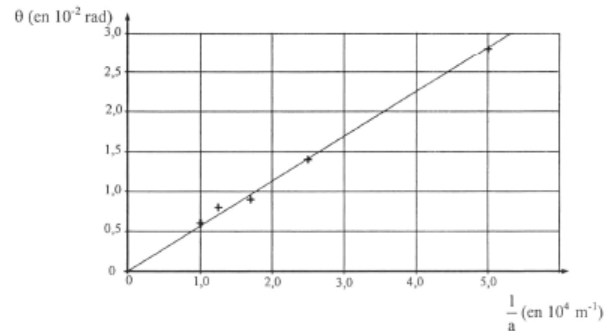


## DEVOIR DE PHYSIQUE n°3

### PREMIER EXERCICE: EXPERIENCE À UN FIL

On réalise l'expérience à l'aide d'un LASER émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ . À quelques centimètres du LASER, on place successivement des fils verticaux de diamètres connus. On désigne par  $a$  le diamètre d'un fil. La figure obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance  $D$  des fils. Pour chacun des fils, on mesure l'écart angulaire  $\theta$  (ou angle caractéristique).

- 1) Rappelez la formule du cours donnant l'écart angulaire  $\theta$  en fonction de  $\lambda$  et  $a$ .
- 2) La courbe expérimentale  $\theta = f(\frac{1}{a})$  est donnée ci-dessous: Montrez qu'elle est en accord avec cette expression de  $\theta$ .
- 3) Quelle est la longueur d'onde du LASER utilisé : 933nm ; 688nm ; 560nm ou 400nm ?



### EXERCICE2: PLAQUETTES DE FREIN DE VTT

Un vélo tout terrain est freiné grâce à une plaquette qui est serrée plus ou moins fortement sur un disque fixé à la roue. Le serrage entraîne une augmentation de la température de l'ensemble. La plaquette est constituée de deux parties : l'une en acier et l'autre, au contact du disque composée d'un alliage (mélange) principalement constitué de carbone.



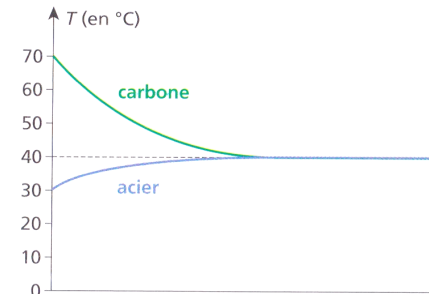
Données : capacités thermiques massiques

$$c_{\text{carbone}} = 710 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$c_{\text{acier}} = 446 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

- 1) Quel est le mode de transfert d'énergie thermique entre l'alliage en carbone et l'acier ? Justifiez votre réponse.



Pour modéliser les échanges de chaleur, on enferme dans une enceinte isolée un morceau d'acier de masse  $m_{\text{acier}}=150\text{g}$  et un morceau de carbone de masse  $m_{\text{carbone}}=50\text{g}$ . Un thermomètre est fixé sur chaque matériau afin de suivre l'évolution de sa température en fonction du temps (voir la figure ci-contre). Les températures initiales sont proches de celles obtenues lors d'un freinage en vélo tout terrain.

- 4) Dans quel sens a lieu le transfert d'énergie thermique entre les deux matériaux ?
- 5) Pourquoi la température finale n'est-elle pas la moyenne des températures initiales?
- 6) En appliquant le premier principe, déterminez théoriquement la température finale de l'ensemble.

La pluie a une influence sur le freinage : elle le rend moins efficace en diminuant les frottements entre le pneu et le sol. En revanche, elle permet un refroidissement plus efficace des plaquettes. On reproduit l'expérience précédente en plongeant les deux matériaux dans 200mL d'eau à 20°C. L'enceinte est isolée. Les températures initiales sont les mêmes que dans l'expérience précédente.

