البـــــاب الرابـــــــع

تطبيقات الديناميكا الحراريـــــــــــــة

1.4. مقدمـــــــــة

2.4 . تطبيقات وأمثلة محلوله على القانون الأول للديناميكا الحرارية

3.4. تمارين على القانون الأول للديناميكا الحرارية والقوانين العامة للغازات .

4.4. تطبيقات وأمثلة محلوله على القانون الثاني للديناميكا الحرارية وتتضمن – الانثالبيا – الانتروبيا – دورة كارنو – العمليات العكسية – الحرارة النوعية .

5.4. تمارين ومسائل على القانون الثاني للديناميكا الحرارية والمحطات الحرارية والتوربينات البخارية .

4 . 1 . مقدمة

أشـــرنا سابقا أن علم الديناميكا الحرارية (Themodynamics) هو أحد فروع العلوم الطبيعية التطبيقية التي تتعامل مع الظواهر المختلفة للطاقة ، وقوانين تحويلاتها وخواص الحرارة إلى صورة أخرى من الطاقة وبالعكس .

أن هـــذا الكتاب مخصص أساساً لطلبة الجامعات والمعاهد العليا وخصوصاً الطلبة الذين يدرسون الهندسة بمختلف فروعها في المراحل الجامعية الأولى لذلك تـــم فـــي هذا الباب عرض جزء كبير من الأمثلة المحلوله والتي تساعد المبتدئ والطـــالب فـــي معرفة تطبيقات وطرق حل المسائل المتنوعة والخاصة بالديناميكا الحرارية .

وقد روعي قبل كل شئ عند اختيار هذه الأمثلة والتطبيقات أن تكون كاملة وشاملة وان تعطي صورة كافية عن الطرق الأساسية اللازمة في مجالات تطبيق هذا العلم بشكل واضح ومبسط .

ولقـــد تضـــمن هذا الباب طرق مفصلة وخطوات واضحة في الحل ، كما تحتوي حلول المسائل على إرشادات وملاحظات تساعد الطالب عند دراسته بدون مدرس وخاصة المسائل المتعلقة بالقانون الأول والثاني للديناميكا الحرارية ،وكذلك مسائل غير محلوله عن كل من الطاقة الداخلية ، والانثالبيا والأنتروبيا وغيرها .

وعند دراسة هذا الباب وطرق الحلول للمسائل المختلفة ومتابعة الخطوات والإرشـــادات سيتعلم الطالب كيفية استخدام جد وال الضغط والحرارة ، وجداول الضغط والحرارة معاً ، وغيرها من الجداول الأخرى المستخدمة في علم الديناميكا الحرارية .

4 .2. تطبيقات وأمثلة محلولة عن القانون الأول للديناميكا الحرارية

مثال (4_1)

خـــــزان يحتوي على مائع يقلب بمجداف الشغل المعطى للمجداف هو 5090 كيلو جول والحـــــــرارة المنتقلة من الخزان هي 1500 كيلو جول ، بأعتبار الخزان والمائع منظومة أحسب التغيير في الطاقة الداخلية للمنظومة .

القانون الآول للديناميكا الحرارية كالتالي :

$$_1Q_2 = U_2 - U_1 + m\frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2} + mg(Z_2 - Z_1) + {}_1W_2$$

وحيث إنه لايوجد تغير في أى من طاقة الحركة وطاقة الوضع فإن المعادلة السابقة تختصرالى

$$_1Q_2 = U_2 - U_1 + {}_1W_2$$
$$-1500 = U_2 - U_1 - 5090$$
$$U_2 - U_1 = 3590kJ$$

مثال (4-2)

منظومة مكونة مـــن حجر كتلته 10 كيلوجرامات ووعاء يحتوي 100 كيلوجرام ماء كان الحجـــر في البداية على ارتفاع 10.2 أمتار فوق سطح الماء ، وكان الحجر والماء عند نفس درجـــة الحـــرارة ، بعد ذلك سقط الحجر في الماء ، أحسب التغير في الطاقة الداخلية وطاقة الحـــركة وطاقـــة الوضـــع ، وكذلك الحرارة المنتقلة والشغل المبذول في تغير الحالات التالية مفترضاً أن عجلة التثاقل القياسية $9.80665\ m/s^2$

الحـــــــــــــل :ـــ

1ـــ عند اللحظة التي كان الحجر فيها على وشك الدخول للماء

2ـــ عندما يصبح الحجر في حالة سكون بالوعاء

3ـــ بعدما انتقلت الحرارة الى المحيط بكمية معينة ، بحيث إن الحجر والماء عادا الى درجة الحرارة الابتدائية .

يقول القانون الأول للديناميكا الحرارية إن :

$$_1Q_2 = U_2 - U_1 + m\frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2} + mg(Z_2 - Z_1) + {}_1W_2$$

1ـ عند اللحظة التي كان الحجر فيها على وشك الدخول للماء بفرض عدم انتقال حرارة من الحجر ، أوإليه في أثناء سقوطه نستخلص أنه في أثناء التغير من الحالة الابتدائية الى الحالة النهائية عند لحظة ملامسة الحجر للماء

$$_1Q_2 = 0$$
$$_1W_2 = 0$$
$$\Delta U = 0$$

وبهـــــــــــذا يختصر القانون الأول إلـــــى :ـ

$$-\Delta KE = \Delta PE = mg(Z_2 - Z_1)$$
$$= 10kg \times 9.80665\frac{m}{s^2} \times (-10.2m)$$
$$= -1000\text{J} = -1k\text{J}$$
$$\Delta Ke = 1k\text{J} and \Delta PE = -1k\text{J}$$

2ـ عندما يصبح الحجر في حالة سكون بالوعاء

$$_1Q_2 = 0$$
$$_1W_2 = 0$$
$$\Delta KE = 0$$

إذن

$$\Delta PE = -\Delta U = mg(Z_2 - Z_1) = -1KJ$$
$$\Delta U = 1kJ \text{ , } \Delta PE = -1KJ$$

3ـ بعد أن انتقلت كمية كافية من الحرارة بحيث عاد الحجر والماء الى درجة الحرارة الابتدائية نستخلص ان (رمز)Δu= صفر وبهذا فإنه في هذه الحالة

$$\Delta U = 0 \qquad \Delta KE = 0 \qquad {}_1W_2 = 0$$
$${}_1Q_2 = \Delta PE = mg(Z_2 - Z_1) = -1kJ$$

مثال (4-3)

وعاء حجمه $5\,m^3$ يحتوي على $0.05\ m^3$ من الماء المشبع ، وعلى $4.95\ m^3$ من بخار المـــاء المشبع في ضغط 0.1 ميجابسكال انتقلت الحرارة حتى أصبح الوعاء مملوءاً بالبخـــار المشبع ، أحسب الحرارة المنتقلة في هذا الاجراء

أعتبـــر أن الكتلـــة الكلية فـــي هذا الوعاء هي المنظومة ، وبهذا يكون القانون الأول لهذا الإجراء كالتالي:ـ

الحـــــــــل :ـ

$$Q = U_2 - U_1 + m\frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2} + mg(Z_2 - Z_1) + {}_1W_2$$

ونظـــراً لأنه لاتوجد تغيرات في طاقة الحركة ، أو طاقة الوضع ، فإن المعادلة السابقـــة تختصر إلـــى :

$${}_1Q_2 = U_2 - U_1 + {}_1W_2$$

وإضافة على هذا فإن الشغل المبذول في هذا الإجراء يساوي صفراً ، وبـــهـــذا فإن

$${}_1Q_2 = U_2 - U_1$$

وخـــواص الديـــناميكا الحـــرارية يمكن أن تقرأ من جداول البخار وتكون الطاقـــة الداخلية الابتدائية U_1 هي مجموع الطاقة الداخلية للسائل والبخار أى

$$U_1 = m_{1liq}u_{1liq} + m_{1vap}u_{1vap}$$

$$m_1 liq = \frac{v_{1liq}}{u_f} = \frac{0.05}{0.001\ 043} = 47.94kg$$

$$m_{1vap} = \frac{V_{vap}}{u_g} = \frac{4.95}{1.6940} = 2.92kg$$

$$U_1 = 47.94(417.36) + 2.92(2506.1) = 27326kJ$$

ولـتحديد u_2 تلزمنا معرفة خاصيتين من خواص الديناميكا الحرارية ، حيث إن هذا يحدد الحالةالـنهائية ، والخاصيتان اللتان نعرفهما هما كسر الجفاف $x = 100\%$ والحجم النوعي النهائي u_2 والذي يمكن تعيينه مباشرة

$$m = m_{1liq} + m_{1vap} = 47.94 + 2.92 = 50.86kg$$

$$u_2 = \frac{V}{m} = \frac{5.0}{50.86} = 0.09831m^3/kg$$

وبـتحديد القيـم البيـنية مـن جداول البخار نجد أن الضغط يساوي 2.05 ميجابسـكال و$Vg = 0.09831m^3/kg$ أى إن الضغـــــط النهائـــي للبخار يكون 2.03 ميجابسكال وبهـــــــــذا تكـــــــــون

$$u_2 = 2600.5kJ/kg$$

$$u_2 = mu_2 = 50.86(2600.5) = 132261kJ$$

$$_1Q_2 = u_2 - u_1 = 132261 - 27326 = 104935kJ$$

مثال (4.4)

أسطوانة بها مكبس حجمها $0.1m^3$ وتحتوي على 0.5 kg بخار عند ضغط 0.4 Mpa انتقلت الحرارة للبخار حتى وصلت درجة الحرارة $300\ C^{\circ}$ على حين كان الضغط ثابتـــاً .

أحسب انتقال الحرارة والشغل لهذا الاجراء

لهذه المنظومة يمكن إهمال الطاقة الداخلية وطاقة الوضع ، وبهذا فإن

$$_1Q_2 = m(u_2 - u_1) + {}_1W_2$$

$$_1W_2 = \int_1^2 pdV = p\int_1^2 dV = p(V_2 - V_1) = m(P_2V_2 - P_1V_1)$$

وبهـــــذا

$$_1Q_2 = m(u_2 - u_1) + m(P_{2V_2} - P_{1V_1}) = m(h_2 - h_1)$$

$$V_1 = \frac{V_1}{m} = \frac{0.1}{0.5} = 0.2 = 0.001 \quad 084 + X_1\, 0.4614$$

$$x_1 = \frac{0.1989}{0.4614} = 0.4311$$

$$h_1 = h_1 + x_1 h_{fg}$$

$$= 604.74 + 0.4311 \times 2133.8 = 1524.6$$

$$h_2 = 3066.8$$

$$_1Q_2 = 0.5(3066.8 - 1524.6) = 771.1kJ$$

$$_1W_2 = mp(u_2 - u_1) = 0.5 \times 400(0.6548 - 0.2)$$

$$= 91.0kJ$$

وهكـــــــــذا يكـــــــون :ـ

$$U_2 - U_1 = {}_1Q_2 - {}_1W_2 = 771.1 - 91.0 = 680.1kJ$$

كان بإمكاننا أيضاً أن نحسب انتقال الحرارة من u_1 وu_2 كالآتـــــــي

$$u_1 = u_f + x_1 u_{fg}$$

$$= 604.31 + 0.311 \times 1949.3 = 1444.6$$

$$u_2 = 2804.8$$

إذن

$$_1Q_2 = 0.5(28048 - 144406) + 91.0 = 7711kJ$$

مثال (4-5)

قدر الحرارة النوعية عند ثبوت الضغط لبخار عند 0.5 pa و 375 C ، بأعتبار تغير الحالة عند ثبوت الضغط ، فإن المعادلة

$$C_p = (\frac{\Delta h}{\Delta T})_p$$

ومن جـــــداول البخـــار نجـد :

عند 0.5 MPa و 350 C° و h = 3167.7

عند 0.5 MPa و 400 C° و h = 3271.9

وحيث إننا نريد C_p عند 0.5MPa و375C° فإن :ـ

$$C_p = \frac{104.2}{50} = 2.084 kJ/kgk$$

مثال (4-6)

احســب التغير في الإنثالبي إذا سخن 1kg من الاكسجين من 300k° الى 1500k° مفترضاً أن الأكسجين سيتبع سلوك الغاز المثالي .

بأستعمال معادلة الحرارة النوعية من الجداول ثم بتكامل هذه المعادلة نحصل على

$$h_2 - h_1 = \int_{T_1}^{T_2} C_{P0}\, dT = \int_{\theta_1}^{\theta_2} C_{p0}(\theta) \times 100\, d\theta$$

$$\bar{h}_{1500} - \bar{h}_{300} = 100\left(37.432\theta + \frac{0.020102}{2.5}\theta^{2.5} + \frac{178.57}{0.5}\theta^{-0.5} - 236.88\theta^{-1}\right) \Big|_{\theta_1 = 3}^{\theta_2 = 15}$$

$$= 40525 kJ/kmol$$

$$h_{1500} - h_{300} = \frac{\bar{h}_{1500} - \bar{h}_{300}}{M} = \frac{40525}{32}$$

$$= 1266 kJ/kg$$

وتعرف الحرارة النوعية المتوسطة لأي إجراء بالعلاقة الآتية :ـ

$$C_{p(av)} = \frac{\int_{T1}^{T2} C_p dT}{T_2 - T_1}$$

وعلى ذلك فالحرارة النوعية المتوسطة للمثال (4ـ6) هي

$$C_{p(av)} = \frac{1266 kJ/kg}{(1500 - 300)k} = 1.055 kJ/kgk$$

مثال (4 -7)

أسطوانة بها مكبس حجمها الابتدائي $0.1\ m^3$ وتحتوي على نتروجين عند $150\ kPa$ و $25\ C^\circ$ ، تحرك المكبس ضاغطاً النتروجين حتى وصل الضغط $1\ MPa$ ودرجة الحرارة $150C^\circ$ في أثناء الانضغاط انتقلت حرارة من النتروجين وبذل شغل على النيتروجين قدره $20\ kJ$ ، أحسب كمية انتقال الحرارة

الحـــــــــل :ـ

سنعتبر النتروجين هو المنظومة وسنفترض غاز مثالي وسنهمل التغير في طاقتي الحركة والوضع :ـ

من القانون الأول :

$$_1Q_2 = m(u_2 - u_1) + {}_1W_2$$

ومن علاقة الخواص

$$P_v = RT \quad ; \quad u = f(T)$$

يمكن إيجاد كتلة النيتروجين من معادلة الحالة إذا علمت قيمة R من الجدول كالاتي :ـ

$$m = \frac{p}{RT} = \frac{150 \times 0.1}{0.2968 \times 298.15} = 0.1695kg$$

وبافتراض ثبوت الحرارة النوعية كما هو معطي بالجدول

$$_1Q_2 = mC_{v0}(T_2 - T_1) + {}_1W_2$$
$$= 0.1695(0.7448)(150 - 25) - 20.0$$
$$= 15.8 - 20.0 = -4.2kJ$$

مثال (4-8)

أثناء شحن مركم كان التيار 20 أمبير وفرق الجهد 12.8 فولت ، إذا كان معدل انتقال الحرارة من المركم 10 وات فبأى معدل تزداد الطاقة الداخلية ؟

الحـــــــــل

حيث إن التغيرات في طاقة الحركة والوضع غير ذات دلالة ، إذن يمكن كتابة القانون الأول كمعادلة معدل في الصورة

$$\dot{Q} = \frac{dU}{dt} + \dot{W}$$
$$\dot{W} = -\mathcal{P}_i = -20 \times 12.8 = -256W$$

وهكـــــــــــــذا فإن :ـ

$$\frac{dU}{dt} = \dot{Q} - \dot{W} = -10W - (-256) = 246 J/s$$

مثال (4-9)

ينساب هـــــواء في ماسورة قطرها $0.2\ m$ بسرعة منتظمة قدرها $0.1\ m/s$ إذا كانت درجة حـــــــــــرارة وضغط الهواء هما $25\ C^{\circ}$ و $150\ KPa$ ، أحسب معدل انسياب الكتلة من المعادلة

الحـــــــــــل

$$m = p\alpha\ V = \frac{\alpha V}{v}$$

وباستعمال قيمة R للهـــــــواء مـــــن الجداول

$$v = \frac{RT}{p} = \frac{0.287 \times 298.15}{150} = 0.5705 m^3/kg$$

ومساحـــــة مقطـــــع الانسياب هـــــي :ـ

$$A = \frac{\pi}{4}(0.2)^2 = 0.0314 m^2$$

وبهـــــــــــــذا تكـــــــــــــون :ـ

$$\dot{m} = \frac{0.0314 \times 0.1}{0.5705} = 0.0055 kg/s$$

مثال (4-10)

في توربين بخاري كان معدل الكتلة المنسابـــة $1.5\ Kg/s$ ، وكان انتقال الحرارة مـــن التربين $8.5\ KW$. أحسب القدرة التي ينتجها هذا التربين بأستعمال المعلومات التالية للبخار الداخل والخارج من التربين

	ظروف المدخل	ظروف المخرج
الضغط	$2.0\ MPa$	$0.1 MPa$
درجة الحرارة	$350\ C^{\circ}$	
كسر الجفاف		100%
السرعـــة	$50\ m/s$	$200\ m/s$
الإرتفاع فوق مستوى اساس –	$6\ m$	$3\ m$
g = 9.8066متر/ ثانية 2		

أعتبرسطحاً محكوماً حول التربين كما هو موضح بشكل (4–10) يتضح من المعلومات المتاحة إمكان افتراض أن هذا هوأجراء انسياب مستقر في حالة استقرار وحيـــــث إن الانسياب يدخل عند نقطة واحـــدة ويخـــرج عـــند نقطة واحدة فإن معادلة القانون الأول تعطي بالمعادلة

