FÍSICA QUÀNTICA

PROVES D'ACCÉS

PROBLEMES

P.1.- (1991) Una superfície de potassi s'il·lumina successivament amb dos feixos de llum monocromàtica de λ_1 = 500 nm i λ_2 = 700 nm. Raoneu en quin cas s'extrauran electrons.
Dades: **h = 6,6 $\cdot 10^{-34}$ J·s; : c = 3,00·10^8 m/s; q_e = 1,6·10^{-19} C, treball d'extracció del potassi = 2,00 eV.**

A partir de l'equació d'Einstein de l'efecte fotoelèctric

$$E_{\text{fotó incident}} = \text{Treball d'extracció} + E_{\text{cinètica màxima de l'electró}}$$

per a que es produïsca l'efecte fotoelèctric la longitud d'ona de la radiació incident (λ) ha de ser menor que la longitud d'ona llindar (λ_o).

Com $c = \lambda \nu$ tenim que

$$W_e = \text{Treball d'extracció} = h\,\nu_o = h\,\frac{c}{\lambda_o}$$

A partir de les dades del problema

$$W_e = 2\ eV = 2\ eV \cdot \frac{1{,}6\cdot 10^{-19}\ J}{1\ eV} = 3{,}2\cdot 10^{-19}\ J$$

és a dir, la longitud d'ona llindar (λ_o) serà

$$\lambda_o = \frac{h\ c}{W_e} = \frac{6{,}6\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^{8}}{3{,}2\cdot 10^{-19}} = 6{,}1875 \cdot 10^{-7}\ m = 6{,}1875\cdot 10^{-7}\cdot 10^{9}\ nm = 618{,}75\ nm$$

Per tant, com:

♦ *λ_1 = 500 nm és menor que λ_o $\Rightarrow$* ***ES PRODUEIX L'EFECTE FOTOELÈCTRIC***

♦♦ *λ_2 = 700 nm és major que λ_o $\Rightarrow$* ***NO ES PRODUEIX L'EFECTE FOTOELÈCTRIC***

P.2.- (1994) Sobre una superfície de potassi situada en el buit incideix llum groga (λ = 5,89· 10^{-7} m), produint-se emissió fotoelèctrica: a) Quin treball es necessita per a arrancar un electró de la capa més externa? b) Quina energia cinètica tenen els electrons arrancats de la superfície de potassi? (Longitud d'ona llindar per al potassi = 7,1 · 10^{-7} m)

A partir de l'equació d'Einstein de l'efecte fotoelèctric

$$E_{fotó\ \ incident} = Treball\ \ \ d'\,extracció\ \ +\ E_{cinètica\ \ màxima\ \ de\ \ l'\,electró}$$

per a que es produïsca l'efecte fotoelèctric la longitud d'ona de la radiació incident ($\lambda = 5{,}89 \cdot 10^{-7}$ m) ha de ser menor que la longitud d'ona llindar ($\lambda_o = 7{,}1 \cdot 10^{-7}$ m). Com és el que passa podem afirmar que s'arranquen electrons.

a) Com $c = \lambda\nu$ tenim que

$$W_e = \text{Treball d'extracció} = h\,\nu_o = h\frac{c}{\lambda_o} = \frac{6{,}6{\cdot}10^{-34}\cdot 3{\cdot}10^{8}}{7{,}1{\cdot}10^{-7}} = 2{,}79 \cdot 10^{-19}\ \ J$$

A partir de les dades del problema

$$W_e = 2\ eV = 2\ eV \cdot \frac{1{,}6{\cdot}10^{-19}\ J}{1\ \ eV} = 3{,}2 \cdot 10^{-19}\ J$$

b) A partir de l'equació d'Einstein de l'efecte fotoelèctric

$$E_{cinètica\ màxima\ de\ l'electró} = h\,\nu - h\,\nu_o = h\,(\,\nu - \nu_o\,) =$$

$$= h\ \ \left(\frac{c}{\lambda} - \frac{c}{\lambda_o}\right) = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_o}\right) = 6{,}6{\cdot}10^{-34}\cdot 3{\cdot}10^{8}\left(\frac{1}{5{,}89{\cdot}10^{-7}} - \frac{1}{7{,}1{\cdot}10^{-7}}\right) = 5{,}73{\cdot}10^{-20}\ \ J$$

