

Exercice 1 : De Broglie au quotidien

1. L'énergie cinétique est $E_c = 100 \text{ eV}$. $p = \sqrt{2mE_c}$. $\lambda = h/p \approx 1.23 \text{ \AA}$. C'est l'ordre de grandeur atomique.
2. $p = mv \approx 97 \text{ kg.m/s}$. $\lambda \approx 6.8 \times 10^{-36} \text{ m}$. Totalement négligeable devant toute ouverture physique. Pas de diffraction.
3. $\Delta x \approx 10^{-15} \text{ m}$. $\Delta p \approx \hbar/\Delta x$. $E \approx (\Delta p)^2/2m \approx 2 \text{ MeV}$. (Voir calcul précédent).

Exercice 2 : Effet Photoélectrique

1. $E = hc/\lambda = 1240/200 = 6.2 \text{ eV}$.
2. $E > W$ ($6.2 > 4.3$), donc oui. $K_{max} = E - W = 1.9 \text{ eV}$.
3. $eU_0 = K_{max} \implies U_0 = 1.9 \text{ V}$.

Exercice 3 : Effet de serre

1. La puissance émise par la terre est de $P = 4\pi\sigma_s R_T^2 T^4$. Celle reçue du soleil est celle émise par le soleil multiplié par la fraction du ciel (vue du soleil) que la Terre représente. Donc, $P_r = 4\pi\sigma_s R_S^2 T_S^4 \times \frac{\pi R_T^2}{4\pi D^2}$. La puissance absorbée réellement est celle reçue multiplié par $(1 - A)$. On en déduit la température terrestre en se plaçant à équilibre thermique, où on a alors $P = (1 - A)P_r$.
2. On considère l'atmosphère comme un corps noir entourant la Terre, à température T_1 . On fait un bilan d'équilibre thermique pour la terre et un deuxième bilan pour son atmosphère, en supposant que l'atmosphère absorbe une quantité f de l'énergie de rayonnement qui l'atteint.

Exercice 4 : émission par une lampe

On a $nh\nu = P$ d'où $n = P\lambda/(hc)$

Exercice 5 : Plutôt proton ou électron ?

1. $p = \sqrt{2mE_c}$ d'où p est plus élevé pour un proton d'où la longueur de Broglie est plus élevée pour un électron.
2. Les longueurs sont les mêmes
3. $p = mv$ d'où la longueur de Broglie est plus élevée pour un électron.

Exercice 6 : Niveaux d'énergies

Si on essaye de tout quantifier ici, on doit commencer par supposer que la circonference de rotation de l'électron est un multiple entier de sa longueur de Broglie. Donc, $2\pi R = n\lambda$. D'autre part, la force de Coulomb induit une acceleration centripete de $a = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 R^2}$ d'où la vitesse de l'électron est de \sqrt{ra} . Or, cette vitesse est aussi p/m soit $h/(\lambda m)$. Finalement, cela donne $r = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m Z e^2}$.

Ensuite, l'énergie totale est l'énergie cinétique moins celle potentielle, ce qui donne $E_n = -\frac{e^4 m Z^2}{8n^2 h^2 \epsilon_0}$

Exercice 7 : Pression de radiation

Comment marche la pression de radiation ? les photons arrivent sur la voile, et quand ils y arrive, il rebondissent dessus et l'accélèrent donc. La quantité de mouvement induite par chaque photon est de $p = \frac{hc}{\lambda}$. On suppose que tous les photons sont à 400nm, la longueur d'onde du visible. On a alors que si une puissance P arrive sur la voile durant un temps dt , $n\hbar\nu = Pdt$ d'où $n = \frac{Pdt}{\hbar\nu}$ d'où la quantité de mouvement gagné est de $\Delta p = n\frac{hc}{\lambda} = \frac{Pdt}{c}$. La vitesse gagnée est donc de $\frac{Pdt}{mc}$. Or, à une distance R , si la puissance totale rayonnée par le soleil est de P , cette puissance reçue vaut $P\frac{S}{4\pi R^2}$. Donc, l'accélération est de $a = \frac{S}{4\pi r^2 mc}$.

Exercice 8 : Contrôle routier

Pendant les 0,01 secondes de flash, la voiture a parcouru 1m. Du point de la caméra, l'incertitude est donc de 1m. Donc par le principe d'incertitude d'Heisenberg, $\Delta v = \frac{\hbar}{2m\Delta x} = 5 \times 10^{-37} m \cdot s^{-1}$, donc il n'y a pas de problème pour arriver à déterminer si la voiture roule au-dessus des limites de vitesses.

Exercice 9 : La queue des comètes

Schématiquement, la comète ne se déplace pas dans le vide, mais dans un gaz de photon (ceux émis par le soleil), qui chauffe et font s'évaporer les bords d'une comète, puis ralentissent ces petites particules issus de la comète par pression radiative. La comète elle-même, est bien plus lourde par rapport à sa surface, et donc l'attraction gravitationnelle y est beaucoup plus forte que la pression radiative. Pour les petites particules ce n'est plus le cas. La queue de la comète pointe donc dans une direction qui est une moyenne de la direction opposée au soleil et de la direction d'où vient la comète.

Exercice 10 : Refroidissement par laser

On éclaire ce gaz à une fréquence juste en dessous d'une de ses fréquences d'absorption. A cause de l'effet doppler relativiste, le gaz voit les photons à une fréquence plus élevée, correspondant à sa fréquence d'absorption, et va donc les absorber, puis se déexciter en émettant des photons à cette fréquence. On a donc échangé des photons d'une fréquence avec des photons d'une autre fréquence plus élevée. Il émet donc plus d'énergie qu'il n'en reçoit. Donc il doit ralentir. Comme diminuer v signifie diminuer T , il va se refroidir.

Exercice 11 : Laser

On veut que les atomes émettent tous à une certaine fréquence. Autrement dit, on veut tous qu'il s'excite de la même manière (comme ça ils se déexciteront aussi de la même manière).

On peut remarquer que si j'ai de la lumière monochromatique, il me suffit juste d'éclairer avec cette lumière mes atomes, et alors naturellement il s'exciteront de manière monochromatique.

Mais comment faire cela ? Je peux prendre un premier groupe d'atome qui émette de manière multichromatique, envoyer cette lumière à travers un dispositif optique qui filtre tout sauf la fréquence que je veux (par exemple avec des fentes et des miroirs pour utiliser les propriétés d'intéférences pour distinguer les longueurs d'ondes) puis envoyer cette lumière sur mes atomes, qui émettront alors à la bonne fréquence. Le tour est joué.