المحاضرة الأولى : " التبريد الصناعي "

الضغط: هو القوة العمودية المؤثرة على واحدة السطوح

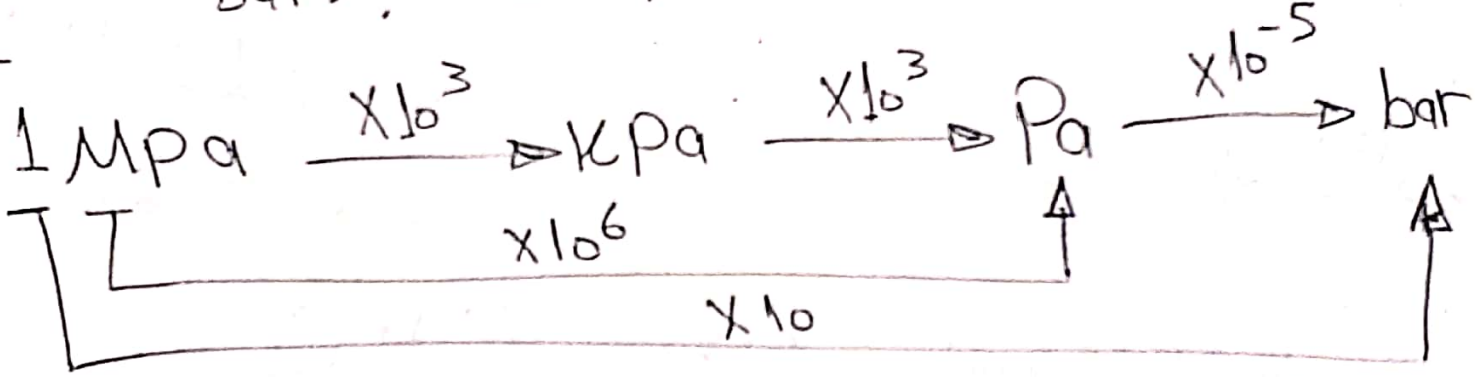
$$P = \frac{F}{A} \left(\frac{N}{m^2}\right)$$

الباسكال: $Pascal = \left(\frac{N}{m^2}\right)$: هو قوة عمودية مقدارها 1 N تؤثر على واحدة المساحة $1\ m^2$

أهم التحويلات :

فيما يلي نذكر بأهم تحويلات الضغط المستخدمة وفق الواحدات الدولية " الباسكال. البار bar ---- "

*



* $1\ bar = 10^5\ Pa = 750\ mm\ Hg$
* $1\ atm = 1{,}013\ bar = 760\ mm\ Hg$
* $1\ \frac{kg}{cm^2} = 9{,}81 \times 10^4\ Pa$
* $1\ \frac{kg}{m^2} = 9{,}81\ Pa$

log P ↑ "منطقة ..."

1 mmHg ⟵ 133,3 Pa كل

1 mmH2o ⟵ 9,81 Pa كل

أمثلة : ... مقياس ضغط موصول بعمود يعطي القراءة 340 KPa في موقع محدد ، ماهي القراءة مقدرة بـ

(bar - MPa - Pa)

