

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

Session 2008

Épreuve :

OPTIQUE et PHYSICO-CHIMIE

Partie Théorique

Série

SCIENCES ET TECHNOLOGIE DE LABORATOIRE

**PHYSIQUE DE LABORATOIRE ET
DE PROCÉDÉS INDUSTRIELS**

Durée de l'épreuve : 3 heures

coefficient : 5

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le sujet comporte 8 pages.

PHYSICO-CHIMIE (4 points)

page 2

OPTIQUE (16 points)

pages 3 à 5

Documents-Réponse 1, 2 et 3 à rendre avec la copie pages 6, 7 et 8

Les 4 parties d'optique sont indépendantes entre-elles et indépendantes de la partie physico-chimie sauf la question IV-6 de la partie optique qui est en lien étroit avec la partie physico-chimie.

Lors d'une épreuve pratique d'optique, un candidat doit vérifier que la lampe spectrale inconnue posée sur la paillasse est une lampe spectrale à hydrogène. Pour cela, il dispose d'un spectrogoniomètre, d'un réseau plan de caractéristiques inconnues et d'une lampe à vapeur de sodium. Ce candidat entreprend d'abord une étude physico-chimique pour connaître les longueurs d'ondes théoriques $\lambda_{théo}$ qu'il devra trouver à l'aide du spectrogoniomètre.

PHYSICO-CHIMIE (4 points)

Dans la série de Balmer, les niveaux d'énergie E_n , où n est le nombre quantique principal, sont donnés par la relation : $E_n(eV) = -\frac{13,6}{n^2}$ avec $n \geq 2$.

- 1 - Où se trouve l'élément hydrogène dans la classification périodique de Mendeleïev ?
- 2 - En déduire le numéro atomique de l'élément hydrogène puis donner sa configuration électronique.
- 3 - Calculer les niveaux d'énergie, en Joule, dans la série de Balmer pour $n = 2, 3$ et 4.
- 4 - Comment appelle-t-on l'état de plus basse énergie ?
- 5 - Compléter le document-réponse n°1, page 5, en traçant les différents niveaux d'énergie calculés à la question 3.
On prendra comme échelle 2 cm pour $-1,00 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- 6 - Expliquer ce qui se passe lorsqu'un électron passe d'un niveau d'énergie à un niveau d'énergie plus faible.
- 7 - Calculer la longueur d'onde de la radiation émise lorsqu'un électron passe du niveau d'énergie E_3 (caractérisé par $n = 3$) au niveau d'énergie E_2 (caractérisé par $n = 2$) et la longueur d'onde de la radiation émise lorsqu'un électron passe du niveau d'énergie E_4 au niveau d'énergie E_2 .
Compléter le tableau de l'annexe du document 1, page 5, et représenter ces transitions par des flèches sur le diagramme du document-réponse n° 1.
- 8 - À quel domaine du spectre (UV, visible ou IR) appartiennent ces longueurs d'onde correspondant aux transitions E_{4-2} et E_{3-2} ? Justifier.

Données :

$$1\text{eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{constante de Planck : } h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$\text{célérité de la lumière dans le vide : } c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

OPTIQUE (16 points)

Le spectrogoniomètre utilisé se compose d'un collimateur et d'une lunette de visée. La lunette de visée est elle-même constituée d'un oculaire et d'un objectif.

I - Étude de l'oculaire de la lunette de visée.

L'oculaire de la lunette de visée est un doublet (2,2,-1). On notera f_1' et f_2' les distances focales images respectives des 2 lentilles minces L_1 et L_2 de centre optique O_1 et O_2 constituant le doublet. La distance entre les deux lentilles minces du doublet sera noté e .

I-1- Quelles relations lient f_1' , f_2' et e au paramètre du doublet noté a ?

I-2- Sachant que la distance focale image de l'oculaire est $f_{oc}' = +2,0$ cm, déterminer la valeur du paramètre a .

I-3- En déduire les valeurs de f_1' , f_2' et e .

I-4- L'oculaire est-il convergent ou divergent ? Justifier.

I-5- Déterminer par le calcul $\overline{F_1 F_{oc}}$ et $\overline{F_2' F_{oc}'}$, les positions des foyers objet F_{oc} et image F_{oc}' de l'oculaire.

I-6- En utilisant le document-réponse n°2, page 6, faire l'épure de l'oculaire à l'échelle 2. Par construction, placer les points F_{oc} et F_{oc}' (foyers objet et image de l'oculaire) ainsi que les points principaux H_{oc} et H_{oc}' .

I-7- En justifiant la réponse, préciser si l'oculaire est :

- positif ou négatif
- achromatique apparent ou non.

I-8- Dans le cas où l'oculaire n'est pas achromatique apparent, préciser comment faire pour le rendre achromatique apparent sans changer les lentilles.

II - Étude de l'objectif achromatique de la lunette de visée.

L'objectif de la lunette de visée est composé de deux lentilles minces L_a et L_b accolées.

L_a , équiconvexe, est en crown de constringence $v_a = 64$, de vergence C_a et d'indice de réfraction $n_a = 1,50$.