P.3.- (1995) Amb llum de longitud d'ona $\lambda = 600 \cdot 10^{-9}$ m s'il·lumina un metall que té una funció de treball fotoelèctric de 2 eV. Calculeu: a) L'energia del fotó. b) L'energia cinètica del fotoelectró de major energia. c) El potencial de frenat.
Dada: *Constant de Planck, h = $6{,}6 \cdot 10^{-34}$ S.I.; Velocitat de la llum, c = $3 \cdot 10^8$ m/s.*

---

a) *A partir de*

$$E_{\text{fotó incident}} = h\,\nu = =$$

$$h\ \frac{c}{\lambda} = \frac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{600 \cdot 10^{-9}} = 3{,}3 \cdot 10^{-19}\,J = 3{,}3 \cdot 10^{-19}\,J \cdot \frac{1\ \ eV}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\,J} = 2{,}0625\ \ eV$$

b) *A partir de les dades del problema, la funció de treball (treball d'extracció) val*

$$W_e = 2\ eV$$

i, per tant, enim que

$$E_{\text{cinètica màxima de l'electró}} = E_{\text{fotó incident}} - W_e = 2{,}0625 - 2 = 0{,}0625\ eV$$

c) *El potencial de frenat serà, per tant*

$$V_o = 0{,}0625\ \ V$$

P.4.- (1997) La llum solar que arriba a la Terra té una intensitat de 1800 W/m^2. Quants fotons per metre quadrat i per segon representa aquesta radiació? Tingueu en compte que la longitud d'ona mitjana per a la llum solar és de 550 nm.
Dada*: Constant de Planck, h = $6{,}6 \cdot 10^{-34}$ J·s*

A partir de

$$Intensitat = 1800\ \ \frac{W}{m^2} = 1800\ \ \frac{J}{s\ \ m^2}$$

com l'energia d'un fotó és

$$E_{fot\acute{o}} = h\,\nu = h\ \frac{c}{\lambda} = \frac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{550 \cdot 10^{-9}} = 3{,}6 \cdot 10^{-19}\,J = 3{,}6 \cdot 10^{-19}\,J \cdot \frac{1\ \ eV}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\,J} = 2{,}25\ \ eV$$

El nombre de fotons per metre quadrat i per segon serà

$$N = \frac{I}{E_{fot\acute{o}}} = \frac{1800\ \ \frac{J}{s\ \ m^2}}{3{,}6 \cdot 10^{-19}\ \ \frac{J}{fot\acute{o}}} = 5 \cdot 10^{21}\ \ \frac{fotons}{s\ \ m^2}$$

P.5.- (1998) Si el bari té una funció de treball de 2,48 eV, calculeu l'energia cinètica màxima dels electrons que emetrà quan siga il·luminat amb llum de longitud d'ona de 480 nm. Quina és la velocitat d'aquests electrons?

Dades: *Velocitat de la llum, $c = 3\cdot10^{8}$ m/s; constant de Planck, $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s; massa de l'electró, $m_e = 9{,}11\cdot10^{-31}$ kg; càrrega de l'electró, $e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C.*

A partir de

$$E_{\text{cinètica màxima de l'electró}} = E_{\text{fotó incident}} - W_e$$

com

$$E_{\text{fotó incident}} = h\,\nu = =$$

$$h\,\frac{c}{\lambda} = \frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{480\cdot10^{-9}}\,\text{J} = 4{,}14375\cdot10^{-19}\,J = 4{,}143753\cdot10^{-19}\cdot\frac{1\quad eV}{1{,}6\cdot10^{-19}\,J} = 2{,}59\quad eV$$

i el treball d'extracció (funció de treball) val

$$W_e = 2{,}48\ eV$$

tenim que

$$E_{\text{cinètica màxima de l'electró}} = E_{\text{fotó incident}} - W_e = 2{,}59 - 2{,}48 = 0{,}11\ e\,V = = 0{,}11\quad eV\cdot\frac{1{,}6\cdot10^{-19}\,J}{1\quad eV} = 1{,}76\cdot10^{-20}\quad J$$

