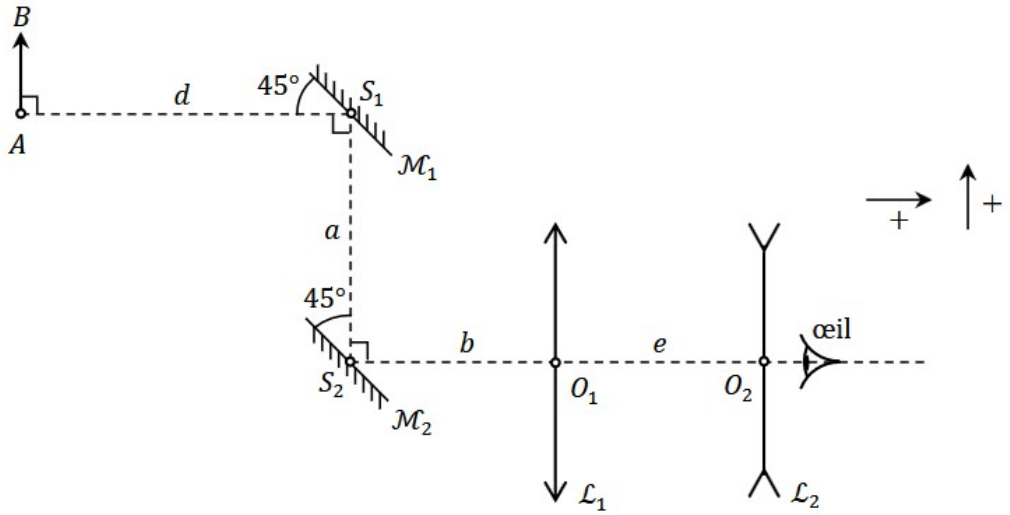
Planche 1 :
25 mn de préparation – 30 mn de passage
Le candidat traitera les deux exercices dans l'ordre de son choix

Exercice I : périscope

L'entrée d'un périscope est constituée de deux miroirs plans M_1 et M_2 , circulaires et de centres respectifs S_1 et S_2 (Fig. ci-après). Après réflexions sur M_1 et M_2 , la lumière entre dans un système de deux lentilles L_1 et L_2 , assimilées à des lentilles minces de centres respectifs O_1 et O_2 . Les miroirs sont inclinés d'un angle de 45° par rapport à l'axe optique du système représenté en pointillés. L'orientation algébrique de l'axe optique ainsi que celle de l'axe transversal sont indiquées sur la figure (signes +). Les distances focales images algébrisées de L_1 et L_2 sont respectivement $f_1'=1\,m$ et $f_2'=-0{,}125\,m$. Un œil emmétrope (c'est-à-dire sans défaut) est placé juste derrière L_2 . Le périscope S_p est donc l'ensemble catadioptrique . On observe un objet placé dans un plan transversal, en avant de { M_1 , M_2 , L_1 , L_2 }.
On introduit les distances $a=S_1S_2>0$ et $b=S_2O_1>0$. Dans tout l'exercice, on admet que les lentilles fonctionnent dans les conditions de Gauss.



1- L'objet est placé à grande distance du périscope (suffisamment loin de S_p pour qu'il puisse être considéré infini). On note e_0 la valeur de e permettant à l'œil d'observer à travers sans accommoder. Exprimer e_0 .
2- L'objet étant encore à l'infini, on règle S_p de telle sorte que $e= e_0 + \varepsilon$ où $\varepsilon > 0$ et $\varepsilon << e_0$. Déterminer la position de l'image finale .
3- L'objet est maintenant placé à distance finie. On note A_1B_1 l'image de AB par le système { M_1 , M_2 , L_1 } et $p_1'=\overline{O_1A_1}$. Exprimer p_1' .
4- Quelle est alors la taille (grandeur algébrique) de cette image intermédiaire ?

Exercice II :préparation de l'éthanal .

