

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR****PLASTIQUES ET COMPOSITES****SCIENCES PHYSIQUES****Durée 2 heures****coefficient 3**

*Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Ce sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.*

*La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.*

*Il n'existe aucun texte réglementaire interdisant à un candidat d'utiliser plusieurs calculatrices pendant une épreuve de l'examen. Ces calculatrices doivent respecter les normes prévues par les textes.*

*Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables et alphanumériques à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes. Afin de limiter les appareils à un format raisonnable, leur surface de base ne doit pas dépasser 21 cm de long et 15 cm de large.*

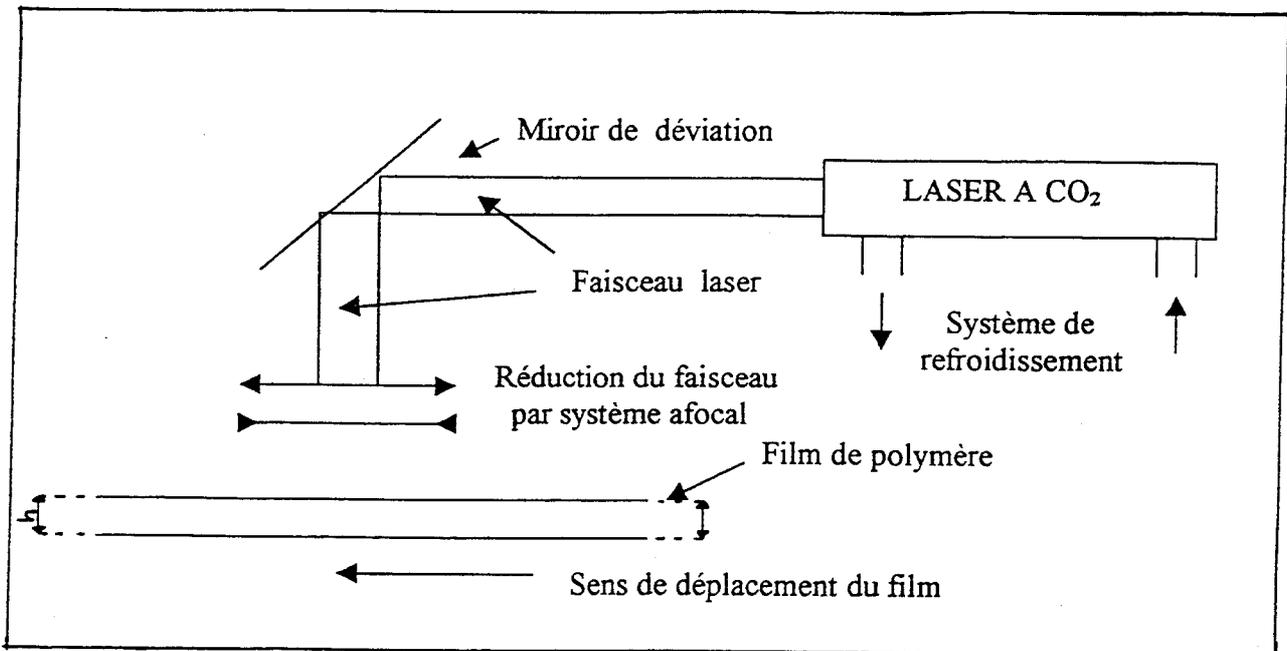
## PHYSIQUE (10 points)

## ETUDE SIMPLIFIEE D'UN SYSTEME DE SOUDURE A FAISCEAU LASER.

Les parties A, B, C, sont indépendantes.

Les réponses aux questions doivent comporter l'expression littérale et la valeur numérique, suivie de l'unité, pour chaque grandeur étudiée.

Figure 1



## PARTIE A : ETUDE DU FAISCEAU LASER.

Le laser à dioxyde de carbone émet un rayonnement dont la longueur d'onde a pour valeur  $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$  dans le vide. La puissance du faisceau a une valeur égale à 50W.