$340 \times 10^{3} = 340000$ KPa

$340 \times 10^{-3} = 0,340$ MPa

$0,340 \times 10 = 3,40$ bar

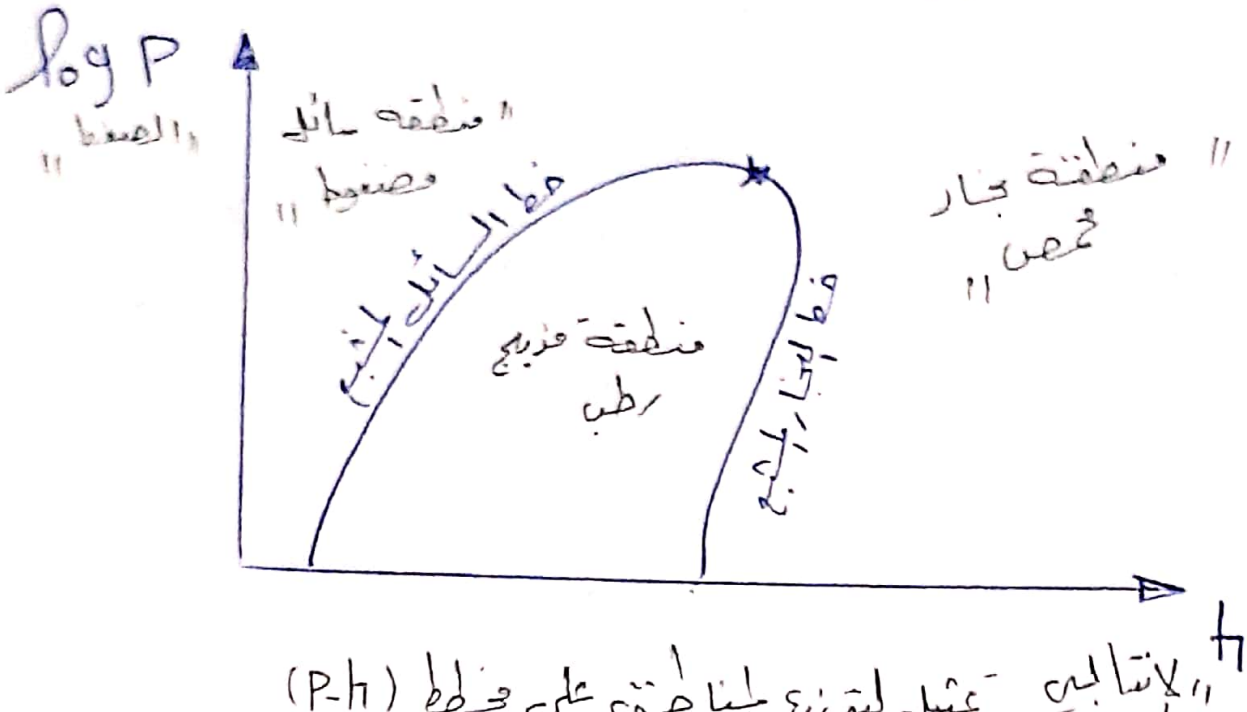
---

* المخططات البيانية لوسائط التبريد "المخططات المستخدمة" :

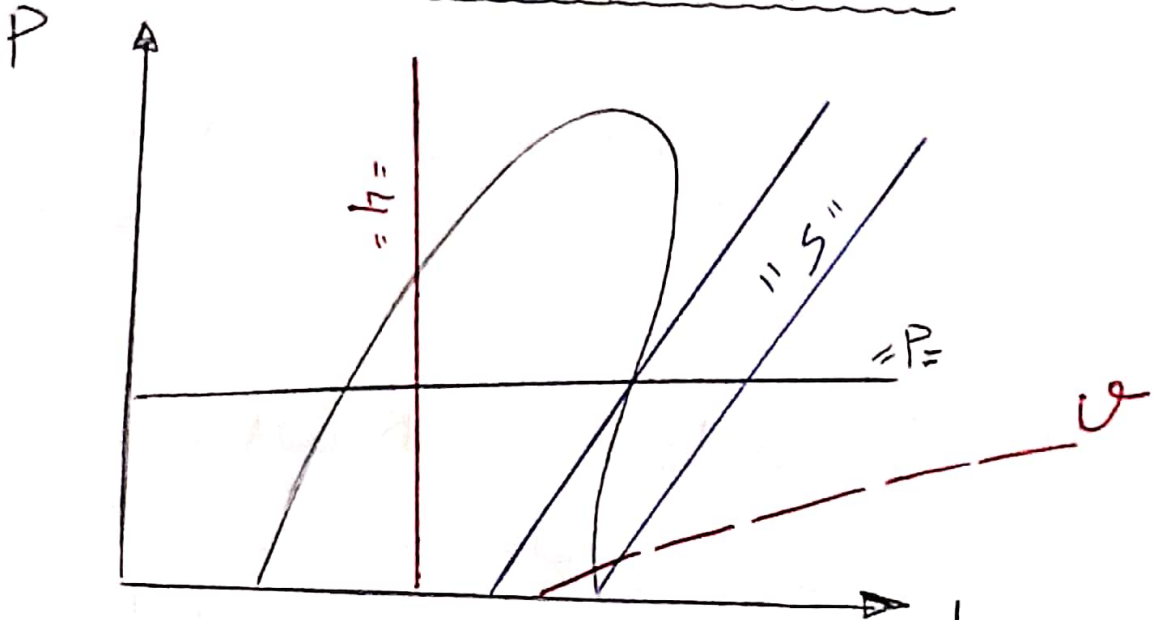
1 المخطط P-h "الضغط - الانتالبي"

2 المخطط T-S "درجة الحرارة - الانتروبي"

والأكثر استخداماً مخطط (P-S)



تمثيل لتوزع المناطق على مخطط (P-h)



تمثيل لخطوط العمليات على المخطط (P-h)

* الفريونات " هي مجموعة مركبات مشتقة من الميثان CH_4 والايثان C_2H_6 التي تدخل في تركيبها ذرات مختلفة من " الفلور - الكلور - الهيدروجين "

ولها الشكل: $C_n H_m Cl F A$

* دارة التبريد الانضغاطية العادية :

R

آحاد — عشرات — مئات

عدد ذرات الفلور "F" ← آحاد

عشرات ← عدد ذرات الهيدروجين (-1)

مئات ← عدد ذرات الكربون ⇐ (+1)

مثال (1) : $R_{22} = R_{o\,22}$

عدد ذرات الفلور ← F = (2)

عدد ذرات الهيدروجين (-1) ← H = 2 - 1 = 1

عدد ذرات الكربون ⇐ (+1) ← C = 0 + 1 = 1

المركب هو : $CHClF_2$ ثنائي فلور وحيد كلور الميثان .

مثال (2) $R_{13} = R_{o\,13}$

الآحاد 3 : عدد ذرات الفلور F = 3

العشرات 1 : (-1) هو عدد ذرات الهيدروجين H = 1 - 1 = 0

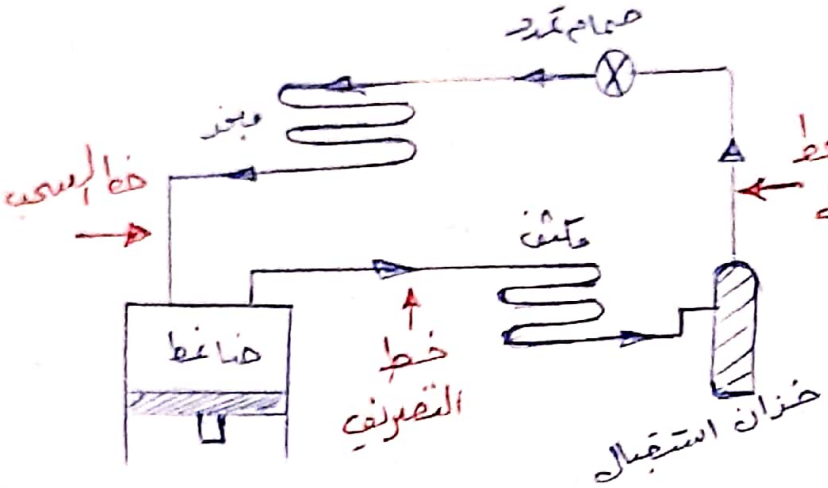
المئات 0 ، (+1) هو عدد ذرات الكربون C = 1 + 0 = 1

المركب هو : $C.Cl.F_3$.

