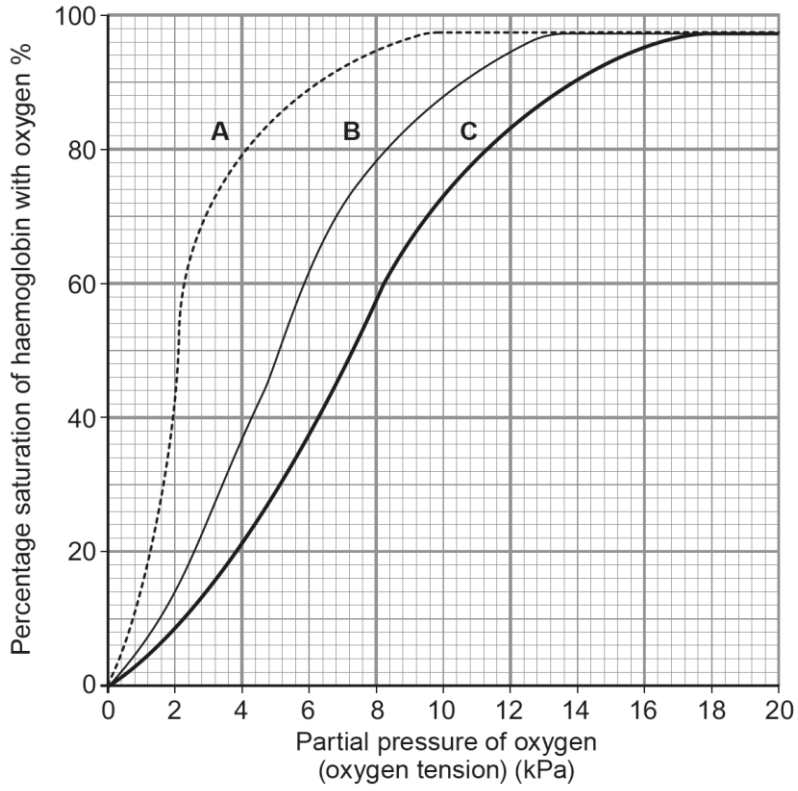


Organebau sy'n byw mewn amgylchedd â gwasgedd rhannol ocsigen isel

Dydy cyfansoddiad cemegol haemoglobin ddim yr un fath ym mhob anifail. Mae rhai anifeiliaid wedi addasu i fyw mewn **cynefinoedd heb lawer o ocsigen**. Mae'r lama'n byw mewn mannau uchel ac mae'r lygwn yn byw dan y tywod - dau amgylchedd heb lawer o ocsigen. Bydd cromliniau daduniad ocsigen yr organebau hyn **wedi symud i'r chwith**.







Key:

A = llama
B = domestic cat
C = mouse

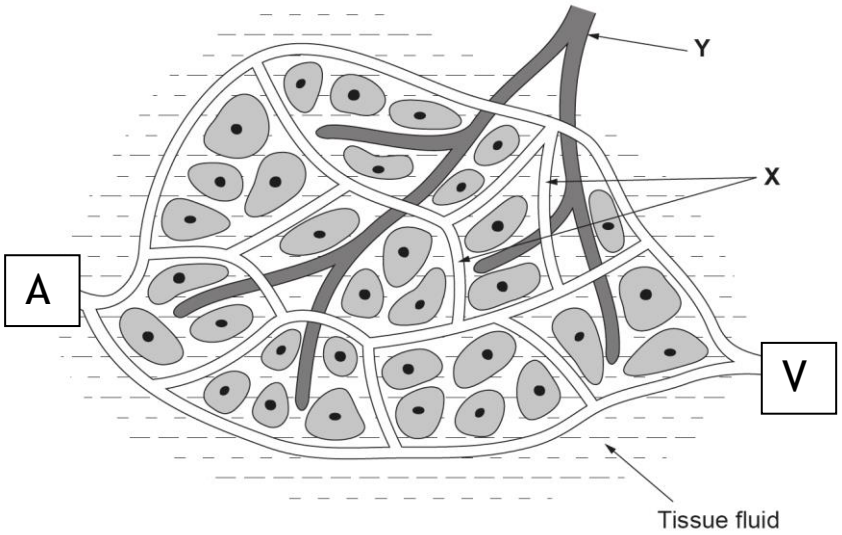
Mae cromliniau sydd wedi symud i'r chwith yn dweud wrthyn ni bod gan haemoglobin **affinedd uwch ag ocsigen** mewn organebau sy'n byw mewn amgylchedd heb lawer o ocsigen; mae'r haemoglobin yn mynd yn **gwbl ddirlawn ar wasgedd rhannol ocsigen is**. Dim ond ar wasgedd rhannol ocsigen isel iawn mae'r ocsigen yn cael ei ryddhau.

Cofiwch – Efallai y bydd gofyn i chi luniadu cromliniau daduniad nodweddiadol.

Hylif rhyng-gellol

Y **capilarïau** yw'r **safle cyfnewid** rhwng y gwaed a'r celloedd; mae eu waliau'n denau ac yn athraidd. Mae gan y capilarïau arwynebedd arwyneb mawr i gyfnewid defnyddiau. Mae'r gwaed yn llifo'n araf i roi amser i'w cyfnewid nhw. Mae gwaed yn cynnwys yr hylif plasma; mae'n cludo celloedd gwaed, defnyddiau wedi'u hydoddi a moleciwlau mawr o'r enw proteinau plasma. Mae'r gwaed wedi'i gynnwys mewn system gaeedig, ond mae hylif o'r plasma'n gallu dianc drwy waliau'r capilarïau - **hylif meinweol** yw hwn. Mae hylif meinweol yn trochi'r celloedd gan gyflenwi glwcos, asidau amino, asidau brasterog, halwynau ac ocsigen iddynt. Mae hylif meinweol hefyd yn cael gwared ar ddefnyddiau gwastraff fel carbon deuocsid ac wrea o'r celloedd.

Yn y pen rhydwelïol (A) mae'r gwasgedd hydrostatig (gwthio allan) yn fwy na'r grymoedd osmotig (tynnu i mewn). Felly mae **symudiad net** yr hylif allan o'r capilari ac i mewn i'r meinweoedd. Mae **graddiant tryledia**d yn caniatáu i ocsigen, glwcos ac ïonau symud allan o'r capilari ac i mewn i'r hylif meinweol. Mae'r graddiant yn cael ei gynnal oherwydd bod y sylweddau hyn yn cael eu defnyddio yn ystod metabolaeth



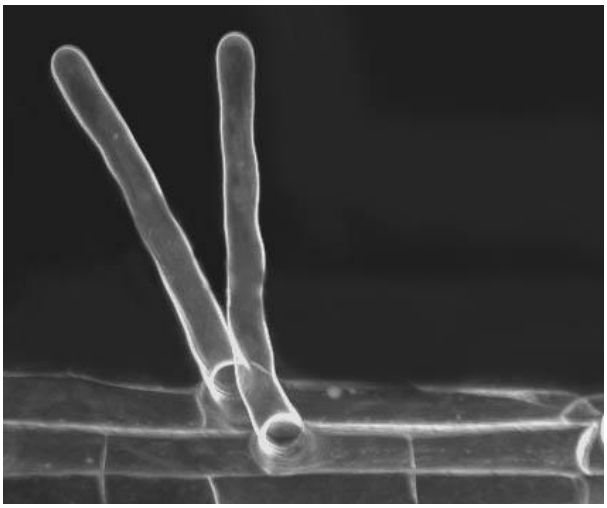
Cofiwch – Mae'r diagram uchod yn dangos dau fath o gapilari. **Capilari gwaed** yw **X**. **Capilari lymff** yw **Y**. Mae rhywfaint o ormodedd hylif meinweol yn mynd i'r system lymffatig. Cofiwch ei gwneud hi'n glir i'r arholwr pa fath o gapilari rydych chi'n ei ddisgrifio.

Yn y pen gwythiennol (V) mae'r gwaed ar **wasgedd hydrostatig is** (llai o hylif yn cael ei wthio allan). **Mae dŵr yn mynd yn ôl i'r capilarïau drwy gyfrwng osmosis** (mae'r proteinau plasma'n cynnal potensial dŵr negatif); mae mewnlifiad dŵr net yn digwydd (i'r capilarïau). Mae carbon deuocsid ac wrea'n tryledu i mewn i'r rhwydwaith capilarïau i lawr graddiant crynodiad.

Mewnlifiad dŵr a mwynau i'r gwreiddiau

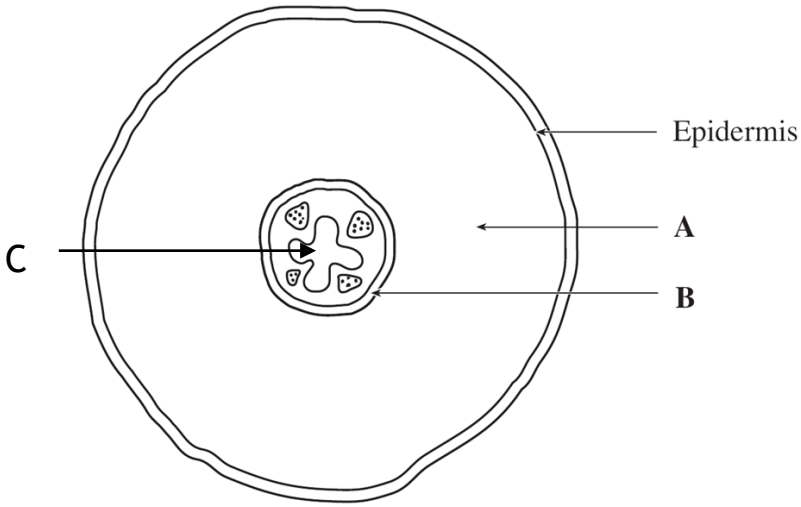
Mae llawer o ddŵr yn cael ei golli drwy'r **stomata** i'r **llif trydarthol**; rhaid cael dŵr o'r pridd i gymryd ei le. Darn arbenigol o'r gwreiddyn, sef yr **ardal gwreiddflew**, sy'n amsugno'r rhan fwyaf o'r dŵr. Mae celloedd gwreiddflew wedi addasu ar gyfer eu swyddogaeth:

- ✓ Arwynebedd arwyneb mawr i amsugno dŵr drwy gyfrwng osmosis
- ✓ Cellfuriau tenau (llwybr tryledu byr)



Mae dŵr y pridd yn wanedig iawn; mae'n cynnwys crynodiad isel o halwynau mwynol; mae'r **potensial dŵr yn uchel**. Mae **gwagolyn** celloedd gwreiddflew'n cynnwys crynodiad uchel o hydoddion (cellnodd) ac felly mae ganddo **botensial dŵr isel**. Mae dŵr yn symud o botensial dŵr uchel i isel, i lawr graddiant potensial dŵr, i mewn i'r gell wreiddflew drwy gyfrwng **osmosis**.

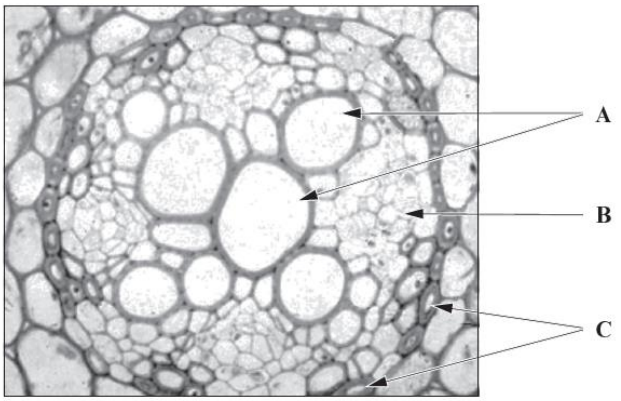
Meinwe sylem sy'n cludo dŵr a mwynau drwy'r planhigyn i gyd. Mae'r feinwe sylem yng nghanol y gwreiddyn (C). Mae un haen o gelloedd yn ei hamgylchynu hi, sef yr **endodermis** (B). A yw'r **cortecs**.



Mae tri llwybr ar gael i gludo dŵr:

- ✓ **Apoplast** – drwy'r cellfur.
- ✓ **Symplast** – drwy'r cytoplasm a'r plasmodesmata.
- ✓ **Gwagolaidd** – o wagolyn i wagolyn.

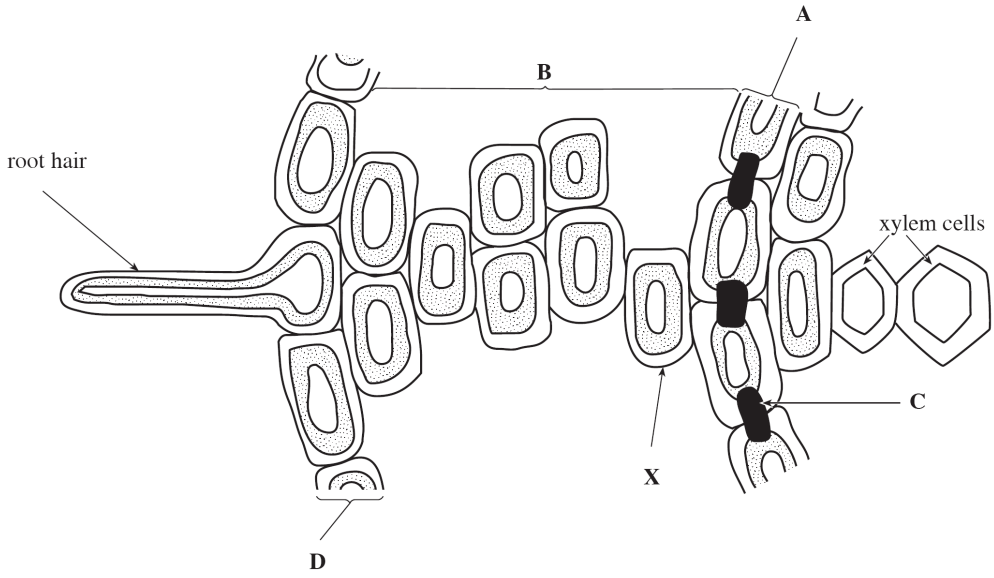
Yr endodermis, stribed Caspari a gwasgedd gwraidd



Math o feinwe	Swyddogaeth
Sylem (A)	**Cludo dŵr a mwynau**
Ffloem (B)	Cludo **cynhyrchion ffotosynthesis** e.e. swcros ac asidau amino
Endodermis (C)	Cynnwys **stribed Caspari** gwrth-ddŵr, sy'n atal mwy o gludiant ar y llwybr apoplast

Cofiwch – Rhaid i chi allu adnabod y ffurfiadau hyn a disgrifio eu swyddogaethau.

Edrychwch ar y diagram isod. Mae'r **endodermis** (A) wedi'i drwytho â defnydd cwyraidd, sef **swberin**. Mae hwn yn ffurfio band amlwg, sef **stribed Caspari (C);** mae swberin yn wrth-ddŵr. Ar y diagram isod, B yw'r cortecs, A yw'r endodermis a D yw'r epidermis. Mae dŵr yn cael ei gludo ar hyd y llwybr apoplast i'r endodermis. Mae stribed Caspari yn atal mwy o gludiant ar y llwybr apoplast; rhaid i'r dŵr fynd i'r gell drwy osmosis a dechrau dilyn y llwybr symplast yn y man hwn.



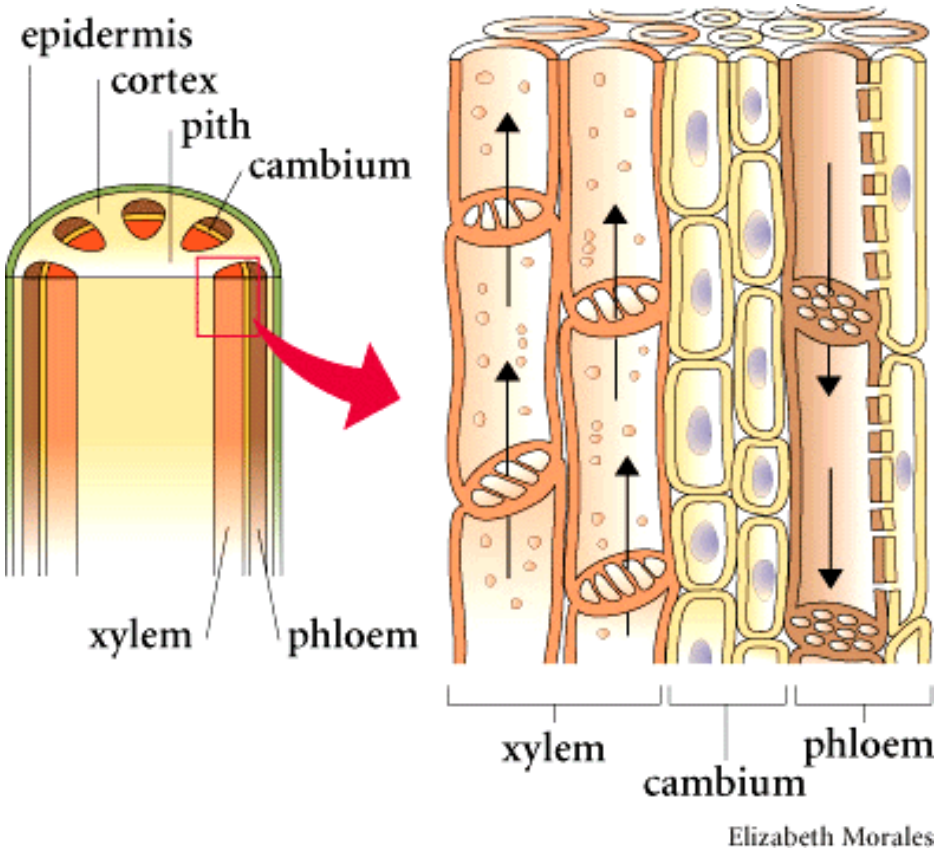
Gwasgedd gwraidd - Mae rhywfaint o dystiolaeth bod **halwynau'n cael eu pwmpio'n actif i'r feinwe fasgwlar** o'r celloedd endodermaidd. Mae hyn yn gwneud **potensial dŵr y sylem yn fwy negatif**, gan achosi i ddŵr fynd i'r sylem drwy osmosis o gortecs y gwreiddyn. Mae hyn yn cynhyrchu graddiant potensial dŵr sy'n creu grym **gwasgedd gwraidd**.

