BURHAN

Atome et mécanique de Newton : exercices, entraînement

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Version en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/atome-et-mecanique-de-newton/exercices/entrainement

Chapitre	Palier	Exercices
Atome et mécanique de Newton	Entraînement	7

Exercice 1

Deux électrons : gravitation et interaction électrostatique

Deux électrons d'un faisceau sont, à un instant donné, séparés par la distance d. On les assimile à des corps ponctuels.

Grandeur	Valeur
charge d'un électron	$-e$, avec $e = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$
masse d'un électron	$m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}\ \mathrm{kg}$
distance	$d = 1{,}00 \times 10^{-10}\ \mathrm{m}$
constante de Coulomb	$k = 9{,}00 \times 10^{9}\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot C^{-2}}$
constante de gravitation	$G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}}$

1.

Pour chacune des deux interactions, dire si les forces sont attractives ou répulsives.

INDICE

Outil : la gravitation attire toujours ; pour l'interaction électrostatique, regarde les signes des charges.

CORRIGÉ

Gravitation. Les deux masses s'attirent, comme toutes les masses.

Interaction électrostatique. Les deux charges sont négatives, donc de même signe : les électrons se repoussent.

Conclusion. Les forces gravitationnelles sont attractives ; les forces électrostatiques sont répulsives.

2.

Calculer la valeur F_e de la force électrostatique et la valeur F_g de la force gravitationnelle.

INDICE

Outil : les expressions des deux forces d'interaction, en unités SI.

CORRIGÉ

Force électrostatique. $F_e = k\,\dfrac{e^2}{d^2}$:

$$\begin{aligned} F_e &= \frac{9{,}00 \times 10^{9}}{(1{,}00 \times 10^{-10})^2} \\ &\quad \times (1{,}60 \times 10^{-19})^2 \\ F_e &\approx 2{,}30 \times 10^{-8}\ \mathrm{N} \end{aligned}$$

Force gravitationnelle. $F_g = G\,\dfrac{m_e^2}{d^2}$:

$$\begin{aligned} F_g &= \frac{6{,}67 \times 10^{-11}}{(1{,}00 \times 10^{-10})^2} \\ &\quad \times (9{,}11 \times 10^{-31})^2 \\ F_g &\approx 5{,}54 \times 10^{-51}\ \mathrm{N} \end{aligned}$$

Conclusion. $F_e \approx 2{,}30 \times 10^{-8}\ \mathrm{N}$ et $F_g \approx 5{,}54 \times 10^{-51}\ \mathrm{N}$.

3.

Montrer que le rapport $\dfrac{F_e}{F_g}$ ne dépend pas de la distance d, puis le calculer.

INDICE

Outil : écris le rapport des deux expressions avant de remplacer par des nombres.

CORRIGÉ

Rapport littéral.

$$\begin{aligned} \frac{F_e}{F_g} &= \frac{k\,e^2/d^2}{G\,m_e^2/d^2} \\ \frac{F_e}{F_g} &= \frac{k\,e^2}{G\,m_e^2} \end{aligned}$$

Le facteur d^2 se simplifie : le rapport ne dépend pas de d.

Application numérique. Avec les forces non arrondies, $\dfrac{F_e}{F_g} \approx 4{,}16 \times 10^{42}$.

Conclusion. Le rapport vaut environ $4{,}16 \times 10^{42}$, à toute distance.

4.

Les deux électrons s'éloignent jusqu'à $d' = 3{,}00 \times 10^{-10}\,\mathrm{m}$. Comment évoluent F_e, F_g et leur rapport ? Laquelle des deux interactions mutuelles l'emporte ?

INDICE

Outil : chaque force est proportionnelle à l'inverse de d au carré.

CORRIGÉ

Distance triplée. $d' = 3\,d$, donc chaque force est divisée par $3^2 = 9$: $F_e' \approx 2{,}56 \times 10^{-9}\,\mathrm{N}$ et $F_g' \approx 6{,}15 \times 10^{-52}\,\mathrm{N}$.

Rapport. Les deux forces sont divisées par le même nombre : le rapport reste égal à $4{,}16 \times 10^{42}$.

