

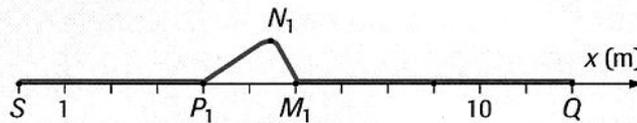
Exercice n°1

Onde le long d'une corde

On étudie la propagation d'une perturbation le long d'une corde 1 élastique.

À la date $t = 0$ s, le front de la perturbation quitte l'extrémité S de la corde.

À la date $t_1 = 2,4$ s, on prend une photographie instantanée de la corde ; la figure ci-dessous reproduit le cliché (simplifié) obtenu avec une échelle des longueurs.

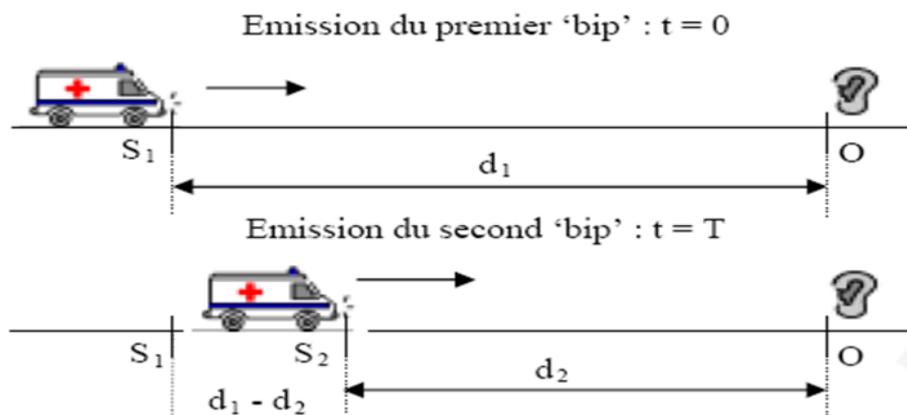


- L'onde se propageant le long de la corde est une onde longitudinale.
- La célérité de l'onde a pour valeur $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Le point Q cesse d'être perturbé à la date $t_2 = 4,8$ s.
- Dans les mêmes conditions d'expérience (même force de tension), mais en remplaçant la corde 1 par une autre dont la longueur est deux fois plus importante et la masse deux fois plus faible, la célérité augmente.

Exercice n°2

Ambulance et effet Doppler

Une sirène d'une ambulance émet des « bips » très brefs à intervalles de temps réguliers T. Chaque bip donne naissance à un signal sonore qui se déplace dans l'air à la célérité $V = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. L'ambulance se déplace avec un mouvement rectiligne uniforme de vitesse constante $U = 72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ vers un observateur fixe O.



- La date t_1 correspondant à la réception du premier « bip » a pour expression $\frac{d_1}{V}$.
- La date t_2 correspondant à la réception du deuxième « bip » a pour expression $T - \frac{d_2}{V}$.
- La durée entre les deux « bips », notée T_0 , est $T_0 = T \left(1 - \frac{U}{V} \right)$.
- Si les bips sont remplacés par une onde sonore de fréquence $f = 400 \text{ Hz}$, la fréquence perçue par l'observateur est $f_0 = 425 \text{ Hz}$.

