



كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم الطاقة الكهربائية
السنة الرابعة طاقات متجددة
الامتحان مقرر تطبيقات المضخات الحرارية
الفصل الثاني 2018-2019
اللاثين 2019/6/17
العلامة العظمى: 80 درجة
التوقيت 11.30-13.30

السؤال الأول: 20 درجات

أجب عن الأسئلة التالية:

- 1- قارن ما بين المنابع الحرارية المستخدمة في دارات المضخات الحرارية
- 2- اشرح مع الرسم سبب استخدام المبادل الحراري الاسترجاعي في دارات المضخات الحرارية الانضغاطية
- 3- اكتب مع الرسم علاقات الموازنة الحرارية والكتلية لوعاء الامتصاص في دورة التبريد الامتصاصية
- 4- ما هو التركيب الكيميائي للمركبات التالية: R-12، R-134، R-744

السؤال الثاني: 30 درجة

لدينا مضخة حرارية ماء - هواء لتدفئة صالة أفراح تعمل على الفريون R134 درجة حرارة غليان وسيط التبريد في المبخر $t_w = 0[^\circ C]$ والتكاثف $t_c = 50[^\circ C]$ تتم زيادة التسخين بمقدار $\Delta t = 10[^\circ C]$ وزيادة تبريد بمبادل حراري ويطلب مايلي :

- 1- أرسم دورة المضخة الحرارية مع تسمية العناصر ثم مثل الدارة على مخطط (Log P-h)
- 2- حدد نوع المنبع الحراري وحدد درجة حرارته
- 3- معامل أداء الدارة.

4- كمية تدفق وسيط التبريد إذا كانت استطاعة المكثف $Q_c = 60[KW]$.

5- تدفق الماء اللازم للمنبع الحراري في المبخر إذا كان تغير درجة حرارة الماء الداخل للمبخر $\Delta t_w = 8[^\circ C]$.

6- استطاعة المضخة اللازمة إذا كان ضاغط المضخة $H = 25[m]$ ومردودها $\eta_p = 0.80$.

7- استطاعة المروحة اللازمة لدفع الهواء الساخن إلى مكاتب العمل وتغير درجة حرارة الهواء

علماً أن : $\epsilon = 0.6$ ، $a = 7.41 \cdot 10^{-5} [\frac{KWh}{m^3}]$ ، $P_{Gw} = 0.06[KW]$ ، $C_{pw} = 3.6 \cdot 10^{-4} [\frac{KWh}{m^3 \cdot K}]$ ، $C_{pu} = 4.2 [\frac{KJ}{kg \cdot ^\circ C}]$

السؤال الثالث: 30 درجة

آلة تبريد امتصاصية تعمل على $H_2O / LiBr$ تستخدم بدارة انتاج ماء بارد $t_{a,w} = 7[^\circ C]$ ، ويوجد ماء بدرجة حرارة $t_{c,w} = 30[^\circ C]$ وماء بدرجة حرارة $t_{h,w} = 95[^\circ C]$ مع العلم أن جميع عمليات التبادل الحراري تتم بفارق $\Delta t_{min} = 5[^\circ C]$ علماً أن $r_o = 2485.8 [KJ/kg]$ والمطلوب :

1- أرسم الدارة وسم عناصرها ثم مثل الدارة على مخطط (LogP - 1/T) (التمثيل بدقة مع درجات الحرارة والضغوط)

2- حدد درجة الحرارة في المبخر والمكثف والمولد والمص (t_a, t_H, t_c, t_o)

3- حدد كمية وسيط التبريد وكمية المحلول (الغني والفقير) في الدارة من أجل $Q_o = 60[KW]$

4- حدد معامل الأداء عندما تعمل الدارة كمضخة حرارية إذا كان معامل الأداء التبريدي $\epsilon_o = 0.65$

5- يتم تسخين المياه في المكثف فتدخل بدرجة حرارة $t_{w1} = 25[^\circ C]$ وتخرج $t_{w2} = 30[^\circ C]$ يطلب مايلي :

- فرق درجة الحرارة الوسطي اللوغاريتمي

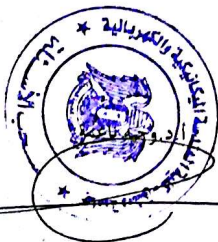
- كمية تدفق الماء اللازم للمكثف إذا كانت استطاعته $Q_c = 70[KW]$

- مساحة سطح التبادل الحراري إذا كان معامل انتقال الحرارة الكلي $K = 650 [W/m^2 \cdot K]$

- عدد الأنابيب إذا كان طول الأنبوب $L = 2[m]$ وفطر الأنبوب $d_o = 20[mm]$

دمشق 2019/6/17

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

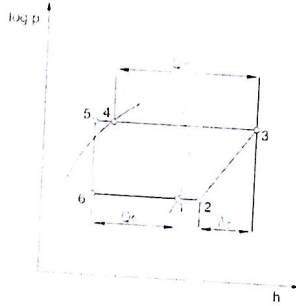


سليم تصحيح مقرر تطبيقات المضخة الحرارية - رابعة طاقات متجددة كهرباء - الدورة الفصلية الثانية 2018-2019

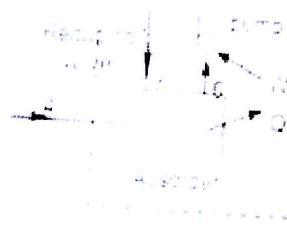
السؤال الأول 20 د - 4

5 ر - 1

المنبع	كمية الحرارة اللازمة	درجة حرارة المنبع	تكاليف استثمار المنبع	استهلاك الطاقة لنقل الحرارة
الهواء	متوفرة	متقلبة	منخفضة	منخفضة
المياه السطحية	متوفرة	مستقرة	متوسطة	متوسطة
المياه الجوفية	متوفرة	مستقرة	مرتفعة قليلاً	مرتفعة قليلاً
التربة	متوفرة	مستقرة	مرتفعة جداً	مرتفعة قليلاً
الطاقة الشمسية	بحاجة لخزان حراري	مرتفعة	مرتفعة	متوسطة



2- سبب استخدام المبادل الحراري هو الحصول على زيادة تسخين قبل البحر وزيادة تبريد بعد المكثف على نحو مجاني
إذا تعمل زيادة التسخين على حماية الضاغط من دخول قطرات سائل وسيط التبريد وحماية الضاغط من الصدمة الهيدروليكية
أما زيادة التبريد تعمل على زيادة الإنتاجية التبريدية وبالتالي زيادة معامل الأداء



$$m_r = m_d + m_a, m_s = m_4 + m_8 - 3$$

$$m_r \times \xi_r = m_d \times \xi_d + m_a \times \xi_a$$

$$Q_d + m_s \times h_s = m_4 \times h_4 + m_8 \times h_8$$

$$Q_d = m_d \times h_4 + m_a \times h_8 - m_r \times h_s$$

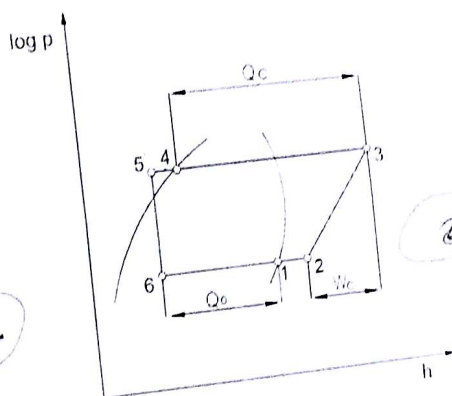
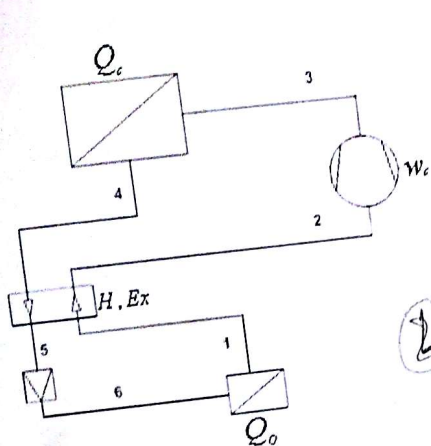
3- الفريون R12: ذرة كربون وذرتي كلور وذرتي فلور

