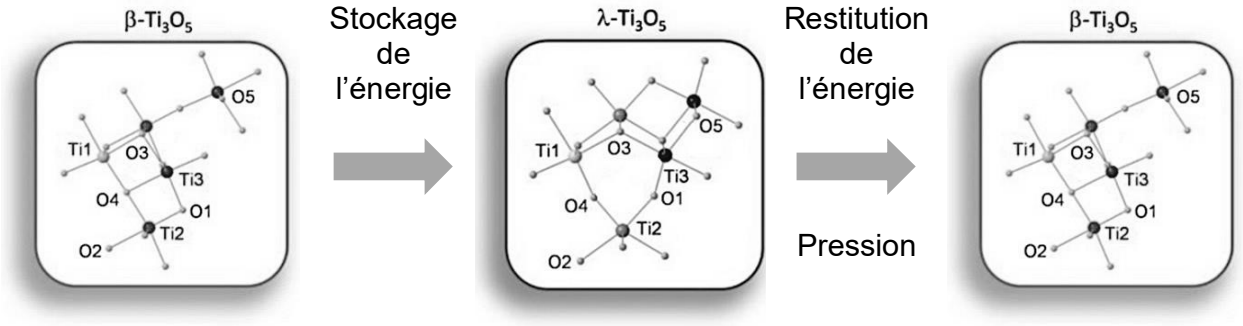
EXERCICE I. Une céramique comme réservoir d'énergie (6 points)

Des chercheurs de l'Université de Tokyo ont découvert une céramique capable de stocker de l'énergie. Son principe de fonctionnement est extrêmement simple ; *une courte exposition au Soleil permet de la « charger » !* Cette énergie peut être stockée pendant une longue durée et restituée selon les besoins.

Le secret de ce matériau (pentoxyde de trititane, Ti_3O_5) réside dans sa structure. En effet, sous certaines conditions (élévation de la température, exposition à un rayonnement électromagnétique, application d'un courant électrique…), le matériau change de structure cristalline (voir ci-dessous) ; l'énergie reçue permet le passage du beta-pentoxyde de trititane (β-Ti_3O_5) au lambda-pentoxyde de trititane (λ-Ti_3O_5). Cette nouvelle structure est stable.

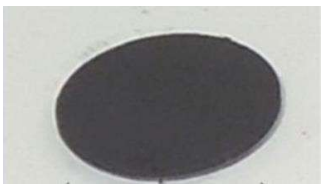
Pour restituer l'énergie, il suffit de soumettre ce matériau à une certaine pression.

Stockage puis restitution de l'énergie



Données

- Constante de Planck : $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J.s
- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81$ m.s^{-2}
- La valeur de la célérité de la lumière c est supposée connue du candidat
- Volume V d'un cylindre de base circulaire de rayon r et de hauteur H : $V = \pi . r^2 . H$
- Surface S d'un disque de rayon R : $S = \pi . R^2$
- Caractéristiques de la pastille cylindrique de pentoxyde de trititane utilisée dans les expériences présentées dans cet exercice :



Diamètre : 13,0 mm
Épaisseur : 0,500 mm
Masse : 0,265 g

D'après *Tokoro, H. et al. (2015). External stimulation-controllable heat-storage ceramics. Nature communications. 6. 7037. 10.1038/ncomms8037.*

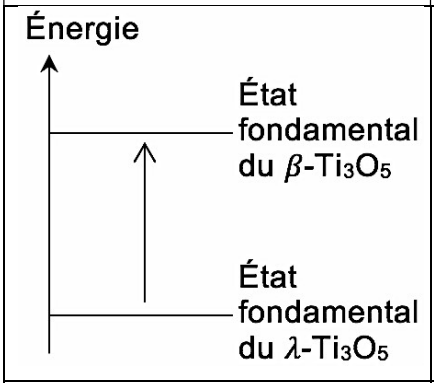
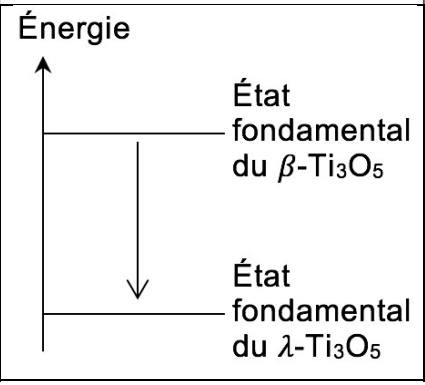
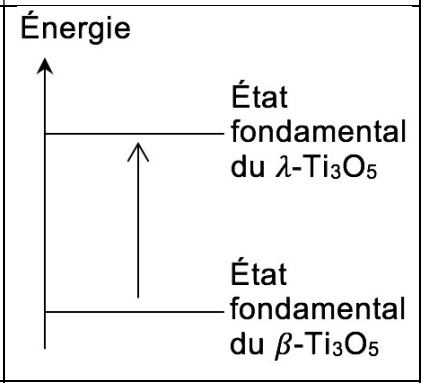
1. Stockage de l'énergie

Pour modifier la structure cristalline du pentoxyde de trititane, on utilise un laser. L'énergie électromagnétique du faisceau de lumière permet de modifier les liaisons à l'intérieur du cristal. Au cours de cette étape, l'énergie du rayonnement doit être focalisée sur la pastille de pentoxyde de trititane.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Pour modifier sa structure cristalline et effectuer le passage du β-Ti_3O_5 au λ-Ti_3O_5, le matériau doit recevoir une énergie volumique E = 230 J.cm^{-3}.