Exercice n°3

Etude de documents sur les rayonnements électromagnétiques

1) Milieu interstellaire

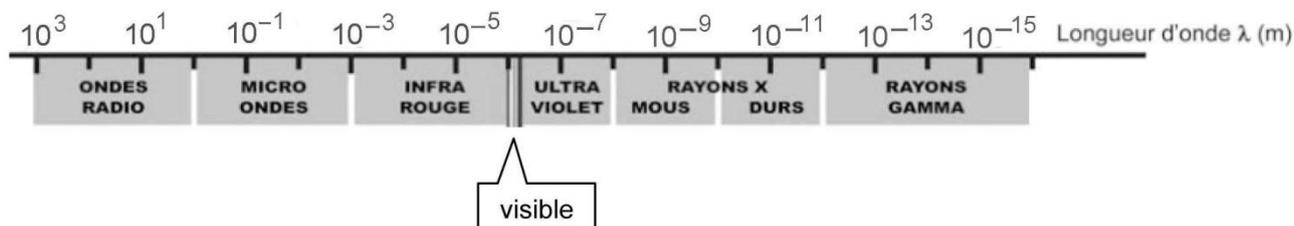
L'espace entre les étoiles est loin d'être vide. Il est rempli de gaz, principalement de l'hydrogène et de l'hélium, mais aussi des agrégats solides (glaces, minéraux, composés organiques ou inorganiques) : la poussière. Certaines parties de ce milieu interstellaire sont plus denses et forment des nébuleuses. Les étoiles (et leurs planètes) naissent d'ailleurs de ces nuages célestes. Les étoiles, les astres ainsi que ce milieu interstellaire sont capables d'émettre des rayonnements de fréquences différentes les unes des autres.

2) Rayonnements détectables depuis la Terre

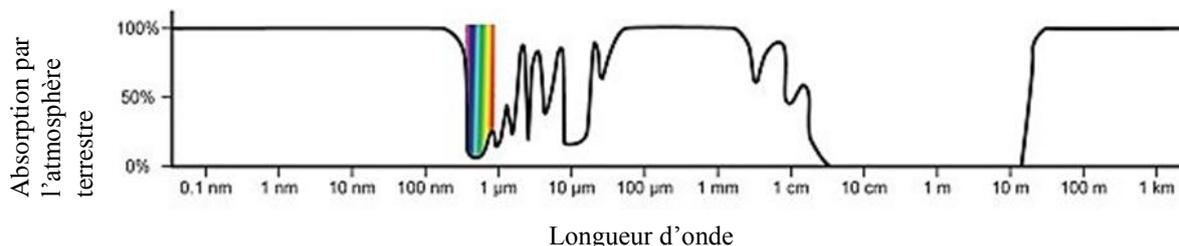
La Terre reçoit de toutes les directions de l'espace des rayonnements électromagnétiques ainsi qu'une pluie de particules qui constituent le rayonnement cosmique. Si ce flot ininterrompu n'était pas en grande partie arrêté par l'atmosphère, ses effets destructeurs interdiraient toute vie. Ces rayonnements et ces particules sont les seuls supports des informations qui nous parviennent de l'Univers (distances, vitesses, constitution des étoiles ou des autres objets célestes).

Dans la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, l'invention du radiotélescope (qu'on positionne dans les déserts), sur le modèle du radar, puis la possibilité d'envoyer des télescopes spatiaux au-delà des couches denses de l'atmosphère, ont permis aux astronomes d'exploiter beaucoup plus largement le domaine des ondes électromagnétiques.

Document 1

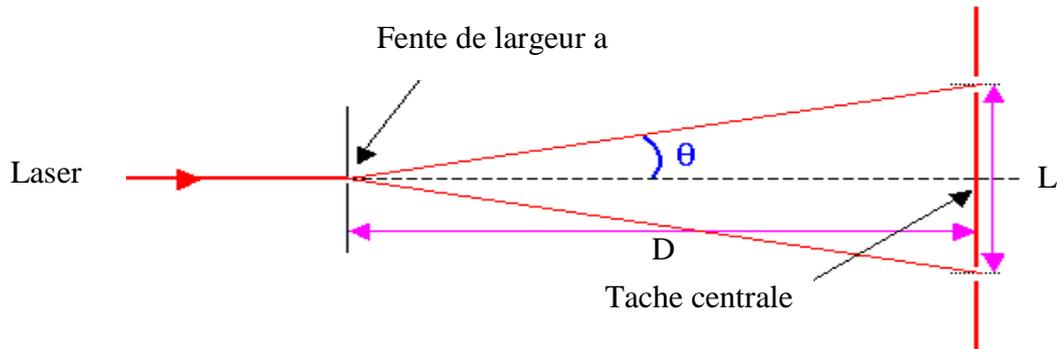


Document 2 (source NASA)



En utilisant le texte et les documents on peut affirmer que :

- Le domaine des longueurs d'onde visibles par l'homme est compris entre 1000 nm et 10000 nm.
- Une onde de longueur d'onde $\lambda \approx 1\text{mm}$ est absorbée en grande partie par notre atmosphère.
- Les radiotélescopes peuvent étudier, depuis la terre, toutes les ondes radios issues des astres.
- Les télescopes spatiaux permettent d'exploiter certains rayonnements, par exemple les rayonnements UV.

