المادة: الفيزياء الشهادة: الثانوية العامّة الفرع: العلوم العامة نموذج رقم 1 المدّة: ثلاث ساعات	الهيئة الأكاديميّة المشتركة قسم: العلوم	المركز التربوي للبحوث والإنماء

نموذج مسابقة (يراعي تعليق الدروس والتوصيف المعدّل للعام الدراسي ٢٠١٦-٢٠١٧ وحتى صدور المناهج المطوّرة)

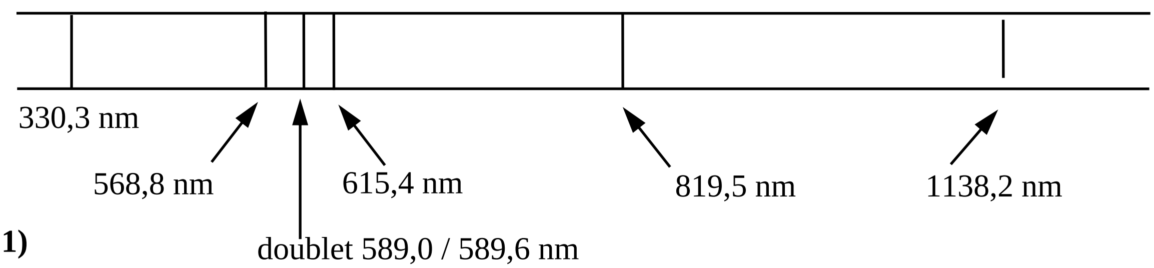
Cette épreuve comporte quatre exercices obligatoires. L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

Exercice 1 (6½ points) Lampe à vapeur de sodium

On utilise les lampes à vapeur de sodium pour éclairer des tunnels routiers. Ces lampes contiennent de la vapeur de sodium à très faible pression. Cette vapeur est excitée par un faisceau d'électrons qui traverse le tube. Les atomes de sodium absorbent l'énergie des électrons. Cette énergie est restituée lorsque les atomes subissent des désexcitations et retombent à l'état fondamental sous forme de radiations lumineuses.
Les lampes à vapeur de sodium émettent surtout de la lumière jaune.

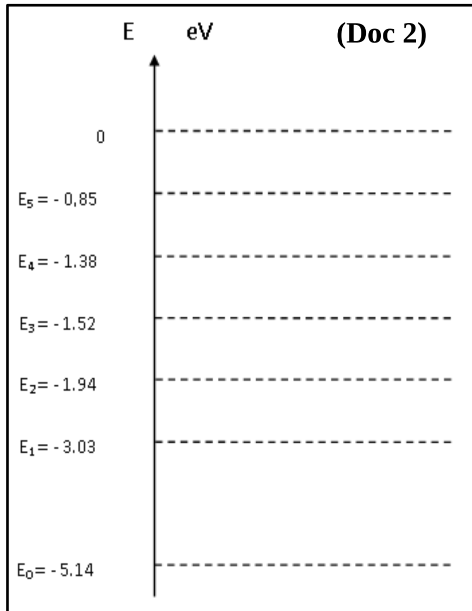
Données : $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J.s
$c = 3{,}00\times10^{8}$ m.s^{-1}
1 eV $= 1{,}60\times10^{-19}$ J

1) L'analyse du spectre d'émission (Doc 1) d'une lampe à vapeur de sodium révèle la présence de raies spectrales de longueurs d'onde λ bien définies.



(Doc 1)

1-1) Identifier les longueurs d'onde des raies appartenant au domaine du visible, au domaine des ultraviolets et au domaine de l'infrarouge.
1-2) Préciser si le spectre d'émission est formé d'une lumière polychromatique ou monochromatique.
1-3) Le spectre d'émission correspondant est discontinu. Expliquer.
1-4) Calculer l'énergie, en eV, de la raie spectrale de longueur d'onde $\lambda = 589{,}0$ nm.



