Lycée Bilingue de Bafoussam Rural (LYBIBARu)		
Baccalauréat Blanc	**Classe :** T^{le} C	**Année scolaire :** 2020-2021
Epreuve : Physique	**Coefficient :** 04	**Durée :** 04heures

Corrigé

PARTIE I: EVALUATION DES RESSOURCES/ 24 points

Exercice 1 : Vérification des savoirs/ 8 points

1. Définir :
Onde : Déformation, ébranlement ou vibration qui se propage dans un milieu donné 0,5pt
Travail d'extraction : C'est l'énergie minimale qu'il faut fournir pour arracher des électrons d'un métal éclairé. 0,5pt

2.
Loi de Laplace : Une portion de conducteur de longueur l parcourue par un courant d'intensité I et placée dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme, est soumise à une force électromagnétique $\vec{F}$ dite force de Laplace, définie par : $\vec{F} = I\vec{l} \wedge \vec{B}$ 0,5pt

Deuxième loi de Newton (Théorème du centre d'inertie): Dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures à un solide est égale au produit entre sa masse et l'accélération de son centre d'inertie : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$ 0,5pt

3. Relation traduisant la double périodicité d'une onde mécanique :

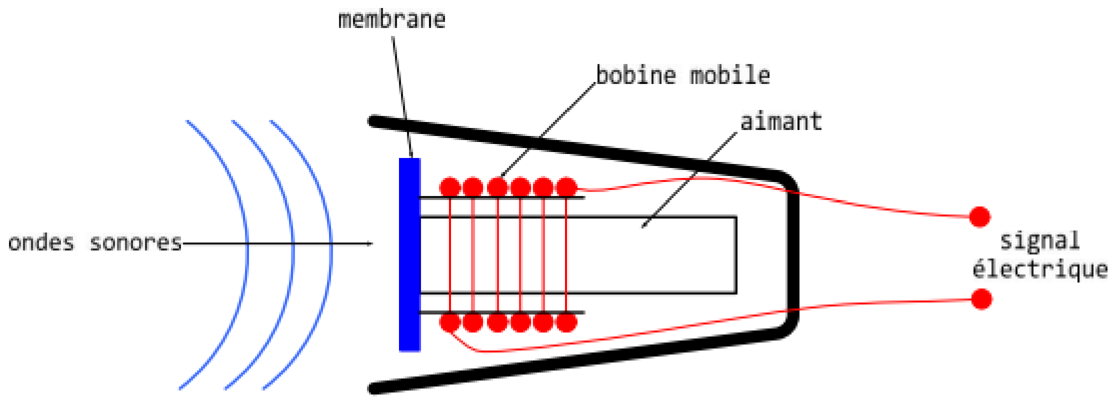
$$y_P = Y_m \cos\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

1pt

4. Donner un (02) applications technologiques de l'effet doppler 1pt

- Mesure des vitesses (véhicules, sang, …)
- Ecographie
- Le radar
- Le sonar

5. Faire le schéma annoté d'un microphone électrodynamique 1pt

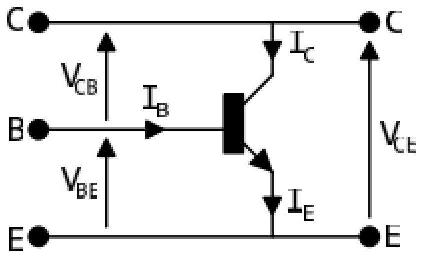


6. Répondre par Vrai ou Faux à chacune des propositions suivantes en justifiant tes réponses :
6.1. Un photon est une particule visible, relativiste, de masse nulle. **FAUX, le photon n'est pas visible.** 0,5pt
6.2. Il y a émission d'un photon lorsque l'atome d'hydrogène passe de son état fondamental à un niveau d'énergie supérieur. **FAUX, c'est lorsque l'atome reçoit de l'énergie CAD un ou plusieurs photon qu'il passe de son état fondamental à un état excité.** 0,5pt