Per calcular la velocitat dels electrons

$$E_{c\ \ màx} = \frac{m_e v_e^2}{2} \qquad : \qquad v_e = \sqrt{\frac{2\quad E_{c\ \ màx}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\cdot1{,}76\cdot10^{-20}}{9{,}11\cdot10^{-31}}} = 3{,}86\cdot10^{10}\quad m/s$$

P.6.- (1998) Si la posició de l'electró pot mesurar-se amb una precisió de $1{,}6\cdot10^{-8}$ m, ¿amb quina precisió es pot conèixer la seua velocitat?

Dades: *Constant de Planck, $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ S.I.; Massa de l'electró, $m_e = 9{,}11\cdot10^{-31}$ kg*

Aplicant el principi d'indeterminació de Heisenberg

$$\Delta x\cdot\Delta p_x \geq \frac{h}{2\pi}$$

com $\Delta p_x = \Delta\,(m v_x) = m\ \Delta v_x$ *, tenim*

$$\Delta x\cdot m\cdot\Delta v_x \geq \frac{h}{2\pi}$$

Per tant

$$\Delta v_x \geq \frac{h}{2\quad\pi\quad m\quad\Delta x} = \frac{6{,}63\cdot10^{-34}}{2\cdot\pi\cdot9{,}11\cdot10^{-31}\cdot1{,}6\cdot10^{-8}} = 7{,}24\cdot10^{3}\quad m/s \qquad (!!!!!)$$

P.7.- (1999) Es desitja construir una cèl·lula fotoelèctrica que emeta electrons amb una energia cinètica de 3 eV quan incideix sobre ella un feix de radiació ultraviolada de longitud d'ona de 300 nm. Calculeu la longitud d'ona llindar del material a utilitzar en la construcció de la cèl·lula. Què ocorreria si s'utilitzara un material amb una longitud d'ona llindar inferior a la calculada?.

***Dades**: Velocitat de la llum, $c = 3\cdot10^8$ m/s; constant de Planck, $h = 6,63\cdot10^{-34}$ J·s; càrrega de l'electró, $e = 1,6\cdot10^{-19}$ C*

A partir de l'equació d'Einstein de l'efecte fotoelèctric

$$E_{fotó\ \ incident} = \text{Treball d' extracció} + E_{cinètica\ \ màxima\ \ de\ \ l'electró}$$

$$W_e = h\,\nu_o = E_{fotó} - E_{c\,màx}$$

Com

$$E_{c\,màx} = 3\ eV$$

i

$$E_{fotó} = h\,\nu = h\,\frac{c}{\lambda} = = \frac{6,63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{300\cdot10^{-9}} = 6,63\cdot10^{-19}\,J = 6,63\cdot10^{-19}\,J\cdot\frac{1\ \ eV}{1,6\cdot10^{-19}\,J} = 4,14375\ \ eV$$

Tenim

$$W_e = h\,\nu_o = E_{fotó} - E_{c\,màx} = 4,14375 - 3 = 1,14375\ eV = 1,14375\ eV\cdot\frac{1,6\cdot10^{-19}\,J}{1\ \ eV} = 1,83\cdot10^{-19}\ J$$

Per tant, a partir de

$$W_e = h\,\nu_o = h\,\frac{c}{\lambda_o}$$

tenim que

$$\lambda_o = \frac{h\ \ c}{W_e} = \frac{6,63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{1,83\cdot10^{-19}} = 1,086885\cdot10^{-6}\,m =$$

$$= 1,086885\cdot10^{-6}\cdot10^{9}\ \ nm = 1086,885\ \ nm$$

♦ *Si s'utilitzara un material amb una longitud d'ona llindar inferior a la calculada, el treball d'extracció dels electrons ($W_e = h\,\nu_o = h\frac{c}{\lambda_o}$) augmentaria i, per tant, o no es produirà l'efecte fotoelèctric o els electrons arrancats ixen amb menys energia cinètica màxima.*

P.8.- (2000-A) Un electró té una longitud d'ona de De Broglie de 200 nm. Calculeu: 1) Quantitat de moviment de l'electró. 2) Energia cinètica de l'electró.

