

la pendule d'argent
qui ronronne au salon,
qui dit oui qui dit non,
et puis qui les attend (J.Brel)

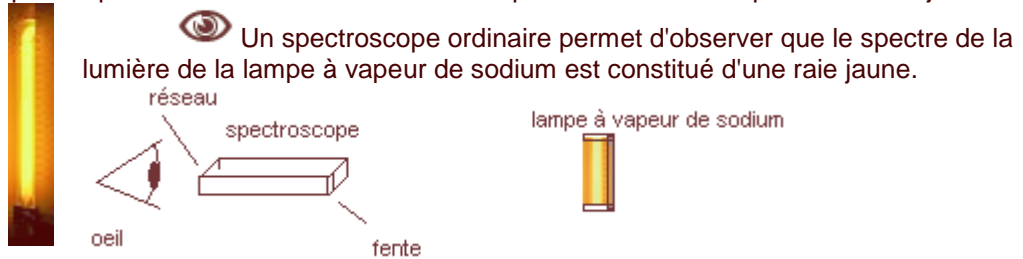


L'horloge atomique :

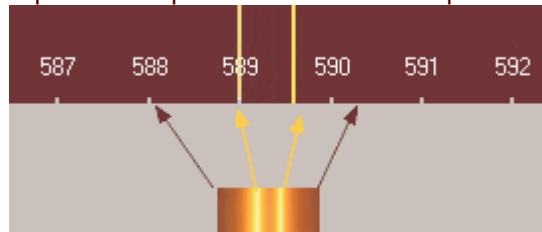
Mots clés : césium 133, spin, structure fine, hyperfine, horloge atomique, quartz

1) La lampe à vapeur de sodium

La lampe à vapeur de sodium émet une lumière quasi monochromatique de couleur jaune.



Un spectroscopie plus performant permettrait d'observer que la raie jaune est double.



Les nombres indiqués correspondent à la longueur d'onde de la lumière.

🔍 Quelle est la longueur d'onde de chaque raie?

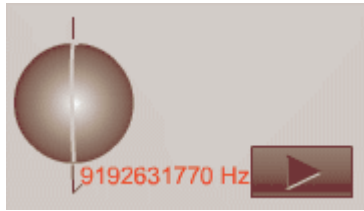
La fréquence de la vibration lumineuse est liée à la longueur d'onde par la relation :

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \text{ où } c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s vitesse de la lumière, } \nu \text{ (lettre grecque nu) est la fréquence de la lumière}$$

🔍 Quelle est la fréquence en Hz correspondant à chaque raie?

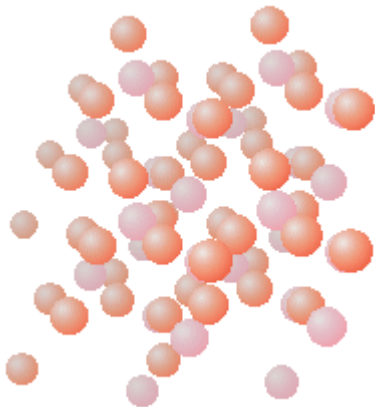
2) Les niveaux d'énergie dans l'atome

Les électrons dans l'atome sont répartis sur différentes couches d'énergies (1, 2, 3...) données par le diagramme ci-dessous. Lors d'une décharge électrique dans la vapeur de sodium, l'électron de la couche externe change de niveau d'énergie. Ensuite, lors de son retour à l'état initial, il émet de la lumière sous forme de photon.



- ✎ Calculer la longueur d'onde λ de cette radiation?
- ✎ A quel domaine de longueur d'onde appartient elle?
 - UV <400 nm
 - visible entre 400 et 800 nm
 - IR (infrarouge) de 800 nm à 1mm
 - micro-ondes 3mm à 30 cm

5) le cristal de quartz



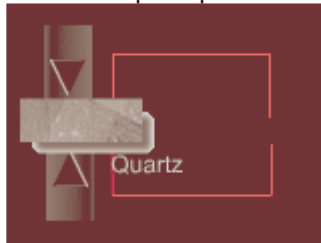
Faire tourner le modèle à la souris.