---

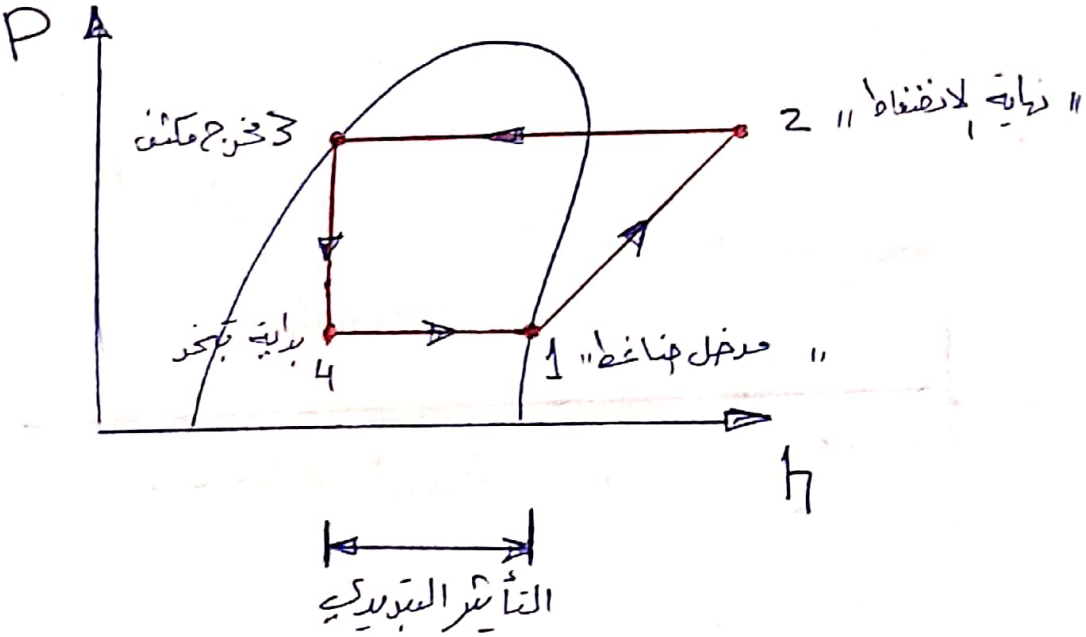
* دارة التبريد الانضغاطية البخارية :

* مخطط عنصري لدارة تبريد نظرية :



* فيما يلي رسم مخطط الضغط والإنتالبي لدارة تبريد نظرية :

ورسم مخطط الحرارة - الانتروبي

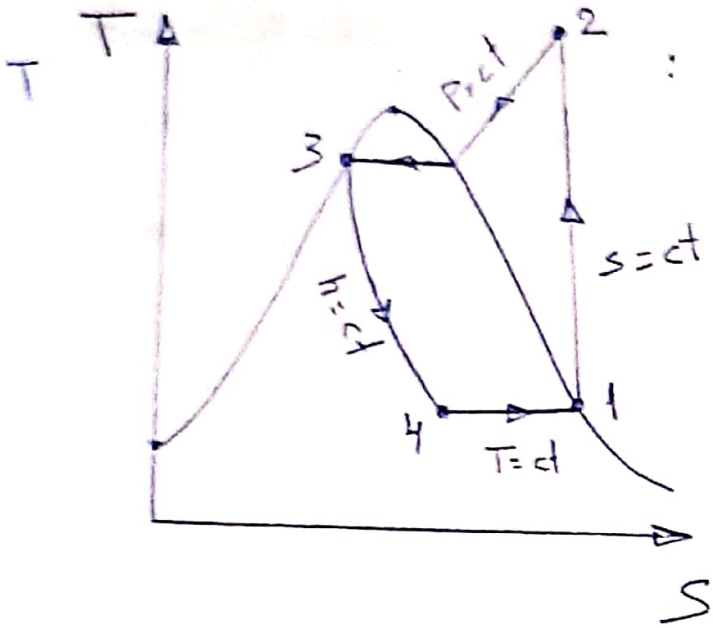


توضيح العمليات على الرسم : 2 → 1 انضغاط ايزنتروبي $S = const$

3 → 2 طرح الحرارة من المكثف $P = ct$

4 → 3 تمدد في صمام التمدد $h = ct$

1 → 4 امتصاص حرارة من الحيز المراد تبريده $P = ct$



• رسم الدارة على مخطط : (T-S)