Exercice n°4**Propriétés des ondes**

Données : $6,3/2,50 = 2,52$; $2,5/6,3 = 0,40$; $2,5 \times 6,3 = 15,75$

On oriente un faisceau laser 1 de longueur d'onde $\lambda_1 = 630 \text{ nm}$ sur une fente verticale de largeur $a_1 = 0,10 \text{ mm}$. Sur un écran situé à une distance D_1 fixe de la fente, on observe une tache centrale de largeur $L_1 = 2,5 \text{ cm}$.

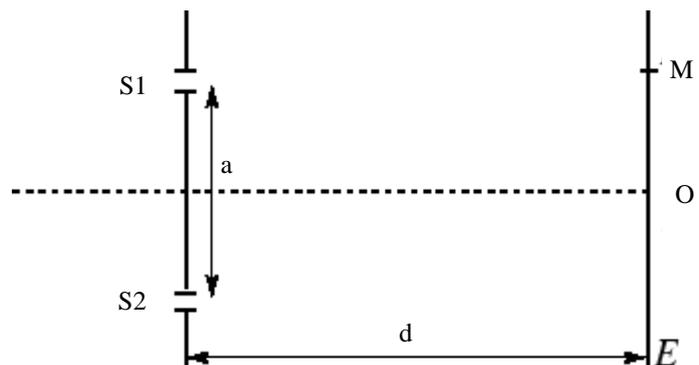
- Le phénomène observé sur l'écran est un phénomène d'interférences.
- Si on diminue la largeur de la fente a , la largeur L de la tache centrale diminue.
- L'écart angulaire (ou demi largeur angulaire) $\theta = 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$.

En remplaçant le laser 1 par un laser 2 de longueur d'onde λ_2 dans le dispositif précédent, on observe une tache de largeur $L_2 = 2,0 \text{ cm}$.

- La longueur d'onde du laser 2 est $\lambda_2 = 504 \text{ nm}$.

Exercice n°5**Interférences lumineuses**

Deux fentes fines verticales parallèles, distantes de $a = 0,50 \text{ mm}$, sont placées à une distance $d = 1,0 \text{ m}$ d'un écran E. Elles se comportent comme des sources S1 et S2 émettant des ondes lumineuses synchrones de fréquence $f = 4,80 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.



Données : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; aide au calcul : $100/16 = 6,25$.

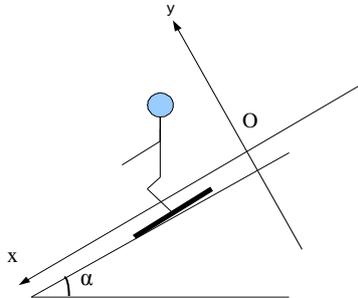
- Les ondes lumineuses émises ont une longueur d'onde λ_1 égale à 550 nm .
- Au point O, intersection entre l'axe horizontal et l'écran, les interférences sont constructives.
- Sachant que la différence $S_2M - S_1M = 1,25 \text{ cm}$, alors les interférences au point M sont destructives.
- Avec des ondes lumineuses synchrones de longueur d'onde $\lambda_2 = 590 \text{ nm}$, l'interfrange i séparant les franges d'interférences vaut $i = 1,18 \text{ mm}$.

Exercice n°6

Le skieur

Un skieur enfant glisse sur une piste inclinée d'un angle $\alpha = 20^\circ$ par rapport à l'horizontale suivant une trajectoire rectiligne. La masse de l'ensemble est de $M_T = 34 \text{ kg}$.

