

Nom :

Prénom :

Classe : 1^{ère} S ...

(/56)

I) Adébaran, une étoile dans le ciel. (/21,5)

On donne le profil spectral de l'étoile Adébaran obtenu après calibration au niveau des longueurs d'onde :

Voir Feuille annexe

On rappelle la loi de Wien : $\lambda(\text{max}) * T = 0,002896$ où $\lambda(\text{max})$ est exprimée en m et T en Kelvin.

1) A quelle longueur d'onde $\lambda(\text{max})$ cette étoile émet-elle le plus d'intensité lumineuse ? (4)

Faire apparaître avec des traits de rappel (en pointillés) cette valeur sur le profil spectral (sur la feuille annexe).

On réalisera un calcul pour déterminer cette valeur après avoir donnée l'échelle : 1,0 cm représente nm.

2) Cette étoile nous apparaît-elle plutôt :

bleue

blanche

orangée / rouge ?

a) Choisir la meilleure réponse

(/0,5)

b) Argumenter.

(/2,5)

Dans le **bandeau coloré** (voir feuille annexe), on devrait voir toutes les couleurs du spectre d'émission continu provenant de la photosphère d'Aldebaran.

3) Dans ce spectre d'émission continu, on voit des raies noires ? Pourquoi ? (1,5)

Certaines de ces raies, peu prononcées, sont déjà représentées sur le **bandeau coloré** (symbolisant le spectre continu d'Aldebaran), en dessous du profil spectral. D'autres raies (non encore représentées sur le bandeau) sont très sombres : celles correspondant aux raies A, B, C, D, etc... qui apparaissent juste à côté des lettres sur le profil spectral).

4) a) Qu'indique le fait que ces raies soient plus ou moins sombres ? (3)

b) Dessiner sur le bandeau les différentes raies noires (de A à F) qui apparaîtront, en plus, sur le spectre continu. (1)

5) On cherche à savoir à quel type d'étoile appartient Aldébaran. Ci-dessous sont données les différents types spectraux d'étoiles codifiés sous forme de lettre majuscule, suivant leurs températures de surface.

Type spectrale	Couleur	Température moyenne de surface (°C)	Raies les plus intenses	Notation spectrale des raies
W	bleue	35000-50000	nombreuses raies d'émission	HeII, HI=H α , H β
A	blanche	7500-10000	prédominance des raies de l'hydrogène (série de Balmer)	HI
G	jaune	5000-6000	présence simultanée de raies de métaux neutres et de métaux ionisés : calcium...	Ca, CaIV
K	orange	3500-5000	raies de métaux neutres et d'oxydes de titane	Fe, TiO
M	rouge	<3500	bandes d'oxydes de titane	TiO

On donne sur la feuille annexe le spectre d'émission de différents éléments : le gallium et le calcium.

a) Des atomes de calcium sont-ils présents dans l'atmosphère qui entoure Aldébaran ? Argumenter. (2)

b) A quels atomes ou groupements d'atomes sont dues les raies les plus intenses présentes (A, B, C, etc..) dans le spectre d'Aldébaran ? Argumenter. (2)

c) Peut-on déterminer à quel type spectral d'étoile correspond Aldébaran ? Argumenter. (5)

Nom :

Prénom :

Classe : 1^{ère} S ...

II) Niveaux d'énergie dans un atome. (/34,5)

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

Le diagramme (voir feuille annexe) représente certains niveaux d'énergies de l'atome de calcium.

1) Quel est l'état de référence ici pris pour les énergies de l'atome de Calcium dans ce diagramme ? Argumenter. (3)

2) Ionisation de l'atome de calcium

a) Quelle est la variation d'énergie mise en jeu (lors d'un transfert sous forme électromagnétique) pour obtenir l'atome de calcium à l'état ionisé (1^{ère} ionisation) ? Argumenter. (2)

b) Dans quel domaine d'onde électromagnétique se situe le rayonnement à utiliser :

UV Visible Infrarouge ? Choisir la réponse correcte. On argumentera. (4)

c) Quelle est la formule de l'espèce obtenue après ionisation ? On argumentera. (1,5)

3) L'électron passe du niveau E_2 au niveau E_6 .

a) Est-ce une émission ou une absorption de la part de l'atome de calcium ? Argumenter. (1)

b) Calculez la variation d'énergie mise en jeu en eV puis en J. (1/2)

c) En déduire la longueur d'onde (dans le vide) de la radiation associée. (1/2,5)