L_b , plan concave, est en flint de constringence $v_b = 34$ et de distance focale image $f_b' = 13,4$ cm.

II-1- Dessiner les formes des lentilles L_a et L_b .

II-2- Sachant que le rayon de courbure de la lentille L_a est égal à $R_a = 7,14$ cm, montrer que la vergence C_a est égale à $14,0 \text{ } \delta$.

II-3- Donner la condition d'achromatisme pour un doublet accolé et vérifier la par le calcul pour l'objectif étudié.

II-4- Calculer la vergence de l'objectif et en déduire la valeur de sa distance focale image.

III - Étude de la lunette de visée.

Sur le document-réponse n° 3, page 7, l'oculaire de la partie I (que l'on a rendu achromatique apparent) et l'objectif étudié dans la partie II sont représentés.

III-1- Considérons un rayon lumineux incident parallèle à l'axe optique et entrant dans une lunette. Comment va émerger ce rayon si la lunette est afocale ?

III-2- Tracer, sur le document-réponse n° 3, page 7, la marche du rayon lumineux incident parallèle à l'axe optique.

III-3- D'après les deux questions précédentes, dire si la lunette est afocale ? Justifier.

III-4- Comment un élève, avec un œil "normal" doit-il procéder expérimentalement pour rendre la lunette de visée afocale ?

IV - Étude du spectrogoniomètre.

IV-1- Donner tous les réglages préliminaires à effectuer, avant la mise en place du réseau, pour régler un spectrogoniomètre.

IV-2- On place une lampe à vapeur de sodium devant le collimateur du spectrogoniomètre. Quel rôle joue le collimateur ?

À la sortie du collimateur, on place sur le plateau du spectrogoniomètre un réseau par transmission dont on désire déterminer le pas que l'on notera a .

On note l'angle d'incidence i , l'angle de diffraction i' , l'ordre du spectre observé k et la longueur d'onde λ .

IV-3- Donner, en utilisant les notations précédentes, la relation fondamentale du réseau puis préciser sur un schéma la convention de signe.

IV-4- La longueur d'onde du doublet du sodium est de $\lambda_{Na} = 589,3 \text{ nm}$. En utilisant le réseau en incidence normale, on détermine expérimentalement l'angle de diffraction i' de la radiation jaune pour les ordres $+2$ et -2 . Pour passer de l'ordre $+2$ à l'ordre -2 , il faut tourner la lunette d'un angle de $\Delta i' = 72^\circ 13'$.

Faire un schéma de principe où apparaît le rayon incident, le réseau, la normale au réseau, les deux rayons diffractés pour les ordres $+2$ et -2 , et les angles de diffractions correspondants.

En déduire le pas du réseau.

Par la suite, on prendra un réseau dont le nombre de traits par millimètre est $N = 500 \text{ traits.mm}^{-1}$

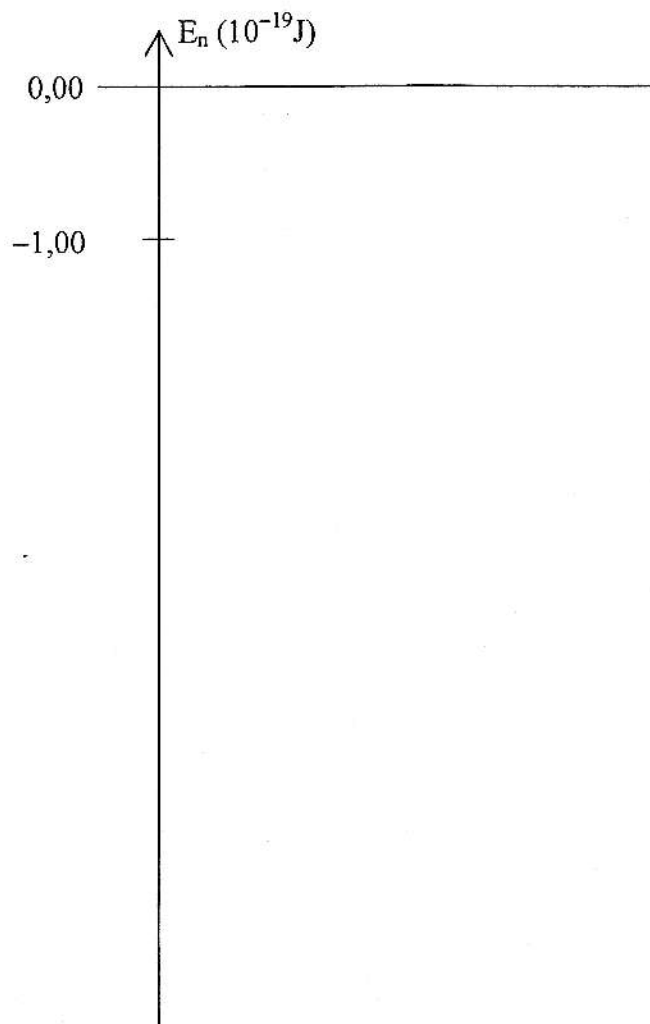
- IV-5-** On remplace maintenant la lampe à vapeur de sodium par la lampe à hydrogène. Pour chacune des radiations observées à travers la lunette, on mesure l'angle $\Delta i'$ pour passer de l'ordre +2 à l'ordre -2. Calculer à partir des valeurs de $\Delta i'$ les valeurs des deux longueurs d'onde λ_{exp} non indiquées dans le tableau ci-dessous.

