

EXERCICE I - 9 points

On étudie un système optique constitué par une lentille convergente L_1 qui joue le rôle d'objectif et une lentille convergente L_2 celui d'oculaire ; les positions des foyers et centres optiques sont indiqués sur le schéma fait sur l'annexe n° 1 (à rendre avec la copie).

- 1- Construire sur ce schéma l'image A_1B_1 du petit objet AB donnée par la lentille L_1 . Quelle est la nature de cette image ?
Evaluer graphiquement le grandissement γ_1 correspondant et donner sa valeur algébrique.
- 2- Construire l'image $A'B'$ de A_1B_1 donnée par la lentille L_2 . Quelle est la nature de cette image ?
Evaluer graphiquement le grandissement γ_2 correspondant et donner sa valeur algébrique.
- 3- Evaluer graphiquement le grandissement γ de l'ensemble et donner sa valeur algébrique.
- 4- Tracer la marche au travers du système d'un pinceau lumineux étroit issu de B .
- 5- Quel est l'intérêt d'un tel assemblage de lentilles ? A quel instrument d'optique un tel système vous fait-il penser ?

NB : Ne pas oublier de rendre avec la copie l'annexe n° 1 sur laquelle vous avez complété le schéma donné.

EXERCICE II - "Découpe par laser" - 11 points

Nous allons étudier dans ce problème le principe de la "découpe par vaporisation" au laser d'une feuille mince d'aluminium. Cette feuille, d'épaisseur constante e , est déposée sur un support thermiquement isolant. Elle reçoit, perpendiculairement à sa surface, un faisceau laser, de section d'aire s et de puissance moyenne P ; sa température initiale avant réception du faisceau est T_0 . On opère sous la pression atmosphérique normale.

- 1- a- définir la chaleur massique d'un corps pur à l'état solide.
b- définir la variation d'enthalpie massique (ou chaleur latente) de changement d'état d'un corps pur.
- 2- Donner l'expression littérale de l'énergie W apportée par le rayonnement laser de puissance moyenne P pendant la durée t .
- 3- Le faisceau laser irradie et donc chauffe un volume cylindrique de section s de la feuille d'aluminium sur toute son épaisseur e . Pour simplifier, on supposera que le rayonnement incident est totalement absorbé et on ne tiendra pas compte des échanges de chaleur entre la zone irradiée et les régions voisines.

- 3.1- Déterminer la masse de la partie de la feuille d'aluminium irradiée, de section s et d'épaisseur e .
- 3.2- Déterminer l'expression littérale (puis faire l'application numérique) de la durée minimale d'éclairement de la zone irradiée correspondant à chacune des transformations thermodynamiques successives suivantes :
- a- durée minimale t_1 nécessaire pour élever la température de la zone irradiée de la température T_0 à la température de fusion T_f ;
 - b- durée minimale t_2 nécessaire pour provoquer la fusion de cette zone initialement portée à la température T_f ;
 - c- durée minimale t_3 nécessaire pour élever la température du liquide obtenu jusqu'à la température de vaporisation T_v ;
 - d- durée minimale t_4 nécessaire pour vaporiser ce liquide à la température T_v ;
 - e- durée minimale totale t nécessaire pour vaporiser la zone irradiée prise à la température initiale T_0 .

Il ne reste plus qu'à déplacer la feuille d'aluminium sous le faisceau pour la découper ... mais c'est une autre histoire !...

Données :

$e = 0,50 \mu\text{m}$; $s = 0,20 \text{ mm}^2$; $T_0 = 290 \text{ K}$; $P = 4 \text{ W}$.

Propriétés physiques de l'aluminium.

- Masse volumique du solide : $\rho = 2\,699 \text{ kg/m}^3$
- Température de fusion : $T_f = 933 \text{ K}$
- Température de vaporisation sous la pression atmosphérique normale : $T_v = 2\,740 \text{ K}$
- Chaleur massique du solide : $c_s = 900 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Chaleur massique du liquide : $c_l = 1\,090 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
- Chaleur latente de fusion : $L_f = 397 \text{ kJ / kg}$.
- Chaleur latente de vaporisation à $2\,740 \text{ K}$ (et sous la pression atmosphérique normale) :
 $L_v = 10\,500 \text{ kJ / kg}$.

* On ne tiendra pas compte des variations de ρ , c_s et c_l en fonction de la température.

ANNEXE 1 A RENDRE AVEC LA COPIE