Mewnlifiad mwynau

Mae **mwynau** yn llifo i mewn i'r gwreiddyn drwy **gludiant actif** o'r hydoddiant pridd. Ar ôl iddynt gael eu hamsugno, mae'r mwynau'n symud ar hyd y **llwybr apoplast** (yn cael eu cludo mewn hydoddiant gan y dŵr) yn y **llif trydarthol**. Pan mae mwynau'n cyrraedd yr endodermis, mae stribed Caspari'n atal mwy o symudiad ar y llwybr apoplast. Rhaid i ïonau mwynol fynd i'r cytoplasm a chael eu cludo o gell i gell drwy drylediad neu gludiant actif. Mae nitrogen yn mynd i'r planhigyn ar ffurf **ïonau nitrad neu amoniwm**. Mae'r ïonau hyn yn tryledu ar hyd y graddiant crynodiad i mewn i'r llwybr apoplast. Maent yn mynd i'r **llwybr symplast drwy gludiant actif yn erbyn y graddiant crynodiad**. Yn yr endodermis, rhaid i'r ïonau fynd i'r llwybr symplast drwy cludiant actif er mwyn osgoi stribed Caspari (o'r apoplast anfyw i'r symplast byw). **Mae hyn yn golygu bod y planhigion yn gallu cymryd ïonau yn ddetholus yn y man hwn.**

Adeiledd sylem

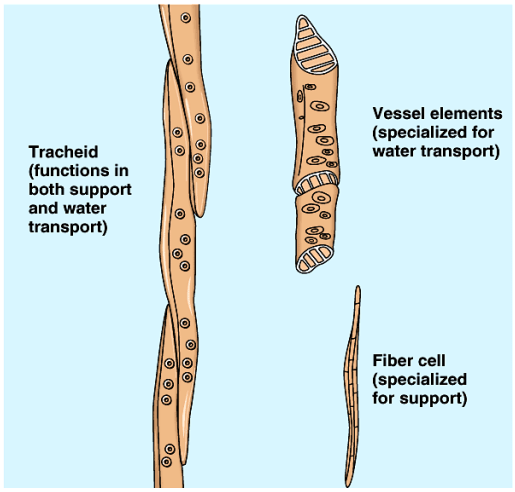
Mae sylem yn cludo dŵr a halwynau mwynol o'r gwraidd i'r dail. **Mae ffloem yn cludo cynhyrchion hydawdd ffotosynthesis** (swcros ac asidau amino) o'r dail i rannau eraill y planhigyn.

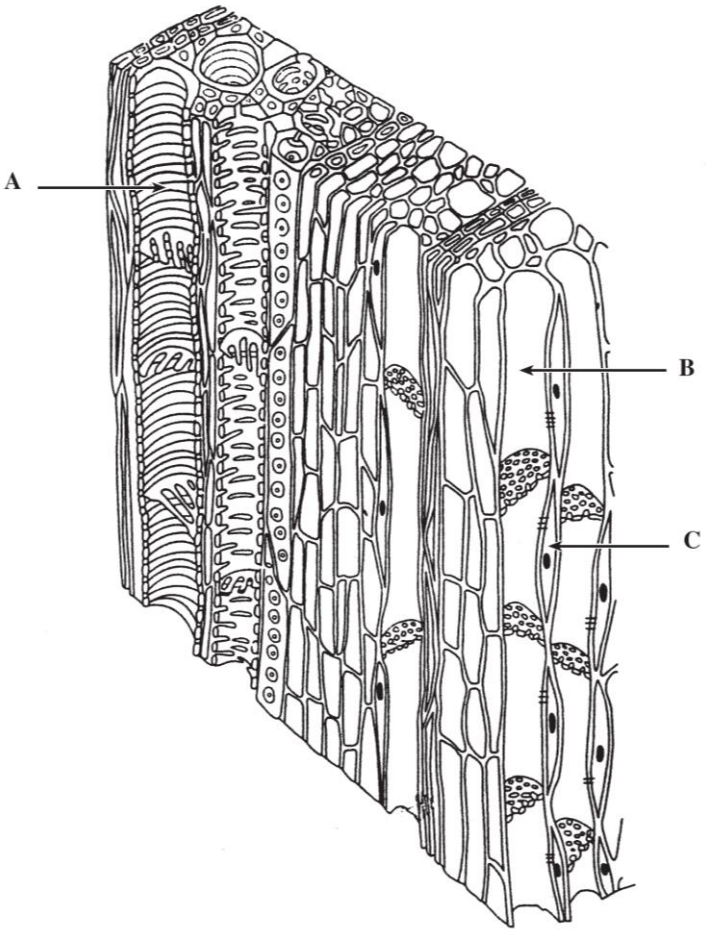


Adeiledd sylem

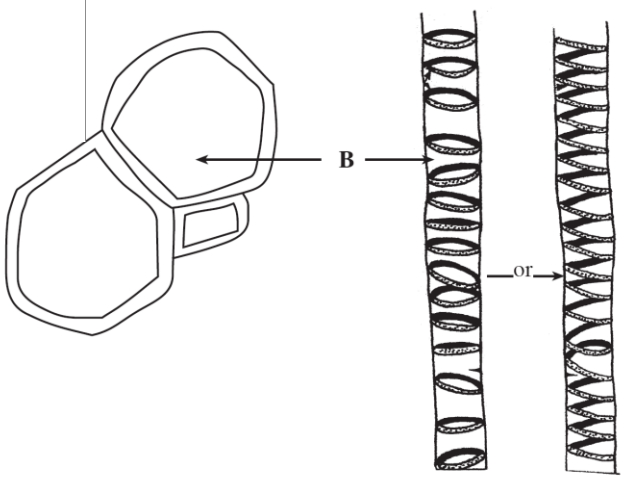
Mae sylem wedi'i wneud o bedwar gwahanol fath o gelloedd:

- ✓ **Pibellau**
- ✓ **Traceidau**
- ✓ **Ffibrau**
- ✓ **Parencyma sylem**





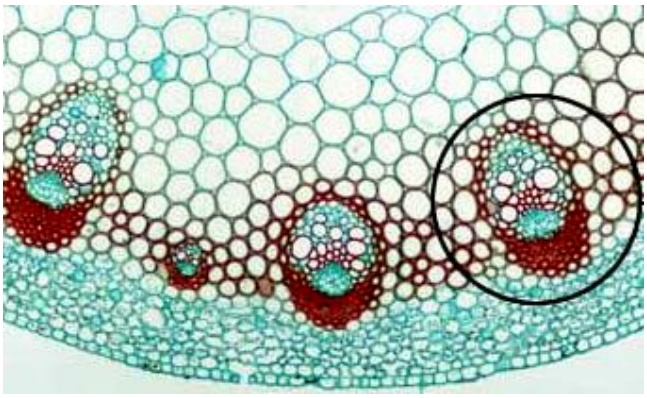
Celloedd marw yw'r **pibellau a'r traceidau** (uchod). **Mae lignin yn cael ei ddyddodi ar y cellfuriau cellwlos** sy'n eu gwneud nhw'n anathraidd i ddŵr a hydoddion (mae hyn yn lladd y gell). Mae'r pibellau a'r traceidau'n ffurfio system o diwbiau i ddŵr deithio drwyddynt. Maent hefyd yn darparu **cryfder mecanyddol** a chynhaliad i'r planhigyn.

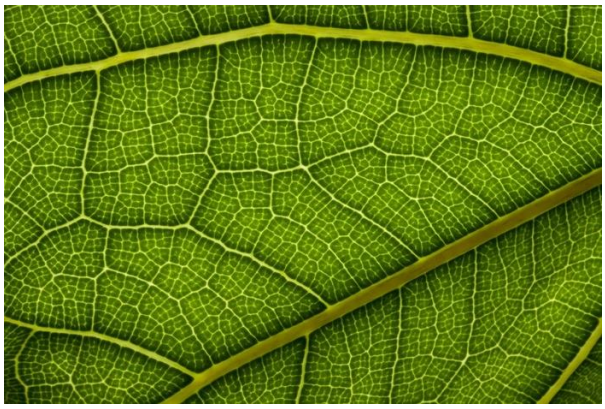


Mae **tiwb sylem** wedi'i labelu'n A uchod a B ar y dde. **Ei brif swyddogaeth yw cludo dŵr a halwynau mwynol.** Mae sylem hefyd yn darparu cynhaliad mecanyddol.

Meinwe fasgwlar mewn coesynnau, dail a gwreiddiau

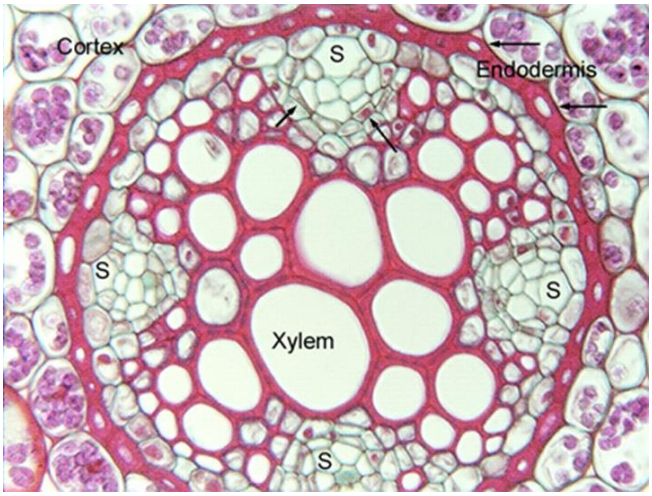
Mewn coesynnau mae sylem yn bodoli fel **sypynnau fasgwlar perifferol**. Mae'r trefniant hwn yn darparu cynhaliad hyblyg a'r gallu i wrthsefyll straen plygu.





Mewn dail mae trefniant meinweoedd fasgwlar yn y wythïen ganol a'r **rhwydwaith gwythiennau** yn darparu cryfder hyblyg a'r gallu i wrthsefyll straen rhwygo.

Mewn gwreiddiau mae **trefniant canolog** y feinwe fasgwlar yn ddelfrydol i wrthsefyll diriant fertigol (tynnu); mae hyn yn helpu i angori'r planhigyn. Y feinwe fasgwlar, â'r endodermis o'i chwmpas hi, yw'r **stel**. Mae stel i'w weld ar y dde.



Trydarthiad

Mae dŵr yn teithio yn y sylem drwy'r coesyn i'r dail. Mae dŵr yn teithio ar y llwybrau apoplast, symplast a gwagolaidd drwy'r ddeilen. Mae'r rhan fwyaf o'r dŵr yn cael ei golli wrth iddo anweddu o arwyneb mewnol y ddeilen a gadael ar ffurf anwedd dŵr, i'r atmosffer. **Trydarthiad** yw'r broses o golli dŵr o arwyneb y dail fel hyn, lle mae'n anweddu drwy'r stomata. Wrth i foleciwlau dŵr adael celloedd sylem yn y ddeilen, maent yn tynnu moleciwlau dŵr eraill i fyny. Enw'r effaith dynnu hon yw **tyniad trydarthiad**.

Mae tyniad trydarthiad yn bosibl oherwydd **grymoedd cydlynol** mawr rhwng moleciwlau dŵr. Hefyd, mae **grymoedd adlynol** yn bodoli rhwng y moleciwlau dŵr a leinin hydroffilig y tiwbiau sylem. Mae'r ddwy ffactor hyn yn cyfuno i gynnal y golofn ddŵr yn y sylem, hyd yn oed yn y coed uchaf. Y ddamcaniaeth hon yw'r **ddamcaniaeth Cydlyniad-Tyniant**. Mae **capilaredd** yn rym arall sy'n gallu cyfrannu at godi dŵr yn y sylem. Mae capilaredd yn codi dŵr i fyny tiwbiau cul, ond mae'n debyg mai dim ond mewn planhigion bach mae hyn yn berthnasol. Mae 4 ffactor yn effeithio ar gyfradd trydarthu:

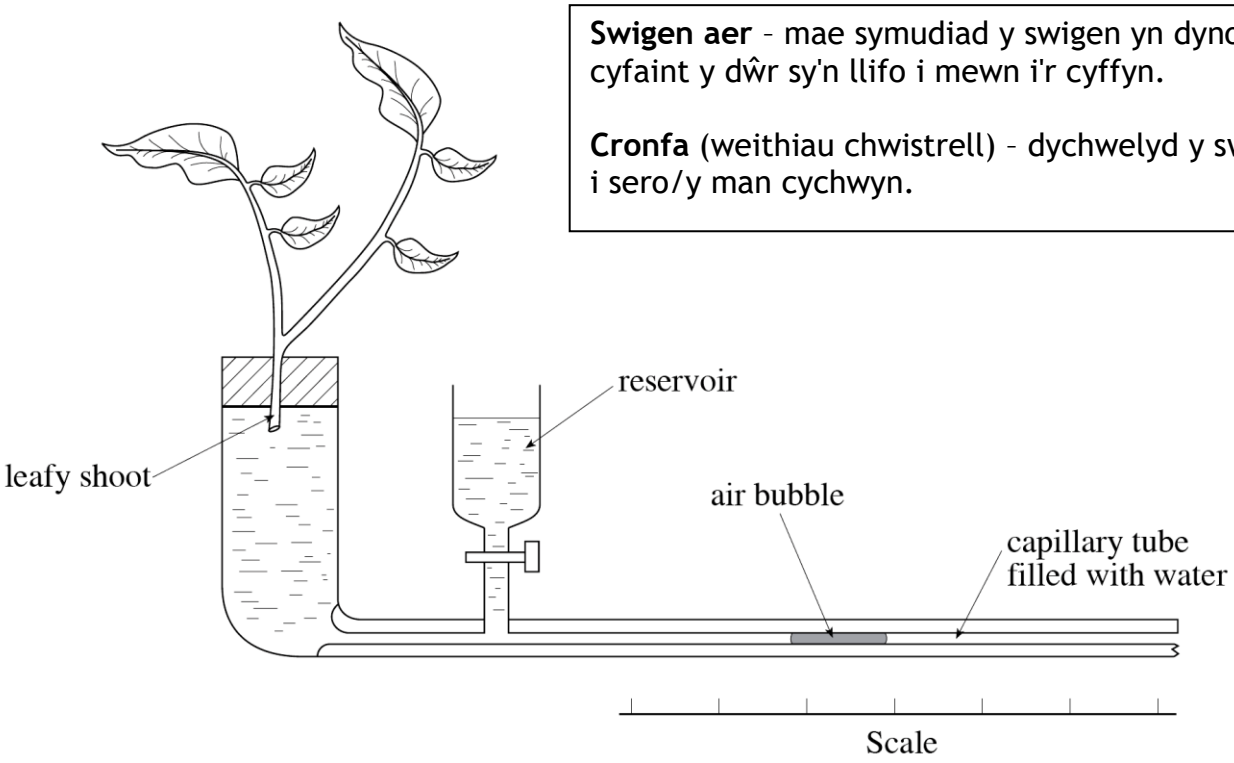
Ffactor	Effaith ar gyfradd trydarthu
Tymheredd	Mae cynyddu tymheredd yn darparu egni cinetig ychwanegol i foleciwlau dŵr symud. Mae hyn yn cynyddu cyfradd anweddiad oddi ar waliau'r celloedd mesoffyl ac, os yw'r stomata ar agor, yn cyflymu cyfradd tryledu anwedd dŵr i'r aer o gwmpas y planhigyn. Mae potensial dŵr yr aer yn gostwng wrth i'w dymheredd godi, ac mae'n gallu dal mwy o leithder.
Lleithder	Mae'r aer yn y ddeilen yn ddirlawn ag anwedd dŵr, ond mae lleithder yr aer o gwmpas deilen yn amrywio. Anaml y bydd y gwerthoedd dros 70% ym Mhrydain. Mae graddiant potensial dŵr rhwng y ddeilen a'r aer yn bresennol bob amser, ac os yw'r stomata ar agor, bydd anwedd dŵr yn tryledu'n gyflym allan o'r ddeilen. Y mwyaf yw'r lleithder, yr isaf yw cyfradd trydarthu.
Symudiad aer	Mae trydarthiad mewn aer llonydd yn caniatáu i anwedd dŵr gronni o gwmpas arwyneb y ddeilen. Mae hyn yn lleihau'r graddiant potensial dŵr rhwng y ddeilen a'r aer, ac felly'n lleihau cyfradd trydarthiad. Mae symudiad yr aer o gwmpas y ddeilen (gwynt) yn cael gwared ar yr haen o aer dirlawn, sy'n cynyddu'r graddiant potensial dŵr ac yn cynyddu cyfradd trydarthiad.
Arddwysedd golau	Arddwysedd golau sy'n rheoli i ba raddau mae stomata'n agor. Yr uchaf yw arddwysedd y golau, y mwyaf o'r stomata fydd ar agor; mae hyn yn cynyddu cyfradd trydarthu.

Potomedr

Gallwn ni ddefnyddio **potomedr** i fesur cyfradd trydarthu. Mesur **cyfradd amsugno dŵr** mae potomedr mewn gwirionedd, ond os yw'r celloedd yn gwbl chwydd-dynn, dylai fod amsugniad dŵr yn hafal i'r gyfradd trydarthu.

Swigen aer – mae symudiad y swigen yn dynodi cyfaint y dŵr sy'n llifo i mewn i'r cyffyn.

Cronfa (weithiau chwistrell) – dychwelyd y swigen i sero/y man cychwyn.



I gydosod potomedr yn gywir:

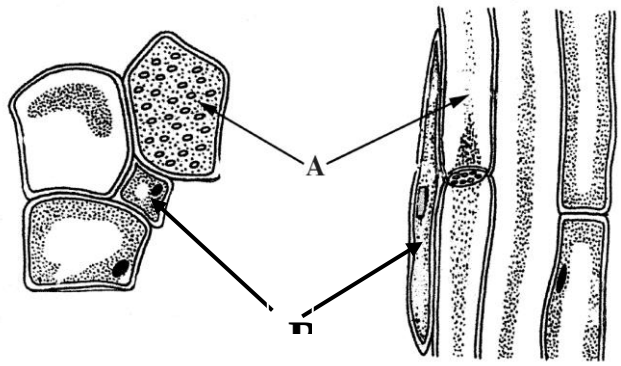
- ✓ Torrwch y cyffyn dan ddŵr (fel nad oes swigod aer yn ffurfio yn y sylem).
- ✓ Cadwch y dail yn sych.
- ✓ Cydosodwch y cyfarpar dan ddŵr.
- ✓ Gwnewch yn siŵr bod pob uniad yn aerglos.

Trawsleoliad

Mae **cynhyrchion ffotosynthesis** yn cael eu cludo yn y **ffloem**, oddi wrth safle synthesis yn y dail (y **ffynhonnell**) i bob rhan arall o'r planhigyn. Mae cynhyrchion ffotosynthesis yn cael eu defnyddio ar gyfer twf neu'n cael eu storio (y **suddfan**). Mewn planhigion, y broses o gludo defnyddiau organig hydawdd, swcros ac asidau amino, yw **trawsleoliad.**

Mae pedwar math o gell mewn meinwe ffloem:

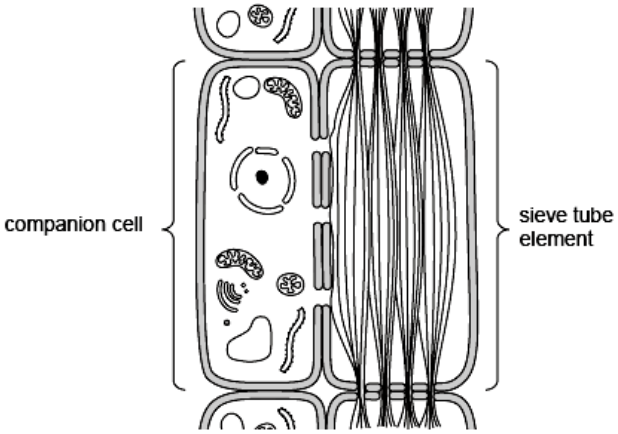
- ✓ Tiwbiau hidlo
- ✓ Cymargelloedd
- ✓ Ffibrau ffloem
- ✓ Parencyma ffloem



Mae tiwb hidlo wedi'i wneud o elfen hidlo neu gelloedd hidlo. Ei swyddogaeth yw **cludo defnyddiau organig** fel swcros ac asidau amino (cynhyrchion ffotosynthesis)**.** Mae tiwbiau hidlo'n ffurfio o gelloedd **elfennau hidlo** (gweler A ar y chwith) wedi'u gosod ben wrth ben. Dydy pennau'r waliau ddim yn ymddatod, ond mae mandyllau ynddynt. Y mannau hyn yw'r **platiau hidlo**. **Cymargell** yw B.

