Concours Commun INP (CCINP), France

Session 2012, filière TSI

Physique

Durée : 4 heures

Ce que traite le sujet

- Problème 1, partie 1 : immersion du sous-marin
- Problème 1, partie 2 : propulsion du sous-marin
- Problème 1, partie 3 : périscope
- Problème 2 : machine asynchrone

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/ccinp/tsi/2012/physique

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

EPREUVE SPECIFIQUE - FILIERE TSI

PHYSIQUE

Durée : 4 heures

N.B. : Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Les calculatrices sont autorisées

Ce sujet comporte deux problèmes indépendants qui portent sur des thèmes différents. Il est proposé à titre indicatif la répartition suivante des points :

- premier problème : 70 % ;

- deuxième problème : 30 %.

Chaque problème comporte plusieurs parties qui sont le plus souvent indépendantes les unes des autres. Dans certaines questions, les relations à établir sont données dans l'énoncé. Le candidat peut, même s'il ne les a pas démontrées, les utiliser dans les questions qui suivent.

A la fin de l'épreuve, le candidat devra joindre à sa copie, après les avoir complétés, les deux schémas figurant sur les documents réponses 1 et 2.

Premier problème : sous-marins

Nous nous proposons, dans ce problème, d'étudier quelques dispositifs relatifs aux sous-marins. Dans tout ce problème, le référentiel terrestre sera supposé galiléen et le champ de pesanteur uniforme.

Les trois parties du problème sont indépendantes.

Première partie : immersion du sous-marin

Les données nécessaires pour cette première partie sont rassemblées ci-dessous :

- pression atmosphérique : $P_{atm} = 10^5$ Pa,
- masse volumique de l'eau de mer à la surface $\rho(0) = \rho_0 = 1{,}03.10^3$ kg.m^{-3},
- champ de pesanteur terrestre : $g = 9{,}81$ m.s^{-2},
- masse du sous-marin (hors masse du fluide dans les ballasts) : $M = 1{,}40.10^7$ kg,
- longueur du sous-marin : $L = 138$ m,
- rayon du sous-marin (rayon de la coque extérieure) : $R = 6$ m.

A

1/ Relation entre pression et profondeur dans l'eau de mer

1.1/ On s'intéresse à un volume élémentaire $d\tau = dxdydz$ d'eau de mer à l'équilibre (figure 1). On notera $P(x, y, z)$ la pression de l'eau en un point de coordonnées (x, y, z).

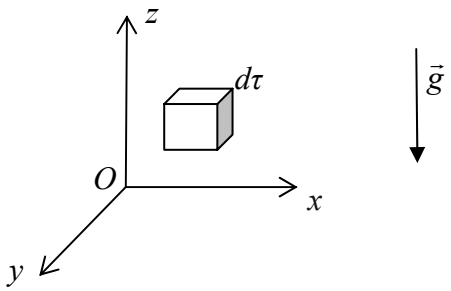


Figure 1 : équilibre d'un volume élémentaire

Citer les forces s'exerçant sur ce volume élémentaire.
En traduisant l'équilibre de ce volume $d\tau$, montrer que la pression ne dépend pas des coordonnées x et y.
Donner alors l'expression de la résultante des forces s'exerçant sur $d\tau$ en fonction de g, $\rho(z)$, $P(z)$, $P(z + dz)$, dx, dy, dz et $\vec{e}_z$ vecteur unitaire de l'axe (Oz) ascendant. En déduire la relation fondamentale de la statique des fluides $\frac{dP}{dz} = -\rho g$ (1).

1.2/ On suppose que l'eau de mer est incompressible et homogène, c'est-à-dire que sa masse volumique ρ est constante. Intégrer dans ces conditions l'équation (1) et en déduire l'expression de la pression $P(z)$ à la cote z en fonction de ρ, g, z et $P_0 = P(z = 0)$.
Calculer numériquement la pression P_{300} à 300 m de profondeur, en prenant $P_0 = P_{atm}$ et $\rho = \rho_0$.

2/ Utilisation des ballasts

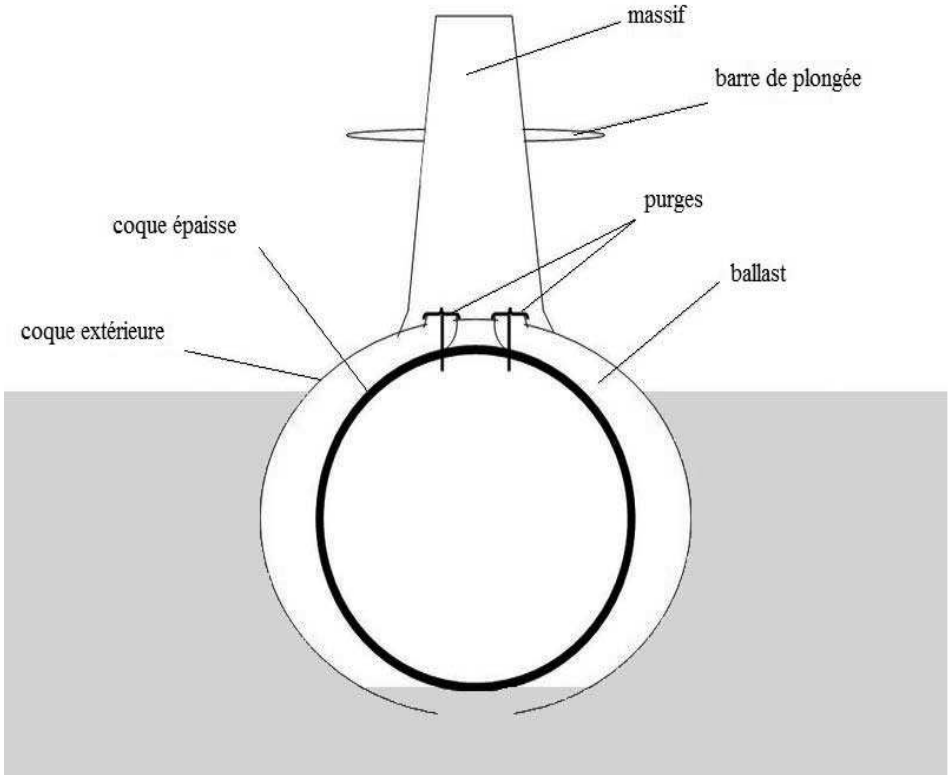


Figure 2 : schéma simplifié du sous-marin

Pour permettre au sous-marin de monter et de descendre, un système de ballasts pouvant se remplir d'eau ou d'air permet de modifier sa masse. Les ballasts sont des réservoirs situés entre la coque extérieure et la coque épaisse des sous-marins (figure 2).
On considère toujours l'eau de mer homogène et incompressible, de masse volumique uniforme et égale à ρ_0.

