IE n°2 –TM 2 année scolaire 2010-11

Partie commune

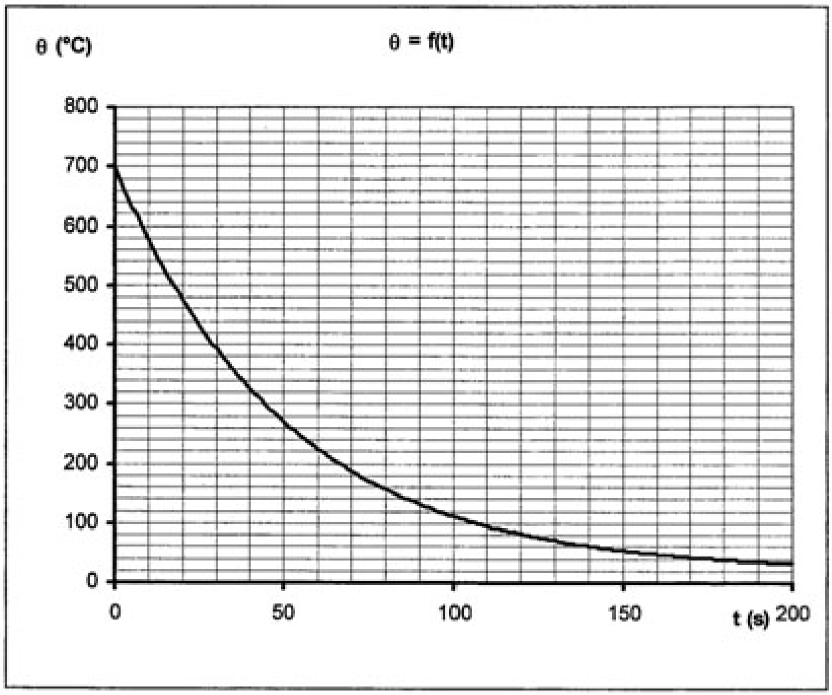
Exercice n°1 d'après sujet bts 2010

On étudie expérimentalement le refroidissement par convection d'une pièce en acier dans un fluide.

Cette pièce a la forme d'un cylindre de rayon r = 20,0 mm et de hauteur h = 10,0 cm.

La température du fluide dans lequel la pièce est plongée est constante et est égale T_a = 20 °C.

La mesure de la température T de la pièce en fonction du temps a permis d'obtenir la courbe :



Données :

$T - T_a = (T_0 - T_a)e^{-kt}$ avec k = hS / mc

Vitesse de refroidissement : $v = \frac{dT}{dt} = -k(\mathrm{T} - \mathrm{T}_a)$

T_0 : température initiale de la pièce en °C,

T_a : température du fluide en °C,

h : coefficient d'échange thermique par convection,

S : surface d'échange de la pièce avec l'extérieur,

m = masse de la pièce ; m = 1,01 kg

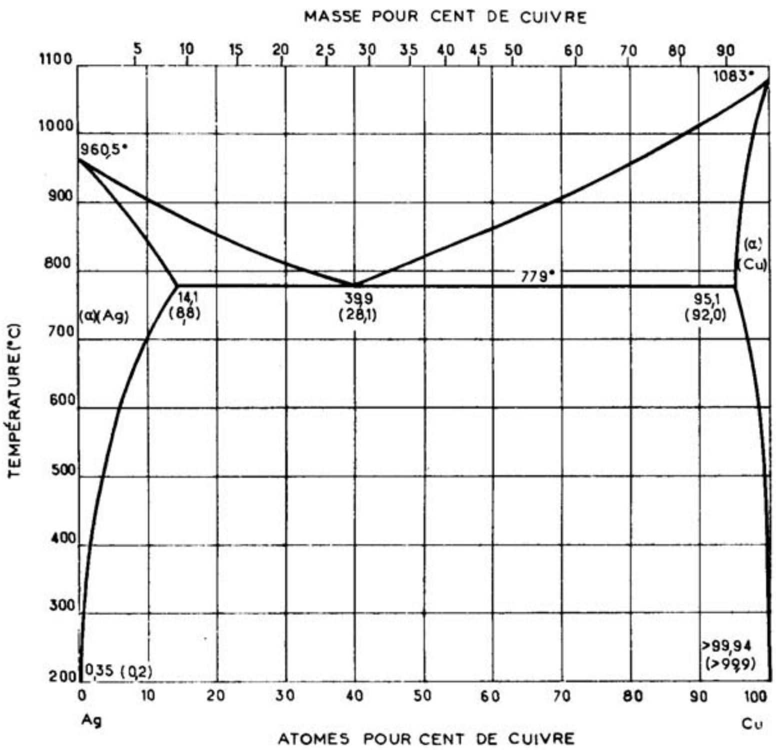
c = capacité thermique massique de l'acier : c = 460 $J.kg^{-1}.°C^{-1}$