4) Une raie colorée apparaît dans le spectre du calcium à une longueur d'onde de 424 nm.

a) Cette raie apparaît de quelle couleur sur le spectre du Calcium (voir feuille annexe) ?
Argumenter. Puis colorez cette raie. (1,5)

b) Est ce que la variation d'énergie mise en jeu est inférieure ou supérieure à celle de l'électron lorsqu'il passe du niveau E_2 au niveau E_6 ? Argumentez sans réaliser de calcul. (1/4)

c) On désire vérifier, par le calcul, le résultat de la question précédente : calculez la variation d'énergie mise en jeu en eV, pour la raie noire qui apparaît dans le spectre d'Adebaran à 424 nm. (1/4)

d) A quelle transition électronique correspond cette variation d'énergie d'après le diagramme fourni en feuille annexe ? (1/4)

e) Représentez, schématiquement, cette transition électronique sur le diagramme fourni en feuille annexe ? (1)

5) On transfère à des atomes de calcium, à l'état gaz, basse pression, contenu dans une ampoule en verre, une variation d'énergie de 3,5 eV, sous forme d'onde électromagnétique.

On observera dans ce cas :

- une absorption par les atomes de calcium
- aucune absorption par les atomes de calcium
- une radiation colorée émise par les atomes de calcium
- aucune émission par les atomes de calcium

Choisir la réponse correcte. On argumentera. (1/4)

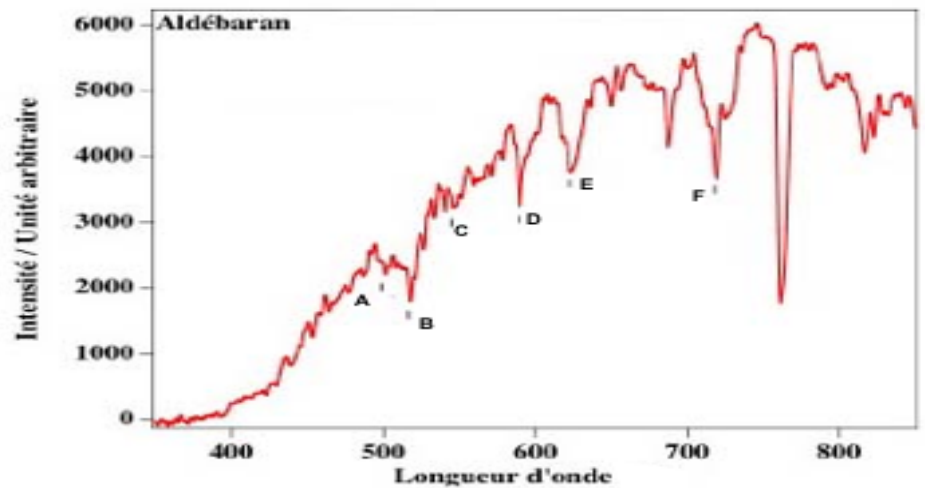
Nom :

Prénom :

Classe : 1^{ère} S ...

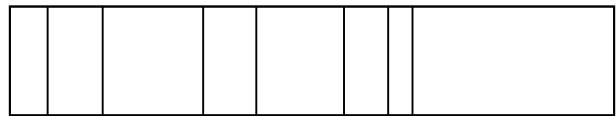
Feuille annexe

Profil spectral d'aldébaran

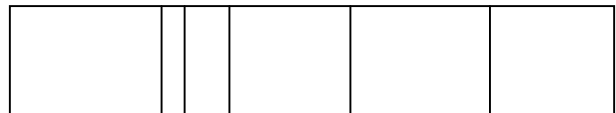


Bandeau coloré où apparaît un spectre continu

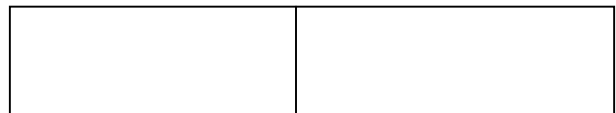
Raies d'absorption peu prononcées sont présentes
400 nm à gauche 800 nm à droite