***Dades**: Constant de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s; massa de l'electró, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg.*

---

1) A partir de la hipòtesi de De Broglie: tota partícula en moviment (caracteritzat per una energia E i una quantitat de moviment p) té associada una ona, la longitud d'ona de la qual està donada per

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

per tant

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}\ J \cdot s}{200 \cdot 10^{-9}\ m} = 3,315 \cdot 10^{-27}\ kg \cdot m/s$$

2) L'energia cinètica de l'electró serà

$$E_c = \frac{m_e v_e^2}{2} = \frac{m_e^2 v_e^2}{2 m_e} = \frac{(m_e v_e)^2}{2 m_e} = \frac{p^2}{2 m_e} = \frac{(3,315 \cdot 10^{-27})^2}{2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31}} =$$

$$= 6,03 \cdot 10^{-24}\ J = 6,03 \cdot 10^{-24}\ J \cdot \frac{1\ eV}{1,6 \cdot 10^{-19}\ J} = 3,8 \cdot 10^{-5}\ eV$$

P.9.- (2002-A) Si la freqüència mínima que ha de tindre la llum per a extraure electrons d'un cert metall és de $8{,}5\cdot10^{14}$ Hz, es demana: 1) Calculeu l'energia cinètica màxima dels electrons, expressada en eV, que emet el metall quan s'il·lumina amb llum d' $1{,}3\cdot10^{15}$ Hz *(1 punt)* **2) Quina és la longitud d'ona de De Broglie associada a estos electrons?** *(1 punt)*

Dades: *Constant de Planck, $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s; massa de l'electró, $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg; càrrega de l'electró, $e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C.*

---

1) *A partir de l'equació d'Einstein de l'efecte fotoelèctric*

$$E_{fotó\ \ incident} = Treball\ \ d'extracció\ + E_{cinètica\ \ màxima\ \ de\ \ l'electró}$$

$$E_{c\,màx} = E_{fotó} - W_e = h\,\nu - h\,\nu_o = h\,(\nu - \nu_o)$$

Tenim que

$$E_{c\,màx} = h\,(\nu - \nu_o) = 6{,}63\cdot10^{-34}\cdot(1{,}3\cdot10^{15} - 8{,}5\cdot10^{14}) = 2{,}9835\cdot10^{-19}\ J = =$$

$$2{,}9835\cdot10^{-19}\ J\cdot\frac{1\ \ eV}{1{,}6\cdot10^{-19}\ J} = 1{,}86\ \ eV$$

2) *A partir de la hipòtesi de De Broglie: tota partícula en moviment (caracteritzat per una energia E i una quantitat de moviment p) té associada una ona, la longitud d'ona de la qual està donada per*

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

Com

$$E_c = \frac{m_e v_e^2}{2} = \frac{m_e^2 v_e^2}{2m_e} = \frac{(m_e v_e)^2}{2m_e} = \frac{p^2}{2m_e}$$

tenim que

$$p = \sqrt{2m_e E_c} = \sqrt{2\cdot9{,}1\cdot10^{-31}\cdot2{,}9835\cdot10^{-19}} = 7{,}37\cdot10^{-25}\ \ kg\ \ m/s$$

per tant

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6{,}63\cdot10^{-34}\ J\cdot s}{7{,}37\cdot10^{-25}\ \ kg\cdot m/s} = 9\cdot10^{-10}\ m$$

P.10.- (2002-B) Si s'il·lumina un cert metall amb llum monocromàtica de freqüència $1,2\cdot10^{15}$ Hz, és necessari aplicar un potencial de frenada de 2 V per a anul·lar el fotocorrent que es produeix. Es demana: 1) Determineu la freqüència mínima que ha de tindre la llum per a extraure electrons del citat metall *(1 punt)* **2) Si la llum fóra de 150 nm de longitud d'ona, calculeu la tensió necessària per a anul·lar el fotocorrent.** *(1 punt)*