1. Ecrire la loi de Newton de la convection thermique et justifier que k = hS / mc .
2. Montrer que la valeur de la surface d'échange S est égale à 1,51 x 10^{-2} m^2.
3. Déterminer par lecture graphique la température initiale T_0 et la température T_{50} à t = 50 s.
4. En utilisant les résultats de la question 3, montrer que la valeur de la constante k vaut 2,0.10^{-2} unités SI. Préciser l'unité de k.
5. En déduire la valeur du coefficient de convection h. Préciser l'unité de h.
6. Calculer la vitesse v_{50} de refroidissement à la date t = 50 s. Préciser l'unité de v.
7. Sur la courbe tracer la tangente à la courbe T = f(t) à la date t = 50 s. Déterminer le coefficient directeur de cette tangente. A quelle grandeur physique correspond cette valeur ? Conclure.

Exercice n°2

On considère le diagramme d’équilibre des alliages argent-cuivre qui suivent tous les 2 le réseau cubique faces centrées. On donne la masse atomique de l'argent M = 108 $g.mol^{-1}$, sa masse volumique ρ = 10,5 $g.cm^{-3}$ et le nombre d'Avogadro N = $6,02.10^{23}$ mol^{-1}.

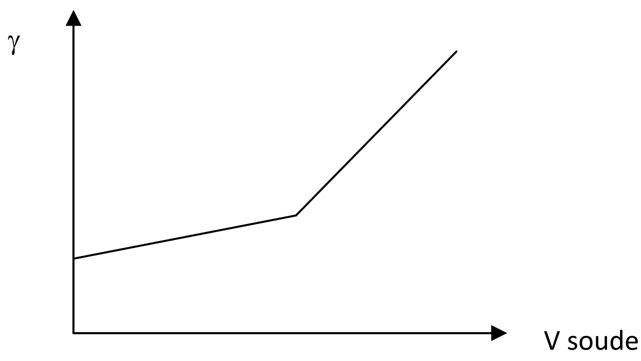
1. Calculer le rayon atomique de l'argent.
2. On considère un alliage à 60 % en masse de cuivre.
   a. Quelles sont les phases de cet alliage à 780 °C et leurs pourcentages respectifs.
   b. Quelles sont les phases de cet alliage à 778 °C et leurs pourcentages respectifs.
   c. Déterminer les constituants micrographiques de cet alliage à 778 °C et donner leurs pourcentages respectifs.
   d. Calculer le pourcentage atomique de l’alliage à 60 % de cuivre. On donne la masse atomique du cuivre M = 63,5 $g.mol^{-1}$.



Exercice n°3

On considère une solution d’acide méthanoïque HCOOH. On note qu’il s’agit d’un acide faible avec HCOOH $\Leftrightarrow$ $HCOO^-_{aq}$ + H^+_{aq} et un pK_a = 3,75.

1. Ecrire la constante d’équilibre K_a et calculer le pH d’une solution à 0,1 $mol.L^{-1}$.
2. On dose un volume de 10 mL de cet acide par de la soude. L’équivalence est obtenue pour un volume de 12 mL de soude. Quelle est la concentration de la soude ?
3. Quel est le pH obtenu pour un mélange de 20 mL de cet acide et de 12 mL de cette soude ?
4. Le dosage est effectué par conductimétrie. Expliquer la forme de la courbe obtenue :