6.3. L'accélération est nulle pour un solide en mouvement circulaire uniforme. **FAUX, ce n'est que la composante tangentielle qui est nulle, mais la composante tangentielle est non nulle.** 0,5pt

6.4. Lorsqu'une source sonore s'approche d'un observateur fixe, la fréquence perçue par ce dernier est plus grande que la fréquence de l'onde émise, le son devient plus grave. **FAUX, lorsque la fréquence est plus grande, le son devient aigu.** 0,5pt

7. Equations décrivant le fonctionnement électrique du transistor suivant : 1pt



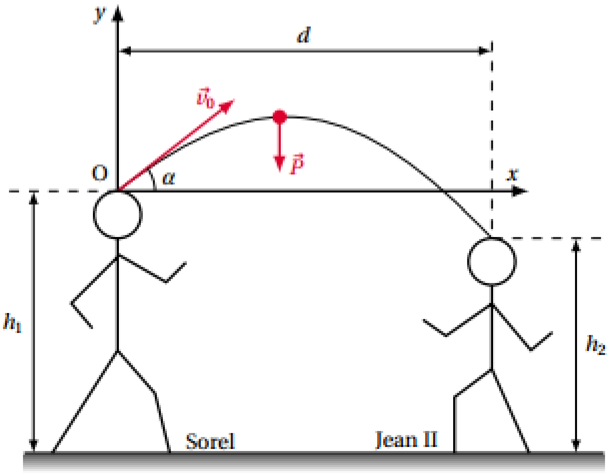
$$\begin{cases} V_{CE} = V_{CB} + V_{BE} \\ I_E = I_C + I_B \\ I_C = \beta I_B \end{cases}$$

β : gain en courant ou coefficient d'amplification

<u>Exercice2</u> **: Application directe des savoirs/ 8points**

1.1. Equation cartésienne de la trajectoire du centre d'inertie G du ballon. 1pt

Le bilan des forces extérieures appliquées au ballon étant :



En appliquant le théorème du centre d'inertie au ballon, dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on a :

$\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}$

$$\Rightarrow \begin{vmatrix} \text{Suivant } 0x : \vec{0} = m\vec{a}_x \\ \text{Suivant } 0y : \vec{P} = m\vec{a}_y \end{vmatrix}$$

$$\Leftrightarrow \begin{vmatrix} 0 = ma_x \\ -mg = ma_y \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{vmatrix}$$

$$\Rightarrow \vec{v} \begin{vmatrix} v_x = v_{0x} = v_0 \cos\alpha \\ v_y = -gt + v_{0y} = -gt + v_0 \sin\alpha \end{vmatrix}$$

$$\Rightarrow \vec{OG} \begin{cases} x = (v_0 \cos\alpha)t & (1.1) \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin\alpha)t & (1.2) \end{cases}$$

$$(1.1) \Rightarrow t = \frac{v}{v_0 \cos\alpha} \qquad (1.3)$$

(1.3) dans (1.2)

$$y = -\frac{1}{2}\frac{g}{(v_0 \cos\alpha)^2}x^2 + x\tan\alpha$$

$$y = -\frac{1}{10}x^2 + x$$

1.2. Calcul de la distance *d* où doit se placer Jean II, comptée à partir de Sorel 2pts

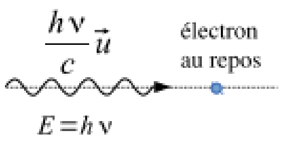
on a : $10y + x^2 - 10x = 0$

pour $y = -(h_1 - h_2) = -0{,}2\,\text{m} \Leftrightarrow x^2 - 10x - 2 = 0$

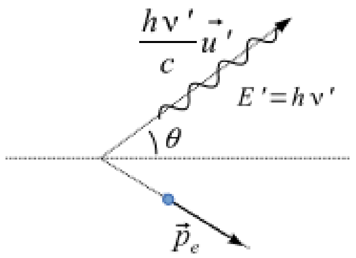
$$\Delta = 108 \Rightarrow \begin{vmatrix} x_1 = \dfrac{10 + \sqrt{108}}{2} \\ x_2 = \dfrac{10 - \sqrt{108}}{2} \end{vmatrix}$$

d'où $d = x_1 = 10{,}196\,\text{m}$ car $x_2 < 0$

2. Relation donnant la différence entre la longueur d'onde du photon diffusé et celle du photon incident. 2pts



avant la collision



après la collision

la **conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement.**

Avant le choc :