À $t = 0 \text{ s}$, le skieur se laisse glisser sans vitesse initiale de la position $x = 0 \text{ m}$ et se met en recherche de vitesse. On considère que l'ensemble des forces de frottements sont opposées au vecteur vitesse et sont constantes. Elles ont pour valeur $f = 102 \text{ N}$.



Données : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $\cos 20 = 0,94$; $\sin 20 = 0,34$; $34^2 = 1156$; $34 \times 9,4 = 320$

- Le mouvement du skieur est un mouvement rectiligne uniformément accéléré.
- La valeur de l'accélération $a = 6,4 \text{ m.s}^{-2}$.
- Le skieur parcourt depuis l'origine la longueur $L = 180 \text{ m}$ en une durée de 30 s .
- Dans une zone de la piste où la valeur des frottements est modifiée et devient égale à $115,6 \text{ N}$, la quantité de mouvement du skieur est constante.

Exercice n°7

Mouvement d'un projectile dans un champ de pesanteur uniforme

Une balle est lancée dans le champ de pesanteur uniforme d'un point B avec une vitesse initiale \vec{v}_B faisant un angle $\alpha = 60^\circ$ par rapport au plan horizontal, vers un But. On considère que la balle est en chute libre. L'énergie potentielle de pesanteur de référence est : $E_{pp}(O) = 0 \text{ J}$.



Données : $OB = H = 1,0 \text{ m}$; $V_B = 10 \text{ m.s}^{-1}$; $\cos 60 = 0,5$; $m = 0,10 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$

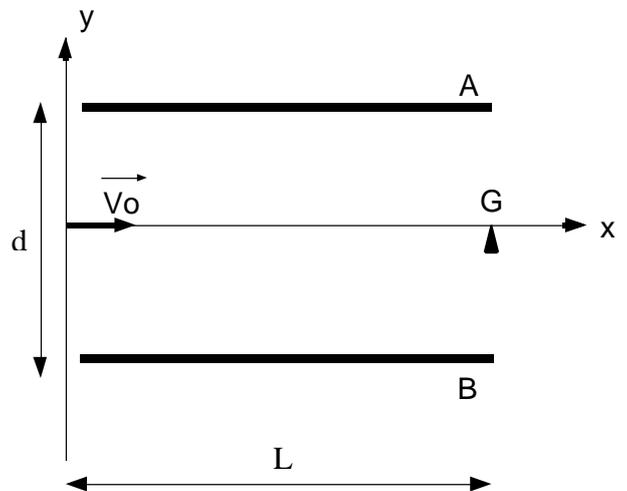
- Dans les conditions de l'exercice, les forces de frottements ne sont pas négligeables.
- L'énergie mécanique en B a pour valeur : $E_m(B) = \frac{1}{2} m V_B^2$.
- Le sommet de la trajectoire a pour valeur $Z_{\max} \approx 2,75 \text{ m}$.

d) L'équation de la trajectoire est $z(x) = h - x \tan \alpha - \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_B \cdot \cos \alpha} \right)^2$.

Exercice n°8**Mouvement d'un électron dans un champ électrique uniforme**

Un faisceau d'électrons pénètre entre les armatures d'un condensateur plan AB . Chaque électron a une vitesse initiale parallèle à l'axe x . La tension entre les plaques est $U_{AB} = 400 \text{ V}$. On néglige l'effet du poids par rapport à la force électrique qui s'exerce sur l'électron. Il sort des plaques en un point H .

Données : $v_0 = 2,50 \cdot 10^7 \text{ m.s}^{-1}$; $L = 10,0 \text{ cm}$;
 $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$;
 $9,1 \times 2,5 \times 7 = 160$;
 $9,1 \times 1,6 \times 4 = 58$.



- Lorsque l'électron sort des plaques au point H , il se situe au-dessus du point G .
- La norme du vecteur accélération a pour expression $a = \frac{eU_{AB}}{2md}$.
- Lorsque $x = L$ alors l'ordonnée du point H s'écrit $Y_H = \frac{eU_{AB}L^2}{2mdv_0^2}$.
- La distance GH étant égale à 14 mm alors la distance $d = 4,0 \text{ cm}$.