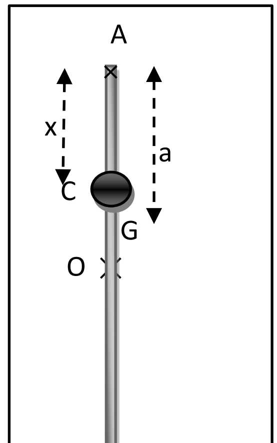
(Doc 2)

2) Le document (Doc 2) montre le diagramme de niveaux d'énergie de l'atome de sodium.
2-1) Calculer, en joule, l'énergie (E_0) de l'atome lorsqu'il est dans l'état fondamental.
2-2) Déterminer l'énergie minimale nécessaire pour exciter l'atome de sodium à partir de son état fondamental.
2-3) L'atome de sodium étant dans le troisième état excité :
2-3-1) déterminer l'énergie minimale nécessaire pour l'ioniser ;
2-3-2) déterminer la longueur d'onde de la radiation émise due à la désexcitation vers le niveau d'énergie $E_1 = -3{,}03$ eV.
2-4) L'atome de sodium, considéré maintenant dans le premier état excité E_1, reçoit un rayonnement d'énergie $E = 1{,}09$ eV. Préciser si ce rayonnement peut interagir avec l'atome de sodium.
2-5) L'atome de sodium est maintenant dans l'état fondamental.

2-5-1) Il absorbe un photon qui est associé à une radiation de longueur d'onde λ = 289,77 nm. Déterminer l'état de l'atome.
2-5-2) Il absorbe un photon d'énergie 6 eV. Un électron est ainsi libéré par l'atome. Calculer, en eV, l'énergie cinétique de cet électron.

Exercice 2 (7 points) Pendule Composé

Afin de déterminer la période propre d'un pendule composé donné, les deux procédures suivantes sont effectuées séparément, comme indiqué dans les parties **1)** et **2)**.
Le pendule composé est formé d'une tige de longueur AB = L = 1 m et de masse M = 1,2 kg et d'une particule "m" de masse m = 500 g qui peut coulisser entre A et O. "m" est fixée au point C tel que AC = x. Le pendule peut tourner dans le plan vertical autour d'un axe horizontal (Δ) passant par A. Soit a = AG, la distance entre A et le centre de gravité G du pendule. (Doc 3)
Le pendule est écarté, dans le sens positif, d'un angle $\theta_0 = 8^o$ à partir de sa position d'équilibre, puis abandonné sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$. θ et θ' sont respectivement l'abscisse angulaire et la vitesse angulaire du pendule à un instant t.
Prendre :
Le plan horizontal contenant A comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
$g = 10\ m/s^2$; pour $\theta < 10°$, $\sin\theta \approx \theta_{rd}$ et $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta_{rd}^2}{2}$.
Négliger toutes les forces de frottement.



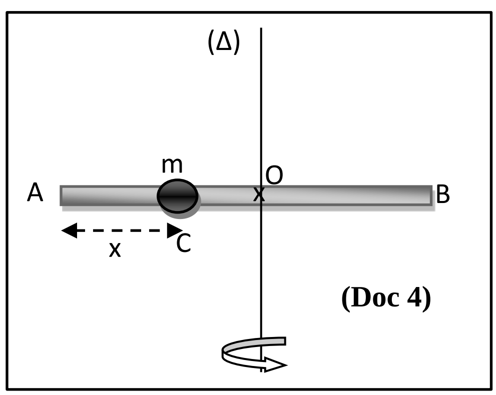
(Doc 3)

1) Détermination de l'expression du T_0 en fonction de x

1-1) Montrer que la position du centre de gravité G du système est donnée par la relation : $AG = a = \frac{2mx+ML}{2(m+M)}$
1-2) Montrer que le moment d'inertie I du pendule par rapport à (Δ) s'écrit : $I = (3mx^2 + ML^2)/3$, sachant que le moment d'inertie de la tige par rapport à l'axe (Δ) est : $I_{tige} = ML^2/3$
1-3) Déterminer l'expression de l'énergie mécanique du système (pendule, Terre) en fonction de m, M, g, a, I, θ et θ'.
1-4) En déduire l'équation différentielle en θ qui régit le mouvement du pendule.
1-5) La solution de l'équation différentielle est donnée par :
$\theta = \theta_m \cos(\omega_o t + \varphi)$, où θ est en rd et t en secondes. Déterminer θ_m et φ.
1-6) Déterminer l'expression de la période propre T_0 en fonction de x.

2) Détermination de x

Maintenant, le système (tige AB et particule) est en position horizontale ; il peut tourner librement autour de l'axe vertical (Δ) qui passe par le milieu O de la tige. La particule est fixée à l'extrémité C d'un fil OC (Doc 4).
Le système tourne avec une vitesse angulaire constante de 2 rd/s lorsque la particule de masse m est au point C (AC = x). À un certain instant, le fil est coupé et la particule de masse m glisse et se fixe à l'extrémité A de la tige ; la vitesse angulaire du système devient 1,5 rd/s.



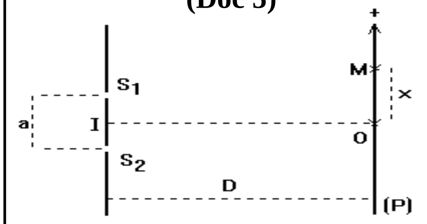
(Doc 4)

2-1) Soient I_1 le moment d'inertie du système (tige AB et masse m) lorsque m est au point C et I_2 le moment d'inertie de ce système lorsque m est à l'extrémité A.
Vérifier que $I_1 = 0{,}1 + 0{,}5(0{,}5-x)^2$ et $I_2 = 0{,}225\ kg.m^2$, sachant que le moment d'inertie de la tige autour de l'axe passant par son centre est $I_{tige}/\Delta = ML^2/12$.
2-2) Appliquer le principe de conservation du moment cinétique pour déterminer x.
2-3) En utilisant les résultats des parties **1)** et **2)**, en déduire la valeur de la période propre T_0.

Exercice 3 (6½ points) Aspect de la lumière

1) Dans l'expérience de Young dans l'air, les deux fentes S_1 et S_2, qui sont droites, parallèles et séparées d'une distance a = 1 mm, sont éclairées par une même source S qui est à égale distance de S_1 et S_2, S émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 625$ nm.
L'écran d'observation (P), parallèle au plan de S_1S_2, se trouve à une distance D = 1 m du point I, le point médian de S_1S_2. On considère sur (P) un point M dans la zone d'interférence dont la position est définie par son abscisse x par rapport au point O, la projection orthogonale de I sur P. (Doc 5)

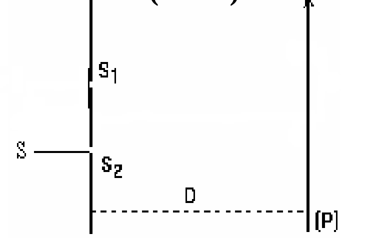
(Doc 5)



1-1) Préciser la nature de la frange dont le centre est en O.
1-2) Décrire les franges observées sur l'écran (P).
1-3) Interpréter l'existence des franges.
1-4) Donner, en fonction de D, a et x, la différence de marche optique δ au point M.
1-5) Déterminer l'expression de l'abscisse x des centres des franges sombres en fonction de D, a et λ.
1-6) En déduire l'expression de l'interfrange i en fonction de λ, D et a.
1-7) Préciser le type et l'ordre de la frange en un point sur l'écran qui se trouve à une distance de 3,75 mm du milieu de la frange centrale.
1-8) Une lame à faces parallèles, d'épaisseur e et d'indice n = 1,5, est placée devant S_1. La différence de marche optique à M devient : $S_2M - S_1M = \delta = ax/D - e.(n-1)$.
La frange centrale occupe à présent une position qui était occupée auparavant par la 6^e frange sombre. Déterminer e.

2) Maintenant, on couvre la fente S_1 et la source S, émettant le rayonnement monochromatique, est placée en face de la fente S_2 dont la largeur est de 0,1 mm (voir la figure du (Doc 6) ci-contre).