– quantité de mouvement $\begin{cases} \text{de l'électron : } \vec{0} \\ \text{du photon incident : } \frac{h\nu}{c}\vec{u} \quad \text{avec } \vec{u} \text{ vecteur unitaire} \end{cases}$

– énergie $\begin{cases} \text{de l'électron : } m_e c^2 \\ \text{du photon incident : } h\nu \end{cases}$

Après le choc :

– quantité de mouvement $\begin{cases} \text{de l'électron : } \vec{p_e} \\ \text{du photon diffusé : } \frac{h\nu'}{c}\vec{u'} \quad \text{avec } \vec{u'} \text{ vecteur unitaire} \end{cases}$

– énergie $\begin{cases} \text{de l'électron : } E_e = \sqrt{m_e^2 c^4 + p^2 c^2} \\ \text{du photon diffusé : } h\nu' \end{cases}$

Conservation de la quantité de mouvement :

$$\frac{h\nu}{c}\vec{u} = \frac{h\nu'}{c}\vec{u'} + \vec{p_e} \tag{1}$$

Conservation de l'énergie :

$$h\nu + m_e c^2 = h\nu' + \sqrt{m_e^2 c^4 + p_e^2 c^2} \tag{2}$$

D'après (1)

$$p_e^2 = \frac{h^2}{c^2}(\nu\vec{u} - \nu'\vec{u'})^2$$

$$p_e^2 c^2 = h^2(\nu^2 + \nu'^2 - 2\nu\nu'\cos\theta)$$

D'après (2)

$$p_e^2 c^2 = (h(\nu - \nu') + m_e c^2)^2 - m_e^2 c^4 = h^2(\nu^2 + \nu'^2 + 2\nu\nu') + 2h(\nu - \nu')m_e c^2$$

en égalant les deux expressions de $p_e^2 c^2$:

$$\cancel{h^2}(\cancel{\nu^2} + \cancel{\nu'^2} + 2\nu\nu') + 2\cancel{h}(\nu - \nu')m_e c^2 = \cancel{h^2}(\cancel{\nu^2} + \cancel{\nu'^2} - 2\nu\nu'\cos\theta)$$

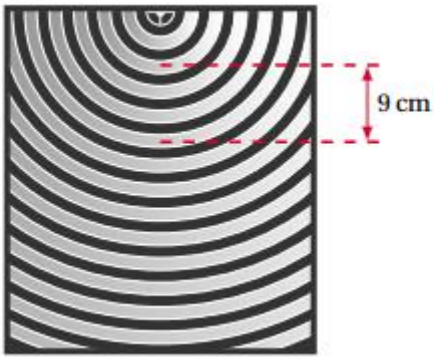
$$(\nu - \nu') = \frac{h}{m_e c^2}\nu\nu'(1 - \cos\theta)$$

$$\left(\frac{1}{\nu'} - \frac{1}{\nu}\right) = \frac{h}{m_e c^2}(1 - \cos\theta)$$

en exprimant le résultat en fonction des longueurs d'ondes $\lambda = \frac{c}{\nu}$ et $\lambda' = \frac{c}{\nu'}$:

On trouve : $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c}[1 - \cos(\theta)]$

3. Longueur d'onde et célérité des ondes



Longueur d'onde : La lecture du schéma nous permet d'écrire : $\frac{d}{E} = 3\lambda$; avec : $d = 9\,\text{cm}$; $E = 1{,}5$: échelle ;

λ : longueur d'onde $\Rightarrow \lambda = \frac{d}{3E}$

A.N. : $\lambda = 2\,\text{cm}$

Célérité :

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow c = \lambda f$$

3.2. Observations et célérité apparente des ondes. 1pt

Observation : on observe à la surface de l'eau, des rides circulaires qui se déplacent lentement en sens inverse (vers le vibreur).
Célérité apparente
$c_a = \lambda f_a$ avec :

$$f_a = h f_e - f = f_e - f \text{ (car } k = 1)$$

A.N. : $f_a = 1\,\text{Hz}$; $c_a = 0{,}02\,\text{m}\,\text{s}^{-1}$

3.3. Position et le nombre des points du segment [O_1, O_2] vibrant avec une amplitude maximale. 1pt

---

Ces points ont pour différence de marche : $\delta = k\lambda,\ k \in \mathbb{Z}$
or :

$$|\delta| < O_1O_2 \Leftrightarrow |k\lambda| < O_1O_2$$
$$\Leftrightarrow |k| < \frac{O_1O_2}{\lambda}$$
$$\Leftrightarrow |k| < 2{,}5$$
$$\Leftrightarrow -2{,}5 < k < 2{,}5,$$

soit $k = -2; -1; 0; 1; 2$ on a donc 5 points de vibration maximal
Position de ces points. Soit à déterminer la position de ces points par rapport à O_1. On pose $d_1 = x$
Or $d_2 + d_1 = O_1O_2 \Rightarrow d_2 + x = O_1O_2$
Et les points d'amplitude maximale sont tels que :

$$d_2 - d_1 = k\lambda,\ k \in \mathbb{Z}$$
$$\Leftrightarrow d_2 - x = k\lambda,\ k \in \mathbb{Z}$$

$$\text{d'où} \begin{cases} d_2 + x = O_1O_2 & (1.1) \\ d_2 - x = k\lambda & (1.2) \end{cases}$$

$$(1.1) - (1.2) \Rightarrow 2x = O_1O_2 - k\lambda$$
$$\Rightarrow x = \frac{1}{2}\left(O_1O_2 - k\lambda\right),\ k \in \mathbb{Z}$$

pour les valeurs de k obtenues précédemment on a :

k	-2	-1	0	1	2
x (cm)	4,5	3,5	2,5	1,5	0,5

<u>Exercice3</u> : Utilisation des savoirs/ 8points

Partie A : Détermination de la vitesse d'un hélicoptère/ 2points

1. Quelle est la fréquence perçue par l'observateur ? 1pt

Le décalage Doppler correspond à la différence de fréquence entre l'onde reçue f_R et l'onde émise f_E : $\Delta f = f_R - f_E$.

$$f_R = \Delta f + f_E = 900 Hz$$

2. Calculer la vitesse de déplacement de l'hélicoptère. 1pt

$\Delta f = f_E \times \frac{v_E}{v_{onde}}$	— f_E la fréquence de l'onde émise par l'émetteur, en Hertz (Hz) — v_E la vitesse de déplacement de l'émetteur, en mètre par seconde ($m \cdot s^{-1}$) — v_{onde} la vitesse de propagation de l'onde émise par l'émetteur, en mètre par seconde ($m \cdot s^{-1}$) (pour une onde sonore, on a $v_{onde} = 340\ m \cdot s^{-1}$)

On utilise la formule $\Delta f = f_E \times \frac{v_E}{v_{onde}}$ soit $v_E = \Delta f \times \frac{v_{onde}}{f_E}$.

Application numérique : $v_E = \frac{150 \times 340}{7{,}5 \times 10^2} = 68\ m \cdot s^{-1}$.

L'hélicoptère se déplace donc à une vitesse de 68 $m \cdot s^{-1}$.

Partie B : Interférences lumière/ 3pts

Le dispositif ci-contre est un dispositif de fentes de YOUNG. Les sources secondaires S_1 et S_2 sont deux sources de lumière monochromatiques cohérentes et synchrones.