Exercice n°9**Etude d'un satellite de Saturne**

Le mouvement des satellites de Saturne dans le référentiel Saturnocentrique est considéré comme étant circulaire. Chaque satellite se trouve sur une orbite de rayon r .

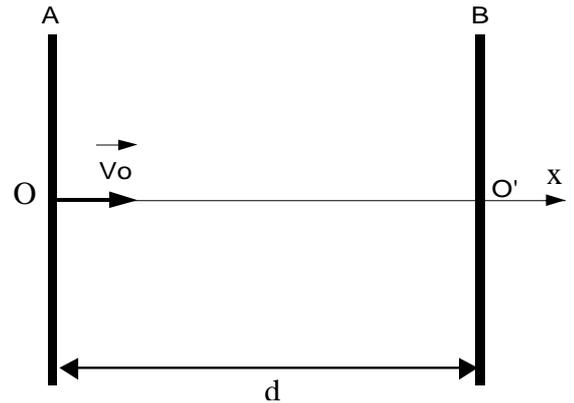
Données : $G \approx 6.10^{-11} \text{ S.I.}$; $\pi \approx 3$; le rapport $r^3/T^2 = cst = 1,0.10^{+15} \text{ S.I.}$

- L'accélération d'un satellite de Saturne est toujours radiale et centripète.
- La valeur de la vitesse d'un satellite autour de Saturne est donnée par $V = \sqrt{\frac{GM_s}{r}}$.
- G s'exprime en $\text{m}^3.\text{kg}.\text{s}^2$.
- D'après les données, la masse de Saturne est $M_s \approx 6,0.10^{+26} \text{ kg}$.

Exercice n°10**Travail d'une force**

Un proton H^+ de masse $m \approx 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, animé d'une vitesse $v_0 = 1000 \text{ km.s}^{-1}$ pénètre entre deux plaques parallèles A et B distantes de d . Entre les plaques est appliquée une tension de 10 kV .

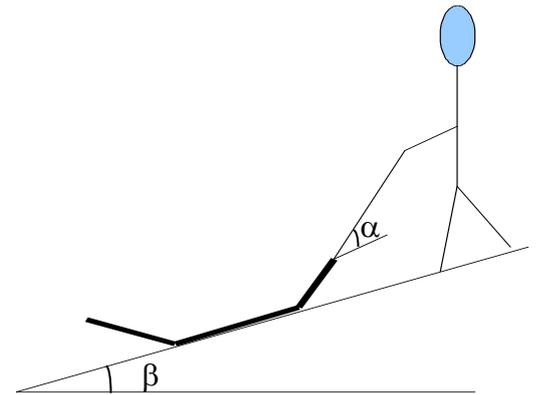
Données : $\sqrt{3} \approx 1,7$; $\sqrt{2} \approx 1,4$



- Pour accélérer le proton la tension U_{AB} doit être positive.
- La force électrique qui s'exerce sur le proton est une force conservative.
- Le travail de la force électrique exercée entre A et B sur le proton est $W = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$.
- La vitesse de sortie du proton au point O' est $V_{O'} \approx 1700 \text{ km.s}^{-1}$.

Exercice n°11**Le skieur 2**

Un enfant tire avec une force de valeur constante $F = 20 \text{ N}$ une luge de masse $m = 5,0 \text{ kg}$ à l'aide d'une corde faisant un angle $\alpha = 20^\circ$ par rapport à la piste enneigée. L'inclinaison de la piste est égale à $\beta = 10^\circ$ par rapport au plan horizontal. Il existe des frottements entre les patins et la neige matérialisés par une force constante \vec{f} . Le mouvement est rectiligne et uniforme.

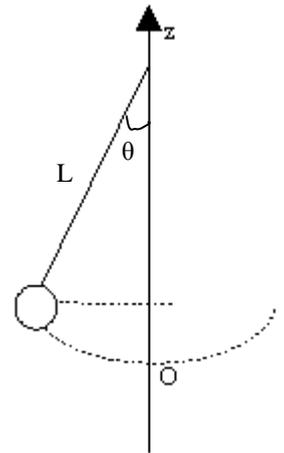


Données : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $30 \sin 10 \approx 5$; $30 \sin 20 \approx 10$;
 $30 \cos 10 \approx 29,5$.