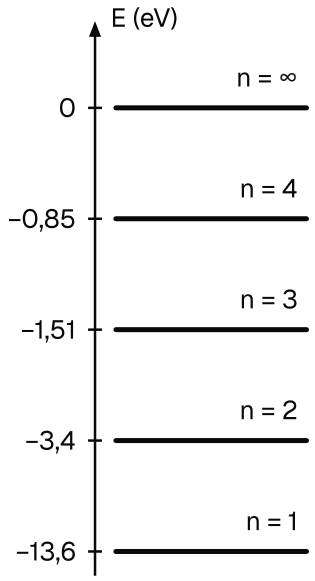
Conclusion. Les deux forces diminuent, leur rapport ne change pas : des deux interactions mutuelles, seule la répulsion électrostatique compte, la gravitation est négligeable.

Exercice 2

Raies d'un atome d'hydrogène excité au niveau 4

Des atomes d'hydrogène sont portés au niveau $n = 4$. Le diagramme montre les quatre premiers niveaux, d'énergies $E_n = -\dfrac{E_0}{n^2}$ avec $E_0 = 13{,}6\,\text{eV}$.

Données : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\,\text{J}\cdot\text{s}$; $c = 3{,}00 \times 10^{8}\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; $1\,\text{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\,\text{J}$.



Quatre premiers niveaux de l'atome d'hydrogène, échelle non proportionnelle

1.

En revenant à l'état fondamental, directement ou par étapes, ces atomes émettent des raies. Combien de raies différentes sont possibles ? Les nommer par leurs niveaux.

INDICE

Outil : chaque raie correspond à un couple de niveaux, du plus haut vers le plus bas.

CORRIGÉ

Couples de niveaux. Depuis $n = 4$: vers 3, 2 ou 1 ; depuis $n = 3$: vers 2 ou 1 ; depuis $n = 2$: vers 1.

Conclusion. Six raies différentes sont possibles : $4 \to 3$, $4 \to 2$, $4 \to 1$, $3 \to 2$, $3 \to 1$ et $2 \to 1$.

2.

Quelle transition donne la raie de plus courte longueur d'onde ? Calculer cette longueur d'onde et nommer son domaine.

INDICE

Outil : la longueur d'onde la plus courte correspond au plus grand écart d'énergie.

CORRIGÉ

Plus grand écart. C'est la transition $4 \to 1$:

$$\Delta E = E_0 \left(1 - \frac{1}{16}\right)$$
$$\Delta E = 12{,}75\,\text{eV}$$

soit $2{,}04 \times 10^{-18}\,\text{J}$.

Longueur d'onde.

$$\lambda = \frac{h\,c}{\Delta E}$$
$$\lambda \approx 9{,}75 \times 10^{-8}\,\text{m}$$

Conclusion. La raie $4 \to 1$ a la plus courte longueur d'onde, $97{,}5\,\text{nm}$ environ : elle est ultraviolette.

3.

Quelle transition donne la raie de plus grande longueur d'onde ? Calculer cette longueur d'onde et nommer son domaine.

INDICE

Outil : calcule les écarts avec l'expression des niveaux ; le diagramme n'est pas à l'échelle et ne permet pas de les comparer.

CORRIGÉ

Plus petit écart. C'est la transition $4 \to 3$, sans arrondir E_3 :

$$\Delta E = E_0 \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}\right)$$
$$\Delta E \approx 0{,}661\,\text{eV}$$

soit $1{,}06 \times 10^{-19}\,\text{J}$.

Longueur d'onde.

$$\lambda = \frac{h\,c}{\Delta E}$$
$$\lambda \approx 1{,}88 \times 10^{-6}\,\text{m}$$

Conclusion. La raie $4 \to 3$ a la plus grande longueur d'onde, $1{,}88 \times 10^{3}\,\text{nm}$ environ : elle est infrarouge.

Exercice 3

Trois photons reçus par l'hydrogène dans l'état fondamental

Des atomes d'hydrogène, tous dans l'état fondamental, reçoivent séparément trois photons. Les niveaux d'énergie sont $E_n = -\dfrac{E_0}{n^2}$, avec $E_0 = 13{,}6\,\text{eV}$.

Photon	Énergie (eV)
A	$13{,}2$
B	$12{,}3$
C	$14{,}5$

Données : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\,\text{J}\cdot\text{s}$; $1\,\text{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\,\text{J}$.

