

- Cours en ligne
- Cours presentiels

 **MATHS**

 **PC**

 **SVT**

La science autrement...



Nos programmes:

Niveaux : Moyen/Secondaire



Programme Wolof

Apprentissage avec des cours
exclusivement en Wolof



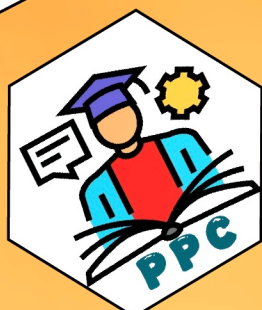
Programme Social

Prise en charge d'élèves avec
des problèmes de moyens



Tous les élèves

Renforcement de capacité
en ligne



Prépa Concours

Préparation des concours comme :
ESP - EMS - ENSA - IPSL
ISFAR ENSAE



77 106 98 79

77 575 04 18



TD : INTERFERENCES-EFFET PHOTOELECTRIQUE ET NIVEAU D'ENERGIE

EXERCICE 1 (BAC 2024 S2)

En 1887 le physicien allemand Heinrich HERTZ réalise des expériences sur les ondes électromagnétiques de grandes longueurs d'onde. Il remarque alors qu'un rayonnement peut favoriser des décharges électriques. Par ailleurs, l'analyse des spectres lumineux émis par un atome a permis d'expliquer la quantification de l'énergie de l'atome.

5.1- Etude de l'effet photoélectrique

Dans un laboratoire, on utilise un laser qui émet une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 435,3 \text{ nm}$. On éclaire une plaque de métal avec cette radiation lumineuse. Un capteur détecte un électron d'énergie cinétique $E_c = 0,55 \text{ eV}$.

5.1.1- Définir l'effet photoélectrique. Quel modèle de la lumière permet de l'expliquer ? (0,5pt)

5.1.2- Calculer la vitesse de l'électron émis. (0,5pt)

5.1.3- Définir le travail d'extraction W_0 puis calculer sa valeur pour le métal utilisé. (0,75pt)

5.1.4- On éclaire le même métal par un autre laser de longueur d'onde $\lambda_1 = 580 \text{ nm}$. L'effet photo électrique est-il toujours observé ? Justifier la réponse. (0,75pt)

5.2- Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène

On rappelle que les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont quantifiés et ont pour expression

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} ; E_0 = 13,6 \text{ eV} ; n \text{ entier naturel non nul.}$$

5.2.1- L'atome est au niveau d'énergie $n = 2$. Il absorbe un photon de longueur d'onde $\lambda = 435,3 \text{ nm}$. On note une transition du niveau d'énergie $n = 2$ au niveau d'énergie m .

Déterminer la valeur de m puis schématiser la transition électronique correspondante. (01pt)

5.2.2- On éclaire le tube rempli de gaz hydrogène se trouvant à l'état fondamental avec un photon d'énergie $E = 14,0 \text{ eV}$. Quel est l'état final de l'atome d'hydrogène ? (0,5pt)

Données : Constante de Planck ; $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; Electron volt (eV) : $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$;

célérité de la lumière : $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; masse électron $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; nanomètre : $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.



EXERCICE 2 (BAC S1 2023)

Ils se proposent de réaliser d'abord l'expérience de Young en éclairant en même temps les deux fentes F_1 et F_2 respectivement avec des lampes L_1 et L_2 . Les lampes émettent des radiations monochromatiques distinctes de longueur λ_1 et λ_2 . Le professeur qui supervise les travaux leur demande d'utiliser seulement la lampe L_1 pour éclairer simultanément les deux fentes F_1 et F_2 . Ils placent ensuite un écran (E) parallèle au plan des fentes à une distance $D = 1$ m. L'écran est muni d'un axe Ox, le point O est situé dans le plan médiateur des fentes F_1 et F_2 distantes de $a = 200 \mu\text{m}$. (F igure 7)

5.1.1 Pourquoi utilise-t-on une seule lampe au lieu des deux pour éclairer les fentes ? Justifier. (0,25pt)

5.1.2 Décrire qualitativement l'aspect de l'écran (E) puis interpréter. (0,75pt)

5.1.3 Etablir l'expression de la différence de marche δ des radiations issues de F_1 et F_2 qui arrivent en un point M d'abscisse x sur l'écran en fonction de D, a et x. (0,5pt)

5.1.4 En déduire les abscisses x des milieux des positions des franges brillantes et sombres sur l'écran en fonction de k (ordre de la frange), λ_1 , a et D. En déduire l'expression de la distance entre les milieux de deux franges consécutives de même nature en fonction de a, D et λ_1 . (0,75pt)

5.1.5 Pour trouver la longueur d'onde λ_1 de la radiation monochromatique, ils mesurent la distance L séparant la sixième frange claire et la troisième frange sombre situées de part et d'autre de la frange centrale. Sachant que $L = 25,5$ mm, en déduire la valeur de λ_1 . (0,25pt)

5.1.6 Donner la nature de la frange observée au point N d'abscisse $x_N = -18$ mm. (0,25pt)

5.2 Expérience 2 : Ils utilisent maintenant la lampe L_2 pour éclairer la plaque métallique d'une cellule photoémissive dont le travail d'extraction est $E_0 = 2,1$ eV. La période temporelle de la radiation émise par L_2 est $T = 15,9 \cdot 10^{-16}$ s.

