وزارة التربية والتعليم العالي | امتحانات الشهادة الثانويـة العامّة | دورة العام ٢٠٢٤ العاديّة
المديرية العامّة للتربية | فرع علوم الحياة | الأربعاء ٣ تموز ٢٠٢٤
دائرة الامتحانات الرسميّة

مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة: ساعة ونصف	الرقم:

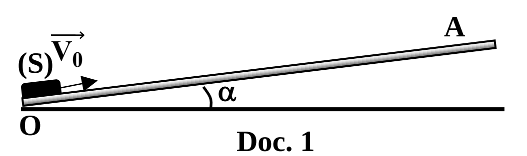
يتكوّن هذا الامتحان من خمسة تمارين، موزعة على أربع صفحات. يجب اختيار **ثلاثة تمارين فقط**.
إقرأ الأسئلة كلّها بشكل عام وشامل، ومن ثمّ حدّد اختياراتك.
ملاحظة: في حال الإجابة عن أكثر من ثلاثة تمارين، عليك شطب الإجابات المتعلقة بالتمارين التي لم تعد من ضمن اختيارك، لأن التصحيح يقتصر على إجابات التمارين الثلاث الأولى غير المشطوبة، بحسب ترتيبها على ورقة الإجابة. يمكن الاستعانة بالآلة الحاسبة غير القابلة للبرمجة. تعطى نصف علامة على وضوح الخط والترتيب.

Exercice 1 (6,5 pts)

Mouvement sur un plan incliné

Un objet (S), assimilé à une particule, de masse m = 0,2 kg peut se déplacer sur un rail rectiligne OA, situé dans un plan vertical et incliné d'un angle α sur l'horizontale (sin α = 0,1).

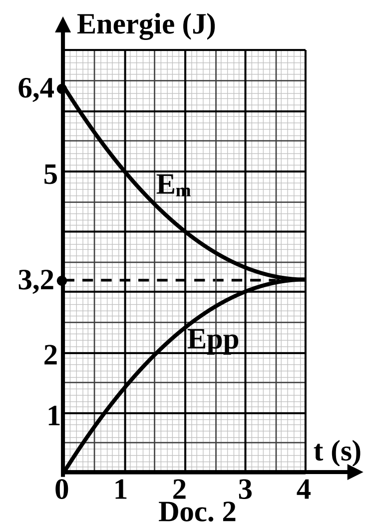
À $t_0 = 0$, (S) est lancé avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ de valeur V_0 (Doc. 1).



Doc. 1

Prendre :

- le plan horizontal passant par O comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10\ m / s^2$.



Doc. 2

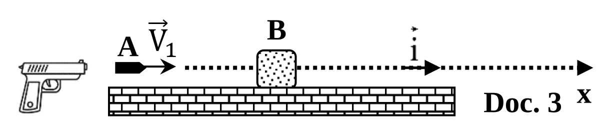
Les courbes du document 2, représentent l'évolution de l'énergie mécanique (Em) et de l'énergie potentielle de pesanteur (E_{PP}) du système [(S) – Terre] avec le temps t, durant le mouvement ascendant de (S) sur le plan incliné entre 0 et 4s.

1) Justifier l'existence de la force de frottement $\vec{f}$ sur (S) durant son mouvement entre 0 et 4s.
2) Montrer que l'énergie cinétique de (S) à $t_0 = 0$ est $Ec_0 = 6,4$ J.
3) Déduire la valeur de V_0.
4) À t = 4 s, (S) atteint le point A. Justifier que A est le point le plus élevé atteint par (S) sur le plan incliné.
5) Déduire que la distance maximale parcourue par (S) sur le plan incliné durant son mouvement ascendant est OA = 16 m.
6) Déterminer la variation de l'énergie interne ΔU du système (objet – plan incliné – Terre – Atmosphère) entre 0 et 4 s.
7) Déduire si l'énergie interne du système (objet – plan incliné – Terre – Atmosphère) augmente, diminue ou reste constante entre 0 et 4 s.
8) La force de frottement $\vec{f}$ est constante et parallèle au déplacement.
Déterminer la valeur f de $\vec{f}$.