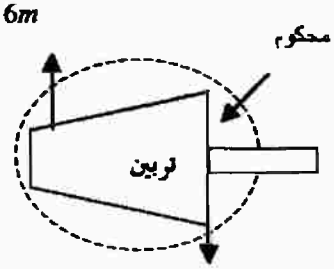
$\dot{m}_i = 1.5kg/s$

$p_i = 2.MPa$

$T_i = 350\ \ c^o$

$v_i = 50m/s$

$Z_i = 6m$



الشكل (4-1)

$\dot{m}_e = 1.5kg$

$p_e = 0.1MPa$

$x_e = 100\%$

$V_e = 200m/s$

$Z_e = 3m$

$-5.667 + 3137 + 1.25 + 0.059$

$= 2675.5 + 20.0 + 0.029 + w$

$437.11kj/kg$

$W_{c.v} = 1.5kg/s \times 437.11kj/kg = 655.7kW$

$Q_{cv} + m(h_i + \frac{V_1^2}{2} + gZ_1) = \dot{m}\,(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e) + W_{c.v.} = -8.5\ KW$

$h_1 = 3137.0kJ/kg(from\ldots the\ldots steam\ldots tables$

$\frac{V_1^2}{2} = \frac{50 \times 50}{2 \times 1000} = 1.25kJ/kg$

$gZ_1 = \frac{6 \times 9.8066}{1000} = 0.059kJ/kg$

وكـــــــذلك فـــــــإن

$$h_e = 2675.5 kf/kg$$

$$\frac{V_e^2}{2} = \frac{200 \times 200}{2 \times 1000} = 20.0 kf/kg$$

$$gZ_e = \frac{3 \times 9.8066}{1000} = 0.029 kf/kg$$

وهكذا ، فبا لتعويض في المعادلة

$$-8.5 + 1.5(3137 + 1.25 + 0.059)$$

$$= 1.5(2675.5 + 20.0 + 0.029) + \dot{W}_{CV}$$

$$\dot{W}_{CV} = -8.5 + 4707.5 - 4043.3 = 655.7 kW$$

وإذا استعملنا المعادلة فسنوجد أولاً الشغل لكل كيلو جرام من المائع المنساب كالتالي :ـ

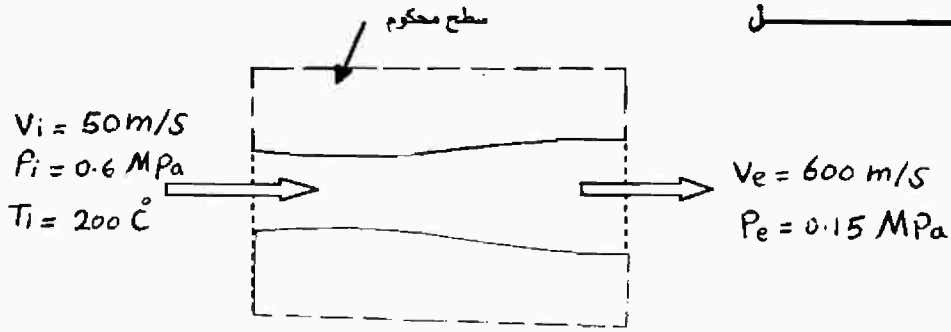
$$q + h_1 + \frac{V_1^2}{2} + gZ_1 = h_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e + w$$

$$q = \frac{-8.5}{1.5} = -5.667 kJ/kg$$

مثال (4-11)

يدخل بخار عند ضغط 0.6 MPa ، ودرجة حرارة 200 C° بوقاً معزولاً بسرعة 50 m/S ويغادره عند ضغط 0.15 MPa وسرعة 600 m/S ، أوجـــد درجة الحرارة النهائية للبخار إذا كان محمصاً ، وكسر الجفاف إذا كان مشبعاً

الحـــــــــــل



شكل 5ـ13 رسم توضيحي للمثال 4ـ11

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2} = h_e + \frac{V_e^2}{2}$$

$$h_e = 2850.1 + \frac{(50)^2}{2 \times 1000} - \frac{(600)^2}{2 \times 1000} = 2671.4 kJ/kg$$

خاصـــيتا المـــائع المعروفتان الآن هما الضغط والانثالبي ، وبذا فقد تحددت حالة المائع ، ولما كانت h_e أقل من h_g عند $0.15\ MPa$ يمكن حساب كسر الجفاف كالآتـــي

$$h = h_g - (1-x)h_{fg}$$

$$2671.4 = 2693.6 - (1-x_e)2226.5$$

$$(1-x_e) = \frac{22.2}{2226.5} = 0.010$$

$$x_e = 0.99$$

مثال (4-12)

يستخـــدم الفريون – 12 فـــي منظومة تبريد يدخل الفريون الضاغط عند ضغط $150KPa$ ، ودرجـــة حرارة $10\ C^\circ$ ويترك الضاغط عند ضغط $1\ MPa$ ودرجة حـــرارة $9\ C^\circ$ معـــدل انسياب الكتلة هـــو $0.016\ Kg/S$ والقدرة اللازمة لإدارة الضاغط هي $1\ KW$.

يدخل الفريون بعد خروجه من الضاغط الى مكثف مبرد بالماء عند ضغط $1\ MPa$ ودرجـــة حرارة $80C^\circ$ ويغادره كسائل عند ضغط $0.9\ MPa$ ودرجة حرارة $35C^\circ$ ، يدخل الماء للمكثف عند درجة حرارة $10\ C^\circ$ ويغادره عند $20C^\circ$ ، احسب مايلي :ـ

1ـ معدل انتقال الحرارة من الضاغط

2ـ معدل انسياب مياه التبريد خلال المكثف

اعتـــبـــر أولاً تحليلاً للحجم المحكوم للضاغط في هـــــذه الحالة يكون افتراض الانسياب مستقراً ، وفي حالة افتراضاً معقولاً

$$w = \frac{-1}{0.016} = -62.5kJ/kg$$

ومن جـــــــــــداول الفريون –12 نجـد أن :ـ

$$h_1 = 184.62kJ/kg \ldots\ldots h_e = 240.10kJ/kg$$

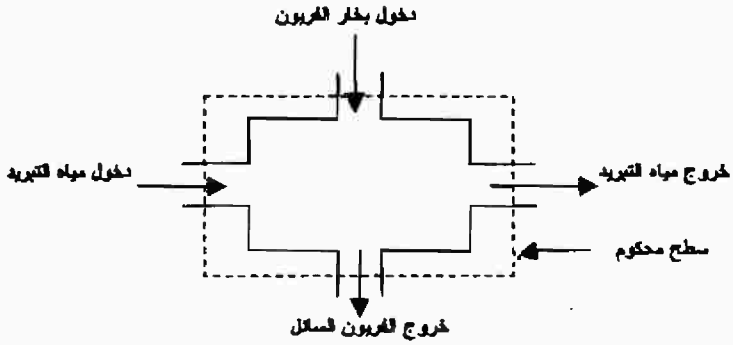
وحيث إن سرعـــــة دخول البخار الى الضاغط منخفضة ، ولاتختلف كثيراً عن سرعة الخروج ، فيمكن إهمال التغير في طاقة الحركة ، وكذا التغير في طاقة الوضع ، وبهذا يختصر القانون الأول للحد الاجراء إلى المعادلة التالية :ـ

$$q + h_1 = h_e + w$$

$$q = 240.10 - 62.5 - 184.62 = -7.02kJ/kg$$

$$\dot{Q}_{cv} = 0.016kg/s \times (-7.02kJ/kg) = -0.1123kw$$

بعـد ذلك اعتبر تحليل الحجم المحكوم للمكثف ، واعتبر أن الإجراء هو إجراء انسياب مستقر في حالةالاستقرار ، الرسم التخطيطي للمكثف مبين بشكل



$$\sum \dot{m}_i h_i = \sum \dot{m}_e h_e$$

وفي هذه الحالة يوجد تياران يدخلان للمنظومة ، وتياران يخرجان منها ، وباستعمال الرمز السفلي r لسائل التبريد و w للماء إذن

$$\dot{m}_r (h_i)_r + \dot{m}_w (h_i)_w = \dot{m}_r (h_e)_r + \dot{m}_w (h_e)_w$$

ومـــــن جـــــداول الفريون 12 والبخار نجـــــــد أن :ـ

$$(h_i)_r = 232.74 kJ/kg \ldots (h_i)_w = 42.01 kJ/kg$$
$$(h_e)_r = 69.49 kJ/kg \ldots (h_e)_w = 83.96 kJ/kg$$

بحل المعادلة المذكورة آنفاً لاستخراج معدل انسياب الماء $\dot{m}_w$ نجـــــد أن

$$\dot{m}_w = \dot{m}_r \frac{(h_i - h_e)_r}{(h_e - h_i)_w} = 0.016 kg/s \frac{(232.74 - 69.49) kJ/kg}{(83.96 - 42.01) kJ/kg} = 0.0623 kg/s$$

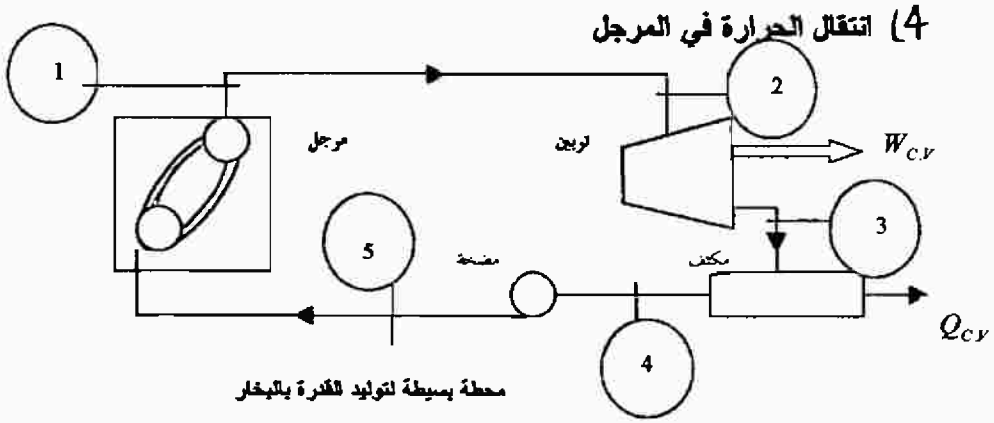
مثال (4-13)

اعتبر محطة توليد القدرة بالبخار المبين بشكل البيانات لهذه المحطة كما يلي :ـــ

الموقـــــــع	الضغط	درجة الحرارة أوكسر الجفاف
الخروج من المرجل	2 MPa	300 C°
الدخول الى التربين	1.9 MPa	290 C°
الخروج من التربين والدخوللمكثف	15 KPa	90%
الخروج من المكثف والدخول للمضخة	14 KPa	45 C°

أوجد الكميات الآتية لكل كيلو جرام من المادة ينساب خلال المحطة

1) الحرارة المنتقلة في خط الانابيب بين المرجل والتربين
2) شغل التربين
3) انتقال الحرارة في المكثف
4) انتقال الحرارة في المرجل



محطة بسيطة لتوليد القدرة بالبخار

لآجراء انسياب مستقر في حالة الحجم محكوم حول تربين

$$q_{turb} + h_2 + \frac{V_2^2}{2} + gZ_2 = h_3 + \frac{V_3^2}{2} + gZ_3 + w_{turb}$$

وكـــــــــذلك فالحجم محكوم حول مرجـــل فـــــإن:ـ

$$q_{boiler} + h_5 + \frac{V_5^2}{2} + gZ_5 = h_1 + \frac{V_1^2}{2} + gZ_1$$

ويمكن أيضاً استخدام طريقة التدوين الآتية

$q_{turb} = {}_2q_3$ و $q_{boiler} = {}_5q_1$

في هذه المسألة سنهمل التغير في كل من طاقة الحركة وطاقة الوضع والخواص الآتية مستخرجة من جداول البخار حيث الرمز السفلي ايماء الى شكل

$h_1 = 3023.5kJ/kg$
$h_2 = 3002.5kJ/kg$
$h_3 = 2599.1 - 0.1(237301) = 2361.8kJ/kg$
$h_4 = 188.5kJ/kg$

1) باعتبار حجم محكوم يشمل خط الأنابيب بين المرجل والتربين:ـ

${}_1q_2 + h_1 = h_2$
${}_1q_2 = h_2 - h_1 = 3002.5 - 3023.5 = -21.0kJ/kg$

2) إن الـــتربين هـــو فـــي الأساس مكنه إدياباتية وبهذا يكننا كتابة التالي ، لو أعتبرنا حجماً محكوماً حول التربين

$h_2 = h_3 + {}_2w_3$
${}_2w_3 = 3002.5 - 2361.8 = 640.7kJ/kg$

3) بالنسبة للمكثف (الشغل = صفراً)

${}_3q_4 + h_3 = h_4$
${}_3q_4 = 188.5 - 2361.8 = -2173.3kJ/kg$

4) يمكن تعيين الانثالي عند النقطة 5 باعتبار حجم محكوم حول المضخة كالاتي :ـ

$h_4 = h_5 + {}_4w_5$
$h_5 - 188.5 - (-4) = 192.5$ KJ/Kg

مثال (4-15)

بخار عند ضغط 800 KPa ودرجة حرارة 300 c° خنق الى 200 KPa بإهمال التغير في طاقة الحركة لهذا الاجراء ، أحسب درجة الحرارة النهائية للبخار والقيمة المتوسطة لمعامل جول ــ تومسون لهذا الإجراء تكون :ــ

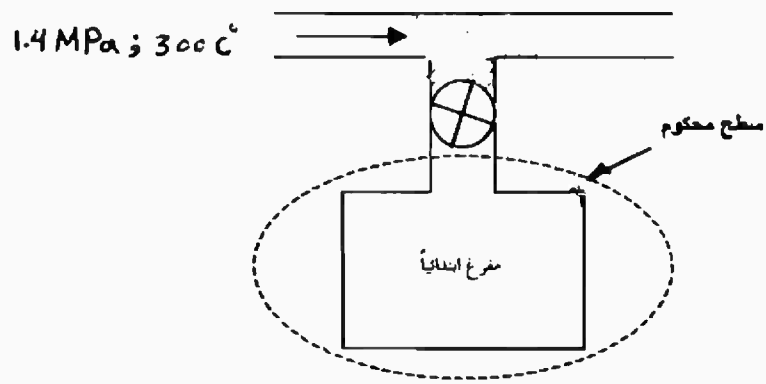
$$h_i = h_e = 3056.5kJ/kg$$
$$p_e = 200kpa$$

وهاتان الخاصيتان تحددان الحالة النهائية ومن جدول البخار المحمص

$$T_e = 292.4 \circ c$$
$$\mu_{J(av)} = (\frac{\Delta T}{\Delta p})_h = \frac{-7.6k}{-600} = 0.0127k/kpa$$

مثال (4-16)

بخار عند ضغط 1.4 MPa و 300 c° ينساب خلال انبوب يتصل بهذا الانبوب ــ عن طــريق صــمام ــ خزان مفرغ ، فتح الصمام وملىء الخزان بالبخار حتى اصبح الضغط داخله 1.4 MPa ، ثم اغلق الصمام إذا كان الاجراء إدياباتياً ، وكانت طاقتا الحركة والوضع مهملتين ، أوجد درجة الحرارة النهائية للبخار :ــ



تصويب الى خزان مفرغ ــ تحليل حجم محكوم

خـــذ أولاً الحجم المحكوم المبين بالشكل السابق يعتبر افتراض انتظام الحالة في الحجم المحكوم وعبر الأنبوب أفتراضاً معقولاً وبهذا يمكن كتابة القانون الأول في الصورة التي تنص عليها المعادلة التالية

$$Q_{c.v} + \sum m_i\left(h_i + \frac{V_i^2}{2} + gZ_i\right) = \sum m_e\left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e\right) + \left[m_2\left(u_2 + \frac{V_2^2}{2} + gZ_2\right) - m_1\left(u_1 + \frac{V_1^2}{2} + gZ_1\right)\right]_{c.v} + W_{c.v}$$

نلاحـــظ هـنـا أن $Q_{c.v} = 0$ و $W_{c.v} = 0$ و $m_e = 0$ و $(m_1)_{c.v} = 0$. وزيـادة على هذا سنفترض أنـه يمكن إهمال التغير في طاقتي الحركة والوضع ، وبهذا يختصر القانون الأول لهذا الإجراء إلى الصورة التالية

$$m_1 h_1 = m_2 u_2$$

ومن معادلة الاستمرار لهذا الأجراء السابق نستخلـص أن :ـ

$$m_2 = m_1$$

وبتجميع معادلتي الاستمرار والقانـون الأول نحصل علـى :ـ

$$h_1 = u_2$$

أى إن الطاقـة الداخـلية الـنهائية للبخار في الخزان تساوي إنثالبي البخار الداخل الى الخزان ومن جداول البخار

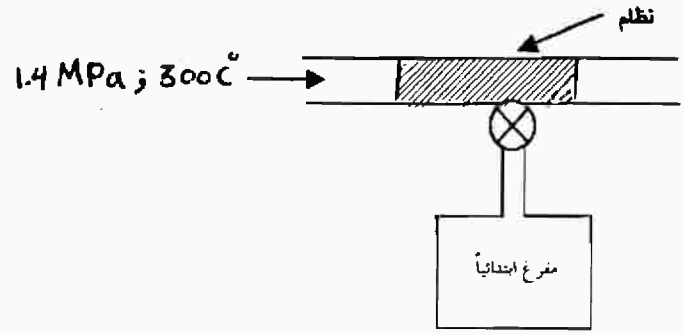
$$h_1 = u_2 = 3040.4 kJ/kg$$

وحيـث إن الضـغط الـنهائي هو 1.4 MPa فإننا نعرف خاصيتين للحالة النهائية ، وبذا تـتعين حالة البخار النهائية ، ووجدت درجة الحرارة المناظرة لضغط 1.4 MPa ، وطاقة داخـلية تسـاوي 3040.4 KJ/Kg مساوية 452 C° وفي حالة ما إذا تضمنت مسـألة مـثل هـذه مـادة لاتعطي جداول الديناميكا الحرارية قيم طاقتها الداخلية فسيكون من الضروري حساب بعض قيم u قبل حساب درجة الحرارة النهائية بطريقة تقدير القيم البينية.