1.

Calculer les écarts $E_n - E_1$ pour $n = 2$ à $n = 6$, à trois chiffres significatifs, ainsi que l'énergie d'ionisation.

INDICE

Outil : l'expression des niveaux donnée dans l'énoncé, appliquée au niveau n et à l'état fondamental.

CORRIGÉ

Écarts. Pour chaque niveau, $E_n - E_1 = E_0\left(1 - \dfrac{1}{n^2}\right)$.

n	$E_n - E_1$ (eV)
2	$10{,}2$
3	$12{,}1$
4	$12{,}8$
5	$13{,}1$
6	$13{,}2$

Ionisation. $E_{\text{ion}} = E_0 = 13{,}6\,\text{eV}$; les écarts suivants se resserrent sous cette valeur.

Conclusion. Les écarts permis valent environ $10{,}2$; $12{,}1$; $12{,}8$; $13{,}1$; $13{,}2\,\text{eV}$, et l'ionisation demande $13{,}6\,\text{eV}$.

2.

Pour chaque photon, dire s'il est absorbé et dans quel état se trouve ensuite l'atome.

INDICE

Outil : absorption seulement pour une énergie égale à un écart, sauf si le photon suffit à ioniser.

CORRIGÉ

Photon A. $13{,}2\,\mathrm{eV}$ égale l'écart vers $n = 6$, à la précision des données : il est absorbé, l'atome passe au niveau $n = 6$.

Photon B. $12{,}3\,\mathrm{eV}$ se situe entre $12{,}1$ et $12{,}8\,\mathrm{eV}$: aucun écart ne lui est égal, il n'est pas absorbé.

Photon C. $14{,}5\,\mathrm{eV} > 13{,}6\,\mathrm{eV}$: il suffit à ioniser l'atome.

Conclusion. A est absorbé (niveau 6), B traverse le gaz sans être absorbé, C ionise l'atome.

3.

Calculer la fréquence du photon A.

INDICE

Outil : la relation entre l'énergie d'un photon et sa fréquence, avec l'énergie en joules.

CORRIGÉ

Énergie en joules. $E_A = 13{,}2 \times 1{,}60 \times 10^{-19} \approx 2{,}11 \times 10^{-18}\,\mathrm{J}$.

Fréquence.

$$\nu = \frac{E_A}{h}$$
$$\nu \approx 3{,}19 \times 10^{15}\,\mathrm{Hz}$$

Conclusion. Le photon A a une fréquence d'environ $3{,}19 \times 10^{15}\,\mathrm{Hz}$.

4.

On dispose d'une source qui n'émet que des photons A et d'une autre qui n'émet que des photons B. On a aussi un tube contenant des atomes d'hydrogène, dont les parois laissent passer ces photons, et un détecteur qui mesure l'intensité lumineuse reçue.

Proposer un montage et un protocole pour vérifier la réponse de la question 2 pour les photons A et B.

INDICE

Outil : une absorption se repère à ce qu'elle retire à la lumière qui traverse le gaz.

CORRIGÉ

Montage. La source, le tube puis le détecteur sont alignés sur le trajet de la lumière.

Protocole. Avec la source de photons A, mesurer l'intensité reçue sans le tube, puis avec le tube. Recommencer avec la source de photons B, à la même distance du détecteur.

Exploitation. Avec A, l'intensité reçue baisse quand le tube est en place ; avec B, elle reste presque la même.

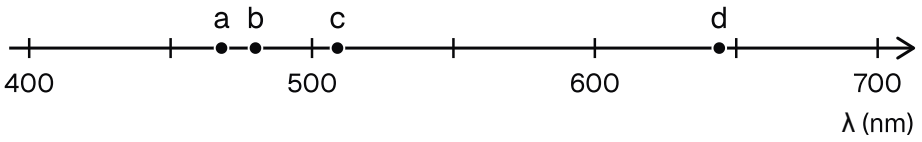
Conclusion. La comparaison des intensités, avec et sans hydrogène, vérifie que le gaz absorbe les photons A et laisse passer les photons B.