1. Différence de marche δ en un point *M* voisin de *O*, en fonction de *a*, *x* et *D*. 1pt

$$d_2 - d_1 = \frac{2ax}{2D} = \frac{ax}{D}$$

A.N. $a = 1\,\text{mm}; \quad x = 10\,\text{cm}; \quad D = 2\,\text{m};$

$$d_2 - d_1 = 1 \cdot \frac{100}{2000} = 0{,}05\,\text{mm}.$$

2. Calculer l'interfrange pour la longueur d'onde dans le visible $\lambda = 650nm$. 1pt

D'après la définition de l'interfrange, on a :

$$i = x_{K+1} - x_K = \frac{K\lambda D}{a} + \frac{\lambda D}{a} - \frac{K\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a}$$

A.N. $\lambda = 0{,}65 \times 10^{-6}\,\text{m}; \quad D = 2\,\text{m}; \quad a = 10^{-3}\,\text{m};$

$$i = 0{,}65 \times 10^{-6} \frac{2}{10^{-3}} = 1300 \times 10^{-6} = 1{,}3\,\text{mm}.$$

3. Sens et amplitude de déplacement de la frange centrale 1pt

La lumière se propage moins vite dans le verre que dans l'air. Proposons-nous de réévaluer la différence de marche au point *M*. Le chemin optique $S_1'M$ se compose maintenant d'un parcours effectué dans le verre et d'un parcours $(S_1M - e)$ effectué dans l'air. Ce chemin est donc : $S_1'M = n\,e + (S_1M - e) = S_1M + e\,(n - 1)$ la différence de marche au point *M*, d'abscisse *x* est maintenant :
$\Delta = S_2M - S_1M + e\,(n - 1)$.

avec $S_2M - S_1M = d_2 - d_1$

$$\Delta = d_2 - d_1 + e(n-1)$$

avec $d_2 - d_1 = \dfrac{ax}{D}$

$$\Rightarrow \Delta = \frac{ax}{D} - e(n-1)$$

L'abscisse $x_{K'}$ de la frange brillante d'ordre K est maintenant :

$$x_{K'} = \frac{KD\lambda}{a} + \frac{eD(n-1)}{a}$$

Nous voyons que l'abscisse de la frange brillante d'ordre K, qui était de $x_k = \dfrac{KD\lambda}{a}$ à la question 2.3 a varié de :

$$x_{K'} - x_K = \frac{eD(n-1)}{a}$$

La frange centrale étant une frange brillante, elle se déplace de :