***Dades**: Constant de Planck, $h = 6,63\cdot10^{-34}$ J·s; càrrega de l'electró, $e = 1,6\cdot10^{-19}$ C; Velocitat de la llum en el buit, $c = 3\cdot10^{8}$ m/s.*

A partir de l'equació d'Einstein de l'efecte fotoelèctric

$$E_{fotó\ \ incident} = Treball\ \ \ d'\,extracció\ \ +\ E_{cinètica\ \ màxima\ \ de\ \ l'\,electró}$$

tenim

$$h\ \nu = h\ \nu_o + \frac{m_e v_e^2}{2} = h\ \nu_o + e\ V_o$$

***1)** Segons les dades del problema:*

$\nu = 1,2 \cdot 10^{15}$ Hz

$V_o = 2$ V, és a dir $E_{c\ màxima\ de\ l'electró} = 2\ eV = 2\ eV \cdot \dfrac{1,6\cdot10^{-19}\ J}{1\ eV} = 3,2 \cdot 10^{-19}\ J$

Per tant, substituint dades

$$6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 1,2 \cdot 10^{15} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \nu_o + 3,2 \cdot 10^{-19}$$

d'on:

$$\nu_o \cong 7,17 \cdot 10^{14}\ \ Hz$$

***2)** Si $\lambda = 150$ nm $= 150 \cdot 10^{-9}$ m tenim que $\nu = \dfrac{c}{\lambda} = \dfrac{3\cdot10^{8}\ \ m/s}{150\cdot10^{-9}\ m} = 2\cdot10^{15}\ \ Hz$*

Com ara ν és major que ν_o, l'efecte fotoelèctric es produeix. Per tant, substituint dades en l'equació d'Einstein

$$6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2 \cdot 10^{15} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 7,17 \cdot 10^{14} + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot V_o$$

d'on

$$V_o \cong 5,32\ V$$

P.11.- (2003-A) El treball d'extracció del platí és $1{,}01 \cdot 10^{-18}$ J. L'efecte fotoelèctric es produeix en el platí quan la llum que incideix té una longitud d'ona menor que 198 nm. 1) Calcula l'energia cinètica màxima dels electrons emesos en cas d'il·luminar el platí amb llum de 150 nm. *(1 punt)* **2) Per una altra part, el treball d'extracció del níquel és $8 \cdot 10^{-19}$ J. S'observarà l'efecte fotoelèctric en el níquel amb llum de 480 nm?** *(1 punt)*

A partir de l'equació d'Einstein de l'efecte fotoelèctric

$$E_{\text{fotó incident}} = \text{Treball d'extracció} + E_{\text{cinètica màxima de l'electró}}$$

tenim

$$h\,\nu = h\,\nu_o + \frac{m_e v_e^2}{2} = h\,\nu_o + e\,V_o$$

com $\nu = \dfrac{c}{\lambda}$ *tenim que*

$$h\,\frac{c}{\lambda} = h\,\frac{c}{\lambda_o} + \frac{m_e v_e^2}{2} = h\,\frac{c}{\lambda_o} + e\,V_o$$

d'on

$$E_{\text{cinètica màxima de l'electró}} = E_{\text{fotó incident}} - \text{Treball d'extracció} = h\,\nu - h\,\nu_o =$$

$$= h\,\frac{c}{\lambda} - h\,\frac{c}{\lambda_o} = h\,c\,\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_o}\right) = W_e\,\lambda_o\,\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_o}\right)$$

ja que

$$W_e = h\,\nu_o = h\,\frac{c}{\lambda_o} \qquad \text{d'on} \qquad h\,c = W_e\,\lambda_o$$

1) *Per al platí, segons les dades del problema:*
$W_e = 1{,}01 \cdot 10^{-18}$ J
$\lambda_o = 198$ nm $= 198 \cdot 10^{-9}$ m
$\lambda = 150$ nm $= 150 \cdot 10^{-9}$ m
$h\,c = W_e\,\lambda_o = 1{,}01 \cdot 10^{-18} \cdot 198 \cdot 10^{-9} = 1{,}9998 \cdot 10^{-25}$ J·m