Mae **platiau hidlo sy'n cynnwys mandyllau** yn caniatáu llif i'r ddau gyfeiriad o elfen i elfen drwy'r planhigyn i gyd.
Mae'r **cytoplasm yn denau**, heb ddim organynnau mawr, sy'n caniatáu i gynhyrchion ffotosynthesis lifo heb rwystr.
Mae **plasmodesmata** yn bresennol sy'n caniatáu cludiant ATP a moleciwlau eraill o'r gymargell i'r elfen tiwb hidlo.

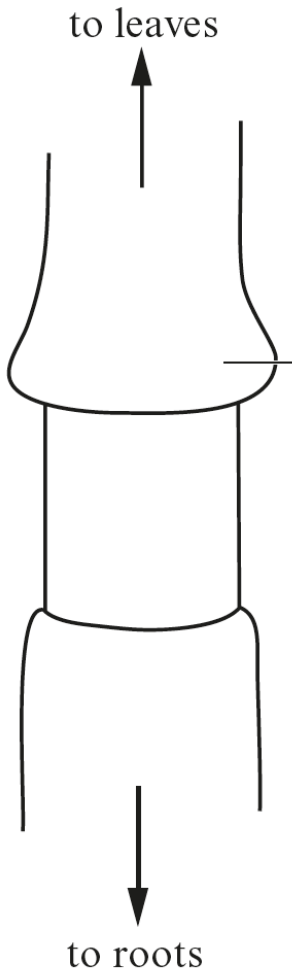
Mae **ffilamentau cytoplasmig** yn cynnwys protein ffloem yn ymestyn o un gell hidlo i'r nesaf drwy'r mandyllau yn y plât hidlo. Does dim cnewyllyn mewn tiwbiau hidlo ac mae'r rhan fwyaf o organynnau cell eraill yn dadelfennu wrth i'r tiwb hidlo ddatblygu.



Mae gan y **cymargelloedd** gytoplasm dwys, **cnewyll** mawr canolog, llawer o **fitocondria**, reticwlwm endoplasmig garw ac organigyn Golgi.
Mae **plasmodesmata** yn eu cysylltu nhw â'r elfennau tiwb hidlo.
Mae cymargelloedd yn gwneud **proteinau ac ATP** ar gyfer y celloedd/elfennau tiwb hidlo.

Tystiolaeth i ategu trawsleoliad yn y ffloem

Cafodd tystiolaeth gynnar i ategu **trawsleoliad yn y ffloem** ei chanfod mewn **arbrofion cylchu** lle cafodd silindrau o feinwe rhisgl allanol eu tynnu yr holl ffordd o gwmpas coesyn pren, mewn cylch. Roedd hyn yn tynnu'r **ffloem**.



Dangosodd dadansoddiad fod **swcros**, un o gynhyrchion ffotosynthesis, yn cronni uwchben y cylch wedi'i dorri. Byddai'r feinwe'n chwyddo oherwydd **osmosis** gan fod swcros yn gostwng potensial dŵr y meinweoedd ac yn gadael i ddŵr fynd i mewn i'r celloedd.
Roedd hyn yn dystiolaeth mai trawsleoliad oedd yn cludo **swcros** i'r rhan hon o'r coesyn.

Doedd dim swcros yn cronni yn y meinweoedd o dan y cylch. Doedd dim modd cludo'r swcros i'r fan hon, gan fod y feinwe ffloem wedi'i thynnu.

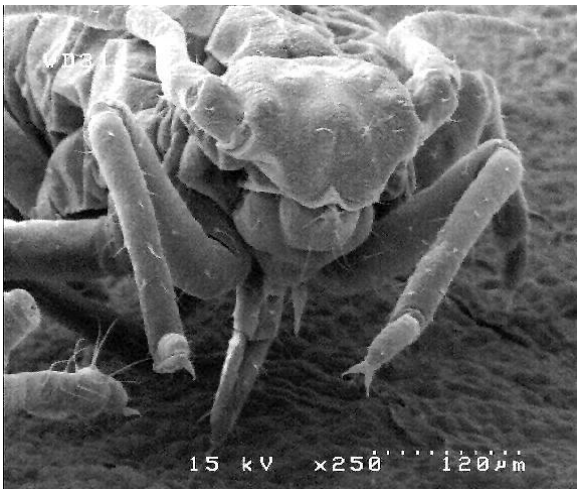
Cofiwch – Rydyn ni'n dweud mai'r dail yw'r **ffynhonnell**. Mae cynhyrchion ffotosynthesis yn cael eu cynhyrchu yn y ffynhonnell gan ffotosynthesis. **Suddfan** yw unrhyw ran o'r planhigyn sy'n storio neu'n defnyddio cynhyrchion ffotosynthesis; gallai fod yn wreiddyn storio fel moronen neu'n feristem fel blaguryn.



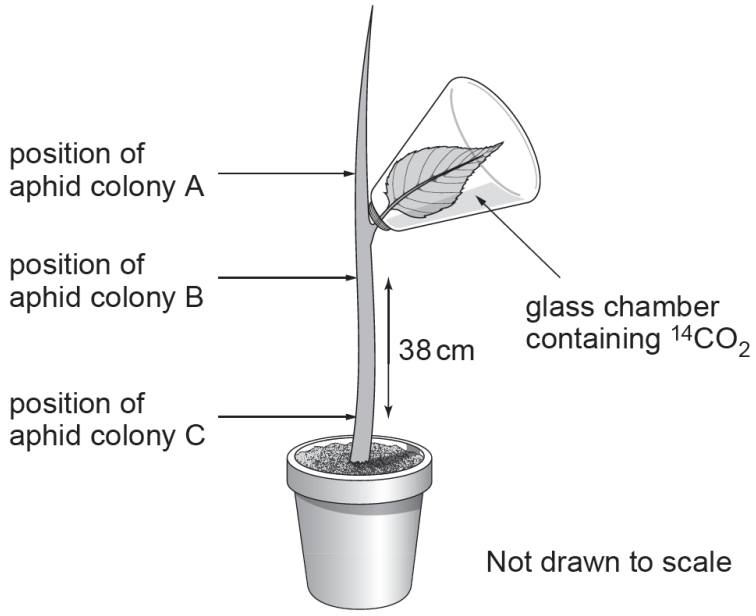
Tystiolaeth i ategu trawsleoliad yn y ffloem (parhad)

Mae'r arbrofion hyn yn rhoi tystiolaeth fwy argyhoeddiadol mai'r ffloem sy'n gyfrifol am drawsleoliad.

Samplu ffloem - Mae gan **bryfed gleision** ên-rannau gwag tebyg i nodwyddau, sef y **stylet**. Mae'r stylet yn cael ei roi'n uniongyrchol yn y tiwb hidlo i adael i'r pryf glas fwyta'r nodd siwgrog. Gallwn ni dorri'r stylet i ffwrdd (gan ddefnyddio laser) a'i adael yn sownd yn y planhigyn (mae'n ffurfio micro-piped defnyddiol). Rydyn ni'n casglu'r nodd sy'n dod allan o'r stylet ac yn ei ddadansoddi. Mae dadansoddiadau'n dangos bod y nodd yn cynnwys cynhyrchion ffotosynthesis - swcros ac asidau amino.



Labelu ymbelydrol - Rydyn ni'n rhoi carbon deuocsid wedi'i **labelu** â **charbon ymbelydrol** i ddeilen planhigyn wedi'i goleuo. Mae'r carbon ymbelydrol yn cael ei **sefydlogi yn y swcros sy'n cael ei gynhyrchu gan ffotosynthesis** a'i **drawsleoli** i rannau eraill o'r planhigyn. Gallwn ni olrhain y carbon ymbelydrol hwn yn y **swcros** gan ddefnyddio **awtoradiograffeg**. Mae'r **ddeilen ffynhonnell** a'r **meinweoedd suddfan** yn cael eu gosod ar **ffilm ffotograffig** yn y tywyllwch am 24 awr; ar ôl datblygu'r ffilm, bydd y **negatifau'n gymylog** yn y rhannau o feinwe'r planhigyn lle mae ymbelydredd yn bresennol. Mae'r dechneg hon wedi dangos bod **swcros yn cael ei gludo i fyny ac i lawr**.



Cofiwch – Mae cludiant yn y ffloem yn digwydd **i'r ddau gyfeiriad**. Cafodd ymbelydredd ei ganfod ym mhwyntiau A, B ac C (gweler y diagram ar y chwith). Mae hyn yn profi bod cludiant cynhyrchion ffotosynthesis drwy gyfrwng **trawsleoliad** yn digwydd i bob cyfeiriad. Mae pwynt A uwchben y ddeilen ffynhonnell, sy'n profi bod trawsleoliad yn symud tuag i fyny, ac mae pwyntiau B ac C o dan y ddeilen ffynhonnell, sy'n profi bod trawsleoliad yn symud tuag i lawr hefyd.

Damcaniaeth màs-lifiad

Y brif ddamcaniaeth sydd wedi'i chyflwyno i egluro trawsleoliad yw'r **rhagdybiaeth màs-lifiad** (1937). Mae'r ddamcaniaeth yn awgrymu bod màs-lifiad goddefol o siwgrau o ffloem y ddeilen ffynhonnell, lle mae'r crynodiad siwgr uchaf, i rannau eraill o'r planhigyn, fel meinweoedd sy'n tyfu, lle mae crynodiad siwgr yn is. Mae'r ddamcaniaeth yn datgan bod **trawsleoliad yn digwydd o ffynhonnell i suddfan.**

- ✓ Pan mae siwgr yn cael ei wneud yn y ffynhonnell, mae'r potensial dŵr yn mynd yn fwy negatif ac mae dŵr yn mynd i'r celloedd ffynhonnell drwy osmosis.
- ✓ Wrth i'r dŵr fynd i'r celloedd ffynhonnell, mae gwasgedd hydrostatig yn cynyddu gan orfodi siwgrau a chynhyrchion ffotosynthesis eraill i'r tiwbiau hidlo – **mae tiwbiau hidlo'r ffloem yn cael eu llwytho**.
- ✓ Mae màs-lifiad yn digwydd ar hyd y tiwbiau hidlo i'r suddfan, ac mae cynhyrchion ffotosynthesis yn cael eu **gorfodi** ymlaen gan lif dŵr o fan â gwasgedd hydrostatig uchel i isel.
- ✓ Bydd y gwasgedd hydrostatig yn is yn y suddfan gan fod siwgrau'n cael eu storio ar ffurf startsh neu'n cael eu defnyddio ar gyfer resbiradaeth; mae hyn yn lleihau'r potensial dŵr.
- ✓ Mae dŵr yn mynd o gelloedd y suddfan i'r sylem i gael ei ddychwelyd i'r ffynhonnell.

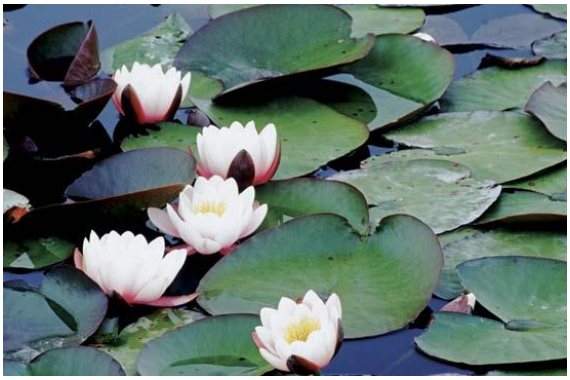
Dadleuon yn erbyn y ddamcaniaeth màs-lifiad	
1	Mae cyfradd trawsleoliad 10,000 gwaith yn gyflymach na phe bai'r sylweddau'n symud drwy gyfrwng tryledia d.
2	Mae platiau hidlo â mandyllau bach iawn yn gweithredu fel rhwystr i atal y llif.
3	Mae swcros ac asidau amino'n symud ar gyfraddau gwahanol ac i gyfeiriadau gwahanol yn yr un feinwe ffloem.
4	Mae meinwe ffloem yn defnyddio llawer o ocsigen, ac mae trawsleoliad yn cael ei atal wrth i wenwyn resbiradol fel potasiwm cyanid fynd i'r ffloem.
5	Mae cymargelloedd yn cynnwys llawer o fitocondria ac yn cynhyrchu ATP, ond dydy'r rhagdybiaeth màs-lifiad ddim yn gallu awgrymu swyddogaeth i'r cymargelloedd.

Hydroffytau, seroffytau a hydroffytau

Gallwn ni ddosbarthu planhigion yn ôl eu haddasiadau i'r dŵr sydd ar gael.

- ✓ **Hydroffytau**
- ✓ **Seroffytau**
- ✓ **Mesoffytau**

Hydroffytau	✓ Planhigion dŵr yw **hydroffytau**. ✓ Maent yn tyfu dan ddŵr neu'n rhannol dan ddŵr. ✓ Mae lili'r dŵr yn enghraifft.
Seroffytau	✓ Planhigion sy'n byw mewn amodau lle mae dŵr yn brin yw **seroffytau**. ✓ Maent yn arbenigol iawn. ✓ Mae enghreifftiau'n cynnwys Ammophila (moresg), cacti a choed pinwydd.
Mesoffytau	✓ Mae **mesoffytau** yn ffynnu mewn cynefinoedd â chyflenwad dŵr digonol. ✓ Mesoffytau yw'r rhan fwyaf o blanhigion mewn ardaloedd tymherus. ✓ Mesoffytau yw'r rhan fwyaf o gnydau. ✓ Maent yn cau eu stomata yn ystod y nos i leihau colledion dŵr. ✓ Maent yn colli eu dail yn y gaeaf i oroesi cyfnodau anffafriol e.e. rhew. ✓ Mae organau tanddaearol yn goroesi'r gaeaf e.e. bylbiau. ✓ Mae mesoffytau blynyddol (planhigion sy'n blodeuo, yn cynhyrchu hadau ac yn marw yn yr un flwyddyn) yn goroesi'r gaeaf fel hadau cwsg.



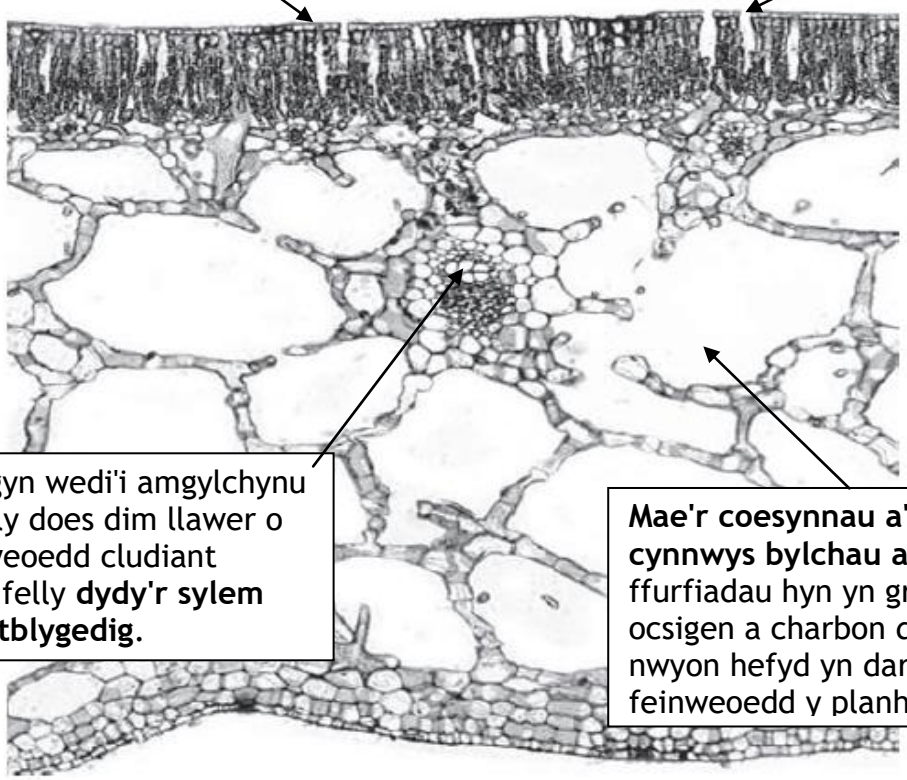




Hydroffytau – Nymphea (lili'r dŵr)

Does gan lili'r dŵr **ddim neu brin ddim cwtigl cwyraidd**; mae'r planhigion dan ddŵr neu'n rhannol dan ddŵr, felly dydy colledion dŵr ddim yn broblem.

Stomata ar yr arwyneb uchaf; mae ochr isaf y ddeilen dan ddŵr. Rhaid i'r stomata fod ar arwyneb uchaf y ddeilen er mwyn cyfnewid nwyon.



Mae'r planhigyn wedi'i amgylchynu gan ddŵr felly does dim llawer o angen meinweoedd cludiant datblygedig, felly **dydy'r sylem ddim yn ddatblygedig**.

Mae'r coesynnau a'r dail yn cynnwys bylchau aer mawr; mae'r ffurfiadau hyn yn gronfeydd ocsigen a charbon deuocsid. Mae'r nwyon hefyd yn darparu hynofedd i feinweoedd y planhigyn dan ddŵr.