2 → 1 الضغاط ايزوتروبي

$S_1 = S_2$

2 → 3 تبدد الحرارة من المكثف

3 → 4 التمدد بثبات الانتالبي h=ct

4 → 1 تبخير وكسب الحرارة

P=ct

ملاحظة : دائماً : العملية بصمام التمدد "⊗" تحت h=ct

العملية بالمبخر المكثف - المبادل - الرجل - المبرد

تكون تحت P=ct

العملية بالضاغط S=ct

أهم ما يطلب تحديده : في الدارة المثالية

- حرارة الممتصة : $Q_L = h_1 - h_4$

- الحرارة المطروحة : $Q_H = h_2 - h_3$

- العمل المضاف : $w_{in} = h_2 - h_1$

- معامل الأداء : $COP = \frac{q_L}{w_{in}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$

هام : - الحجم النوعي : هو حجم واحدة الكتلة ويعطى بالعلاقة :

$$v = \frac{V}{m} \quad \left(\frac{m^3}{kg}\right)$$

- الكتلة النوعية : مقلوب الحجم النوعي

$$\rho = \frac{1}{v} = \frac{M}{V} \quad \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

* تدفق وسيط التبريد :

• التدفق الحجمي :

$$\dot{V} = \dot{m} \cdot v \quad \left(\frac{m^3}{sec}\right)$$

حيث v : الحجم النوعي عند الدخول إلى الضاغط

• التدفق الكتلي :

$$\dot{m} = \frac{Q_o}{q_1 - 4} \quad \left(\frac{kg}{sec}\right)$$

حيث : Q_o هي استطاعة التبريد

• بعض التحويلات اللازمة :

* $1\ ton_{ref} = 3,516\ kw$

حيث " ton_{ref} " الطن التبريدي " هو معدل الانتقال الحراري الذي ينتج عنه تجميد أو ذوبان 1 طن من الثلج النقي عند " $0C^\circ$ " خلال 24 ساعة

* $1\ ton_{ref} = 50,4\ kcal/min$

* $1\ kcal = 4,186\ kJ$

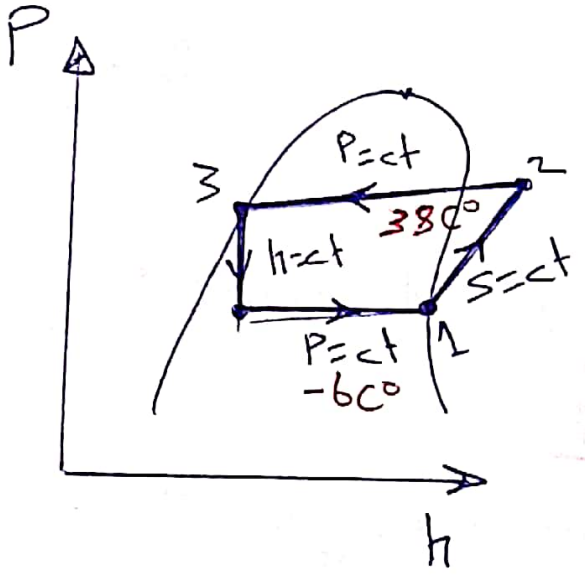
مسألة ١١١ : مجموعة تبريد تعمل على الفريون ٢٢ بدرجة حرارة التكثيف $t_c = 38°C$ ودرجة حرارة التبخر $t_e = -6°C$ ودرجة حرارة وسيط التبريد عند مدخل حمام التجمد $t = 38°C$

المطلوب: 1- ارسم دارة التبريد النظرية وحدد عليها النقاط الأساسية.

2- احسب التأثير التبريدي لـ 1Kg من وسيط التبريد.

3- احسب تدفق وسيط التبريد في الدقيقة إذا كانت سعة التبريد $1 ton_{Ref}$.

الحل:



$h_1 = 547,5 \ KJ/Kg$

$h_2 = 575 \ KJ/Kg$

$h_3 = 438 = h_4$

التأثير التبريدي: $q_{1-4} = h_1 - h_4$

$= 547,5 - 438 = 109,5$

$$\dot{m} = \frac{Q_o}{q_{1-4}} = \frac{100 \cdot 3,516}{109,5}$$

$= 0,321 \ Kg/sec$

$$\dot{m} = 0,321 \cdot 60 = 19,26 \ (Kg/min)$$

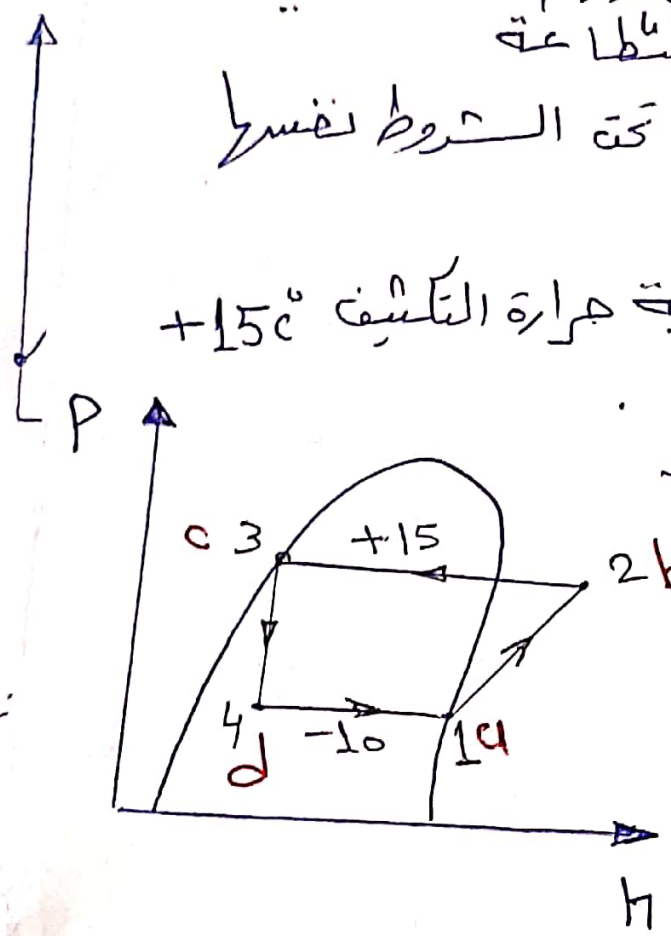
مسألة 2- احسب نسبة الفعالية لضاغطي المبرد الانسطاعة