Exercice 2 (6,5 pts)

Mouvement d'un bloc après collision

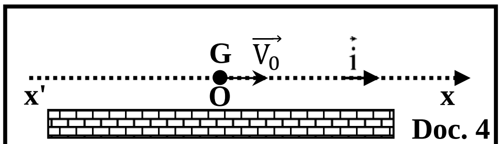
Une arme à feu lance une balle (A) de masse $m_1 = 20$ g vers un bloc (B), de masse $m_2 = 4$ kg, initialement au repos sur une surface horizontale (Doc. 3).



Doc. 3

La balle (A) entre en choc frontal avec (B) avec une vitesse horizontale $\vec{V_1}$ de valeur V_1 et s'y incruste.

Après la collision, le centre de masse G du système [(A), (B)] part, à t = 0 s, du point O avec une vitesse $\overrightarrow{V_0} = V_0\ \vec{i}$, et continue son mouvement le long d'un axe horizontale x'x de vecteur unitaire $\vec{i}$ (Doc. 4).



Doc. 4

1) Choisir la bonne réponse :
La collision entre (A) et (B) est inélastique car :
a) l'énergie cinétique de (A) est différente de celle de (B) avant la collision.
b) l'énergie cinétique de (A) est différente de celle de (B) après la collision.
c) une partie de l'énergie cinétique du système [(A), (B)] avant la collision provoque sa déformation.
d) L'énergie cinétique de (B) est nulle avant la collision.

2) Montrer que $V_1 = \frac{(m_1+m_2)}{m_1} V_0$.

3) Après la collision, G se déplace le long de x'x avec une vitesse $\vec{v} = v\,\vec{i}$. Le tableau ci-dessous montre différentes valeurs de v à différents instants t, après la collision.

t (s)	0,2	0,4	0,8	1,4
v (m/s)	1,8	1,6	1,2	0,6

3.1) Tracer, sur le papier millimétré, la courbe montrant l'évolution de v en fonction de t.
Prendre comme échelle :
- En abscisses 1 cm $\leftrightarrow$ 0,2 s ;
- En ordonnées 1 cm $\leftrightarrow$ 0,2 m/s.

3.2) En se référant à la courbe obtenue, montrer que : $v = -t + 2$ (S.I.).
3.3) Déduire la valeur V_0.

4) Calculer V_1.

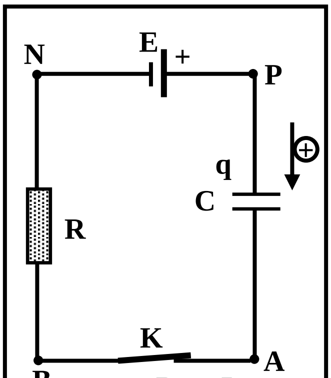
5) Ecrire, en fonction de t, l'expression de la quantité de mouvement $\vec{P}$ du système [(A), (B)] après la collision.

6) Après la collision, le système [(A), (B)] subit l'action d'une force de frottement $\vec{f}$, parallèle à $\vec{i}$, de sens opposé au déplacement et de valeur constante f.
Déterminer f, sachant que $\frac{d\vec{P}}{dt} = \Sigma \vec{F}_{ext}$ où $\Sigma \vec{F}_{ext}$ est la somme des forces extérieures qui s'exercent sur le système [(A), (B)] après la collision.

Exercice 3 (6,5 pts)

Détecteur de température

Le but de cet exercice est d'identifier le détecteur de température de l'eau utilisé dans une machine à laver.
L'un des circuits contenus dans ce détecteur est représenté au document 5 par un circuit simplifié, comportant en série :
- un générateur idéal de force électromotrice E ;
- un conducteur ohmique de résistance R qui varie avec la température ;
- un condensateur, initialement non chargé, de capacité C = 1 μF ;
- un interrupteur K.



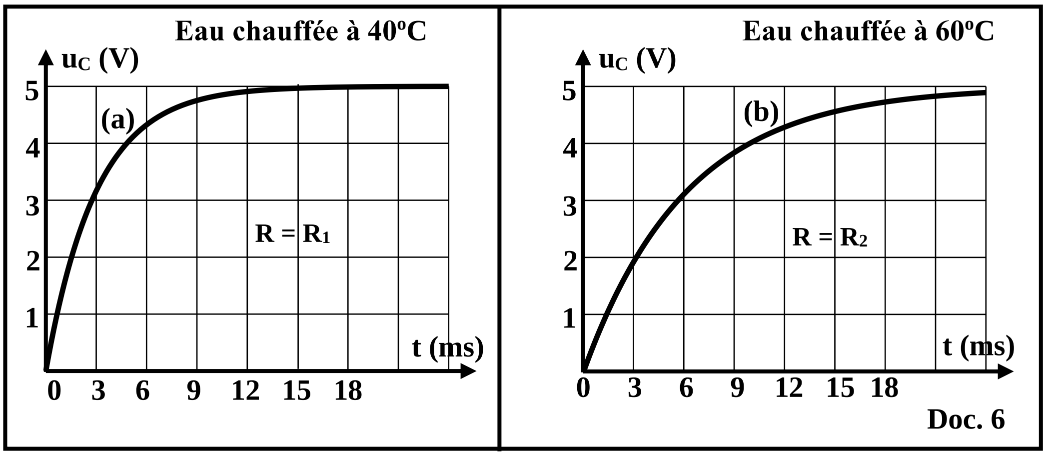
Doc. 5

1) Étude théorique
À l'instant $t_0 = 0$, on ferme K, la phase de charge du condensateur commence.
À un instant t, l'armature P du condensateur porte une charge q et un courant électrique d'intensité i traverse le circuit.

1.1) Reproduire le circuit du document 5 en y indiquant le sens du courant i.
1.2) Montrer que l'équation différentielle qui décrit la variation de la tension $u_{PA} = u_C$, aux bornes du condensateur est : $E = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$.
1.3) La solution de l'équation différentielle obtenue est de la forme : $u_C = a - a\,e^{\frac{-t}{\tau}}$, où a et τ sont des constantes. Déterminer les expressions de a et τ en fonction de E, R et C.

2) Type du détecteur

Dans une machine à laver, un détecteur de température est utilisé, lorsque l'eau est chauffée à 40ºC, R prend une valeur R_1 et l'évolution de la tension u_C avec le temps est représentée par la courbe (a) dans le document 6. Lorsque l'eau est chauffée à 60ºC, R prend une valeur R_2 et l'évolution de u_C avec le temps est représentée par la courbe (b) du document 6.



Doc. 6

2.1) En utilisant le document 6 :

2.1.1) indiquer la valeur de E ;

2.1.2) déterminer les valeurs des constantes de temps τ_1 et τ_2 correspondantes aux graphes (a) et (b) respectivement.

2.2) Déduire les valeurs de R_1 et R_2.

2.3) On considère deux types de détecteurs de température, l'un appelé « PTC » dont la résistance augmente avec l'augmentation de la température, l'autre appelé « NTC » dont la résistance diminue avec l'augmentation de la température.
Préciser le type de détecteur utilisé dans la machine à laver en question.

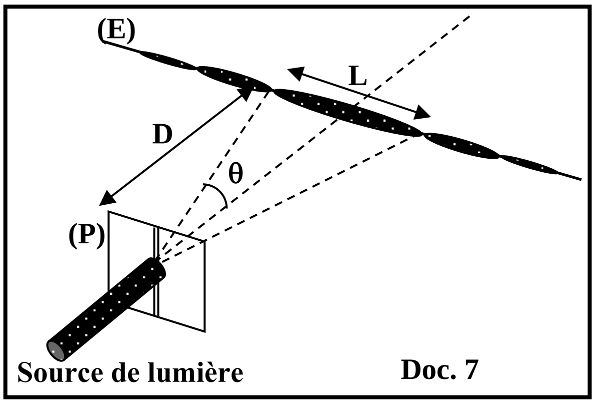
Exercice 4 (6,5 pts)

Diffraction de la lumière

Le but de cet exercice est de déterminer le pourcentage de concentration de dioxyde de carbone dans l'air en utilisant le phénomène de diffraction de la lumière.