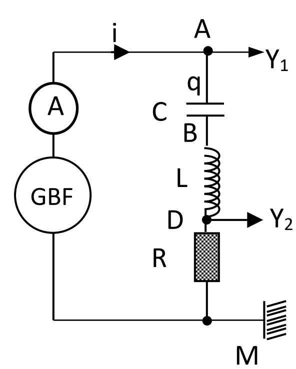
(Doc 6)



2-1) Nommer le phénomène subi par la lumière à travers la fente.
2-2) Soit L la largeur de la tache centrale observée sur l'écran :
2-2-1) écrire l'expression donnant L ;
2-2-2) calculer L.
2-3) Les deux phénomènes optiques précédents mettent en évidence un aspect particulier de la lumière. Identifier cet aspect.

Exercice 4 (7½ points) Détermination des caractéristiques de composants électriques

Le but de cet exercice est de déterminer les caractéristiques R, L et C respectivement d'un conducteur ohmique (R) de résistance R réglable, d'une bobine (B) d'inductance L et de résistance négligeable et d'un condensateur (C) de capacité C.
Pour cela, nous effectuons les deux expériences suivantes :



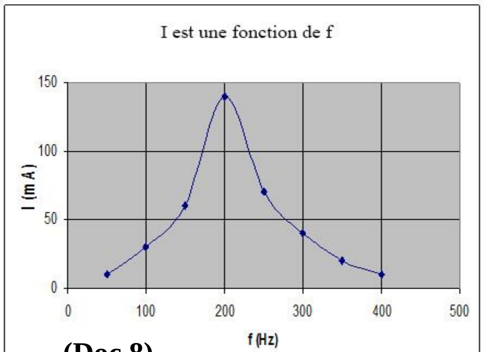
(Doc 7)

1) Première expérience

On considère le circuit série schématisé à la figure du (Doc 7) qui est constitué d'un GBF qui délivre à ses bornes une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U et de fréquence réglable f, de (R), de (B), de (C) et d'un ampèremètre.

On donne à f différentes valeurs et on enregistre, pour chaque valeur de f, la valeur efficace I de l'intensité du courant dans le circuit. La figure du (Doc 8) montre les variations de I en fonction de la fréquence f.

Prendre $\pi^2 = 10$.



(Doc 8)

1-1) Le circuit est le siège d'un certain phénomène. Nommer le phénomène physique qui a lieu pour f = 200 Hz. Justifier.

1-2) Indiquer la fréquence propre f_0 de ce circuit.

1-3) Montrer que $LC = 0{,}625 \times 10^{-6}\ s^2$.

2) Deuxième expérience

On donne à R la valeur R = 150 Ω. L'expression de la tension aux bornes du GBF est la suivante :

$u_{AM} = U_m \sin(2\pi f\, t)$.

Le circuit est ainsi parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité i.

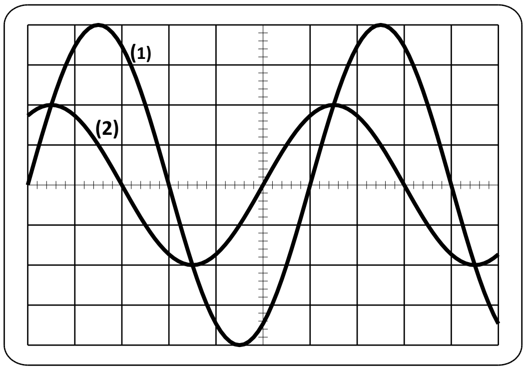
L'oscilloscope est branché de façon à visualiser la tension u_{AM} aux bornes du GBF et la tension u_{DM} aux bornes du conducteur ohmique.

La figure du (Doc 9) montre l'oscillogramme (1) correspondant à la tension u_{AM} et l'oscillogramme (2) qui correspond à la tension u_{DM}.

La fréquence de u_{AM} est réglée à f = 50 Hz.

La sensibilité verticale sur les deux voies est de 5 V/div.

Prendre $\pi^2 = 10$.



(Doc 9)

2-1) En se référant aux oscillogrammes :

2-1-1) calculer la valeur maximale U_m de la tension u_{AM} ;

2-1-2) déterminer, en fonction du temps t, l'expression de la tension u_{DM} ;

2-1-3) en déduire, en fonction du temps t, l'expression de i.

2-2)

2-2-1) Déterminer l'expression de la tension u_{AB} aux bornes du condensateur.

2-2-2) Déterminer l'expression de la tension u_{BD} aux bornes de la bobine.

2-2-3) En utilisant la relation $u_{AM} = u_{AB} + u_{BD} + u_{DM}$ et en donnant à t la valeur zéro, montrer que la deuxième relation entre L et C est : $3{,}3\pi^2 LC + 5\pi\sqrt{3}C = 3{,}3 \times 10^{-4}$

2-3) Conclusion :

Déterminer les valeurs de L et C à partir des deux relations obtenues entre L et C ci-dessus.

المادة: الفيزياء الشهادة: الثانوية العامّة الفرع: العلوم العامة نموذج رقم 1 المدّة: ثلاث ساعات	الهيئة الأكاديميّة المشتركة قسم: العلوم	المركز التربوي للبحوث والإنماء

أسس التصحيح (تراعي تعليق الدروس والتوصيف المعدّل للعام الدراسي ٢٠١٦-٢٠١٧ وحتى صدور المناهج المطوّرة)

Exercice 1 (6½ points) Lampe à vapeur de sodium

Question	Réponse	Note
1-1	Domaine visible (400 nm < λ < 800 nm) : 568,8 nm, 589,0 nm, 589,6 nm et 615,4 nm. Domaine ultraviolet (λ < 400 nm) : 330,3 nm. Domaine infrarouge (λ > 800 nm) : 819,5 nm et 1138,2 nm	¼ ¼ ¼
1-2	Polychromatique car le spectre émis est formé de plusieurs radiations de longueurs d'onde différentes.	¼
1-3	L'énergie de l'atome ne peut pas prendre n'importe quelle valeur ; elle prend seulement des valeurs discrètes et particulières. L'énergie de l'atome est quantifiée.	½
1-4	$E = hc/\lambda = 3,372\times10^{-19}$ J = 2,11 eV	½
2-1	$E = -5,14$ eV $= -10,8\times10^{-19}$ J	¼
2-2	Cela correspond à une transition vers le haut à partir du niveau d'énergie E_0 au niveau d'énergie E_1. $E_{\text{min pour exciter l'atome}} = E_1 - E_0 = -3,03 + 5,14 = 2,11$ eV	½
2-3-1	C'est une transition vers le haut à partir du niveau d'énergie E_3 au niveau d'ionisation $E_\infty = 0$. $E_{ionis} = E_\infty - E_3 = 1,52$ eV	½
2-3-2	$E = E_3 - E_1 = -1,52 + 3,03 = 1,51$ eV $= 2,4\times10^{-19}$ J $\lambda = hc/E = 6,62\times10^{-34} \times 3\times10^8/2,4\times10^{-19} = 827,5$ nm	¾
2-4	L'énergie est absorbée et l'atome devient dans l'état E_2 car $-3,03 + 1,09 = -1,94$ eV $= E_2$ (deuxième état excité).	1
2-5-1	$E_{photon} = hc/\lambda = 6,62\times10^{-34} \times 3\times10^8/289,77\times10^{-9} = 6,86\times10^{-19}$ J = 4,29 eV $E_0 + E_{photon} = -5,14 + 4,29 = -0,85$ eV $= E_5$, l'atome, étant dans son état fondamental, absorbe l'énergie du photon et passe au cinquième état excité.	½ ½
2-5-2	$E_C = E_0 + 6$; $E_C = 6 - 5,14 = 0,86$ eV	½

Exercice 2 (7 points) Pendule Composé

Question	Réponse	Note
1-1	$(M+m)\overrightarrow{AG} = M\overrightarrow{AO} + m\overrightarrow{AC}$. Tous les vecteurs ont le même sens : (M+m).AG = M.AO + m.AC (M+m).a = M.L/2 + m.x $AG = a = \frac{mx+ML/2}{(m+M)} = \frac{2mx+ML}{2(m+M)}$	½
1-2	$I = I_{tige} + mx^2 = ML^2/3 + mx^2 = (ML^2 + 3mx^2)/3$	½
1-3	$E_m = E_C + E_{PP} = \frac{1}{2} I.\theta'^2 - (m+M)\, g.a.\cos\theta$	½