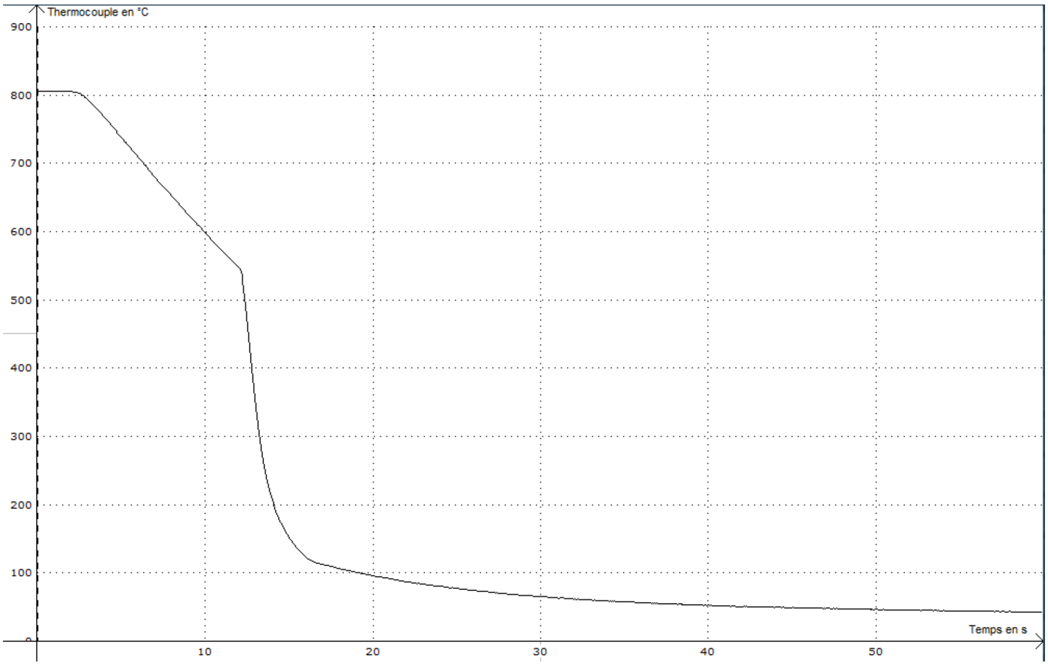
IE n°2 –TM 2 année scolaire 2010-11

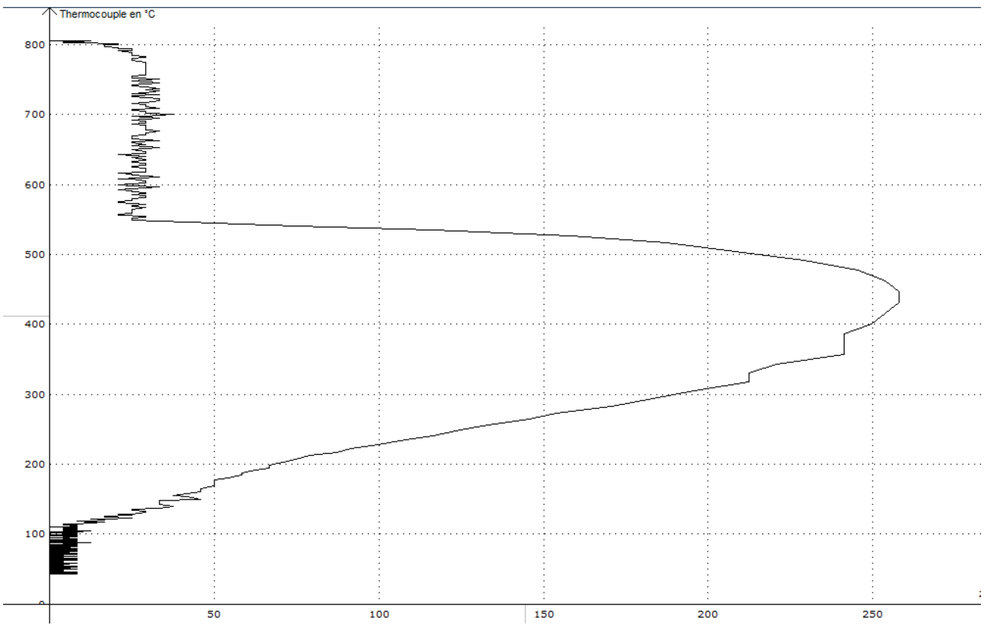
Partie spécifique

Exercice n°1

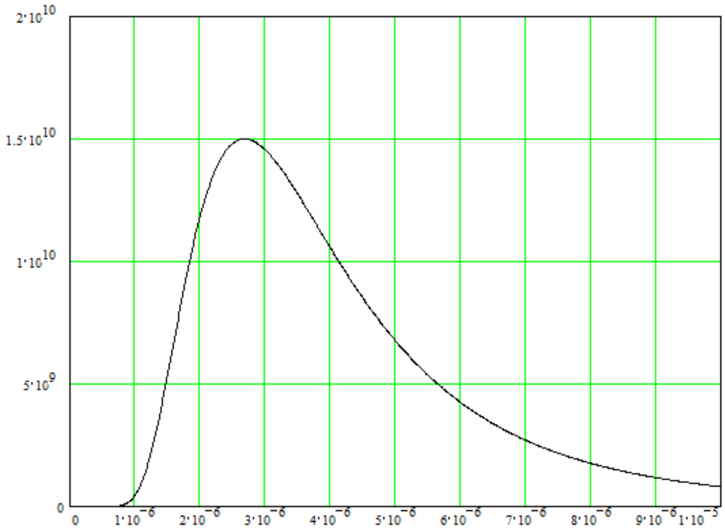
On étudie le pouvoir refroidissement d'un fluide de trempe. Il s'agit ici d'une eau avec des polymères. On obtient les courbes jointes T = f (t) et T = f (v) où v = $\frac{dT}{dt}$.

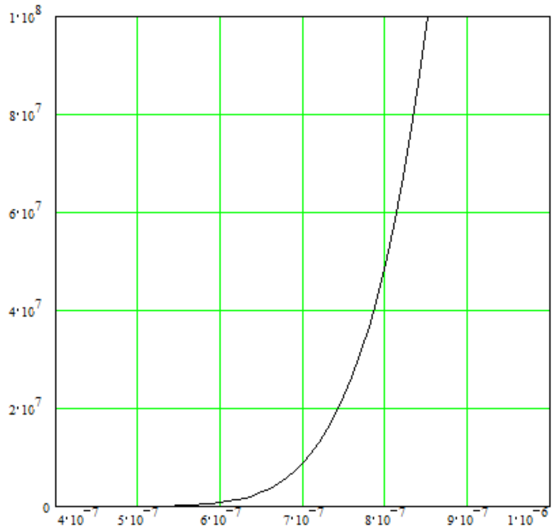
1. Calculer avec le plus de précision possible la durée Δt_{300}^{700}. En déduire la vitesse moyenne ΔV_{300}^{700}.
2. La courbe dérivée T = f (v) met en évidence 3 domaines de refroidissement. Les définir et préciser les phénomènes mis en jeu.
3. La sévérité de trempe d'après Grossmann est $H = \frac{h}{2\lambda}$.
   a. Définir les grandeurs représentées par h et par λ. Justifier les unités de H. Quelle est la valeur de λ choisie par Grossmann ?
   b. Calculer la valeur de H en utilisant la relation : $H = \frac{h}{2\lambda} = K \frac{v_{max}}{T_{v_{max}} - T_{bain}}$.
   On prendra la constante de l'appareil K = 60 uSI et T_{bain} = 50 °C.





4. La pièce est placée dans le four à $T_{réelle}$ = 800 °C. On mesure $T_{mesurée}$ = 750 °C sa température avec un thermomètre à rayonnement total.
   a. Ecrire la loi de Stefan. On donne la constante de Stefan $\sigma = 5{,}67.10^{-8}$ W.m^{-2}.K^{-4}.
   b. Calculer l'émissivité ε de la pièce.
   c. A partir des 2 courbes ci-dessous donnant l'intensité d'une longueur d'onde I en fonction de la longueur d'onde, justifier la couleur de la pièce.
   d. Donner la valeur de la longueur d'onde correspondant au maximum de l'intensité et préciser son domaine.