Dans ce but, on considère une source de lumière monochromatique de longueur d'onde « λ » dans le vide, qui éclaire sous une incidence normale une fente fine verticale de largeur « a » pratiquée dans un écran opaque (P). La figure de diffraction est observée sur un écran (E) placé perpendiculairement au faisceau incident, et à une distance D de la fente. Soit « L » la largeur linéaire de la tache centrale brillante (Doc. 7).

Les angles de diffraction dans cet exercice ont de petites valeurs ; Pour de faibles angles, prendre $\sin\theta \approx \tan\theta \approx \theta$ en radian.



Doc. 7

1) Le phénomène de diffraction de la lumière met en évidence un aspect de la lumière. Nommer cet aspect.
2) Décrire la figure de diffraction obtenue sur (E).
3) Tout le dispositif du document 7 est placé dans le vide. On obtient une tache centrale de largeur L_1. Déterminer l'expression de L_1 en fonction de λ, D et a.
4) Tout le dispositif du document 7 est placé dans un laboratoire de recherche riche en dioxyde de carbone CO_2. La longueur d'onde de la lumière dans ce milieu est $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$ avec « n » l'indice de réfraction de ce milieu. On obtient une tache centrale de largeur L_2.

   4.1) Ecrire l'expression de L_2 en fonction de λ', D et a.

   4.2) Montrer que n = 1,000294 sachant que $L_1 = 1,000294 \times L_2$.

5) A la température ambiante, la pression atmosphérique normale et l'humidité de 20%, l'indice de l'air riche en CO_2 est donné par : $n = 1,000293 + 1,57 \times 10^{-6}$ P où P est le pourcentage de concentration de dioxyde de carbone dans l'air.

5.1) Un chercheur travaille dans ce laboratoire dans les conditions mentionnées. Calculer P.

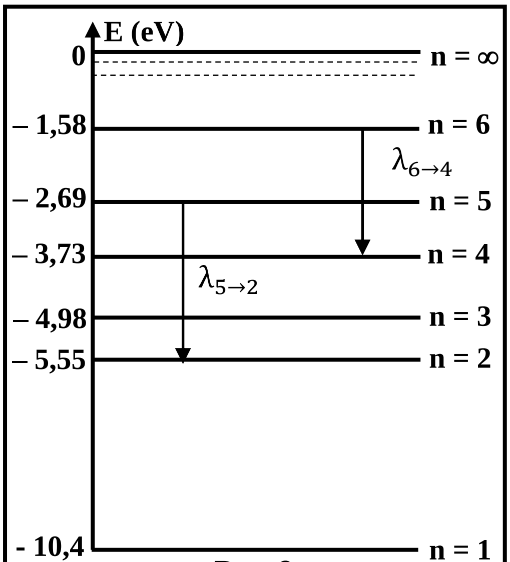
5.2) Selon l'organisation mondiale de la santé, la limite supérieure d'exposition durant 8 heures continues de travail est atteinte, lorsque le pourcentage de concentration du CO_2 dans l'air est 0,5 %. Préciser si ce chercheur peut continuer à travailler plus de 8 heures à la suite, dans ces conditions.

Exercice 5 (6,5 pts)

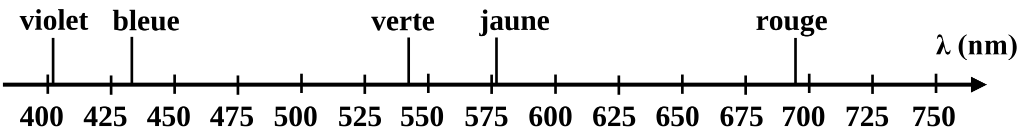
Lampe à vapeur de mercure et effet photoélectrique

Le but de cet exercice est d'étudier quelques raies du spectre d'émission de l'atome de mercure et d'utiliser une des radiations émises pour produire l'effet photoélectrique.
Le document 8 montre un diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de mercure.
Le document 9 montre quelques raies du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de mercure dans l'air.
On donne :

- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J·s ;
- 1 eV = $1,60 \times 10^{-19}$ J ;
- La vitesse de la lumière dans l'air : $c = 3 \times 10^{8}$ m/s ;
- 1nm = 10^{-9} m.