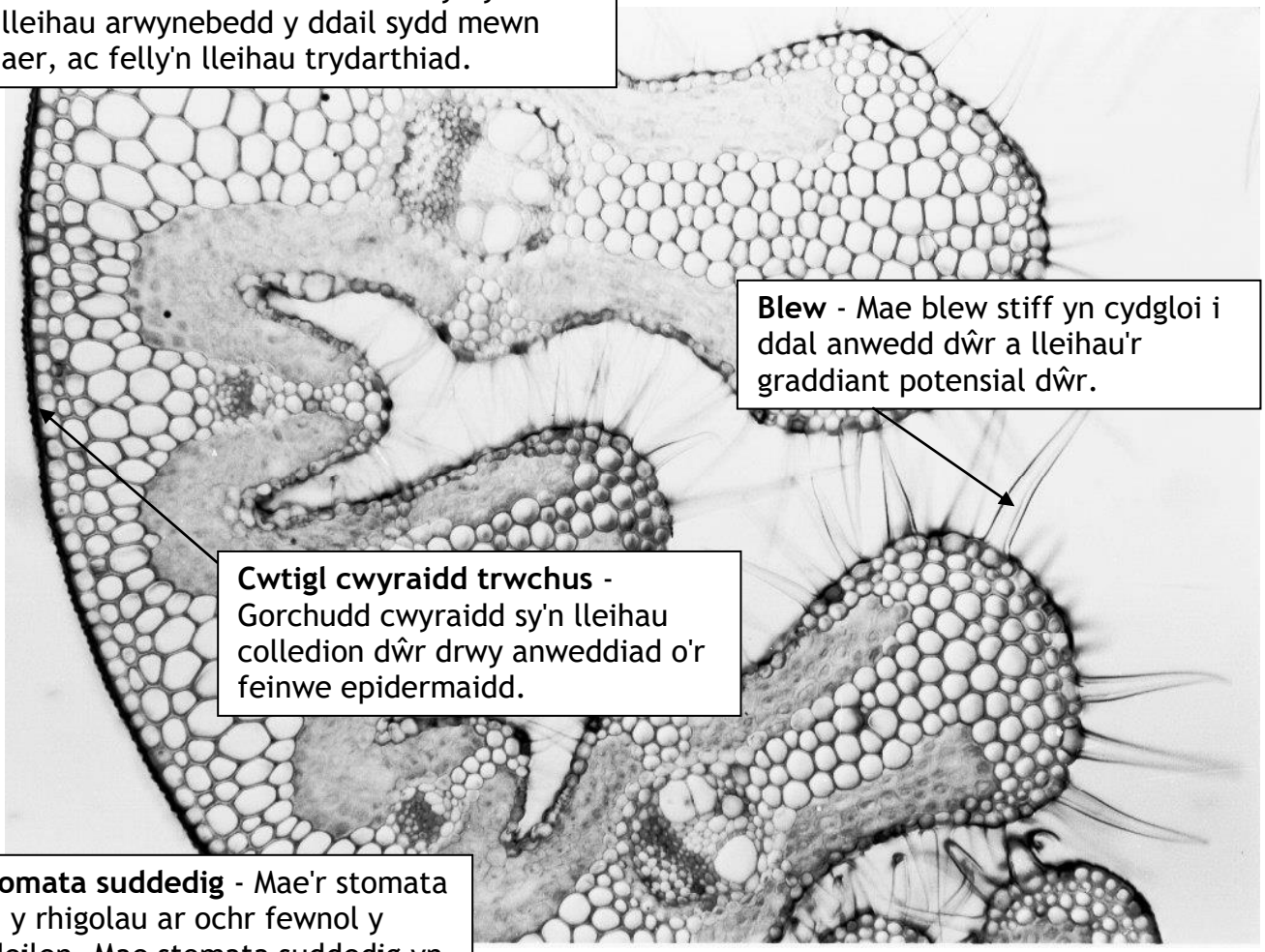
TS *Nymphaea* leaf (Waterlily)

Mae'r dŵr yn gyfrwng cynnal; felly does dim angen **dim neu brin ddim meinweoedd cynnal wedi'u ligneiddio**.



Seroffytau - Ammophila arenaria (moresg)

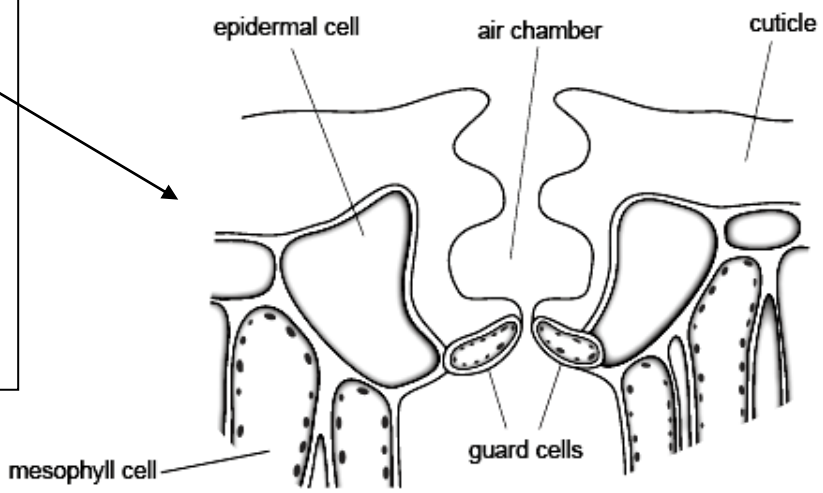
Dail wedi'u rholio - Mae celloedd epidermaidd mawr â waliau tenau yng ngwaelod y rhigolau'n crebachu wrth golli dŵr o ormod o drydarthiad, sy'n achosi i'r ddeilen rolio am i mewn. Mae hyn yn lleihau arwynebedd y ddail sydd mewn aer, ac felly'n lleihau trydarthiad.



Blew - Mae blew stiff yn cydgloi i ddal anwedd dŵr a lleihau'r graddiant potensial dŵr.

Cwtigl cwyraidd trwchus - Gorchudd cwyraidd sy'n lleihau colledion dŵr drwy anweddiad o'r feinwe epidermaidd.

Stomata suddedig - Mae'r stomata yn y rhigolau ar ochr fewnol y ddeilen. Mae stomata suddedig yn caniatáu i anwedd dŵr gronni uwchben y mandwll stomataidd. Mae hyn yn cynyddu'r lleithder yn y siambr aer. Dydy'r gwynt ddim yn chwythu'r aer llaith i ffwrdd gan ei fod wedi'i gysgodi gan y cwtigl a'r ddeilen wedi'i rholio. Mae hyn yn lleihau'r graddiant potensial dŵr rhwng tu mewn y ddeilen a'r siambr aer. Mae hyn yn lleihau'r gyfradd trydarthu.



Maethiad

Maethiad yw'r broses mae organebau'n ei defnyddio i gael egni i gynnal swyddogaethau bywyd a mater i greu a chynnal adeiledd. Mae egni a mater yn dod o faetholion. Mae dau brif fath o faethiad:

- ✓ Awtotroffig
- ✓ Heterotroffig

Maethiad awtotroffig - Organebau sy'n gallu cynhyrchu **cyfansoddion organig cymhleth o foleciwlau anorganig syml**, fel carbon deuocsid a dŵr, yw **hunanborthwyr (awtotroffau)**. **Rydyn ni'n dweud bod hunanborthwyr yn gynhyrchwyr**, oherwydd maent yn syntheseiddio eu cyfansoddion organig cymhleth eu hunain (does dim angen iddynt fwyta na threulio dim byd).

Mae planhigion yn awtotroffig. Mae **ffotosynthesis** yn broses sy'n digwydd yng nghloroplastau planhigion gwyrdd ac algâu. Mae **cyfansoddion anorganig syml** (dŵr a charbon deuocsid) yn ffurfio **cyfansoddion organig cymhleth** fel siwgrau a startsh.



Mae **bacteria awtotroffig** naill ai'n **ffotosynthetig** neu'n **gemosynthetig**.

Mae **bacteria ffotosynthetig** yn defnyddio pigment o'r enw **bacteriocloroffyl**, sy'n symlach na chloroffyl ac yn dod ar ddwy ffurf – gwyrdd a phorffor. Ffynhonnell yr egni sy'n gyrru ffotosynthesis mewn bacteria awtotroffig yw **golau**. Mae'r bacteria hyn yn wahanol i blanhigion oherwydd dydy'r **hydrogen sydd ei angen i rydwytho carbon deuocsid** ddim yn dod o ddŵr, ond o **hydrogen sylffid**.

Mae **bacteria cemosynthetig** yn gallu syntheseiddio cyfansoddion organig o ddefnyddiau anorganig yn **absenoldeb golau**. Maent yn defnyddio egni sy'n deillio o **ddulliau resbiradaeth arbennig** i syntheseiddio bwyd organig. Mae bacteria haearn yn ocsidio halwynau haearn deufalent. Mae'r bacteria sylffwr di-liw yn byw mewn defnydd organig sy'n pydru ac yn ocsidio hydrogen sylffid i ffurfio sylffwr. Mae bacteria hydrogen yn gallu ocsidio hydrogen i ffurfio dŵr. Mae bacteria nitreiddio yn gemosynthetig ac yn hanfodol yn y **gylchred nitrogen**.

Maethiad heterotroffig

Dydy **heterotroffau** ddim yn gallu syntheseiddio eu bwyd organig eu hunain. Mae'n rhaid iddynt **fwyta defnydd bwyd organig cymhleth** sydd wedi'i gynhyrchu gan hunanborthwyr. Gan eu bod nhw'n bwyta neu'n treulio cyfansoddion organig sydd wedi'u gwneud yn barod, rydyn ni'n eu galw nhw'n ysyddion. Mae heterotroffau'n cynnwys anifeiliaid, ffyngau, rhai mathau o brotoctistau a bacteria.

Mathau o faethiad heterotroffig	Disgrifiad
Ymborthwyr holosöig	Mae hyn yn cynnwys bron bob anifail. Maent yn **cymryd bwyd i'w cyrff** ac yn ei ddadelfennu ym mhroses **treuliad**. Mae ganddynt **system dreulio arbenigol**. Mae defnyddiau wedi'u treulio'n cael eu hamsugno i feinweoedd y corff a'u defnyddio gan gelloedd y corff. Anifeiliaid sy'n bwyta defnydd planhigol yn unig yw **llysysyddion**. Mae **cigysyddion** yn bwyta anifeiliaid eraill. Mae **hollysyddion** yn bwyta defnyddiau planhigol ac anifeilaidd. Mae **detritysyddion** yn anifeiliaid sy'n bwyta defnyddiau sy'n pydru neu wedi marw.
Saproffytau neu saprobiontau	Mae'r rhain yn cynnwys y ffyngau i gyd a rhai bacteria. Maent yn bwyta defnydd sy'n pydru neu sydd wedi marw a does ganddynt ddim system dreulio arbenigol. Maent yn bwyta drwy **secretu ensymau** fel proteasau, amylasau, lipasau a chellwlasau ar y defnydd bwyd y tu allan i'r corff ac yna **amsugno'r cynhyrchion hydawdd ar draws y gellbilen drwy gyfrwng tryledia**d. Rydyn ni'n galw hyn yn **dreuliad allgellog**. Rydyn ni'n galw saproffytau microscopig yn **ddadelfenyddion** ac mae eu gweithgareddau'n hanfodol i ddadelfennu defnydd planhigol ac anifeilaidd marw ac i ailgylchu maetholion, fel nitrogen.
Parasitiaid	Mae parasit **yn byw mewn, neu ar, organeb fyw arall** ac yn **achosi niwed i'r organeb letyol**. Mae'r parasit yn bwydo ar yr organeb letyol. Mae rhai parasitiaid yn byw y tu mewn i'r organeb letyol, ac eraill yn byw ar yr arwyneb. Rydyn ni'n ystyried eu bod nhw'n organebau arbenigol iawn ac maent wedi ymaddasu'n sylweddol. Mae enghreifftiau'n cynnwys y llyngyren borc, malltod tatws (sy'n cael ei achosi gan ffwng) a Plasmodium (parasit malaria).
Cydymddibyniaeth neu symbiosis	Mae hyn yn golygu **cysylltiad agos rhwng aelodau o ddwy wahanol rywogaeth**, ond yn yr achos hwn mae'r berthynas **o fudd i'r naill a'r llall**. Mae gwartheg a defaid yn bwyta gwair gan fwyaf, ac mae llawer o'r gwair hwn wedi'i wneud o gellfuriau cellwlos. Dydy llysysyddion ddim yn secretu cellwlas, felly dydyn nhw ddim yn gallu treulio cellwlos. Yn lle hynny mae ganddynt facteria cydymddibynnol sy'n byw mewn rhan arbenigol o'r coludd, sef y **rwmen**. Mae'r bacteria hyn yn cynhyrchu cellwlas, sydd o fudd i'r llysysydd, ac mae'r bacteria'n amsugno cynhyrchion wedi'u treulio, fel asidau amino, sy'n eu galluogi nhw i dyfu a ffynnu.

Y coludd

Mae angen dadelfennu **moleciwlau mawr anhydawdd, organig** drwy eu **treulio**, ac yna eu **hamsugno** i feinweoedd y corff o'r system dreulio, cyn i'r corffgelloedd allu eu defnyddio nhw. Mae treuliad ac amsugniad yn digwydd yn y **coludd**, tiwb hir, gwag, cyhyrog. Mae trefniant y coludd yn golygu mai dim ond i un cyfeiriad mae ei gynnwys yn gallu symud. Mewn organebau syml, sy'n bwyta un math o fwyd yn unig, mae'r coludd yn ddiwahaniaeth. Mewn organebau mwy datblygedig sy'n bwyta deiet amrywiol, mae'r coludd wedi'i rannu'n wahanol rannau ar ei hyd; mae pob rhan wedi arbenigo ar gyfer camau penodol ym mhrosesau treuliad mecanyddol a chemegol yn ogystal ag amsugniad.

Maethiad mewn organebau ungellog

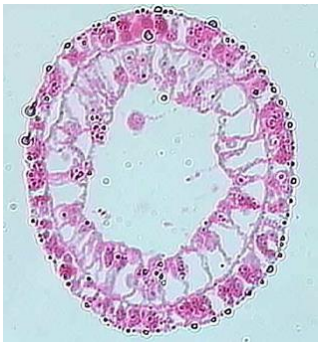
Does gan organebau ungellog, fel yr ameba, ddim coludd. Maent yn **amlyncu** gronynnau bwyd neu organebau ungellog eraill gan ddefnyddio **ffugdraed**; mae **gwagolyn bwyd** yn ffurfio wrth i'r ffugdraed asio â'i gilydd. Mae lysosymau'n asio â'r gwagolyn bwyd, gan ryddhau eu hensymau treulio. Mae treuliad yn digwydd yn **fewngellol** (y tu mewn i'r gell).

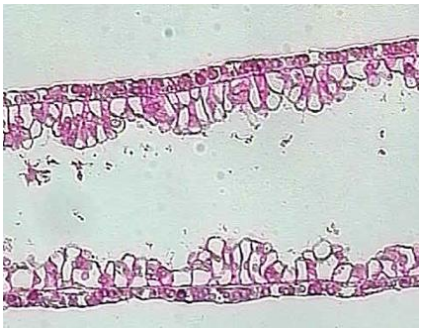


Maethiad mewn organebau amlgellog - Hydra

Mae gan **Hydra goludd tebyg i goden** sy'n syml ac yn ddiwahaniaeth. Y geg (yng nghanol y tentaclau) yw'r unig agoriad. Yr haen fewnol o gelloedd yw'r gastrodermis; mae'r gastrodermis yn secretu ensymau treulio i mewn i lwmen y coludd. Mae bwyd wedi'i dreulio'n cael ei amsugno gan wal y coludd. Mae bwyd heb ei dreulio'n cael ei garthu drwy'r geg.

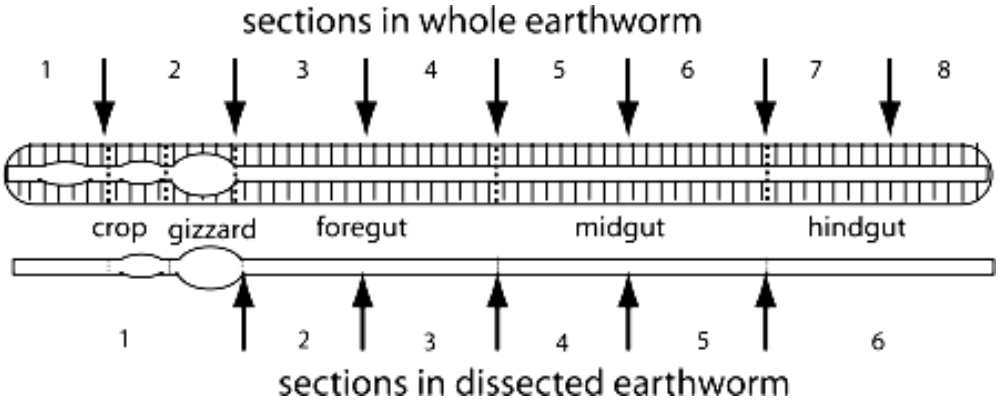






Coludd syml fel tiwb – Y pryf genwair

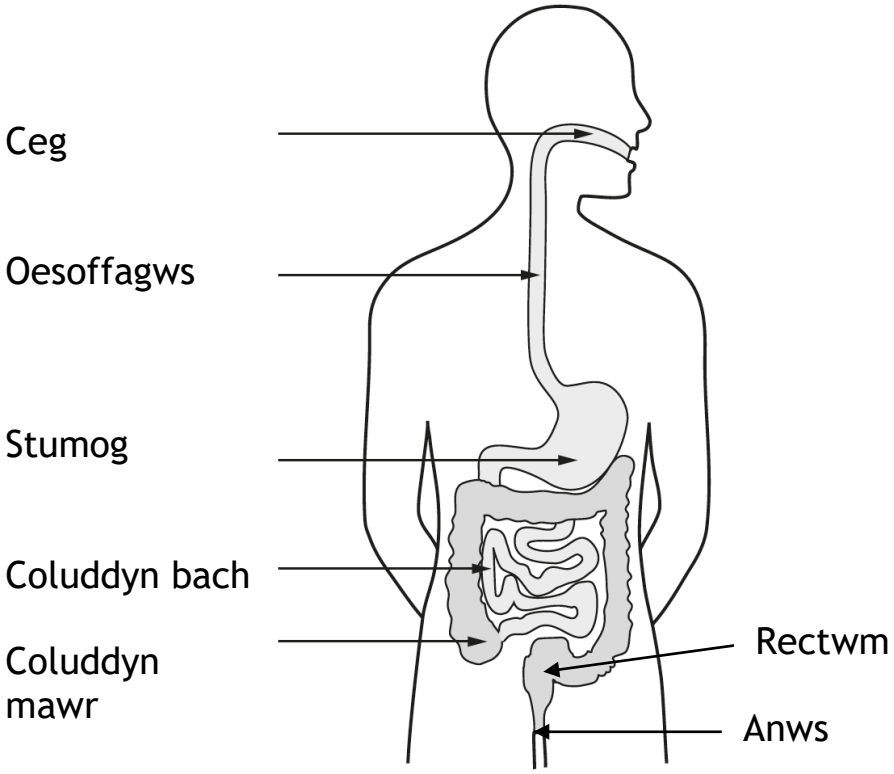
Mae gan bryfaid genwair **goludd tebyg i diwb** ag agoriad yn y ddau ben; ceg ar gyfer amlyncu ac anws ar gyfer carthu. Mae gan y coludd wahanol rannau e.e. oesoffagws, crombil, glasog a choluddyn, ac mae gan bob un swyddogaeth benodol.



Y coludd dynol

Mae'r coludd dynol yn arbenigol iawn ac mae ganddo rannau ar wahân, ac mae gan bob un swyddogaeth benodol. Mae'r gwahanol rannau'n caniatáu iddo dreulio gwahanol sylweddau bwyd. **Mewn bodau dynol, prif rannau'r coludd yw'r geg, yr oesoffagws (llwnc), y stumog, y coluddyn bach (dwodenwm ac ilewm), y coluddyn mawr a'r anws.**

Cofiwch – Dylech chi allu adnabod a labelu'r iau a'r pancreas hefyd. Dydy'r rhain ddim wedi'u dangos ar y diagram hwn.