1-4	E_m = constant $\Rightarrow dE_m/dt = 0$; $I.\theta'.\theta'' + (m+M).g.a.\theta'.\sin\theta = 0$; $\sin\theta = \theta$ (pour des angles faibles) ; $\theta' \neq 0$; $\theta'' + \frac{(m+M).g.a}{I}.\theta = 0$	1
1-5	$\theta = \theta_m \cos(\omega_o t + \varphi)$; $\theta' = -\theta_m\,\omega_0 \sin(\omega_o t + \varphi)$; À t=0 ; $0 = -\theta_m\,\omega_0 \sin(\varphi)$; $\varphi = 0$ ou $\varphi = \pi$ rd $\theta_o = \theta_m \cos\varphi > 0$ alors ; $\varphi = 0$ acceptable ; En remplaçant $\varphi = 0$ on obtient $\theta_m = 8\pi/180 = 0{,}14$ rd Ainsi : $\theta = 0{,}14 \cos(\omega_o t)$	1
1-6	$T_0 = 2\pi/\omega_0 = 2\pi\sqrt{I/(M+m)ga} = 2\pi\sqrt{(3x^2 + 2{,}4)/[30(1{,}2+x)]}$	½
2-1	$I_1 = I_{tige} + m.OC^2 = ML^2/12 + m(L/2 - x)^2 = 0{,}1 + 0{,}5\,(0{,}5-x)^2$. $I_2 = ML^2/12 + m\,(L/2)^2 = 0{,}225$ kg.m^2.	½ ½
2-2	Les forces agissant sont : $m\vec{g}$; $M\vec{g}$; réaction de l'axe $\vec{R}$; La somme des moments de ces forces par rapport à l'axe (Δ) est nulle. $\sum M = 0$; Ainsi, il y a conservation du moment cinétique. Alors $\sigma_i = \sigma_f$; $I_1\theta'_1 = I_2\theta'_2$ $[0{,}1 + 0{,}5\,(0{,}5-x)^2] \times 2 = [0{,}225] \times 1{,}5$ $x = 0{,}13$ m « acceptable » ou $x = 0{,}87$ m $> 0{,}5$ m « à rejeter »	½ ½ ½
2-3	Remplaçons x =0,13 m par sa valeur dans $T_0 = 2\pi\sqrt{(3x^2 + 2{,}4)/[30(1{,}2+x)]}$ pour obtenir $T_0 = 1{,}56$ s.	½

Exercice 3 (6½ points) Aspect de la Lumière

Question	Réponse	Note
1-1	On observe sur l'écran en O une frange centrale brillante parce que S_1 et S_2 sont en phase, du fait de la symétrie ; ainsi, la lumière issue de S_1 et celle issue de S_2 atteignent O en phase car $S_1O = S_2O \Rightarrow \delta = 0$, (k = 0).	½
1-2	Les franges sont droites, parallèles, équidistantes et alternativement brillantes et obscures.	½
1-3	La superposition des deux faisceaux lumineux émis par les sources S_1 et S_2 donne naissance à un phénomène d'interférences.	¾
1-4	$\delta = \frac{ax}{D}$	¼
1-5	Pour le centre d'une frange obscure, on a $\delta = (2k+1)\lambda/2$. On obtient $\frac{ax}{D} = (2k+1)\lambda/2$, ainsi, $x = (2k+1)\frac{\lambda D}{2a}$	½
1-6	L'interfrange est la distance entre les centres de deux franges consécutives de même nature. $i = x_{k+1} - x_k = \frac{(2k+3)\lambda D}{2a} - \frac{(2k+1)\lambda D}{2a} = \frac{\lambda D}{a}$	½ ½