- 1) Dans quel domaine spectral se situe ce rayonnement (IR, ou visible, ou UV) ?
- 2) Calculer la fréquence en Hertz correspondante.
- 3) Calculer l'énergie en joules d'un photon émis par le laser.
- 4) Calculer le nombre de photons émis chaque seconde par le laser.
- 5) Le rendement énergétique du laser est de 1% c'est-à-dire que la puissance du faisceau représente 1% de la puissance totale reçue par le laser, la puissance excédentaire étant évacuée par le système de refroidissement. Calculer la valeur de la puissance évacuée (voir figure 1).

On donne : constante de Planck :  $6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ .  
vitesse de la lumière :  $3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

## PARTIE B : ETUDE DU SYSTEME AFOCAL

Le faisceau émis par le laser peut être assimilé à un faisceau cylindrique. (Les rayons lumineux étant parallèles entre eux). Son diamètre est de 3 mm.

La concentration du faisceau est assurée par un système afocal constitué d'une lentille convergente  $L_1$  de distance focale  $f_1 = 3$  cm et d'une lentille divergente  $L_2$  de distance focale  $f_2 = -1,5$  cm.

Les centres optiques des deux lentilles ( $O_1$  et  $O_2$ ) sont distants de 1,5 cm. La feuille annexe (figure 2) représente l'ensemble du système, (**celle-ci complétée doit être impérativement rendue avec la copie**).

- 1) Placer sur cette feuille le foyer image  $F'_1$  de la lentille  $L_1$  et les foyers objet et image  $F_2$  et  $F'_2$  de la lentille  $L_2$ .
- 2) Les rayons A et B (voir figure 2) représentent les limites du faisceau cylindrique. Construire le trajet suivi par ces rayons à travers le système.
- 3) Quelles sont les caractéristiques du faisceau obtenu à la sortie du système. (forme et section)

## PARTIE C : ETUDE DE LA FUSION DU POLYMERE

Le faisceau laser a un diamètre  $d$  égal à 1,5 mm et une puissance  $P$  égale à 50 W.

La zone irradiée par le laser peut être assimilée à un cylindre de diamètre  $d=1,5$  mm. La masse volumique du polymère est :  $\rho=900$  kg.m<sup>-3</sup>. L'épaisseur du film est  $h=0,5$  mm.

La température de fusion du polymère est  $\theta_F=150^\circ\text{C}$ .

La capacité thermique massique du polymère dépend de la température  $\theta$ . On considère que dans le domaine de température qui s'étend de la température ambiante à la température de fusion, elle est donnée par la relation :

$$C_p = a.\theta^2 + b.\theta + c$$

dans laquelle  $\theta$  représente la température en degrés Celsius, les coefficients  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ont pour valeur:

$$a = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ kJ.kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-3},$$

$$b = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ kJ.kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-2},$$

$$c = 2,0 \text{ kJ.kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}.$$

La chaleur latente de fusion (ou enthalpie de fusion) du polymère est  $L_F=50$  kJ.kg<sup>-1</sup>.

- 1) Calculer la masse  $m$  de la zone du polymère irradiée par le faisceau.
- 2) Montrer que l'énergie nécessaire pour faire fondre la zone irradiée de ce polymère est égale à 0,6 J (la plaque étant initialement à la température ambiante  $\theta_a = 20^\circ\text{C}$  et le liquide obtenu à la température  $\theta_F = 150^\circ\text{C}$ ).  
On rappelle que la primitive de la fonction  $ax^2 + bx + c$  est de la forme  $ax^3/3 + bx^2/2 + cx + c^{te}$ , et que  $C_p = \frac{1}{m} dH/d\theta$ .
- 3) Calculer le temps nécessaire pour obtenir cette fusion.
- 4) Calculer la vitesse **maximale** d'avancement de la plaque de polymère.

NOM

Feuille à rendre avec la copie.