Exercice 4

Spectre mesuré d'une lampe au cadmium

Au spectroscope, une lampe au cadmium donne quatre raies, repérées par les lettres a à d sur la figure. Leurs longueurs d'onde mesurées valent $\lambda_a = 468\,\text{nm}$, $\lambda_b = 480\,\text{nm}$, $\lambda_c = 509\,\text{nm}$ et $\lambda_d = 644\,\text{nm}$.

Données : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\,\text{J}\cdot\text{s}$; $c = 3{,}00 \times 10^{8}\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; $1\,\text{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\,\text{J}$.



Raies d'émission du cadmium : a et b bleues, c verte, d rouge

1.

Pourquoi le spectre de la lampe est-il formé de raies séparées, et non d'une bande continue ?

INDICE

Outil : relie chaque raie à une transition entre deux niveaux d'énergie.

CORRIGÉ

Niveaux. L'énergie de l'atome de cadmium est quantifiée : seuls quelques écarts entre niveaux existent.

Raies. Chaque transition émet des photons d'une seule énergie, donc d'une seule longueur d'onde.

Conclusion. Le spectre ne contient que les longueurs d'onde de ces quelques transitions : c'est un spectre de raies.

2.

Calculer, en électronvolts, l'énergie des photons de la raie rouge d.

INDICE

Outil : $E = \dfrac{h\,c}{\lambda}$, avec λ en mètres, puis conversion en électronvolts.

CORRIGÉ

Énergie en joules.

$$E_d = \frac{h\,c}{\lambda_d}$$
$$E_d \approx 3{,}09 \times 10^{-19}\,\text{J}$$

Conclusion. En divisant par $1{,}60 \times 10^{-19}$, $E_d \approx 1{,}93\,\text{eV}$: l'atome perd cette énergie lors de la transition.

3.

Calculer de même l'énergie des photons des raies a et c.

INDICE

Outil : l'énergie d'un photon varie comme l'inverse de la longueur d'onde.

CORRIGÉ

Raie a. $E_a = \dfrac{h\,c}{\lambda_a} \approx 4{,}25 \times 10^{-19}\ \text{J}$, soit $E_a \approx 2{,}66\ \text{eV}$.

Raie c. $E_c = \dfrac{h\,c}{\lambda_c} \approx 3{,}91 \times 10^{-19}\ \text{J}$, soit $E_c \approx 2{,}44\ \text{eV}$.

Conclusion. Les photons de la raie a transportent environ $2{,}66\ \text{eV}$, ceux de la raie c environ $2{,}44\ \text{eV}$.

4.

Les raies a, b et c sont émises par des atomes qui quittent un même niveau supérieur E_s. Laquelle des trois aboutit au niveau le plus bas ? Justifier sans nouveau calcul.

INDICE

Outil : que vaut le niveau d'arrivée en fonction de E_s ?

CORRIGÉ

Niveau d'arrivée. L'atome perd l'énergie du photon : il arrive au niveau $E_s - \Delta E$, d'autant plus bas que ΔE est grand.

Écarts. Plus la longueur d'onde est courte, plus l'écart ΔE est grand ; λ_a est la plus courte des trois.

Conclusion. La raie a, de plus courte longueur d'onde, aboutit au niveau le plus bas des trois.

5.

Le spectroscope du laboratoire est muni d'une échelle graduée en divisions, et une lampe de référence donne des raies de longueurs d'onde connues. Proposer un protocole qui permet de mesurer les longueurs d'onde des raies du cadmium.

INDICE

Outil : l'échelle donne des positions, pas des longueurs d'onde : il faut d'abord la relier à des longueurs d'onde connues.

CORRIGÉ

Étalonnage. Éclairer la fente avec la lampe de référence ; relever la position de chacune de ses raies sur l'échelle ; tracer la longueur d'onde en fonction de la position.

Mesure. Remplacer la lampe de référence par la lampe au cadmium, sans rien déplacer ; relever la position de chaque raie.

Exploitation. Lire sur la courbe d'étalonnage la longueur d'onde qui correspond à chaque position relevée.