الفريون R134: ذرتي كربون وذرتي هيدروجين وأربع ذرات فلور

R744: هو غاز CO2

السؤال الثاني: 30 درجة

-1



4

2- المنبع الحراري هو الماء

3- نوجد قيم الانثالبي من المخطط

النقطة	1	2	3	4	5,6
الانثالبي [Kj/kg]	698	708	739	572	562

نحدد قيمة انثالبي النقطة 5 من موازنة المبادل الحراري

$$i_1 - i_2 = i_4 - i_5 \rightarrow i_5 = 562 \text{ Kj/kg}$$

$$\dot{Q}_c = \frac{Q_c}{W_c} = \frac{i_1 - i_4}{i_3 - i_2} = 5.38$$

$$m = \frac{Q_c}{(i_2 - i_4)} = 0.36 \text{ kg/s}$$

$$\dot{Q}_o = m \times (i_1 - i_6) = 49 \text{ Kw}$$

$$M_w = \frac{Q_o}{C_w \times \Delta T_w} = 1.46 \text{ kg/s}$$

$$P = \frac{M_w \times H \times g}{\eta_p} = 448.4 \text{ w}$$

1

1

-4

-5

6

1

2

UNIVERSI
Faculté de
Mécanique

Choisi

A)

25.

26.

7.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

A.

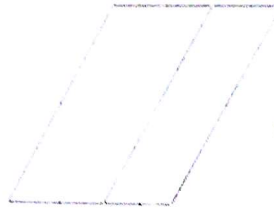
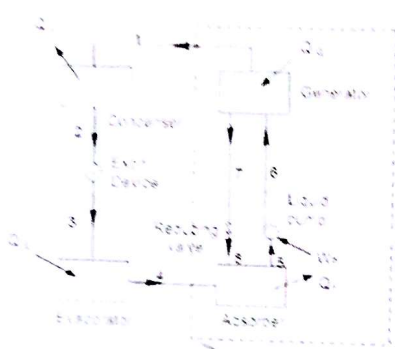
A.

A.

A.

A.

السؤال الثالث



$T(°C)$

2- درجة حرارة المبخر $t_{ev} = t_{ev,u} - 5 = 2^{\circ}C$

درجة حرارة المكثف ووعاء الامتصاص $t_c = t_s = t_{c,u} + 5 = 35^{\circ}C$

درجة حرارة المولد $t_g = t_{g,u} - 5 = 90^{\circ}C$

3- $m_d = \frac{Q_c}{r_o} = 0.024 kg/s$

من المخطط بدلالة درجات الحرارة نوجد تركيز المحلول الغني والفقير

$\xi_o = 0.34 kg/kg$, $\xi_r = 0.41 kg/kg$

ولدينا: $m_r = m_d + m_o$

$m_r \times \xi_r = m_d \times \xi_d + m_o \times \xi_o$

وبالحل المشترك للمعادلتين نحد أن:

$m_r = 0.226 kg/kg$, $m_o = 0.202 kg/kg$

$\epsilon_{sp} = \epsilon_{ref} + 1 = 1.65$

ويمكن حسابها باستخدام معادلة موازنة الطاقة ثم التعويض بالقانون $\epsilon_{sp} = \frac{Q_c + Q_d}{Q_g}$ ونحصل على نفس النتيجة

$\Delta T_m = \frac{\Delta T_{max} - \Delta T_{min}}{\ln \frac{\Delta T_{max}}{\Delta T_{min}}} = \frac{10 - 5}{\ln \frac{10}{5}} = 7.21^{\circ}C$

$M_o = \frac{Q_c}{C_o \times \Delta T_o} = 3.35 kg/s$

$A = \frac{Q_c}{\Delta T_m \times K} = 14.93 m^2$

$N = \frac{A}{\pi \times L \times d} = 118.87 \approx 119 pipe$

$L = \frac{A}{\pi \times N \times d} = 4.823 m$

-4

-5

