BURHAN

Atome et mécanique de Newton : exercices, niveau examen

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/atome-et-mecanique-de-newton/exercices/examen

Chapitre	Palier	Exercices
Atome et mécanique de Newton	Niveau examen	5

Exercice 1 — 5 pts

Hydrogène d'une nébuleuse : modèle planétaire et raies infrarouges

Le gaz d'une nébuleuse est surtout formé d'atomes d'hydrogène. Des télescopes enregistrent la lumière qu'il émet, jusque dans l'infrarouge.

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par —, avec et entier naturel non nul.

Données : ; ; .

A.1. — 0,5 pts

Partie A : le modèle planétaire de l'atome d'hydrogène.

Dans le modèle planétaire, l'électron tourne autour du proton sur une orbite circulaire. Entre ces deux particules, le rapport des valeurs de la force électrostatique et de la force gravitationnelle vaut environ .

Quelle interaction retient l'électron sur son orbite ? Justifier.

INDICE

Outil : compare l'ordre de grandeur des deux forces.

A.2. — 0,5 pts

D'après la mécanique de Newton, quels rayons d'orbite sont possibles ? Qu'en déduit-on pour l'énergie de l'atome dans ce modèle ?

INDICE

Outil : pense au cas d'un satellite, qui peut tourner à toute altitude.

A.3. — 0,5 pts

Le spectre d'émission d'un gaz d'hydrogène est formé de raies fines. Montrer que ce constat met en défaut le modèle planétaire.

INDICE

Outil : relie une raie à une seule énergie de photon, donc à un seul écart d'énergie.

A.4. — 0,5 pts

Calculer l'énergie du niveau , puis l'énergie minimale à fournir pour ioniser un atome qui occupe ce niveau.

INDICE

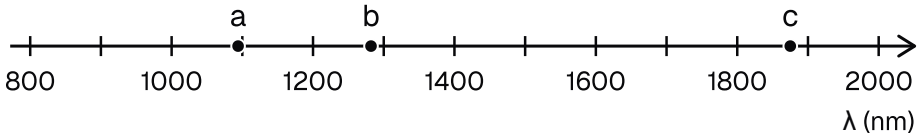
Outil : l'atome ionisé a l'énergie .

B.1. 0,5 pts

Partie B : raies infrarouges de la nébuleuse.

Le document montre trois raies mesurées, a, b et c, de longueurs d'onde , et . Elles sont émises lors de transitions qui aboutissent toutes au niveau , avec — et .

À quel domaine appartiennent ces trois radiations ?



Trois raies infrarouges mesurées dans la lumière de la nébuleuse

INDICE

Outil : compare les longueurs d'onde aux bornes du visible.

B.2. 0,75 pts

À partir de la mesure, calculer en électronvolts l'énergie des photons de la raie b.

INDICE

Outil : l'énergie d'un photon vaut —, avec en mètres.

B.3. 0,75 pts

Montrer que la raie b est émise lors de la transition du niveau au niveau .

INDICE

Outil : l'expression des niveaux donnée dans l'énoncé, appliquée aux deux niveaux de la transition.

B.4. 1 pts

Identifier le niveau de départ des raies a et c. Expliquer ensuite pourquoi les raies d'une telle série se rapprochent quand la longueur d'onde diminue.

INDICE

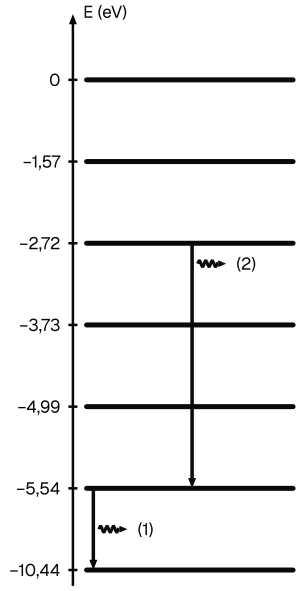
Outil : la conservation de l'énergie lors de l'émission ; pour la seconde partie, l'expression des niveaux.

Exercice 2 — 5 pts

Lampe à vapeur de mercure : niveaux, ultraviolet et raies visibles

Une lampe à vapeur de mercure sert à éclairer et à étalonner les spectroscopes. Le document 1 donne six niveaux d'énergie de l'atome de mercure, simplifiés, et deux transitions entre ces niveaux, numérotées (1) et (2).

Données : ; ; .



Niveaux d'énergie de l'atome de mercure et deux transitions, échelle non proportionnelle

A.1. — 0,5 pts

Partie A : diagramme d'énergie et émissions.