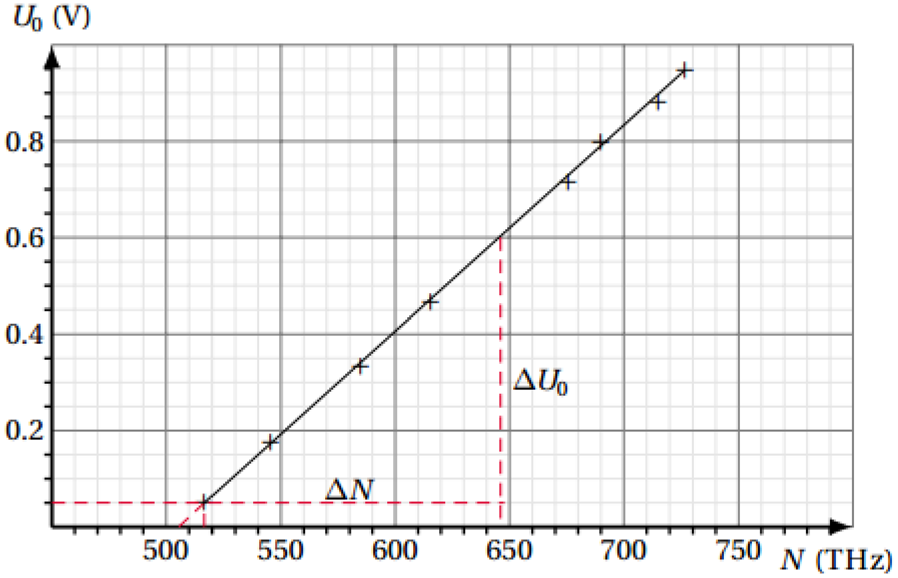
$$u = \frac{eD(n-1)}{a}$$

A.N. $e = 100 \times 10^{-6}\,\text{m}$; $n = 1{,}51$; $D = 2\,\text{m}$; $a = 10^{-3}\,\text{m}$; $u = \dfrac{100 \times 10^{-6} \cdot 2 \cdot (1{,}51 - 1)}{10^{-3}} = 0{,}102\,\text{m} = 10{,}3\,\text{cm}$. On constate que $u > 0$.

On conclut que toutes les franges y compris la frange centrale se sont déportées du côté de la fente S_1 couverte par la lame.

Partie C : ***Exploitation des résultats d'une expérience Effet photoélectrique / 3points***

1. Détermination graphique de la constante de Planck. 2pts



Graphe de $U_0 = f$ (N)

on a $W = W_0 + eU_0 \Leftrightarrow hN = hN_0 + eU_0$

$$\Rightarrow U_0 = \frac{h}{e}(N - N_0)$$

d'où $\frac{h}{e}$ est le coefficient directeur de la droite représentant $U_0 = f(N)$ (voir figure ci-dessous)

Soit $\frac{h}{e} = \frac{\Delta U_0}{\Delta N} \Rightarrow h = e\frac{\Delta U_0}{\Delta N}$

A.N. :

$$\Delta N = 644 - 518 = 126\,\text{THz} = 126 \times 10^{12}\,\text{Hz}$$

$$\Delta U_0 = 0{,}6 - 0{,}05 = 0{,}55\,\text{V}$$

$h = 6{,}98 \times 10^{-34}\,\text{J s}$

$$6{,}7 \times 10^{-34}\,\text{J s} \leq h \leq 7{,}2 \times 10^{-34}\,\text{J s}$$

2. La fréquence seuil du métal de la cathode. 1pt

La droite $U_0 = f(N)$ coupe l'axe des abscisses ou point d'abscisse N_0 d'où $N_0 = 505\,\text{THz}$

$$504\,\text{THz} \leq N_0 \leq 506\,\text{THz}$$

<u>PARTIE I:</u> EVALUATION DES COMPETENCES/ 16 points

<u>Situation problème 1</u> : Détermination expérimentale de la constante radioactive / 8points

1. Déterminer la constante radioactive du radon 222 et l'activité initiale A_0. 6pts

Nous allons :

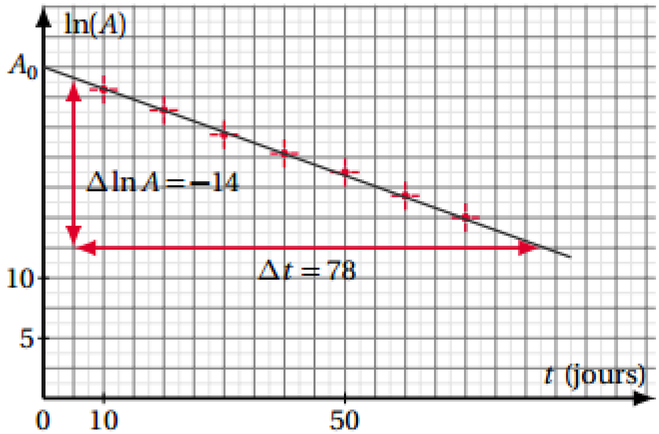
- Utiliser la loi de décroissance radioactive de l'activité.
- Trouver le logarithme népérien de l'activité instantanée
- Prendre en compte l'échelle
- Déterminer la constante radioactive à partir de la pente de la courbe ln(A) = f(t)
- Déterminer l'activité à l'instant initiale à partir de l'ordonnée à l'origine.

L'activité A d'une substance radioactive est le nombre moyen de désintégrations que cette substance peut produire par unité de temps.

