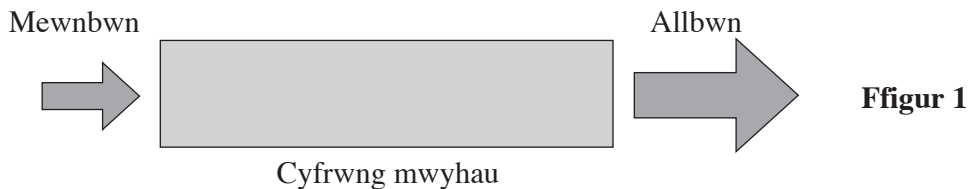


Sut mae LASER yn gweithio?

Dyma gwestiwn hynod ddiddorol i'w ateb ond byddwn yn dechrau gyda'r rhan bwysicaf oll – sef y cyfrwng mwyhau. 1



Mae pob laser yn cynnwys sylwedd egnioledig (*energized*) sy'n gallu cynyddu arddwysedd y golau sy'n mynd trwyddo. Cyfrwng mwyhau yw'r enw a roddir ar y sylwedd hwn a gall fod yn solid, yn hylif neu'n nwy. Beth bynnag yw ei ffurf ffisegol, mae'n rhaid i'r cyfrwng mwyhau gynnwys atomau, moleciwlau neu ïonau sy'n gallu storio egni a ryddheir wedyn ar ffurf golau. Byddwn yn egluro nes ymlaen sut mae'r cyfrwng mwyhau yn cynyddu arddwysedd y golau sy'n mynd trwyddo. 2

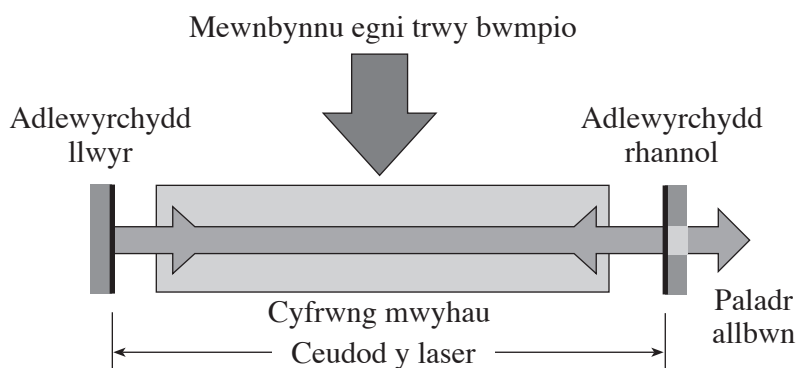
Pan gaiff arddwysedd y golau ei gynyddu gan y cyfrwng mwyhau, rydym yn cyfeirio at hyn fel cynnydd, a diffinnir y cyfernod cynnydd (α) gan yr hafaliad 3

$$I = I_0 \exp(\alpha x) \quad \text{hafaliad 1}$$

Ile I yw arddwysedd y paladr laser, I_0 yw'r arddwysedd dechreuol ac x yw'r pellter y mae'r paladr wedi teithio yn y cyfrwng mwyhau.

Mae cynyddu arddwysedd paladr golau sy'n mynd trwy gyfrwng mwyhau yn golygu rhoi egni ychwanegol yn y paladr. Mae'r egni hwn yn dod o'r cyfrwng mwyhau ac mae'n rhaid mewnbynnu egni i'r cyfrwng mwyhau yn ei dro, rywsut. Mewn terminoleg laser, yr enw a roddir ar y broses o egnioli'r cyfrwng mwyhau yw "pwmpio". 4

Mae laser yn cynnwys cyfrwng mwyhau sy'n cael ei bwmpio wedi'i osod rhwng dau ddrych, fel y dangosir isod. Pwrpas y drychau yw darparu'r hyn a ddisgrifir fel 'adborth positif'. Y cyfan y mae hyn yn ei olygu yw bod peth o'r golau sy'n dod allan o'r cyfrwng mwyhau yn cael ei adlewyrchu yn ôl i mewn iddo ar gyfer cael ei fwyhau ymhellach. 5



Mae'r paladr yng ngheudod y laser yn cael ei adlewyrchu droeon rhwng y drychau a chaiff ei fwyhau bob tro y mae'n mynd trwy'r cyfrwng mwyhau. Mae un o'r drychau yn adlewyrchu'r holl olau sy'n disgleirio arno. Mae'r drych arall yn adlewyrchu'r rhan fwyaf o'r golau trawol ond mae'r golau sydd heb ei adlewyrchu yn cael ei drosglwyddo trwy'r drych. Y gyfran hon sy'n cael ei throsglwyddo yw paladr allbwn y laser.

