BURHAN

Atome et mécanique de Newton : exercices, entraînement

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé 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.

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.

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.

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

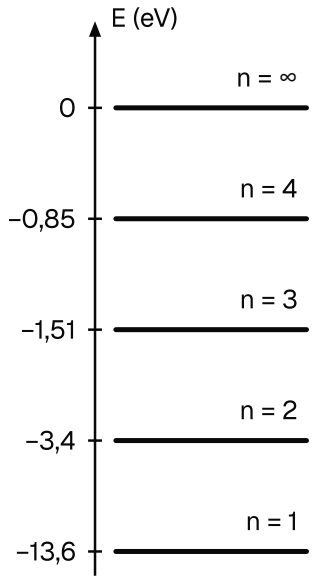
Outil : chaque force est proportionnelle à l'inverse de d au carré.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

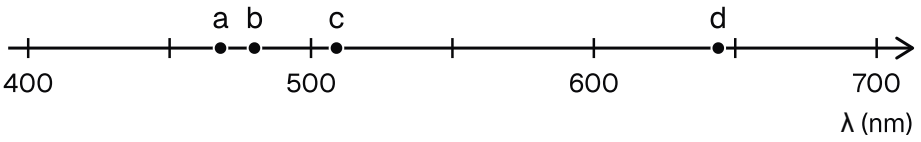
Outil : une absorption se repère à ce qu'elle retire à la lumière qui traverse le gaz.

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.

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.

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.

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 ?

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

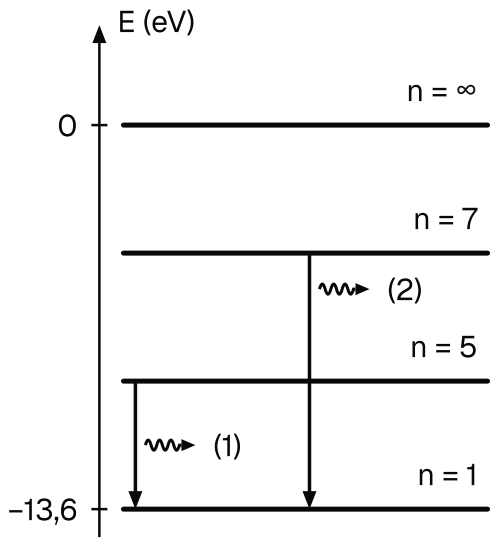
Outil : l'échelle donne des positions, pas des longueurs d'onde : il faut d'abord la relier à des longueurs d'onde connues.

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.

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.

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 $E_\infty - E_1$.

Exercice 6

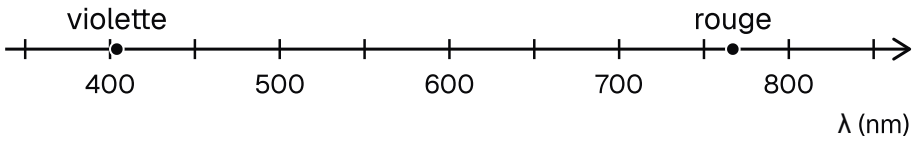
Spectre d'absorption de la vapeur de potassium

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 ?

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.

3.

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

INDICE

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

4.

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

INDICE

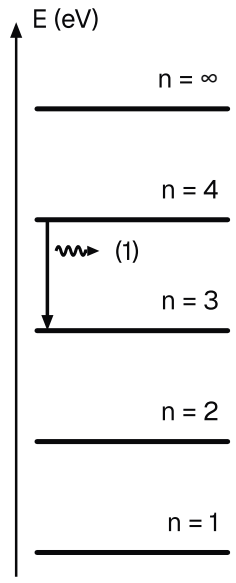
Outil : regarde le niveau de départ de ces transitions, comparé au niveau occupé par les atomes de la vapeur.

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.

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 $E_\infty = 0$.

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.

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.