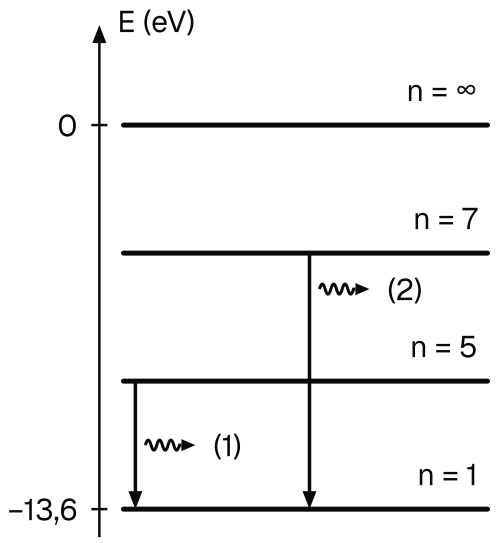
Conclusion. Un étalonnage de l'échelle par des raies connues, puis la lecture des positions des raies du cadmium sur la courbe, donnent leurs longueurs d'onde.

Exercice 5

Raies ultraviolettes de l'hydrogène et longueur d'onde limite

Le diagramme montre deux transitions de l'atome d'hydrogène qui aboutissent à l'état fondamental, depuis les niveaux $n = 5$ et $n = 7$. Les niveaux sont $E_n = -\dfrac{E_0}{n^2}$, avec $E_0 = 13{,}6\,\text{eV}$.

Données : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\,\text{J}\cdot\text{s}$; $c = 3{,}00 \times 10^{8}\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; $1\,\text{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\,\text{J}$.



Transitions de l'hydrogène des niveaux 5 et 7 vers l'état fondamental, échelle non proportionnelle

1.

Montrer que la transition (1) émet une radiation de longueur d'onde voisine de $95{,}2\,\text{nm}$.

INDICE

Outil : la relation entre l'écart de deux niveaux et la longueur d'onde du photon émis.

CORRIGÉ

Écart. $\Delta E \approx 13{,}06\,\text{eV}$, soit $2{,}09 \times 10^{-18}\,\text{J}$.

Longueur d'onde.

$$\lambda_1 = \frac{h\,c}{\Delta E}$$
$$\lambda_1 \approx 9{,}52 \times 10^{-8}\,\text{m}$$

Conclusion. La transition (1) émet une radiation de longueur d'onde $\lambda_1 \approx 95{,}2\,\text{nm}$.

2.

Calculer la longueur d'onde λ_2 de la transition (2). Dans quel domaine se trouvent ces deux radiations ?

INDICE

Outil : même démarche, avec $n = 7$, sans arrondir l'écart.

CORRIGÉ

Écart. $\Delta E = E_0 \left(1 - \dfrac{1}{49}\right) \approx 13{,}32\,\text{eV}$.

Longueur d'onde.

$$\lambda_2 = \frac{h\,c}{\Delta E}$$
$$\lambda_2 \approx 9{,}33 \times 10^{-8}\,\text{m}$$

Conclusion. $\lambda_2 \approx 93{,}3\,\text{nm}$; les deux radiations, bien en dessous de $400\,\text{nm}$, sont ultraviolettes.

3.

Montrer qu'aucune raie qui aboutit à l'état fondamental ne peut avoir une longueur d'onde inférieure à $91{,}4\,\text{nm}$ environ.

INDICE

Outil : l'écart $E_p - E_1$ augmente avec p mais reste inférieur à $E_\infty - E_1$.

CORRIGÉ

Majoration de l'écart. Pour tout niveau p, $E_p < 0$, donc $E_p - E_1 < 0 - E_1 = E_0 = 13{,}6\,\text{eV}$.

Longueur d'onde minimale. $\lambda = \dfrac{h\,c}{E_p - E_1}$ est donc supérieure à

$$\lambda_{\text{lim}} = \frac{h\,c}{E_0}$$
$$\lambda_{\text{lim}} \approx 9{,}14 \times 10^{-8}\,\text{m}$$

Conclusion. Toute raie qui aboutit à l'état fondamental a une longueur d'onde supérieure à $91{,}4\,\text{nm}$ environ, valeur dont elle s'approche quand p grandit.