يمكن حل هذه المسألة أيضاً بأعتبار البخار الذي يدخل الخزان والخزان المفرغ منظومة كما هـو موضـح بالشـكل يكون الإجراء إدياباتياً ، ولكن يجب فحص الجدول للشغل ، إذا تخيلنا مكبساً بين البخار الموجود بالمنظومة والبخار المنساب في الخلف فسندرك أن حدود المنظومة

تـتحرك وان الـبخـــــــار فـــي الأنبوب يبذل شغلاً على البخار الذي تتكون منه المنظومة ومقدار هذا الشغل هو :ـ

$$-W = p_1V_1 = mp_{1\ 1}$$



انسياب إلى خزان مفرغ ـ تحليل منظومة

وبكـتابة القانـون الأول للمنظومة ـ السابق ـ وبإهمال كل من طاقتي الحركة والوضع ينتـــــــــــج أن:ـ

$$_1Q_2 = U_2 - U_1 + {}_1W_2$$
$$0 = U_2 - U_1 - p_1V_1$$
$$0 = mu_2 - mu_1 - mp_1v_1 = m\ _2 - mh_1$$

وبهـــــــــــذا فـــــــــــإن

$$u_2 = h_1$$

مثال 4-17

إذا كـــان حجم الخزان في المثال السابق $0.4\ m^3$ ويحتوي في البداية على بخار مشبع عنـــد 350 K Pa ، ثـــــــم فتح الصمام لينساب من الأنبوب بخار ضغطه 0.4 MPa ودرجة حرارته 300 c° حتى وصل الضغط 1.4 MPa ، أحسب كتلة البخار التي انسابـــــت للخـــــزان.

ولنعتـبر مرة ثانية سطحاً محكوماً حول الخزان ، كما هو موضح في هذه الحالة ، يحتوي الحجم المحكوم في البداية كتلة مقدارها m1 وتكون الطاقة الداخلية m1u1

مرة ثانية نلاحظ أن Q_{cv} = صفر و W_{cv} =صفر و M_e = صفر ونفترض أن التغير في كل من طاقتي الحركة والوضع يساوي صفراً ، يختصر القانون الأول الى :ـ

$$m_i h_i = m_2 u_2 - m_1 u_1$$

ونختصـــر معادلة الاستمرار الـــــــــــــى:ـ

$$m_2 - m_1 = m_i$$

وبتجميع معادلتي الاستمرار والقانون الأول نحصل على :ـ

$$(m_2 - m_1)h_i = m_2 u_2 - m_1 u_1$$
$$m_2(h_i - u_2) = m_1(h_i - u_1)$$

هناك مجهولان في هذه المعادلة وهما m_2 و u_2 لكن لدينا معادلة إضافية هـــي:ـ

$$m_2 v_2 = V = 0.4m^3$$

وبتعويض (b) في (a) وإعادة الترتيب نحصل على المعادلة التالية :ـ

$$\frac{V}{v_2}(h_i - u_2) - m_1(h_i - u_1) = 0$$

والـــتي بها مجهولان فقط هما v_2 و u_2 وكلاهما دالة في T_2 , P_2 وحيـــث إن T_2 مجهولـــة فهـــذا يعني أن هناك قيمة واحدة فقط T_2 تحقق المعادلة (C) ويجب أن نوجد تلك القيمة بالتجربة والخطأ والحل الصحيح هو :ـ

$$v_1 = 0.5243, m^3/kg \text{ ؛ } m_1 = \frac{0.4}{0.5243} = 0.763kg$$
$$h_i = 3040.4kJ/kg \ldots u_1 = 2548.9kJ/kg$$

افـــــــــــــرض أن :ـ

$$T_2 = 342 \circ C$$

لهذه القيمة لدرجة الحرارة ولقيمة P_2 المعلومة تكـــــــــــــــــون :ـ

$$v_2 = 0.1974m^3/kg \ldots u_2 = 2855.8kJ/kg$$

وبالتعويض في (c)

$$\frac{0.4}{0.1974}(3040.4-2855.8)-0.763(3040.4-2548.9)=0$$

وبهـذا نسـتخلص أن قيمـة T_2 التي فرضناها ($T_2=342C^\circ$) صحيحة والكتلة النهائية بالخـــــــزان هي :ـ

$$m_2=\frac{0.4}{0.1974}=2.026kg$$

وتكون كتلة البخار المنساب للخزان هـــــــــــــي:ـ

$$m_2-m_1=2.026-0.763=1.263kg$$

مثال 4-18

خـزان حجمه $2\,m^3$ يحتوي على نشادر مشبع في درجة حرارة $40\,C^\circ$ فإذا كان الخزان يحـتوي في البداية على 50% سائل و50% بخار بالحجم ، ثم سحب البخار من أعلى الخزان إلى أن أصـبحت درجة الحرارة $10\,C^\circ$ بفرض أن البخار فقط (وليس السائل) يغادر الخزان ، وأن الإجراء إديباتي ، أحسب كتلة البخار المسحوبة .

نعتبر حجماً محكوماً حـــول الخزان ونلاحظ أن (Q_{cv}) = صفر و(W_{cv}) =صفـــر و(m_i) = صفر ونفترض إهمال التغير في طاقتي الحركة والوضع ، لكن تتغير إنثالبي البخار المشـبع بتغير درجة الحرارة وبهذا فلا يمكننا افتراض ثبوت إنثالبى البخار الذي يغادر الخزان ولكنـنا نلاحظ أنه عند $40C^\circ$ فأن $h_g=1472.2\ KJ/Kg$ وعند $10C^\circ$ فـإن $h_g=1453.3\ KJ/Kg$ وحيث إن التغير في (h_g) خلال الأجراء صغير فإنن يمكننا أن نفترض وبدقة أن (h_g) هي متوسط القيم المعطاة أعلاه وبهذا فإن

$$(h_e)_{av}=1462.8kJ/kg$$

وبهـذا الأفتراض يمكننا أيضاً افتراض أن الإجراء هو إجراء انسياب منتظم في الحالة المنتظمة وبذا نكتب التالي ـ القانون الأول : ـ

$$m_e h_e+m_2u_2=m_1u_1=0$$

معادلـــــــــة الاستمـــــــــرار هي :-

$$(m_2 - m_1)_{c.v} + m_e = 0$$

وبتجميـــــــع هاتين المعادلتين نحصل علـــــى :-

$$m_2(h_e - u_2) = m_1 h_e - m_1 u_1$$

ونستطيع أن نحصل على القيم التالية من جـــــداول النشادر

$u_{\text{ـ}} = 0.001726 m^3/kg \ldots v_{g_1} = 0.0833 m^3/kg$

$V_{f_2} = 0.001601 \ldots\ldots v_{fg_2} = 0.2040$

$u_{f1} = 371.7 - 1554.33 \times 0.001726 = 369.0 kJ/kg$

$u_{g_1} = 1472.2 - 1554.33 \times 0.0833 = 1342.7$

$u_{f2} = 227.6 - 614.95 \times 0.001601 = 226.6$

$u_{g_2} = 1453.3 - 614.95 \times 0.2056 = 1326.9$

$u_{fg2} = 1326.9 - 226.6 = 1100.3$

تحسب أولاً الكتلة m_1 في الخزان كتلة السائل الابتدائية (m_Ω) هـــي:-

$$m_\Omega = \frac{1.0}{0.001726} = 579.4 kg$$

وبالمثل فإن كتلة البخار الابتدائية (m_{g_1}) هـــــي:-

$$m_{g_1} = \frac{1.0}{0.0833} = 12.0 kg$$

$$m_1 = m_\Omega + m_{g_1} = 579.4 + 12.0 = 591.4 kg$$

$$m_1 h_e = 591.4 \times 1462.8 = 865100 kJ$$

$$m_1 u_1 = (mu)_\Omega + (mu)_{g1} = 579.4 \times 369.0 + 12.0 \times 1342.7$$

$$= 229910 kJ$$

وبتعويض تلك القيم في معادلة القانون الأول فإن

$$m_2(h_e - u_2) = m_1 h_e - m_1 u_1 = 865100 - 229910 = 635190 kJ$$

هناك مجهولان في هذه المعادلة هما ((m_2 و u_2)) ولكـــــن :ـ

$$m_2 = \frac{V}{u_2} = \frac{2.0}{0.001601 + x_2(0.2040)}$$

كـــــــــــــــذلك فـــــــــــــــإن :ـ

$$u_2 = 226.6 + x_2(1100.3)$$

وكلاهما دالة في (x_2) فقط (كسر الجفاف في الحالة النهائية) ونتيجة لهذا فإن :ـ

$$\frac{2.0(1462.8 - 226.6 - 1100.3x_2)}{0.001601 + 0.204x_2} = 635190$$

وبالحـــــــــــــــل فـــــــإن x_2 =0.01104

وبهـــــــــذا فـــــــــــــإن :ـ

$$u_2 = 0.001601 + 0.01104 \times 0.2040 = 0.003854 m^3/kg$$

$$m_2 = \frac{2}{0.003854} = 518.9 kg$$

وتكون كتلة النشادر المسحوبة (m_e) هي

$$m_e = m_1 - m_2 = 591.4 - 5189 = 72.5 kg$$

4-3 تمارين على القانون الاول للديناميكا الحرارية والقوانين العامة للغازات

س1 عرف التسامي ــ التكاثف ــ البخار المحمص

1) عرف النقطة الثلاثية وأذكر خواصها ، ووضح اجابتك بالرسم

إذا كان الماء عند كل من الحالات التالية : سائلاً مضغوطاً ، أم بخاراً محمصاً ، أم بخار مشبعاً مرطباً (بخار + سائل)

أ) عند درجة الحرارة 120°c وضغط 150 Kpa

ب) عند درجة حرارة 85°c وحجم 1.4 m^3/kg

ج) عند درجة حرارة 10°c وضغط 15kpa

س2 إسطوانة تحتوي على 0.5 m^3 من البخار عند ضغط 4 bar ودرجة حرارة 200°c إذا تم تبريد البخار تحت ضغط ثابت فأصبح بحجم 0.01m^3 أوجـــد :ــ

1) كسر الجفاف للحالة النهائية
2) طاقة الشغل
3) كمية الحرارة المتنقلة
4) مثل هذا الاجراء بيانياً

س3 أ ــ عرف مايلي :ــ

1) قانون بويل
2) المادة النقية
3) الخواص الامتدادية
4) الدورة
5) الاجراء "العملية"
6) اجراء التسامي

ب) حـــدد فيمـــا اذا كان الماء عند كل من الخواص التالية سائلاً مضغوطاً أم بخاراً محمصاً أم بخار رطب (سائل+بخار)

1) ضغط 23 kpa وحجم نوعي 3m^3/kg
2) درجة حرارة 170°c وضغط 10 bar
3) حجم نوع 0.059m^3/kg وضغط 20mpa
4) ضغط 0.5mpa ودرجة حرارة 152°c
5) درجة حرارة 235°c وحجم نوعي 0.069m^3/kg
6) درجة حرارة 365°c وضغط 25Mpa

س4 أ ــ إذا تعرض غاز مثالي لإجراء 1ــ2 خاضعاً للعلاقة $pv^n = c$ أثبت أن :-

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1}$$

ب) مــنظومة تتكون من أسطوانة بمكبس :حكم (بدون إحتكاك) حر الحركة تحتوي 5kg ماء بدرجة حرارة 900 c° وضغط 2MPa تم تبريدها تحت ضغط ثابت الى حالة أصبح في الماء سائل مشبع .

أحسب الشغل لهذا الإجراء موضحاً بالرسم على مخطط p-v

س5 يحــتوي خــزان ســعته $1.4m^3$ على 1.36kg من غاز عند درجة حرارة 26c° وضغط تفريغ 60 سم زئبق أوجـــــــــــــــد :ــ

أ) كثافة الغاز ، وحجمه النوعـــــي .

ب) درجة الحرارة بوحدات الكلفن ، الفهرنهيت .

ج) الضغط المطلق للغاز.

س6 أنضغاط هواء محجوز داخل اسطوانة انضغاط أدياباتي $pv^{\gamma} = c$ فاذا كانت كتلة الهواء هــي (0.4 kg)والضغط الابتدائي (180kpa) ودرجة الحرارة الابتدائية $45C^{\circ}$ وكان الحجم النهائي يساوي 1/5 من الحجم الابتدائي أحســـــب :ــ

1) الشغل المبذول خلال هذا الأجراء

2) الحرارة المنتقلة خلال هذا الأجراء

علما بأن $C_p = 1.0035kj/kg.k$

$C_v = 0.7165kj/kg.k$

س7 أ ــ وضح مفهوم الشغل في الديناميكا الحرارية

ب ــ نظــام أســطوانة بمكبس حر الحركة (بدون إحتكاك) يمثل نظام مغلق يحوى غاز الأمونيا بدرجة حرارة $10C^{\circ}$ـ وضغط 100kpa ثم ضغطه الى 200kpa فإذا كانت العلاقة بين الحجم والضغط على النحو الأتي :ــ

$P(KPa)$	100	125	150	175	200
$V(m^3)$	0.6	0.43	0.4	0.343	0.3

أوجـــــــــــــــد :ــ

1) كتلـــــة الغـــــاز 2) الشغل المبذول مع تحديد أتجاهه

س8 أ ــ بأستخدام القانون الأول لنظام مغلق لغاز مثالي ــ أثبت أن :ــ

للأجراء الاديباتيك $\delta q = 0$ يكون ثابت= pv^{α}

ب) $1\,m^3$ مــن الهواء (غاز مثالي) بضغط 300kpa ودرجة حرارة 400c° يتمدد أديباتيكياً الى ضغط 50kpa احسب :ــ

الشغل ودرجة الحرارة في نهاية هذا الاجراء ($\gamma = 1.4$)

3ــ بالاستعانة بجداول بخار الماء أوجد القيم المجهولة في الجدول التالي :ــ

الطـــــور	$P(MPa)$	$T(^{\circ}C)$	$V(m^3/kg)$	$V_g(m^3/kg)$	$V_f(m^3/kg)$	x
؟	0.3	150	؟			
؟	2	600	؟			
سائل مشبع	1.5	؟	؟			
سائل مشبع	؟	200	؟			
بخار مشبع	10	؟	؟			
بخارمشبع	؟	10	؟			
؟	5	؟	0.0009995			
؟	5	250	؟			
؟	؟	250	0.29314			
؟	؟	250	0.05013			
سائل +بخار	0.225	؟	0.5	؟	؟	؟
سائل+بخار	0.225	؟	؟	؟	؟	0.5
سائل+بخار	؟	100	؟	؟	؟	0.75

س10 حـــــدد طـــــور نظـــــام يحتوي على ماء نقي عند الحالات التالية، وبين ذلك على محوري (T- v) .

(a)- P=500kpa ,T=200 °c .
(b) - T=180°c, p=0.9 Mpa
(c) - T=-10°c , 1 kpa

(d) - p=5Mpa , T=264°c .
(e) - p=20 Mpa , T=100°c
(f) - T=374.14°c, p=22.09Mpa .

س11 أوجد كسر الجفاف إذا كان الماء خليطاً من السائل المشبع والبخار المشبع ، أو درجة الحرارة إذا كان سائلا مضغوطا أو بخاراً محمصا وذلك عند الحالات التالية :ـ

1) P =0.1 Mpa و v=1.9364m³/kg 2) P =0.5 Mpa و v=0.35m³lkg
3) P=2Mpa و v =0.00107m³/kg 4) P=10mpa و v=0.0010737m³/kg

س12 مانع حجمه (0.09m³) وضغطه (0.07MPa) تعرض لإجراء ضغط وفق العلاقة ($pv^n = c$) الى أن وصل الضغط الى (0.34MPa) تلي ذلك إجراء تسخين عند حجم ثابت (v=c) حتى وصل الضغط الى (0.4 MPa) وحجمه النوعي (0.5m³/kg) تلي ذلك إجراء تمدد وفق العلاقة ($pv^2=c$) حتى رجع الى حالته الابتدائية حساب صافي كمية الحرارة المنتقلة واتجاهها {638kJ } .

س13 أسطوانة بمكبس حر الحركة تحتوي على (5kg) من سائل الماء المشبع عند ضغط (0.1MPa) إذا سخنت المنظومة حتى وصلت درجة الحرارة الى (300°c) وكان الضغط ثابتا اثناء ذلك ، أحسب كمية الحرارة المنتقلة أثناء هذا الاجراء (1995kJ) .