- Lors de la montée, le travail du poids est moteur.
- Sur une distance parcourue par la luge de $AB = 30 \text{ m}$, la variation d'énergie potentielle de pesanteur vaut $\Delta E_{pp} \approx 250 \text{ J}$.
- La force de frottement a pour valeur $f = mg \sin \alpha$.
- Le travail des frottements sur le trajet AB est $W(f) = mgAB \sin \beta - FAB \cos \alpha$.

Exercice n°12**Oscillateur mécanique**

Une masse $m = 50 \text{ g}$ est accrochée à une extrémité d'un pendule simple de longueur $L = 40 \text{ cm}$. On écarte la masse d'un angle $\theta = 60^\circ$ et on le lâche sans vitesse initiale dans le champ de pesanteur terrestre $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$. On néglige tout frottement. O est l'origine des positions.

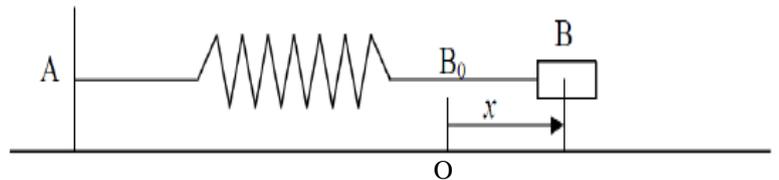


Données : $\sin 60 = 0,87$; $\cos 60 = 0,50$; $\tan 60 = 1,73$; $\pi \approx 3$;
La référence de l'énergie potentielle de pesanteur est : $E_{pp}(0) = 0$

- La période propre du pendule $T \approx 1,2 \text{ s}$.
- La vitesse au point O est $V_0 = gL(1 - \cos 60)$.
- L'énergie mécanique du pendule est $E_m = 0,25 \text{ J}$.
- L'altitude maximale atteinte par le pendule est $z_{\max} = 0,20 \text{ m}$.

Exercice n°13**Oscillateur mécanique 2**

Un ressort de masse négligeable, à spires non jointives, de constante de raideur k , est posé sur un plan horizontal sur lequel il peut se déplacer sans frottement. Son extrémité A est fixe, son extrémité B est reliée à un objet ponctuel de masse $m = 50,0 \text{ g}$. On rappelle que l'énergie potentielle élastique d'un ressort est $E_{pe} = \frac{1}{2} kx^2$.



L'origine B_0 du repère coïncide avec la position de repos du centre d'inertie B du solide. Écarté de sa position d'équilibre, le solide est abandonné sans vitesse initiale et repasse par B_0 avec une vitesse $V_{B_0} = 2,0 \text{ m.s}^{-1}$.

- L'énergie potentielle élastique du dispositif est proportionnelle à x .
- $X_{\max} = V_{\max} \sqrt{\frac{k}{m}}$.
- L'énergie cinétique maximale vaut $E_{c_{\max}} = 1,0 \text{ J}$.
- Lorsque l'énergie potentielle élastique vaut $1/4$ de l'énergie mécanique alors $X = \frac{X_{\max}}{2}$.

Exercice n°14

Energie et transferts thermiques

Le mur extérieur d'une maison est constitué de briques. Il est sans ouverture. L'aire de sa surface $S = 60 \text{ m}^2$ et son épaisseur $e = 20 \text{ cm}$.