Per tant, substituint dades

$$E_{\text{cinètica màxima de l'electró}} =$$

$$= W_e\,\lambda_o\,\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_o}\right) = 1{,}9998 \cdot 10^{-25}\left(\frac{1}{150 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{198 \cdot 10^{-9}}\right) = 3{,}232 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

2) *Si, segons les dades del problema, per al níquel*

$$W_e = 8 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

a partir de

$$h\,c = W_e\,\lambda_o = 8 \cdot 10^{-19} \cdot \lambda_o = 1{,}9998 \cdot 10^{-25}\ \text{J·m}$$

tenim que, per al níquel

$$\lambda_{o\,\text{Níquel}} = \frac{1{,}9998 \cdot 10^{-25}}{8 \cdot 10^{-19}} = 2{,}49975 \cdot 10^{-7}\ \text{m} = 2{,}49975 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{9}\ \text{nm} = 249{,}975\ \text{nm}$$

i, com ara

$\lambda = 480$ nm *és major que* $\lambda_{o\,\text{Níquel}} \Rightarrow$ ***NO** ES PRODUEIX L'EFECTE FOTOELÈCTRIC*

P.12.- (2004-B) En il·luminar una superfície metàl·lica amb llum de dues longituds d'ona s'arranquen electrons que ixen amb diferents energies. En l'experiment es mesuren els potencials de frenada dels electrons produïts que resulten ser de 0,24 V per a una longitud d'ona de 0,579 µm i de 0,32 V per a la longitud d'ona de 0,558 µm. Es demana: 1) Utilitzant exclusivament les dades del problema, determina la freqüència llindar del metall. *(1,5 punts)* **2) El quocient η/ε entre la constant de Planck i la càrrega de l'electró.** *(0,5 punts)*
Dada: *$c = 3x10^8$ m/s.*

A partir de l'equació d'Einstein de l'efecte fotoelèctric

$$E_{\text{fotó incident}} = \text{Treball d'extracció} + E_{\text{cinètica màxima de l'electró}}$$

tenim

$$h\,\nu = h\,\nu_o + \frac{m_e v_e^2}{2} = h\,\nu_o + e\,V_o$$

$$h\,\nu - h\,\nu_o = e\,V_o$$

$$\frac{h}{e}(\nu - \nu_o) = V_o$$

Per tant, com $\nu = \dfrac{c}{\lambda}$ *tenim que*

$$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3\cdot 10^8\ m/s}{0{,}579\cdot 10^{-6}\ m} = 5{,}18\cdot 10^{14}\ Hz \quad i \quad V_{01} = 0{,}24\ V$$

$$\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3\cdot 10^8\ m/s}{0{,}558\cdot 10^{-6}\ m} = 5{,}38\cdot 10^{14}\ Hz \quad i \quad V_{01} = 0{,}32\ V$$

I substituint aquestes dades en l'expressió anterior

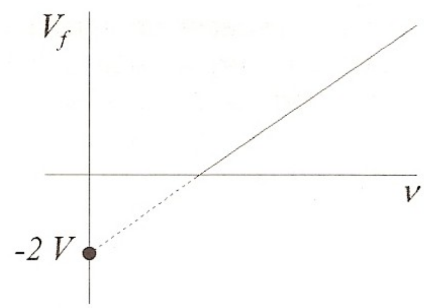
$$\frac{h}{e}(5{,}18\cdot 10^{14} - \nu_o) = 0{,}24$$

$$\frac{h}{e}(5{,}38\cdot 10^{14} - \nu_o) = 0{,}32$$

d'on $\nu_o = 4{,}58\cdot 10^{14}\ Hz$

i $\dfrac{h}{e} = 4\cdot 10^{-15}\ \dfrac{J\cdot s}{C}$

P.13.- (2006-A) La gràfica de la figura adjunta representa el potencial de frenada, V_f , d'una cèl·lula fotoelèctrica en funció de la freqüència, ν, de la llum incident. L'ordenada en l'origen té un valor de *- 2 V*. 1) Deduïu l'expressió teòrica de V_f en funció de ν . *(1 punt)* **2) Quin paràmetre característic de la cèl·lula fotoelèctrica podem determinar a partir de l'ordenada en l'origen? Determineu el seu valor i raoneu la resposta.** *(0,5 punts)* **3) Quin valor tindrà el pendent de la recta de la figura? Deduïu-lo.** *(0,5 punts)*



