

3TSI - Physique-Chimie
Programme de colle n°10 - Semaine du 02/12 au 06/12

Questions de cours (P6, P7)

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 ?

Rappeler la relation entre l'amplitude instantanée $s(M,t)$ et l'intensité $I(M)$ d'une onde lumineuse. Quelle expression obtient-on pour une seule onde monochromatique ? Et pour deux ondes monochromatiques cohérentes (formule de Fresnel) ?

Démontrer la relation fondamentale des réseaux de diffraction.

Exercice de Chimie : Thermodynamique des transformations chimiques (C2)

Entraînement Combustion du butane

Le butane est utilisé pour alimenter les plaques de cuisson au gaz : il est souvent vendu dans une bouteille contenant 13 kg de ce combustible sous forme de mélange liquide/vapeur. On étudie la réaction de combustion totale du butane gazeux en contact avec un excès de dioxygène, avec formation de vapeur d'eau et de dioxyde de carbone.



Données $\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = -242 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ $\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = -286 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $\Delta_f H^0(\text{CO}_2_{(g)}) : -394 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ $\Delta_f H^0(\text{C}_4\text{H}_{10(g)}) : -126,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ $M(\text{C}) = 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $c_{\text{eau}} = 4,2\cdot 10^3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$

- 1) Ecrire l'équation-bilan de cette réaction avec les plus petits nombres stoechiométriques entiers possibles.
- 2) Calculer l'enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^0(298\text{K})$.
- 3) S'agit-il d'une réaction d'oxydo-réduction ou d'une réaction acide-base ? Justifier.

Dans le cas d'une plaque de cuisson au gaz, la combustion du butane est isotherme et isobare.

- 4) Une famille utilise quotidiennement une plaque de cuisson au gaz pour faire bouillir 4 litres d'eau : au bout de combien de temps faudra-t-il remplacer la bouteille ?

Exercice de Physique : Ondes lumineuses et interférences (P6, P7)

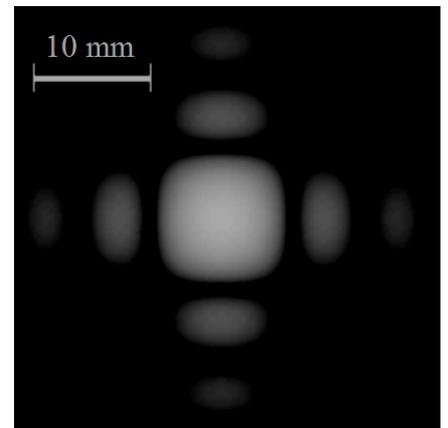
Entraînement Diffraction par une ouverture carrée

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

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

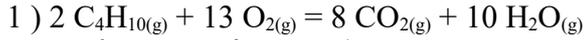
Donnée $c = 3,00\cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

- 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.



Corrigé

Combustion du butane



2) $\Delta_r H^0 = -5,8.10^3 \text{ kJ.mol}^{-1}$ (réaction exothermique)

3) L'oxygène est réduit : il passe du degré 0 (dans O_2) au degré -II (dans H_2O) => oxydoréduction.

4) Indications : faire bouillir de l'eau, c'est l'amener de $\sim 20^\circ\text{C}$ à 100°C . Un tableau d'avancement est indispensable pour déterminer la masse de butane consommée chaque jour.

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 $L = 12 \text{ mm}$ et $\Delta L = 1 \text{ mm}$ (on peut calculer l'incertitude relative $\frac{\Delta L}{L} = 8\%$)

2) A l'aide d'un schéma on retrouve $\theta = \frac{L}{2D} = 6,0.10^{-3} \text{ rad}$ et avec la formule $\Delta\theta = 5.10^{-4} \text{ rad}$

3) Le calcul donne $\theta = \frac{\lambda}{d} = 6,3.10^{-3} \text{ rad}$, expérimentalement $\theta = 6,0.10^{-3} \pm 0,5.10^{-3} \text{ rad}$, la valeur théorique est comprise dans l'intervalle de confiance, la relation proposée semble donc applicable au cas d'une ouverture carrée.

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

La période de l'onde vaut $T = \frac{\lambda}{c} = 2,1.10^{-15} \text{ s}$, un train d'onde contient donc $\sim 5.10^7$ périodes (la lumière émise par un laser est quasi-monochromatique).