

DEVOIR SURVEILLE N° 2  
- Monsieur GIGON -

Documents autorisés avec calculatrice (tout type autorisé)

Il sera tenu compte de la présentation, de l'expression et des fautes d'orthographe. Détailler le raisonnement et les calculs : bien mettre en évidence les applications littérales et numériques de manière à comprendre d'où viennent les bons résultats ou les erreurs. Encadrer uniquement les résultats demandés, sans oublier les unités. Tout résultat non encadré ne sera pas pris en compte.

La rédaction doit être claire et concise. Il n'y a aucun piège ! De nombreuses questions sont indépendantes. Bien lire tout l'énoncé. Travailler sur le brouillon. Ne recopier sur la copie d'examen que lorsque vous êtes sûr(e) de votre raisonnement et de votre résultat.

**1. EXERCICE** (8-9 points)

11. Une entreprise de distillerie veut chauffer 500 L d'un mélange eau-alcool pris à 20 °C. Pour cette opération de chauffage, elle utilise de la vapeur d'eau à 100 °C sous la pression atmosphérique normale qui est envoyée dans un échangeur de chaleur contenant le mélange eau-alcool.

**Expliquer** l'intérêt d'utiliser de la vapeur d'eau à 100 °C plutôt que de l'eau liquide à 100 °C.

**Calculer** la température finale d'équilibre en supposant que 20 Kg de vapeur d'eau se condensent complètement dans l'échangeur et qu'il n'y a pas de pertes thermiques. On négligera la valeur en eau de l'échangeur.

12. Cette entreprise peut utiliser une chaudière sous pression pour fabriquer de la vapeur d'eau sous pression.

**Expliquer** l'intérêt d'utiliser une telle chaudière sous pression.

**Déduire** de la table des constantes thermodynamiques de l'eau la pression que doit atteindre la chaudière pour que l'eau puisse bouillir à la température de 130 °C. **Retrouver** à partir de cette table la chaleur latente massique de vaporisation en Kcal/Kg à cette température de deux manières différentes soit à partir des valeurs de l'enthalpie, soit à partir des valeurs de l'entropie.

**Calculer** la température finale d'équilibre en supposant que 20 Kg de vapeur d'eau se condensent complètement à cette température de 130 °C dans les mêmes conditions (pas de pertes thermiques et valeur en eau de l'échangeur négligeable). **Comparer** avec le résultat précédent. **Interpréter**.

13. **Calculer** la puissance de chauffage nécessaire en W pour chauffer les 500 L de ce mélange eau-alcool de 20 °C à 80 °C en une heure. **Calculer** le débit massique de vapeur en Kg/h que la chaudière devra fabriquer pour chauffer ces 500 L de mélange eau-alcool en une heure, dans les mêmes conditions (toute la vapeur d'eau se condense à 130 °C, pas de pertes thermiques, valeur en eau négligeable). **En déduire** le débit volumique de la vapeur à 130 °C. **On calculera** le volume massique de cette vapeur à partir de la loi des gaz parfaits, valeur que l'on comparera à la valeur indiquée dans la table des constantes thermodynamiques. **Remarque**.

On donne les valeurs moyennes supposées constantes de la capacité thermique massique  $c_p$  et de la masse volumique  $\rho$  du mélange eau-alcool :  $c_p = 0,82 \text{ Kcal kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$  ;  $\rho = 940 \text{ Kg/m}^3$ .

## 2. PROBLEME (21-22 points)

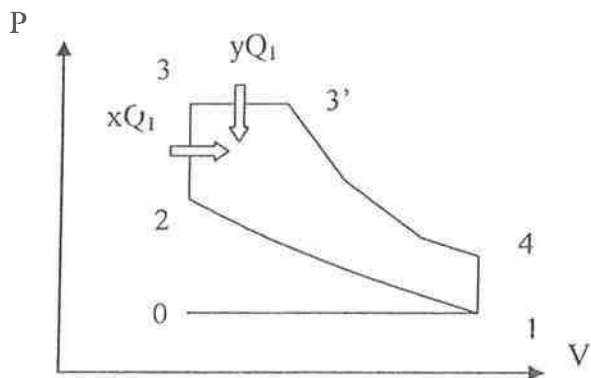
Le problème consiste à étudier le cycle théorique d'un moteur thermique mixte à 4 temps de SEILIGER. Le cycle théorique de ce moteur est représenté dans le diagramme de Clapeyron (verso).

Les évolutions 12 et 3'4 sont des adiabatiques quasi-statiques. L'apport de chaleur est fractionné en deux séquences : l'une à volume constant et l'autre à pression constante.

$$Q_1 = x Q_1 + y Q_1 \text{ avec } x + y = 1$$

Le rejet de chaleur se fait exclusivement au cours de l'évolution 41.

On suppose par ailleurs que le mélange air-combustible est un mélange diatomique et que la combustion de ce mélange ne change pratiquement pas le nombre de moles. On considère donc qu'au cours du cycle fermé 1233'4 entre la fermeture de la soupape d'admission et l'ouverture de la soupape d'échappement, le nombre de moles diatomiques reste constant.



21. Que représente la transformation 01 ? Calculer le volume mort en  $\text{cm}^3$  de ce moteur sachant que la cylindrée est de 2 L et que le rapport volumétrique  $a = V_1/V_2 = 10$ . Calculer le nombre de moles contenues dans le cylindre au point 1 ( $T_1 = 20^\circ\text{C}$ ,  $P_1 = 1 \text{ bar}$ ).

Montrer que le nombre de moles reste à peu près constant en écrivant l'équation complète de combustion de l'heptane ( $\text{C}_7\text{H}_{16}$ ). On équilibrera en considérant que l'air est composé de 80 % de  $\text{N}_2$  et de 20% de  $\text{O}_2$  en fraction molaire.

22. On introduit les paramètres suivants :

$$a = V_1/V_2 \text{ (rapport volumétrique)} = 10 ; \quad b = V_3/V_2 \text{ (taux d'injection)} = 1,6 ; \quad \tau = P_3/P_2 = 2,3.$$

Calculer les coordonnées ( $P$ ,  $V$ ,  $T$ ) de chaque point du cycle. On peut calculer les pressions et les températures sans connaître les volumes.

23. Calculer les quantités de chaleur échangées au cours de ce cycle. En déduire les valeurs de  $x$  et de  $y$ . En déduire également le travail fourni par ce cycle. Retrouver ce résultat par une autre méthode de calcul. Calculer le rendement du cycle.

24. Exprimer le rendement thermodynamique  $\eta$  du cycle en fonction de  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  et  $\gamma$ . En déduire la valeur numérique du rendement  $\eta$ . Remarque : comparer au calcul précédent !

25. Que deviendrait ce cycle mixte de SEILIGER si  $x = 0$  ou si  $y = 0$  ?