

ELECTRÒNICA FÍSICA

PROBLEMES DE FÍSICA QUÀNTICA

- 1** La regió visible de l'espectre està compresa entre 400 i 750 nm. Quin és l'interval d'energies corresponent a aquesta regió de l'espectre? Dóna la resposta en eV i en J.
- 2** La funció de treball d'una superfície de Na és 2.5 eV.
- (a) Determina la freqüència fotoelèctrica lliure.
 - (b) Emet electrons la superfície en ser il·luminada amb un feix de 550 nm?
- 3** Una làmpara de vapor de mercuri (per exemple, un tub fluorescent) emet radiació electromagnètica en un nombre petit de longituds d'ona. Una d'aquestes longituds d'ona és $\lambda = 546.1 \text{ nm}$. Determina per aquesta radiació:
- (a) la seva freqüència.
 - (b) l'energia dels fotons.
 - (c) el mòdul de la quantitat de moviment dels fotons.
 - (d) Suposant que aquest feix de llum monocromàtica té una intensitat de 1 W/m^2 , determinar el nombre de fotons per segon que travessen un àrea de 1 m^2 orientada perpendicularment a la direcció del feix.
- 4** Un electró i un fotó de raigs X tenen la mateixa energia: 2 keV. Determina la longitud d'ona de cadascun d'ells.
- 5** La longitud d'ona de de-Broglie d'una partícula de pols, de 10 μg de massa, és de $6.6 \cdot 10^{-23} \text{ m}$. Determina:
- (a) la seva velocitat.
 - (b) la seva energia cinètica.
- 6** Els electrons d'un tub de televisió s'acceleren en una diferència de potencial de 35 kV. Quina és la longitud d'ona d'un electró del feix?
- 7** L'energia cinètica d'un electró pot expressar-se en termes de la seva quantitat de moviment com $E_c = mv^2/2 = p^2/2m$.
- (a) Demuestra que la incertesa de l'energia cinètica ve donada per $\Delta E_c = v\Delta p$.

- (b) Un electró té una energia cinètica d'aproximadament 500 eV , i la seva posició es coneix amb una incertesa de 1 mm . Quina és la incertesa mínima de l'energia cinètica?
- 8** Determina la funció d'ona $\Psi(x, t)$ d'una partícula lliure (*i.e.*, no sotmesa a cap potencial extern) d'energia E , que es mou en direcció x .
- 9** Algunes molècules de colorants orgànics posseïxen una cadena d'uns quants àtoms de carboni en línia recta. Els electrons que fan d'enllaç entre aquests àtoms es comporten de forma semblant a com ho fan les partícules en una caixa de potencial. Per aquestes molècules s'utilitza un model senzill que suposa que l'electró es troba confinat en una caixa unidimensional de 0.94 nm .
- (a) Determina les energies dels quatre estats de menor energia.
- (b) Compara la densitat de probabilitat en el punt mig de la caixa pels estats $n = 3$ i $n = 4$.
- (c) El color del colorant és degut a la transició entre aquests estats. Quin color té el colorant?
- 10** Un oscil·lador harmònic quàntic (per exemple, una molècula diatòmica que vibra) té una freqüència de vibració $\nu_{\text{vib}} = 10^{13} \text{ Hz}$.
- (a) Quina és l'energia de vibració més baixa possible?
- (b) Quin és el canvi mínim possible en la seva energia?
- (c) Per quina freqüència el canvi mínim serà de 1 eV ? I de 1 J ?
- 11** Un àtom de nitrògen en una molècula es comporta aproximadament com un oscil·lador harmònic unidimensional amb una freqüència angular de vibració de $3.4 \cdot 10^{12} \text{ rad/s}$.
- (a) Determina l'energia de l'estat fonamental d'oscil·lació.
- (b) Mitjançant l'absorció d'un fotó, l'oscil·lador realitza una transició des de l'estat fonamental al primer estat excitat $n = 1$. Determina la freqüència del fotó necessari.

SOLUCIONS

- 1** $E_{\text{min}} = 2.65 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1.66 \text{ eV}$, $E_{\text{max}} = 4.97 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3.11 \text{ eV}$,
- 2** (a) $6.0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, (b) no.
- 3** (a) $5.5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, (b) 2.28 eV , (c) $1.21 \cdot 10^{-27} \text{ kg m/s}$, (d) $2.75 \cdot 10^{18} \text{ fotons/s}$.
- 4** $2.7 \cdot 10^{-11} \text{ m}$, $6.2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

- 5** (a) 1 mm/s , (b) 31 keV
- 6** $9 \cdot 10^{-12} \text{ m}$
- 7** (b) $3 \cdot 10^{-6} \text{ eV}$
- 8** $A e^{i(kx - Et/\hbar)} + B e^{-i(kx - Et/\hbar)}$
- 9** (a) 0.43 eV , 1.7 eV , 3.87 eV , 6.88 eV , (b) 2.1 nm^{-1} , 0 , (c) 413 nm , violeta
- 10** (a) 0.02 eV , (b) 0.04 eV , (c) $2.4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, $1.5 \cdot 10^{33} \text{ Hz}$
- 11** (a) 0.0011 eV , (b) $5.3 \cdot 10^{11} \text{ Hz}$