Établie que $A = \lambda N$:

$$\text{on a} : A = -\frac{dN}{dt}$$

or $N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow A = \lambda N_0 e^{-\lambda t} \Leftrightarrow A = \lambda N$ d'où $A = \lambda N$



Détermination de la constante radioactive.
On a $A = A_0 e^{-\lambda t} \Leftrightarrow \ln A = -\lambda t + \ln A_0$ donc $\ln A = f(t)$
est une droite de pente $-\lambda$ d'où

$$-\lambda = \frac{\Delta \ln A}{\Delta t} \Rightarrow \lambda = -\frac{\Delta \ln A}{\Delta t}$$

D'où $\lambda = 0{,}18\,\text{jour}^{-1}$.
Détermination de A_0
A partir du graphe ci-dessus, on lit

$$\ln A_0 = 27{,}5 \Leftrightarrow A_0 = 8{,}78 \times 10^{11}\ \text{Bq}$$

$$27{,}3 \leq \ln A_0 \leq 27{,}8$$

$$\Leftrightarrow 7{,}16 \times 10^{11} A_0 \leq 1{,}18 \times 10^{12}\ \text{Bq}$$

2. En déduire le volume V_0 de l'échantillon et la demi-vie du radon 222. 2pts

$$V_0 = n V_m \text{ or } n = \frac{N_0}{\mathcal{N}} \Rightarrow V_0 = \frac{N_0 V_m}{\mathcal{N}}$$

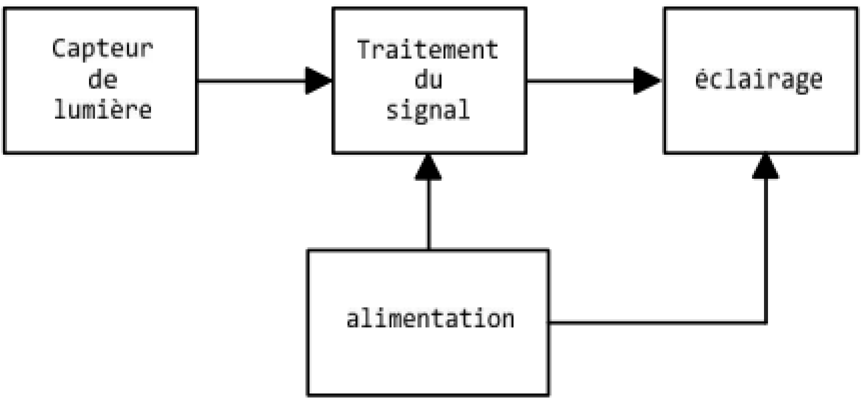
Par ailleurs, $A_0 = \lambda N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$ d'où $V_0 = \frac{A_0 V_m}{\lambda \mathcal{N}}$.
A.N. : $V_0 = 1{,}748 \times 10^{-5}\ \text{L} \simeq 1{,}75 \times 10^{-5}\ \text{L}$
Demi-vie $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$.
A.N. : $T = 3{,}85\ \text{jours}$.

<u>Situation problème 2</u> : Conception et réalisation d'un système de commande d'une sirène / 8points