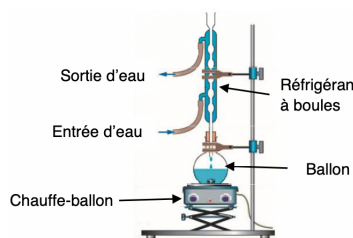
- 7) La température finale est de 22,6°C. En déduire la quantité de chaleur reçue par l'eau.

### EXERCICE 3: LE MMA

Le polyméthacrylate de méthyle (PMMA) est un polymère thermoplastique transparent. Découvert en 1877, il est produit industriellement dès 1933 en Allemagne à partir du méthacrylate de méthyle (MMA), sous le nom de Plexiglas®. Ce matériau permet de remplacer le verre pour certaines applications comme les écrans de protection par exemple. L'objectif de cet exercice est d'étudier la synthèse du MMA.

Le méthacrylate de méthyle est un ester qui peut être préparé au laboratoire par réaction entre l'acide méthacrylique et le méthanol. Cette transformation est très lente en l'absence de catalyseur et n'est pas totale. Un protocole opératoire possible est décrit ci-dessous.

Monomère
Acronyme usuel : <b>MMA</b>
Nom usuel : méthacrylate de méthyle
Nomenclature officielle : 2-méthylpropénoate de méthyle
Structure :

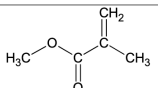


**Étape a.** Dans le respect des consignes de sécurité, placer 10,0 g d'acide méthacrylique dans un ballon de 100 mL. Ajouter 35 mL de méthanol puis introduire goutte à goutte 2 mL d'acide sulfurique concentré. Adapter un réfrigérant puis porter le mélange réactionnel au reflux pendant 30 minutes en agitant.

**Étape b.** Refroidir le milieu réactionnel puis le verser dans 50 mL d'eau glacée. Transvaser le tout dans une ampoule à décanter et procéder à deux extractions successives avec 25 mL d'éther diéthylique. Rassembler les phases organiques puis les laver avec, successivement, 30 mL d'eau glacée, 50 mL d'une solution d'hydrogénocarbonate de sodium à 5% puis 30 mL d'une solution saturée de chlorure de sodium. Sécher la phase organique sur sulfate de magnésium anhydre.

**Étape c.** Mettre en place un montage de distillation fractionnée. Récupérer la fraction distillée correspondant au MMA et mesurer la masse du liquide obtenu.

Données :

Nom	Formule brute, semi-développée ou topologique	$\theta_{eb}$ (°C)	M (g·mol <sup>-1</sup> )	Densité à 20°C	Solubilité
Acide méthacrylique	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	161	86,1	1,02	Soluble dans l'eau
Méthanol	CH <sub>3</sub> -OH	65	32,0	0,79	Soluble dans l'eau
Éther diéthylique	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	35	74,1	0,71	Peu soluble dans l'eau
Méthacrylate de méthyle		101	100,1	0,94	Peu soluble dans l'eau Soluble dans l'éther diéthylique

- Établir l'équation de la réaction de la synthèse.
- Justifier les positions relatives des phases organique et aqueuse lors du lavage à l'eau glacée, dans l'ampoule à décanter, lors de l'**étape b**. Préciser la composition de chaque phase.
- Déterminer les quantités de matière des réactifs introduits.
- En supposant la transformation totale, déterminer la masse maximale de méthacrylate de méthyle qui peut être obtenue.
- Indiquer une méthode mise en œuvre pour optimiser la vitesse d'apparition du MMA et une méthode mise en œuvre pour optimiser le rendement de cette synthèse.

Le polyméthacrylate de méthyle est une macromolécule linéaire (voir figure 1) produite par transformation chimique du méthacrylate de méthyle. Cette transformation est appelée *polymérisation*.

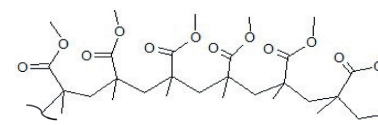


Figure 1. Structure partielle du polymère PMMA.

- Représenter le motif du polymère.