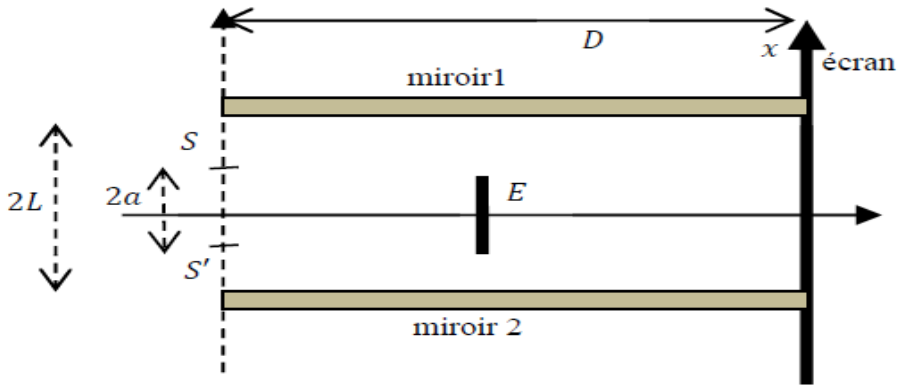
Un des procédés de préparation industrielle de l'éthanal CH_3CHO utilise de l'éthène (procédé Wacker) et la réaction bilan s'écrit : $C_2H_4(g) + ½\ O_2(g) = CH_3CHO\ (g)$
Les réactifs sont pris dans les proportions stoechiométriques .
1- Déterminer la constante d'équilibre K°(T1) à la température T1 = 298 K . Que vaut le rendement de la réaction ?
2- Quelle est l'influence de la température sur le rendement de cette réaction ?
3-La pression étant maintenue constante à 1 bar . A quelle température obtient-on un rendement de 50 % ?

Données :
$\Delta rH°$ = - 243 kJ.mol $^{-1}$ supposée indépendante de T .

Corps pur	C_2H_4 (g)	O_2(g)	CH_3CHO (g)
μ° (kJ.mol^{-1})	68,1	0	-134

Planche 2 :
25 mn de préparation – 30 mn de passage
Le candidat traitera les deux exercices dans l'ordre de son choix

Exercice I : division du front d'onde avec deux miroirs



Les deux sources ponctuelles S et S' sont distinctes, de même intensité et de même longueur d'onde λ .
On suppose que l'écran (E) supprime uniquement toute la lumière directe, les rayons lumineux issus des sources se réfléchissent forcément sur un des deux miroirs plans .
Les deux sources se déplacent verticalement, symétriquement par rapport à l'horizontal à la vitesse vo constante .
Montrer que les franges se brouillent périodiquement et déterminer la période temporelle du brouillage .

Exercice II :voiture à essence

L'essence est un mélange complexe de divers hydrocarbures de masse volumique $\mu = 750\ kg \cdot m^{-3}$, que l'on peut en première approche assimiler à un unique alcane C_6H_{14}. Dans un moteur, la propulsion est assurée la combustion d'un mélange stoëchiométrique air-essence. Dans sa modélisation par une machine ditherme, la température T_{ch} de la source chaude peut s'identifier à la température de flamme de la réaction, alors que le transfert thermique Q_{ch} correspond à celui libéré par la réaction. La température T_{fr} de la source froide est la température extérieure de 20 °C, qui est la température initiale du mélange.
Données :
▷capacités thermiques molaires isobares :

$$C_p°(N_2)=29{,}3\,J.mol^{-1}.K^{-1}\quad,\quad C_p°(CO_2)=37{,}1\,J.mol^{-1}.K^{-1}\quad,\quad C_p°(H_2O)=33{,}6\,J.mol^{-1}.K^{-1}$$

▷masses molaires :

$$M(H)=1\,g.mol^{-1}\quad,\quad M(C)=12\,g.mol^{-1}\quad,\quad M(N)=14\,g.mol^{-1}\quad,\quad M(O)=16\,g.mol^{-1}$$

1 - Écrire l'équation bilan de la combustion de cette essence avec un nombre stoëchiométrique de 1 pour . C_6H_{14}. L'enthalpie standard de cette réaction vaut $\Delta rH° = -4200\ kJ \cdot mol^{-1}$.
2 - En raisonnant sur n mol d'essence, déterminer la température T_{ch} atteinte après combustion adiabatique du mélange stoëchiométrique air-essence. En déduire le rendement de Carnot du moteur.

Ce moteur est celui d'une voiture de tourisme consommant en moyenne 8 L d'essence aux 100 km. Ce parcours lui prend une heure et nécessite que le moteur fournisse une puissance constante de 25 kW. En régime permanent, la température au sein du moteur demeure constante.
3 - Calculer la quantité de matière d'alcane C_6H_{14} consommée. En déduire le transfert thermique Q_{ch} libéré par la réaction de combustion, puis le rendement réel du moteur.
4 - Déterminer la masse de CO_2 rejetée au cours de ce trajet.

