

Questions de cours (C2 et P6)

Quelle relation peut-on utiliser pour calculer le transfert thermique lors d'une réaction isotherme et isobare ? Et pour calculer la température finale lors d'une réaction adiabatique et isobare ? (expliquer le calcul de $C_{p,f}$)

Pour deux points A et B sur un même rayon lumineux, exprimer le déphasage $\varphi(B) - \varphi(A)$ en fonction du temps de parcours τ_{AB} , puis en fonction du chemin optique (AB). Quelle est la définition du chemin optique ? Comment le calcule-t-on en pratique ?

Qu'appelle-t-on le "temps de cohérence" τ_c d'une source lumineuse ? Rappeler l'ordre de grandeur de τ_c pour une ampoule à incandescence, une lampe spectrale, un laser. Quelle est la relation entre τ_c et la largeur spectrale en fréquence Δf ?

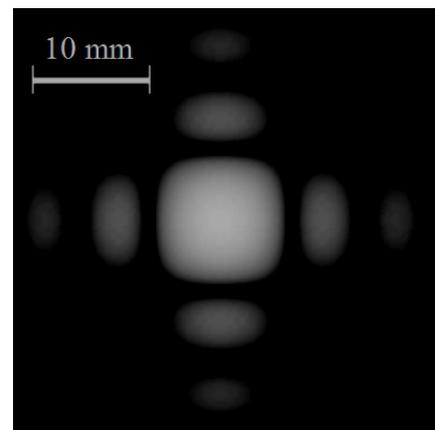
Exercice de Physique : Ondes lumineuses (P6)

Entraînement Diffraction par une ouverture carrée

Une ouverture carrée de côté 100 μm est éclairée par un laser de longueur d'onde 632,8 nm. On observe la figure ci-contre sur un écran placé à une distance de $100 \pm 0,5$ cm. Pour calculer l'incertitude sur une valeur calculée

de la forme $Z = \frac{X}{Y}$, on donne la formule $\frac{\Delta Z}{Z} = \sqrt{\left(\frac{\Delta X}{X}\right)^2 + \left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)^2}$

Donnée $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$



1) A partir de la figure fournie, déterminer la largeur L de la tache centrale de diffraction et préciser l'incertitude ΔL associée.

2) En déduire la valeur expérimentale de l'angle de diffraction θ (on s'aidera d'un schéma) et de l'incertitude $\Delta\theta$ associée.

3) La relation $\theta = \frac{\lambda}{d}$ valable dans le cas d'une fente est-elle applicable dans cette situation ?

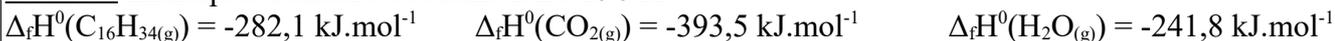
4) La notice du laser indique une largeur spectrale de 10 MHz. Quelle est la durée d'un train d'onde émis par ce laser ? Combien de périodes contient-il ? Commenter la valeur obtenue.

Exercice de Chimie : Thermodynamique des transformations chimiques (C2)

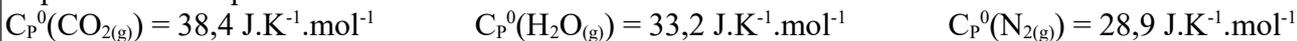
Entraînement Combustion du gasoil

Un des principaux constituants du gasoil (carburant utilisé dans les moteurs Diesel) a pour formule $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$. On cherche ici à estimer la température atteinte lors de sa combustion complète (réaction avec le dioxygène, formant du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau). On indique que $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ se trouve initialement sous forme de vapeur.

Données Enthalpies standard de formation à 298 K :



Capacités thermiques molaires standard à 298 K :



1) Ecrire l'équation-bilan de la combustion complète de $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$, rapportée à une mole de ce composé. Calculer l'enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^0$ et commenter le signe obtenu.

On envisage la combustion totale, isobare et adiabatique d'un mélange stoechiométrique de $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ et d'air (80% de diazote et 20% de dioxygène) qui se trouve initialement à $T_0 = 293 \text{ K}$.

2) Estimer la température finale T_f atteinte par le mélange.

3) Dans l'étude du cycle thermodynamique Diesel, on adopte souvent la valeur de 2500 K pour la température en fin de combustion. Expliquer l'écart avec la valeur calculée dans la question précédente.

Corrigé

Diffraction par une ouverture carrée

1) Avec l'échelle fournie, L est comprise entre 11 et 13 mm (début et fin de la zone "sombre" qui encadre la tache centrale), donc $L = 12$ mm et $\Delta L = 1$ mm (on peut calculer l'incertitude relative $\frac{\Delta L}{L} = 8\%$)

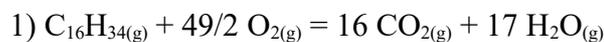
2) A l'aide d'un schéma on retrouve $\theta = \frac{L}{2D} = 6,0 \cdot 10^{-3}$ rad et avec la formule $\Delta\theta = 5 \cdot 10^{-4}$ rad

3) Le calcul donne $\theta = \frac{\lambda}{d} = 6,3 \cdot 10^{-3}$ rad, expérimentalement $\theta = 6,0 \cdot 10^{-3} \pm 0,5 \cdot 10^{-3}$ rad, la valeur théorique est comprise dans l'intervalle de confiance, la relation proposée semble donc applicable au cas d'une ouverture carrée.

4) $\tau_c = \frac{1}{\Delta f} = 10^{-7}$ s est la durée d'un train d'onde émis par le laser (temps de cohérence)

La période de l'onde vaut $T = \frac{\lambda}{c} = 2,1 \cdot 10^{-15}$ s, un train d'onde contient donc $\sim 5 \cdot 10^7$ périodes (la lumière émise par un laser est quasi-monochromatique).

Combustion du gasoil



$$\Delta_r H^0 = -\Delta_f H^0(\text{C}_{16}\text{H}_{34(\text{g})}) - 49/2 \cdot \Delta_f H^0(\text{O}_{2(\text{g})}) + 16 \Delta_f H^0(\text{CO}_{2(\text{g})}) + 17 \Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}) = -1,01 \cdot 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$\Delta_r H^0 < 0$, il s'agit d'une réaction exothermique.

2) On réalise le tableau d'avancement en respectant les proportions pour 1 mol de $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$

	$\text{C}_{16}\text{H}_{34(\text{g})}$	+	$49/2 \text{O}_{2(\text{g})}$	=	$16 \text{CO}_{2(\text{g})}$	+	$17 \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$		$\text{N}_{2(\text{g})}$
EI	1 mol		24,5 mol		0		0		98 mol
EF	0		0		16 mol		17 mol		98 mol

Pour une réaction adiabatique et isobare, $\Delta H = Q = 0 = x_F \Delta_r H^0 + C_{p,f} (T_f - T_i)$

$$\text{Ici } C_{p,f} = 16 \cdot C_p^0(\text{CO}_{2(\text{g})}) + 17 \cdot C_p^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}) + 98 \cdot C_p^0(\text{N}_{2(\text{g})}) = 4,01 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{et } x_F = 1$$

$$\text{On obtient } T_f = T_0 - \frac{x_F \cdot \Delta_r H^0}{C_{p,f}} \simeq 2820 \text{ K}$$

3) En conditions réelles, la réaction n'est pas adiabatique, et les proportions stoechiométriques ne sont pas forcément respectées. La température réellement atteinte est donc inférieure à celle prévue, qui correspond à des conditions idéales.