Exercice 6

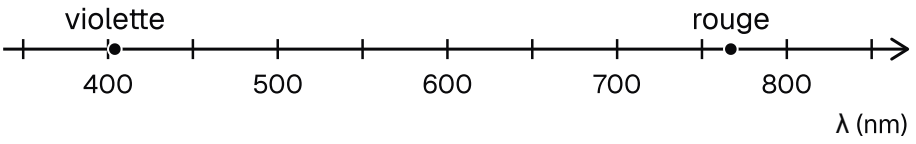
Spectre d'absorption de la vapeur de potassium

On veut observer le spectre d'absorption de la vapeur de potassium, contenue dans une ampoule de verre que l'on peut chauffer. Une lampe au potassium donne, elle, les raies d'émission du tableau.

Raies d'émission du potassium (nm)
404 ; 535 ; 580 ; 691 ; 767

Le relevé de la figure montre les deux raies noires obtenues, à $404\,\text{nm}$ et $767\,\text{nm}$. Les atomes de la vapeur sont dans l'état fondamental, d'énergie $E_1 = -4{,}34\,\text{eV}$.

Données : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\,\text{J}\cdot\text{s}$; $c = 3{,}00 \times 10^{8}\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; $1\,\text{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\,\text{J}$.



Raies noires relevées sur le spectre d'absorption de la vapeur de potassium

1.

Proposer un montage et un protocole pour obtenir ce spectre d'absorption.

INDICE

Outil : de quoi a-t-on besoin pour produire la lumière, lui faire traverser la vapeur, puis la disperser ?

CORRIGÉ

Montage. Une lampe à incandescence, de lumière blanche ; l'ampoule de vapeur chauffée sur le trajet de la lumière ; une fente fine ; un prisme ou un réseau ; un écran.

Protocole. Observer d'abord le spectre de la lampe seule, continu ; placer l'ampoule chauffée et repérer les raies noires ; mesurer leurs longueurs d'onde avec une échelle étalonnée.

Conclusion. Lumière blanche, vapeur, fente puis prisme ou réseau : les raies noires s'observent par comparaison avec le spectre continu de la lampe seule.

2.

Décrire l'aspect du spectre obtenu. Comparer la place de ses raies noires à celle des raies d'émission du tableau.

INDICE

Outil : un gaz absorbe les radiations qu'il peut émettre entre les mêmes niveaux.

CORRIGÉ

Aspect. Un spectre continu, du violet au rouge, barré de deux raies noires.

Comparaison. Les raies noires, à $404\,\mathrm{nm}$ et $767\,\mathrm{nm}$, occupent les places de deux raies d'émission du tableau.

Conclusion. Le spectre d'absorption est continu avec deux raies noires, placées aux longueurs d'onde de deux raies d'émission du potassium.

3.

Calculer l'énergie, en électronvolts, des photons absorbés à $767\,\mathrm{nm}$ et à $404\,\mathrm{nm}$. En déduire l'énergie des deux niveaux atteints.

INDICE

Outil : les atomes absorbants partent de l'état fondamental ; le niveau atteint vaut $E_1 + E$.

CORRIGÉ

Photon rouge. $E = \dfrac{h\,c}{\lambda} \approx 2{,}59 \times 10^{-19}\,\mathrm{J}$, soit $1{,}62\,\mathrm{eV}$.

Photon violet. $E \approx 4{,}92 \times 10^{-19}\,\mathrm{J}$, soit $3{,}08\,\mathrm{eV}$.

Niveaux atteints. Sans arrondi intermédiaire, $E_1 + 1{,}62 \approx -2{,}72\,\mathrm{eV}$ et $E_1 + 3{,}08 \approx -1{,}26\,\mathrm{eV}$.

Conclusion. Les photons absorbés transportent environ $1{,}62\,\mathrm{eV}$ et $3{,}08\,\mathrm{eV}$; ils portent l'atome aux niveaux $-2{,}72\,\mathrm{eV}$ et $-1{,}26\,\mathrm{eV}$.

4.

Pourquoi les raies d'émission à 535, 580 et $691\,\mathrm{nm}$ n'apparaissent-elles pas dans le spectre d'absorption ?

INDICE

Outil : regarde le niveau de départ de ces transitions, comparé au niveau occupé par les atomes de la vapeur.

CORRIGÉ

Niveaux en jeu. Ces trois raies sont émises entre deux états excités : aucune n'aboutit à l'état fondamental.

Atomes de la vapeur. Ils sont dans l'état fondamental : ils ne peuvent absorber que des photons dont l'énergie égale un écart depuis ce niveau.