Dades: *$e = 1,6 \times 10^{-19}$ C; $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J s*

---

1) *A partir de l'equació d'Einstein de l'efecte fotoelèctric*

$$E_{fotó\ \ incident} = Treball\ \ d'\,extracció\ + E_{cinètica\ \ màxima\ \ de\ \ l'\,electró}$$

tenim

$$h\ \nu = h\ \nu_o + \frac{m_e v_e^2}{2} = h\ \nu_o + e\ V_f$$

$$e\ V_f = h\ \nu - h\ \nu_o$$

$$V_f = \frac{h}{e}\ \nu - \frac{h\,\nu_0}{e}$$

2) *Equació de primer grau que relaciona el potencial de frenada (V_f) amb la freqüència de la radiació incident (ν). La representació gràfica és una recta que té una ordenada en l'origen (V_{fo}, potencial de frenada quan $\nu = 0$) és*

$$V_{fo} = -2\,V = -\frac{h\,\nu_0}{e}$$

que ens permet calcular, tenint en compte les dades del problema, el valor de la freqüència llindar (ν_o) de la cèl·lula fotoeléctrica

$$\nu_o = -\frac{e\ V_{fo}}{h} = -\frac{1,6\cdot 10^{-19}\cdot(-2)}{6,6\cdot 10^{-34}} = 4,85\cdot 10^{14}\ \ Hz$$

3) *El pendent de la recta és (h/e) i el seu valor*

$$\frac{h}{e} = \frac{6,6\cdot 10^{-34}\ \ J\cdot s}{1,6\cdot 10^{-19}\ \ C} = 4,13\cdot 10^{-15}\ \ \frac{J\cdot s}{C}$$

P.14.- (2007-B) El treball d'extracció d'un metall és *3,3 eV* . Calculeu: 1) La velocitat màxima amb què són emesos els electrons del metall quan sobre la seua superfície incideix un feix de llum la longitud d'ona de la qual és λ = 0,3 μm. *(1,2 punts)* **2) La freqüència llindar i la longituid d'ona corresponent.** *(0,8 punts)*

Dades: *$h = 6{,}6\times10^{-34}$ Js; $c = 3{,}0\times10^{8}$ m/s; $e = 1{,}6\times10^{-19}$ C; $m_e = 9{,}1\times10^{-31}$ kg.*

A partir de l'equació d'Einstein de l'efecte fotoelèctric

$$E_{fotó\ \ incident} = \text{Treball d' extracció} + E_{cinètica\ \ màxima\ \ de\ \ l'electró}$$

tenim

$$h\ \ v = W_{extracció} + \frac{m_e v_{e,màx}^2}{2}$$

$$h\ \frac{c}{\lambda} = W_{extracció} + \frac{m_e v_{e,màx}^2}{2}$$

Per tant, substituint les dades (en unitats del S.I.)

$$6{,}6{\cdot}10^{-34}\ J{\cdot}s\ \ \frac{3{\cdot}10^{8}\ \ m/s}{0{,}3{\cdot}10^{-6}\ \ m} = 3{,}3\ eV \cdot \frac{1{,}6{\cdot}10^{-19}\ \ J}{1\ \ eV} + \frac{9{,}1\cdot 10^{-31}\ kg\ v_{e,màx}^2}{2}$$

$$6{,}6{\cdot}10^{-19} = 5{,}28\ \cdot 10^{-19} + \frac{9{,}1\cdot 10^{-31}\ kg\ v_{e,màx}^2}{2}$$

d'on

$$V_{e,máxima} = 5{,}39\cdot 10^{5}\ m/s$$