5.2.1 Montrer qu'il y a émission d'électrons. (0,5pt)

5.2.2 Déterminer la vitesse maximale d'éjection d'un électron de la plaque métallique. (0,25pt)

5.2.3 Quels sont les phénomènes physiques mis en évidence par ces deux expériences ? Pour chaque phénomène, préciser le caractère de la lumière qui permet de l'interpréter. (0,5pt)

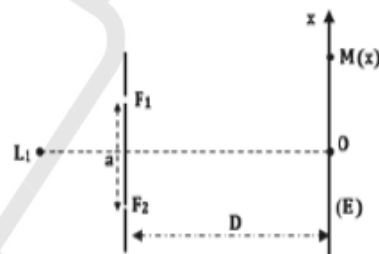


Figure 7

EXERCICE 3 (BAC S1 2022)

La lumière émise par la photosphère (couche superficielle du soleil qui émet un rayonnement) empêche un observateur terrestre de voir clairement la chromosphère (partie superficielle externe de la couronne solaire). Afin de diminuer cet éblouissement on utilise des filtres appropriés.

Les atomes d'hydrogène présents dans la chromosphère absorbent la lumière émise par la photosphère et la réémettent vers l'extérieur. La longueur d'onde, sélectionnée par ces filtres, correspond à une raie du spectre de l'hydrogène appelée H_α . La photosphère est alors invisible et seule la chromosphère apparaît.

Données : $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C ; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ J ;
 $h = 6,626 \times 10^{-34}$ J.s ; $c = 2,998 \cdot 10^8$ m.s⁻¹ ;
 $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ Kg ; $D = 2,5$ m ; $b = 0,4$ mm.

Le diagramme de la figure 2 représente les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

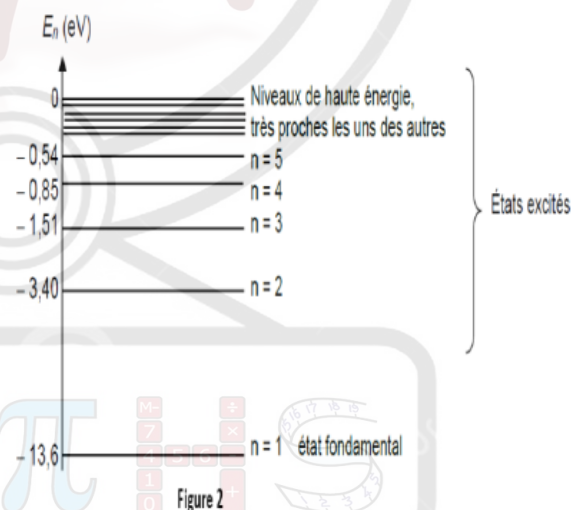
5.1. Niveaux d'énergie

5.1.1. La longueur d'onde mesurée dans le vide de la raie H_α est

$\lambda_\alpha = 656,3$ nm. Calculer la fréquence ν_α correspondant à une telle radiation. (0,25 pt)

5.1.2. A quoi correspond le niveau $E_n = 0$ eV ? Justifier. (0,25pt)

5.1.3. Calculer la longueur d'onde maximale d'un photon incident capable d'ioniser l'atome d'hydrogène pris à l'état fondamental (0,5pt).

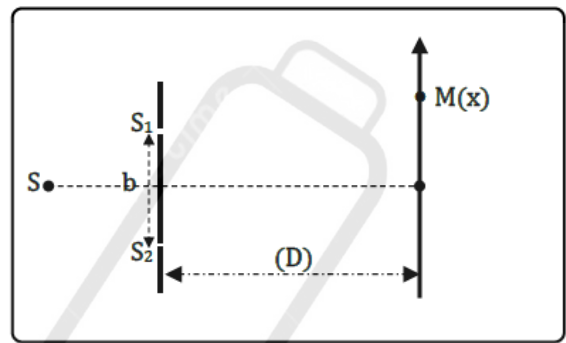


5.1.4. Un photon d'énergie $E'_{\text{ph}} = 12,75 \text{ eV}$ arrive sur un atome d'hydrogène pris à l'état fondamental. Ce photon est-il absorbé ? Justifier la réponse et préciser dans quel état se retrouve alors l'atome d'hydrogène. (0,5pt)

5.1.5. La raie H_{α} correspondant à la radiation émise lorsque l'électron passe d'un niveau p vers le niveau $n=2$. Identifier la transition qui correspond à l'émission de la raie H_{α} en trouvant la valeur de p. (0,5pt)

5.2. Interférences lumineuses

Des rayons de lumière monochromatique de longueur d'onde λ , provenant d'une source S, passent à travers deux fentes d'Young S_1 et S_2 et viennent interférer sur l'écran. Soient M un point quelconque de cet écran d'abscisse x, D la distance séparant l'écran des deux fentes et b la distance séparant les deux fentes S_1 et S_2 .



5.2.1 Montrer que la différence de marche en M des deux rayons lumineux issus de S_1 et S_2 a pour expression :

$$\delta = \frac{bx}{D}. \quad (0,5 \text{ pt})$$

5.2.2. Quelle condition doit vérifier δ pour que le point M appartienne à une frange brillante ? pour que le point M appartienne une frange sombre ? (0,5pt)

5.2.3. Définir l'interfrange i puis calculer sa valeur sachant que la distance séparant la cinquième frange sombre et la cinquième frange claire de part et d'autre de la frange centrale est $d = 38,95 \text{ mm}$. (01pt)

5.3. Effet photoélectrique :

Un deuxième laser de longueur d'onde $\lambda' = 558 \text{ nm}$ éclaire une cellule photoélectrique au césium. Le travail d'extraction d'un électron du césium est $W_0 = 3,00 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

5.3.1 Qu'appelle-t-on effet photoélectrique ? (0,25pt)

5.3.2 Cette radiation peut-elle produire l'émission d'électrons par la cathode ? Justifier. (0,5pt)

5.3.3 Déterminer la vitesse maximale d'éjection d'un électron de la cathode ? (0,5pt)

EXERCICE 4 (BAC S2 2022)

Un groupe d'élèves se propose d'utiliser le laser de leur laboratoire pour mettre en évidence la complémentarité des deux caractères de la lumière.