Raies de TiO
400 nm à gauche 800 nm à droite



Raies de TiO₂
400 nm à gauche 800 nm à droite



Raie du Ga
400 nm à gauche 800 nm à droite



Raies du Ca
400 nm à gauche 800 nm à droite

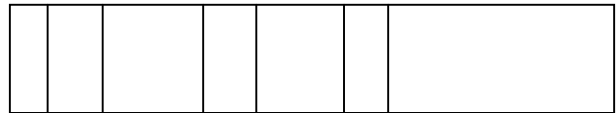
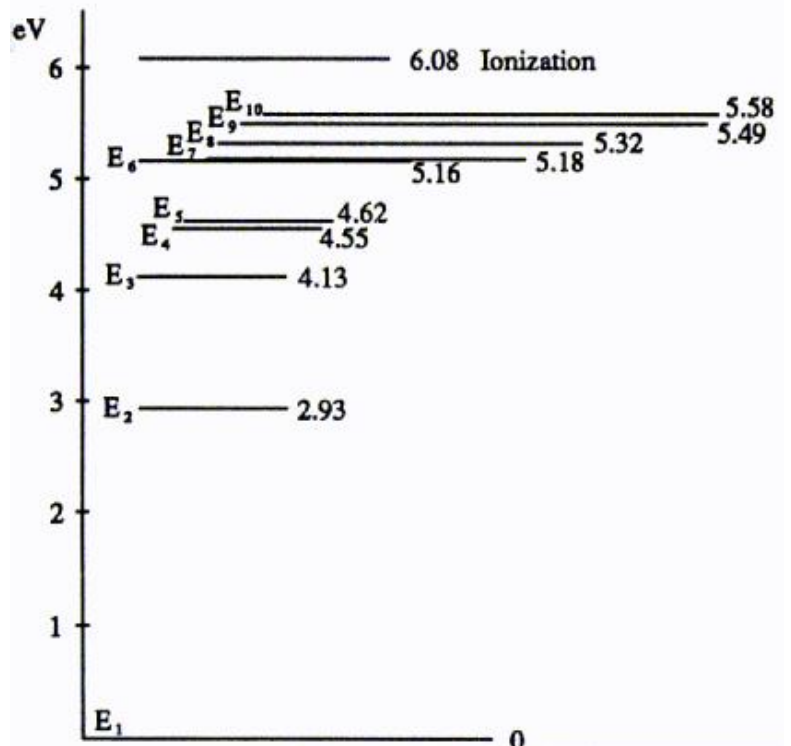


Diagramme des niveaux d'énergie du calcium



Nom :

Prénom :

Classe : 1^{ère} S ...

(/56)

I) Adébaran, une étoile dans le ciel. (/21,5)

On donne le profil spectral de l'étoile Adébaran obtenu après calibration au niveau des longueurs d'onde :

Voir Feuille annexe

On rappelle la loi de Wien : $\lambda(\text{max}) * T = 0,002896$ où $\lambda(\text{max})$ est exprimée en m et T en Kelvin.

1) A quelle longueur d'onde $\lambda(\text{max})$ cette étoile émet-elle le plus d'intensité lumineuse ?

(/4)

Faire apparaître avec des traits de rappel (en pointillés) cette valeur sur le profil spectral (sur la feuille annexe).

On réalisera un calcul pour déterminer cette valeur après avoir donné l'échelle : 1,0 cm représente nm.

2) Cette étoile nous apparaît-elle plutôt :

bleue

blanche

orangée / rouge

?

a) Choisir la meilleure réponse

(/0,5)

b) Argumenter.

(/2,5)

Dans le **bandeau coloré** (voir feuille annexe), on devrait voir toutes les couleurs du spectre d'émission continu provenant de la photosphère d'Aldebaran.

3) Dans ce spectre d'émission continu, on voit des raies noires ? Pourquoi ?

(/1,5)

Certaines de ces raies, peu prononcées, sont déjà représentées sur le **bandeau coloré** (symbolisant le spectre continu d'Aldebaran), en dessous du profil spectral. D'autres raies (non encore représentées sur le bandeau) sont très sombres : celles correspondant aux raies A, B, C, D, etc... qui apparaissent juste à côté des lettres sur le profil spectral).

4) a) Qu'indique le fait que ces raies soient plus ou moins sombres ?

(/3)

b) Dessiner sur le bandeau les différentes raies noires (de A à F) qui apparaîtront, en plus, sur le spectre continu. (/1)

5) On cherche à savoir à quel type d'étoile appartient Aldébaran. Ci-dessous sont données les différents types spectraux d'étoiles codifiés sous forme de lettre majuscule, suivant leurs températures de surface.

Type spectrale	Couleur	Température moyenne de surface (°C)	Raies les plus intenses	Notation spectrale des raies
W	bleue	35000-50000	nombreuses raies d'émission	HeII, HI=H α , H β
A	blanche	7500-10000	prédominance des raies de l'hydrogène (série de Balmer)	HI
G	jaune	5000-6000	présence simultanée de raies de métaux neutres et de métaux ionisés : calcium...	Ca, CaIV
K	orange	3500-5000	raies de métaux neutres et d'oxydes de titane	Fe, TiO
M	rouge	<3500	bandes d'oxydes de titane	TiO

On donne sur la feuille annexe le spectre d'émission de différents éléments : le gallium et le calcium.

a) Des atomes de gallium sont-ils présents dans l'atmosphère qui entoure Aldébaran ? Argumenter. (2)

b) A quels atomes ou groupements d'atomes sont dûes les raies les plus intenses présentes (A, B, C, etc..) dans le spectre d'Aldébaran ? Argumenter. (2)

c) Peut-on déterminer à quel type spectral d'étoile correspond Aldébaran ? Argumenter. (5)

Nom :

Prénom :

Classe : 1^{ère} S ...

II) Niveaux d'énergie dans un atome. (/34,5)

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

Le diagramme (voir feuille annexe) représente certains niveaux d'énergies de l'atome de calcium.

1) Quel est l'état de référence ici pris pour les énergies de l'atome de Calcium dans ce diagramme ? Argumenter. (3)

2) Ionisation de l'atome de calcium

a) Quelle est la variation d'énergie mise en jeu (lors d'un transfert sous forme électromagnétique) pour obtenir l'atome de calcium à l'état ionisé (1^{ère} ionisation) ? Argumenter. (2)

b) Dans quel domaine d'onde électromagnétique se situe le rayonnement à utiliser :

UV Visible Infrarouge ? Choisir la réponse correcte. On argumentera. (4)

c) Quelle est la formule de l'espèce obtenue après ionisation ? On argumentera. (1,5)

3) L'électron passe du niveau E_2 au niveau E_1 .

a) Est-ce une émission ou une absorption de la part de l'atome de calcium ? Argumenter. (1)

- b) Calculez la variation d'énergie mise en jeu en eV puis en J. (2)
- c) En déduire la longueur d'onde (dans le vide) de la radiation associée. (2,5)
- d) Cette raie apparaît violette sur le spectre du Calcium (voir feuille annexe). Colorez cette raie. (0,5)
- 4) Une raie noire apparaît dans le spectre d'Adebaran à une longueur d'onde de 557 nm.
- a) Est-ce une émission ou une absorption de la part de l'atome de calcium ? Argumenter. (1)
- b) Est ce que la variation d'énergie mise en jeu est inférieure ou supérieure à celle de l'électron lorsqu'il passe du niveau E_2 au niveau E_1 ? Argumentez sans réaliser de calcul. (4)
- c) On désire vérifier, par le calcul, le résultat de la question précédente : calculez la variation d'énergie mise en jeu en eV, pour la raie noire qui apparaît dans le spectre d'Adebaran à 557 nm. (4)
- d) A quelle transition électronique correspond cette variation d'énergie d'après le diagramme fourni en feuille annexe ? (4)
- e) Représentez, schématiquement, cette transition électronique sur le diagramme fourni en feuille annexe ? (1)
- 5) On transfère à des atomes de calcium, à l'état gaz, basse pression, contenu dans une ampoule en verre, une variation d'énergie de 3,5 eV, sous forme d'onde électromagnétique.
- On observera dans ce cas :
- une absorption par les atomes de calcium
 - aucune absorption par les atomes de calcium
 - une radiation colorée émise par les atomes de calcium
 - aucune émission par les atomes de calcium
- Choisir la réponse correcte. On argumentera. (4)

Correction 1 heure contrôle prévu sur 56 pts (56 mn) mais noté sur 50 car trop long : moyenne des 2 classes 10 /20

I) Adébaran, une étoile dans le ciel. (/20) Pour le profil spectral d'Adébaran Voir Feuille annexe

