

ADRAN B

Atebwch bob cwestiwn.

Darllenwch yr erthygl ganlynol yn ofalus.

Crynodeb o Hanes Ffiseg Gronynnau

Wedi'i haddasu'n rhydd o <http://www.particleadventure.org/other/history/quantum.html>

Paragraff

Mae'r stori'n dechrau amser maith yn ôl (~400BC) yn hen wlad Groeg. Datblygodd Democritus, Leucippus ac Epicurus y ddamcaniaeth bod y bydysawd yn cynnwys gofod gwag a nifer anfeidraidd (bron) o ronynnau anweladwy sy'n wahanol i'w gilydd o ran eu ffurf, eu safle, a'u trefniad. Mae pob mater wedi'i wneud o ronynnau na allwn eu rhannu, o'r enw atomau.

1

Mae'n bosibl dadlau na ddigwyddodd llawer iawn wedyn am 2000 o flynyddoedd nes i Otto von Guericke ddyfeisio pwmp gwactod yn 1654. Mae'n debyg y byddwch chi wedi clywed am un ffordd iddo ddefnyddio'r pwmp gwactod hwn – hemisfferau Magdeburg. Roedd timau o geffylau'n ceisio tynnu dau hemisffer metel â gwactod rhyngddynt oddi wrth ei gilydd, ond yn methu eu gwahanu.

2



Hefyd, dyfeisiodd Otto von Guericke generadur electrostatig – cafodd cyflymyddion electronau eu creu ac roedd modd cynhyrchu dadwefriad mellten (*lightning discharge*) yn artiffisial.

3

Yn 1705, sylwon nhw wrth gyfuno dau ddyfeisiad Otto von Guericke, y byddai dadwefriad mellten yn gallu mynd rhwng electrodau mewn nwy ac yn gallu mynd yn bellach ar wasgeddau isel.

4

Yn 1838, sylwodd Michael Faraday ar dywynnu (*glow*) rhyfedd mewn nwyon ar wasgedd isel mewn tiwbiau gwydr pan oedd y nwy'n dargludo trydan. Tua 40 mlynedd yn ddiweddarach dywedodd Eugen Goldstein fod "pelydrau catod" yn y nwyon hyn. Yn 1898, nododd Joseph (JJ) Thomson fod y pelydrau catod hyn yn ffrydiau (*streams*) o ronynnau â gwefr negatif. Mesurodd briodweddau'r electronau hyn. Yna, cyflwynodd ei fodel "pwdin plwm" o'r atom. Yn y model hwn, mae'r atom yn sffêr ychydig bach yn bositif gydag electronau negatif bach, tebyg i resins (*raisins*) y tu mewn iddo. Yn amlwg nid oedd yn gwybod bod ymbelydredd, y gwnaeth Marie Curie ymchwil arno, yn ffenomen niwclear. Nid oedd hyn yn syndod, gan nad oedd y niwclews wedi'i ddarganfod eto...

5

Ar ddechrau'r 20^{fed} ganrif, roedd Hans Geiger ac Ernest Marsden o dan oruchwyliaeth Ernest Rutherford, yn gwasgaru gronynnau alffa 4.7 MeV oddi ar ffoil aur ac yn arsylwi onglau gwasgaru mawr. Rhoddodd hyn ddiwedd ar y model pwdin plwm gan awgrymu bod gan atomau niwclews bach, dwys gyda gwefr bositif a diamedr o tua 10^{-14} m, a bod electronau mewn orbit o'i gwmpas ar bellter o tua 10^{-10} m.

6



Yn fuan wedi hynny, llwyddodd Niels Bohr i lunio damcaniaeth adeiledd atomig yn seiliedig ar ffiseg gwantwm (*quantum*). Yna, yn 1924, cynigiodd Louis de Broglie fod gan fater briodweddau tebyg i donnau.

7

Yn ddigon rhyfedd, o ganlyniad i ddeuliaeth ton-gronyn (*wave particle duality*) de Broglie, fe wnaeth mab JJ Thomson (George Paget Thomson) ddarganfod un o'r patrymau diffreithiant electronau cyntaf ar gyfer grisialau. Roedd ei dad wedi ennill gwobr Nobel am adnabod yr electron fel gronyn, ac enillodd ef y wobwr am ei briodweddau ton.

8

Y cyntaf i ganfod tystiolaeth o'r proton oedd Ernest Rutherford yn 1919, ac yn 1921, daeth James Chadwick ac E.S. Bieler i'r casgliad bod rhyw rym cryf yn dal y niwclews at ei gilydd.