1-7	$x = 3{,}75$ mm $= 3{,}75\times10^{-3}$ m $\delta = \frac{ax}{D} = (10^{-3}\times 3{,}75\times10^{-3})/1 = 3{,}75\times10^{-6}$ m. $\frac{\delta}{\lambda} = (3{,}75\times10^{-6})/(0{,}625\times10^{-6}) = 6$ Donc $\delta = 6\lambda = k\,\lambda$ et k appartient à Z M est alors le centre de la frange brillante d'ordre 6.	½ ½
1-8	Pour la frange centrale, on a $\delta = 0$. $\frac{ax}{D} = e(n-1)$ mais $x = 5{,}5i = 5{,}5\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow$ $\frac{a}{D}.\frac{5{,}5\times\lambda D}{a} = e(n-1) \Rightarrow 5{,}5\times\lambda = e(n-1)$ $e = \frac{5{,}5\times\lambda}{(n-1)}$ $e = 6{,}9\times10^{-6}$ m	½
2-1	la lumière subit le phénomène de diffraction.	½
2-2-1	$L = \frac{2\lambda D}{a}$	¼
2-2-2	$L = \frac{2\times625\times10^{-9}\times1}{0{,}1\times10^{-3}} = 0{,}0125\text{ m} = 12{,}5\text{ mm}$	¼
2-3	C'est l'aspect ondulatoire de la lumière (phénomènes d'interférences et de diffraction subis par la lumière).	½

Exercice 4 (7½ points) Détermination des caractéristiques de composants électriques

Question	Réponse	Note
1-1	Phénomène de résonance d'intensité car I atteint une valeur maximale.	½
1-2	$f_0 = 200\text{ Hz}$	½
1-3	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ $LC = 0{,}625\times10^{-6}\text{ s}^2$ *(équation 1)*	½
2-1-1	$U_m = S_v\times y = 20\text{ V}$	½
2-1-2	La forme de l'oscillogramme visualisé sur la voie Y_2 est en avance de phase par rapport à l'oscillogramme visualisé sur la voie Y_1, puisque la tension u_{DM} prend la valeur maximale avant la tension u_{AM}, les deux variant dans le même sens. Une période s'étend sur D = six divisions et la différence de phase correspond à d = une division, donc : $\phi = 2\pi\left(\frac{d}{D}\right) = 2\pi\left(\frac{1}{6}\right) = \frac{\pi}{3}$rd $\omega_0 = 2\pi f = 100\pi$ rd/s $U_{m2} = S_v\times y_2 = 10$ V $u_{DM} = 10\sin(100\,\pi t + \pi/3)$ (u_{DM} en V, t en s)	½ ½ ½
2-1-3	$i = \frac{u_{DM}}{R} = \frac{10}{150}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow$ $i = 0{,}067\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (i en A, t en s)	½

2-2-1	$u_{AB} = u_C = \frac{1}{C}\int i\,dt = -\frac{0{,}067}{100\pi C}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$	¾
2-2-2	$u_L = L\frac{di}{dt} = 6{,}7\pi L\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$	¾
2-2-3	$u_{AM} = u_{AB} + u_{BD} + u_{DM}$ $20\sin(100\pi t) =$ $-\frac{0{,}067}{100\pi C}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3}) + 6{,}7\pi L\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3}) + 10\sin(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ Pour t = 0 $0 = -\frac{0{,}067}{100\pi C}\cos(\frac{\pi}{3}) + 6{,}7\pi L\cos(\frac{\pi}{3}) + 10\sin(\frac{\pi}{3})$ $0 = -\frac{0{,}067}{200\pi C} + 3{,}3\pi L + 10\frac{\sqrt{3}}{2}$ on obtient : $\Rightarrow$ $3{,}3\pi^2 LC + 5\pi\sqrt{3}C = 3{,}3\times10^{-4}$ *(équation 2)*	1
2-3	L'équation (1) et l'équation (2) donnent : $\begin{cases} C = 1{,}13\times10^{-5}\,F = 0{,}113\,\mu F \\ L = 0{,}054\,H = 54\text{ mH} \end{cases}$	1