Données : La résistance thermique est $R_{TH} = e/\lambda S$; le prix du kWh est de 0,10 euro ;
la conductivité thermique en ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) : $\lambda_{\text{brique}} = 0,67$; $6,7 \times 6,0 = 40$

- La résistance thermique R_{TH} s'exprime en $\text{W}\cdot\text{K}^{-1}$.
- Le flux thermique est une énergie thermique.
- Quand la température extérieure est de 0°C et celle à l'intérieur est constante à 20°C alors la valeur du flux thermique $\Phi_1 = 4,0 \cdot 10^3 \text{ S.I.}$

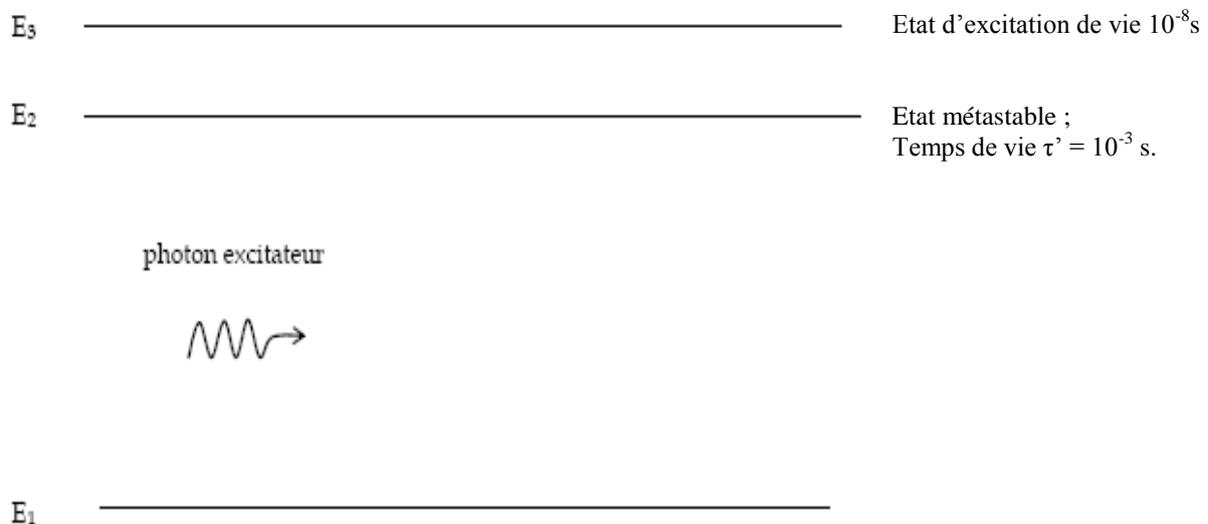
A l'aide d'une isolation au polystyrène adaptée, le flux passe alors à $\Phi_2 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ S.I.}$

- L'économie sur une journée dans les mêmes conditions de température est de 72 euros.

Exercice n°15

Le laser

Le schéma ci-dessous donne le principe du laser à rubis : le rubis est un cristal d'alumine dans lequel sont insérés des ions chrome.



Données : $E_3 - E_1 = 2,26 \text{ eV}$; $E_3 - E_2 = 0,55 \text{ eV}$; $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$;
 $2,26 \times 1,6 = 3,6$; $6,63 \times 3 \approx 20$; $1,71 \times 1,6 = 2,8$.

- Le laser émet des photons par absorption stimulée.
- Le pompage optique fait passer les électrons du niveau d'énergie E_1 au niveau d'énergie E_3 .
- Un photon d'énergie $E_3 - E_2$ peut induire un rayonnement Laser.
- Le photon excitateur et le photon émis par la stimulation ont une longueur d'onde λ entre 700 nm et 720 nm.

Exercice n°16**Onde de matière**

Un atome de sodium de masse $m = 4,0 \cdot 10^{-23}$ g a une vitesse de valeur $V_1 = 600 \text{ m.s}^{-1}$.

Données : $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s.

- L'énergie cinétique de l'atome $E_c = 7,2 \cdot 10^{-21}$ J.*
- Le phénomène de diffraction d'atomes caractérise le phénomène corpusculaire de la matière.*
- L'observation de la diffraction de ces atomes sur un objet est possible quand la longueur d'onde de De Broglie λ est du même ordre de grandeur que la dimension de l'objet.*
- Si l'onde de matière associée à un atome de sodium a une longueur d'onde $\lambda \approx 1,5 \cdot 10^{-5}$ m alors la vitesse de l'atome $V_2 \approx 1,0 \text{ cm.s}^{-1}$.*