

Chapitre 1 : Les constituants élémentaires de l'atome

1. Définitions et notions devant être acquises à l'issue de ce chapitre : Atome | Electron | Proton | Neutron | Nucléon | ,Isotope | Composé | Elément Chimique | Molécule | Nombre d'Avogadro | Densité | Masse Volumique | Mole | Volume Molaire | Effet Photoélectrique | Photon | Longueur d'Onde | Relation de de Broglie | Dualité Onde-Corpuscule | Electron-Volt (eV) | Masse Atomique | Expérience de Rutherford , Nombre de Masse | Numéro Atomique | Quanta | Rayons Cathodiques| Faisceau Monocinétique |
2. **[S1]** Quelle est la masse en gramme(s) d'un atome de fer ? Correspond-elle à la masse des électrons plus la masse des nucléons ? En déduire l'énergie de liaison par nucléon.
3. *Quelle serait la masse d'une tête d'épingle virtuelle (d'un 1 mm de diamètre) qui ne serait constituée que de matière ? Quelle est l'origine de l'existence du vide qui la compose et dont elle est essentiellement constituée ?*
4. **[S1]** Détermination du nombre d'Avogadro : Rutherford et Boltwood en 1911 ont montré qu'une préparation de radium de 1 g libérait $27,8 \cdot 10^{-3}$ mg d'hélium en 1 an ce qui correspond à l'émission de $13,8 \cdot 10^{10}$ particules α par seconde (${}^4_2\text{He}^{2+}$). En déduire : la masse d'un atome d'hélium, l'équivalent en grammes de l'unité de masse atomique, le nombre d'Avogadro.
5. **COURS** Qu'est-ce qu'un nombre d'onde ? un cm^{-1} ? un m^{-1} ? Quelle relation existe t-il entre le mètre⁻¹ et le centimètre⁻¹ ? Donner l'équivalent en J, eV, de l'énergie associée à un photon de nombre d'onde 3850 cm^{-1} . Que vaut la longueur d'onde λ de l'onde associée ? (en m ?, nm ?, cm ?, μm ?)
6. *Déterminer la fréquence d'une radiation électromagnétique de longueur d'onde: 1 Å ; 5000 Å ; 4,4 μm ; 89 m ; 562 nm.*
7. *Quelle est l'énergie associée à une mole de photons ayant pour longueur d'onde dans le vide $\lambda = 400 \text{ nm}$.*
8. **[S1]** Calculer le facteur de conversion A qui lie l'énergie d'un photon, exprimée en électron-volts (eV) à sa longueur d'onde, exprimée en micromètres (μm) suivant la relation suivante : $E(\text{eV}) = \frac{A}{\lambda(\mu\text{m})}$
9. **COURS** Décrire deux expériences permettant de montrer l'aspect ondulatoire d'une part, et l'aspect corpusculaire d'autre part de la lumière. Même question pour une particule élémentaire ayant une masse m.
10. **[S2]** Soit un proton de masse $m = 1,67 \cdot 10^{-24}$ g, possédant l'énergie cinétique $E_C = 1 \text{ KeV}$. Calculer la longueur d'onde λ associée à ce proton.
11. *Calculer la longueur d'onde d'un électron dans un accélérateur de particules de 10GeV (1GeV = 10^9 eV).*
12. *On a mené une expérience de diffraction électronique sur un faisceau d'électrons accélérés sous une différence de potentiel de 10 kV. Quelle était la longueur d'onde du faisceau d'électrons ?*
13. *Quelle est la longueur d'onde associée aux électrons thermiques à température ambiante et à 4 K (on prendra pour valeur de l'énergie thermique $k_B T$)*

14. On bombarde une cible métallique de fer ($Z = 26$) avec un faisceau d'électrons monocinétiques accélérés sous une tension de $V_0 = 100 \text{ kV}$. Calculer l'énergie cinétique des électrons incidents, calculer la longueur d'onde associée λ en Å.
15. [S2] Lorsqu'un rayonnement électromagnétique monochromatique de longueur d'onde 450 nm parvient sur une surface de césium métallique, des électrons sont émis avec une énergie égale au maximum à 1,10 eV.
- 1) De quelle expérience s'agit-il ? Quelle est l'énergie nécessaire pour extraire un électron d'un cristal de césium ${}_{55}\text{Cs}$ en eV et joules ?
 - 2) Quelle est la vitesse maximale des électrons émis ?
 - 3) Pour quelle longueur d'onde incidente leur vitesse serait-elle nulle ?
 - 4) On utilise le césium métallique comme surface photosensible dans des cellules photoélectriques. Dans quel domaine de longueur d'onde peut-on l'utiliser ?
16. [S3] On a trouvé que les molécules gazeuses d'iode se dissocient en atomes après absorption de lumière pour des longueurs d'onde inférieures à 4995 Å. Si chaque quantum est absorbé par une molécule de I_2 , quel est l'apport d'énergie minimum, en kcal/mol, nécessaire pour dissocier I_2 par ce procédé photochimique ?
17. Une cellule photoélectrique réagit pour une longueur d'onde maximale de 680 nm. Quelle est l'énergie nécessaire pour extraire un électron de la photocathode ? Si l'on éclaire cette cathode avec une radiation de longueur d'onde 400 nm, quelle est la vitesse maximale des photoélectrons émis ?
18. a) L'énergie seuil du sodium est égale à $3.65 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Déterminer la fréquence seuil du sodium. b) A partir de cette fréquence seuil, calculer l'énergie cinétique des électrons qui seront éjectés si la surface du sodium est exposée à des rayons ultraviolets dont la longueur d'onde égale 180 nm.
19. [S3] Les données concernant l'effet photoélectrique de l'argent ${}_{47}\text{Ag}$ sont présentées dans le tableau suivant :

Fréquence du rayonnement incident $\cdot 10^{-15} \text{ (Hz)}$	Energie cinétique des électrons éjectés $\cdot 10^{19} \text{ (J)}$
2,00	5,90
2,50	9,21
3,00	12,52
3,50	15,84
4,00	19,15

A partir d'un calcul de régression linéaire ou d'un graphique, (énergie cinétique des électrons éjectés en fonction de la fréquence du rayonnement incident) déterminer la valeur de la constante de Planck et la fréquence seuil de l'argent.