Radiation observée	$\Delta i'$	λ_{exp} (nm)
Rouge	$82^{\circ}17'$	
Bleu-vert	$58^{\circ}23'$	
Violet	$51^{\circ}37'$	435,4
Violet	$48^{\circ}34'$	411,2
Violet	$46^{\circ}54'$	397,9

- IV-6-** Les résultats expérimentaux obtenus sont-ils en accord avec les résultats théoriques obtenus dans la partie physico-chimie ? Conclure quant à la nature de la lampe spectrale étudiée.

Document-Réponse n°1
(à rendre avec la copie)

Échelle : 2,0 cm pour $1,00 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

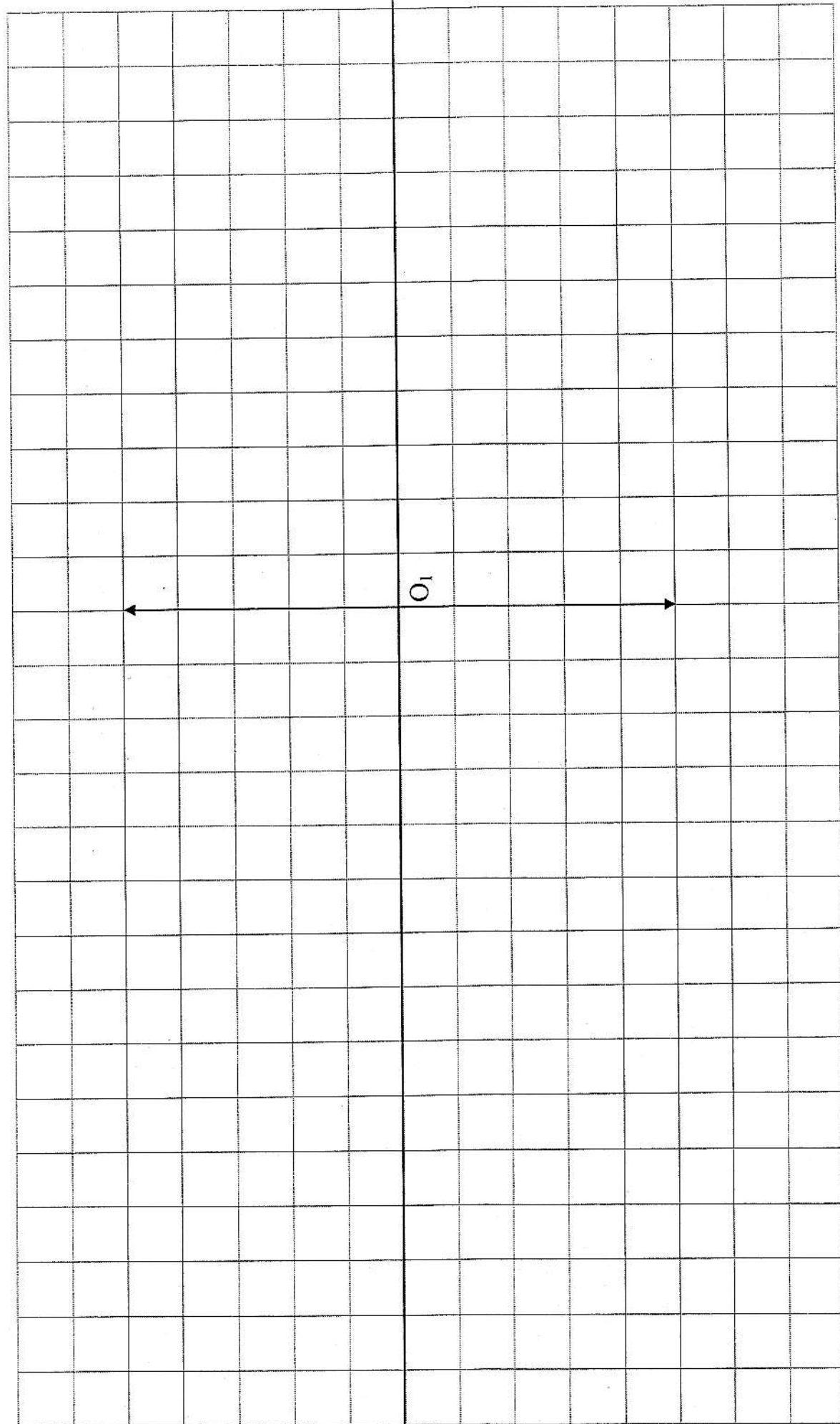


Physico-Chimie : 7^{ème} question

tableau des longueurs d'onde

Passage du niveau d'énergie E_n au niveau d'énergie E_2	λ (nm)
E_3	
E_4	
E_5	435,3
E_6	411,3
E_7	398,1

Document-Réponse n°2 (à rendre avec la copie)



Document-Réponse n°3 (à rendre avec la copie)