5.1 D'abord le groupe éclaire avec le laser un détecteur constitué d'une plaque au césium de longueur d'onde seuil d'extraction d'un électron λ_0 . La longueur d'onde de la radiation monochromatique émise par le laser est $\lambda = 632,8 \text{ nm}$. Un dispositif approprié leur permet de déterminer la vitesse maximale des électrons émis :

$$v_{\text{max}} = 5,203 \cdot 10^5 \text{ m/s}.$$

5.1.1 Comment appelle-t-on le phénomène physique mis en évidence ? (0,25 pt)

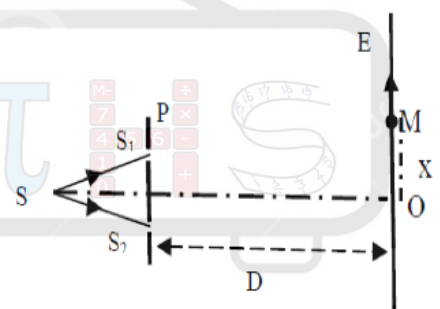
5.1.2 Justifier l'extraction d'électrons par les photons émis par le laser. (0,25 pt)

5.1.3 Calculer l'énergie d'un photon émis par ce laser. (0,25 pt)

5.1.2 Calculer le travail d'extraction W_0 du césium. En déduire la longueur d'onde seuil λ_0 du césium. (0,5 pt)

5.1.3 Quel aspect de la lumière cette expérience met-elle en évidence ? (0,25 pt)

5.2 Le groupe éclaire maintenant une plaque percée de deux fentes suffisamment petites pour faire apparaître des franges claires et sombres sur un écran placé à une distance D des fentes. La distance entre les deux fentes est $a = 2 \text{ mm}$. On constate que 10 franges constituées de franges sombres et claires successives occupent une largeur $L = 2,13 \text{ mm}$.



5.2.1 Quels sont les phénomènes physiques mis en évidence sur les

fentes S_1 et S_2 et sur l'écran E?

(0,5 pt)

5.2.2 Représenter le dispositif expérimental utilisé par le groupe et les phénomènes observés.

(0,25 pt)

5.2.3 Justifier la nature de la frange centrale.

(0,25 pt)

5.2.4 Définir et déterminer l'interfrange.

(0,5 pt)

5.2.5 Déterminer la valeur de la distance D qui sépare les deux fentes et l'écran.

(0,5 pt)

5.2.6 Quel aspect de la lumière cette expérience met-elle en évidence ? Conclure quant à la complémentarité des deux aspects de la lumière.

(0,5 pt)

Données numériques : $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; masse de l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

EXERCICE 5 (BAC 2021 S2)

Données : $E_0 = 13,6 \text{ eV}$; constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; vitesse de la lumière dans le vide $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; Constante de Rydberg $R_H = 1,094 \cdot 10^7 / \text{m}$; limites du spectre visible : $400 \text{ nm} \text{ --- } 800 \text{ nm}$; $D = 4 \text{ m}$ et $S_1 S_2 = 3 \text{ mm}$. On se propose de déterminer une des longueurs d'onde du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène par 2 méthodes.

5.1- Première méthode : A partir des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

Les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : $E_n = \frac{-E_0}{n^2}$ avec n étant le nombre quantique principal. Il désigne le niveau de la couche.

5.1.1 Expliquer brièvement l'expression « niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène ». (0,25 pt)

5.1.2 Que vaut n quand l'atome d'hydrogène est dans son état fondamental ? (0,25 pt)

5-1.3 l'énergie d'ionisation d'un atome est l'énergie qu'il faut fournir à un atome neutre pour lui arracher un électron

5.1.3.1 Calculer, en électronvolts (eV), l'énergie d'ionisation d'un atome d'hydrogène pris dans son état fondamental ? (0,5 pt)

5-1.3-2 Déterminer la longueur d'onde maximale de la radiation susceptible d'ioniser l'atome d'hydrogène. (0,5 pt)

5-1.4

Montrer que pour une transition entre un niveau d'énergie E_p et un autre niveau d'énergie inférieur E_n ($n < p$), la relation donnant la longueur d'onde λ de la radiation émise est : $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$.

Calculer λ pour $n = 2$ et $p = 5$. Cette radiation est-elle visible ?

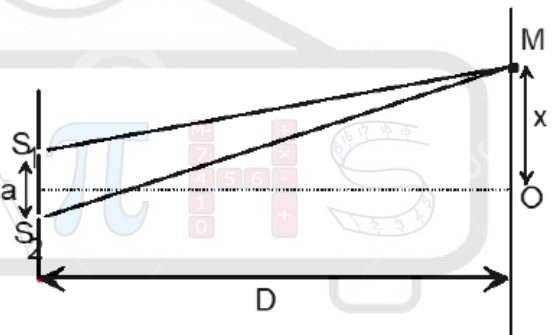
(01 pt)

5-2 deuxième méthode : A partir des interférences lumineuses.

La radiation lumineuse émise par l'atome d'hydrogène lors de sa transition du niveau $p = 5$ au niveau

$n = 2$ correspond à celle d'un laser utilisé pour éclairer deux sources secondaires S_1 et S_2 des fentes de Young. On observe des franges d'interférence sur un écran E orthogonal au plan médiateur de $S_1 S_2$ et situé à la distance D de $S_1 S_2$.