Exercice n°2 d'après sujet bts 2010

A. Production des rayons X

Rappel :

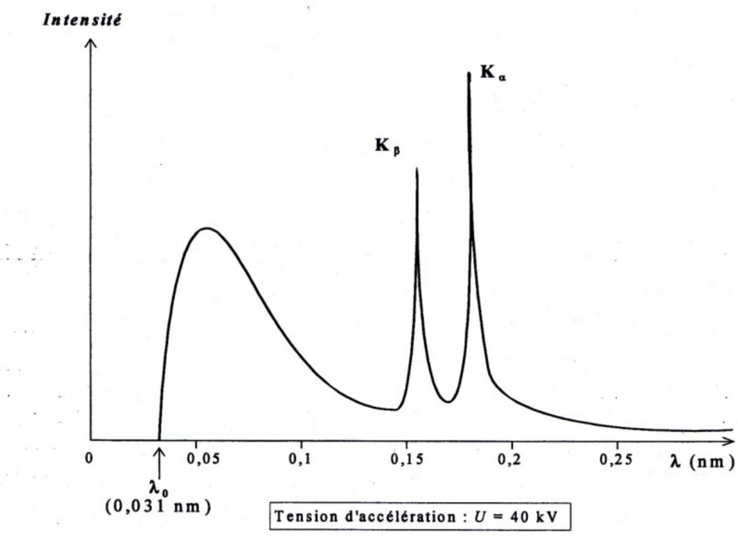
Dans un spectre d'émission habituel, les variations de l'intensité émise en fonction de la longueur d'onde présentent un "fond" continu, surmonté de plusieurs raies fines. Les raies sont caractéristiques du métal de l'anode (en général, on filtre pour ne garder que la raie K_α). Il n'y a pas d'émission continue en dessous de la longueur d'onde λ_0.

Données :

Charge élémentaire : $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C

Constante de Planck : $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ J.s

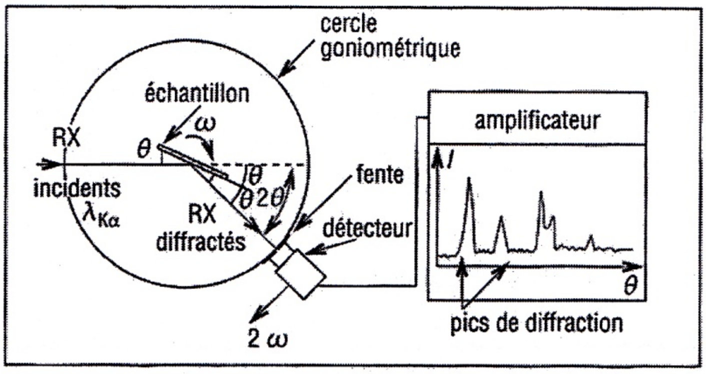
Vitesse de la lumière : $c = 3{,}0 \times 10^{8}$ m.s^{-1}



3. Rappeler brièvement le principe de production des rayons X et justifier la forme du spectre.
4. Calculer l'énergie W acquise par les électrons avec la tension d'accélération de 40 kV, exprimée en eV puis en J. On rappelle que l'énergie acquise par une charge *q* accélérée sous la différence de potentiel *U* est donnée par |q U|
5. Calculer par ailleurs l'énergie W' correspondant à un photon de longueur d'onde λ_0 = 0,031 nm.
6. Expliquer pourquoi il n'y a pas d'émission pour λ < 0,031 nm.

B. Diffraction dans l'austénite

On utilise un tube à rayons X à anode de cobalt dans un diffractomètre de Debye-Scherrer. La longueur d'onde de la raie K_α du cobalt est λ_{Co} = 0,179 nm. Le principe de l'expérience est visualisé par le schéma ci-dessous :



Diffractomètre à compteur

Rappels :

- Les plans cristallins donnent des réflexions sélectives. On obtient un pic, lorsque la relation de Bragg est satisfaite : 2 d sin $\theta = \lambda_{Co}$ (pour le premier ordre de diffraction) où d est la distance interréticulaire.
- La distance *d* s'exprime en fonction du paramètre a de la maille du réseau par la relation :
  $d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$ *où h, k* et *l* sont les indices de Miller.
- Les règles de symétrie pour les familles de plans selon le système cristallin sont :
  - cubique centré : *h + k + l* doit être pair.
  - cubique à faces centrées : *h, k* et *l* doivent être de même parité.

On relève des raies pour des angles de déviation de 51,24°, 60°, 90° et 111,8°.

1. Déterminer la nature du réseau cristallin à l'aide des 2 premières raies.
2. Calculer la valeur du paramètre de la maille à l'aide de la 4ème raie.
3. Pourquoi voit-on dans ces conditions au mieux 6 raies ? On donne la notation de Miller (400) des plans réticulaires correspondant à cette 6ème raie.