2.1/ On suppose dans cette question que le sous-marin flotte à la surface de l'eau. Les ballasts sont alors remplis d'air. En négligeant la poussée d'Archimède dans l'air ainsi que le poids de l'air contenu dans les ballasts, donner la relation entre le volume total immergé du sous-marin V_{imm}, sa masse M et la masse volumique de l'eau de mer ρ_0.

2.2/ On modélise le sous-marin par un cylindre de longueur L et de rayon R. Donner l'expression du rapport $\frac{V_{imm}}{V}$ où V est le volume total du sous-marin ainsi modélisé, en fonction de M, ρ_0, L et R. Effectuer l'application numérique et commenter.

2.3/ Expliquer qualitativement ce qui se passe quand on remplace progressivement l'air contenu dans les ballasts par de l'eau de mer.

2.4/ Le sous-marin est en immersion quand les ballasts sont entièrement remplis d'eau de mer. Donner la relation entre M, V, le volume des ballasts V_b et la masse volumique de l'eau de mer ρ_0. Calculer numériquement le volume des ballasts V_b.

2.5/ Expliquer qualitativement pourquoi la coque intérieure doit être épaisse et très résistante, alors que la coque extérieure est plus mince et légère.

Deuxième partie : propulsion du sous-marin

Les systèmes de propulsion doivent répondre à quelques grandes exigences, en particulier être silencieux pour ne pas être repérés et fonctionner de manière anaérobie, c'est-à-dire sans utiliser d'air, vu qu'en immersion totale le milieu extérieur est l'eau et non l'air.
La propulsion nucléaire est un type de propulsion largement utilisée dans les sous-marins militaires à l'heure actuelle.
Les *AIP* (Air Independant Propulsion) représentent une autre classe de propulsion fonctionnant de manière classique, sans apport d'air et permettant de s'affranchir du danger nucléaire. Parmi ces *AIP*, nous nous intéresserons au moteur Stirling.
Les questions **3/** et **4/** sont indépendantes.

3/ Propulsion nucléaire
Un réacteur nucléaire fournit de l'énergie grâce à la fission nucléaire de combustible tel que l'uranium (circuit primaire). Cette énergie permet de vaporiser de l'eau entraînant une turbine couplée à un alternateur (figure 3 page suivante). Celui-ci produit de l'électricité pour alimenter un moteur électrique faisant tourner l'hélice du sous-marin.

Tournez la page S.V.P.

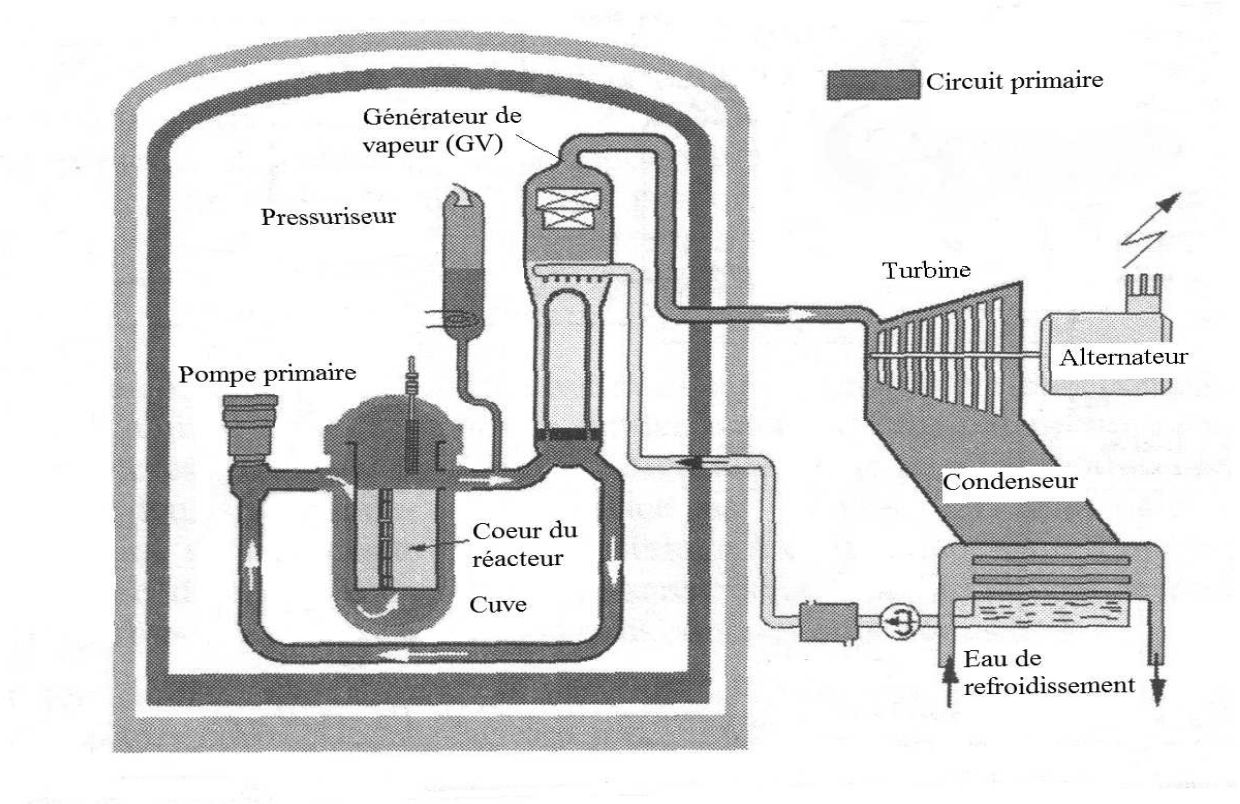


Figure 3 : moteur à propulsion nucléaire

Nous nous intéresserons ici uniquement au circuit secondaire représenté schématiquement ci-dessous (figure 4) :

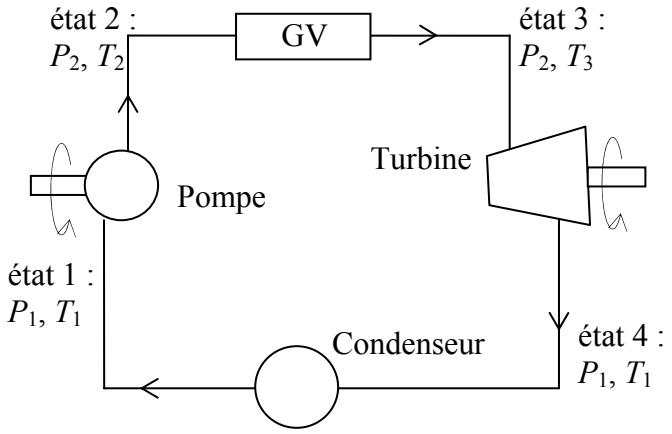


Figure 4 : circuit secondaire

L'eau entre dans la pompe sous forme de liquide saturé (état 1), puis est comprimée de façon isentropique (adiabatique réversible) à la pression qui règne dans le générateur de vapeur (GV). En entrant dans le GV, l'eau se trouve sous forme de liquide comprimé à la pression P_2 (état 2). Elle en ressort sous forme de vapeur (état 3) à la même pression P_2 puis pénètre dans la turbine où elle se détend de façon isentropique (adiabatique réversible) en entraînant l'arbre de l'alternateur. A la sortie de la turbine (état 4), l'eau est diphasée. Ce mélange liquide-vapeur est alors liquéfié à pression constante dans le condenseur et en sort dans l'état 1.

3.1/ Les quatre composants de ce cycle (dit cycle de Rankine), soit la pompe, le GV, la turbine et le condenseur, fonctionnent avec un écoulement en régime permanent.

L'objectif des questions qui suivent est d'établir l'expression du premier principe dans ce cas. Pour cela, on considère un composant (C) et on définit le système fermé Σ_f de la façon suivante (figure 5) :

- à l'instant t, Σ_f est constitué du fluide contenu dans (C) et de la masse dm_e de fluide entrant dans (C) entre t et $t + dt$
- à l'instant $t + dt$, Σ_f est constitué du fluide contenu dans (C) et de la masse dm_s de fluide sortant de (C) entre t et $t + dt$.

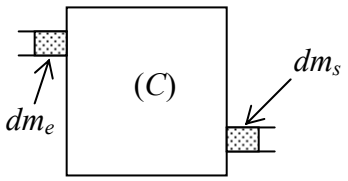


Figure 5 : système fermé Σ_f

3.1.1/ Justifier très précisément l'égalité $dm_e = dm_s$. On notera dm cette quantité.
3.1.2/ Etablir l'écriture suivante du premier principe :

$$\Delta h + \Delta e_c + \Delta e_p = q + w_i$$

Dans cette formule, la notation Δ désigne la variation de la grandeur physique entre l'entrée et la sortie du composant, q représente le transfert thermique massique reçu par le fluide dans ce composant et w_i le travail massique indiqué reçu par le fluide de la part des parties mobiles du composant. Les grandeurs h, e_c et e_p sont respectivement l'enthalpie massique, l'énergie cinétique massique et l'énergie potentielle massique du fluide.

Dans la suite, on négligera les variations de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle. De plus, le travail massique indiqué n'intervient ni dans le GV ni dans le condenseur et les évolutions au sein de la pompe et de la turbine sont adiabatiques.

3.2/ On utilise le diagramme entropique de l'eau dans lequel la température est placée en ordonnée et l'entropie massique en abscisse (figure 6).

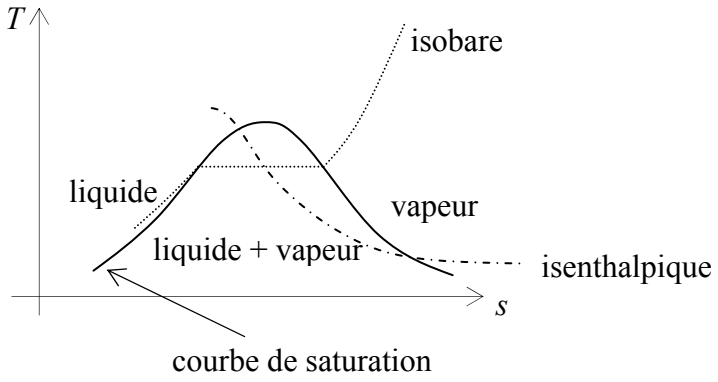


Figure 6 : diagramme entropique

Dans ce diagramme, quelle est l'allure de la courbe représentative d'une évolution isentropique ?

3.3/ On donne $P_2 = 50.10^5$ Pa, $P_1 = 10^5$ Pa et $T_3 = 773$ K (500 °C). Les points 1 et 2 figurent déjà sur le diagramme (T, s) de l'eau fourni dans le document réponse 1. Sur ce même diagramme placer les points 3 et 4 correspondant aux états 3 et 4 du fluide ainsi que le cycle de Rankine décrit par le fluide. On rappelle que le document réponse 1 doit être joint à la copie.

Tournez la page S.V.P.

3.4/ A l'aide du diagramme (T, s) fourni dans le document réponse 1, donner les valeurs numériques de T_1, h_3, h_4, s_4, s_v (T_1) entropie massique de la vapeur juste saturante à T_1, et s_l (T_1) entropie massique du liquide juste saturé à T_1.

3.5/ Déduire de la question précédente la valeur numérique du titre en vapeur x_4 à la sortie de la turbine. On exprimera pour cela s_4 en fonction de x_4, s_v (T_1) et s_l (T_1).

3.6/ On donne h_1 = 440 kJ.kg^{-1} et h_2 = 475 kJ.kg^{-1}. A l'aide de la question **3.1.2/**, déterminer les expressions et les valeurs numériques de q_{cond} et q_{GV}, les transferts thermiques massiques reçus par le fluide, respectivement dans le condenseur et dans le GV. Déterminer également les expressions et les valeurs numériques des travaux massiques indiqués dans la pompe et la turbine, respectivement w_{pompe} et w_{turb}.

3.7/ Une fraction du travail produit par la turbine sert à entraîner la pompe. En déduire le travail massique indiqué w_{alt} récupérable au niveau de l'alternateur. Donner sa valeur numérique.

3.8/ Définir et calculer numériquement le rendement du cycle de Rankine η.

4/ Moteur Stirling

Le moteur Stirling a été développé au XIX^{e} siècle et a rapidement été délaissé au profit des moteurs à combustion interne (à essence et diesel) ; il pourrait cependant connaître un essor significatif dans le futur compte-tenu, entre autres, des avantages qu'il présente en matière de protection de l'environnement. Par exemple, le sous-marin civil SAGA développé dans les années 80 et destiné à l'industrie pétrolière offshore est équipé d'un moteur Stirling.
La structure du moteur est représentée sur la figure 7.

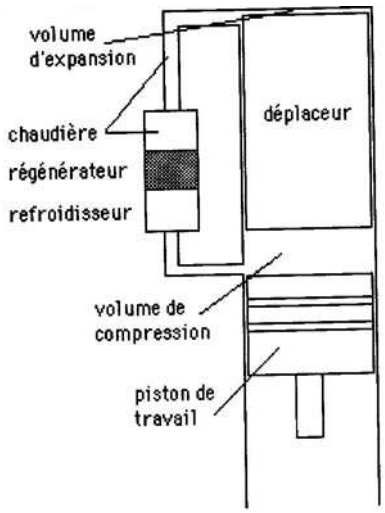


Figure 7 : schéma d'un moteur Stirling

Dans une enceinte principale, peuvent se mouvoir d'une part un piston de travail et d'autre part un déplaceur, dont le rôle est de transvaser le fluide de travail depuis le volume de compression (zone froide) vers le volume d'expansion (zone chaude) et réciproquement ; lors du transvasement, le fluide parcourt dans un sens ou dans l'autre la chaudière à la température T_3, le régénérateur et le refroidisseur à la température T_1.
Le fluide de travail décrit le cycle constitué des 4 phases suivantes (figure 8) :
- pendant la phase de compression 1 - 2, le déplaceur se trouve en position haute et le fluide, entièrement situé dans la zone froide, est comprimé par le piston de travail dans sa course vers le haut.

- Au point 2, le piston est au point mort haut et le déplaceur est ramené en position basse, ce qui a pour effet de transvaser le fluide comprimé, qui passe pendant la phase 2 - 3 de la zone froide vers la zone chaude, commençant par se réchauffer dans le régénérateur puis recevant un transfert thermique de la chaudière.
- Pendant la phase de détente 3 - 4, le fluide se détend dans le volume d'expansion où il continue d'être chauffé par les tubes de la chaudière. Cette détente a pour effet de repousser le déplaceur et le piston de travail vers le bas.
- Pendant la phase 4 - 1, après que le piston ait atteint le point mort bas, le déplaceur est ramené en position haute, ce qui a pour effet de transvaser le fluide de la zone chaude (volume d'expansion) vers la zone froide (volume de compression). Au cours de ce transfert, le fluide commence par céder un transfert thermique au régénérateur, puis il est refroidi par le refroidisseur.

En pratique, le régénérateur est un échangeur de chaleur : il reçoit un transfert thermique du gaz chaud dans un sens de circulation, qu'il restitue dans l'autre sens, lorsque le gaz est froid.

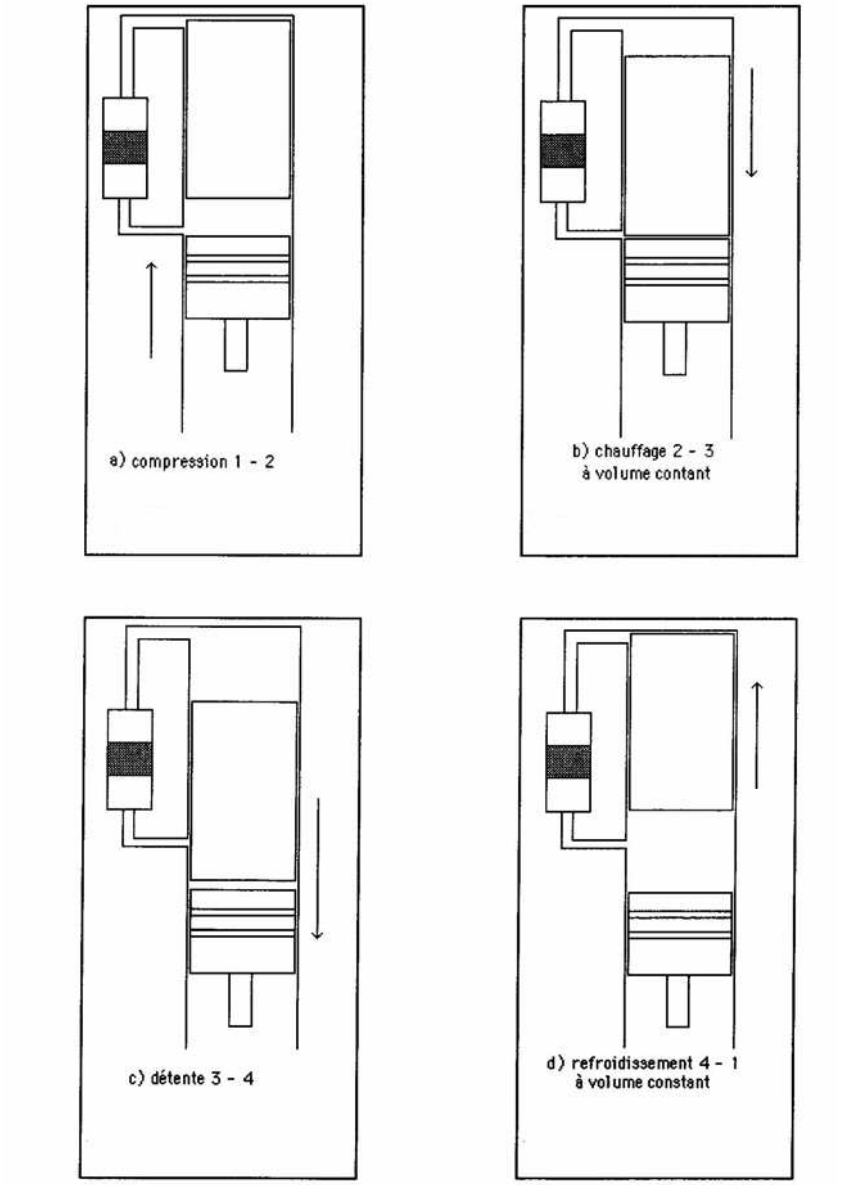


Figure 8 : cycle du moteur Stirling

Nous étudierons le cycle de Stirling idéal ; au cours de celui-ci, n mol de gaz parfait de rapport $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ subissent les évolutions suivantes :

Tournez la page S.V.P.

- compression 1 - 2 isotherme réversible à la température T_1 = 300 K,
- échauffement 2 - 3 isochore jusqu'à l'état 3 de température T_3 = 600 K,
- détente 3 - 4 isotherme réversible à la température T_3,
- refroidissement 4 - 1 isochore jusqu'à l'état 1.

Il n'y a pas de travail autre que celui des forces de pression. On rappelle que $C_v = \frac{nR}{\gamma - 1}$.

4.1/ Représenter l'allure du cycle dans le diagramme (P, V). Comment peut-on savoir, sans calcul, si le cycle proposé est celui d'un moteur ou d'un récepteur ?

4.2/ Exprimer le travail reçu par le fluide au cours de la compression W_{12} en fonction de n, R, T_1 et du rapport de compression $\rho = \frac{V_1}{V_2}$. En déduire le transfert thermique Q_{12} reçu par le fluide au cours de cette compression en fonction de n, R, T_1 et ρ. Préciser les signes de W_{12} et Q_{12}.

4.3/ Exprimer le transfert thermique Q_{23} reçu par le fluide au cours de l'échauffement en fonction de n, R, T_1, T_3 et γ. Préciser son signe.

4.4/ Exprimer le travail reçu par le fluide au cours de la détente W_{34} en fonction de n, R, T_3 et ρ. En déduire le transfert thermique Q_{34} reçu par le fluide au cours de cette détente en fonction de n, R, T_3 et ρ. Préciser les signes de W_{34} et Q_{34}.

4.5/ Exprimer le transfert thermique Q_{41} reçu par le fluide au cours du refroidissement en fonction de n, R, T_1, T_3 et γ. Préciser son signe.

4.6/ Le régénérateur étant idéal, on a $Q_{23} + Q_{41} = 0$. Quelle est alors, sur le plan énergétique, la grandeur coûteuse (pour l'utilisateur) de ce système sur un cycle ?
La grandeur énergétique utile est le travail fourni par le fluide sur le cycle. En déduire l'expression du rendement η' en fonction de T_1 et T_3. Commenter puis faire l'application numérique.

Troisième partie : périscope

5/ En immersion peu profonde, le sous-marin peut utiliser un périscope pour examiner la surface de la mer. Nous nous proposons dans cette partie d'en étudier le fonctionnement simplifié. La figure 9 représente le principe général du périscope étudié, constitué de deux prismes identiques.

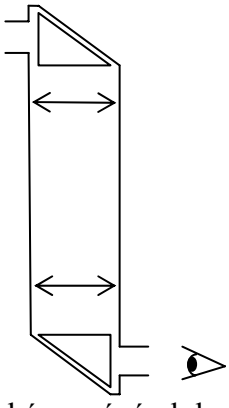


Figure 9 : schéma général du périscope

5.1/ Les deux prismes du périscope sont identiques, seule leur orientation diffère ; ils sont constitués d'un verre d'indice n = 1,5 et sont plongés dans l'air d'indice 1 (figure 10) :

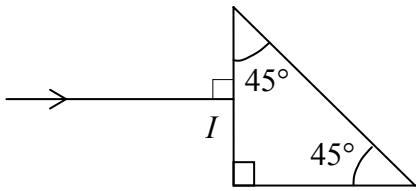


Figure 10 : prisme du périscope

On considère le rayon incident arrivant sous incidence normale sur la face d'entrée de l'un des prismes. Refaire sur la copie le schéma de la figure 10 en le complétant (dessiner la « suite » du rayon). Justifier soigneusement par un calcul les constructions au niveau de chaque interface.

5.2/ Dans la suite et par souci de simplification, nous remplacerons les prismes par des miroirs plans inclinés à 45°. Le schéma équivalent du périscope est fourni dans le document réponse 2. Représenter sur ce schéma l'image A_1B_1 de l'objet AB par le miroir M_1, puis l'image A_2B_2 de A_1B_1 par la lentille L_1 de centre O_1, puis l'image A_3B_3 de A_2B_2 par la lentille L_2 de centre O_2 et enfin l'image $A'B'$ de A_3B_3 par le miroir M_2. On rappelle que le document réponse 2 doit être joint à la copie.

5.3/ On donne les longueurs algébriques (ces longueurs ne correspondent pas au schéma du document réponse 2) :
$\overline{AM_1}$ = 100 m ; $\overline{O_1M_1}$ = – 30 cm ; f'_1 = 50 cm ; $\Delta = \overline{F_1'F_2}$ = 20 cm ; f'_2 = 40 cm ; $\overline{O_2M_2}$ = 90 cm.
M_1 et M_2 sont les centres des miroirs.
Calculer les positions des images : $\overline{O_1A_2}$, $\overline{O_2A_3}$ et $\overline{M_2A'}$ ainsi que le grandissement du périscope $\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$. L'image finale est-elle de même sens que l'objet ou renversée ?

5.4/ Citer une méthode expérimentale pour mesurer la distance focale d'une lentille convergente et expliquer rapidement son principe.

Deuxième problème : machine asynchrone

Aucune connaissance préalable du principe de fonctionnement de la machine asynchrone n'est nécessaire pour traiter ce problème.
Cette machine se compose principalement de deux parties :

- le stator réalisé à l'aide d'un ensemble de bobines fixes destinées à engendrer dans une zone limitée de l'espace un champ magnétique tournant $B(t)$,
- le rotor modélisé ici par un cadre conducteur rectangulaire de surface S mobile autour d'un axe.

Première partie : étude du stator

6/ Soit un ensemble de trois bobines (figure 11), dont les axes sont perpendiculaires à Oz et régulièrement décalés de $\dfrac{2\pi}{3}$. Ces bobines sont parcourues par des courants sinusoïdaux de pulsation ω_s dont les intensités sont les suivantes :
$i_1(t) = I_0 \cos(\omega_s t)$; $i_2(t) = I_0 \cos(\omega_s t - \dfrac{2\pi}{3})$; $i_3(t) = I_0 \cos(\omega_s t - \dfrac{4\pi}{3})$.

Tournez la page S.V.P.

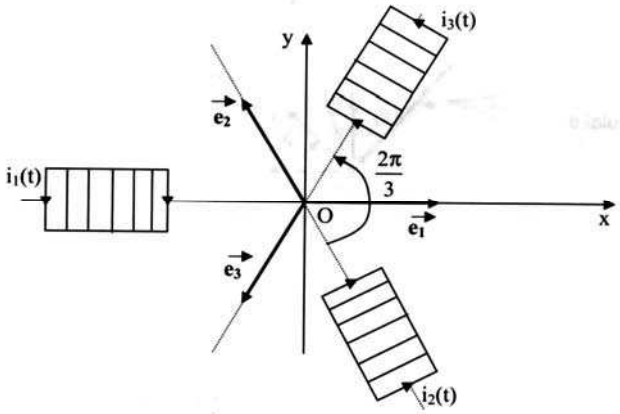


Figure 11 : bobinages statoriques

La fréquence d'alimentation de ces bobinages statoriques est égale à $f_s = \frac{\omega_s}{2\pi}$ = 50 Hz. Chaque bobine crée en *O* un champ magnétique qui peut se mettre sous la forme : $\vec{B}_k = K\, i_k(t)\, \vec{e}_k$ (*K* est une constante qui s'exprime en H.m^{-2} et $\vec{e}_k$ est le vecteur unitaire de l'axe de la $k^{\text{ème}}$ bobine).

6.1/ Justifier l'unité de *K* par une analyse dimensionnelle.

6.2/ On donne le théorème de Ferraris :

$$\sum_{k=0}^{p-1} \cos\left(\omega_s t - \frac{2k\pi}{p}\right)\vec{e}_{k+1} = \frac{p}{2}\left(\cos(\omega_s t)\,\vec{e}_x + \sin(\omega_s t)\,\vec{e}_y\right).$$

En déduire que les 3 bobines créent au point *O* un champ tournant $\vec{B}$ dont on donnera l'expression dans la base $(\vec{e}_x, \vec{e}_y)$. Donner la norme du champ $B_0 = \|\vec{B}\|$ en fonction de *K* et I_0. Préciser la vitesse angulaire de rotation du champ et calculer sa valeur numérique en tours par minutes (tour/min).

Deuxième partie : entraînement du rotor

7/ Le rotor, modélisé par un cadre conducteur rectangulaire de surface S orientée selon la normale $\vec{n}$ tourne autour d'un axe (*Oz*) avec une vitesse angulaire ω ($\omega \geq 0$) (figure 12).

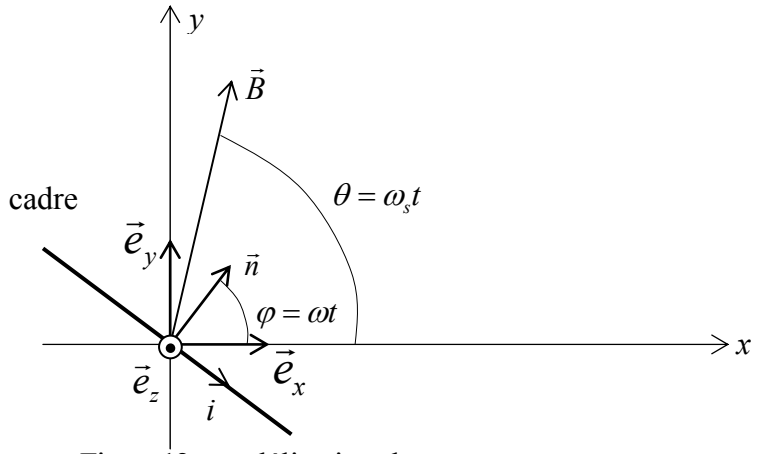


Figure 12 : modélisation du rotor

7.1/ Exprimer le flux Φ du champ magnétique $\vec{B}$ généré par le stator à travers le cadre en fonction de B_0, *S*, ω, ω_s et *t*. En déduire la force électromotrice d'induction *e*(*t*) qui apparait dans le cadre en fonction du flux maximum $\Phi_0 = B_0 S$, de la vitesse angulaire de glissement $\Omega = \omega_s - \omega$ et de *t*.

7.2/ Le cadre constitue un circuit série de résistance R et d'inductance L.
7.2.1/ Etablir l'équation différentielle vérifiée par le courant $i(t)$ induit dans le cadre. L'orientation de l'intensité du courant induit est indiquée sur la figure 12 sur laquelle la spire est vue de dessus.
7.2.2/ On se place en régime permanent sinusoïdal ; l'intensité dans le cadre s'écrit alors $i(t) = I_M \sin(\Omega t - \psi)$. En utilisant la notation complexe, montrer que :

$$\underline{i}(t) = I_M e^{j\left(\Omega t - \psi - \frac{\pi}{2}\right)} = \frac{\Phi_0 \Omega}{R + jL\Omega} e^{j\left(\Omega t - \frac{\pi}{2}\right)}.$$

7.2.3/ En déduire l'expression de I_M en fonction de Φ_0, Ω, R et L. Exprimer $\cos(\psi)$ en fonction de Ω, R et L et préciser le signe de $\sin(\psi)$. Préciser si $i(t)$ est en avance ou en retard par rapport à $e(t)$.
7.2.4/ On donne $\Phi_0 = 10^{-3}$ T.m^2 et $L = 100$ mH. Donner la valeur numérique de la valeur efficace de $i(t)$ dans le cas où $R << L\Omega$.
7.2.5/ Comment mesure-t-on en pratique une intensité efficace ? Quelles différences y-a-t-il entre les positions AC et DC d'un multimètre numérique ? La signification des positions AC et DC est-elle la même sur l'oscilloscope ?

7.3/ On rappelle l'expression du moment magnétique $\vec{M}$ du rotor : $\vec{M} = i(t)S\vec{n}$.
En déduire le couple électromagnétique $\vec{\Gamma}$ des forces de Laplace s'exerçant sur le cadre puis sa projection $\Gamma = \vec{\Gamma} \cdot \vec{e}_z$ sur l'axe de rotation en fonction de S, B_0, I_M, ψ, Ω et t.

7.4/ On donne la relation de trigonométrie suivante : $\sin(a)\sin(b) = \frac{1}{2}(\cos(a-b) - \cos(a+b))$.
Montrer que la valeur moyenne de Γ, notée Γ_m, est donnée par :

$$\Gamma_m = \left(\frac{\Phi_0^2}{2L}\right)\frac{RL\Omega}{R^2 + (L\Omega)^2}.$$

7.5/ On peut tracer l'allure de Γ_m en fonction de ω (figure 13) :

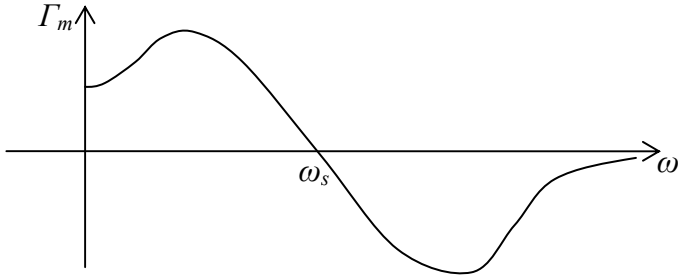


Figure 13 : allure de Γ_m en fonction de ω

A quoi correspond physiquement la limite de Γ_m quand ω tend vers 0 ?
Dans quelles conditions le couple est-il moteur ou au contraire résistant ?

Troisième partie : puissance et rendement d'un moteur

On considère maintenant un moteur du type précédent relié à une charge par un arbre (figure 14) :

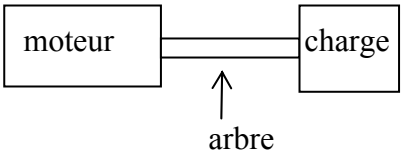


Figure 14 : moteur en charge

Tournez la page S.V.P.

Le moment d'inertie de l'arbre est noté J. On notera Γ le couple délivré par le moteur, Γ_r le couple résistant dû à la charge (Γ et Γ_r positifs).

8/ En appliquant le théorème du moment cinétique en projection sur l'axe de rotation, relier la dérivée de la vitesse angulaire Ω_m de l'arbre à J, Γ et Γ_r.

9/ On considère les courbes suivantes correspondant à trois moteurs différents (figure 15) reliés à la même charge exerçant un couple résistant Γ_r constant.

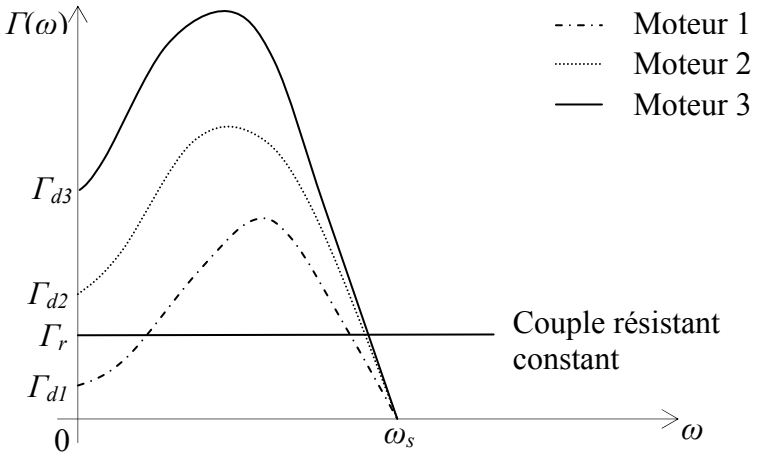


Figure 15 : comparaison de 3 moteurs

Expliquer de façon précise quel(s) moteur(s) est (sont) susceptible(s) de démarrer.

10/ On se place maintenant en régime permanent ; on a alors $\Gamma(\omega) = \Gamma_r$.
10.1/ En utilisant les résultats de la deuxième partie, donner l'expression de la puissance mécanique moyenne fournie par le moteur $< P_{méca} > = \Gamma_m \, \omega$ en fonction de Φ_0, ω, ω_s, R et L.
10.2/ En utilisant à nouveau les résultats de la deuxième partie, donner l'expression de la puissance moyenne $< P_J >$ dissipée par effet Joule dans les conducteurs du rotor en fonction de Φ_0, ω, ω_s, R et L.
10.3/ En déduire la puissance électrique moyenne $< P_{él} >$ fournie au moteur en fonction de Φ_0, ω, ω_s, R et L.
10.4/ On introduit maintenant la grandeur $g = \dfrac{(\omega_s - \omega)}{\omega_s}$, appelée glissement, qui caractérise l'écart relatif entre la vitesse angulaire de synchronisme et la vitesse angulaire de rotation de l'arbre du moteur. Exprimer le rendement du moteur en fonction de g.
La vitesse de rotation ω des moteurs asynchrones s'écarte rarement de plus de 5 % de la vitesse de rotation ω_s du champ tournant. Lorsqu'elle s'en écarte de 5 %, calculer le rendement du moteur asynchrone.

Fin de l'énoncé

IMPRIMERIE NATIONALE – 12 1252 – D'après documents fournis

DANS CE CADRE

Académie : Session :

Examen ou Concours : **Concours Communs Polytechniques** Série* :

Spécialité/option : **FILIERE TSI** Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve : **PHYSIQUE**

NOM :

(en majuscules, suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

Né(e) le

N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

Examen ou Concours : **Concours Communs Polytechniques** Série* :

Spécialité/option : **FILIERE TSI**

Repère de l'épreuve : **PHYSIQUE**

Épreuve/sous-épreuve :

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

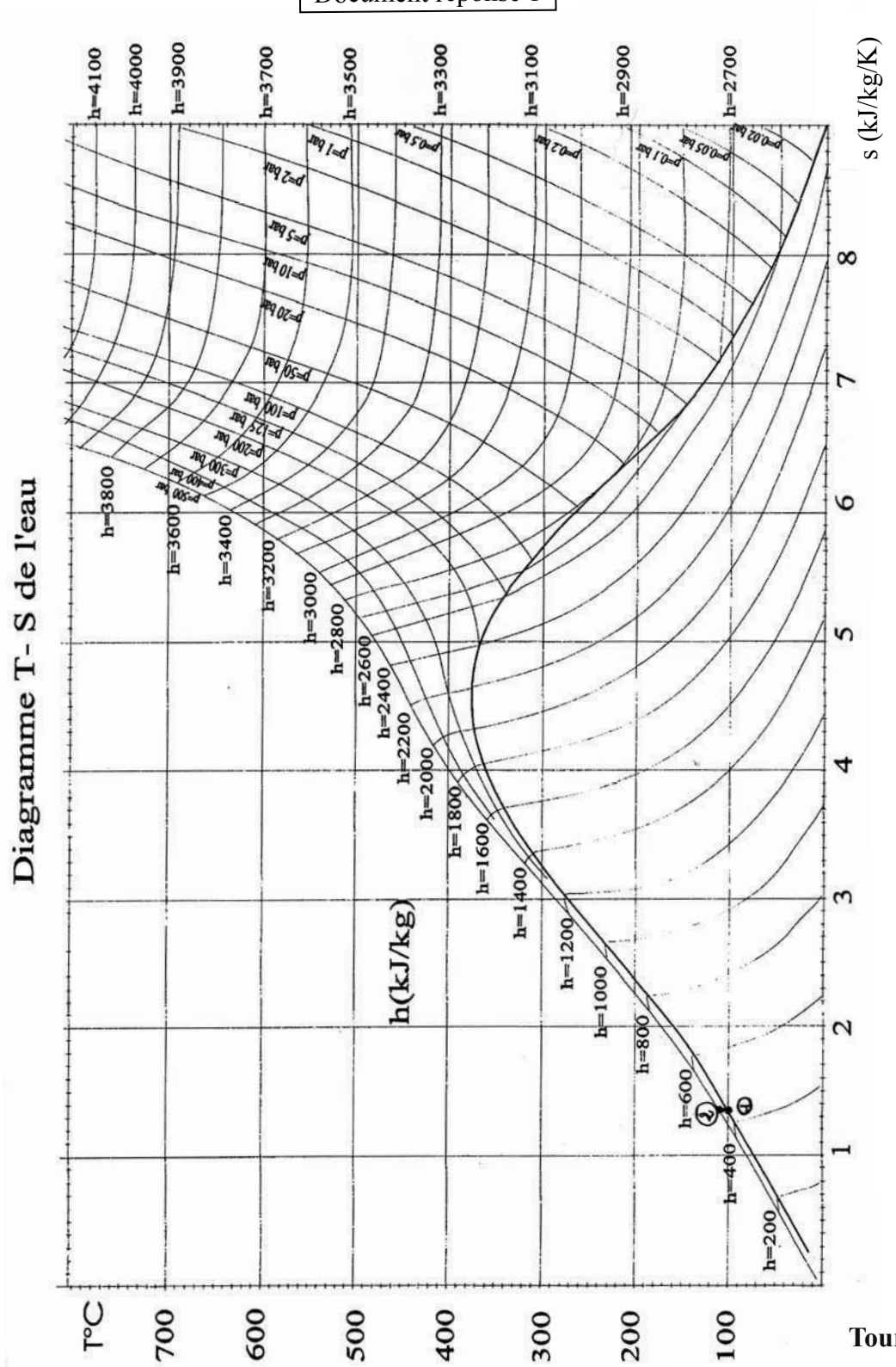
Si votre composition comporte plusieurs feuilles, numérotez-les et placez les intercalaires dans le bon sens.

Note : /20

Appréciation du correcteur :*

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

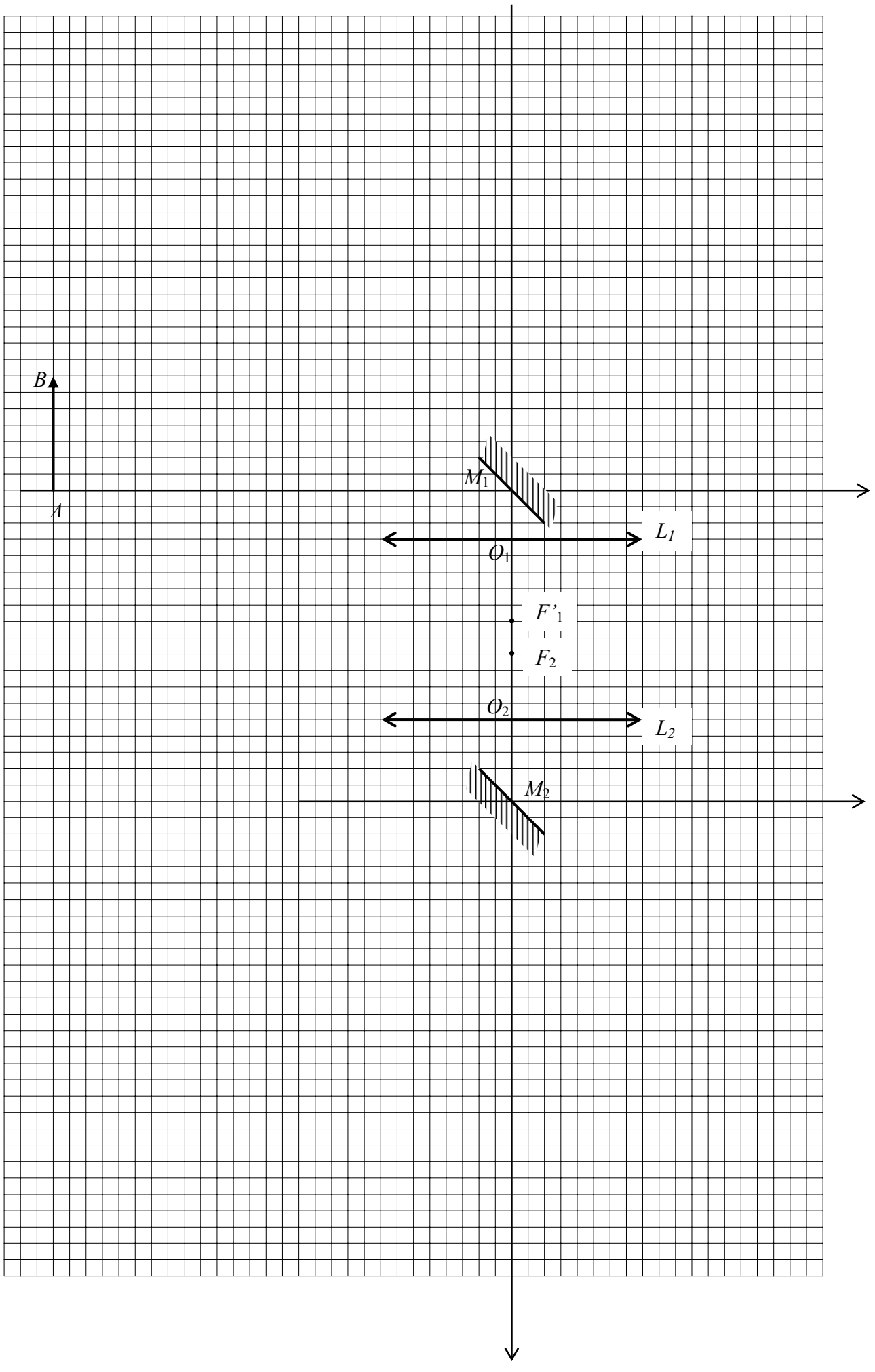
Document réponse 1



Tournez la page S.V.P.

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

Document réponse 2



Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Description des fluides : statique, cinématique et viscosité
- Optique géométrique et formation des images
- Trigonométrie et signaux sinusoïdaux
- Régimes transitoires

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/ccinp/tsi