9

Sylweddolodd Paul Dirac fod y gronynnau â gwefr bositif, oedd yn angenrheidiol o'i hafaliad, yn wrthrychau newydd ("positronau" oedd ei enw ef arnynt). Mae'r rhain yn union fel electronau, ond â gwefr bositif – yr enghraifft gyntaf o wrthronynnau. James Chadwick wnaeth ddarganfod y niwtron. Digwyddodd y ddau ddigwyddiad hyn yn 1931.

10

Cyflwynodd Enrico Fermi ddamcaniaeth am ddadfeiliad beta a oedd yn cyflwyno'r rhyngweithiad gwan. Hon yw'r ddamcaniaeth gyntaf i ddefnyddio'n benodol niwtrinos (*neutrinos*) a newidiadau i flas gronynnau (1933-34).

11

Yn 1947, cafodd meson sy'n rhyngweithio'n gryf ei ganfod mewn pelydrau cosmig, a darganfuwyd mai'r pion ydoedd. Flwyddyn yn ddiweddarach, cafodd y pionau artiffisial cyntaf eu cynhyrchu yn sincro-cylchotron Berkeley.

12

Tua 20 mlynedd yn ddiweddarach, ar ddiwedd y 1960au, cafodd arbrofion gwasgaru electronau eu cynnal gan ddefnyddio Cyflymydd Llinol Stanford. Roedd electronau cyflym yn cael eu gwasgaru oddi ar brotonau, ac roedd yn ymddangos bod yr electronau'n bownsio oddi ar lawer o greiddiau (*cores*) bach caled y tu mewn i'r proton. Gwnaeth James Bjorken a Richard Feynman ddadansoddi'r data hyn yn nhermau model o'r gronynnau ansoddol (*constituent particles*) y tu mewn i'r proton.

13

Model Safonol Gronynnau Elfennol

tair cenhedlaeth o fater (ffermionau)				
I	II	III		
màs gwefr spin				
$\approx 2.4 \text{ MeV}/c^2$ 2/3 1/2	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$ 2/3 1/2	$\approx 172.44 \text{ GeV}/c^2$ 2/3 1/2	0 0 1	$\approx 125.09 \text{ GeV}/c^2$ 0 0
u i fyny	c swyn	t top	g gliwon	H Higgs
$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$ -1/3 1/2	$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$ -1/3 1/2	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$ -1/3 1/2	0 0 1	
d i lawr	s rhyfedd	b gwaelod	γ ffoton	
$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$ -1 1/2	$\approx 105.67 \text{ MeV}/c^2$ -1 1/2	$\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$ -1 1/2	0 0 1	
e electron	μ miwon	τ tawon	Z boson Z	
$\approx 2.2 \text{ eV}/c^2$ 0 1/2	$\approx 1.7 \text{ MeV}/c^2$ 0 1/2	$\approx 15.5 \text{ MeV}/c^2$ 0 1/2	$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$ ± 1 1	
ν_e niwtrino electron	ν_μ niwtrino miwon	ν_τ niwtrino tawon	W boson W	

Mewn sgwrs fer ar gyfer cynhadledd, cyflwynodd John Iliopoulos, am y tro cyntaf mewn un adroddiad, y safbwynt ar ffiseg sy'n cael ei adnabod heddiw fel y Model Safonol – roedd hyn yn 1974.

14

Ar ôl 18 o flynyddoedd o chwilio gyda llawer o gyflymyddion, darganfuodd arbrofion yn y Fermilab ger Chicago y cwarc top â màs annisgwyl o 172 GeV. Does neb yn deall pam mae'r màs mor wahanol i'r 5 cwarc arall.

15

Bron hanner canrif ar ôl i Peter Higgs ragfynegi boson Higgs fel rhan o fecanwaith (wedi'i dyfeisio gan nifer o ddamcaniaethwyr) lle mae gronynnau sylfaenol yn ennill màs, darganfuodd arbrofion ATLAS a CMS y boson Higgs yn labordy CERN (2012).

16

Tua dau fileniwm a hanner ar ôl dechrau ffiseg gronynnau, mae'n ymddangos ein bod ni'n llawer agosach at ddeall y Bydysawd, ond mae llawer o gwestiynau i'w hateb o hyd. Rhai o'r cwestiynau mwyaf sylfaenol i'w hateb yw: Beth yw mater tywyll? Beth yw egni tywyll ac ydy'r naill neu'r llall o'r rhain yn bodoli? Sut mae disgyrchiant cwantwm yn gweithio? I gael yr atebion i'r cwestiynau hyn, ac unrhyw rai eraill, gofynnwch i'ch athro/athrawes ffiseg.

17