Soit O la projection du milieu de $S_1 S_2$ sur l'écran (voir figure 4).



5-5-1 Etablir l'expression de la différence de marche δ en un point M du champ d'interférence tel que $\overline{OM} = x$, en fonction de a , x et D .

(0,5 point)

5-5-2 Qu'appelle-t-on interfrange i ?

(0,25 point)

5-5-3 La distance entre le point O et le milieu de la 10^{ème} frange brillante est $d = 5,8$ mm. Calculer l'interfrange i . En déduire la longueur d'onde λ de la radiation.

(0,5 point)

EXERCICE 6 (BAC 2020 S1)

L'idée d'une quantification de l'énergie transportée par la lumière a été développée par Albert Einstein en 1905.

Les photons sont assimilés à des « paquets » d'énergie élémentaire, ou quanta d'énergie qui sont échangés lors de l'absorption ou l'émission de la lumière par la matière. Le photon est considéré comme une particule de masse nulle et d'énergie $E = h \nu$.

5.1. Excitation et désexcitation de l'atome d'hydrogène.

L'énergie d'un niveau n de l'atome d'hydrogène est donnée par la relation $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ avec $E_0 = 13,6$ eV.

Le diagramme ci-contre donne des transitions possibles de l'électron de l'atome d'hydrogène (figure 3)

Des photons d'énergie 1,51 eV et 12,09 eV arrivent respectivement sur deux tubes T_1 et T_2 contenant des atomes d'hydrogène dans leur état fondamental.

5.1.1- Dans lequel des deux tubes peut-on avoir une absorption des photons ? Justifier. (0,75 point)

5.1.2- Calculer la longueur d'onde λ_1 du rayonnement émis lors de la transition de l'électron du niveau d'énergie $n = 2$ au niveau d'énergie $n = 1$. (0,5 point)

5.1.3- La longueur d'onde λ_2 du rayonnement émis lors de la transition du niveau énergétique p au niveau énergétique $n = 2$ est $\lambda_2 = 489$ nm. Déterminer p . (0,75 point)

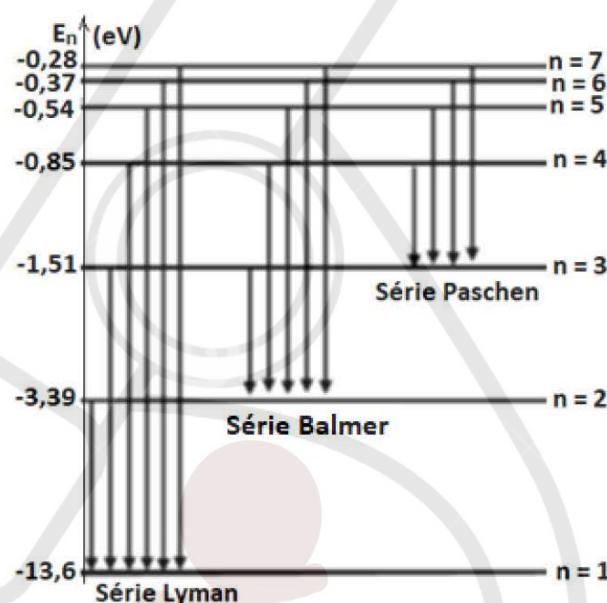


Figure 3

5.2- Interaction entre la lumière et le zinc

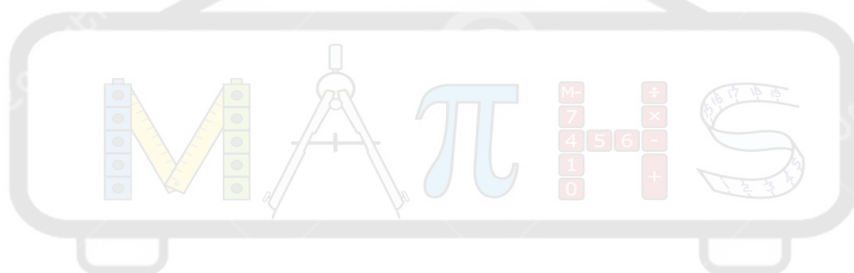
5.2.1- Les radiations précédentes de longueur d'onde λ_1 et λ_2 sont utilisées pour éclairer la cathode en zinc d'une cellule photoémissive. Le travail d'extraction d'un électron du métal zinc est $W_0 = 3,3$ eV.

a) Calculer la fréquence seuil et la longueur d'onde seuil du métal zinc. (0,75 point)

b) Calculer l'énergie cinétique maximale d'éjection des électrons et leur vitesse. (0,75 point)

5.2.2- On éclaire la cathode en zinc par la lumière blanche. Un effet photoélectrique est-il observé ? Justifier. (0,5 point)

Données Pour la lumière blanche on a $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 800 \text{ nm}$. Constante de Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Js ; célérité de la lumière dans le vide $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; masse de l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.



EXERCICE 6 (BAC 2019 S1)

Les caractères ondulatoire et corpusculaire de la lumière ont permis d'interpréter plusieurs phénomènes optiques. L'existence de certaines couleurs peut s'expliquer, entre autres, par la superposition de couleurs primaires.

5.1. Une source lumineuse monochromatique S_0 émet une radiation de longueur d'onde λ . Elle est placée à une distance d d'un plan opaque (P) percé d'un trou circulaire S de diamètre $a < \lambda$.

Les rayons lumineux arrivent perpendiculairement au plan (P) en traversant le trou. Un écran (E) est placé parallèlement au plan (P), à une distance $D = 2$ m (figure 3.1).