س14 نظام مغلق يحتوي على هواء (غاز مثالي) حجمه (1m³) عند ضغط (1000kPa) ودرجة حرارة (400°c) سخن عند حجم ثابت الى أن وصل الضغط (4000kPa) تلي ذلك تمدد أديباتيكي الى أن وصل الضغط الى (1000kPa) أوجد :ـ

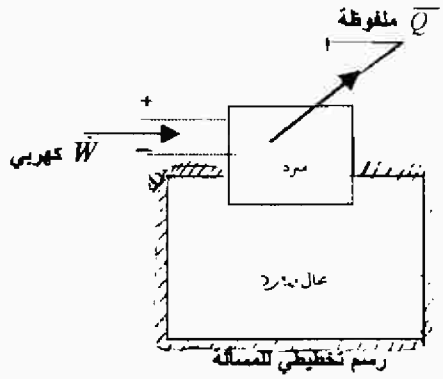
1) درجة الحرارة عند بداية التمدد
2) درجة الحرارة عند نهاية التمدد
3) كمية الطاقة الحرارية المنتقلة

((أعتبر للهواء ; $C_p = 1.0035kj/kgK$, $C_v = 0.7165kj/kg\ K$)

س15 اعتبر الأنواع الاتية من سيارات اللعب (أ) تعمل بالبطارية (ب) لها موتور كهربي يستعمل المتغير ، (ج) لها (باى) يملأ بمفتاح (د) لها كبسولة مملوءة بثاني أكسيد الكربون

وتعمل مثل الصاروخ أختبر كلاً من هذه السيارات ، وهي تعمل من حيث الحرارة والشغل والتغير في الطاقة الداخلية ، في كل حالة أعتبر أن السيارة جميعها هي المنظومة .

س16 يستعمل مبرد يعمل بالتأثير الحراري الكهربي في الحفاظ على درجة الحرارة ثابتة في مجال مبرد ، كما هو موضح بالشكل أدناه ، يستعمل هذا الجهاز الحراري الكهربي تياراً قدره 30 أمبير بفرق جهد قدره 24 فولت وتلفظ حرارة الى المحيط بمعدل 5 كيلووات إذا بقيت درجة الحرارة ثابتة داخل المجال المبرد ، فما هو معدل تسرب الحرارة الى المجال المبرد ؟



س17 يستعمل مسعر العلبة لقياس الطاقة المنطلقة من التفاعل الكيموي والمسعر عبارة عن وعاء مغلق (العلبة) يحتوى المواد الكيموية موضوع بخزان ماء كبير وحينما تتفاعل المواد الكيموية تنتقل الحرارة من العلبة الى الماء مسببة ارتفاع درجة حرارتها ، لقد كانت القدرة المعطاة لمقلب يستعمل في تقليب الماء 0.04 كيلووات وفي خلال عشرون دقيقة انتقلت كمية من الحرارة من العلبة قدرها 1200 كيلو جول وانتقلت كمية من الحرارة من خزان الماء الى المحيط قدرها 60 كيلو جول ، بأفتراض عدم تبخرالماء حدد الزيادة في الطاقة الداخلية للماء.

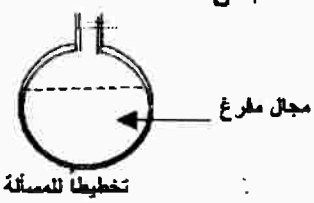
س18 يحتوي إناء جسء حجمه 20 لتراً على ماء في $90^{\circ}C$ وكسر جفاف 50% برد بعد ذلك الاناء الى $10^{\circ}C$ احسب كمية الحرارة المنتقلة خلال هذا الاجراء .

س19 مرجل بخار حجمه $4\ m^3$ يحتوي في الحالة الابتدائية على $3\ m^3$ من الماء و $1\ m^3$ من البخار ، في حالة اتزان عند $0.1\ MPa$ أوقد فرن المرجل وانتقلت الحرارة الى الماء والبخار ولسبب ماترك صماما التغذية والخروج مغلقين يفتح صمام الامان عند ضغط $5\ MPa$ ، ماهقدار الحرارة التي تنتقل الى الماء والبخار قبل أن يفتح صمام الأمان ؟

س20 مشـــعع بخـــار لجهـــاز تدفئه حجمه $0.02\ m^3$ مليء المشعع ببخار مشبع جاف عند ضـــغط $150\ KPa$ وأغلقت كل صمامات المشعع ، ما مقدار الحرارة المنتقلة للغرفة إذا أصبح البخار في المشعع $75\ KPa$.

س21 مـــلىء إناء جسء حجمه $0.5\ m^3$ بنشادر عند ضغط $600KPa$ ودرجة حرارة 70^c ، أنتقلت حرارة من النشادر الى أن صارت في حالة بخار ، أحسب الحرارة المنتقلة في اثناء هذا الاجراء.

س22 يحتوي دورق حجمه الكلي 100 لتر نيتروجين مسال عند 77.35^k ملىء الدورق ب 90% ســـائل و10% بخـــار بالحجم ، أغلق الدورق عرضياً بحيث يسبب أنتقال الحرارة للنيـــتروجين المســـال عبر المجال المفرغ ارتفاعاً في الضغط ، إذا توقعنا كسر الدورق حين يصـــل الضـــغط $400\ KPa$، فما هو الزمن اللازم للوصول لهذا الضغط إذا كان معدل تسرب الحرارة للأناء هو $5\ J/S$ ؟



تخطيطاً للمسألة

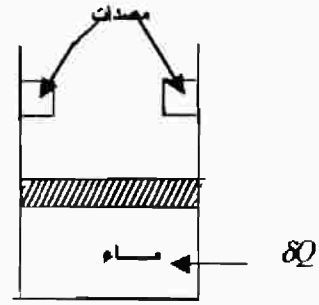
س23 أنـــبوب محكـــم حجمـــه 0.1 لتر ويحتوي على ماء وبخاره في حالة اتزان عـــند $0.1\ MPa$ ، كانت نسب السائل والبخار بحيث إذا سخن البخار يمر بالنقطة الحرجة ، أحسب الحرارة المنتقلة لهذا الإجراء إذا سخن البخار من $0.1\ MPa$ الى الحالة الحرجة .

س24 يشـــحن خـــزان ــ كان مفرغ في البداية بالنشادر ، وصلت زجاجة شحن مملؤة بسائل النشـــادر المشـــبع في 20^c للخزان وبذا انساب النشادر للخزان بقيت زجاجة الشحن موصلة بالخزان ومفتوحه ، وكانت درجة الحرارة النهائية 20^c، إذا كان حجم زجاجة الشحن $0.01\ m^3$ وحجم الخزان $0.5\ m^3$ ، فما هي كمية انتقال الحرارة المنتقلة للنشادر ؟

س25 وضـــعت خمســـة كيلوجرامات من ماء في 15^c بأسطوانة رأسية بها مكبس لايحدث احتكاكاً مع الأسطوانة وكانت كتلة المكبس تحدث ضغطاً بالماء قدره $700\ KPa$، انتقلت الحرارة ببطء للماء وسبب هذا ارتفاع المكبس حتى اصطدم بالمصدات ، وكان حجم الأسطوانة عند هذه النقطة $0.5\ m^3$ انتقلت بعد ذلك حرارة إضافية للماء حتى تحول الى بخار مشبع.

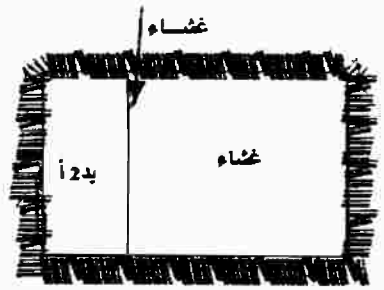
أ) أوجد الضغط النهائي بالأسطوانة والحرارة المنتقلة والشغل المبذول في أثناء الإجراء .

ب) ارسم هذا الإجراء على بياني درجة الحرارة والحجم .



رسم تخطيطي للمسألة 25

س26 أعتبر الوعاء المعزول المبين بالشكل أدناه في هذا الوعاء جزءاً مفرغاً مفصولا عن الجزء الآخر بوساطة غشاء يحتوي الجزء الآخر و 1 Kg من الماء في 65°C و 700 KPa ، إذا كسر الغشاء وملأ الماء الحجم كله وكان الضغط 15 KPa ، فما هي درجة الحرارة النهائية للماء وماهو حجم الإناء .

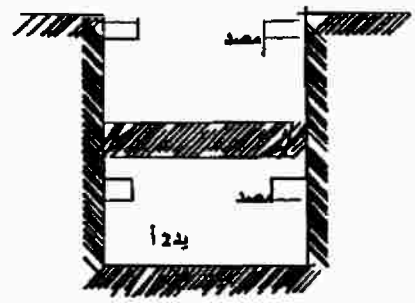


تخطيط للمسألة (26)

س27 أعتبر تركيبة المكبس والأسطوانة المبينة السابق والتي بها يمكن لهذا المكبس الذي لايسبب احتكاكاً مع الأسطوانة أن يتحرك بحرية بين المصدات العلوية والسفلية ، كان الحجم المحجوز حينما يرتكز المكبس على المصدات السفلة هو $0.4\ m^3$ وكان الحجم المحجوز حينما يصطدم المكبس بالمصدات العلوية هو $0.6\ m^3$ ، كانت الأسطوانة مملوءة في البداية بماء عند 0.1 MPa وكسر جفاف 20% ، سخن الماء بعد ذلك حتى تحول الى بخار مشبع ، إذا كانت لكتلة المكبس قيمة ، بحيث يلزم لتحريكها ضد الضغط الجوي ضغطاً قدره 0.3 MPa أحسب :-

أ) الضغط النهائي بالأسطوانة

ب) الحرارة المنتقلة والشغل المبذول في هذا الإجراء



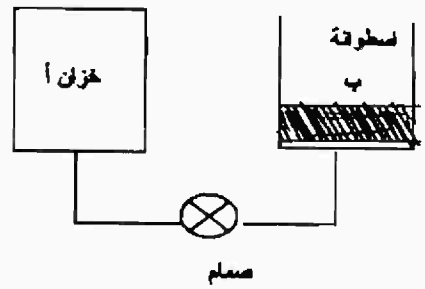
رسم تخطيطي للمسألة 27

س28 أسطوانة معزولة بها مكبس تحتوي فريون ــ12 عند $25^{\circ}C$ وكسر جفاف 90% كان الحجم عند هذه الحالة $0.03\ m^3$ سمح للمكبس بالتحرك وتمدد الفريون حتى تحول الى بخار مشبع وفي أثناء هذا الإجراء بذل الفريون شغلاً قدره $4\ KJ$ على المكبس ، أحسب درجة الحرارة النهائية إذا كان الإجراء إدياباتياً .

س29 غشاء كروي مرن (أو بالون) يحتوي على كيلو جرام واحد من البخار فإذا كان الضغط داخل الغشاء متناسب مع قطر الغشاء حالة البخار الابتدائية مشبعاً عند $110^{\circ}C$ وانتقلت حرارة الى البخار حتى وصل الضغط $200\ KPa$ ، أحسب

1) درجة الحرارة النهائية
2) كمية الحرارة المنتقلة

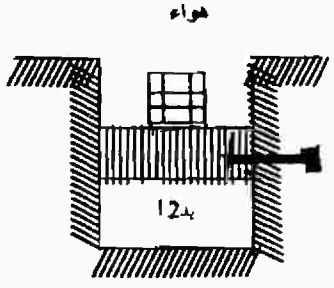
س30 أعتبر المنظومة الموضحة بالشكل أدناه حجم الخزان (أ) $0.1\ m^3$ ويحتوي بخار الفريون 12 المشبع عند $25^{\circ}C$ عند فتح الصمام ينساب الفريون ببطء للأسطوانة (ب) كانت كتلة المكبس بحيث أنه يلزم ضغط قدره $150\ KPa$ في الأسطوانة (ب) لرفع المكبس تنتهي العملية عندما يصل الضغط في الخزان (أ) الى $150\ KPa$ في أثناء هذا الإجراء تنتقل الحرارة مع المحيط بحيث ظلت درجة حرارة الفريون ــ12 ثابتة عند $25^{\circ}C$ أحسب انتقال الحرارة لهذا الأجراء



رسم تخطيطي للمسألة (30)

س31 وصل خزانان معزولان (أ) و(ب) بصمام حجم الخزان (أ) $0.6 m^3$ ويحتوي بخار عند $200 KPa$ و$200^{\circ}C$، وحجم الخزان (ب) $0.3 m^3$ ويحتوي بخار عند $500 KPa$ بكسر جفاف 90% فتح الصمام حتى وصل الخزانان لحالة منتظمة ، ماهو الضغط النهائي إذا لم تنتقل حرارة في هذا الإجراء ؟

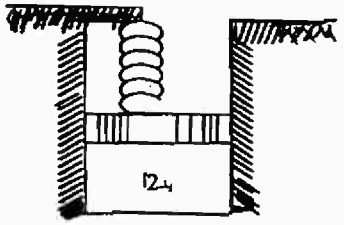
س32 أسطوانة معزولة تحتوي ماء وبها مكبس ممسوك بوساطة مسمار كما هو موضح بالشكل أدناه كان الماء في البداية بخاراً مشبعاً عند $65^{\circ}C$ وكان الحجم 5 لترات كذلك فإن كتلة المكبس والثقل $10 Kg$ ومساحة مقطع المكبس $0.003 m^2$ والضغط الجوي $100 KPa$ إذا أزيل المسمار وسمح للمكبس بالتحرك ، فما هي الحالة النهائية للماء بأفتراض أن الإجراء أدياباتي .



رسم تخطيطي للمسألة 32

س33 اسطوانة تحتوي على $0.1 Kg$ بخار ماء مشبع عند $105^{\circ}C$، كما هو مبين بالشكل أدناه في هذه الحالة يتلامس الماء مع المكبس بدون أن يؤثر فيه بأى قوة انتقلت الحرارة للماء مسببة ارتفاع المكبس وكانت قوة مقاومة الياى في هذا الإجراء متناسبة مع المسافة التي يتحركها المكبس ، وكان ثابت (الياى) $50 KN/m$ ، مساحة مقطع المكبس هي $0.05 m^2$.

1) ماهي درجة الحرارة بألسطوانة حين يصل الضغط $300 KPa$ ؟
2) أحسب الحرارة المنتقلة في هذا الإجراء



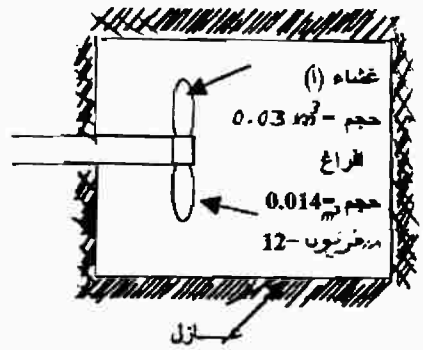
رسم تخطيطي للمسألة 33

س34 أعتبر الإناء الموضح بالشكل أدناه والذي به حيز (أ) $0.03\,m^3$ ينفصل بوساطة غشاء عـن الحيز (ب) حجم الحيز (ب) $0.014\,m^3$ ويحتوي على $1.1\,Kg$ فريون ــ12 عنده $25^{\circ}C$ قلب الفريون ــ12 بوساطةمروحة حتى كسرالغشاء الذي صمم بحيث ينكسر عند ضغط قدره $2\,MPa$

أ) ماهي درجة الحرارة عند لحظة كسر الغشاء ؟

ب) أحسب الشغل المبذول بواسطة المروحة

ج) أوجـد الضـغط ودرجـة الحرارة بعد كسر الغشاء ووصول الفريون ــ12 لحالة الاتزان الديناميكي الحراري.



رسم تخطيطي المسألة (34)

س35 إنـا كـروي مـن الألومنيوم قطره الداخلي $0.5\,m$ ، وسمك جدرانه $10\,mm$ يحـتوى على ماء عند $25^{\circ}C$ بكسر جفاف 1% سخن الإناء حتى تحول الماء بداخله الى بخار مشـبع ، أحسـب الحـرارة المنتقلة في اثناء هذا الأجراء ، بأعتبار أن الإناء والماء معاً هما المـنظومة أعتـبر الاتـي للألومنيوم الكثافة $2700\,Kg/m^3$ والحرارة النوعـية $0.9\,KJ/Kg.K^{\circ}$

س36 سخـــن : $1\,Kg$ من النيتروجين من $30^{\circ}C$ الى $1500^{\circ}C$ ، أحسب التغير في الانثالبى بالطرق الآتية:ــ

أ) بثبوت الحرارة النوعية (أوجد القيمة من الجدول الخاص بذلك

ب) مثبوت الحرارة النوعية (أوجد القيمة عند درجة الحرارة المتوسطة)

ج) بتغير الحرارة النوعية (أوجد القيمة من تكامل المعادلة ــ الجدول .

د) بتغير الحرارة النوعية (أوجد القيمة من جداول الغاز المثالي ــ الجدول .

س37 سخن غاز مثالي من $500\ K^{\circ}$ الى $1000\ K^{\circ}$ ، أحسب قيمة التغير في الانثالبى بأفتراض ثبوت الحرارة النوعية (أوجد القيم من الجدول وبعدذلك ناقش دقة النتيجة إذا كان الغاز :ــ

أ) هليوم ب) نيتروجين ج) ثاني أكسيد الكربون

س38 سخن $1\ Kg$ ماء عند $30\ KPa$ وكسر جفاف 50% حتى $1600C^{\circ}$ و $200\ KPa$ ، أحسب التغير في الطاقة الداخلية لهذا الأجراء .

س39 هليوم محجوز بأسطوانة بها مكبس يتمدد ببطء تبعاً للعلاقة $PV^{1.5}=Const$ كانت الحالة الابتدائية هي الحجم $0.1\ m^3$ والضغط $500\ KPa$ ، ودرجة الحرارة $300\ K^{\circ}$ ، إذا كان الضغط بعد التمدد $150\ KPa$ ، أحسب الشغل المبذول والحرارة المنتقلة في اثناء التمدد

س40 أنضغط هواء محجوز باسطوانة ذات مكبس في إجراء شبه متزن ، كانت علاقة ضغط الحجم في خلال إجراء الانضغاط هي $PV^{1.25} = Const$ إذا كانت كتله الهواء بالأسطوانة $0.1\ Kg$ والشغط الابتدائي $100\ KPa$ ، ودرجة الحرارة الابتدائية $20C^{\circ}$ وكان الحجم النهائي = $\frac{1}{8}$ الحجم الابتدائي احسب الشغل والحرارة المنتقلة .