Termau a diffiniadau allweddol treuliad

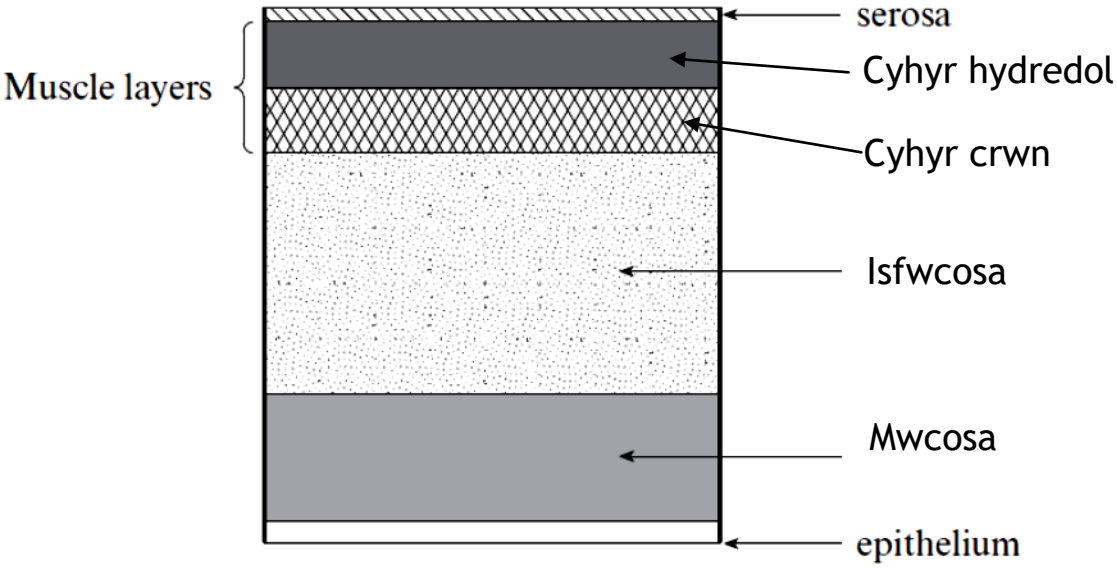
Mae bwyd yn cael ei brosesu wrth fynd drwy wahanol rannau o'r coludd. Mae'n cael ei wthio ymlaen drwy'r coludd gan broses **peristalsis**. Rhaid i chi ddysgu diffiniadau'r termau canlynol:

Amlynciad	**Cymryd bwyd i'r corff** drwy'r geg.
Treuliad mecanyddol	Torri neu falu bwyd â'r **dannedd**, ac yna **cyfangiadau rhythmig y coludd**. Mae wal y coludd, yn enwedig yn y stumog, yn cynnwys haenau o gyhyr sy'n cyfangu a llaesu; y cyhyrau hyn sy'n gyfrifol am gymysgu'r bwyd ag ensymau a'i wthio drwy'r coludd (peristalsis).
Treuliad cemegol	Y broses o dorri moleciwlau mawr, anhydawdd yn foleciwlau bach, hydawdd gan ddefnyddio **ensymau** (torri bondiau cemegol).
Amsugniad	Bwyd wedi'i dreulio'n mynd **drwy wal y coludd i'r gwaed**.
Carthiad	**Gwaredu bwyd heb ei dreulio** o'r corff e.e. cellfuriau cellwlos planhigion (ffibr).

Adeiledd coludd mamolyn

Ar ei hyd i gyd, o'r geg i'r anws, mae wal y coludd yn cynnwys **pum haen o feinweoedd** o gwmpas ceudod y coludd neu'r **lwmen**:

- ✓ Serosa
- ✓ Cyhyr hydredol
- ✓ Cyhyr crwn
- ✓ Isfwcosa
- ✓ Mwcosa

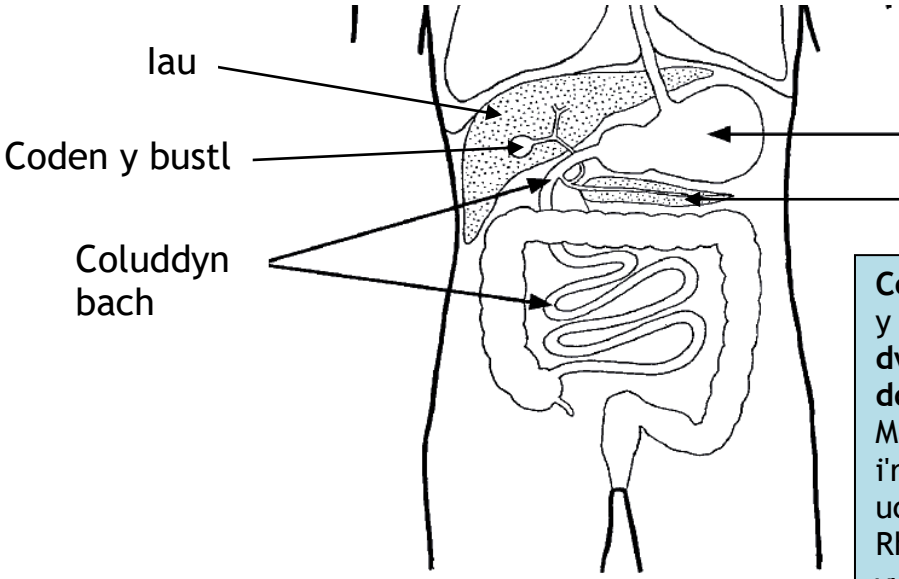


- ✓ Mae'r **serosa** allanol yn cynnwys haen o feinwe gyswllt wydn sy'n amddiffyn wal y coludd ac yn lleihau ffrithiant o organau eraill yn yr abdomen wrth i'r coludd symud yn ystod y broses dreulio.
- ✓ Mae'r haen o gyhyr yn cynnwys dwy haen o gyhyr yn mynd i gyfeiriadau gwahanol – **cyhyr hydredol** (ychydig o dan y serosa) a **chyhyr crwn** (o dan y cyhyr hydredol). Gyda'i gilydd mae'r cyhyrau hyn yn achosi tonnau o gyfangiadau cyhyrol, **peristalsis**, sy'n gwthio bwyd drwy'r coludd. Y tu ôl i'r belen fwyd, mae'r cyhyrau crwn yn cyfangu ac mae'r cyhyrau hydredol yn llaesu, gan helpu i symud y bwyd ymlaen.
- ✓ Mae'r **isfwcosa** (wedi'i labelu'n S ar y diagram) yn feinwe gyswllt sy'n cynnwys pibellau gwaed a lymff i gludo bwyd wedi'i amsugno i ffwrdd, yn ogystal â nerfau sy'n cydlynu'r cyfangiadau cyhyrol sy'n ymwneud â phroses peristalsis.
- ✓ Y **mwcosa** yw'r haen fewnol ac mae'n leinio wal y coludd. Mae'n secretu mwcws sy'n iro'r mwcosa ac yn ei amddiffyn. Mewn rhai rhannau o'r coludd, mae'r mwcosa'n secretu suddion treulio; mewn rhannau eraill, mae'n amsugno bwyd wedi'i dreulio.
- ✓ Yr **epitheliwm** yw haen allanol celloedd y mwcosa ac mae'n dod i gysylltiad uniongyrchol â'r bwyd yn y lwmen (ceudod y coludd); mae'n secretu sylweddau i mewn i'r lwmen.

Chwarennau

Mae **chwarennau** yn cynhyrchu llawer o secretiadau, ac mae rhai o'r rhain yn cynnwys ensymau treulio. Mae tri math o chwarren yn y coludd:

Math o chwarren	Enghreifftiau
Chwarennau mawr y tu allan i'r coludd a'u secretiadau'n teithio drwy ddwythellau (tiwbiau) i mewn i geudod y coludd.	✓ Chwarennau poer sy'n secretu poer i'r geg. ✓ Yr iau sy'n secretu bustl i'r dwodenwm (mae bustl yn cael ei storio yng nghoden y bustl, ond yn cael ei gynhyrchu yn yr iau). ✓ Y pancreas sy'n secretu sudd pancreatig i'r dwodenwm.
Chwarennau ar ffurf celloedd yn yr isfwcosa.	✓ Chwarennau sy'n secretu mwcws i'r dwodenwm.
Chwarennau ar ffurf celloedd yn y mwcosa.	✓ Chwarennau gastrig yn y stumog sy'n secretu sudd gastrig i'r stumog (yn cynnwys ensymau ac asid hydroclorig). ✓ Chwarennau yng ngwaelod y fili yn y coluddyn bach, sy'n secretu ensymau i'r coluddyn bach.



Cofiwch – Mae'r diagram ar y chwith yn dangos **dwythell y bustl** a'r **ddwythell bancreatig**. Maent yn cludo secretiadau i'r **dwodenwm**, sef rhan uchaf y coluddyn bach. Rhan isaf y coluddyn bach yw'r **ilewm**.

Treuliad

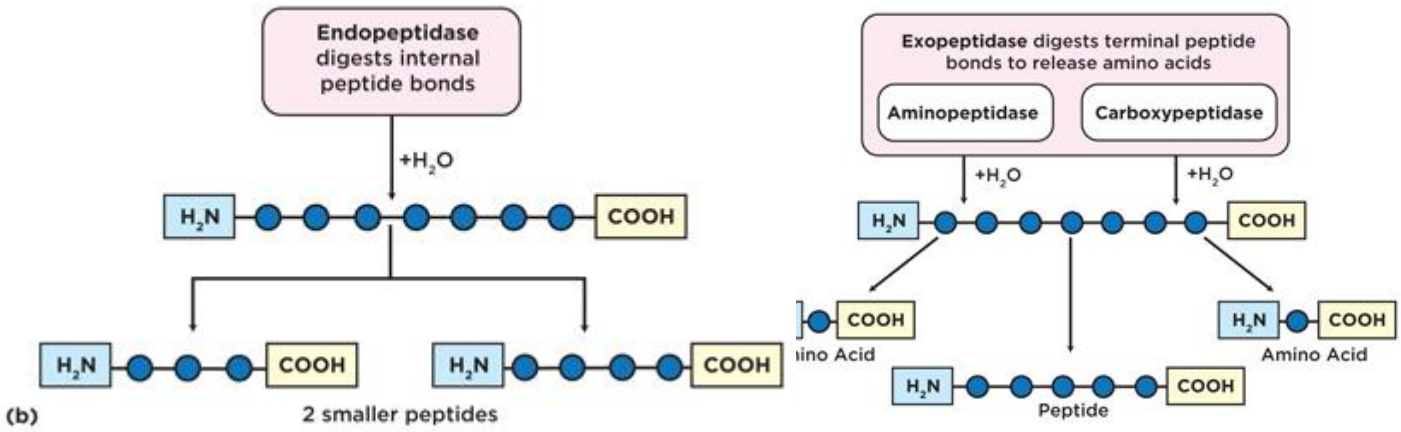
Er mwyn i gelloedd epithelaidd y coludd allu amsugno maetholion, yn gyntaf rhaid dadelfennu neu dreulio'r moleciwlau mawr, carbohydradau, brasterau a phroteinau, i ffurfio cynhyrchion llai gan ddefnyddio **ensymau**. Mae angen gwahanol ensymau i dreulio gwahanol swbstradau bwyd, ac fel arfer bydd angen mwy nag un math o ensym i dreulio bwyd penodol yn llwyr.

Mae **carbohydradau** (polysacaridau fel startsh) yn cael eu dadelfennu'n gyntaf yn **ddeusacaridau** ac yna'n **fonosacaridau**. Mae'r ensym **amylas** yn hydrolysu startsh i ffurfio'r deusacarid maltos. Mae ensym arall **maltas** yn dadelfennu maltos i ffurfio'r monosacarid glwcos.

Polysacarid ⇒	Deusacarid ⇒	Monosacarid
Mae startsh yn cael ei hydrolysu gan amylas i ffurfio maltos ...	Mae maltos yn cael ei hydrolysu gan faltas i ffurfio glwcos ...	Nawr mae'r coludd yn gallu amsugno glwcos; mae'r broses o dreulio carbohydrad wedi'i chwblhau.

Caiff **proteinau** eu dadelfennu i ffurfio **polypeptidau**, yna **deupeptidau**, ac yn olaf **asidau amino**. Yr enw cyffredinol ar yr ensymau sy'n treulio protein yw **peptidas**. Mae proteinau'n foleciwlau mawr iawn. Mae **endopeptidasau** yn hydrolysu bondiau peptid yn y moleciwl protein i ffurfio polypeptidau byrrach. Yna, mae **ecsopeptidasau** yn hydrolysu bondiau peptid ar ddau ben y polypeptidau byrrach, gan ryddhau asidau amino.

Protein ⇒	Polypeptidau ⇒	Asidau amino
Mae endopeptidasau yn hydrolysu proteinau (gan weithio ar y bondiau peptid mewnol), i ffurfio polypeptidau byrrach ...	Mae ecsopeptidasau yn hydrolysu polypeptidau (gan weithio ar ddau ben y moleciwl) i ryddhau asidau amino ...	Nawr mae'r coludd yn gallu amsugno asidau amino; mae'r broses o dreulio protein wedi'i chwblhau.



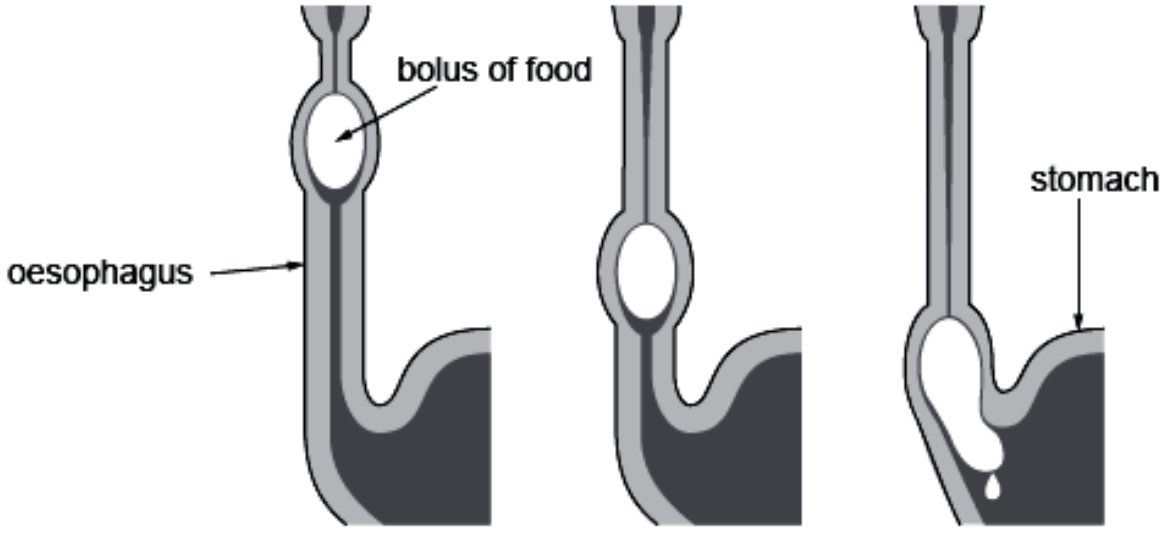
Treuliad (braster)

Mae brasterau (triglyseridau) yn cael eu dadelfennu gan un ensym, **lipas**, sy'n hydrolysu brasterau i ffurfio **glyserol** ac **asidau brasterog**.

Arbenigedd gwahanol rannau o goludd mamolyn

Mae gan y coludd rannau arbenigol iawn sy'n cyflawni gwahanol swyddogaethau. Mae gan bob rhan wahanol chwarennau a secretiadau sy'n cynnal yr **amodau optimaidd ar gyfer actifedd ensymau treulio**. Mae llawer o'r secretiadau hefyd yn amddiffyn leinin y coludd.

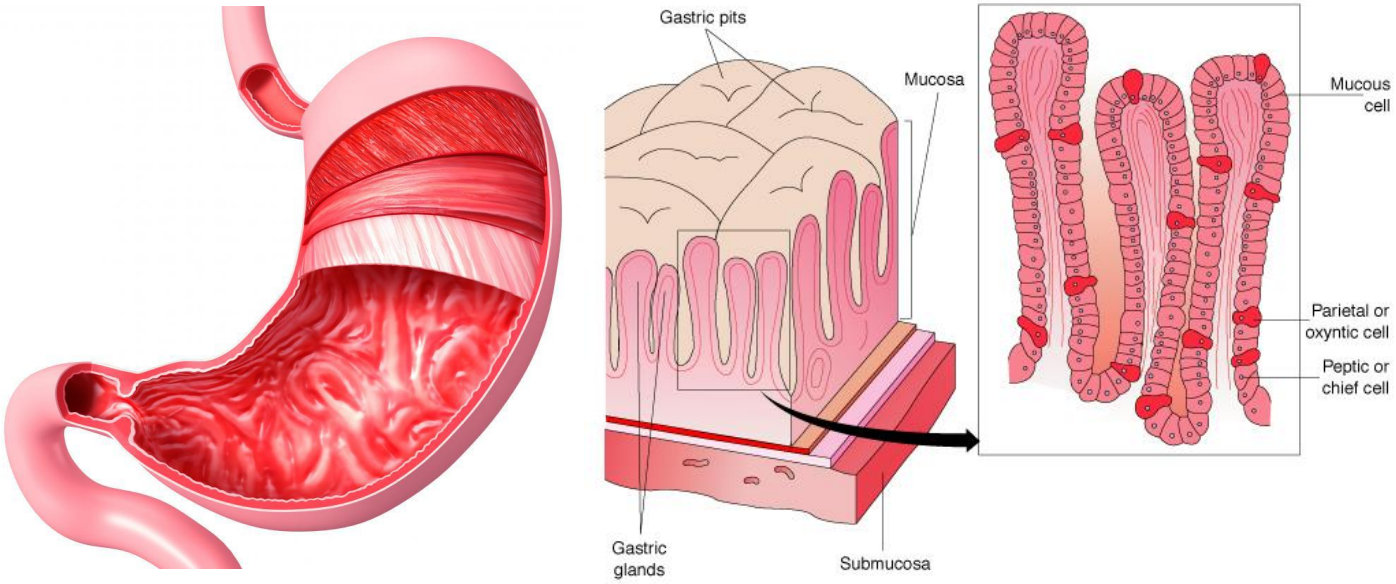
Y geg - Mae treuliad mecanyddol yn dechrau yn y geg wrth gnoi bwyd â'r dannedd; mae'r cnoi'n torri'r bwyd yn ddarnau bach ac mae poer o'r chwarennau poer yn ei wneud yn llaith. Mae tri phrif bâr o chwarennau poer a llawer o rai llai. Mae'r chwarennau poer llai'n secretu poer yn gyson. Mae'r prif chwarennau poer yn cael eu hysgogi wrth i'r unigolyn weld, arogli, blasu neu hyd yn oed feddwl am fwyd. Mae poer yn gymysgedd dyfrllyd o fwcws, yr ensym amylas poerol ac ïonau mwynol (mae ïonau mwynol yn cynnal pH ychydig bach yn alcalïaidd yn y geg). Mae **amylas** yn dadelfennu startsh i wneud maltos. Mae poer yn gwneud bwyd yn llaith wrth i ni ei gnoi. Mae'r mwcws yn dal y bwyd at ei gilydd ac yn ei iro. Mae pelen o fwyd yn ffurfio, sef **bolws**. Mae llyncu'n gorfodi'r bolws i mewn i'r oesoffagws (llwnc). Mae'r **epiglotis** yn falf sy'n atal bwyd rhag mynd i'r tracea. Mae'r bolws yn cael ei wthio i lawr yr oesoffagws gan gyfangiad lleoledig cyhyrau crwn; **peristalsis** yw'r broses hon.