Quel phénomène physique se produit lorsque le faisceau de lumière traverse le trou circulaire ? Justifier votre réponse. **(0,25 point)**

5.2 On reprend le dispositif décrit précédemment, le plan (P) est percé maintenant de deux trous fins (S_1) et (S_2). La source S_0 est placée à égale distance des trous et à une distance d du plan opaque (P).

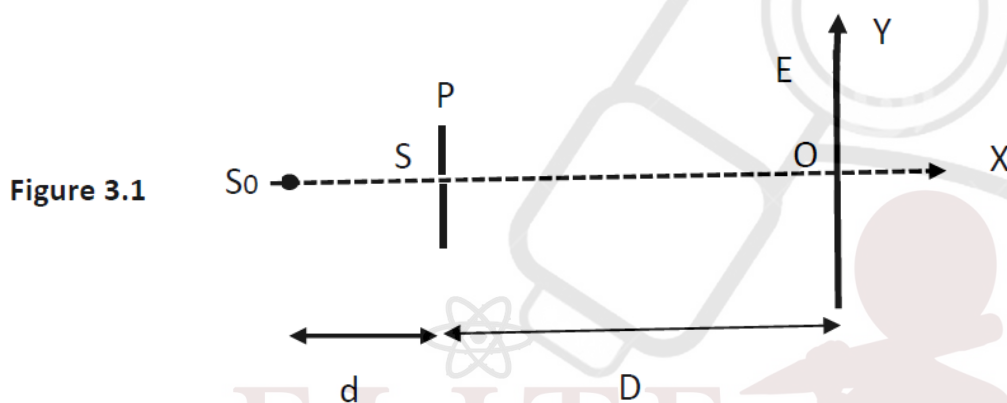
Les distances d et D sont maintenues (figure 3.2).

5.2.1 La radiation monochromatique utilisée a une fréquence $\nu = 5,77 \cdot 10^{14}$ Hz

5.2.1.1 Quelle est la couleur de la lumière utilisée ? (le spectre de la lumière blanche figure dans les données fournies à la fin de l'exercice). Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8$ m/s **(0,5 point)**

5.2.1.2 Qu'observe-t-on sur l'écran (E) ? **(0,5 point)**

5.2.1.3 Comment appelle-t-on ce phénomène ? Quel caractère de la lumière est ainsi mis en évidence ? **(0,75 point)**



5.2.1.4 Le milieu de la cinquième (5^{ème}) frange brillante est situé à une ordonnée $y = 2,6$ mm (l'origine O est le point de rencontre entre l'axe de symétrie (S_0x) et l'écran (E)). L'ordre de la frange centrale est zéro (0).

- Déterminer la distance b séparant les deux sources secondaires (S_1) et (S_2). **(0,5 point)**
- Définir puis calculer l'interfrange i . **(0,5 point)**
- Quelle est la nature de la frange située à $y = 1,3$ mm et celle située à $y = 2,08$ mm ? Justifier votre réponse. **(0,5 point)**

5.2.2 On remplace la source S_0 par une lampe spectrale émettant deux radiations $\lambda_1 = 750$ nm et $\lambda_2 = 480$ nm.

5.2.2.1 Quelle est la couleur de la frange observée sur l'écran à $y = 0$? Justifie **(0,5 point)**

5.2.2.2 A quelle distance minimale h de l'origine O sur l'écran va-t-on observer à nouveau l'aspect décrit à la question 5.2.2.1 ? **(01 point)**

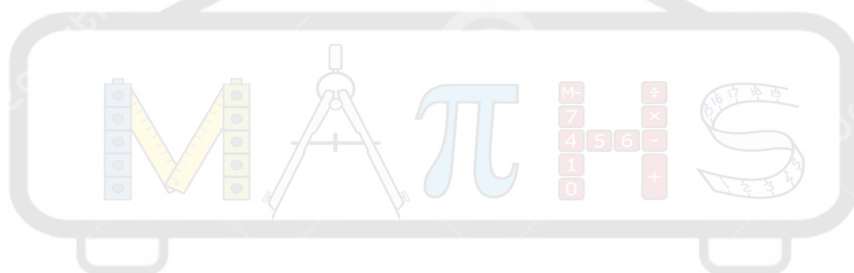
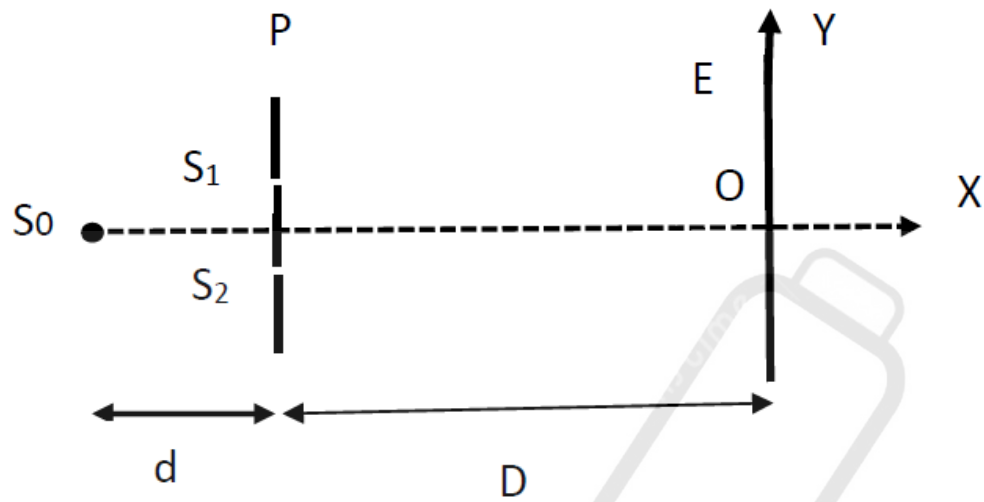
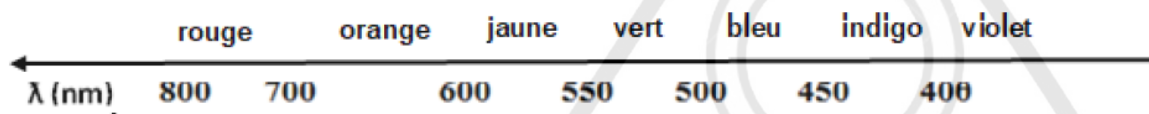