- الأول يعمل على الأمونيا
- الثاني يعمل على الفريون R_{12}

تحت الشروط نفسها

درجة حرارة التبخير -10° ودرجة حرارة التكثيف +15°c

وذلك من أجل الاستطاعة نفسها.



الحل: الدارة الأولى (1234)

$-R_{12}-$

$h_1 = 548\ KJ/Kg$

$h_3 = h_4 = 410\ KJ/Kg$

$h_2 = 567\ KJ/KG$

$$q_{14} = h_1 - h_4 = 548 - 410 = 138 \frac{KJ}{Kg}$$

الدارة الثانية (abcd):

$h_d = h_c = 487,5\ KJ/Kg$ ، $h_a = 1665 KJ/Kg$

$h_b = 1750\ KJ/Kg$

$$q_{d-a} = 1665 - 487,5 = 1177,5 \frac{KJ}{Kg}$$

$\varepsilon'' = 0,077$ R_{12}

$\varepsilon'' = 0,419$ الأمونيا

1.9P

$$\Phi_{o_{R12}} = \dot{m} \cdot q_{4.1}$$

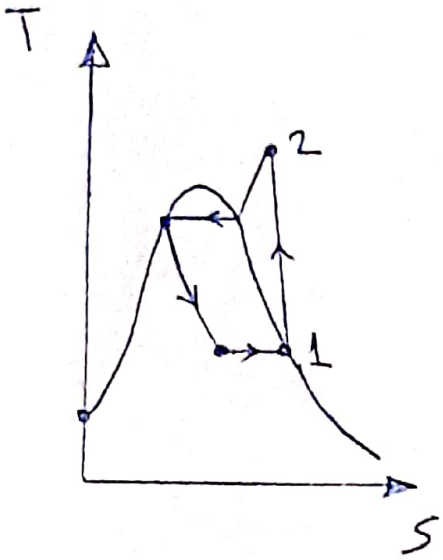
$$\Phi_{o_{NH3}} = \dot{m} \cdot q_{d.a}$$

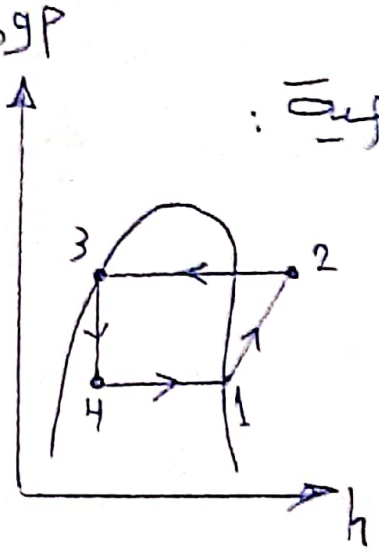
$$\frac{\Phi_{o_{R12}}}{\Phi_{o_{NH3}}} = \frac{\dot{m} \cdot q_{4.1}}{\dot{m} \cdot q_{d.a}} = \frac{\frac{\dot{V}}{v_{R12}} \cdot q_{4.1}}{\frac{\dot{V}}{v_{NH3}} \cdot q_{d.a}}$$

$$\frac{\Phi_{R12}}{\Phi_{o_{NH3}}} = \frac{\frac{1}{v_{R12}} \cdot q_{4.1}}{\frac{1}{v_{NH3}} \cdot q_{d.a}} = \frac{\frac{1}{0,077} \cdot 138}{\frac{1}{0,419} \cdot 1177,5}$$

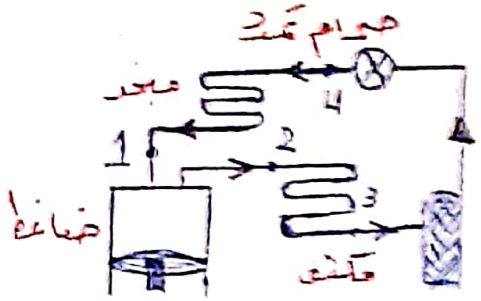
$$= 0,63$$

المحاضرة 12





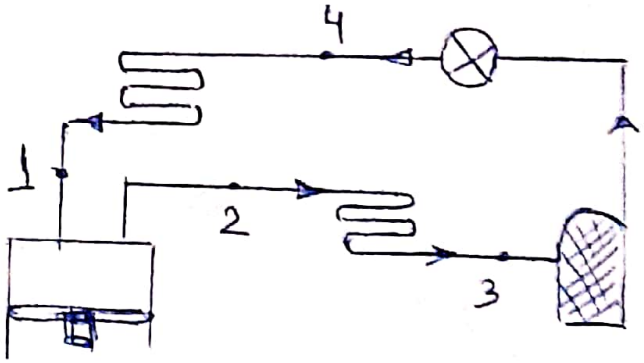
* دارة التبريد النموذجية :