Doc. 8



Doc. 9

1) L'atome de mercure, considéré au troisième état excité (n = 4), reçoit un photon d'énergie E. Il passe alors au cinquième état excité (n = 6).

1.1) Calculer E.

1.2) Calculer la longueur d'onde λ de ce photon dans l'air.

1.3) Déduire, sans calcul, la valeur de $\lambda_{6\to4}$ associée à la transition $6 \to 4$ dans l'air, représentée dans le document 8.

1.4) Indiquer, en se référant au document 9, la couleur de cette radiation émise.

2) Un filtre placé devant la lampe à vapeur de mercure, permet le passage des radiations de couleur bleue. Montrer que la radiation de longueur d'onde $\lambda_{5\to2}$ associée à la transition $5 \to 2$ peut traverser ce filtre.

3) La lampe à vapeur de mercure, équipée de ce filtre, éclaire séparément deux plaques métalliques l'une en césium et l'autre en zinc.
On donne : W_s (énergie d'extraction) du césium = 1,89 eV ; W_s du zinc = 4,31 eV.

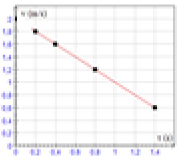
3.1) Définir « longueur d'onde seuil » d'un métal pur.

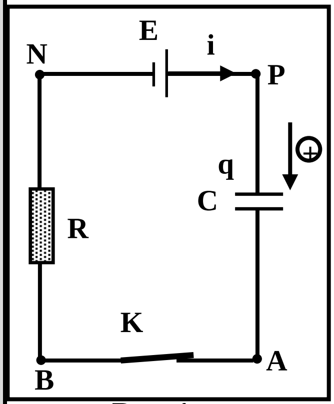
3.2) Calculer la longueur d'onde seuil de chacun de ces deux métaux.

3.3) L'effet photoélectrique a lieu avec l'une de ces deux plaques, déduire laquelle.

مسابقة في مادة الفيزياء
أسس التصحيح - فرنسي

Exercice 1 (6,5 points)	**Mouvement sur un plan incliné**	
Partie	**Réponse**	**Note**
1	L'énergie mécanique du système diminue (n'est pas constante) ce qui justifie l'existence des forces de frottement.	**0,5**
2	$Em_0 = Ec_0 + EPP_0$; $Ec_0 = 6,4 - 0 = 6,4$ J	**1**
3	$\frac{1}{2} m V_0^2 = 6,4$ donc $V_0^2 = 64$ donc $V_0 =$ 8 m/s	**1**
4	A t = 4 s ; Em = Epp donc Ec = 0 J par suite la vitesse du solide est nulle c'est alors le point le plus élevé atteint sur le plan incliné	**0,5**
5	A t = 4 s : Epp = 3,2 J , $m \times g \times h = 3,2$ mais $h = d \times \sin\alpha$ par suite : $m \times g \times d \times \sin\alpha = 3,2$, $0,2 \times 10 \times 0,1 \times d = 3,2$ alors d = 16 m	**1**
6	Le système (solide, Terre, Atmosphère) est énergétiquement isolé, son énergie totale E = Em + U = constante ; $\Delta E = \Delta Em + \Delta U = 0$ Donc : $\Delta U = - \Delta(Em)$ Entre 0 s et 4 s on a : $\Delta(Em) = 3,2 - 6,4 = - 3,2$ J Par suite $\Delta U = - \Delta(Em) = 3,2$ J	**1**
7	$\Delta U > 0$ donc U augmente	**0,5**
8	La variation de l'énergie mécanique est égale au travail effectué par la force de frottement $\Delta Em = W_{\vec{f}}$ donc $\Delta(Em) = - 3,2 = - f \times OA$ $- 3,2 = - f \times 16$, donc f = 0,2 N	**1**