Cofiwch – Mae wal yr oesoffagws yn gyhyrog. Mae wal yr oesoffagws uwchben y bolws yn cyfangu ac mae'n rhaid i'r wal o dan y bolws laesu; mae hyn yn gwthio'r bolws bwyd i lawr tuag at y stumog. Mae'r bolws yn cael ei wthio i lawr gan don o gyfangiadau cyhyrau.

Y stumog

Y stumog - Mae'r **stumog** yn ffurfiad llydan tebyg i sach. Mae cylch o gyhyr neu **sffincter** yn rheoli mynediad bwyd i'r stumog. Y stumog yw rhan letaf y coludd. Mae'r mwcosa a'r epitheliwm yn secretu suddion gastrig i lwmen y coludd; mae'r secretiadau hyn yn cael eu cynhyrchu mewn pantiau o'r enw **chwarennau gastrig**. Mae sudd gastrig yn cynnwys **asid hydroclorig** sy'n golygu bod pH cynnwys y stumog yn 2.0. Hwn yw'r pH optimwm i ensymau'r stumog, ac mae'n lladd y rhan fwyaf o facteria yn y bwyd. Mae sudd gastrig hefyd yn cynnwys **ensymau peptidas** sy'n hydrolysu protein i ffurfio polypeptidau. Mae bwyd yn aros yn y stumog am hyd at bedair awr, ac yn yr amser hwn bydd cyhyrau wal y stumog yn cyfangu'n rhythmig ac yn cymysgu'r bwyd â'r sudd gastrig. Mae **mwcws** yn leinio wal y stumog, gan ffurfio rhwystr amddiffynnol rhag yr asid a'r ensymau. Mae'r mwcws hefyd yn iro ac yn cynorthwyo i symud bwyd yn y stumog.

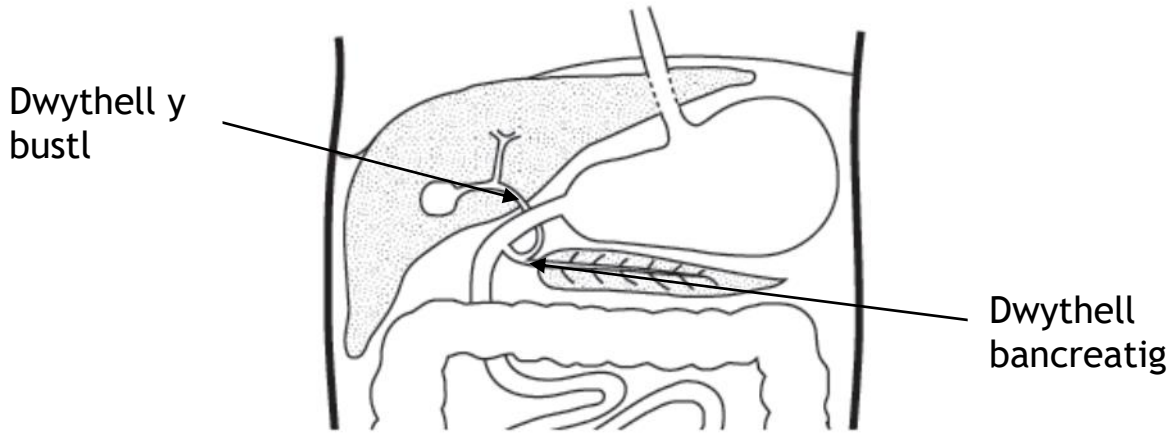


Cell arbenigol yn y chwarren gastrig	Swyddogaeth
Celloedd gobled (mwcws)	Cynhyrchu mwcws
Celloedd ocsyntig	Cynhyrchu asid hydroclorig
Prif gelloedd neu gelloedd peptig	Cynhyrchu pepsinogen sy'n rhagsylwedd anactif i'r ensym peptidas, pepsin (mae pepsinogen yn cael ei actifadu gan HCl yn lwmen y stumog)

Y coluddyn bach

Mae'r **coluddyn bach** wedi'i rannu'n ddwy ran, y **dwodenwm** a'r **ilewm**. Mae'r cyhyr (sffincter) yng ngwaelod y stumog yn llaesu i adael i symiau bach o fwyd wedi'i dreulio'n rhannol fynd i'r dwodenwm, ychydig bach ar y tro. Y dwodenwm yw 20 cm cyntaf y coluddyn bach, ac mae'n cael secretiadau o'r **iau** ac o'r **pancreas**.

Secretiad	Swyddogaeth
Bustl	Mae bustl yn cael ei gynhyrchu yn yr iau a'i storio yng nghoden y bustl. Mae bustl yn mynd i'r dwodenwm drwy ddwythell y bustl. Dydy bustl ddim yn cynnwys ensymau, ond mae halwynau'r bustl yn bwysig i emwlsio lipidau sy'n bresennol mewn bwyd. Mae **emwlsio** yn digwydd drwy **leihau tyniant arwyneb** y lipidau, gan wneud i lobylau mawr dorri'n ddefnynnau bach iawn. Mae hyn yn gwneud yr ensym lipas yn fwy effeithlon drwy gynyddu arwynebedd arwyneb y defnynnau lipas. Mae bustl hefyd yn helpu i niwtralu asidedd y bwyd wrth iddo ddod o'r stumog.
Sudd pancreatig	Mae'r sudd pancreatig yn cael ei secretu o'r chwarennau ecsocrin yn y pancreas ac yn mynd i'r dwodenwm drwy'r ddwythell bancreatig. Mae'n cynnwys nifer o wahanol ensymau. ✓ **Endopeptidas**, sy'n hydrolysu proteinau i ffurfio peptidau. ✓ **Amylas** sy'n dadelfennu unrhyw startsh sydd ar ôl i ffurfio maltos. ✓ **Lipas**, sy'n hydrolysu lipidau i ffurfio asidau brasterog a glyserol.



Y dwodenwm

Y dwodenwm - Mae waliau'r dwodenwm yn cynnwys chwarennau sy'n secretu sudd alcalïaidd a mwcws (**chwarennau Brunner**). Mae'r sudd alcalïaidd yn helpu i gadw cynnwys y coluddyn bach ar y pH cywir i actifedd ensymau, ac mae'r mwcws yn gwneud gwaith iro ac amddiffyn. Mae ensymau sy'n cael eu secretu gan gelloedd ar flaenau'r fili (ymestyniadau tebyg i fysedd ar arwyneb mewnol y dwodenwm) yn cwblhau'r broses dreulio:

- ✓ Mae **maltas** yn hydrolysu maltos i ffurfio dau foleciwl glwcos.
- ✓ Mae **endopeptidasau** ac **ecsopeptidasau** yn cwblhau'r broses o dreulio polypeptidau i ffurfio asidau amino.

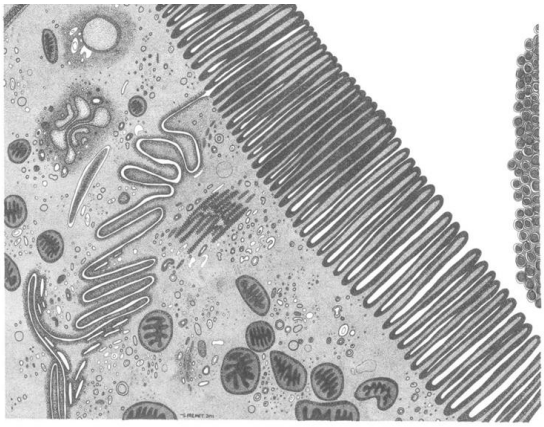
Monosacaridau yw holl gynhyrchion terfynol treuliad carbohydradau. Mae **cam olaf treuliad carbohydradau'n fewngellol**; mae deusacaridau'n cael eu hamsugno gan bilen blasmaidd y celloedd epithelaidd cyn cael eu dadelfennu i ffurfio monosacaridau.

Yr ilewm

Mae'r ilewm wedi'i addasu ar gyfer **amsugniad**:

- ✓ Mewn bodau dynol, mae'r ilewm yn hir iawn ac mae'r leinin wedi'i blygu i roi arwynebedd arwyneb mawr o'i gymharu â thiwb llyfn.
- ✓ Mae nifer o ymestyniadau tebyg i fysedd ar y plygion, sef y **fili**.
- ✓ Ar arwyneb y fili mae celloedd epithelaidd ag ymestyniadau microsgopig o'r enw **microfili** (yn ffurfio border brwsh). Mae'r microfili'n cynyddu arwynebedd arwyneb cellbilen y celloedd epithelaidd ar gyfer amsugniad.
- ✓ Ar waelod y fili mae chwarennau o'r enw **cryptau Lieberkuhn**; mae celloedd epithelaidd y cryptau'n cynhyrchu ensymau treulio sy'n cwblhau'r broses dreulio, yn aml yn fewngellol.

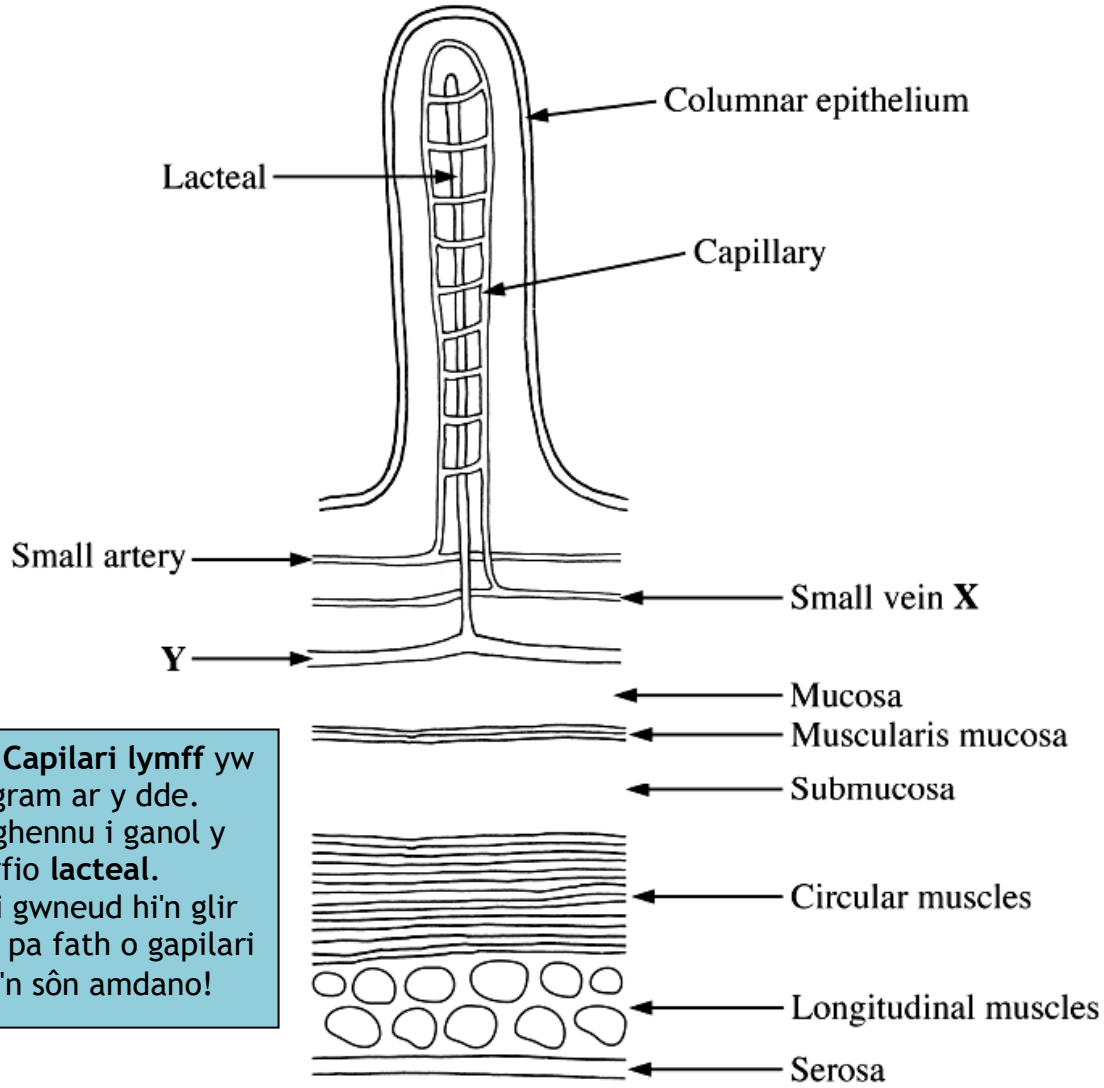
Mae amsugniad yn digwydd ar ôl treuliad, yn y coluddyn bach gan fwyaf. Mae celloedd epithelaidd yn cynnwys niferoedd mawr o **fitocondria** gan fod angen ATP ar gyfer amsugniad actif rhai o gynhyrchion treuliad (drwy gyfrwng cludiant actif).



Cofiwch – Mae'r fili wedi'u leinio â chelloedd epithelaidd; mae'r celloedd epithelaidd yn dod i gysylltiad uniongyrchol â chynnwys yr ilewm. Mae'r celloedd epithelaidd yn **golofnog** ac yn eistedd ar **bilen waelodol**. Mae gan bob cell epithelaidd forder brwsh o **ficrofili** sy'n golygu bod llawer **mwy o arwynebedd arwyneb ar gael i amsugno**.

Adeiledd filws

Mae **glwcos** ac **asidau amino** yn cael eu hamsugno ar draws epitheliwm y fili drwy gyfrwng **cyfuniad o drylediad a chludiant actif**. Maent yn mynd i'r **rhwydwaith capilarïau** sy'n cyflenwi pob filws. Mae'r gwaed o'r **gwythienigau** (gwythiennau bach iawn – X ar y diagram), sy'n cynnwys y bwyd wedi hydoddi, yn y pen draw'n cyrraedd y **wythïen bortal hepatig** ac yn cael ei gludo i'r **iau**.

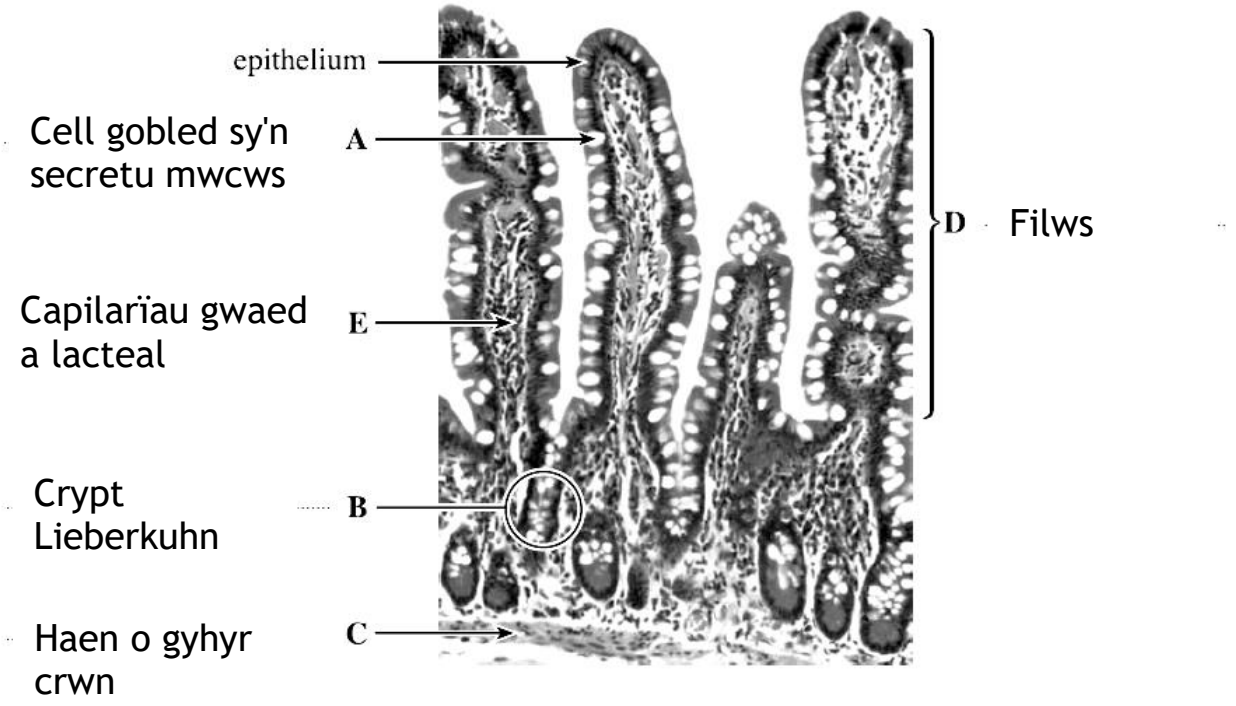


Cofiwch – **Capilari lymff** yw **Y** ar y diagram ar y dde. Mae'n canghennu i ganol y filws i ffurfio **lacteal**. Cofiwch ei gwneud hi'n glir i'r arholwr pa fath o gapilari rydych chi'n sôn amdano!

Mae **asidau brasterog a glyserol** yn cael eu pasio i'r **lacteal**. **Capilari lymff** pengaead yng nghanol pob filws yw hwn. Mae asidau brasterog a glyserol yn cael eu cludo yn y system lymffatig, sydd yn y pen draw'n agor i mewn i lif y gwaed yn y ddwythell thorasig. Yr hylif sy'n cael ei gludo yn y system lymffatig yw'r **lymff**, ac mae ganddo liw hufennog.

Yr ilewm

Dyma doriad drwy wal yr **ilewm**. Rhaid i chi allu adnabod y ffurfiadau canlynol a nodi eu swyddogaeth:



Crynodeb o amsugniad

Cofiwch – Edrychwch yn ôl ar **gydgludiant glwcos** ar dudalen 52.

Cynhyrchion treulio	Dull amsugno
Asidau brasterog a glyserol	✓ Tryledіad
Fitaminau	✓ Tryledіad
Glwcos ac asidau amino	✓ Mae angen egni ar ffurf ATP i amsugno'r rhain drwy fewnlifiad actif i'r celloedd epithelaidd. ✓ Tryledu allan o'r celloedd epithelaidd i'r capilarïau gwaed.
Deupeptidau	✓ Mae angen egni ar ffurf ATP i amsugno'r rhain drwy fewnlifiad actif. ✓ Yna, caiff deupeptidau eu treulio'n fewngellol i ffurfio asidau amino syml. ✓ Mae asidau amino'n tryledu o'r celloedd epithelaidd i'r gwaed yn y capilarïau.

Y coluddyn mawr

Mae'r **coluddyn mawr** tua 1.5 metr o hyd a'i rannau yw'r caecwm, y pendics, y colon a'r rectwm. **Mae dŵr a halwynau mwynol yn cael eu hamsugno** o'r colon ynghyd â **fitaminau** wedi'u secretu gan ficro-organebau sy'n byw yn y colon. Y bacteria hyn sy'n gyfrifol am wneud fitamin K ac asid ffolig. Erbyn iddo gyrraedd y rectwm, mae'r bwyd sydd ddim yn dreuliadwy mewn cyflwr lled-solid. Mae'n cynnwys gweddillion cellwlos heb ei dreulio, bacteria a chelloedd marw. Mae cynnwys y colon yn mynd drwy'r colon ac yn cael ei garthu fel ymgarthion; enw'r broses hon yw **ymgarthiad**.