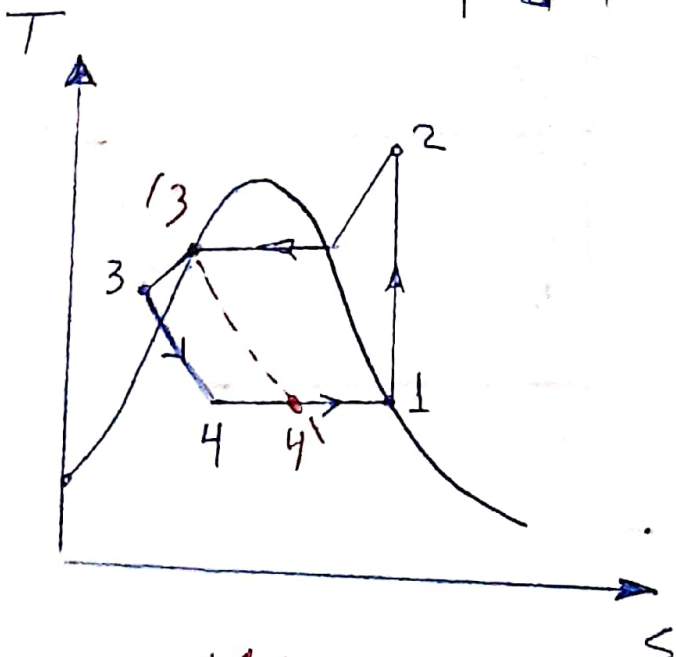


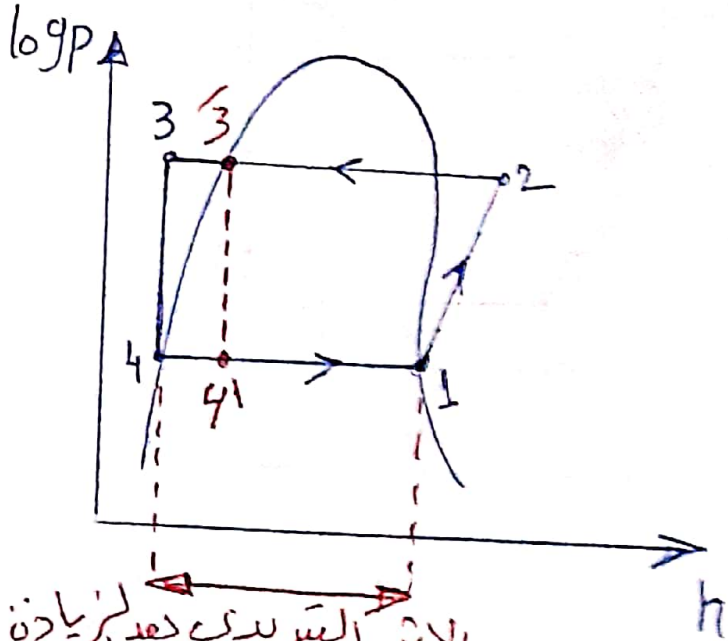
* طرق تحسين دارة الانضغاط الجاف :

1 زيادة الأثر التبريدي « كمية الحرارة المسحوبة من الحيز المراد تبريدة »

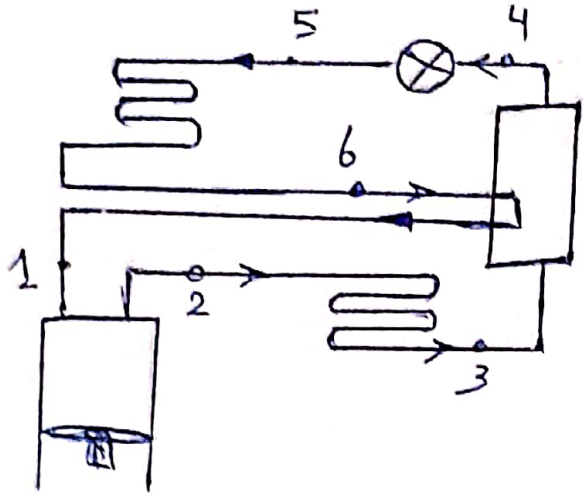
باستخدام مكثف نشيط ذي سطح تبريد بحيث يتبع تبريد تحتي :