Exercice 2 (6,5 pts)	Mouvement d'un bloc après collision	
Partie	**Réponse**	**Note**
1	c) une partie de l'énergie cinétique du système [(A), (B)] avant la collision provoque sa déformation.	**0,5**
2	$\vec{P}_{\text{avant le choc}} = \vec{P}_{\text{après le choc}}$ $m_1 \overrightarrow{V_1} = (m_1+m_2)\overrightarrow{V_0}$ D'où : $V_1 = \dfrac{(m_1+m_2)V_0}{m_1}$	**0,75**
3.1		**0,5**
3.2	L'allure de la courbe est une ligne droite décroissante qui ne passe pas par l'origine son équation est de la forme : V = pente × t + b Pente = $\frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$ = – 1 m/s^2 A t = 0,2 s ; v = 1,8 m/s par suite b = 2 m/s ; donc v = - t + 2 (S.I.)	**0,75**
3.3	Pour t = 0 ; v_0 = 2 m/s.	**0,5**
4	Puisque $V_1 = \dfrac{(m_1+m_2)V_0}{m_1}$; donc V_1 = 402 m/s	**1**
5	$\vec{P} = (m_1+m_2)\vec{v}$; $\vec{P} = 4.02\,(-t+2)\,\vec{i}$; $\vec{P} = -4.02\,t\,\vec{i} + 8.04\,\vec{i}$ (P en kg.m/s et t en s)	**0,25** **0,75**
6	$\Sigma\vec{F} = (m_1+m_2)\vec{g} + \vec{N} + \vec{f}$; Composante suivant $\overrightarrow{Ox}$: $\Sigma\vec{F} = -f\,\vec{i}$ **<u>Ou bien</u>** : $\Sigma\vec{F} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{f}$ mais $m\vec{g} + \vec{N} = \vec{0}$ donc $\Sigma\vec{F} = -f\,\vec{i}$ $\frac{d\vec{P}}{dt} = -4{,}02\ \vec{i}$; puisque $\frac{d\vec{P}}{dt} = \Sigma\vec{F}$; donc $-4{,}02\ \vec{i} = = -f\,\vec{i}$ par suite f = 4,02 N	**0,75** **0,75**

Exercice 3 (6,5 pts)	Détecteur de température	
Partie	**Réponse**	**Note**
1.1	 **Doc. 1**	**0,5**
1.2	$U_{PN} = u_{PA} + u_{AB} + u_{BN}$; $E = u_C + 0 + R\,i$ mais $i = \frac{dq}{dt}$ et $q = C \times u_C$; alors $i = C\frac{du_C}{dt}$ On obtient : $E = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$	**1**
1.3	$u_C = a - a\,e^{\frac{-t}{\tau}}$; $\frac{du_C}{dt} = \frac{a}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ on remplace u_C et $\frac{du_C}{dt}$ dans l'équation différentielle : $E = RC\frac{a}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}} + a - a\,e^{\frac{-t}{\tau}}$; $a\,e^{\frac{-t}{\tau}}\left[\frac{RC}{\tau} - 1\right] + a = E$ Cette égalité est vérifiée quel que soit t, par identification : $a\,e^{\frac{-t}{\tau}} \neq 0$ donc $a = E$ et $-\frac{RC}{\tau} + 1 = 0$ donc $\tau = R\,C$ Alors : $u_C = E\,(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$ avec $\tau = RC$	**1.5**
2.١.1	$E = 5$ V	**0,5**
2.١.2	A $t = \tau$: $u_C = E\,(1 - e^{-1}) = 0{,}63\,E = 3{,}15$ V ce qui correspond graphiquement à τ Graphe (a) : $\tau_1 = 3$ ms Graphe (b) : $\tau_2 = 6$ ms	**0,25** **0,5** **0,5**
2.٢	$\tau_1 = 3$ ms et $\tau_1 = R_1 \times C$; $R_1 = \frac{\tau_1}{C} = \frac{3\times10^{-3}}{1\times10^{-6}} = 3000\ \Omega = 3\ \text{k}\Omega$ $\tau_2 = 6$ ms et $\tau_2 = R_2 \times C$; $R_2 = \frac{\tau_2}{C} = \frac{6\times10^{-3}}{1\times10^{-6}} = 6000\ \Omega = 6\ \text{k}\Omega$	**0,5** **0,5**
2.٣	Puisque $R_2 > R_1$; donc la résistance augmente avec l'augmentation de la température, par suite c'est un détecteur de température de type « PTC »	**0,75**