س41 انتقلت حرارة بمعدل معين لمخلوط من السائل والبخار في حالة اتزان في وعاء مغلق حدد معدل التغير في درجة الحرارة كدالة في خواص الديناميكا الحرارية للسائل والبخار وفي كتلة السائل وكتلة البخار.

س42 يدخل بخار الفريون ـ12 ضاغطاً عند $200\,KPa$ و$20C^{\circ}$ بمعدل انسياب للكتلة قدره $0.05\,Kg/S$ ماهو اصغر قطر أنبوب يمكن استعماله بحيث لاتتعدى سرعة الفريون $10\,m/S$.

س43 سخن هواء كهربي في أنبوب ذي قطر ثابت في اجراء انسياب مستقر كانت سرعة الهواء عند المدخل $5\,m/s$ ، وكان الهواء عند $25C^{\circ}$ و$350KPa$ ، إذا كانت حالة الهواء عند المخرج $90C^{\circ}$ و$320KPa$، فما هي السرعة عند المخرج؟

س44 سخن غاز النيتروجين في إجراء انسياب مستقر في حالة الاستقرار وكانت الظروف عند المدخل هي $35C^{\circ}$ و$550KPa$ والظروف عند المخرج $1000C^{\circ}$ و$500KPa$ أحسب انتقال الحرارة المطلوب لكل كيلو جرام نيتروجين بإهمال التغير في طاقتي الحركة والوضع .

س45 يتلقى ضاغط ملحق بتربين غازى هواء من الجو المحيط في $20C^{\circ}$ و$95KPa$ وعند مخرج الضاغط كان الضغط $380\,KPa$ ودرجة الحرارة $180C^{\circ}$ والسرعة $120\,m/s$،إذا كانت القدره المعطاة للضاغط $3000\,KW$ فما هو معدل انسياب كتلة الهواء؟

س46 يدخل بخار ماء بوق تربين بسرعة منخفضة عند $3\,MPa$ و$350C^{\circ}$، ويترك البوق عند $1.6\,MPa$ وبسرعة $550m/S$ ، معدل انسياب البخار $0.5\,Kg/S$ أحسب كسر الجفاف أو درجة حرارة البخار الخارج من البوق عند المخرج ؟

س47 ينتج تربين سريع يعمل بالهواء قدرة قدرها $0.1\,KW$ إذا كانت الظروف عند المدخل هي $25C^{\circ}$ و$400KPa$ والظروف عند المخرج هي $50C^{\circ}$ و $100KPa$ أحسب معدل تصرف الكتلة للهواء بافتراض أن السرعات منخفضة

س48 منذ عدد من السنوات صمم مهندس معماري شهير مبنى ارتفاعه $1600m$ افترض أن البخار المستعمل في تدفئة هذا المبنى يدخل أنبوب في الطابق الارضي كبخار مشبع في $200KPa$. إذا كان ضغط البخار في الأنبوب في الطابق العلوي للمبنى $100KPa$ وكان انتقال الحرارة من البخار في أثناء انسيابه لأعلى في الأنبوب : $100KJ/Kg$ فما تكون قيمة كسر الجفاف للبخار عند قمة الأنبوب ؟

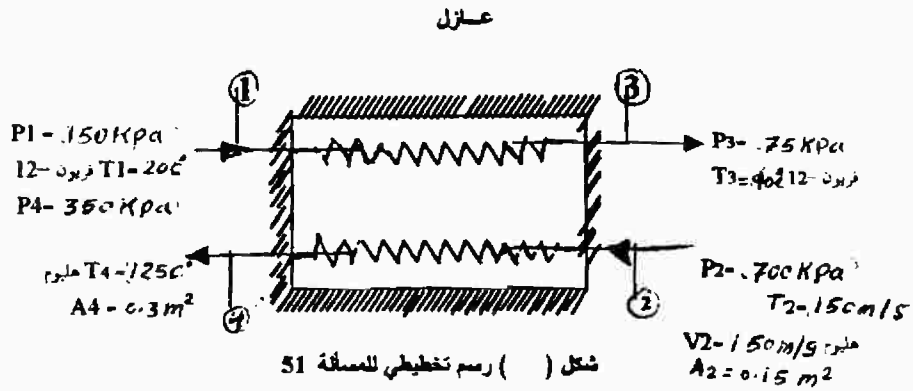
س49 في محطة تسييل هواء كان معدل انسياب الهواءفي محرك تمدد هو 0.075 kg/s وكان ضغط ودرجة حرارة الهواء عند الدخول لمحرك التمدد 1.5 MPa و 60C° وعند الخروج كان الضغط 170 KPa، ودرجة الحرارة 110 C° إذا كان انتقال الحرارة للهواء المنساب خلال محرك التمدد يعادل 10% من القدرة التي ينتجها محرك التمدد أحسب القدرة المنتجة والحرارة المنتقلة من محرك التمدد .

س50 في مولد بخار يعمل بمفاعل نووي دخل ماء بمعدل 2 L/S أنبوب قطره 20mm عند ضغط 10 MPa ودرجة حرارة 30C° وترك الأنبوب كبخار مشبع عند 9 MPa، أحسب معدل انتقال الحرارة للماء .

س51 اعتبر المبدل الحراري ذو الأنسياب المستقر في حالة الاستقرار الموضح بالشكل أدناه يدخل الفريون ـ12 عند النقطة 1 ويخرج عند النقطة 3 في حين يدخل الهليوم عند النقطة 2 ويخرج عند النقطة 4 ، الظروف موضحة بالشكل حدد الآتي لهذا الإجراء :ـ

أ) سرعة خروج الهليوم

ب) معدل أنسياب الفريون ـ12



شكل ( ) رسم تخطيطي للمسألة 51

س52 خلط نشادر سائل في درجة حرارة 20C° وضغط 1.2 MPa في إجراء انسياب مستقر في حالة استقرار مع بخار النشادر المشبع عند ضغط 1.2 MPa إذا كان معدل انسياب الكتلة للسائل يساوي نظيره للبخار ، وكانت الظروف بعد الخلط هي 1.0 MPa وكسر جفاف 85% فما مقدار انتقال الحرارة لكل جيلوجرام من المخلوط ؟

س53 في بعض الأحوال التي يتاح فيها بخار محمص فقط ينشأ احتياج لبخار مشبع لغرض محدد ، يمكن إجراء ذلك في جهاز إزالة التحميص برش ماء في البخار المحمص بكمية معينة ، بحيث يكون البخار الخارج من المحمص جافاً مشبعاً والمعلومات التالية معطاة لجهاز إزالة التحميص الذي يعمل تبعاً لإجراء الانسياب المستقر يدخل البخار المحمص جهاز إزالة التحميص بمعدل $0.25\,KJ/S$ عند $3\,MPa$ و $350C^{\circ}$ يدخل كذلك الماء جهاز إزالة التحميص عند $35C^{\circ}$ و $3.2\,MPa$، يخرج البخار الجاف المشبع في 2.5 ميجابسكال ، أحسب معدل انسياب الماء .

س54 المعلومات التالية معطاة لمحطة بسيطة لتوليد القدرة بالبخار

$P_1 = 6.2\,MPa$

$P_2 = 6.1\,MPa$, $T_2 = 45C^{\circ}$

$P_3 = 5.9\,MPa$, $T_3 = 175C^{\circ}$

$P_4 = 5.7\,MPa$, $T_4 = 500C^{\circ}$

$P_5 = 5.5\,MPa$, $T_5 = 490C^{\circ}$

$P_6 = 10\,KPa$, $x_6 = 0.92$, $V_6 = 200\,m/S$

$P_7 = 9\,KPa$, $T_7 = 40C^{\circ}$

معدل انسياب البخار = $.25\,KJ/S$

القدرة المعطاة للمضخة = $300\,KW$

أقطـــــار الانابيـــــب :ـ

من مولد البخار للتربين : $200mm$

من المكثف لمولد البخار : $75\,mm$

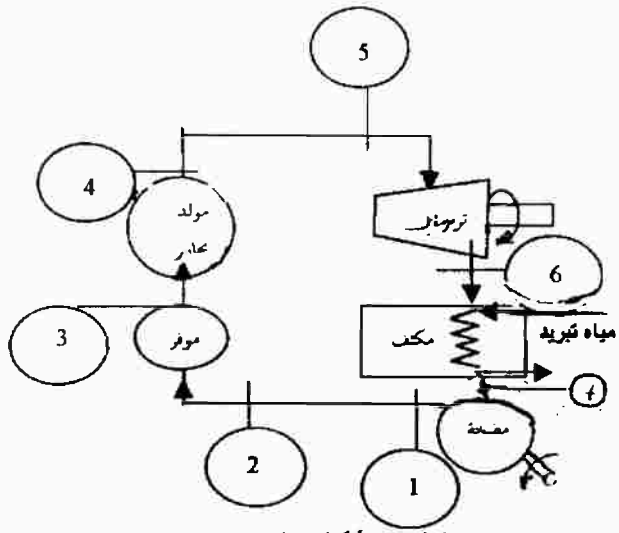
أحســـــــــــــــب :ـ

أ) القدرة التي تنتجها التربين

ب)معدلات انتقال الحرارة بالمكثف والموفر ومولد البخار

ج) قطر الأنبوب الذي يصل التربين بالمكثف

د) معـــدل انسياب مياه التبريد خـــــلال المكثف إذا ارتفعت درجة حرارة مياه التبريد بالمكثف مـــــــن $15C^{\circ}$ الـــــــــــــــى $25C^{\circ}$.

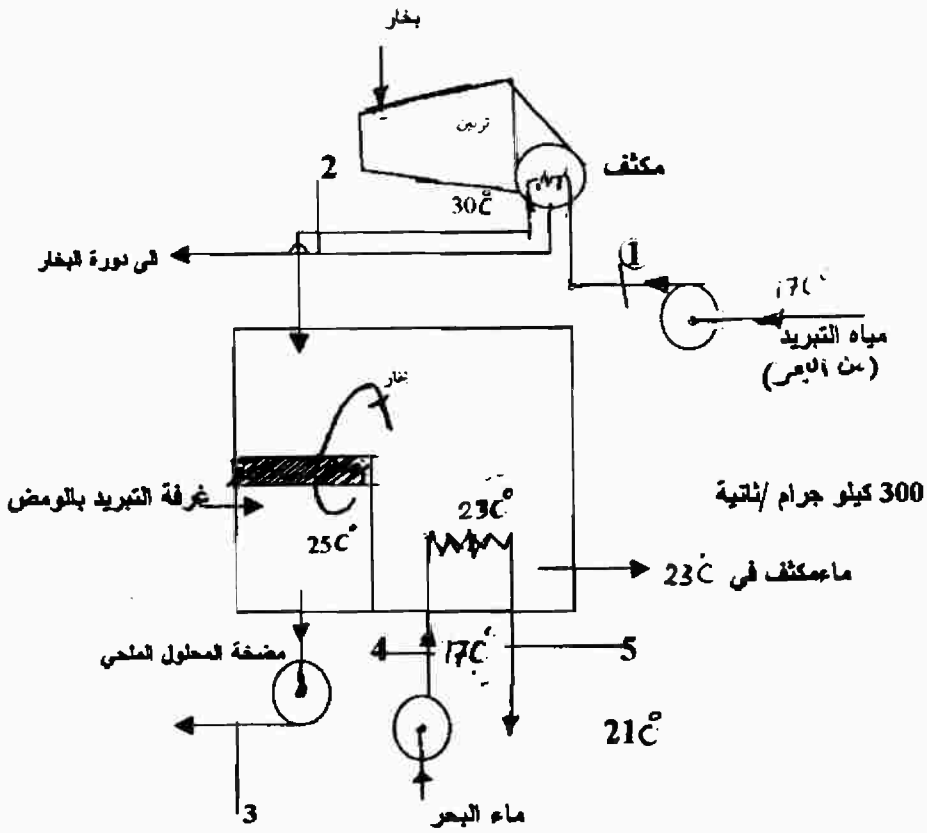


رسم تخطيطي للمسألة (54)

س55 يبين شكل 0 5ـ34) ترتيبا تخطيطاً لإجراء مقترح لإنتاج الماء العذب من ماء البحر بحيـث يـتوافق هـذا مع محطة ضخمة لتوليد القدرة بالبخار تستعمل مبخرات ومضية تدخل ميـــاه التبريد المكثف بمعدل $300KJ/S$ حيث ترتفع درجة حرارتها من $17C^{\circ}$ الى $30C^{\circ}$ بعـد ذلـك تدخل المبخر الومضي حيث ينخفض الضغط الى قيمة مناظرة لدرجة حرارة تشبع $25C^{\circ}$، يتحول في هذا الإجراء بعض السائل الى بخار بالومض ، أما الباقي فيضخ ثانية للـبحر بكثف البخار عن $23C^{\circ}$ليكون الماء العذب المطلوب ، يحدث هذا باستعمال ماء البحر الذي يدخل عند $17C^{\circ}$ ويخرج عند $21C^{\circ}$. أحسب :

أ) كميـــة المـــاء العـــذب المنتج في الساعة ، أفترض أن المخلوط المتكون حين يمر السائل بدرجة حرارة 30C° بأجراء خنق (بالدخول لمبخر الومض) يكون في حالة اتزان عند 25 C° وأنه يفصل تماماً .

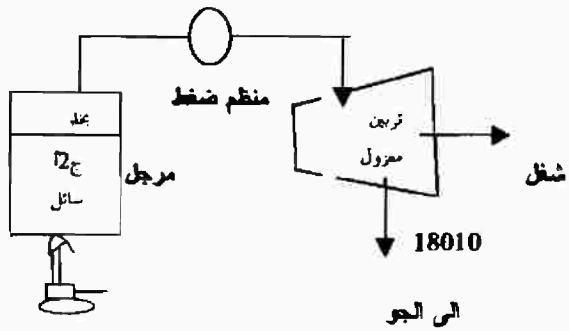
ب) كمية مياه التبريد التي تدخل عند النقطة 4



رسم تخطيطي للمسألة (55)

س56 اقترحت محطة توليد قدرة بالبخار لسيارة حسب الرسم الموضح بشكل (5ـ35) حجم المـــرجل 25 لـــتراً وكـــان فـــي الـــبداية يحتوي 90% سائل و 10% بخار بالحجم عـــند 100KPa، أشـــعل الحارق ، وحين وصل الضغط 700KPa ثبت صمام تنظيم الضغط قيمة ضغط المرجل عند 700KPa ، وانساب البخار المشبع عند هذا الضغط الى التربين يخـــرج البخار من التربين مشبعاً عند ضغط 100KPa ويصرف للجو ، وحين يستنفذ كل

السائل في المرجل يطفأ الحارق تلقائياً أوجد الشغل الكلي وانتقال الحرارة الكلي لشحنة واحدة للمرجل .



س57 خـــنق ماء عند ضغط $10MPa$ و $140C^{\circ}$ الى ضغـــط $200KPa$ في إجراء إدياباتي ماهو كسر الجفاف بعد الخنق .

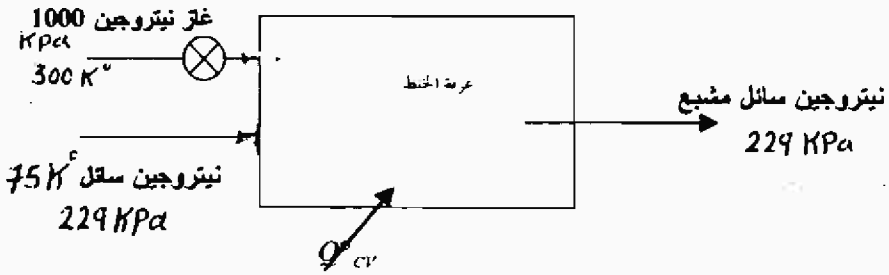
س58 خـــنق نيتروجين عند $300K^{\circ}$ و $0.5MPa$ الى $0.1MPa$ ، أحسب درجة الحرارة عند الخروج بافتراض.

أ) سلوك الغاز الواقعي ب) سلوك الغاز المثالـــــي

س59 خـــنق غاز الهليوم من الحالة عند $25C^{\circ}$ و $1.2MPa$ الى ضغط $100KPa$ ، إذا كـــان القطـــر عـــند المخرج أكبر منه عند المدخل بقدر كاف بحيث تساوت السرعات عند المدخل والمخرج ، أحسب درجة حرارة الخروج ونسبة أقطار الانابيب.

س60 مســـعر الخـــنق هو جهاز يستعمل لتحديد كسر جفاف البخار الرطب (اى البخار الذي يحـــتوي على كمية صغيرة من الرطوبه) المنساب في أنبوب يتضمن هذا الجهاز سحب كمية صغيرة من البخار بأنسياب مستمر من الأنبوب وخنقها إدياباتياً الى ضغط مساو للضغط الجوي تقريـــباً بعد الخنق الدياباتي (بثبوت الانثالبى) يقاس ضغط ودرجة حرارة البخار وبهذا يمكن معرفة إنثالبى البخار الرطب في الأنبوب، يستعمل مسعر الخنق لقياس كسر جفاف البخار في أنـــبوب يســـاوي الضـــغط الكـــلى فيه $1.2MPa$ يستعمل مانومتر زئبق في قياس الضغط بالمســـعر ، وقد كانت قراءته $8KPa$ فوق الضغط الجوي إذا تطلب المسعر تحميصاً قدره 5 درجـــات عـــلى الأقـــل فمـــا هو أقل كسر جفاف يمكن تحديده للبخار ؟ قراءة البارومتر $97KPa$

س61 تستعمل عملية الخلط الموضحة بشكل (70) للحصول على نيتروجين سائل في حالة تشبع عند 229 KPa خنق غاز النيتروجين ذو الضغط المرتفع الى الضغط السائد في غرفة الخلط ، وخلط مع السائل المبرد دون درجة حرارة التشبع ، والذي ينساب للغرفة بمعدل 0.07 Kg/S إذا كان معدل انتقال الحرارة للغرفة هو 0.05 KW فما هو معدل انسياب غاز النيتروجين للغرفة ؟



رسم تخطيطي للمسالة(70)

س62 يعمل تربين بخار صغير عند حمل جزئي وينتج 75 KW وكان معدل الانسياب اليه 0.17 Kg/S خنق البخار من 250C° و 1.4MPa الى 1.1 MPa قبل دخوله التربين وكان ضغط البخار العادم يساوي 10 KPa ، أوجد كسر الجفاف (أودرجة الحرارة إذا كان البخار محمصاً) عند مخرج التربين .