Defnyddio cynhyrchion treuliad

Cynnyrch treuliad	Cymathiad (sut caiff ei ddefnyddio yn y corff)
Glwcos	Mae **glwcos** yn cael ei amsugno o'r gwaed gan gelloedd i'w ddefnyddio i ryddhau egni wrth resbiradu. Caiff gormodedd glwcos ei storio fel braster.
Asidau amino	Mae **asidau amino** yn cael eu hamsugno ar gyfer synthesis proteinau (celloedd, meinweoedd ac ensymau newydd). Does dim modd storio gormodedd felly mae'n cael ei ddadamineiddio yn yr iau (tynnu'r grŵp amino a'i drawsnewid yn wrea, a thrawsnewid y gweddill yn garbohydrad a'i storio).
Lipidau	Rydyn ni'n defnyddio **lipidau** ar gyfer cellbilenni a hormonau. Caiff gormodedd ei storio fel braster. Mae braster yn storfa egni ac yn ynysydd.

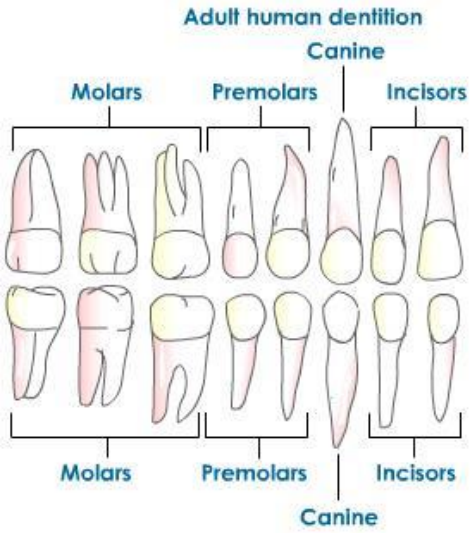
Addasiadau i wahanol ddeietau

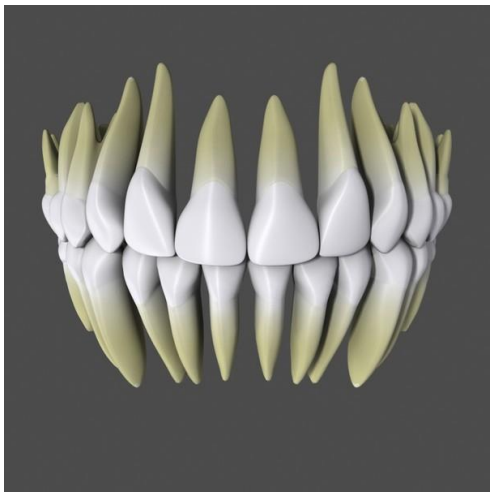
Mae **ymlusgiaid** ac amffibiaid yn llyncu bwyd yn gyfan cyn gynted ag y maent yn ei ddal, ond, mewn mamolion, mae bwyd yn cael ei gadw yn y geg i'w dorri a'i gnoi.



Mae gan **famolion** daflod sy'n gwahanu'r llwybr aer (ceudod y trwyn) a'r geg. Mae hyn yn golygu bod bwyd yn gallu cael ei gadw yn y geg yn hytrach na'i lyncu'n gyfan rhwng anadliadau. Mae coludd cigysydd yn fyr, sy'n adlewyrchu pa mor hawdd yw treulio protein. Mae coludd llysysydd yn hir oherwydd mae hi'n anodd treulio defnydd planhigol. Gan fod y bwyd yn cael ei gadw i'w dorri, ei falu, ei fathru neu ei rwygo gan ddibynnu ar y deiet, mae mamolion wedi esblygu gwahanol fathau o ddannedd, a phob math wedi arbenigo ar gyfer gwahanol swyddogaeth. Mae gan lysysyddion a chigysyddion ddannedd sydd wedi arbenigo i weddu i'w deietau.

Mae **dannedd** yn bwysig i **dreuliad mecanyddol** bwyd. Mae cnoi bwyd yn bwysig oherwydd mae'n ei gwneud hi'n haws ei lyncu ac mae hefyd yn cynyddu'r arwynebedd arwyneb i ensymau weithio arno. Mae bodau dynol yn **hollysyddion**; maent yn bwyta defnydd planhigol a defnydd anifeilaidd. Dydy **dannedd bodau dynol** ddim wedi arbenigo i raddau helaeth iawn, ond mae pedwar gwahanol fath, a gwahanol swyddogaeth i bob un (mae gan oedolion gyfanswm o 32 o ddannedd).

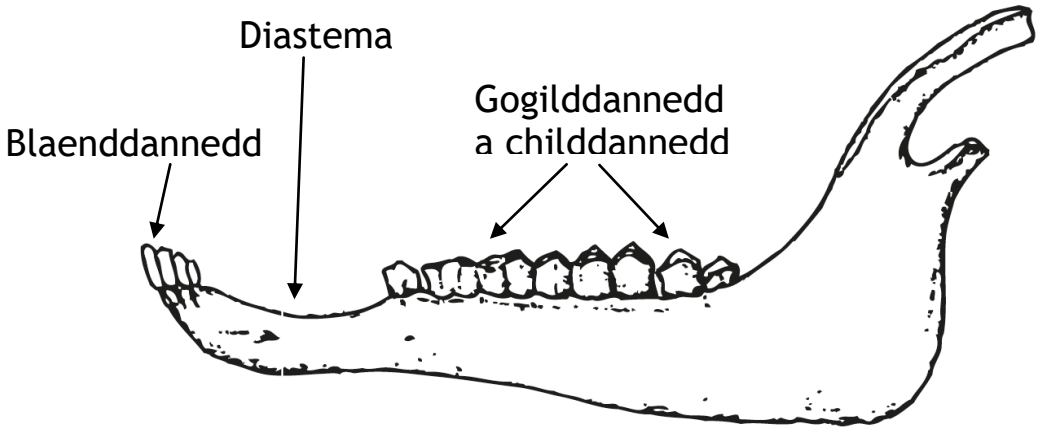




Math o ddannedd	Swyddogaeth
Blaenddannedd (8)	Siâp cŷn i frathu a thorri
Dannedd llygad (4)	Miniog i rwygo
Gogilddannedd a childdannedd (20)	Fflat i gnoi a malu

Deintiad llysysyddion

Mae bwyd planhigol yn ddefnydd caled ac mae dannedd llysysyddion wedi'u haddasu i sicrhau bod bwyd yn cael ei falu'n drwyadl cyn ei lyncu. Mae gan lysysydd sy'n pori, fel buwch neu ddafad, **flaenddannedd** ar yr ên isaf yn unig sy'n torri yn erbyn **pad corniog** ar yr ên uchaf. Mae'r **dannedd llygad** yn union yr un fath â'r blaenddannedd. Mae bwlch, sef y **diastema**, yn gwahanu'r dannedd blaen a'r dannedd ochr neu'r **gogilddannedd**. Mae gên isaf llysysydd wedi'i dangos isod:



Mae'r dafod yn gweithio yn y bwlch (diastema) gan symud gwair newydd ei dorri i'r arwynebau malu mawr ar y dannedd boch (**gogilddannedd a childdannedd**). Mae'r ên yn symud **mewn cylch ar blân llorweddol i falu'r bwyd**. Mae dannedd y foch yn cydgloi, fel y llythyren W yn ffitio yn y llythyren M. Dros amser, mae'r arwynebau malu'n treulio, gan ddatguddio **gwrymiau enamel ag ymylon miniog** sy'n gwneud y broses falu'n fwy effeithlon eto. Mae gan y dannedd wreiddiau agored, digyfyngiad felly maent yn gallu **parhau i dyfu drwy gydol oes yr anifail**.

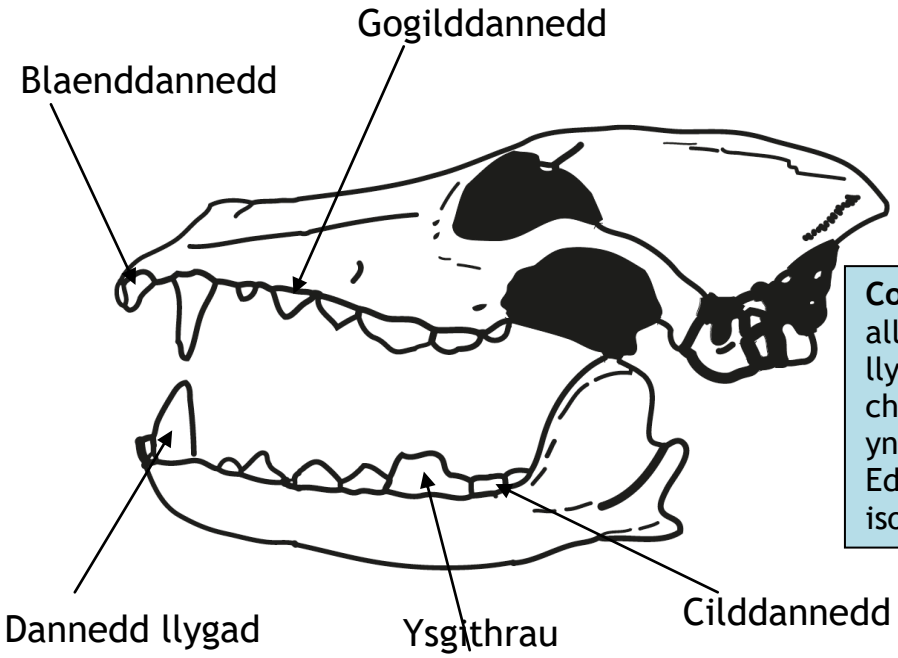
Deintiad cigysyddion

Mae gan famolion cigysol, fel teigrod, ddannedd sydd wedi addasu i ddal a lladd ysglyfaethau, torri neu falu esgyrn a rhwygo cig. Mae **blaenddannedd miniog** yn dal cnawd ac yn ei rwygo oddi ar asgwrn. Mae'r **dannedd llygad yn fawr ac yn grwm** ac yn finiog i ddal ysglyfaeth, i ladd a hefyd i rwygo cnawd. **Mae'r cilddannedd a'r gogilddannedd ar gyfer torri a malu bwyd.** Mae gan gigysyddion bâr o ddannedd boch arbenigol, yr **ysgithrau**, sy'n llithro heibio i'w gilydd fel llafnau siswrn.



Deintiad cigysyddion (parhad)

Mae **cyhyrau'r ên** yn ddatblygedig ac yn bwerus er mwyn i'r cigysydd allu dal ei ysglyfaeth yn dynn ac i helpu i falu esgyrn. Dydy'r ên ddim yn symud o ochr i ochr (dim ond mewn llysysyddion mae hyn yn digwydd) oherwydd byddai hyn yn achosi i'r ên afleoli wrth drin ysglyfaeth. Mae **symudiad fertigol yr ên** yn fwy nag mewn llysysyddion i alluogi'r ên i agor yn llydan i ddal a lladd ysglyfaethau.

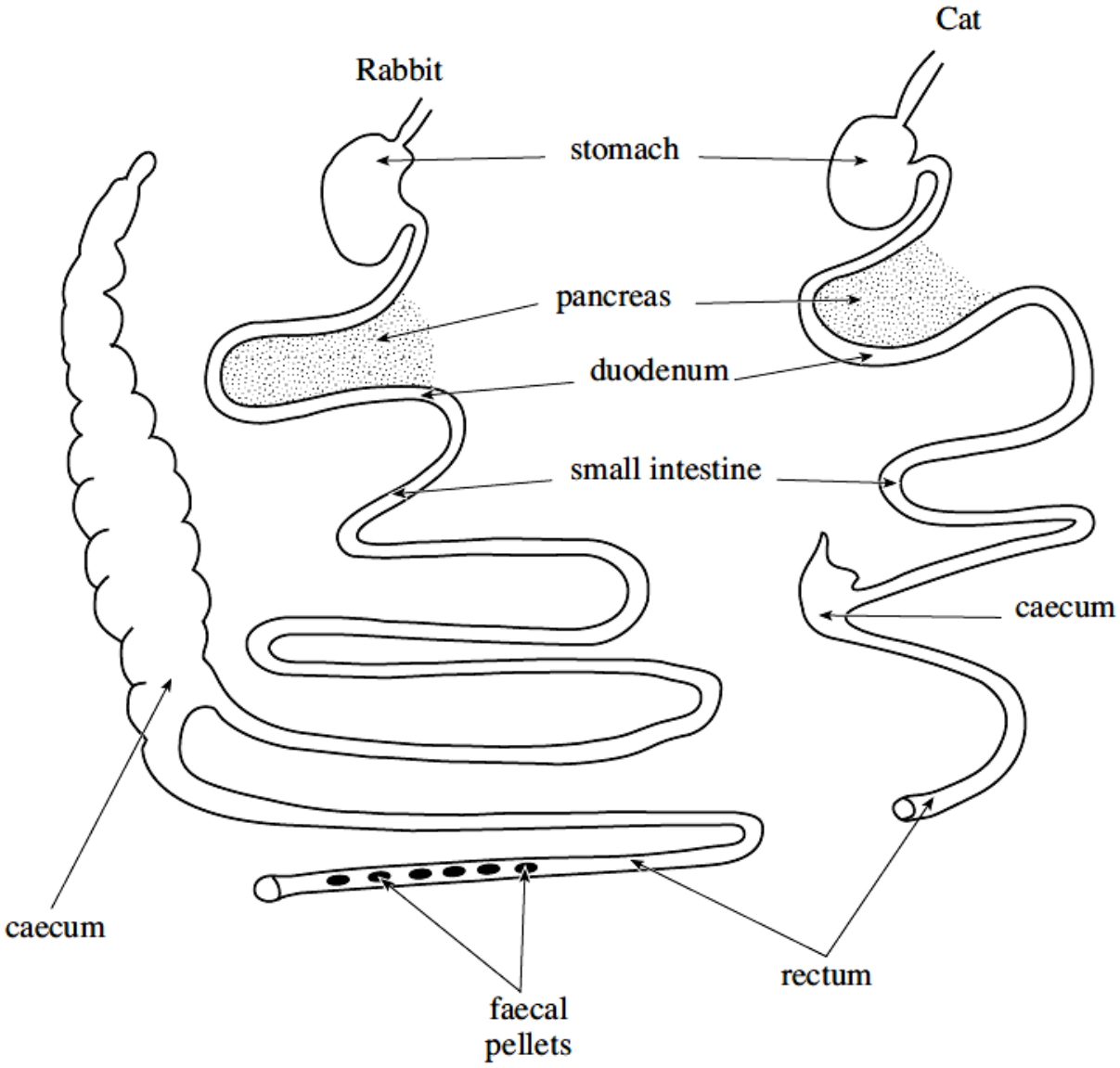


Cofiwch – Rhaid i chi allu cymharu deintiad llysysyddion a chigysyddion yn llawn, yn erbyn ei gilydd. Edrychwch ar y tabl isod.

Deintiad llysysydd	Deintiad cigysydd
Blaenddannedd i dorri ar yr ên isaf yn unig.	Blaenddannedd i ddal a rhwygo cnawd ar yr ên uchaf a'r ên isaf.
Mae'r dannedd llygad yn union yr un fath â'r blaenddannedd.	Dannedd llygad mawr crwm i dorri cnawd a dal ysglyfaeth, i rwygo cyhyrau ac i ladd.
Mae'r ên isaf yn symud o ochr i ochr ar blân llorweddol i falu'r bwyd.	Mae'r ên isaf yn symud yn fertigol, ddim o ochr i ochr. Mae'r ên yn gallu agor yn llydan.
Diastema i adael i'r dafod wthio defnydd planhigol yn ôl tuag at y gogilddannedd a'r cilddannedd.	Dim diastema rhwng y dannedd llygad a'r gogilddannedd.
Dim ysgithrau.	Ysgithrau sy'n llithro heibio i'w gilydd fel llafnau siswrn i dorri cyhyr oddi ar yr asgwrn.
Mae gan y gogilddannedd a'r cilddannedd arwyneb mawr ar gyfer malu a gwrymiau enamel miniog i falu defnydd planhigol yn effeithlon.	Mae gan y gogilddannedd a'r cilddannedd gysbau, sef mannau miniog sy'n torri ac yn malu.
Does dim angen i gyhyrau'r ên fod yn bwerus oherwydd mae'r bwyd yn annhebygol o ddianc.	Cyhyrau gên datblygedig a phwerus i ddal ysglyfaeth yn dynn a malu esgyrn.
Mae gan y gogilddannedd a'r cilddannedd system gwreiddiau agored ac maent yn parhau i dyfu drwy gydol oes y llysysydd.	Dydy'r gogilddannedd a'r cilddannedd ddim yn treulio a dydyn nhw ddim yn parhau i dyfu.

Addasiadau'r coludd i wahanol ddeietau

Dydy mamolion ddim yn gallu treulio'r cellwlos yng nghellfuriau planhigyn oherwydd dydyn nhw ddim yn cynhyrchu'r **ensym cellwlas**. **Bacteria** sy'n dadelfennu llawer o'r cellwlos yn neiet llysysyddion (mae bacteria'n gallu cynhyrchu'r ensym cellwlas). Mae'r bacteria'n bodoli mewn rhan chwyddedig o'r coludd, sef y **caecwm**. Mae coludd llysysydd yn hir, sy'n adlewyrchu pa mor anodd yw treulio cellwlos; mae'r bwyd yn cymryd mwy o amser i deithio i lawr y coludd, sy'n rhoi mwy o amser i dreulio'r cellwlos. Enw'r broses o hydrolysu cellwlos gan gellwlas, sydd wedi'i gynhyrchu gan facteria, yw **eplesiad bacteriol**. Mae gan gigysyddion goludd byr oherwydd mae hi'n hawdd treulio protein. Mae'r caecwm yn fach. Mae gan **hollysyddion**, fel bodau dynol, **goludd hyd canolig** gan ein bod ni'n bwyta cymysgedd o gig a phlanhigion.



