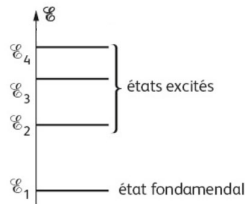




Visionnez la vidéo 1 jusqu'à 1 min 13s, puis lire le résumé suivant :

Vidéo 1

Quantification des niveaux d'énergie :



Les **niveaux d'énergie** d'un atome sont **quantifiés**. Ils ne peuvent prendre que des valeurs bien déterminées, caractéristiques de l'atome.

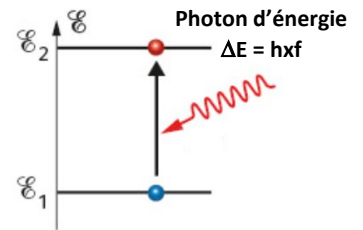
Lorsqu'un atome est à son niveau d'énergie le plus bas, il est dans son **état fondamental**. C'est l'état stable de l'atome. Lorsqu'un atome est à un niveau d'énergie plus élevé, il est dans un **état excité**.

Absorption :

Lors de l'absorption d'un photon, l'atome passe d'un niveau d'énergie E_1 à un niveau E_2 supérieur tel que :

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu f = h\nu \nu = h\nu \frac{c}{\lambda}$$

E_1 et E_2 en Joule (J)
 h = constante de Planck = $6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s
 $f = \nu$ = fréquence en hertz (Hz)
 λ = longueur d'onde en mètre (m)



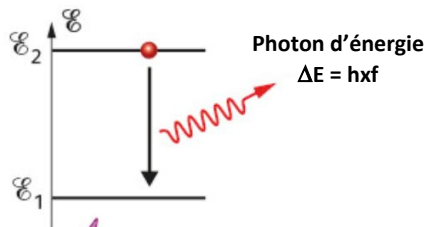
Visionnez la vidéo 2 jusqu'à 1 min 54s, puis lire le résumé suivant :

Vidéo 2

Emission :

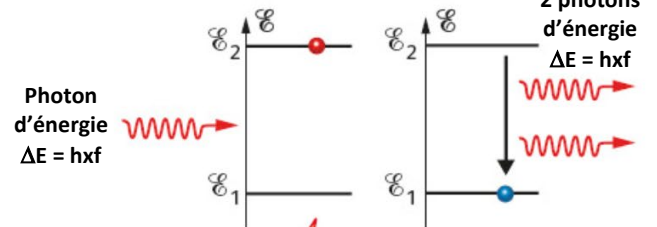
Il y a **émission** d'un photon de même énergie que celui absorbé quand l'atome revient au niveau E_1 . L'émission peut être :

– spontanée



Le photon émis a une direction et une phase quelconques.

– stimulée par un photon



Le photon émis et le photon incident sont en phase et ont la même direction de propagation.

Visionnez la vidéo 3 jusqu'à la fin, puis lire le résumé suivant :

Vidéo 3

Propriétés des lasers :

• **Directivité** : utilisée lors de la mesure de la distance Terre-Lune.



• **Monochromaticité** : utilisée pour refroidir les atomes. Les diodes laser utilisées au lycée ont une longueur d'onde $\lambda = 650$ nm.



• **Concentration spatiale et temporelle de l'énergie** : utilisée pour la découpe des métaux et la chirurgie.



A consulter des vidéos :

[Tout est quantique](#)
&
[C'est Pas Sorcier](#)

EXERCICE – CHEMCAM

ChemCam est un instrument du rover Curiosity qui explore le sol martien depuis août 2012. Cet appareil analyse par spectrométrie la lumière d'un plasma issue d'un tir laser sur les roches, permettant de remonter à la composition du sol.



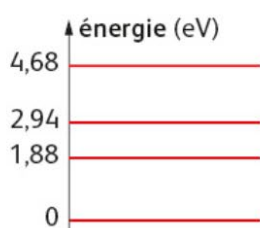
Doc.1 Principe de fonctionnement de ChemCam

Le laser pulsé de ChemCam émet un rayonnement à 1 067 nm délivrant environ 15 mJ pour une durée d'impulsion de 5 ns. L'interaction du faisceau laser pulsé avec un matériau provoque un échauffement brutal de la surface éclairée, une vaporisation et une ionisation sous forme d'un plasma. Le plasma ne se forme que si, au niveau de la cible, la puissance par unité de surface (ou l'irradiance) est supérieure à $1,0 \text{ GW} \cdot \text{cm}^{-2}$. C'est pourquoi ChemCam est pourvu d'un système de focalisation du faisceau laser qui est tel qu'au niveau

de la cible le diamètre du faisceau est d'environ $D = 350 \mu\text{m}$. Dans ces conditions, les atomes et les ions éjectés sont dans des niveaux d'énergie excités. En se désexcitant, ils émettent un rayonnement qui est analysé par spectroscopie entre 250 et 900 nm. On obtient ainsi un spectre d'émission atomique. La détermination des longueurs d'onde de raies présentes sur ce spectre permet d'identifier les atomes ou ions présents dans la cible.

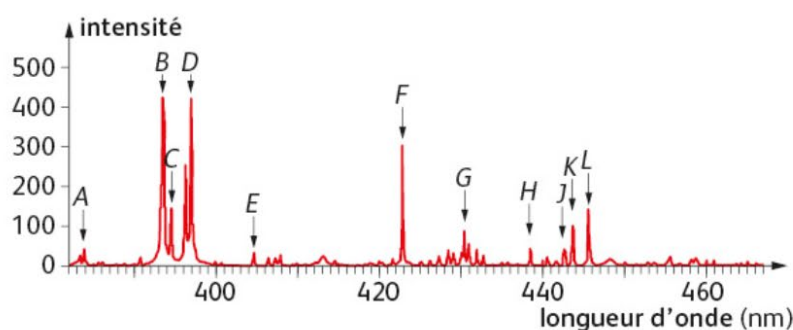
D'après <http://www.msl-chemcam.com>

Doc.2 Niveaux d'énergie



Ce diagramme simplifié représente les niveaux d'énergie de l'ion Ca^+ .

Doc.3 Spectre d'émission atomique de la roche témoin



DONNÉES

Longueurs d'onde (en nm) des raies d'émission entre 380 nm et 460 nm de l'ion Ca^+ : 394 ; 397 ; 423 ; 443 ; 444 ; 446.

Surface S d'un disque de diamètre D : $S = \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2$

1 Le laser de ChemCam

- a. Donner deux propriétés du laser.
- b. Le laser de ChemCam émet-il de la lumière visible ? Justifier.
- c. Montrer que les caractéristiques du faisceau laser utilisé par ChemCam permettent bien d'obtenir une irradiance suffisante pour créer un plasma.

2 Test de fonctionnement de l'analyseur spectral de ChemCam

On réalise sur Terre le spectre d'émission atomique d'une roche témoin contenant l'élément calcium.

- a. Justifier pourquoi deux atomes (ou ions) différents ne donnent pas le même spectre d'émission.
- b. À l'aide du **document 2**, identifier, pour l'ion Ca^+ , la transition énergétique correspondant à la raie de longueur d'onde 423 nm. La démarche sera détaillée.
- c. Le **document 3** présente le spectre de la roche témoin. L'analyseur spectral de ChemCam fonctionne-t-il correctement ? Justifier la réponse.

DONNÉE Lors de l'échange d'une énergie \mathcal{E} , la puissance \mathcal{P} du transfert d'énergie s'exprime par la relation :

$$\mathcal{P} = \frac{\mathcal{E}}{\Delta t}$$

Unités SI :

\mathcal{E} en joule (J)

Δt , durée du transfert d'énergie, en seconde (s)

\mathcal{P} en watt (W)

- constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$