س63 البيانات التالية لدورة التبريد بالفريون ــ 12 الموضحة بشكل ((77))

$P_1 = 1240\ KPa$ ، $T_1 = 115\ C^\circ$

$P_2 = 1230\ KPa$ ، $T_2 = 105\ C^\circ$

$P_3 = 1200\ KPa$ ، $T_3 = 35\ C^\circ$

$P_4 = 200\ KPa$

$P_5 = 180\ KPa$ ، $T_5 = -5\ C^\circ$

$P_6 = 170\ KPa$ ، $T_6 = 5\ C^\circ$

معدل انسياب الفريون= 0.05 Kg/S .....القدرة المعطاة للضاغط = 2 KW

س64 خـــنق ماء عند ضغط 10 MPa و 140 °C الى ضغط 200 KPa في إجراء إدياباتي ماهو كسر الجفاف بعد الخنق .

س65 خنق نيتروجين عند 0.5 MPa و 300K الى 0.1 MPa ، أحسب درجة الحرارة عند الخروج بافتراض

أ) سلوك الغاز الواقعي

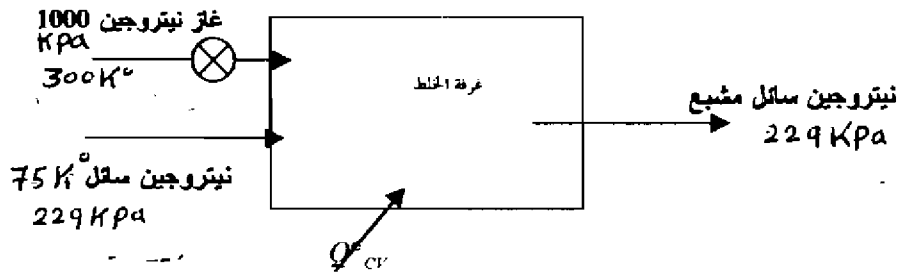
ب) سلوك الغاز المثالي

س66 خـــنق غاز الهليوم من الحالة عند 25C° و 1.2 MPa الى ضغط 100 KPa ، إذا كـــان القطر عند المخرج أكبر منه عند المدخل كاف بحيث تساوت السرعات عند المدخل والمخرج ، أحسب درجة حرارة الخروج ونسبة أقطار الأنابيب

س67 مســـعر الخـــنق هـــو جهاز يستعمل لتحديد كسرجفاف البخار الرطب (أى البخار الذي يحـــتوي عـــلى كميةصـــغيرة من الرطوبة المنساب في أنبوب يتضمن هذا الجهاز سحب كمية صغيرة من البخار بانسياب مستمر من الأنبوب وخنقها إدياباتياً الى ضغط مساو للضغط الجوي تقريباً ، بعد الخنق الإدياباتي (بثبوت الإنثالبى) يقاس ضغط ودرجة حرارة البخار وبهذا يمكن معرفة إنثالبى البخار الرطب في الأنبوب .

يـــستعمل مســـعر الخـــنق لقياس كسر جفاف البخار في أنبوب يساوي الضغط الكلي فيه 1.2 MPa ، يســـتعمل مانومـــتر زئـــبق فـــي قياس الضغط بالمسعر ، وقد كانت قراءته 8 KPa فوق الضغط الجوي إذا تطلب المسعر تحميصاً قدره 5 درجات على الأقل ، فما هو أقل كسر جفاف يمكن تحديده للبخار ؟ قراءة البارومتر 97 KPa .

س68 تستعمل عملية الخلط الموضحة بالشكل أدناه للحصول على نيتروجين سائل في حالة تشـــبع عـــند 229 KPa خنق غاز النيتروجين ذو الضغط المرتفع الى الضغط المساند في غرفة الخلط ، وخلط مع السائل المبرد دون درجة حرارة التشبع ، والذي ينساب للغرفة بمعدل 0.07 Kg/S . إذا كان معدل انتقال الحرارة للغرفة هو 0.05 كيلو وات فما هو معدل انسياب غاز النيتروجين للغرفة ؟



رسم تخطيطي للمسألة 77

س68 يعمل تربين بخار صغير عند حمل جزئي وينتج 75 KW وكان معدل الانسياب اليه 0.17 Kg/S خنق البخار من 250C° و 1.4 MPa الى 1.1 MPa قبل دخوله التربين وكان ضغط البخار العادم يساوي 10 KPa ، أوجد كمر الجفاف أودرجة الحرارة إذا كان البخار محمصاً) عند مخرج التربين .

س70 (5ـ52) البيانات التالية لدورة التبريد بالفريون ـ12

$P_1 = 1240\ KPa$ و $T_1 = 115C^\circ$

$P_2 = 1230\ KPa$ ، $T_2 = 105C^\circ$

$P_3 = 1200\ KPa$ ، $T_3 = 35C^\circ$

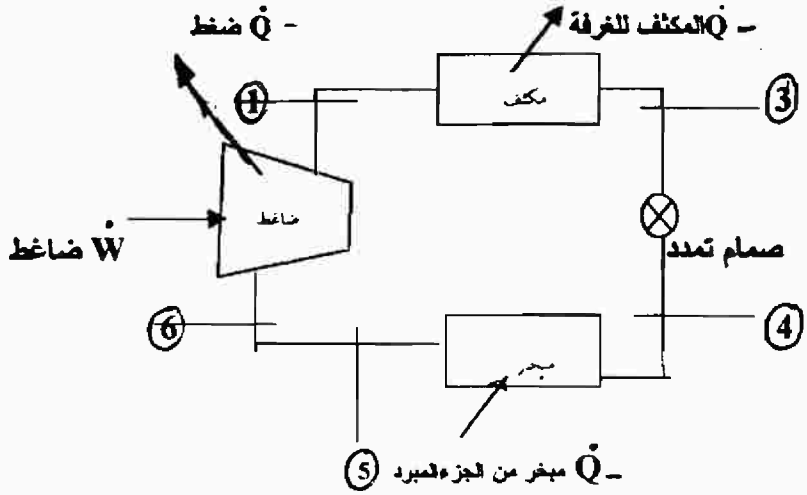
$P_4 = 200\ KPa$

$P_5 = 180\ KPa$ ، $T_5 = -5C^\circ$

$P_6 = 170\ KPa$ ، $T_6 = 5C^\circ$

معدل انسياب الفريون = 0.025 Kg/S

القدرة المعطاة للضاغط = 2KW .



رسم تخطيطي للمسألة 79

إحســـــــــــــــــــب:ـ

أ) أنتقال الحرارة من الضاغط

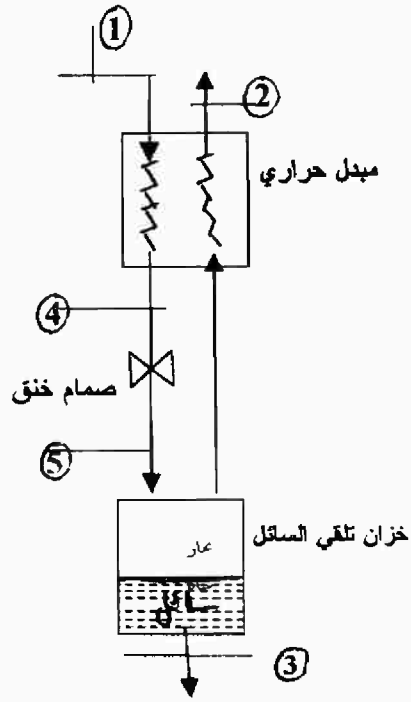
ب) انتقال الحرارة من الفريون في المكثف

ج) انتقال الحرارة للفريون في المبخر

س71 اعتـبر العـملية الموضحة بالشكل اعلاه والمستعملة في انتاج سائل الفريون ــ 12 يدخـل الفـريون ــ 12 عـند $2.75\ MPa$ و$100\ C^{\circ}$ مبدلاً حرارياً ويبرد بوساطة البخار المشـبع الممسـحوب مـن الخزان المعزول الذي يتلقى السائل يخنق بعد ذلك الغاز ذو الضغط المـرتفع عبر صمام الى ضغط خزان تلقى السائل يحتوى خزان تلقي السائل سائلاً وبخاراً في حالة اتزان عند ــ $20C^{\circ}$، ويخرج البخار من المبدل الحراري عند النقطة 2 في $80\ C^{\circ}$ كل مفاقيد الضغط عبر صمام التمدد أحسب

أ) الجزء الذي يسال من الغاز ذو الضغط المرتفع

ب) الضغط ودرجة الحرارة (في حالة التحميص) او كسر الجفاف



رسم تخطيطي للمسألة 80

س72 ينساب بخار النشادر خلال أنبوب في ضغط 1 MPa ودرجة حرارة 70C ، وصل بخط الأنابيب إناء مفرغ حجمه 25 لتر وفتح الصمام الموصل للإناء المفرغ حتى وصل الضغط بالإناء 1 MPa ، ثم أغلق الصمام ، ماهي كمية النشادر التي انسابت للإناء إذا تم الإجراء إدياباتياً ؟

س73 ينساب هواء عند ضغط 500 KPa ودرجة حرارة 25C في خط أنابيب موصل بهذا الخزان إناء مفرغ ، وحين يفتح الصمام المركب على هذا الخزان ينساب الهواء للخزان حتى يصل الضغط 500KPa

أ) إذا تم هذا الأجراء إدياباتياً فما هي درجة حرارة الهواء النهائية ؟

ب) استنتج تعبيراً عاماً يعطي العلاقة بين درجة حرارة الغاز المنساب لإناء مفرغ ودرجة حرارة الغاز النهائية في الخزان بدلالة خواص الديناميكا الحرارية للغاز .

س74 يحتوي خزان حجم 25 لتر فريون ــ12 عند 25C و 0.1 MPa أنت نملاء 60% من حجم الخزان بالسائل عند درجة الحرارة هذه ، وصل الخزان بأنبوب ينساب فيه الفريون ــ 12 عند 40C و 0.8 MPa وفتح الصمام قليلاً .

أ) أحسب الكتلة النهائية بالخزان عند $25^{\circ}C$

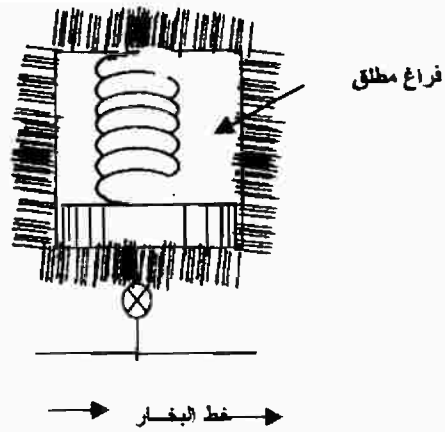
ب) احسب انتقال الحرارة المطلوب خلال عملية الملىء إذا ثبتت درجة الحرارةعند $25^{\circ}C$.

س75 (5ـ57) يحتوي خزان حجم $5m^3$ بخار مشبع في ضغط $0.2\ MPa$ ، وصل بهذا الخزان أنبوب ينساب فيه بخار عند $0.6MPa$ و $200^{\circ}C$ يدخل بخار من هذا الأنبوب للخزان حتى يصل الضغط $0.6\ MPa$ ، إذا لم تنتقل حرارة من الخزان وإذا كانت السعة الحرارية للخزان مهملة ، فما هي كتلة البخار الذي يدخل الخزان؟

س76 خزان مفرغ حجمه $0.05m^3$ متصل بأنبوب ينساب فيه هواء عند درجة حرارة الغرفة $25^{\circ}C$ و $7MPa$ ، يفتح الصمام سامحاً للهواء بالآنسياب للخزان حتى يصل ضغط الخزان $5\ MPa$ ثم يقفل الصمام ، يتم أجراء الملىء هذا بسرعة ويكون اساساً إدياباتياً يسمح للخزان بعد ذلك بالبقاء لفترة طويلة والصمام مغلق حتى تعود درجة الحرارة الى درجة الغرفة ، ماهو الضغط النهائي داخل الخزان ؟

س77 يورد البخار خلال خط أنابيب لأسطوانة القدرة الخاصة بمضخة بخار خلال الطول الكامل للشوط في الوضع الابتدائي للمكبس كان $p=700\ KPa$ و $x=0.95$ و $v=1.4L$ وفي نهاية الشوط كان $p=700\ KPa$ و $x=0.90$ و $v=30L$ وفي خلال هذا الإجراء انتقلت حرارة قدرها $28KJ$ من البخار كانت الخواص في خط أنابيب التغذية هي $725\ KPa$ و $170^{\circ}C$، أحسب الشغل الناتج من هذا الاجراء .

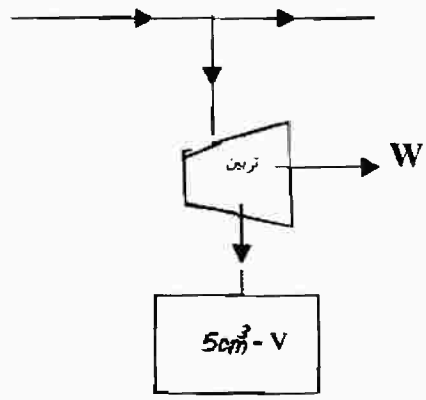
س78 ينساب بخار في خط أنابيب عند $0.8\ MPa$ و $250^{\circ}C$ ، وصل إناء معزول به مكبس وياى بهذا الخط كما هو مبين بشكل (5ـ39) في البداية كانت قوة الياى تساوي صفراً ولكن حين يفتح الصمام ويدخل البخار تكون قوة مقاومة الياى متناسبه طردياً مع المسافة التي يتحركها المكبس ، أوجد درجة الحرارة بالداخل حين يصل الضغط $0.8\ MPa$



رسم تخطيطي للمسألة (87)

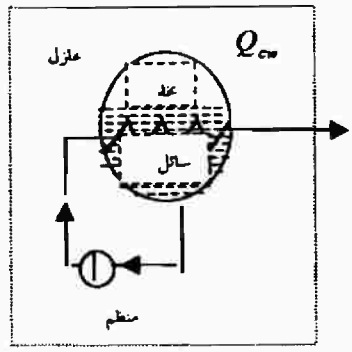
س79 أعتـــبر الجهـــاز الموضح بالشكل ينساب بخار في خط البخار عند $0.8\ KPa$ و $300^{\circ}C$ ينســـاب بخـــار من خط البخار الى تربين البخار ويخرج البخار من التربين الى غرفة كـــبيرة حجمها $50m^3$ في البداية كانت هذه الغرفة مفرغة ويمكن للتربين أن يعمل حتى يصل الضغط بالغرفة $0.8\ MPa$ ، عند هذه النقطة تكون درجة حرارة البخار $280^{\circ}C$ بافتراض أن الإجراء كله غدياباتياً احسب الشغل الذي يبذله التربين في اثناء هذا الإجراء

بخار-p $0.8\ MPa$ و T- $300^{\circ}C$



رسم تخطيطي للمسألة (88)

س80 يحـــتوي إنـــاء معزول حجم $2m^3$ بخاراً مشبعاً عند $3MPa$ فتح صمام عند قمـــة الإنـــاء وســـحب الـــبخار ، في خلال الإجراء تجمع سائل في قاع الإناء بحيث إن البخار الخارج كان مشبعاً ، احسب الكتلة الكلية المسحوبة حين يصل الضغط بالداخل $0.8\ MPa$

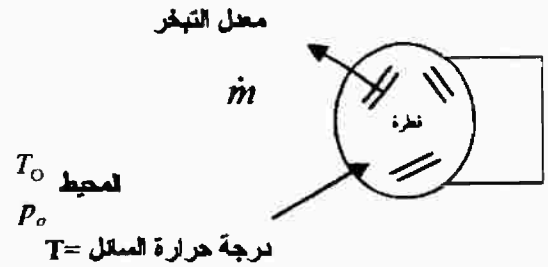


رسم تخطيطي للمسألة (89)

س81) علقت قطرة كروية من سائل في جولا نهائي كما هو موضح بالشكل ونتيجة لفرق في درجة الحرارة تتبادل هذه القطرة الحرارة مع الجو ، وكذلك تفقد كمية من كتلتها بالتبخر في الجو والمعادلة التيتعبر عن المعدل اللحظي لانتقال الحرارة Q هي:-

$$\dot{Q} = K\lambda(T_0 - T)$$

حيثk ثابت و λ هي المساحة السطحية يعطي الرمز $\dot{m}$ المعدل اللحظي لانتقال الكتلة يمكن افتراض أنه عند لحظة معينة من الزمن تكون درجة الحرارة في الكرة منتظمة ودائما في ضغط يساوي ضغط المحيط p وكان بخار السائل المتبخر المتلاخم للقطرة مشبعاً استنتج تعبيراً للمعدل اللحظي لتغير درجة حرارة القطرة $\partial T/\partial \alpha$ بدلالة الكميات الطبيعية ذات الدلالة



رسم تخطيطي للمسألة (90)

س82 بالون كروي قطره الابتدائي $150\,mm$ يحتوي فريون-12 عند $0.1\,MPa$ ، ثم توصيلة بخزان غيرمعزول حجم $0.01\,m^3$ يحتوي فريون-12 عند $0.5\,MPa$ وكان كلا البالون والخزان في درجة الحرارة الجوية $20^{\circ}C$ فتح الصمام الموصل بينهما فتحة جزئية ، وترك مفتوحاً حتى تساوي الضغط ، انتقلت حرارة مع المحيط خلال هذا الاجراء بحيث ظلت درجة حرارة الفريون كله ثابتة عند $20^{\circ}C$ يمكن كذلك افتراض أن قطر البالون يتناسب مع الضغط داخله عند أي نقطة في الاجراء أحسب :-

أ) الضغط النهائي

ب) الشغل الذي يبذله الفريون في اثناء الأجراء

ج) انتقال الحرارة الى الفريون حين الاجراء.