1cm

3/5

Region A

Region B

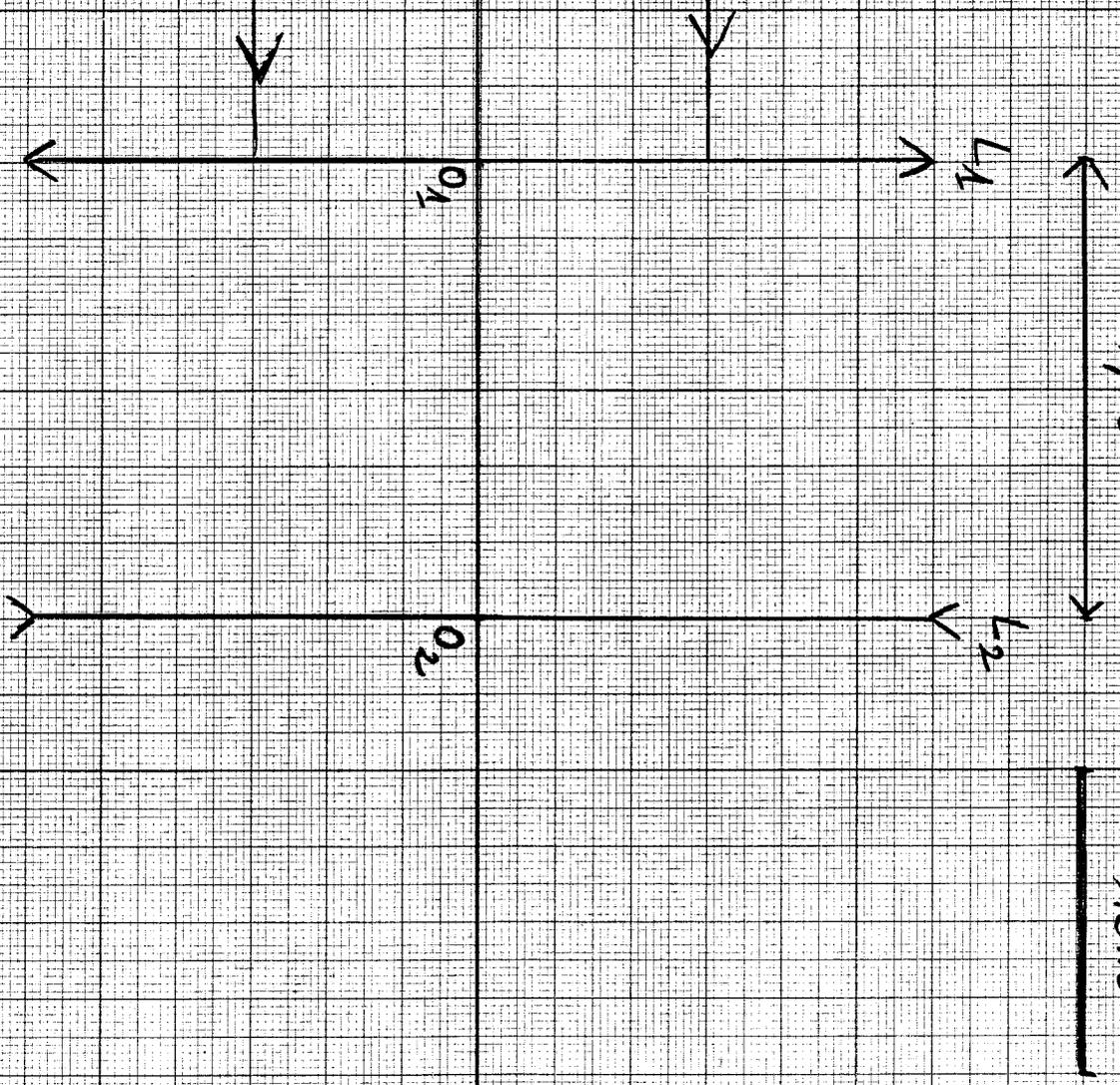


Figure 3 = feuille annexe

## CHIMIE (10 points)

## EXERCICE I

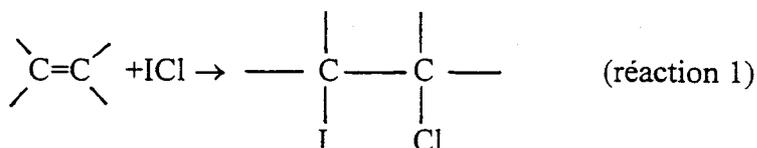
Un polyester a été obtenu à partir de l'acide butènedioïque et du butane - 1,4 - diol.