Figure 3.2



Données

- Spectre de la lumière blanche :



- Résultats de la superposition de quelques couleurs :

Rouge + bleu = magenta ; bleu + vert = cyan ; rouge + vert = Jaune

EXERCICE 7 (BAC 2019 S2)

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par : $E_n = \frac{-E_0(\text{eV})}{n^2}$ où n est un entier tel que $n \geq 1$ et $E_0 = 13,6$.

Le diagramme de la figure 1 (page suivante) représente sans souci d'échelle quelques niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

4-1 Comment qualifie-t-on l'état dans lequel se trouve l'atome d'hydrogène lorsque $n = 1$? lorsque $n > 1$? (0,5 point)

4-2 On considère l'atome d'hydrogène dans l'état $n = 2$. On l'expose à une lumière dichromatique de longueurs d'onde $\lambda_R = 657 \text{ nm}$ et $\lambda_V = 520 \text{ nm}$.

Seule l'une des radiations est absorbée; identifier la en justifiant. (0,5 point)

4-3 L'électron dans l'atome d'hydrogène passe du niveau n au niveau inférieur p ($p < n$).

4-3-1 Montrez que pour une transition de l'électron du niveau n au niveau p , la longueur d'onde du photon émis est donnée par la relation : $\frac{1}{\lambda_{n,p}} = R_H \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ où R_H

est la constante de Rydberg qu'on exprimera. (0,5 point)

4-3-2 Calculer la valeur de cette constante R_H ainsi que

la longueur d'onde $\lambda_{n,p}$ en anomètres pour $n = 4$

et $p = 3$. (0,5 point)

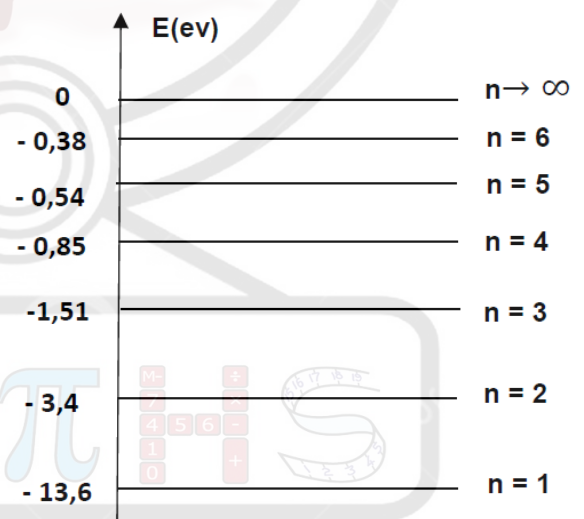


Figure 1

4-4 Une cellule photoélectrique reçoit le même rayonnement lumineux issu d'une source S de longueur d'onde $\lambda_{4,3}$. L'énergie d'extraction d'un électron du métal qui constitue la cellule est $W_0 = 0,5 \text{ eV}$.

- 4-4-1** Définir l'effet photoélectrique. Montrer que cet effet est observé pour la cellule ainsi éclairée (0,5 point)
- 4-4-2** Quel est le caractère de la lumière mis en évidence dans cette expérience ? (0,5 point)
- 4-4-3** Calculer la vitesse maximale des électrons émis par la cellule. (01 point)

Données : constante de Planck : $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; masse de l'électron : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$;
Célérité de la lumière dans le vide $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

EXERCICE 7 (BAC 2017 S1)

Le mercure, métal mythique du Moyen Âge, est le seul métal liquide à température ambiante. Il est indissociable de l'or, qu'il permet de purifier. Ce métal de symbole chimique Hg, est utilisable pour la fabrication de thermomètres, de lampes, en plombages et dans d'autres activités.

Le document ci-après représente quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure. L'énergie d'un niveau n est noté E_n ; le niveau $n = 1$ correspond à l'état fondamental.

5.1. A partir du document 4, déterminer :

5.1.1. l'énergie des photons émis lors des transitions indiquées, (0,75 pt)

5.1.2. les valeurs des longueurs d'onde λ_a , λ_b et λ_c .

On précisera le domaine spectral auquel appartient chaque longueur d'onde (se référer au document 5). (1,5 pt)

On donne : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$;
vitesse de la lumière dans le vide : $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

5.2. Une source S émet une radiation lumineuse de longueur d'onde λ_1 et éclaire deux fentes fines de Young F_1 et F_2 distantes de a . La source S est à égale distance de ces deux fentes. On place un écran (E), parallèle au plan des fentes et situé à une distance D de celui-ci (document 6). On donne : $a = 2 \text{ mm}$; $D = 486 \text{ mm}$.

5.2.1. Donner les conditions d'obtention du phénomène d'interférences. (0,25 pt)

5.2.2. Le point O de l'écran, origine de l'axe parallèle à F_1F_2 , est sur la droite bissectrice de F_1F_2 . M est un point de l'écran (E) d'abscisse x .

