**TD machines frigorifiques et Pompes à chaleur**

**Ex01 :**

Soit un congélateur fonctionnant au R-134a entre une source chaude à 20 °C et une source froide à -18°C.

1-2 : compression adiabatique réversible

2-3 et 4-1 condensation et vaporisation respectivement

3-4 détente isenthalpique

Données : T4 = -30°C, p2 = 8 bars, point 3 est du liquide saturé, point 1 vapeur saturante.

1. Représenter le cycle sur le diagramme enthalpique
2. Déterminer le titre de vapeur au point 4
3. Calculer les quantités de chaleur échangées et le travail total du cycle
4. Déterminer l’efficacité du congélateur
5. Si la consommation électrique du congélateur est de 0.7 kWh/jour, et les pertes thermiques sont de 60 W, quelle est son efficacité réelle.

**Exo2 :**

Soit une pompe à chaleur déterminée par le tableau des mesures suivantes :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| compresseur | | condenseur | | détendeur | evaporateur |
| Point1 aspiration | Point2 refoulement | Point2’ entrée | Point3 sortie | Point3’ | Point4 |
| P1 = 2.5 bar | P2 = 12.2 bar | T2’= 54 °C  h2’ = 430 KJ/kg | T3= 46 °C  h3= 266 | T3’= 43 °C | T4 = 5°C |
| T1 = 24°C  h1=456 KJ/kg | T2 = 78°C  h2= 418 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Circuit hydraulique au condenseur | | Circuit aéraulique à l’évaporateur | |
| Débit d’eau | 0.6 l/mn | Débit air | 247 kg/h |
| Tee | 32.3 °C | Tas | 36 °C |
| Tes | 48.2 °C | Tae | 44 °C |

Puissance électrique absorbée Pe= 206 W

1. Déterminer la puissance de l’évaporateur et du condenseur
2. Vérifier le premier principe de thermodynamique
3. Calculer le COP réel et théorique
4. Calculer le COP de Carnot
5. Déterminer le rendement économique du cycle réel

Corrigé

**Exo1 : indications sans calculs**

1. Représenter le cycle sur le diagramme de R-134a : cycle régime sec de base ( point d’entrée du compresseur sur la courbe de la vapeur saturée, sans surchauffe des vapeurs)
2. Le point de mélange 4 a un titre à déterminer du cycle ou à calculer par la différence des enthalpies x= (h4-h5)/ (h1-h5) , le point 5 est sur la courbe liquide saturé
3. Quantités de chaleur échangées :

Le froid : Q0 = h1-h4

La chaleur évacuée vers la source chaude : Qc = h3-h2

Le travail du cycle : Wcycle = - (Q0+Qc)

1. Efficacité du congélateur : E = Q0/Wcycle
2. Efficacité réelle = P0/Pcompreseur avec pertes La puissance du compresseur réellement consommée doit etre supérieure à la puissance consommée en y ajoutant les pertes donc 760 W au lieu de 700 W.

**Exo2 :**

1. Puissance de l’évaporateur ;

P0 = mair x (has – hae) = mair x Cpairx(Tas – Tae) = 247/3600 (44-36)= 0.548 KW , avec Cp de l’ air égale à 1 KJ/kg.K

Puissance du condenseur :

Pc = meau x (hes– hee) = meaux Cpeaux(Tes – Tee) = 0.6/60x4.185x (48.2-32.3) = 0.665 KW , avec Cp de l’ eau égale à 4.185KJ/kg.K

1. Vérifier le principe d’équivalence ou premier principe :

Pe = P0 + Pc donc : Pc = Pe +P0 = 206 + 548 = 754 W , or Pc = 665 W, l’écart est du aux pertes.

1. Le COP

COPréel = Pc/Pe = 665/206 = 3.22

COPCarnot = Tc/(Tc-TF) avec Tc : température source chaude et T0 température source froide

Tc = 50 °C +273 et TF= 5°C+273

**Ces valeurs sont déterminées d’un tableau pression/température du fluide frigorigène lors des changements de phase  aux pressions du point 1 et du point 2, on ne prend pas en compte les surchauffe, désurchauffe et sous refroidissement (le tableau donné est réalisé par des mesures réelles et non du cycle théorique) : donc la vaporisation à 2.5 bar se fait à 5°C et la condensation à 12.2 bar se fait à 50°C. L’air et l’eau ne sont pas considérés comme les sources de chaleur, car leurs températures sont variables, se sont uniquement des agents thermodynamiques de transfert de chaleur.**

COP = 323/278 = 7.17

1. Le rendement économique du cycle réel : η= COPréei/ COPCarnot = 3.22/7.17 = 0.45