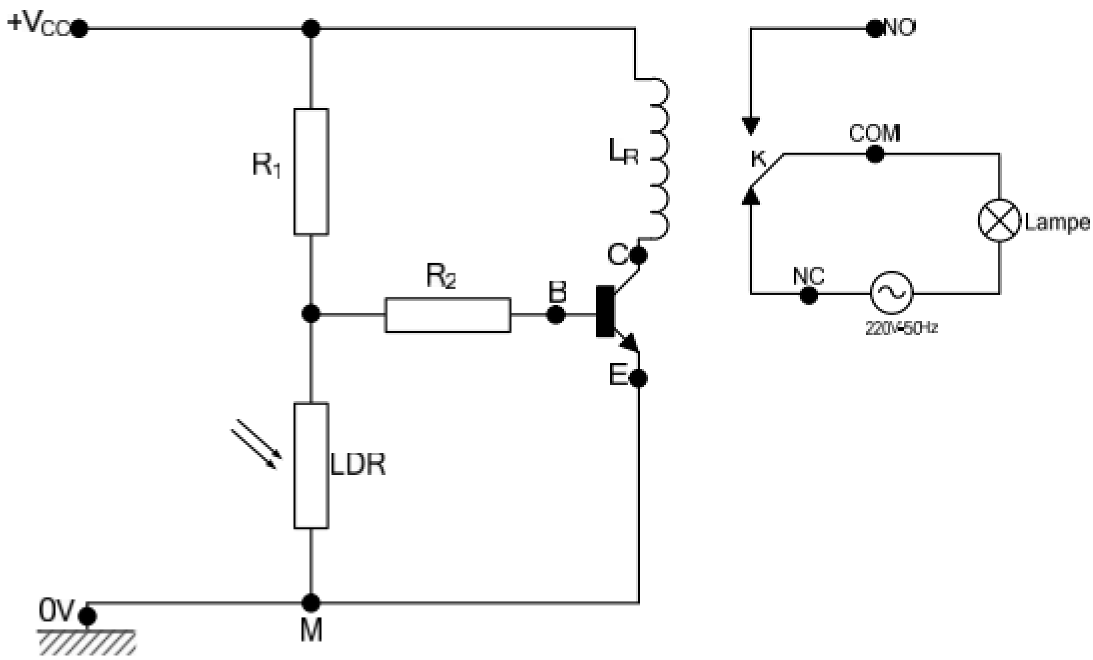
Pour Fabriquer un interrupteur crépusculaire, il faut faire au préalable une conception. Elle se fera en donnant :

- Le schéma bloc
- Le montage
- Le principe de fonctionnement
- Les étapes de réalisation

Schéma bloc

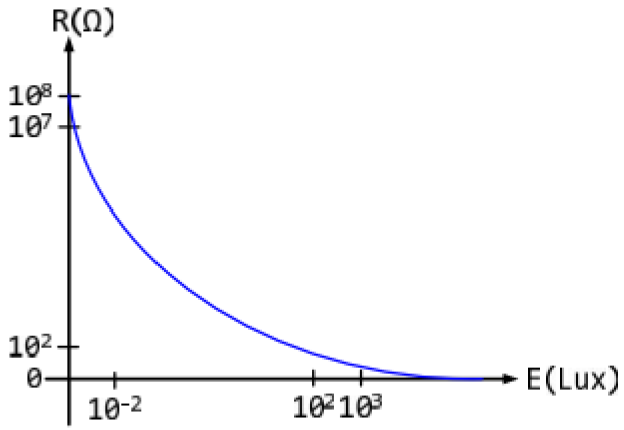


Le montage



Principe de fonctionnement

Lorsque le capteur de lumière est dans l'obscurité (la nuit par exemple), aucun courant ne circule dans le capteur LDR (Light Emiting Diode). Comme le montre la caractéristique du capteur LDR suivante :



Cela implique que $V_A - V_B = 0$ d'où $V_A = V_M = 0V$. La base du transistor est ainsi connectée à la masse (0V) : Le transistor est bloqué. La bobine du relais n'est pas traversée par un courant, le commutateur reste à NC et la lampe demeure éclairée.

Lorsque la LDR est éclairée, (en journée par exemple), un courant traverse la LDR. $V_A - V_B > 0$ d'où $V_A > V_M = 0V$. La base du transistor est connectée à une tension positive : Le transistor est saturé, la bobine du relais est traversée par un courant, le commutateur K bascule à NO et la lampe s'éteint car son circuit s'ouvre.

Les étapes de réalisation

- Le budget des éléments du montage
- Télécharger les fiches techniques des composants
- Faire une simulation dans un logiciel comme PROTEUS ou PSPICE
- Faire des premiers tests sur plaque à essai
- Passer à la réalisation proprement dite.