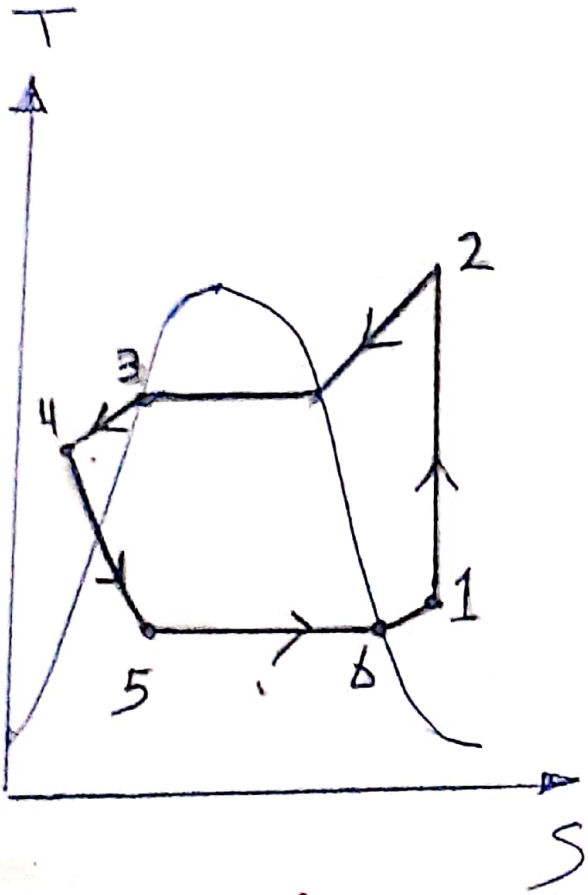


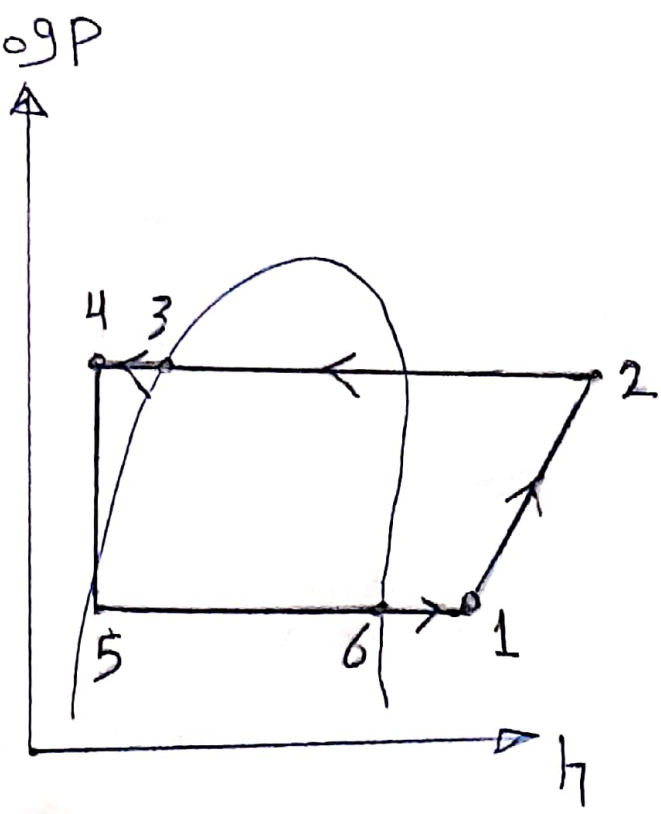




2 التبريد التعني للسائل وذلك عن طريق الاستفادة من درجة حرارة المائع رد البخار المشبع ١١١ الخارج من المبخر الباردة نسبياً والتي تقوم بسحب الحرارة من السائل المشبع الخارج من المكثف ذو درجة الحرارة الأعلى وذلك باستخدام مبادل حراري بعد المكثف.



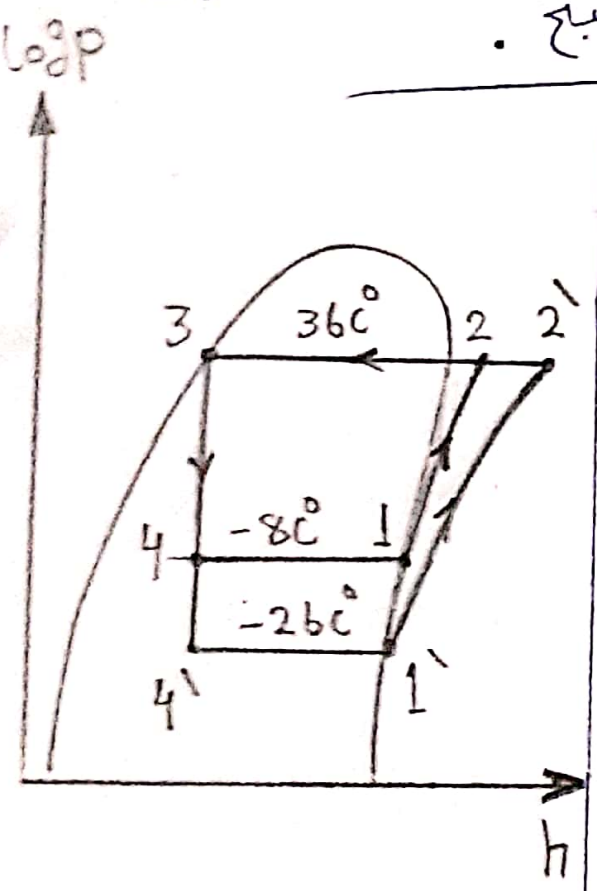




المحاضرة 13

مسألة: دارة تبريد بالاضغام الجاف تعمل على الأمونياك
تحت درجة حرارة تكثيف واحدة هي
$t_c = 36c^\circ$
ودرجة حرارة التبخير للدارة الأولى
$t_{e'} = -26c^\circ$
ودرجة حرارة التبخير للدارة الثانية
$t_e = -8c^\circ$
ومن أجل سعة تبريد مقدارها 20 ton $_{ref}$

المطلوب:
① احسب في الحالتين استطاعة الضاغط اللازم لكل منهما
② عامل الأداء للداريتين وماذا نستنتج.