Exercice 4 (6,5 points) Diffraction de la lumière		
Partie	**Réponse**	**Note**
1	Aspect ondulatoire de la lumière	**0,5**
2	On observe sur l'écran : ▪ Alternativement des franges brillantes et sombres ; ▪ La frange centrale est la plus intense et sa largeur est le double celles des autres franges brillantes ; ▪ La direction des franges d'interférences est perpendiculaire à celle de la fente.	**0,75**
3	Frange sombre: $\sin\theta = n\frac{\lambda}{a}$, puisque θ faible donc $\sin\theta = \theta$ Première frange sombre: $n = 1$; $\theta_1 = \frac{\lambda}{a}$ $\tan\theta_1 = \frac{\frac{L_1}{2}}{D}$; $\theta_1 = \frac{L_1}{2D}$, et $\theta_1 = \frac{\lambda}{a}$ Donc $\frac{L_1}{2D} = \frac{\lambda}{a}$; alors $L_1 = \frac{2\lambda D}{a}$	**0,5** **0,5** **0,5**
4.1	$L_2 = \frac{2\lambda' D}{a}$	**0,5**
4.2	$L_1 = 1{,}000294 \times L_2$ donc $\frac{2\lambda D}{a} = 1{,}000294 \frac{2\lambda' D}{a}$, mais $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$ Alors $n\lambda' = 1{,}000294\ \lambda'$ donc $n = 1{,}000294$	**1,25**
5.1	$n = 1{,}000293 + 1{,}57 \times 10^{-6}\ P$; $1{,}000294 = 1{,}000293 + 1{,}57 \times 10^{-6}\ P$ donc $P = 0{,}63\ \%$	**1**
5.2	Non, puisque 0,63 % > 0,5 %	**1**

Exercice 5 (6,5 pts)	**Lampe à vapeur de mercure et effet photoélectrique**	
Partie	**Réponse**	**Note**
1.1	Passage du troisième état excité E_4, au cinquième état excité E_6, donc : $E_{photon} = E = E_6 - E_4 = 2,15$ eV	**0,75**
1.2	$E = \frac{hc}{\lambda}$ donc $\lambda = \frac{hc}{E}$ $\lambda = \frac{6,63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2,15\times1,6\times10^{-19}} = 5,78\times10^{-7}$ m = 578 nm	**0,75**
1.3	$\lambda_{6\rightarrow4}$ émise suite à la transition $6 \rightarrow 4$ est égale à la longueur d'onde du photon absorbé pour faire passer l'atome du niveau 4 au niveau 6. Donc $\lambda_{6\rightarrow4} = 578$ nm	**0,5**
1.4	D'après le document, cette radiation correspond à la couleur jaune.	**0,25**
2	$E_5 - E_2 = 2.86$ eV ; $\lambda = \frac{6,63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2,86\times1,6\times10^{-19}} = 434\times10^{-7}$ m = 434 nm Donc la couleur est bleue d'apres le document 9 et la radiation peut traverser le filtre	**1,5**
3.1	La « longueur d'onde seuil » d'un métal pur, est la longueur d'onde maximale de la radiation incidente qui est capable d'extraire des électrons de la surface de ce métal.	**0,5**
3.2	$Ws = \frac{hc}{\lambda_S}$ donc $\lambda_S = \frac{hc}{W_s}$ Pour le césium : $\lambda_S = \frac{6\ 63 \times 10^{-34}\times3\times10^{8}}{1,89\times1\ 6\times10^{-19}} = 6\ 57 \times 10^{-7}\text{m} = 657\text{ nm}$ Pour le zinc : $\lambda_S = \frac{6\ 63 \times 10^{-34}\times3\times10^{8}}{4\ 31\times1\ 6\times10^{-19}} = 2\ 88 \times 10^{-7}\text{m} = 288\text{ nm}$	**0,25** **0,5** **0,5**
3.3	$\lambda < \lambda_S$ du césium donc il y aura effet photoélectrique avec le Césium	**1**