**Final**

**Exercice 1 : Cycle diesel**

|  |  |
| --- | --- |
| On donne le diagramme de Clapeyron pour représenter le cycle effectué par l’air (assimilé à un gaz parfait,  = 1,4 , M = 29 g.mol-1 et Cp = 103 J. kg-1. K-1). Le point A1 est donné pour une pression P1 = 1 Bar et T1 = 293 K. Le taux de compression est et le taux de détente est .La cylindrée d’un moteur Diesel est V1 = 2L. On donne P2 = 44,3 Bars. |  |

1. Déterminer la masse d’air impliquée dans chaque cycle.
2. Déterminer les températuresT2 et T3 et en déduire la quantité de chaleur Q1 échangée pendant la phase de combustion (A2A3).
3. La quantité de chaleur apportée par le carburant lors de sa combustion est q = 46,8 MJ. kg-1. En déduire la masse de carburant injectée.
4. A une vitesse de 130 km.h-1, le vilebrequin tourne à 3000 tr.min-1. Sachant qu’un cycle correspond à deux tours de vilebrequin, déterminer la durée d’un cycle et la distance parcourue pendant ce cycle.
5. En déduire la consommation c (en L aux 100 km) de ce véhicule à 130 km.h-1 (la masse volumique du gazole est  = 0,8 kg.L-1)
6. Connaissant le rendement du cycle 39%, déterminer le travail fourni W par ce moteur lors d’un cycle et en déduire la puissance du véhicule.

**Exercice 2 : Turboréacteur à simple flux**

Un turboréacteur à simple flux comprend un compresseur, une chambre de combustion, une turbine et une tuyère. Le compresseur et la turbine sont montés sur un même arbre.

Le compresseur aspire l’air à la pression atmosphérique P1 = 1bar à T1 = 298 K avec un débit massique Dm = 60 kg/s et le comprime adiabatiquement jusqu’à la pression P2 = 4 bars. On assimile l’air à un gaz parfait de constante r = 287 J. kg-1. K-1 et de capacité massique à pression constante Cp = 1 kJ. kg-1. K-1. Les transformations sont considérées réversibles.

1. **Le compresseur**
2. Montrer que le coefficient  est égal à 1,4
3. Calculer la température T2 à la sortie du compresseur
4. Quelle est la puissance PC du compresseur ?
5. **Chambre de combustion**

Le carburant est injecté dans l’air comprimé et brûle sous pression constante dans la chambre de combustion. La combustion s’effectue avec un important excès d’air et on admettra qu’il n’y a pas de modification de la nature et du nombre de moles. La température maximale admise à l’entrée de la turbine est T3 = 1173K.

1. Calculer la quantité de chaleur Q qu’il faut fournir à l’air en une seconde pour élever sa température de T2 à T3
2. En déduire la masse de carburant à injecter par seconde sachant que son pouvoir calorifique est PCi = 43 MJ. kg-1

**3 Turbine**

Les gaz se détendent adiabatiquement dans la turbine. Soit T4 la température de sortie.

1. En admettant que la puissance de la turbine est égale à la puissance du compresseur, montrer que la température T4 en sortie de turbine est donnée par la relation : T4 = T1 + T3 – T2
2. Calculer T4.
3. En déduire la pression P4 des gaz à la sortie de la turbine.

**Exercice 3 : Pompe à chaleur destinée au chauffage d’une habitation**

Une pompe à chaleur à fréon 22 prélève de la chaleur à un circuit d’eau froide et cède de la chaleur à de l’eau chaude qui circule dans le sol d’une habitation. Le fréon décrit le cycle suivant :

* Dans l’évaporateur, il subit une évaporation complète sous la pression saturante P2 et la température T2
* Le fréon gazeux sort du compresseur à la température T3 sous la pression P1
* Dans le condenseur, le fréon gazeux se refroidit puis se liquéfie complètement sous la pression de vapeur P1 à la température T1
* En traversant le détendeur, le fréon subit une détente de type Joule –Thomson passant de P1 T1 à P2 T2. Cette détente s’accompagne d’une vaporisation partielle du liquide

Tous les calculs sont effectués sur m = 1 kg de fréon.

Données : T2 = 273 K T1 = 305 K P2 = 5.105 Pa P1 = 12,65.105Pa

M = 86,5 g mol-1 R = 8,31 J mol-1. K-1

Chaleurs latentes de vaporisation : Lv(T2) = 205 kJ kg-1 Lv(T1) = 175 kJ kg-1

Liquide : Cl = 1,38 kJ. kg-1. K-1

Gaz :  = 1,20 volume massique du gaz Vg est indépendant de P et de T

**Préliminaire**

1. Montrer que la capacité thermique massique à pression constante du fréon gazeux est : .
2. La calculer.

**Etude de la compression :** La compression est adiabatique et réversible.

1. Calculer la température T3
2. Calculer le travail WC du compresseur

**Passage dans le condenseur** **:**

1. Calculer la quantité de chaleur Q1 reçue par le fréon.

**Passage dans le détendeur** : le détendeur est un robinet auquel on ne fournit ni travail ni chaleur.

1. Quelle est la variation d’enthalpie du fréon ?
2. En déduire la fraction massique x de fréon gazeux à la sortie du détendeur

**Passage dans l’évaporateur :**

1. Calculer la quantité de chaleur Q2 reçue par le fréon

**Efficacité :** Le compresseur est entraîné par un moteur électrique de rendement électro-mécanique =0,8.

1. Définir l’efficacité e de cette pompe et l’évaluer

**Fonctionnement de l’installation :** Cette pompe sert à compenser les pertes de chaleur de l’habitation maintenue à T4 = 293 K alors que la température extérieure est Te = 273K. Dans le but d’évaluer les pertes, on coupe le chauffage. La température de l’habitation passe alors en une durée de t = 4 heures de T4 à T5 = 283 K. On admet que la quantité de chaleur perdue pendant une durée dt petite s’écrit :

Q = - a . k . (T – Te) dt avec k = 2.107 J.K-1 désignant la capacité thermique de l’habitation, T sa température à l’instant t et a une constante dépendant de l’isolation.

1. A partir de l’expression de la quantité de chaleur (Q = Cair dT), montrer que l’équation différentielle décrivant l’évolution de la température T(t) s’écrit :



1. En déduire a et ses unités sachant que Cair = 4,18 J K-1 kg-1