Quel niveau correspond à l'état fondamental ? Quelle est l'énergie d'ionisation de l'atome de mercure ?

INDICE

Outil : l'état fondamental a la plus basse énergie ; l'atome ionisé a l'énergie nulle.

A.2. — 0,5 pts

Les transitions (1) et (2) sont-elles des émissions ou des absorptions ? Justifier.

INDICE

Outil : compare l'énergie du niveau de départ à celle du niveau d'arrivée.

A.3. — 0,75 pts

Montrer que la radiation (1) a une longueur d'onde voisine de . À quel domaine appartient-elle ?

INDICE

Outil : la relation entre l'écart des deux niveaux et la fréquence du photon émis.

A.4. 0,5 pts

Calculer la longueur d'onde de la radiation (2). Est-elle visible ? Lequel des deux photons est le plus énergétique ?

INDICE

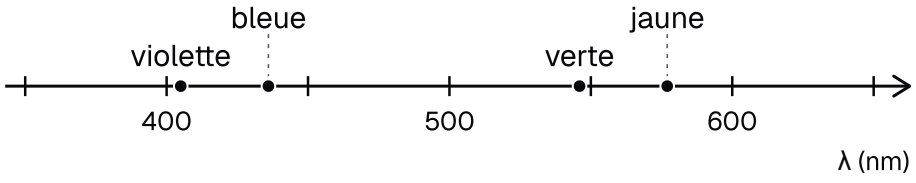
Outil : même démarche ; pour comparer les photons, compare les écarts.

B.1. 0,5 pts

Partie B : spectre visible de la lampe.

Le document 2 montre les quatre raies visibles de la lampe, mesurées à , , et .

Proposer un montage permettant d'observer ce spectre et de mesurer la longueur d'onde de ses raies.



Raies visibles de la lampe à vapeur de mercure : violette, bleue, verte et jaune

INDICE

Outil : que faut-il pour séparer les radiations ?

B.2. 0,5 pts

Ce spectre est-il continu ou formé de raies ? Pourquoi un gaz d'atomes excités donne-t-il ce type de spectre ?

INDICE

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

B.3. 0,5 pts

Calculer, en électronvolts, l'énergie des photons de la raie verte du document 2, mesurée à .

INDICE

Outil : la relation entre l'énergie d'un photon et la longueur d'onde de la radiation, longueur d'onde en mètres.

B.4. 1,25 pts

Les niveaux de l'atome de mercure sont rappelés ci-dessous.

Niveau						
(eV)						

Identifier la transition qui produit la raie verte à . Justifier.

INDICE

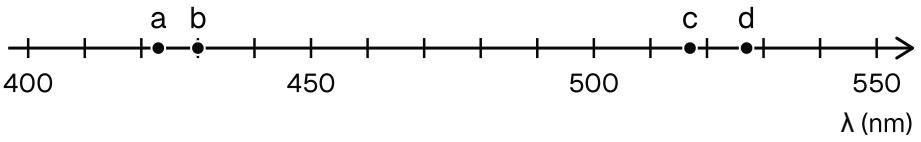
Outil : cherche deux niveaux dont l'écart vaut l'énergie trouvée, aux arrondis des données près.

Exercice 3 — 5 pts

Raies noires dans la lumière d'une étoile

La lumière d'une étoile, analysée au spectroscope d'un observatoire, donne un spectre continu barré de raies noires. Le document 1 en montre quatre, a à d.

Données : ; ; .



Quatre raies noires relevées dans le spectre de l'étoile

A.1. — 0,5 pts

Partie A : identifier des éléments de l'atmosphère de l'étoile.

Les raies noires mesurées valent , , et .

Quel type de spectre obtient-on ? Où se forment les raies noires ?

INDICE

Outil : où se trouve le gaz absorbant par rapport à la source de lumière blanche ?

A.2. — 0,5 pts

Pourquoi les raies noires d'un élément occupent-elles les longueurs d'onde de certaines de ses raies d'émission ?

INDICE

Outil : une absorption et une émission entre les deux mêmes niveaux mettent en jeu le même écart d'énergie.

A.3. — 0,75 pts

Le tableau donne des raies d'émission mesurées au laboratoire.

Élément	Raies (nm)
calcium	; ;
fer	; ;
magnésium	;
césium	;

Identifier les éléments présents dans l'atmosphère de l'étoile. Le césium y est-il décelé ?

INDICE

Outil : associe chaque raie noire à une raie du tableau de même longueur d'onde.

A.4. 0,5 pts

Laquelle des raies a à d correspond aux photons absorbés les plus énergétiques ? Justifier sans calcul.