6

Mae'r ceudod yn sicrhau bod y paladr yn cael ei gyfeirio'n dda. Dim ond golau sy'n teithio i gyfeiriad sy'n agos at fod yn baralel i echelin y ceudod a all gael ei adlewyrchu droeon gan y drychau a mynd trwy'r cyfrwng mwyhau lawer gwaith. Mae pelydrau eraill yn dilyn llwybr igam-ogam o fewn y ceudod ac yn dod allan ohono.

7

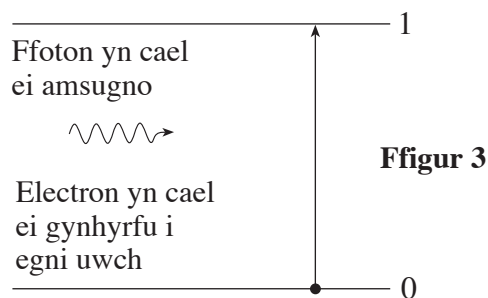
Mae ceudod y laser hefyd yn gwella puredd sbectrol paladr y laser. Dim ond golau â thonfeddi penodol a all gael ei adlewyrchu droeon i fyny ac i lawr y ceudod. Mae'r ymddygiad hwn yn debyg i ymddygiad tant gitâr, sy'n dirgrynu ar amledau penodol yn unig. Yn yr un modd, bydd ceudod optegol ond yn cynnal adlewyrchiadau mynych ar gyfer tonfeddi arbennig o olau.

8

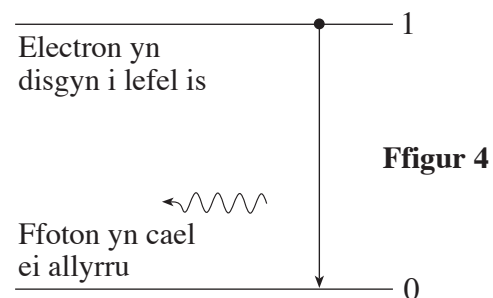
Hyd yn hyn, nid ydym wedi ystyried sut mae cyfrwng mwyhau yn mwyhau golau. Rhaid i ni ddechrau trwy sôn am sut y gall golau ryngweithio ag atomau unigol o fewn cyfrwng mwyhau (defnyddir y gair "atomau" i gynnwys moleciwlau ac ïonau). Mae llawer o lefelau egni o fewn atom y gall electron eu llenwi, ond byddwn yn ystyried dwy yn unig yma. Hefyd, byddwn yn ystyried yr electronau yn orbitau allanol yr atom yn unig, gan mai'r rhain yw'r hawsaf i'w codi i gyflyrau egni gwag uwch.

9

Amsugniad



Allyriant digymell

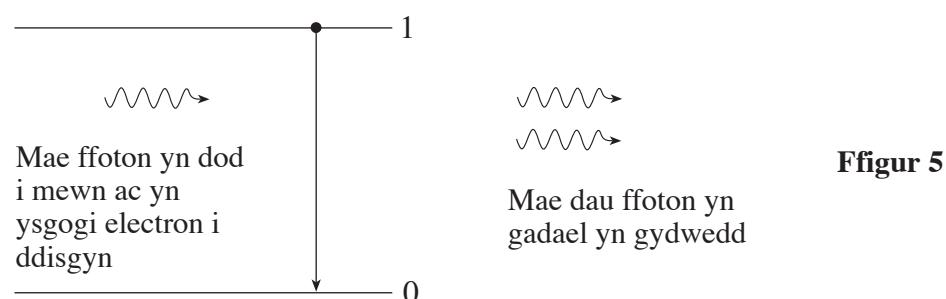


Dylai'r prosesau cyffredin hyn, sef amsugniad ac allyriant digymell, fod yn gyfarwydd i fyfyrwyr Safon Uwch. Ni all y prosesau hyn achosi mwyhau golau. Y peth gorau y gellir ei gyflawni yw allyrru ffoton ar gyfer pob ffoton sy'n cael ei amsugno.

10

Fodd bynnag, ceir proses arall o'r enw **allyriant ysgogol** (*stimulated emission*). Mae'n broses anghyffredin iawn mewn natur ond mae'n ganolog i weithrediad laserau.