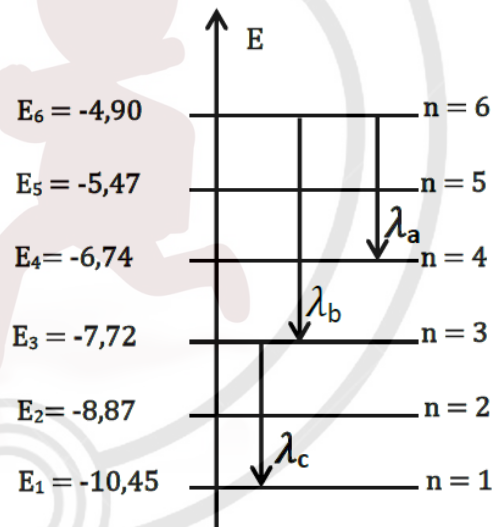
5.2.2.1. Etablir l'expression de la différence de marche δ entre deux rayons lumineux issus de F_1 et F_2 arrivant en un point $M(x)$ en fonction de a , D et x . (0,5 pt)

5.2.2.2. En déduire l'expression donnant les abscisses des points de l'écran situés sur une frange obscure. (0,25 pt)

5.2.2.3. La distance séparant la 5^{ème} frange brillante et la 3^{ème} frange sombre de part et d'autre de la frange centrale compté zéro est $d = 1,024 \text{ mm}$. En déduire la valeur de λ_1 . (0,5 pt)

5.3. La source S émet simultanément la radiation de longueur d'onde λ_1 calculée précédemment et une autre radiation de longueur d'onde λ_2 telle que $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 1,5$.

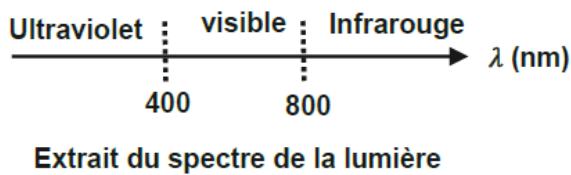
5.3.1. Au point O de l'écran, on a une superposition des franges brillantes correspondant aux deux radiations. A quelle distance ℓ_1 du centre O de l'écran a-t-on pour la première fois une superposition entre les franges brillantes ? (0,75 pt)



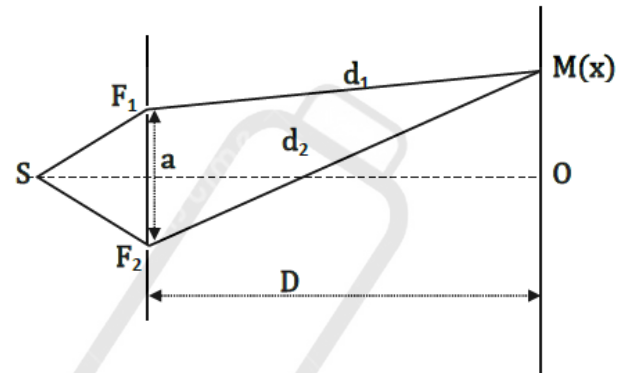
Document 4

5.3.2. Peut-on observer une extinction totale sur l'écran? Justifier la réponse.

(0,5 pt)



Document 5



Document 6

EXERCICE 7 (BAC 2017 S2)

Les fentes de Young permettent, entre autres dispositifs, de mettre en évidence le phénomène d'interférences lumineuses.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, des élèves doivent établir expérimentalement la relation entre la distance a qui sépare les fentes de Young et l'interfrange i . Pour ce faire, ils réalisent le dispositif interférentiel de Young. La source laser S , équidistante des deux fentes, produit une radiation lumineuse de longueur d'onde λ .

L'écran, parallèle au plan des fentes, est placé à une distance $D = 1,000 \text{ m}$ dudit plan.

La distance a entre les fentes est réglable (document 3).

Une fois le protocole validé par le professeur, les élèves mesurent l'interfrange i pour différentes valeurs de la distance a entre les fentes et calculent le produit $i \cdot a$.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-après.

$a \text{ (} 10^{-3} \text{ m)}$	0,10	0,20	0,30	0,40
$i \text{ (} 10^{-3} \text{ m)}$	6,5	3,3	2,2	1,6
$i \cdot a$				

5.1 Expliquer qualitativement le phénomène d'interférences lumineuses observé sur l'écran.

Quel caractère de la lumière l'expérience d'interférences lumineuses met en évidence ? (0,5 pt)

5.2 Pour un point M de l'écran, d'abscisse x , la différence de marche est donnée par :

$\delta = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$. Quelle condition doit remplir la différence de marche pour que le point M soit le milieu d'une frange obscure ? Exprimer dans ce cas l'abscisse x du point M en fonction de λ , D , a et k (entier naturel). (0,5 pt)

5.3 Définir l'interfrange. Etablir son expression en fonction de λ , D et a .

(0,5 pt).

5.4

5.4.1 Reproduire le tableau ci-dessus et le compléter. Vérifier que l'interfrange i est inversement proportionnel à la distance a qui sépare les fentes. Ce résultat est-il en accord avec la réponse fournie à la question 5-3 ? (01,25 pt)

5.4.2 En déduire la valeur de la longueur d'onde λ de la radiation émise par le laser (0,5 pt).

5.5 Les élèves éclairent ensuite, avec le laser, une cellule photoélectrique. Le travail d'extraction est $W_0 = 1,9 \text{ eV}$. Quel phénomène observent-ils? Justifier la réponse. Préciser le caractère de la lumière mis en évidence dans ce cas. (0,75 pt)

Données : $1 \text{ eV} = 1,610 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$;
vitesse de la lumière dans le vide $c = 3,000 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

EXERCICE 8 (BAC 2016 S2)

Au cours d'une séance d'observation du ciel, des astronomes ont pu enregistrer, par hasard, le spectre de la lumière d'un astre qui a traversé furtivement le champ de leur télescope. Le diagramme du document 1 est celui des niveaux d'énergie de l'un des éléments mis en évidence par le spectre obtenu.