1) $\lambda(\text{max})$ pour Adébaran ? Traits de rappel sur profil spectral. (/4) **Tracé pointillé (1) si $\lambda(\text{max})$ écrit (+0,25)**

valeur (2) : $\lambda(\text{max}) = 700 + 0,8 \cdot 50 / 1,0 = 740 \text{ nm}$ à 10 nm près (0,25*4) 1,0 cm représente 50 nm. (1)

si oublié : $\lambda(\text{max})$ (-0,25) si écrit : 1,0 cm = 50 nm (pour signe = -0,25)

2) Cette étoile nous apparaît-elle plutôt : **orangée / rouge** a) *Choisir la meilleure réponse* (/0,5)

b) Argumenter. **Une partie du spectre continu (0,5) montre de faibles émissions (0,5) d'intensité dans le violet/ bleu (0,5) voire vert, l'étoile apparaîtra en synthèse additive avec une couleur voisine de la couleur complémentaire du bleu violet, c'est à dire rouge / orange (1).** (/2,5) **si seulement référence à : $\lambda(\text{max})$ (0,5)**

3) Dans ce spectre d'émission continu, on voit des raies noires ? Pourquoi ? (/1) **Absorptio^o (0,5)** sous forme de raies noires dues aux différents **atomes ou ions (0,5)** basse pression, **contenue dans « l'atmosphère » (+0,25) de l'étoile.**

4) a) Plus les raies noires sont sombres, plus les atomes ou ions à l'état gaz, présent dans « l'atmosphère » de l'étoile absorbent : **soit de part leur structure soit de par leur nombres (quantité) (une des 2 réponses : 3 +0,5 si les 2)**

si seulement: absorption importante (0,5) (/3)

b) Dessiner sur le bandeau les différentes raies noires (de A à F) qui apparaîtront sur le spectre. **0,15*6** (/1)

traits de rappel en pointillé sans tracé des raies noires 0,5

5) On cherche à savoir à quel type d'étoile appartient Adébaran.

a) Des atomes de gallium sont ils présents dans l'atmosphère qui entoure Adébaran ? Argumenter. (/2)

Le calcium est présent dans l'atmosphère d'Adébaran, on retrouve des raies d'absorption du calcium (1) aux mêmes longueur d'onde (1) si « au même endroit (0,5) » que les raies d'émission de cet atome

b) A quels atomes ou groupements d'atomes sont dues les raies les plus intenses présentes (A, B, C, etc..) dans le spectre d'Adébaran ? Argumenter. (/2) **les raies les plus intenses présentes (A, B, C, etc..) dans le spectre d'Adébaran sont dues à la présence d'oxyde de titane (0,5) si « groupement atomes (0,25) » TiO (0,5) et TiO₂ (0,5). On retrouve des raies d'absorption de ces oxydes aux mêmes longueurs d'onde (0,5) que les raies d'émission de ces oxydes .**

d) Peut on déterminer à quel type d'étoile correspond Adébaran ? Argumenter.

si référence à : couleur orange (0,5) si seulement référence à : oxyde titane (2,5)

Par le calcul (/2) en utilisant la loi de Wien Si $\lambda(\text{max}) = 740 \text{ nm}$ alors $T = 0,002896 \cdot 10^9 / 740 = 3910 \text{ K}$ (0,25*4)

OUI : Si on considère le calcul de température T très précis : Adébaran est donc une étoile de type K

II) Niveaux d'énergie dans un atome. (/34) $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

1) Etat de référence pour nrj de l'atome de Calcium ? Argumenter. (/3)

état fondamental (1) niveau nrj le + bas ou E_1 (1) = 0 eV (1)

2) Ionisation de l'atome de calcium a) Quelle est la variation d'énergie mise en jeu pour obtenir l'atome de calcium à l'état ionisé (1^{ère} ionisation) ? Argumenter. (/3) **$\Delta E = E_{\text{ionisation}} - E_1 = 6,08 - 0 = 6,08 \text{ eV}$ (0,25 + 2*0,5 +0,75)**

La variation d'énergie correspond au passage de l'atome de son état fondamental (0,5) à son état ionisé (0,5)

b) Dans quel domaine d'onde électromagnétique se situe le rayonnement à utiliser : (/4) **UV (0,25)**

