	DS n°5	Chap.6 et 7 – 1h	TSI

CORRIGE

Exercice A : Interférences (10 points)

1. Le phénomène d'interférences

1.1. Les zones où les interférences sont destructives apparaissent sombres tandis que les zones claires indiquent des interférences constructives. /1

1.2. Si les rayons lumineux sont en phase alors les interférences sont constructives tandis que si les rayons sont en opposition de phase alors les interférences sont destructives. /1

1.3. δ(M) = 2×1,34×900 – 600/2 = 2112 nm
On sait que les interférences sont constructives si δ = k.λ avec k entier relatif.
On calcule δ/λ = 2112 / 600 = 3,5. Ici δ = 3,5.λ = 7.λ/2
Or les interférences sont destructi
ves si δ = (2k+1).λ/2, c'est le cas ici avec k = 3. /2

2. Comparaison du phénomène d'interférences suivant la longueur d'onde étudiée

2.1. δ(M) = 2 n·e – λ/2 et δ = k.λ
2 n·e – λ /2 = k.λ donc 2 n·e = (2k+1).λ/2 soit $e_k = \left(\frac{2k+1}{4}\right).\frac{\lambda}{n}$ /1,5

2.2. L'épaisseur e est minimale avec k = 0.
$e_k = \left(\frac{1}{4}\right).\frac{\lambda}{n}$ donc $e_k = \left(\frac{1}{4}\right)\times\frac{458}{1{,}34}$ = 85,4 nm /1

2.3. L'introduction du sujet indique « L'épaisseur du film n'est pas la même partout : elle est plus importante en bas du dispositif du fait de l'action de la gravité. » C'est donc en raison de la gravité que cette zone s'étend vers le bas. /1

2.4. Le point A se situe dans la zone où k = 8 en lumière bleue et où k = 6 en lumière rouge-orangée.
$e_k = \left(\frac{2k+1}{4}\right).\frac{\lambda}{n}$

Calcul avec lumière bleue : $e_8 = \left(\frac{2\times 8+1}{4}\right)\times\frac{458}{1{,}34}$ = 1452 nm = 1,45 µm /2

Calcul avec lumière rouge-orangée : $e_6 = \left(\frac{2\times 6+1}{4}\right)\times\frac{600}{1{,}34}$ = 1455 nm = 1,46 µm

Il s'agit bien de la même épaisseur vu le manque de précision sur les valeurs des longueurs d'onde. /0,5

Exercice B : Panneau solaire (10 points)

1. Le phénomène qui intervient dans la conversion d'énergie lumineuse en énergie électrique lors du fonctionnement du panneau photovoltaïque est l'effet photoélectrique : c'est le phénomène d'éjection d'électrons d'un métal sous l'effet de la lumière.
Cet effet s'explique grâce au modèle particulaire de la lumière : celle-ci est composée de particules (les photons) dont l'énergie individuelle est suffisante pour arracher un électron à un métal. /1

2. Le travail d'extraction nécessaire pour qu'un photon puisse extraire un électron est : $\Delta E = h\times f_S$

Donc $f_S = \frac{\Delta E}{h}$, soit $f_S = \frac{1{,}12\times 1{,}60\times 10^{-19}}{6{,}63\times 10^{-34}} = 2{,}70\times 10^{14}\,\text{Hz}$

Or $\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \lambda_S = \frac{c}{f_S}$, soit $\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \lambda_S = \frac{3{,}0\times 10^{8}}{2{,}70\times 10^{14}} = 1{,}1\times 10^{-6}\,\text{m}$ /1,5

3. L'effet photoélectrique se produit si l'énergie du photon est suffisante pour extraire un électron à la surface du métal : $E_{photon} > \Delta E$ donc $h\times f > h\times f_S \Leftrightarrow f > f_S \Leftrightarrow \frac{c}{\lambda} > \frac{c}{\lambda_S} \Leftrightarrow \frac{1}{\lambda} > \frac{1}{\lambda_S} \Leftrightarrow \lambda < \lambda_S$

Or $\lambda_S = 1{,}1\times 10^{-6}\,\text{m} = 1{,}1\times 10^{3}\,\text{nm}$ et le rayonnement solaire comprend la lumière visible dont la longueur d'onde est comprise entre 400 et 800 nm. La lumière visible a une longueur d'onde suffisamment faible pour provoquer l'effet photoélectrique ici (mais également les UV et une partie des infrarouges présents dans la lumière solaire). /1

4. En utilisant le tableau, on en déduit qu'une charge de 10 % s'effectue en $5\Delta t = 10$ min.
En estimant que la charge s'effectue à un rythme constant, il faudra donc environ 100 min = 1h40min pour charger entièrement une batterie totalement déchargée. /1

5. $Q = I\times\Delta t_{charge} \Leftrightarrow \Delta t_{charge} = \frac{Q}{I}$ soit $\Delta t_{charge} = \frac{3227\text{ mAh}}{0{,}84\text{ A}} = \frac{3{,}227\text{Ah}}{0{,}84\text{ A}} = 3{,}8\text{ h}$ = 3h50min.

Cette valeur est 2,3 fois plus grande que la valeur estimée en 4 : on peut supposer que la charge ne s'effectue pas à un rythme constant. /1,5

6. Le panneau a une surface S = 0,178 m × 0242 m
$P_{reçue} = \Phi\times S$ donc $P_{reçue} = 570\text{ W.m}^{-2}\times(0{,}178\times 0{,}242)\text{ m}^2 = 24{,}6\text{ W}$ /1

7. $P_{utile} = U\times I$ soit $P_{utile} = 4{,}8\text{ V}\times 0{,}84\text{ A} = 4{,}0\text{ W}$ /1

8. $\eta = \frac{P_{utile}}{P_{reçue}}$ donc $\eta = \frac{4{,}0}{24{,}6} = 0{,}16$ soit 16 % /1
Le rendement calculé est très inférieur à la valeur de 22,4 % annoncée par le fabricant.

On peut remarquer que toute la surface du panneau n'est pas réellement recouverte de silicium, ainsi sa surface est plus faible que celle calculée, donc la puissance reçue est également plus faible. Alors le rendement serait plus grand.
La mesure de l'éclairement n'a peut-être pas respecté les conditions normées d'éclairage.
Le flux lumineux est peut-être plus faible que celui mesuré, ce qui augmenterait aussi le rendement. /1