Planche 3 :
25 mn de préparation – 30 mn de passage
Le candidat traitera les deux exercices dans l'ordre de son choix

Exercice I : lame d'air

Un interféromètre de Michelson est réglé au contact optique . La source est une source étendue monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 589\,nm$. L'écran d'observation est placé dans le plan focal image d'une lentille convergente f ' = 1 m . L'interféromètre est éclairé par un faisceau de demi-angle au sommet 11° . L'indice du milieu est n = 1 .

1- Qu'observe-t-on sur l'écran ?

2- On translate le miroir de $d = 0{,}25\,mm$.

a- Que voit-on sur l'écran ? Justifier les conditions d'observation .

b- Combien y-a-t-il de franges brillantes et sombres observables ?

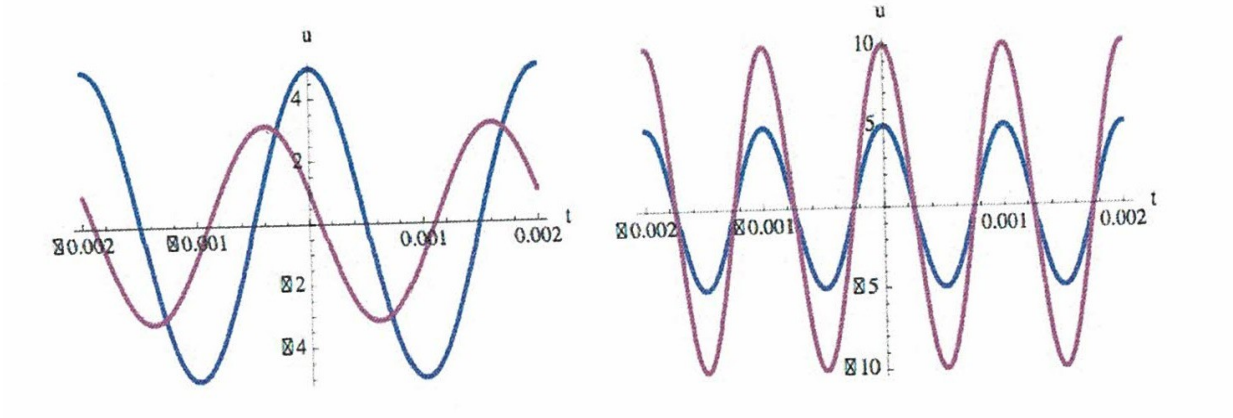
c- Quelle est la dimension caractéristique de la dernière frange brillante ?

d- Si on augmente d , que voit-on au centre de la figure ? Que voit-on sur l'écran ?

Exercice II :détermination de caractéristiques de filtres

A- On alimente un filtre de fonction de transfert $\underline{H}(jx) = \dfrac{H_0}{1 + jQ\left(x - \dfrac{1}{x}\right)}$ où $x = \dfrac{f}{f_0}$ avec une tension sinusoïdale $u_e(t) = 5\cos(2\pi f t)$. On observe à l'oscilloscope les courbes ci-dessous, avec f = 500 Hz (la première) et f = 1000 Hz .

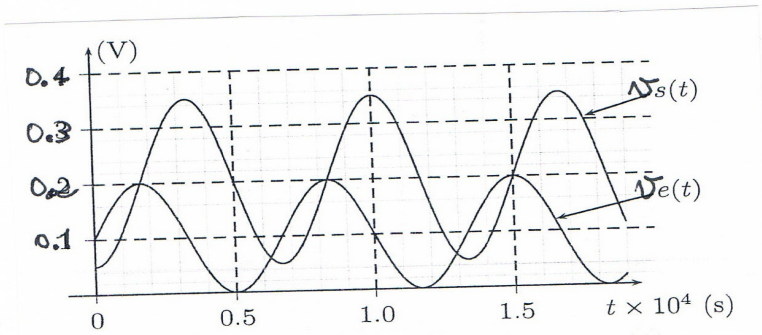
Déterminer les valeurs de $H_0, f_0 \, et \, Q$.



B- On considère un filtre de fonction de transfert :

$$\underline{H}(jw) = \frac{H_0}{1 + 2jz\dfrac{w}{w_0} - \dfrac{w^2}{w_0{}^2}}$$

On observe à l'oscilloscope les signaux d'entrée ve (t) et de sortie vs (t) .



Représenter les spectres des signaux en entrée et en sortie .
Déterminer Ho , z et wo .