س83 خـــنق مـــاء إدياباتياً من 150C° و 1.5 M a الى 0.2MPa، السرعة عند المدخـــل هـــي 5 m/s وكانت مساحات المقطع عند الدخول والخروج متساوية ، ماهي الحالة وسرعة الماء عند المخرج ؟

س84 إنـــــــاء مفرغ معزول حجمه 20 لتراً يحتوي كبسولة ماء عنـــــد 700 KPa و150C° حجمهـــا 1 لتر ، إذا كسرت الكبسولة وملأت محنوياتها الحجم كله ، فما هو الضغط النهائي؟

4.4. تطبيقات وأمثلة محلوله على القانون الثـــاني للديناميكـا الحراريـة – الانثالبيـا – الانتروبيا –دورة كارنو – العمليات العكسية – الحرارة النوعية .

مثال (1.4) .

اسطوانة بها مكبس تحتوي على بخار الفريون ــ 12 المشبع عنـــد $10C^0$. فـإذا ضغط الفريون بإجراء إدياباتي انعكاسي إلى أن أصبح الضغـط $1.6\ MPa$ ، أحسـب الشغل اللازم لكل كيلو جرام من الفريون – 12 لهذا الإجراء .

الحل:-

من القانون الأول نجد أن :-

$$1q1 = u2 - u1 + 1w2 = 0$$

$$1w1 = u_1 - u_2$$

الحالة (1) محددة في رأس المسألة ، وعلى ذلك فالأنتروبي الابتدائي معروف نستنتج أيضـاً من القانون الثاني أنه حيث إن الإجراء اديباتي انعكاسي فإن $s1 = s2$. أي إننـا نعـرف الانتروبي والضغط عند الحالة النهائية ، وهما كافيان لتحديد الحالة النهائية ، إذ أننا نعمـل بمادة نقية .

من جداول الفريون ــ 12

$$u_1 = h_1 - p1v1 = 183.058 - 219.1 \times 0.07646 = 166.26265\ kJ\ Kg$$

$$s1 = s2\ 0.7014\ kJ/kg\ K$$

$$P_2 = 1.6\ MPa$$

وعلى ذلك نجد من جداول فريون ــ 12 المحمص أن :-

$$T2 = 72.2C^0 \ ;\ h2 = 218.564 \ ;\ v2 = 0.011382$$

$$u2 = 218.564 - 1600 \times 0.011382 = 200.352\ kJ\ Kg$$

$$1w2 = u_1 - u_2 = 166.205 - 200.352 = -34.087\ kJ/Kg$$

مثال (2.4).

افترض أن (1) كيلو جرام من بخار الماء المشبع عند $100C^0$ يتكاثف إلى سائل مشبع عند $100C^0$ في إجراء ثابت الضغط ، وذلك بانتقال الحرارة إلى الهواء المحيط ، والذي هو في $25C^0$.

- ما هو صافي زيادة الانتروبي للمنظومة وللمحيط ؟

الحل:-

لهذه المنظومة نجد التالي من جداول البخار :

$$\Delta S_{system} = ms_{fg} = -1 \quad 6.0480 = -6.0480\ kJ\ K$$

باعتبار المحيط :-

$$Q_{to\ surroundinks} = m\ h_{fg} = 1\chi\ 2257.0 = 2257\ kJ$$

$$\Delta S_{surr} = \frac{Q}{To} = \frac{2257}{298.15} = 7.5700\ kJ/K$$

$$\Delta S_{system} \quad \Delta S_{surr} = -6.0480 + 7.5700 = 1.5220\ kJ/K$$

إن هذه الزيادة في الانتروبي متفقة مع مبدأ زيادة الانتروبي وتشير لنا (مثلما تشير لنا خبرتنا) أن هذا الإجراء ممكن الحدوث .

ويدعو إلى الاهتمام أن نلاحظ كيفية حدوث هذا الانتقال الحراري من المـــاء للمحيـــط انعكاسياً . افترض محركاً يعمل تبعاً لدورة كارنو ، ويتلقى حـــرارة مـــن المـــاء ، ويلفـــظ الحرارة للمحيط ، بينما يبين نقص أنتروبي الماء زيادة انتروبي المحيط .

مثال (3.4).

احسب التغير في الانتروبي لكل كيلو جرام من الهواء إذا سخن من $300\ K^{\circ}$ إلـــى $600\ K^{\circ}$ في حين ينخفض الضغط من $300\ KPa$ إلى $400\ KPa$ بافتراض :-

1- ثبوت الحرارة النوعية .

2- تغير الحرارة النوعية .

الحل :-

1- من الجدول للهواء عند $300\ K^{\circ}$

$$C_{po} = 1.0035\ kJ\ Kg\ K$$

وهكذا فباستعمال المعادلة يكون :

$$S_2 - S_1 = 1.0035 \ln\left(\frac{600}{300}\right) - 0.287 \ln\left(\frac{300}{400}\right) = 0.7781\ kJ\ Kg\ K$$

2 - من الجدول

$$S^{o}_{T1} = 205153\ kJ\ Kg\ K \qquad S^{o}_{T2} = 3.2223\ kJ\ Kg\ K$$

باستعمال المعادلة

$$S_2 - S_1 = 3.2223 - 2.5153 - 0.287 \ln\left(\frac{300}{400}\right) = 0.7896\ kJ\ Kg\ K$$

يمكن استعمال جداول الهواء للإجراءات الاديباتية الانعكاسية باستعمال الضغط النسبي P_r والحجم النوعي النسبي v_r ،وتعريف هاتين الكميتين موضح أسفل هذا الكلام .

للأجراء الاديباتي الانعكاسي يكون :

$$T\,ds = dh - v\,dP = 0$$

وهكذا فإن :

$$dh = C_{PO}\,dT = v\,dP = RT\frac{dP}{P}$$

$$\frac{dP}{p} = \frac{C_{PO}}{R}\frac{dT}{T}$$

لنجري التكامل لهذه المعادلة بين حالة أساس عندها درجة الحرارة T_0 والضغط P_0 وحالة اختيارية عندها درجة الحرارة T والضغط P . إذن :

$$\ln \frac{P}{P_0} = -\frac{1}{R}\int_{T}^{T} C_{po}\frac{dT}{T}$$

إن الطرف الأيمن لهذه المعادلة دالة في درجة الحرارة فقط . يعرف الضغط النسبي كالآتي :-

$$\ln P_r \quad \ln\frac{P}{P_o} \quad \frac{1}{R}\int_{T_o}^{T} C_{po}\frac{dT}{T} = \frac{S_T^o}{R}$$

وبهذا يمكن جدولة قيم P_r كدالة في درجة الحرارة .

إذا اعتبرنا حالتين 1، 2 على خط ثابت الانتروبي ، يستتبع من المعادلة أعلاه أن

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{P_{r1}}{P_{r2}}\right)_{s=Constant}$$

وهذه المعادلة تنص على أن نسبة الضغوط النسبية لحالتين لهما الانتروبي نفسه تساوي نسبة الضغوط المطلقة .

واستنتاج الحجم النوعي النسبي مماثل لما سبق ، وتكون نسبة الحجوم النوعية النسبية v_r في إجراء ايسنتروبي مساوية لنسبة الحجوم النوعية ، أي إن :

$$\frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{v_{r1}}{v_{r2}}\right)_{s=constant}$$

والدوال الايسنتروبية p_r و v_r معطاة للهواء بجدول لكنها ليست مذكورة في جداول الغازات الأخرى وفي تحليل إجراء ايسنتروبي لهذه الغازات يلزمنا استعمال المعادلة بحيث يكون طرفها الأيسر مساوياً للصفر ، وتؤخذ قيمة انتروبي الحالة القياسية من الجدول .

مثال (4.4).

يدخل البخار إلى تربين بخاري عند ضغط : 1 M Pa ودرجة حرارة $300C^0$ وبسرعة 50 m/s . يخرج البخار من التربين عند ضغط : 150 K P a وبسرعة 200m/s . أحسب الشغل لكل كيلوجرام بخار ينساب خلال التربين مفترضاً أن الإجراء اديباتي انعكاسي.

في حل مسألة مثل هذه ننصح برسم تخطيطي للأجهزة وبإيضاح الإجراء (أو الحالات المختلفة في حالة الإجراء اللاانعكاسي) على خريطة T-s . وتكون الخطوة الثانية نحو الحل

هي كتابة معادلة الاستمرار ومعادلات القانونين الأول والثاني للديناميكا الحرارية ، وعلاقة الخواص المناسبة للمسألة .

والرسم التخطيطي وخريطة T والمعادلات المختلفة التي تناسب هذا الإجراء هي :-

معادلة الاستمرار :

$$\dot{m}_e - \dot{m}_i = \dot{m}$$

القانون الأول :

$$h_i + \frac{V_i^2}{2} = h_e + \frac{V_e^2}{2} + w$$

القانون الثاني :

$$s_e - s_i$$

علاقة الخواص : من جدول البخار :

$$h_i = 3051.2\ kJ\ kg\ ;\ s_i = 7.1229\ kJ\ kg\ K$$

مثال (5.4).

يتلقى تربين بخاري البخار عند 300 C° و 1 MPa ويترك البخار التربين عند ضغط 15 KPa . قيس الشغل الخارج من التربين ووجد أنهُ 600 Kj / Kg من البخار المنساب خلال التربين . أحسب كفاية التربين بالمعادلة .

$$\eta_{turbine} = \frac{w_a}{w_s}$$

وبهذا فإن تحديد كفاية التربين يتضمن حساب الشغل الذي كان سيبذل في إجراء ايسنتروبي بين حالة المدخل والضغط النهائي . ولهذا الإجراء الايسنتروبي يكون :-

معادلة الاستمرار :

$$\dot{m}_e = \dot{m}_i = m$$

القانون الأول :

$$h_1 = h_{2s} + w_s$$

القانون الثاني :

$$s_1 = s_{2s}$$

علاقة الخواص : من جدول البخار :

$$h_1 = 3051.2\ kJ/kg\ ;\ s_1 = 7.1229\ kJ/kg\ K$$

$$s_{2s} = s_1 = 7.1229 = 8.0085 - (1-x_{2s})\ 7.2536$$

$$(1-x_{2s}) = 0.1221$$

$$h_{2s} = 2599.1 - 0.1221(2373.1) = 2309.4\ kJ\ kg$$

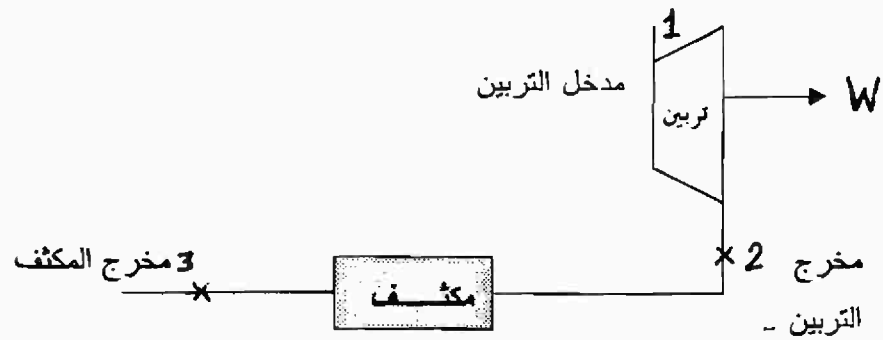
$$w_s = h_1 - h_{2s} = 3051.2 - 2309.4 = 741.8\ kJ\ kg$$

$$w_a = 600\ kJ/kg$$

$$\eta_{turbine} = \frac{w_a}{w_s} = \frac{600}{741.8} = 0.809 = 80.9\%$$

5.4. تمارين على القانون الثاني للديناميكا الحرارية والمحطات الحرارية والتوربينات البخارية .

س1. بخار ماء يدخل تربين بضغط 5MPa ، ودرجة حرارة $400C^0$ بمعدل $3\ m^3/s$ وسرعة الدخول كانت 50 m/s ويغادرها بدرجة حرارة $100C^0$ وكسر جفاف 50% فإذا كانت مساحة مقطع المخرج 4 أضعاف مساحة مقطع المدخل فأوجد قدرة التربين مع الأخذ في الاعتبار بأن التربين معزول حرارياً وبعد خروج البخار مع التربين يدخل مباشرة إلى مكثف ويخرج منه سائلاً مشبعاً أوجد معدل الحرارة المفقودة .



س2.أ ما الفرق بين :-

1. العملية أو الإجراء العكوسة والغير العكوسة .
2. المحرك الحراري والمضخة الحرارية .
3. الكفاءة ومعامل الأداء.

ب. وضح بالرسم النص الأول والثاني للقانون الثاني للديناميكا الحرارية .

ج. أذكر العوامل التي تجعل العملية غير عكوسة باختصار .

س3. محرك يعمل تبعاً لدارة كارنو بين $1200K^0$, $400K^0$, تستخدم الحرارة المنالة من المحرك لتدفئة حجرة ويستخدم الشغل الناتج من المحرك لتشغيل مضخة حرارية تتبع دارة كارنو العكوسة بين $300K^0$, $400K^0$ ويستفاد أيضاً من الحرارة المطروحة من المضخة الحرارية لتدفئة نفس الحجرة . أحسب كمية الحرارة الكلية التي تستخدم لتدفئة الحجرة لكل 1000KJ تضاف إلى المحرك . وضح الإجابة برسم الدراة ..

س4. دورة كارنو هي دورة حرارية مثالية تتكون من مجموعة من الإجراءات المتتالية . أذكر على الترتيب الإجراءات التي تتكون منها دورة كارنو موضحاً هذه الإجراءات على مخطط T-S ثم أوجد الكفاءة بدلالة درجات الحرارة .

س5. بخار ماء يمر بأنبوب قطره الداخلي 0.2 m حيث يدخل إلى تربين عند ضغط 15MPa ودرجة حرارة $600C^0$ وسرعة 100 m/s ويخرج بضغط 500 Kpa ودرجة حرارة $151.86C^0$ من خلال فتحة أنبوب قطره 0.8 m . بإهمال طاقة الوضع والفقد الحراري من التربين أوجد :

1- معدل تدفق بخار الماء .
2- سرعة البخار عند فتحة الخروج .
3- قدرة التربين .

س6. ثلاجة تعمل وفق دورة خزانين حراريين ، حيث تستقبل كمية من الطاقة بمعدل (Q_L) من خزان بارد درجة حرارته (T_L=250 K) ، وتطرد كمية أخرى بمعدل (Q_H) إلى خزان ساخن درجة حرارته (T_H = 300 K) . المطلوب ما إذا كانت

المعلومات التالية هي لدورة ثلاجة انعكاسية ، أو لا انعكاسية (حقيقية) ، أم لدورة مستحيلة الحدوث .

a - $Q_L = 1000kW$, $W = 400kW$.	c- $Q_H = 3000kW$, $W = 500kW$.
b - $Q_H = 2200kW$, $Q_L = 2000kW$.	d- $W = 400kW$, $\beta = 6$.

س7. صمام خانق (Throttling valve) يستخدم لخفض ضغط الموائع . أوجد درجة حرارة خروج المائع من الخانق إذا دخل عند درجة حرارة ($500C^0$) وضغط (5MPa) ، وخرج بضغط (100Kpa) ، وذلك عندما يكون المائع :

- ❖ مـــــــــاء [$499.6C^0$]
- ❖ غاز مثـــالي [$500C^0$]

س8. بخار ماء بأنبوب قطره الداخلي (0.2m) حيث يدخل إلى تربين عند ضغط (15Mpa) ودرجة حرارة ($600\ C^0$) وسرعة (100 m/s) . ويخرج بضغط (500 Kpa) ودرجة حرارة ($151.86\ C^0$) من خلال فتحة أنبوب قطره (0.8m) . فإذا تم إهمال كل من طاقة الوضع والفقد الحراري من التربين . أوجد :-

- ❖ معدل تدفق بخار الماء [126.12 Kg/s]
- ❖ سرعة البخار عند فتحة الخروج [94.1m/s]
- ❖ القدرة المولدة من التربين [105.134MW]

س9. ثلاجة تستخدم للتبريد ، تسحب عن طريق المبخر بمعدل (6 kW) من الطاقة الحرارية من مواد مخزنة فيها . ويحتاج ضاغط الثلاجة إلى قدرة (2kW) لتشغيله . أوجد :

- ❖ معامل الأداء لهذه الثلاجة [$\beta = 3$]
- ❖ معدل الطاقة الحرارية المطرودة عن طريق المكثف [8 kW]

س10. محطة بخارية بسيطة تتكون من تربين وغلاية ومكثف ومضخة . فإذا كانت القدرة الناتجة عن التربين (8723 KW) ، ومعدل انتقال الطاقة الحرارية إلى الغلاية

(26577 kW) ومن المكثف (18651 Kw) .بافتراض أن الطاقة الحرارية المفقودة من التربين والمضخة يمكن إهمالها ، أوجد :-

- القدرة المطلوبة لتشغيل المضخة [797 Kw]
-الكفاءة الحرارية للمحطة البخارية [29.82%]

س11. يتلقى ضغط هواء جوي عند ضغط (95 KPa) ودرجة حرارة ($20C^0$) وبسرعة دخول يمكن إهمالها . وعند مخرج الضاغط كان ضغط الهواء (380 KPa) ودرجة حرارته ($180C^0$) وسرعته (180 m/s) . فإذا كانت القدرة المطلوبة لتشغيل للضاغط (15Kw) . فإذا أُهمل الفقد الحراري من الضاغط . فما هو معدل انسياب كتلة الهواء بالضاغط (Cp. = 1.0035 kJ/kg K) .