1.1. Parmi les schémas suivants, identifier celui qui illustre le stockage de l'énergie par le pentoxyde de trititane. Justifier votre réponse.

Schéma A	Schéma B	Schéma C
		

1.2. Sachant que la totalité de la surface de la pastille est éclairée, vérifier que l'énergie qu'il faut fournir à la pastille utilisée dans l'expérience vaut E_p = 15,3 J.

Caractéristiques du laser utilisé

Longueur d'onde du rayonnement : λ = 410 nm

Débit de photons : il correspond à un nombre de photons reçu par le matériau par unité de temps.

$D_{Laser} = 10^{21}$ photons par seconde ; $D_{Soleil} = 10^{17}$ photons par seconde

1.3. En utilisant vos connaissances, citer une propriété du laser qui justifie son utilisation dans cette expérience.

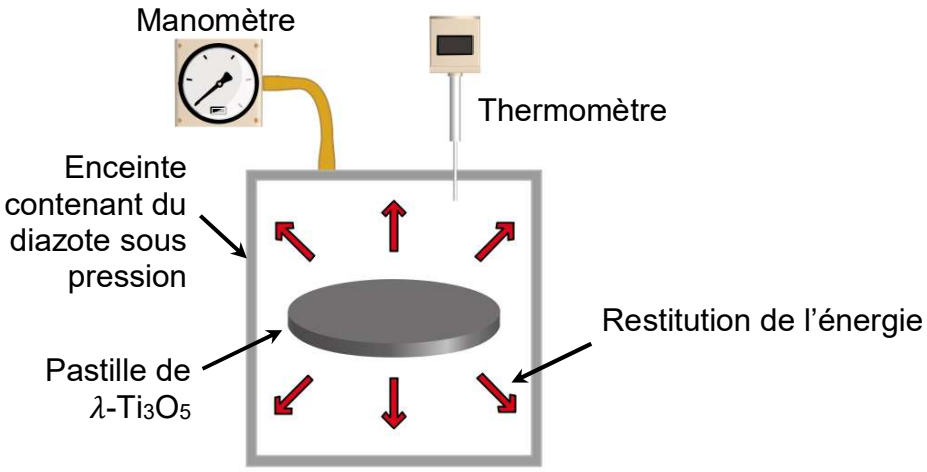
1.4. Calculer le nombre de photons nécessaires pour fournir l'énergie E_p à la pastille.

1.5. Donner l'ordre de grandeur de la durée minimale d'irradiation de la pastille par le laser pour permettre la transition β-Ti_3O_5 → λ-Ti_3O_5 et commenter la phrase : « *une courte exposition au Soleil permet de la « charger » !* ».

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Restitution de l'énergie



Pour libérer l'énergie stockée au sein de la structure cristalline, il suffit d'exercer une pression sur le matériau qui va entraîner une réorganisation de la structure en provoquant la transition λ-$Ti_3O_5 \rightarrow \beta$-$Ti_3O_5$.

Le dispositif utilisé pour les tests en laboratoire est une enceinte dans laquelle du diazote est mis sous pression que l'on peut faire varier.

Variation d'énergie interne d'un gaz parfait

En faisant l'hypothèse que le diazote contenu dans l'enceinte est un gaz parfait, la variation d'énergie interne ΔU du gaz s'exprime grâce à la relation :

$$\Delta U = \frac{5}{2}.n_{gaz}.R.\Delta T$$

ΔU désigne la variation d'énergie interne du gaz (J)

n_{gaz} désigne la quantité de matière de gaz présente dans l'enceinte (mol)

R désigne la constante des gaz parfaits, R = 8,31 $J.K^{-1}.mol^{-1}$

ΔT désigne la variation de température du gaz (K)

2.1. Que représente l'énergie interne d'un système ?

Au cours de l'expérience, l'enceinte utilisée est considérée comme parfaitement isolée thermiquement. Elle contient 40,0 mmol de diazote. Lorsque la pression P est exercée, la pastille restitue l'énergie stockée qui entraîne une élévation de température du gaz de 18,2 K. L'équilibre thermique est alors atteint.

2.2. Calculer l'énergie Q restituée par la pastille au cours de l'expérience.

2.3. En considérant que les échanges thermiques s'effectuent sans perte, calculer la masse de pentoxyde de trititane nécessaire pour chauffer 250 mL d'eau pure depuis la température ambiante jusqu'à 80°C. Commenter le résultat obtenu en dégageant l'intérêt de ce matériau.

Données Capacité thermique massique de l'eau liquide c_{eau} = 4,18 $J.g^{-1}.°C^{-1}$
Masse volumique de l'eau ρ_{eau} = 1,00 $g.mL^{-1}$

Le candidat est invité à prendre des initiatives (estimation de la température ambiante) et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer