

* Banque filière PT *
2000

Epreuve de Physique II-B

Durée 4 h

AVERTISSEMENT

Ce sujet comporte un problème de thermodynamique et un problème de chimie. Il est conseillé au candidat de répartir son temps de la manière suivante : 2.5 heures pour la thermodynamique et 1.5 heures pour la chimie.

La composition doit impérativement être faite sur deux copies séparées et numérotées séparément. Chaque copie et chaque page intercalaire doit indiquer l'indication « Thermodynamique » ou « Chimie » .

THERMODYNAMIQUE.

Etude de réfrigérateurs.

(+ chimie "Dichlore")

Dans tout le problème, on négligera les variations d'énergie cinétique et les variations d'énergie potentielle de pesanteur.

I) Etude globale d'un réfrigérateur ditherme.

Un réfrigérateur fonctionne de manière réversible entre deux sources de températures T_1 et T_2 , avec $T_1 > T_2$.

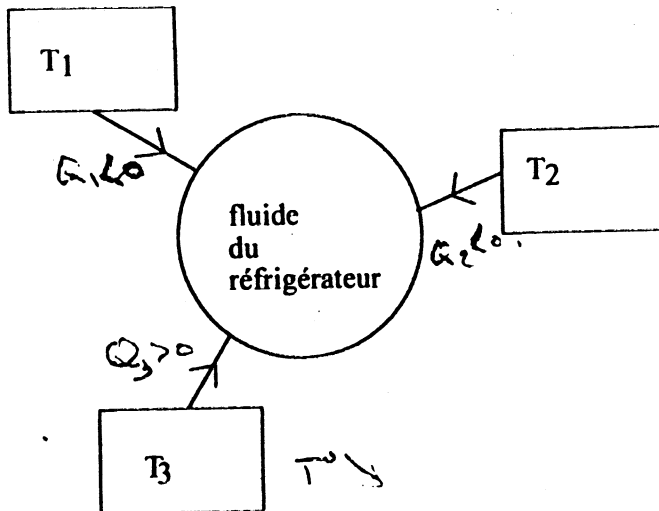
I-1) Exprimer le coefficient de performance r (ou efficacité) du réfrigérateur en fonction de T_1 et T_2 .

I-2) Comment est-il théoriquement possible de réaliser un échange thermique réversible avec une source ? Quelle est la durée prévisible d'un tel processus ? Que peut-on en déduire quand à la puissance de refroidissement d'un réfrigérateur réversible ?

II) Réfrigérateur à absorption à trois sources de chaleur.

Un réfrigérateur à absorption est un récepteur thermique qui fonctionne par contact thermique avec 3 « sources de chaleur », sans recevoir de travail mécanique et en effectuant des cycles irréversibles. La source chaude à la température T_1 est constituée par le système de chauffage de la machine. La source tiède à T_2 est constituée par la salle dans laquelle se trouve la machine. La source froide à T_3 est constituée par l'enceinte à refroidir. On a : $T_1 > T_2 > T_3$.

Tournez la page S.V.P.



II-1) Déterminer les signes des transferts thermiques Q_1 et Q_2 au cours d'un cycle de la machine. Comparer les valeurs absolues $|Q_1|$ et $|Q_2|$.

II-2) Définir le coefficient de performance (ou efficacité) r . Montrer que $r \leq r_1$ (r_1 est une valeur limite de r) et déterminer r_1 en fonction de T_1, T_2 et T_3 . Comment faudrait-il choisir T_1 pour que r_1 soit maximum?

III) Réfrigérateur à compression de vapeur.

Le cycle idéal 1-2-3-4-1, décrit par un fluide approprié, comprend quatre étapes.

Dans l'état 1, le fluide est dans l'état vapeur saturante sèche à la pression P_1 . Il subit une compression isentropique 1-2 qui l'amène à la pression P_2 . Le fluide traverse alors un condenseur isobare dont il sort à l'état liquide saturant, (état 3). Il subit ensuite un laminage adiabatique 3-4 dans un détendeur ou un tube capillaire, dont la pression de sortie est P_1 . Le fluide est alors vaporisé dans un évaporateur isobare jusqu'à l'état 1.

On peut trouver dans les tables, pour différentes valeurs de la température ou de la pression, l'enthalpie et l'entropie massiques pour la vapeur saturante sèche, (notées respectivement h'' et s'') et pour le liquide saturant, (notées respectivement h' , s'). On peut également trouver, dans ces mêmes tables, l'enthalpie massique et l'entropie massique pour la vapeur surchauffée, pour différentes valeurs du couple P, T .

III-1) Représenter l'allure du cycle dans le diagramme entropique.

III-2) Montrer que lors de l'évolution dans le détendeur, une fonction d'état massique, que l'on précisera, est constante.

III-3) Que peut-on dire de la température lors de l'évolution 2-3 et de l'évolution 4-1 ?

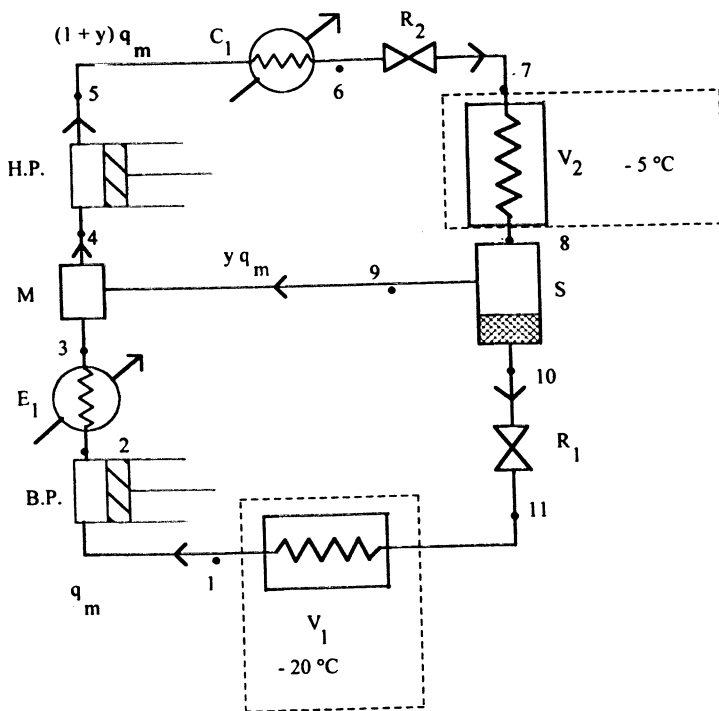
III-4) Exprimer, en fonction de tout ou partie des grandeurs $h'(P_1)$, $h''(P_1)$, $h'(P_3)$ et $h''(P_3)$, les enthalpies massiques h dans les états 1, 3 et 4 ainsi que le titre massique en vapeur x_4 dans l'état 4.

Comment pourrait-on calculer h_2 au moyen des tables ?

III-5) Exprimer le coefficient d'effet frigorifique (ou efficacité) du réfrigérateur en fonction de tout ou partie des grandeurs h_1, h_2, h_3 et h_4 . En quoi le choix de la pression P_2 est-il déterminant ?

IV) Installation frigorifique à deux étages de froid.

On étudie maintenant une machine frigorifique à ammoniac qui permet de refroidir simultanément deux sources dont les températures sont différentes. La machine comporte deux étages, chacun d'eux comprenant un compresseur, un refroidisseur intermédiaire (noté E ou C), un détendeur R, et un évaporateur V. Les détendeurs et les compresseurs sont supposés parfaitement calorifugés. Les refroidisseurs et les évaporateurs sont isobares. Les deux étages communiquent par un séparateur S et un mélangeur M, qui sont isobares et parfaitement calorifugés. La figure montre le schéma du dispositif. Les flèches y indiquent le sens de parcours du fluide dans les divers organes de la machine



Extrait de table de vapeur:

t (°C)	P (Pa)	h' (kJ.kg ⁻¹)	s' (kJ.K ⁻¹ .kg ⁻¹)	h'' (kJ.kg ⁻¹)	s'' (kJ.K ⁻¹ .kg ⁻¹)
- 20	$1.902.10^5$	326,7	3,285 3,83	1653,0	9,075
- 5	$3.459.10^5$	395,0	4,095	1672,6	8,861
20	$8.572.10^5$	511,5			

Tournez la page S.V.P.