$\Delta E = 6,08 \text{ eV} = (+ 2*0,25) 6,08 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 9,73 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ (+ 2*0,5) Et $\lambda = hc / \Delta E$ (0,5)

$\lambda = (6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^8) / 9,73 \cdot 10^{-19} = 2,04 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 204 \text{ nm}$ (3*0,5) et $\lambda < 400 \text{ nm}$ (0,25) d'où UV

c) Quelle est la formule de l'espèce obtenue après ionisation ? On argumentera. (/1,5) **Après la première ionisation , l'atome (0,25) de calcium a perdu 1 électron (0,5) , il s'est donc formé l'ion Ca^+ . (0,75)**

3) L'électron passe du niveau E_2 au niveau E_1 . a) Emission ou une absorption pour l'atome de calcium ? Argumenter.

(/1) L'atome de calcium émet (0,5) une radiation électromagnétique car il passe à un niveau d'énergie plus bas (0,5)

b) Calculez la variation d'énergie mise en jeu en eV puis en J. (/1,5)

$\Delta E = E_2 - E_1 = 2,93 - 0 = 2,93 \text{ eV}$ (0,25 + 0,5 + 2*0,25) = $2,93 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 4,69 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ (0,25 + 0,5)

autre énoncé = $2,93 - 6,08 = 3,15 \text{ eV}$ (0,25 + 0,5 + 2*0,25) = $3,15 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 5,04 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ (0,25 + 0,5)

c) En déduire la longueur d'onde (dans le vide) de la radiation associée. (/2,5)

Et $\lambda = hc / \Delta E = (6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^8) / 4,69 \cdot 10^{-19} = 4,24 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 424 \text{ nm}$

(0,25 + 0,75 0,25 0,25 0,75 0,25

d) Cette raie apparaît violette sur le spectre du Calcium (voir feuille annexe). Colorez cette raie. (/0,5)

4) Une raie noire apparaît dans le spectre d'Adébaran à une longueur d'onde de 557 nm.

a) Est-ce une émission ou une absorption de la part de l'atome de calcium ? Argumenter. (/1)

Raie noire (0,25) donc absorption (0,5) correspondant à une longueur particulière (0,25)

b) Est ce que la variation d'énergie mise en jeu est inférieure ou supérieure à celle de l'électron lorsqu'il passe du niveau E_2 au niveau E_1 ? Argumentez sans réaliser de calcul. (4) **bonne inégalité sur variation $\Delta E \uparrow$ ou $\Delta E \downarrow$ (1) La raie lors de la transition du niveau E_2 au niveau E_1 est de couleur violette d'où $400 < \lambda$ (nm) Or + la longueur d'onde augmente (1) + la variation d'énergie de l'atome est faible (1) en effet ΔE est proportionnelle à l'inverse de λ (1)**

c) On désire vérifier, par le calcul, le résultat de la question précédente : calculez la variation d'énergie mise en jeu en eV, pour la raie noire qui apparaît dans le spectre d'Adébaran à 557 nm. (/4)

$\Delta E = hc / \lambda = (6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^8) / 557 \cdot 10^{-9} = 3,57 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3,57 \cdot 10^{-19} / 1,60 \cdot 10^{-19} = 2,23 \text{ eV}$ (8*0,5)

d) A quelle transition électronique correspond cette variation d'énergie. (/4) **Cette variation d'énergie correspond au passage de l'atome de son niveau d'nrj E_1 à E_6 (1) car $E_6 - E_1 = 5,16 - 2,93 = 2,23 \text{ eV}$ (3*1)**

e) Représentez, schématiquement, cette transition électronique sur le diagramme fourni en feuille annexe ? (/1)

flèche vers le haut λ (0,5) bons niveaux (0,25) sens flèche onde électromagnétique (0,25)

5) On transfère à des atomes de calcium, à l'état gaz, basse pression, contenu dans une ampoule en verre, une variation d'énergie de 3,50 eV, sous forme d'onde électromagnétique. On observera : **aucune émission, aucune absorption** pour les atomes de calcium (1) On argumentera. (/3) **$\Delta E = 3,50 \text{ eV}$ ne correspond à aucune transition électronique possible (2) car $E_{\text{ionisation}} - E_2 > 3,5 \text{ eV}$. Il faut en effet que la variation d'nrj fournie corresponde exactement à une différence d'nrj entre 2 niveaux de l'atome considéré. (1)**