الحل

عندما: $t_c = 36c^\circ$

$h_3 = h_4 = h_{4'} = 575 \frac{KJ}{Kg}$

عندما $t_{e'} = -26c^\circ$: $h_{1'} = 1640 \frac{KJ}{Kg}$

$h_{2'} = 2075\ KJ/Kg$

عندما $t_e = -8c^\circ$: $h_1 = 1660 \frac{KJ}{Kg}$

$h_2 = 1875\ KJ/Kg$

استطاعة الضاغط = عمل الضاغط X تدفق وسيط التبريد العابر للدارة

$$N_K = W_K \cdot G$$

$$G = \dot{m} = \frac{Q_0}{q_{41}}$$ علماً أن :

$$w_K = h_2 - h_1 = 1875 - 1660 = 215 \text{ KJ/KG}$$

$$\dot{m} = \frac{20 \cdot 3,516}{1660 - 575} = \frac{70,32}{1085} = 0,065 \frac{Kg}{sec}$$

$$\Rightarrow N_K = 215 \cdot 0,065 = 13,975 \text{ KW}$$

$$13,975 \times 1,36 = 19 \text{ HP}$$

ويعطى عامل الأداء :

$$\xi = \frac{q_{4-1}}{w_{1-2}}$$

$$\xi = \frac{1085}{215} = 5$$

للبارد إشارة سالبة حيث : $t_{\dot{e}} = -26 c^\circ$

$$w_K = h_{\dot{2}} - h_{\dot{1}} = 2075 - 1640 = 435 \frac{KJ}{Kg}$$

$$G = \dot{m} = \frac{20 \times 3,516}{1640 - 575} = \frac{70,32}{1065} = 0,066 \text{ kg/sec}$$

$$N_K = 435 \cdot 0,066 = 28,72 \text{ KJ/Sec}$$

$$= 30,04 \text{ HP}$$

121 $\xi = (1640 - 575) / 435 = 2,45$

نلاحظ أن عامل أداء الدارة 1234 افضل من عامل اداء 1234

أي بارتفاع حرارة التبخير ينقص عمل الضاغط ويزداد الأثر التبريدي وتتحسن عامل الإداء

النتيجة: من أجل درجة حرارة تكثيف واحدة ومن أجل الوسيط نفسه يزداد عامل الاداء للدارة ذات درجة حرارة التبخير العليا وذلك لزيادة الأثر التبريدي وانخفاض العمل المقدم.

مسألة 12/ : في دارة تبريد تعمل بالفريون (R12) ودرجة حرارة السائل عند الدخول إلى صمام التمدد ($t = 30^\circ C$) ودرجة حرارة التبخير ($t = -1^\circ C$)

المطلوب: ① احسب التأثير التبريدي.

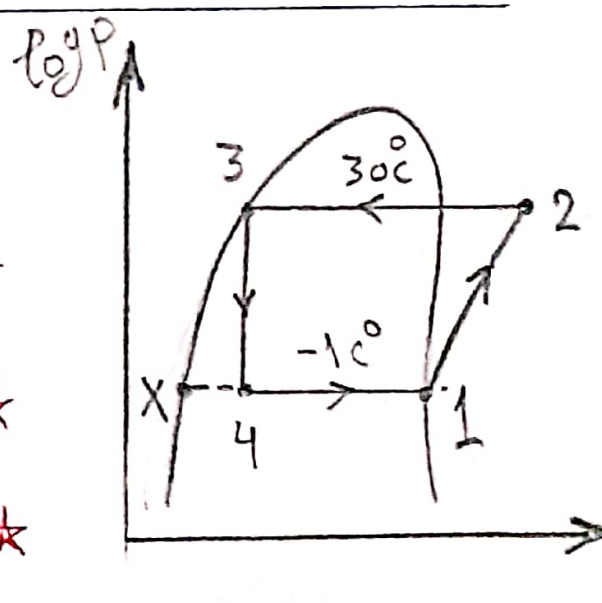
② احسب الضياع في التأثير التبريدي.

③ احسب حجم البخار المزاح في الدقيقة إذا كانت سعة التبريد ($5\ ton_{ref}$).

④ حساب عامل اداء الدارة.

الحل

$h_1 = 552$
$h_4 = 429$
$h_X = 399$
KJ/Kg



★ الضياع في الأثر التبريدي X → 4

★ حرارة الكمونة للتبخير X → 1

$$q_{1-4} = h_1 - h_4 = 552 - 429 = 123 \frac{KJ}{Kg}$$ [1]

[2] الضياع في الأثر التبريدي:

$$q_{4-X} = h_4 - h_X$$
$$= 429 - 399 = 30 KJ/Kg.$$

[3] حجم البخار المزاح في الدقيقة إذا كانت سعة التبريد 5 ton ref

$$\dot{m} = \frac{\dot{V}}{v_1} \Rightarrow \dot{V} = \dot{m} \cdot v_1$$

لدينا: (m^3/sec)

v_1 ← الحجم النوعي عند الدخول للضاغط (m^3/Kg)

التدفق الكتلي $\dot{m} = \frac{Q_o}{q_{4-1}} = \frac{5 \times 3,516}{123} = 0,15 \frac{Kg}{sec}$.

لدينا من الجداول: عند ($-1^\circ C$)

$$v_1 = \frac{0,056 + 0,059}{2}$$
$$= 0,057 \, m^3/Kg$$

$$\Rightarrow \dot{V} = 0,15 \cdot 0,057 = 8,15 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{sec}$$

بالدقيقة $\dot{V} = 8,15 \cdot 10^{-3} \cdot 60 =$ ☐ m^3/min

[4] عامل الأداء:

$$\xi = \frac{q_{14}}{w_{12}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = 6,56$$