INDICE

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

B.1. 0,5 pts

Partie B : niveaux d'énergie du calcium.

Le tableau donne quatre niveaux d'énergie de l'atome de calcium.

Niveau				
(eV)				

Un atome de calcium dans l'état fondamental reçoit un photon et passe au niveau . De quelle transition s'agit-il ? Montrer que le photon transporte .

INDICE

Outil : l'atome monte vers un niveau supérieur ; l'énergie reçue égale l'écart des deux niveaux.

B.2. 0,5 pts

Exprimer cette énergie en joules.

INDICE

Outil : un électronvolt vaut joule.

B.3. 0,75 pts

Calculer la longueur d'onde de ce photon. La comparer à la raie noire mesurée à et commenter.

INDICE

Outil : la longueur d'onde associée à l'énergie d'un photon, énergie en joules.

B.4. 1 pts

Un photon de traverse l'atmosphère de l'étoile. Peut-il être absorbé par un atome de calcium dans l'état fondamental ? Par un atome au niveau ?

INDICE

Outil : compare l'énergie du photon aux écarts depuis le niveau occupé, puis à l'énergie d'ionisation depuis ce niveau.

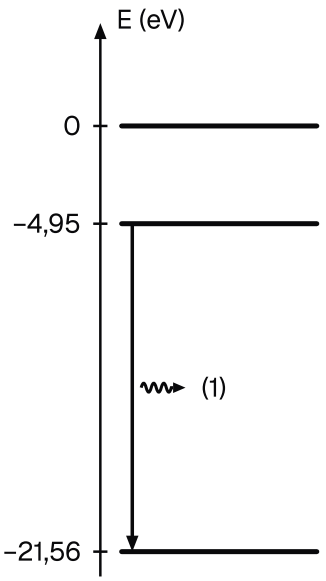
Exercice 4 — 5 pts

Enseigne au néon : photons ultraviolets et niveaux retrouvés

Une enseigne lumineuse est un tube qui contient du néon sous faible pression. Une décharge électrique porte les atomes dans des états excités ; en revenant vers des niveaux inférieurs, ils émettent de la lumière.

Le document 1 montre l'état fondamental, le premier niveau excité et le niveau de l'atome ionisé.

Données : ; ; .



État fondamental et premier niveau excité de l'atome de néon

A.1. — 0,5 pts

Partie A : photons émis vers l'état fondamental.

Donner l'énergie d'ionisation de l'atome de néon et l'énergie du premier niveau excité.

INDICE

Outil : lis les énergies sur l'axe du diagramme ; l'atome ionisé a l'énergie nulle.

A.2. — 0,5 pts

Montrer que le passage de l'état fondamental au niveau demande , puis exprimer cette énergie en joules.

INDICE

Outil : l'écart se calcule en retranchant l'énergie du niveau le plus bas.

A.3. 0,5 pts

Calculer la fréquence et la longueur d'onde du photon émis lors de la transition (1).

INDICE

Outil : la relation entre la variation d'énergie de l'atome et la fréquence du photon.

A.4. 0,75 pts

Montrer qu'aucune transition vers l'état fondamental ne produit de lumière visible.

INDICE

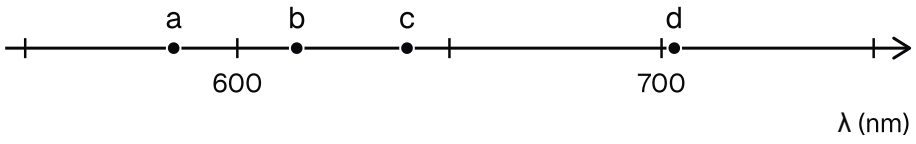
Outil : tout niveau excité est au moins aussi haut que .

B.1. 0,75 pts

Partie B : niveaux retrouvés à partir des raies mesurées.

Le document 2 montre quatre raies rouges et orangées de l'enseigne. Les raies b, à , et c, à , aboutissent toutes deux au niveau d'énergie .

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



Quatre raies de l'enseigne au néon, de l'orangé au rouge

INDICE

Outil : l'énergie d'un photon associée à une longueur d'onde, puis la conversion en électronvolts.

B.2. 0,5 pts

En déduire l'énergie du niveau de départ de la raie c.

INDICE

Outil : la conservation de l'énergie lors de l'émission : que perd l'atome ?

B.3. 0,5 pts

Pourquoi la lumière de l'enseigne donne-t-elle un spectre de raies d'émission ? Que verrait-on avec un tube rempli d'un autre gaz ?