On se propose de déterminer expérimentalement la quantité en moles de doubles liaisons carbone carbone ( $\text{C}=\text{C}$ ) contenues dans 1g de polyester étudié.

Pour cela on fait réagir ICl en excès sur le polyester et on dose cet excès.

## PRINCIPE

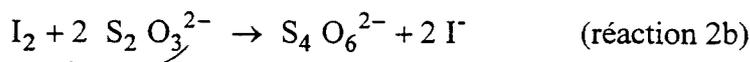
1) Action du monochlorure d'iode en excès sur les doubles liaisons :



2) Dosage de la quantité de ICl en excès (qui n'a donc pas réagi avec les doubles liaisons du polyester)

a) action de KI sur ICl en excès :  $\text{KI} + \text{ICl} \rightarrow \text{I}_2 + \text{KCl}$  (réaction 2a)

b) dosage du diiode ( $\text{I}_2$ ) ainsi libéré, par une solution de thiosulfate de sodium  $\text{Na}_2 \text{S}_2 \text{O}_3$



## MODE OPÉRATOIRE

On dissout, dans un erlenmeyer, 1,00 g de polyester dans un solvant qui est supposé ne pas intervenir dans les réactions décrites ci-dessus.

On ajoute 50,0 mL d'une solution de ICl à 0,200 mol. L<sup>-1</sup> (réaction 1).

On bouche, on agite et on laisse reposer 15 minutes. On ajoute ensuite une solution de KI.

(réaction 2a). Puis on dose par une solution de thiosulfate de sodium à 0,500 mol L<sup>-1</sup> ; le point d'équivalence est obtenu pour 20,0 mL de solution de thiosulfate de sodium versée (réaction 2b).

## QUESTIONS :

1) Faire le schéma annoté du dispositif expérimental de la réaction 2b.

2) Calculer la quantité de matière ou nombre de moles "n<sub>1</sub>" de  $\text{S}_2 \text{O}_3^{2-}$  utilisée pour doser le diiode.

3) Calculer la quantité de matière "n<sub>2</sub>" de  $\text{I}_2$  dosée par cette solution de thiosulfate. (réaction 2b)

4) Calculer la quantité de matière "n<sub>3</sub>" de ICl n'ayant pas réagi avec le polyester. (réaction 2a)

5) Calculer la quantité de matière "n<sub>4</sub>" de ICl rajoutée initialement dans la solution de polyester.

6) Calculer la quantité de matière "n<sub>5</sub>" de ICl ayant réagi avec le polyester.

7) Calculer la quantité de matière "n<sub>6</sub>" de doubles liaisons ( $\text{C}=\text{C}$ ) contenues dans 1g de polyester. (réaction 1)

**EXERCICE II**

Le latex provient du caoutchouc naturel issu d'un arbre, l'Hévéa Brasiliensis. La matière est un polymère de l'isoprène ou 2- méthylbuta - 1,3 - diène.

- 1) Ecrire la formule semi-développée de l'isoprène.
- 2) Le latex est constitué de chaînes pratiquement linéaires à motifs insaturés. Proposer un motif possible pour le latex.
- 3) Les allergies au latex sont de plus en plus nombreuses. Pour pallier à ce problème, on peut remplacer le latex par un copolymère synthétique séquencé à base de styrène et de but-2-ène. Le copolymère envisagé a une masse molaire moyenne en nombre de  $81\,000\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  et la teneur en masse du styrène est de 30%.
  - a) représenter schématiquement, un copolymère séquencé,
  - b) quels sont les deux motifs de ce copolymère ?
  - c) calculer le degré de polymérisation en nombre de chacun des motifs dans une macromolécule du copolymère.

On donne :  $M_H = 1\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$   
 $M_C = 12\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$