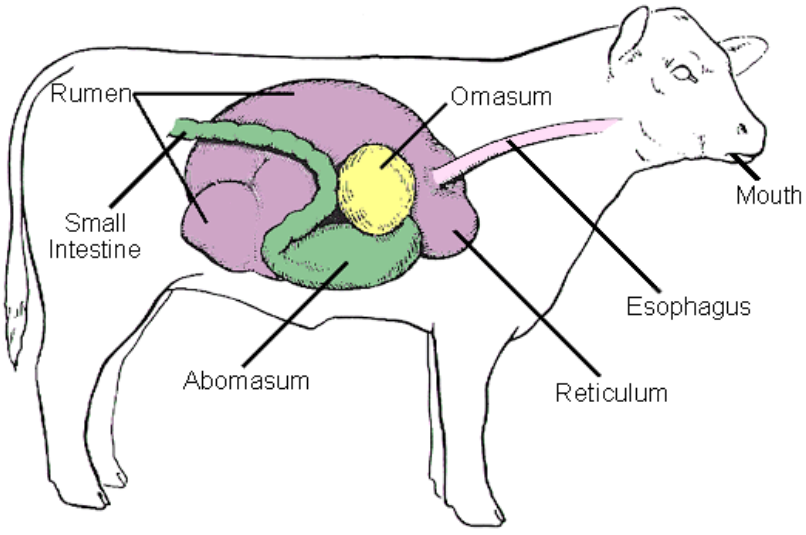
Anifeiliaid cnoi cil

Mae **anifeiliaid cnoi cil** yn bwyta gwair a phorthiant gan fwyaf, a chellfuriau cellwlos yw cyfran fawr o hwn (mae hi'n anodd iawn treulio cellwlos). Mae gan anifeiliaid cnoi cil **stumog arbenigol neu rwmen** lle mae **bacteria cydymddibynnol** yn byw. Dydy anifeiliaid llysysol fel gwartheg a defaid ddim yn gallu cynhyrchu ensymau cellwlas, felly dydyn nhw ddim yn gallu treulio cellwlos. Mae'r anifail cnoi cil yn darparu rhan o'r coludd i'r bacteria fyw ynddi ac yna mae'r bacteria'n treulio'r cellwlos dros y llysysydd. Fodd bynnag, rhaid cadw'r rhan hon o'r coludd ar wahân i'r brif system dreulio er mwyn:

- ✓ Gallu cadw bwyd yno am ddigon o amser i'r bacteria dreulio'r cellwlos.
- ✓ Cadw'r bacteria oddi wrth suddion treulio'r mamolyn ei hun fel eu bod ar y pH optimwm i'w gweithgareddau nhw ac nad ydynt yn cael eu lladd gan pH eithafol.

1	Mae'r gwair yn cael ei dorri gan y dannedd a'i gymysgu â phoer i ffurfio cil, sy'n cael ei lyncu.
2	Yn y **rwmen**, sef y stumog gyntaf, mae'r cil yn cael ei gymysgu â bacteria sy'n treulio cellwlos i gynhyrchu glwcos. Mae hwn yn cael ei eplesu i ffurfio asidau organig, sy'n cael eu hamsugno i'r gwaed, ac yn darparu egni i'r fuwch. Y cynhyrchion gwastraff yw carbon deuocsid a methan, ac mae'r rhain yn cael eu rhyddhau.
3	Mae'r cil wedi'i eplesu'n symud i'r rhan nesaf, **reticwlwm**, cyn cael ei ailchwydu i'r geg a'i gnoi eto.
4	Mae'r cil yn mynd yn uniongyrchol i'r drydedd stumog, yr **omaswm**, lle mae'r dŵr yn cael ei adamsugno.
5	Mae'r bedwaredd stumog a'r olaf, yr **abomaswm**, yn gweithio fel stumog arferol ac yn treulio'r protein.
6	Mae'r bwyd wedi'i dreulio'n symud i'r coluddyn bach, lle caiff cynhyrchion y broses dreulio eu hamsugno i'r gwaed.

Termau allweddol:
Anifail cnoi cil – Llysysydd â microbau cydymddibynnol yn ei rwmen.
Cydymddibynnol – Cysylltiad agos rhwng organebau o fwy nag un rhywogaeth sydd o fudd i'r naill a'r llall.

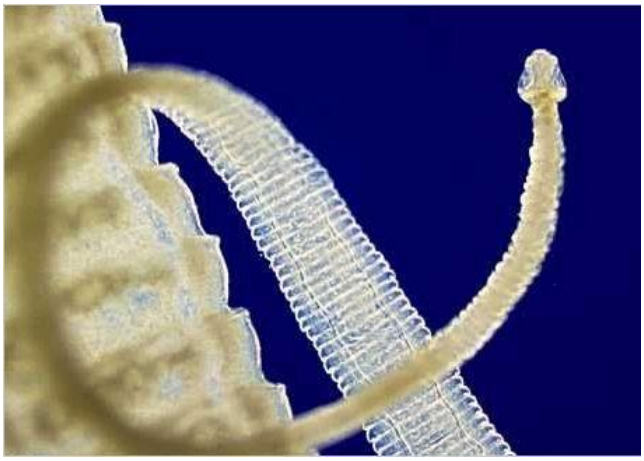


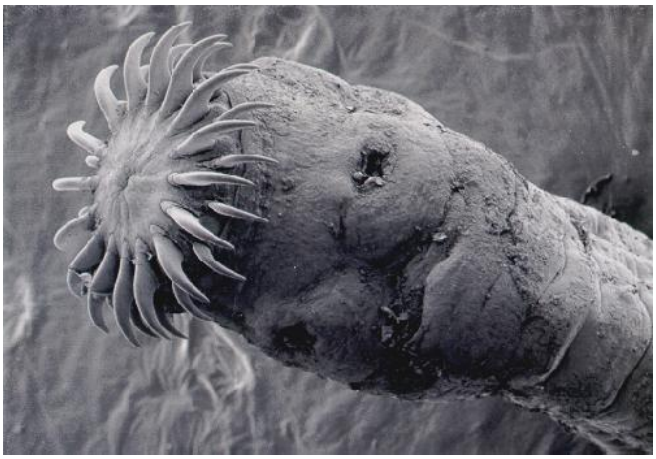
Maethiad parasitig

Parasitiaid yw organebau sy'n byw ar, neu mewn, organeb arall, sef yr organeb letyol. Mae parasitiaid yn cael maeth **ar draul yr organeb letyol**. Mae parasitiaid **yn achosi niwed ac yn aml yn achosi marwolaeth**. Mae llawer o organebau'n dioddef parasitiaid am o leiaf ran o'u bywydau. Mae bacteria, ffyngau, firysau, nematodau a phryfed yn barasitiaid ar blanhigion. Mae bacteria, ffyngau, firysau, protoctista, llyngyr, nematodau, pryfed a gwiddon yn barasitiaid ar anifeiliaid. Mae hyd yn oed bacteria yn dioddef parasitiaid, sef bacterioffagau. Mae gwerth economaidd i astudio parasitiaid oherwydd maent yn achosi clefydau mewn bodau dynol, cnydau ac anifeiliaid domestig.

Mae parasitiaid wedi **arbenigo** a gwneud newidiadau esblygol sylweddol er mwyn goroesi yn yr organeb letyol. Mae'r **llyngyren borc (*Taenia solium*)** yn byw yng ngholudd anifeiliaid eraill; mae'n **endoparasit**.

Mae'r **llyngyren** yn debyg i ruban ac mae'n gallu bod hyd at 10 metr o hyd. Mae ei phen wedi'i wneud o gyhyr, ac mae sugnolynau a bachau arno. Mae'r sugnolynau a'r bachau'n galluogi'r llyngyren i lynu'n gryf at goludd yr organeb letyol. Mae ei chorff wedi'i wneud o gyfres linol o adrannau tenau, sef y **proglotisau**.







Mae gan y llyngyren borc ddwy organeb letyol – **bodau dynol a moch**. Yr **organeb letyol gynradd yw'r bod dynol** a'r **organeb letyol eilaidd yw'r mochyn**. Mae'r mochyn yn cael ei heintio drwy fwyta o sianeli draenio sydd wedi'u halogi ag **ymgarthion dynol**. Mae bodau dynol yn cael eu heintio drwy **fwyta cig moch sydd wedi'i heintio a heb ei goginio'n ddigonol**.

Ymaddasiadau'r llyngyren

Mae'n rhaid i'r **llyngyren borc** oresgyn y problemau canlynol er mwyn goroesi yn y coludd:

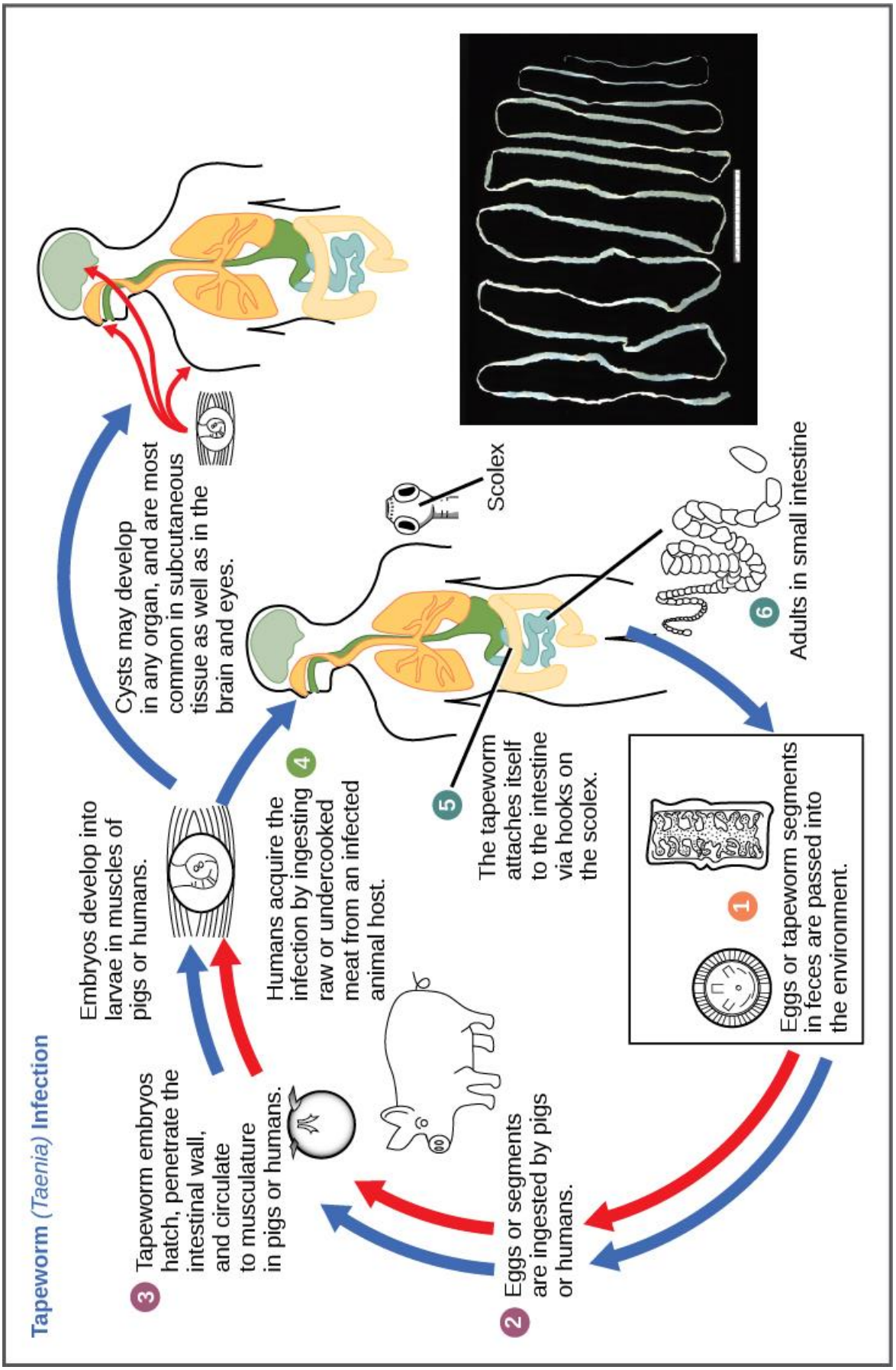
- ✓ Suddion treulio a mwcws.
- ✓ Cyfangiadau wal gyhyrog y stumog yn corddi bwyd wedi'i gymysgu â suddion treulio yn gyson.
- ✓ Peristalsis.
- ✓ pH eithafol.
- ✓ System imiwnedd yr organeb letyol.
- ✓ Os yw'r organeb letyol yn marw, mae'r parasit yn marw.

Er mwyn **goroesi**, rhaid i'r llyngyren borc:

- ✓ Gallu mynd i mewn i'r organeb letyol.
- ✓ Gallu glynu at yr organeb letyol.
- ✓ Amddiffyn ei hun rhag ymateb imiwn yr organeb letyol.
- ✓ Dim ond datblygu'r organau sy'n hanfodol er mwyn goroesi.
- ✓ Cynhyrchu llawer o wyau.
- ✓ Bod ag organeb letyol ryngol.
- ✓ Datblygu cyfnodau ymwrthol i oroesi am gyfnod heb organeb letyol.

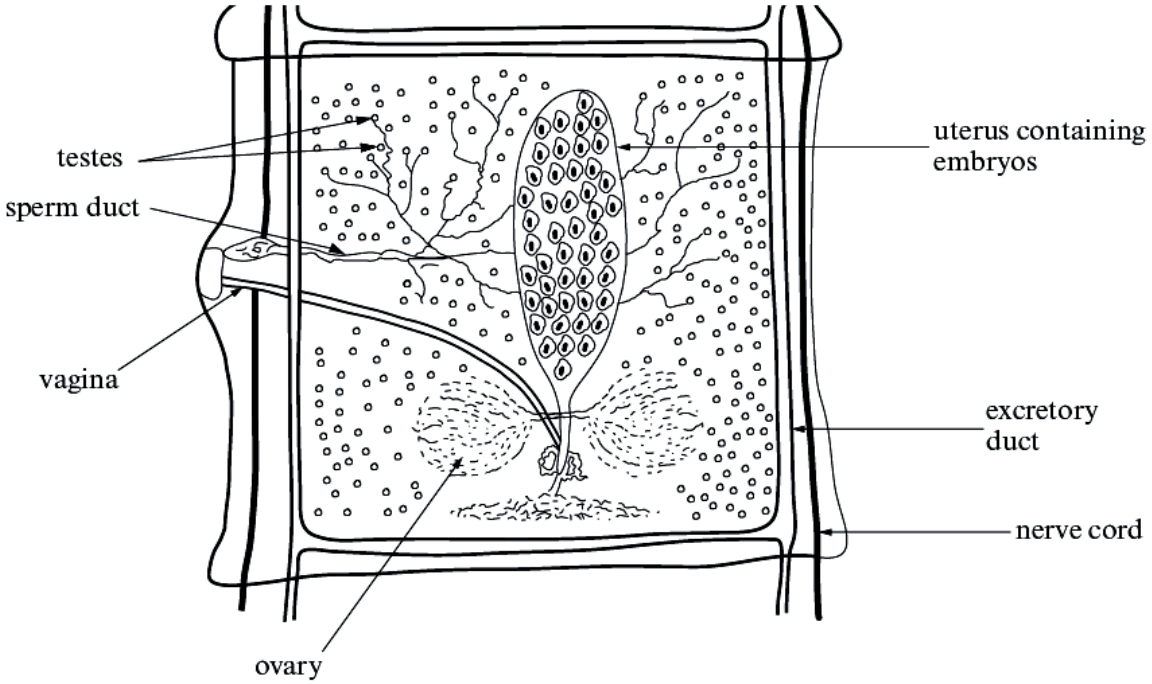
Rhif	Ymaddasiad a swyddogaeth
1	**Sugnolynau a rhes ddwbl o fachau crwm** i lynu at wal y coludd.
2	**Gorchudd corff** sy'n eu hamddiffyn nhw rhag system imiwnedd yr organeb letyol.
3	**Cwtigl trwchus** a chynhyrchu sylweddau ataliol ar arwyneb y segmentau i atal ensymau'r organeb letyol rhag eu treulio nhw.
4	**Dirywio organau diangen**. Mae ganddynt system nerfol a system ysgarthol syml, ond mae'r rhan fwyaf o'r corff yn ymwneud ag atgenhedlu.
5	Mae'r llyngyren borc yn **denau iawn ac mae ganddi gymhareb arwynebedd arwyneb i gyfaint fawr**. Mae hi'n gallu amsugno bwyd wedi'i dreulio dros holl arwyneb y corff.
6	Mae organau **atgenhedlu gwrywol a benywol** ym mhob segment. Mae'r llyngyren yn cynhyrchu niferoedd enfawr o wyau; mae 40 000 o wyau ym mhob segment aeddfed. Mae'r segmentau aeddfed yn gadael corff yr organeb letyol gyda'r ymgarthion.
7	**Mae gan yr wyau blisg gwydn** ac maent yn gallu goroesi nes i'r organeb letyol eilaidd eu bwyta nhw. Yna, mae datblygiad pellach yn digwydd; mae'r wyau'n deor ac mae embryonau'n dod allan ac yn symud i feinwe cyhyr y mochyn. Mae'r embryonau'n aros yn gwsg nes i fod dynol fwyta cig y mochyn.

Cylchred bywyd llyngyren borc



Systemau organau llyngyren borc

Mae pob segment mewn llyngyren borc yn union yr un fath, ac yn cynnwys y systemau organau.



Mae gan bob segment **system atgenhedlu** sy'n cynnwys organau gwrywol a benywol. Hefyd, mae yna **system nerfol** a **system ysgarthol** syml. **Does dim system dreulio'n bresennol** oherwydd mae bwyd sydd eisoes wedi'i dreulio'n cael ei amsugno ar draws arwyneb allanol y llyngyren.

Effeithiau niweidiol y llyngyren

Dydy'r llyngyr llawn dwf ddim yn achosi llawer o anghysur ond, os yw bodau dynol yn bwyta'r wyau, mae embryonau cwsg yn ffurfio codennau mewn gwahanol organau ac yn difrodi meinweoedd o'u cwmpas nhw. Gallwn ni drin oedolion â chyffuriau priodol. Mae mesurau iechyd cyhoeddus, ac archwiliadau cig rheolaidd, yn hanfodol.

Term allweddol:
Parasit - Organeb sy'n byw mewn, neu ar, organeb letyol gan achosi niwed iddi.

Cofiwch – Mae llyngyren yn **barasit anorfod**; dim ond fel parasit mewn organeb letyol mae'n gallu bodoli.

Pediculus

Lleuen sy'n heintio bodau dynol yw **Pediculus**; mae'n **ectoparasit** oherwydd mae'n byw ar yr organeb letyol, yn hytrach na thu mewn iddi. Mae yna ddwy isrywogaeth:

- ✓ Pediculus humanus humanus – heintio corff bodau dynol
- ✓ Pediculus humanus capitis – heintio croen pen bodau dynol

Dim ond gwaed dynol mae'r llau'n ei fwyta. Pryfed heb adenydd ydynt, ac maent yn treulio eu holl gylchred bywyd ar groen yr organeb letyol. Dydy eu coesau ddim wedi addasu'n dda i neidio; mae llau pen yn cael eu lledaenu wrth i ddau ben gyffwrdd. Maent yn dodwy wyau ar y blewyn, yn agos at groen y pen. Mae'r llau'n deor ar ôl 7 – 10 diwrnod ac yn gallu dechrau dodwy eu hwyau eu hunain 9 diwrnod ar ôl deor. Mae llau pen yn bwyta drwy frathu croen y pen a bwyta'r gwaed. Os ydynt yn cael eu tynnu oddi ar y bod dynol y maent yn byw arno, maent yn marw.

Mae tri cham yng nghylchred bywyd Pediculus, sef yr **wy**, y **nymff** a'r **oedolyn**:

- ✓ Ar ôl 1-2 wythnos, mae wy'n deor ac mae nymff yn dod allan. Mae'n edrych fel yr oedolyn, ond mae'n llai; mae hyn yn enghraifft o **fetamorffosis anghyflawn**.
- ✓ Wyau gwag yw'r nedd sydd i'w gweld ar y blewyn.
- ✓ Mae nymffod yn troi'n oedolion ar ôl tua 10 diwrnod.
- ✓ Mae'r nymffod a'r oedolion yn sugno gwaed o groen pen yr organeb letyol.