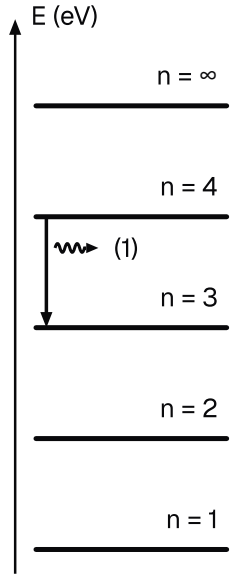
Conclusion. Ces trois radiations ne correspondent à aucun écart depuis l'état fondamental : la vapeur ne les absorbe pas.

Exercice 7

Niveaux d'énergie d'un ion à un seul électron

L'ion Li^{2+} est formé d'un noyau de charge $+3e$ et d'un seul électron. Ses niveaux d'énergie sont donnés par $E_n = -\dfrac{122{,}4}{n^2}\,\mathrm{eV}$, où n est un entier naturel non nul. Le diagramme montre ses quatre premiers niveaux et une transition (1).

Données : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}$; $c = 3{,}00 \times 10^{8}\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$; $1\,\mathrm{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\,\mathrm{J}$.



Quatre premiers niveaux de l'ion à un électron et une émission, échelle non proportionnelle

1.

Calculer les énergies E_1, E_2, E_3 et E_4.

INDICE

Outil : l'expression des niveaux donnée dans l'énoncé.

CORRIGÉ

Calculs. $E_1 = -122{,}4\,\mathrm{eV}$; $E_2 = \dfrac{-122{,}4}{4} = -30{,}6\,\mathrm{eV}$; $E_3 = \dfrac{-122{,}4}{9} = -13{,}6\,\mathrm{eV}$; $E_4 = \dfrac{-122{,}4}{16} = -7{,}65\,\mathrm{eV}$.

Conclusion. $E_1 = -122{,}4\,\mathrm{eV}$, $E_2 = -30{,}6\,\mathrm{eV}$, $E_3 = -13{,}6\,\mathrm{eV}$ et $E_4 = -7{,}65\,\mathrm{eV}$.

2.

Quelle est l'énergie d'ionisation de l'ion Li^{2+} ? Combien de fois dépasse-t-elle celle de l'atome d'hydrogène, $13{,}6\,\mathrm{eV}$?

INDICE

Outil : l'énergie d'ionisation se compte depuis l'état fondamental jusqu'à $E_\infty = 0$.

CORRIGÉ

Ionisation. $E_{\text{ion}} = E_\infty - E_1 = 122{,}4\,\mathrm{eV}$.

Comparaison. $\dfrac{122{,}4}{13{,}6} = 9$.

Conclusion. Il faut $122{,}4\,\mathrm{eV}$ pour ioniser l'ion Li^{2+}, neuf fois plus que pour l'atome d'hydrogène.

3.

Quelle est la longueur d'onde du photon de la transition (1) ? Est-il visible ?

INDICE

Outil : la relation entre la variation d'énergie de l'ion et la longueur d'onde du photon émis.

CORRIGÉ

Écart. Sans arrondir les niveaux :

$$\Delta E = 122{,}4\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}\right)$$
$$\Delta E = 5{,}95\,\mathrm{eV}$$

soit $9{,}52 \times 10^{-19}\,\mathrm{J}$.

Longueur d'onde.

$$\lambda = \frac{h\,c}{\Delta E}$$
$$\lambda \approx 2{,}09 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$$

Conclusion. $\lambda \approx 209\,\mathrm{nm}$, en dessous de $400\,\mathrm{nm}$: la radiation est ultraviolette, elle n'est pas visible.

4.

Un photon de $91{,}8\,\mathrm{eV}$ arrive sur un ion Li^{2+} dans l'état fondamental. Est-il absorbé ?

INDICE

Outil : compare l'énergie du photon aux écarts depuis l'état fondamental.

CORRIGÉ

Écart vers le niveau 2. $E_2 - E_1 = -30{,}6 - (-122{,}4) = 91{,}8\,\mathrm{eV}$.

Comparaison. L'énergie du photon est égale à cet écart.

Conclusion. Le photon est absorbé : l'ion passe de l'état fondamental au niveau $n = 2$.