5-1. Une transition correspondant à l'une des raies de ce spectre y est représentée par une flèche.

La raie correspondante est-elle une raie d'émission ou une raie d'absorption ? Justifier. **(0,5 point)**

5-2. On donne les tableaux (document 2) de quelques longueurs d'onde de raies d'émission de différents éléments. Identifier l'élément mis en évidence par cette raie. **(0,5 point)**

5-3. Les valeurs des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont données par la relation

$$E_n = - \frac{E_0}{n^2} \text{ avec } n \text{ entier supérieur ou égal à } 1 \text{ et } n = 1 \text{ correspondant au niveau fondamental.}$$

5-3-1. Montrer qu'aucune transition s'effectuant directement entre un état excité de l'atome d'hydrogène et son état fondamental ne se produit avec émission de lumière visible.

(0,75 point)

5-3-2. On éclaire des atomes d'hydrogène dans l'état fondamental, avec des radiations pour lesquelles les quanta d'énergie ont successivement les valeurs 8,2 eV ; 10,2 eV ; 10,7 eV et 14,6 eV.

Quelles radiations peuvent être absorbées ? Quel est alors l'état final du système noyau-électron ?

(01 point)

5.3.3. Balmer et Rydberg ont proposé l'expression suivante donnant les longueurs d'onde des raies optiques, $\frac{1}{\lambda_n} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ où n est entier et R_H une constante dite constante de Rydberg.

5-3-3-1 Etablir l'expression de R_H en fonction de E_0 , de la célérité C de la lumière et de la constante de Planck h .

(0,5 point)

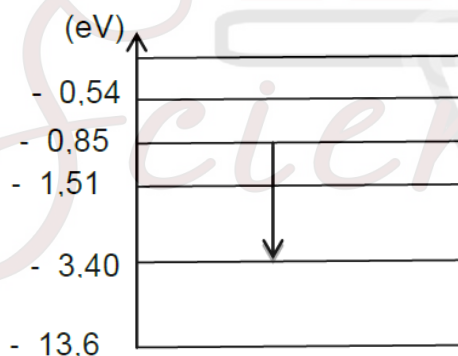
5-3-3-2 Faire l'application numérique.

(0,25 point)

5-3-3-3 Calculer, en nanomètres, la longueur d'onde de la raie α , correspondant à $n = 3$.

(0,5 point)

Document 1 : Diagramme d'énergie.



Document 2 : Quelques longueurs d'onde en micromètre (μm) des raies d'éléments.

Elément azote ; λ (μm)											
396	404	424	445	463	480	505	555	575	595	648	661

Elément oxygène ; λ (μm)					
391	397	420	442	465	616
700					

Elément hydrogène ; λ (μm)				
397	412	436	488	656

Données : $E_0 = 13,6 \text{ eV}$; $C = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$; Constante de Planck $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$.

ELITE SCIENCE « LA SCIENCE AUTREMENT »

Cours en ligne et en présentiel en MATHS PC et SVT (de la 6^e à la Terminale toutes séries confondues)

Tél : 77-106-98-79 (Whatsapp) – 76-870-60-77

EXERCICE 9 (BAC S1 2015)

5.1 Pour interpréter les spectres d'émission et d'absorption de l'atome d'hydrogène, Bohr a proposé l'existence dans l'atome d'hydrogène de niveaux d'énergie exprimés par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \quad \text{où } n \text{ est entier naturel positif et } E_0 = 13,6 \text{ eV}.$$

Les radiations émises ou absorbées par l'hydrogène sont dues aux transitions d'un niveau d'énergie à un autre.

5.1.1 Montrer que la longueur d'onde λ d'une radiation correspondant à une transition électronique d'un niveau n à un niveau inférieur p est donnée par la relation

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{où } R_H \text{ est une constante dont on précisera l'expression.} \quad (0,5 \text{ pt})$$

5.1.2 R_H est la constante de Rydberg. Calculer sa valeur dans le système International (0,5 pt)

5.1.3 Calculer la longueur d'onde la plus petite des radiations que peut émettre l'atome d'hydrogène et la fréquence correspondante. (0,5 pt)

5.1.4 Calculer en électronvolts, l'énergie d'ionisation d'un atome d'Hydrogène dans son état fondamental. (0,5 pt)

5.2 Le spectre d'émission d'une lampe à hydrogène présente une série de radiations situées dans le visible et parmi lesquelles les radiations de longueur d'onde $\lambda_1 = 486,1 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 434,1 \text{ nm}$

5.2.1 Cette série de radiations correspond à des transitions décroissantes arrivant sur le même niveau inférieur $p = 2$. Déterminer les niveaux d'énergie de départ pour les transitions correspondant respectivement à λ_1 et à λ_2 . (0,5 pt)

5.2.2 Calculer la longueur d'onde la plus petite pour cette série de radiations. (0,5 pt)

5.3 Dans un gaz, les atomes d'hydrogène sont à l'état fondamental.

5.3.1 Parmi les photons de longueurs $\lambda_3 = 102,6 \text{ nm}$ et $\lambda_4 = 100,9 \text{ nm}$ lequel est susceptible d'être absorbé par les atomes d'hydrogène ? Justifier la réponse. (0,5 pt)

5.3.2 On envoie des photons d'énergie $14,9 \text{ eV}$. Que va-t-il se produire ? Justifier. (0,5 pt)

Données : Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;
Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.