👁️ Observer la géométrie tétraédrique du motif élémentaire du quartz.



l'effet piézo-électrique

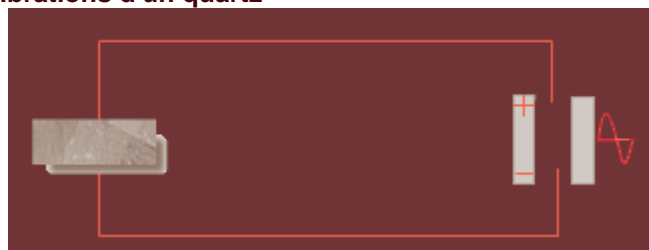
Un cristal de quartz convenablement taillé et sur lequel on applique une contrainte mécanique fait apparaître entre ses faces une tension pouvant atteindre plusieurs **milliers de volts** et provoquer une étincelle : c'est le principe de l'allume-gaz.



Cliquer sur les flèches verticales pour simuler une pression exercée.

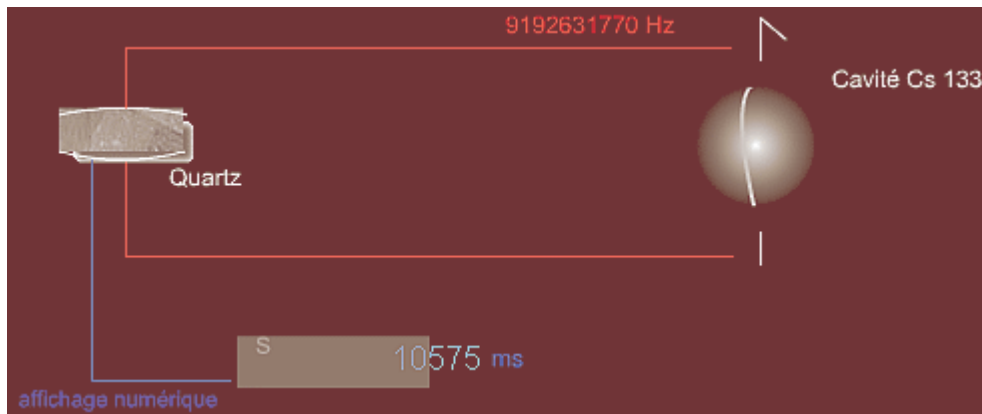
l'effet piézo-électrique inverse : les vibrations d'un quartz

A l'inverse, une tension électrique appliquée sur les faces d'un quartz taillé peut déformer celui-ci ou le faire vibrer dans le cas d'une tension périodique de fréquence adaptée.



6) l'horloge atomique et la définition de la seconde



Pour réaliser une horloge atomique, on boucle une horloge à quartz et un gaz d'atomes de césium 133 sur la fréquence correspondant à la transition hyperfine du césium.



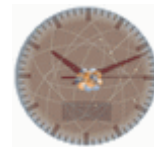
L'horloge ne peut fonctionner que si la fréquence du quartz est exactement 9192631770 Hz. Un affichage numérique transforme le nombre de périodes écoulées en secondes.

La seconde est la durée de 9192631770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les niveaux hyperfins de l'atome de césium 133.

La seconde est l'unité du Système International connue avec la plus grande précision c'est à dire une précision portant sur la 14ème décimale (10^{-14})

-  Quelles sont les autres unités du Système International appelé aussi parfois MKSA?
-  Combien d'années faut il attendre pour que l'horloge atomique commette une erreur de **une seconde**?

Cliquer sur l'image ci-contre pour afficher l'heure atomique



Le GPS nécessite des horloges atomiques de précision.

Matériel : lampe à vapeur de sodium, classification périodique, allume-gaz, montre à quartz, cristal de quartz, ordinateur, connexion Internet