INDICE

Outil : les niveaux d'énergie sont propres à chaque élément.

B.4. 1 pts

Retrouver de même le niveau de départ de la raie b. Lequel des deux niveaux de départ est le plus haut ? Était-ce prévisible ?

INDICE

Outil : que sais-tu de deux raies qui aboutissent au même niveau ?

Exercice 5 — 5 pts

Tube à décharge d'hélium : forces et raies de l'ion hélium

Dans un tube à décharge rempli d'hélium, une partie des atomes perd un électron. Il se forme des ions hélium , faits d'un noyau de charge et d'un seul électron.

Données : ; ; .

A.1. — 0,5 pts

Partie A : forces dans l'ion hélium.

Grandeur	Valeur
masse du noyau	
masse de l'électron	
distance moyenne	
charge élémentaire	
constante de Coulomb	
constante de gravitation	

Les forces électrostatiques entre le noyau et l'électron sont-elles attractives ou répulsives ? Et les forces gravitationnelles ?

INDICE

Outil : regarde le signe des deux charges ; la gravitation ne dépend que des masses.

A.2. — 0,5 pts

Calculer la valeur de la force électrostatique.

INDICE

Outil : la loi de Coulomb avec les charges et .

A.3. — 0,5 pts

Calculer la valeur de la force gravitationnelle.

INDICE

Outil : la loi de gravitation, avec les deux masses en kilogrammes.

A.4. — 0,75 pts

Montrer que le rapport — ne dépend pas de . Le calculer et conclure sur le rôle de chaque interaction dans l'ion.

INDICE

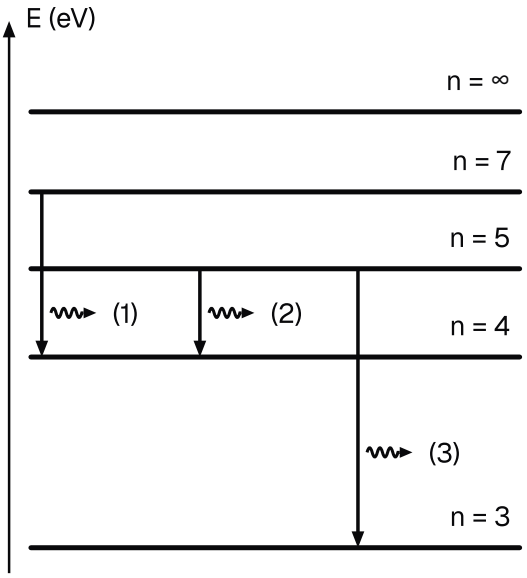
Outil : écris le rapport des deux expressions littérales avant tout calcul.

B.1. 0,75 pts

Partie B : raies de l'ion hélium.

Les niveaux d'énergie de l'ion sont donnés par —— . Le document 1 montre cinq de ces niveaux et trois émissions, (1) à (3).

Montrer que , puis calculer .



Cinq niveaux de l'ion hélium et trois émissions numérotées

INDICE

Outil : remplace par 4, puis par 7, dans l'expression donnée.

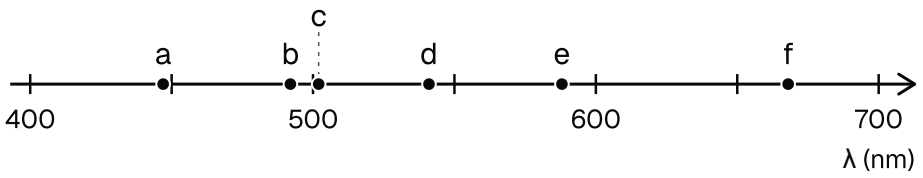
B.2. 0,75 pts

Le document 2 montre six des raies visibles relevées au spectroscope sur la lumière du tube, de longueurs d'onde mesurées , , , , , .

Les raies visibles de l'atome d'hélium, mesurées au laboratoire, sont données ci-dessous.

Espèce	Raies visibles (nm)
atome d'hélium	; ; ; ;

Quelle raie du tube n'est pas émise par l'atome d'hélium ? Proposer une explication à sa présence.



Raies visibles relevées sur la lumière du tube à décharge d'hélium, du violet au rouge

INDICE

Outil : chaque espèce a ses propres raies.

B.3. 0,5 pts

Montrer que la raie à peut être attribuée à la transition (1).

INDICE

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

B.4. 0,75 pts

Calculer les longueurs d'onde des radiations (2) et (3). Expliquer pourquoi, des trois transitions du document 1, seule la transition (1) donne une raie du document 2.

INDICE

Outil : les bornes du domaine visible.