11

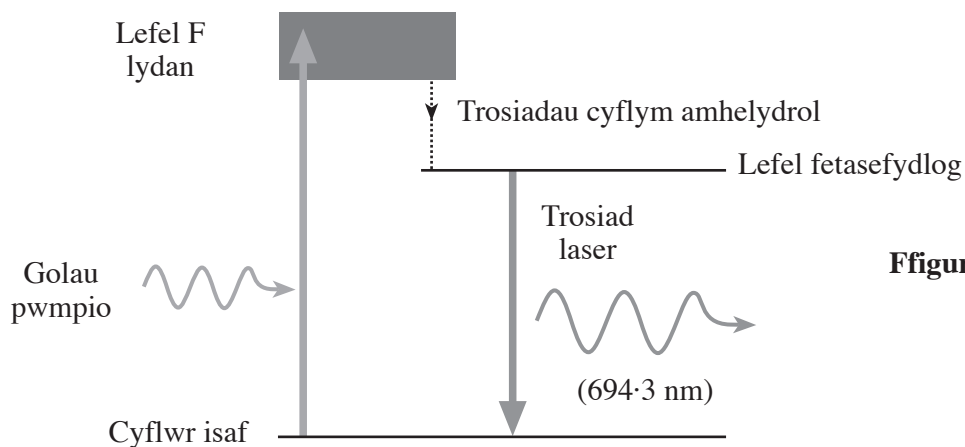


Os bydd ffoton o olau yn rhyngweithio ag atom cynhyrffol, gall **ysgogi'r** electron i ddychwelyd i'r cyflwr is. Mae un ffoton sy'n rhyngweithio ag atom cynhyrffol yn peri i ddau ffoton ddod allan. Hefyd, dywedir bod y ddau ffoton yn gydweidd. Allyriant ysgogol yw'r broses a all achosi mwyhau golau. Ystyriwn ffoton o olau yn rhyngweithio ag atom unigol: mae allyriant ysgogol yr un mor debygol ag amsugniad, mae'r broses sy'n digwydd yn dibynnu a yw'r atom yn y lefel egni is neu'r lefel egni uwch ar y dechrau. Y newyddion drwg yw, dan y rhan fwyaf o amodau, nad yw allyriant ysgogol yn digwydd rhyw lawer. Y rheswm yw bod mwy o lawer o atomau yn y lefel egni is, 0, fel rheol nag yn y lefel uwch, 1, ac felly ceir mwy o lawer o amsugniad nag o allyriant ysgogol. Er mwyn cael mwy o allyriant ysgogol, mae'n rhaid i ni gael mwy o atomau yn y cyflwr egni uwch nag yn y cyflwr is. Yr enw a roddir ar yr amod anghyffredin hwn yw gwrthdroad poblogaeth ac mae'n amod angenrheidiol er mwyn gweithredu laser.

12

Mae dod o hyd i sylweddau y gellir creu gwrthdroad poblogaeth ynnddynt yn allweddol i ddatblygu laser. Y defnydd (*material*) cyntaf a ddefnyddiwyd oedd rhuddem (*ruby*) synthetig.

13



Lefelau egni ïonau cromiwm mewn rhuddem

Mewn laser rhuddem, caiff rhoden o ruddem ei harbelydru gyda'r fflach ddwys o olau o diwbiau fflachio. Mae ïonau cromiwm yn y rhuddem yn amsugno golau yn rhanbarthau gwyrdd a glas y sbectrwm, gan godi egni electronau'r ïonau o lefel y cyflwr isaf i lefel F lydan. Mae electronau yn lefel F yn mynd trwy drosiadau cyflym i'r lefel fetasefydlog. Mae'r lefel fetasefydlog yn anarferol gan fod ganddi oes gymharol hir o tua 4 ms, a'r brif broses ddadfeilio yn drosiad i'r cyflwr isaf. Mae'r oes hir hon yn galluogi cyfran uchel (mwy na hanner) o'r ïonau cromiwm i gronni yn y lefel fetasefydlog, gan greu gwrthdroad poblogaeth rhwng y lefel hon a lefel y cyflwr isaf. Y gwrthdroad poblogaeth hwn yw'r amod angenrheidiol er mwyn cael mwy o allyriant ysgogol nag o amsugniad ac felly achosi mwyhau golau. Nawr, os bydd un electron yn disgyn yn ddigymell i'r cyflwr isaf, bydd yn allyrru golau coch â thonfedd 694.3 nm. Yna, gall y golau hwn rhyngweithio ag ïonau cromiwm eraill sydd yn y lefel fetasefydlog gan achosi iddynt allyrru golau â'r un donfedd trwy allyriant ysgogol. Gan fod pob ffoton ysgogol yn achosi i ddau ffoton gael eu hallyrru, bydd arddwysedd y golau a allyrrir yn cynyddu'n gyflym.

14

Wedi'i addasu o *Laser Tutorials* a ysgrifennwyd gan John Gormally. Gellir gweld yr erthygl wreiddiol yn members.aol.com/WSRNet/tut/ut1.htm.