

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 0h53

EXERCICE 1 : 5 points

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui

Ancienne annale adaptée au nouveau programme. La numérotation des questions du sujet d'origine a été conservée.

EXERCICE 1 : ChemCam

1. Le laser de ChemCam

1.2.

Pour être visible, les longueurs d'ondes doivent être comprises entre 400 nm et 800 nm.

D'après le document 1 : « Son laser pulsé émet un rayonnement à 1067 nm »

La longueur d'onde émise est supérieure à 800 nm. Ainsi, Le laser de ChemCam n'émet pas de la lumière visible.

1.3.

D'après le document 1 : « Il est important de comprendre que le plasma se formera si, au niveau de la cible, la puissance par unité de surface (ou l'irradiance) est supérieure à un seuil de $1,0 \text{ GW}\cdot\text{cm}^{-2}$. »

Ainsi l'irradiance est la puissance par (divisée) la surface :

$$I = \frac{P}{S}$$

Or

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

D'où

$$I = \frac{E}{S \Delta t}$$

$$I = \frac{E}{S \times \Delta t}$$

Or la surface est celle d'un disque

$$S = \pi \times r^2$$

$$S = \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

D'où

$$I = \frac{E}{\pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \Delta t}$$

Remarque, on désire comparer l'irradiance au seuil de $1,0 \text{ GW}\cdot\text{cm}^{-2}$. Nous allons mettre le diamètre en cm pour obtenir des cm^{-2} .

$$I = \frac{15 \times 10^{-3}}{\pi \times \left(\frac{350 \times 10^{-6} \times 10^2}{2}\right)^2 \times 5 \times 10^{-9}}$$

$$I = 3,1 \times 10^9 \text{ W}\cdot\text{cm}^{-2}$$

$$I = 3,1 \text{ GW}\cdot\text{cm}^{-2}$$

L'irradiance est supérieure au seuil de $1,0 \text{ GW}\cdot\text{cm}^{-2}$: 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.

2.1.

Chaque atome a des niveaux d'énergies définies et différentes des autres atomes.

Or le spectre d'émission est caractérisé par des longueurs d'ondes émises qui dépendent de la différence de niveau d'énergie.

$$\Delta E = \frac{h \times c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h \times c}{\Delta E}$$

Ainsi, deux atomes (ou ions) différents ne donnent pas le même spectre d'émission.

2.2.

$$\Delta E = \frac{h \times c}{\lambda}$$

$$\Delta E = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{423 \times 10^{-9}}$$

$$\Delta E = 4,702 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Or le diagramme donne les niveaux d'énergies en eV.

$$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

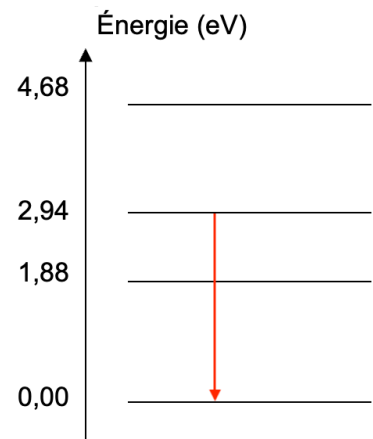
$$\Delta E = \frac{4,702 \times 10^{-19}}{1,602 \times 10^{-19}}$$

$$\Delta E = 2,94 \text{ eV}$$

Il s'agit donc d'une transition avec une différence d'énergie de 2,94 eV.

Dans le sujet, on nous dit qu'il s'agit de spectre d'émission atomique d'une roche témoin.

On représente une émission par une flèche descendante.



2.3.

Vérifions si l'analyseur spectral de ChemCam fonctionne correctement. Pour cela nous allons comparer le spectre d'émission atomique de la roche témoin réalisé par l'analyseur spectral de ChemCam dans le cadre du test de fonctionnement et les Longueurs d'onde (en nm) des raies d'émission entre 380 nm et 460 nm de l'élément Ca sous forme d'ion Ca^+ .

Calcium	394	397	423	443	444	446
Lettre correspondant à l'émission dans le spectre d'émission atomique de la roche témoin	C	D	F	J	K	L

Ils correspondent : l'analyseur spectral de ChemCam fonctionne correctement.