[5.1 Kg/min]

س12. يخطي مجال توليد القدرة من باطن الأرض باستعمال مصادر المياه الساخنة أو البخار ، الجوفية باهتمام متزايد في الوقت الحاضر . اعتبر مصدراً للماء السائل المشبع في درجة حرارة $150C^0$. ما هي أعلى كفاية حرارية ممكنة لمحرك حراري يعمل تبعاً لدورة ، ويستعمل هذا المصدر للطاقة ، ويعمل في جو درجة حرارته $20C^0$ ؟

س13. مبرد يتبع دورة كارنو ، ويعمل في حجرة درجة حرارتها $25C^0$. إذا كان المطلوب نقل 100 كيلو وات من حيز مبرد درجة حرارة $30C^0-$. فما هي قدرة المحرك الكهربي اللازمة ؟

س14. اقترحت تدفئة منزل بوساطة مضخة حرارة ،وكان انتقال الحرارة من المنزل يعادل 15 كيلو وات . المطلوب هو ضغط درجة حرارة المنزل عند $22\ C^0$ ، على حين تكون درجة حرارة الهواء الخارجي $10\ C^0-$. ما هي أقل قدرة تلزم لأداة مضخة الحرارة .

س15. اقترح إنشـاء محرك يتبع دورة ليعمل في المحيط . عند موضع فيه درجـة حـرارة الماء $20\ C^0$ قرب السطح و $5\ C^0$ عند عمق كبير . ما هي أقصى كفاية حرارية ممكنـة لهذا المحرك ؟

س16. يدعى مخترع أنه أنشأ وحدة تبريد تحفظ الحيز المطلوب تبريده عند $-10\ C^0$ فـي حين تعمل الوحدة في حجرة درجة حرارتها $25\ C^0$ ، ويكون معامل أدائها 8.5 ما قيمة هذا الادعاء في رأيك ؟ وما قيمة الادعاء إذا كان معامل الأداء 7.5 ؟

س17. يترك سائل الصوديوم مفاعلاً نووياً عند $800\ C^0$ ويستعمل كمصدر طاقـة لمحطـة قدرة بخارية . تستعمل مياه تبريد المكثف مرة ثانية باستخدام برج تبريد يتركه المـاء فـي $15\ C^0$. حدد الكفاية الحرارية القصوى لهذه المحطة . هل يكون من الخطأ استخدام درجات الحرارة $800\ C^0$ و $15\ C^0$ في حساب هذه القيمة ؟

س18. اسطوانة بمكبس حر الحركة تحتوي على (5Kg) من الماء عند ضغط (2 MPa) ودرجـة حرارة ($300C^0$) برد النظام تحت ضغط ثابت إلى أن أصبح كسـر الجفـاف (40 %). أوجد :-

1- درجة الحرارة النهائية	2- الحجم الابتدائي	3- الحجم النهائي
4- كتلة البخار في الحالة النهائية	5- كتلة السائل في الحالة النهائية	6- الشغل المبذول
7- كمية الحرارة المنتقلة	8- التغير في الانتروبي	

س19. إناء مقفل ذو حجم ثابت ($0.01m^3$) ، يحتوي على خليط من السائل المشبع والبخـار المشبع عند ضغط (0.2MPa) ، انتقلت طاقة حرارية من المحيط إلى النظام حتى وصلـت حالة الماء إلى الحالة الحرجة . أوجد :

- التغير في الطاقة الداخلية [4819.4 kJ]
- كمية الحرارة المنتقلة [4818.8kJ]
- التغير في الانثالبي [5038.4kJ]

س20. اسطوانة بمكبس تحتوي على هواء (غاز مثالي) كتلته (5 Kg) عند درجة حرارة (330 K) وضغط (100kPa) تعرض لإجراء ضغط إلى أن وصل الضغط إلى (1000 kPa) . أوجد الشغل المبذول وكمية الحرارة المنتقلة والتغير في الانتروبي عندما يكون الإجراء :-

- انعكاسي بولتروبي (n = 1.2)
- انعكاسي أديباتيكي
- انعكاسي عند درجة حرارة ثابتة

(أعتبر للهواء $Cp = 1.0035\ kJ/Kg.K^{\circ}$, $Cv = 0.7165\ kJ/Kg.K^{\circ}$)

س21. ضغط هواء بواسطة ضاغط عند درجة حرارة ثابتة ($20C^0$) وكان مقدار التغير في الانتروبي (-0.524kJ/kg K) ، ومعدل تدفق الهواء بالضاغط (0.3 Kg/s) . أوجد أقل قدرة مطلوبة لتشغيل الضاغط . [46.083kW]

س22. بخار بضغط 10 bar وكسر جفاف 0.86 ينخفض ضغطه بثبوت الحجم إلى 2 bar ، أحسب التغير في كل من الانتالبي والطاقة الداخلية ، الانتروبي وكذلك كمية الحرارة المزالة أثناء خفض الضغط ؟

س23. هيدروجين عند درجة حرارة ($T_1 = 300\ K$) وحجم ($V_1 = 100\ cm^3$) تمدد بإجراء اديباتيكي داخل اسطوانة بمكبس إلى أن وصلت درجة حرارته ($T_2 = 270\ K$) وحجمه ($V_2 = 200\ m^3$) .

- أوجد التغير في الانتروبي والشغل المبذول [302.55kJ /Kg] .

لو أفترض إن إجراء التمدد السابق أيزونتروبي إلى أن وصل إلى نفس الحجم النهائي المذكور سابقاً . فكم تكون درجة حرارة الهيدروجين النهائية والشغل المبذول لكل كيلوجرام

[21 K, 745.27kJ /kg]

س24. غلاية تعمل تحت ضغط ثابت 15bar تبخر الماء بمعدل 1000 kg/h عند دخول الماء الغلاية كان الانتالبي 165 kJ/kg ويغادر بانتالبي 2200 kJ/kg . أنبوب الخروج للغلاية أعلى من أنبوب الدخول بعشرة أمتار (10m) . وان سرعة الدخول للماء هي 13 m/sوالخروج هي 33 m/s . أوجد معدل الطاقة الحرارية المجهزة للغلاية بالوات

س25. اسطوانة بمكبس تحتوي على هواء كتلته (1kg) عند درجة حرارة (300K) وضغط (100Kpa) تعرض لإجراء ضغط إلى أن وصل الضغط (600Kpa) . أوجد الشغل المبذول وكمية الحرارة والتغير في الانتروبي عندما يكون هذا الإجراء :

- انعكاسي بوليتروبي $[-148.4\ kJ, -55.797kJ\ ; -0.1546\ kJ/K]\ .(n = 1.25)$

- انعكاسي اديباتيكي $[\ -143.73\ kJ\ ,\ 0.0kJ, 0.0\ kJ/K]$ /K]

- انعكاسي عند درجة حرارة ثابتة $[-154.27\ kJ\ ,\ 154.27\ kJ, 0.5142\ kJ/K]$

س26. هواء تعرض في مروره لإجراء اختناق مما أدى إلى زيادة انتروبي الهواء بمقدار (0.06 KW/K) . أوجد الضغط الابتدائي للهواء إذا كان ضغطه النهائي (90 kPa)
[110.93 kPa]

س27. في إجراء تكثيف بمحطة بخارية يدخل بخار ماء إلى مكثف بمعدل تدفق (18Kg/s) عند درجة حرارة ($150C^0$) . أوجد معدل الطاقة الحرارية المطروحة خلال مرور البخار بالمكثف (علماً بأن الإجراء تم عند ضغط ثابت).
[- 46.326 MW]

س28. في المسألة السابقة ، إذا استخدم ماء سائل بمعدل تدفق (200 kg/s) وذلك لتبريد البخار المار بالمكثف .أوجد مقدار الارتفاع في درجة حرارة هذا الماء علماً بأن السعة الحرارية النوعية للماء للسائل (C = 4.18 KJ/Kg K) .
[$55.4C^0$]

س29. تتمدد كمية من الهواء مقدارها 10 kg في عملية ثبات درجة الحرارة = T_1 $127C^0$ من الضغط الأولى 800 kPa حتى الحجم النهائي $5\ m^3$ أحسب : الحجم الأولى للهواء وضغطه النهائي وتغيرت الأنتالبية وطاقته الداخلية وشغل تمدده وتغيرت انتروبية وكمية الحرارة المتبادلة ؟

س30. مائع يدخل إلى بوق بانثالبي نوعي 2500 Kj /kg وكان معدل الكتلة 10kg/s وسرعة الدخول 30 m/s وكان الانثالبي النوعي عند الخروج 1950 kJ /kg والحجم

النوعي $1.2\ m^3/kg$ على افتراض أن الجريان داخل البوق إديباباتي . أحسب :-

1- سرعة الخروج .

2- مساحة مقطع الخروج للبوق .

س31. مبتدأ بالعلاقة :- $S_2 - S_1 = \int_\rho \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}$

- أثبت أنه إذا تعرض غاز مثالي لإجراء انعكاسي اديباتيكي من الحالة (1) إلى الحالـــة (2) فإن العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته خلال هذا الإجراء يمكن التعبير عنها بالعلاقة :

$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$ حيث $\left(\gamma = \frac{C_p}{C_v}\right)$.

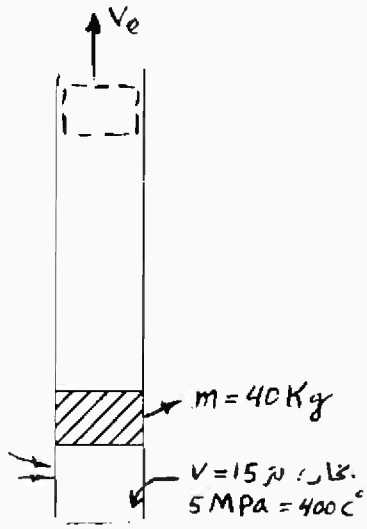
س32. مبتدأ من العلاقة : $TdS = du + pdV$

أثبت أنه إذا تعرض غاز مثالي لإجراء انعكاسي اديباتيكي فإن العلاقة بين الضغـــط والحجـــم يمكن التعبير عنها بالعلاقة الرياضية التالية :-

$$PV^K = C$$

س33. تحتوي اسطوانة مغلقة مكبس على فريون- 12 عند $20C^0$ و $500KPa$.كان الحجم عند هذه الظروف 10 لترات . يجري على الفريون إجراء تمدد إديباتي إلى $30C^0$ عند نهاية هذا الإجراء سمح للفريون بأن يسخن ثانية $20C^0$ بثبوت الضغط .ارسم الإجراءين على خريطة T- وأحسب الشغل وانتقال الحرارة لكل إجراء

س34. كتلة قدرها $40\ Kg$ ضغطت في مكانها في طول معين من أنبوب قطره 120 ميليمتراً بواسطة مسمار ، كما هو موضح بشكل أسفل هذه الكتلة يوجد حجم قدره 15 لتراً من البخار عند $5\ MPa$ و $400C^0$. سحب المسمار سامحاً للكتلة بالتعجيل لأعلى ، تخرج الكتلة من أعلى الأنبوب بسرعة معينة . إذا مر البخار بإجراء تمدد إديباتي انعكاسي حتى وصل الضغط $600\ KPa$ فما هي سرعة خروج الكتلة ؟



س35. اسطوانة بها مكبس تحتوى على 1 Kg من فريون -12 عند 0.1 MPa و -90°C تحرك المكبس ببط وانتقلت الحرارة اللازمة بحيث انضغط الفريون -12 في إجراء انعكاسي ثابت درجة الحرارة حتى تحول الفريون -12 إلى بخار مشبع.

(أ) ارسم الإجراء على خريطة T-s بحيث يكون الرسم تقريباً بمقياس رسم .

(ب) ارسم الضغط النهائي والحجم النوعي للفريون -12

(ج) احسب الشغل وانتقال الحرارة للإجراء.

س36. عند مطلوب تبريد كمية معلومة من مادة ، بسرعة إلى $10C^0$ كان الانتقال الحراري المطلوب هو 200 KJ . كانت أحد الطرق الممكنة هي غمر الكتلة في مخلوط من الماء والثلج ، وسبب انتقال الحرارة من المادة ذوبان الثلج . أحد الطرق الممكنة الأخرى لتبريد المادة هي تبخير الفريون -12 عند $-20C^0$ وسبب انتقال الحرارة في هذه الحالة تحول الفريون -12 من السائل المشبع إلى البخار المشبع والإمكانية الثالثة هي بعمل نفس الشيء باستعمال نيتروجين سائل عند 101.3 KPa .

(أ) احسب التغير في الإنتروبى لوسيط التبريد في كل من هذه الحالات الثلاث .

(ب) ما هو مدلول هذه النتائج ؟

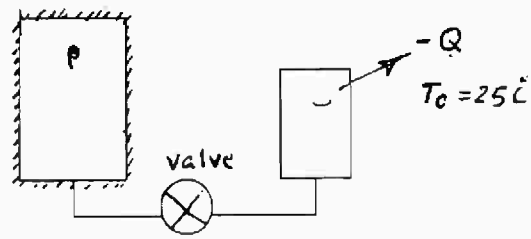
س37. اعتبر حجم الخزان المعزول (أ) $0.6\ m^3$، وكان في البداية مملوءا ببخار عند 1.4 MPa و300°C حجم الخزان غير المعزول (ب) $0.3\ m^3$ وكان في البداية مملوءا ببخار عند 0.2 MPa و200°C . فتح الصمام الموصل بين الخزانين وانساب البخار من (أ) إلى (ب) حتى وصلت درجة الحرارة بالخزان (أ) $250C^0$ ثم أغلق الصمام عند هذه

النقطة . في أثناء هذا الإجراء انتقلت الحرارة من (ب) إلى المحيط عند $25C^0$ بحيث ظلت درجة الحرارة في الخزان (ب) ثابتة عند $200C^0$. بافتراض أن البخار الباقي في (أ) قد مر بإجراء إدياباتى انعكاسي احسب:

(أ) الضغط النهائى في كل من الخزانين.

(ب) الكتلة النهائية في (ب) .

(ج) صافي تغير الإنتروبى للإجراء (للمنظومة زائد المحيط)



رسم تخطيطي للمسالة

س38. أسطوانة معزولة مركب بها مكبس الابتدائي $0.15\ m^3$ وتحتوى بخار عند $400\ KPa$ و $200C^0$ يتمدد البخار إدياباتياً انعكاسياً وقيس الشغل الخارج في أثناء الإجراء بعناية تكون في منطقة الطورين (السائل والبخار) فما هو تقييمك لهذا الادعاء ؟

س39. قضيب من الحديد الزهر وزنه $10\ Kg$ كان في البداية في $400C^0$ ثم غمر في خزان حجمه 200 لتربه ماء في $25C^0$. بافتراض عدم انتقال حرارة للمحيط احسب صافى التغير في الانتروبى لهذا الإجراء .الحرارة النوعية للحديد الزهر هي $0.5\ KJ/KgK^0$

س40. أسطوانة تحتوى 1كيلوجرام من النشادر عند $100\ KPa$ و $20C^0$ والتي هي درجة المحيط نفسها . ضغط النشادر بثبوت درجة الحرارة حتى صار بخاراً مشبعاً ، وكان الشغل المعطى هو $340\ KJ$. إذا كان من الممكن حدوث انتقال حراري مع المحيط ، فيكون هذا الإجراء انعكاسياً أم لا انعكاسيا ، أم مستحيلاً ؟

س41. محرك يعمل تبعاً لدورة كارنو به (1) كيلوجرام هـواء كوسـيط تشـغيل. أعطيـت الحرارة عند $800\,K^{\circ}$ ولفظت عـند $300\,K^{\circ}$.كان الضغط عنـد بدايـة إضافـة الحرارة $800\,KPa$ ، وفي أثناء الإجراء أصبح الحجم ثلاثة أمثـال الحجـم الأصلـي. احسب شغل الدورة الصافي لكل كيلوجرام هواء.

س42. يتمدد $1\,m^3$ هواء عند $300^{\circ}C$ و $4MPa$ انعكاسياً بثبوت درجة الحرارة في اسطوانة- إلى $0.1\,MPa$. احسب .

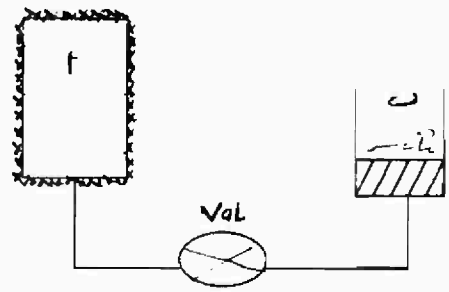
(أ) انتقال الحرارة في أثناء الإجراء.

(ب) تغير الانتروبى للهواء.

س43. خزان (أ) يحتوى في البداية $5\,Kg$ مـن بخـار عنـد $800KPa$ و $300C^{0}$ويتصل بواسطة صمام بأسطوانة بها مكبس لا يسبب احتكاكاً ،كمـا هـو موضـح بشكل كان الضغط اللازم لاتزان المكبس هو $200KPa$.

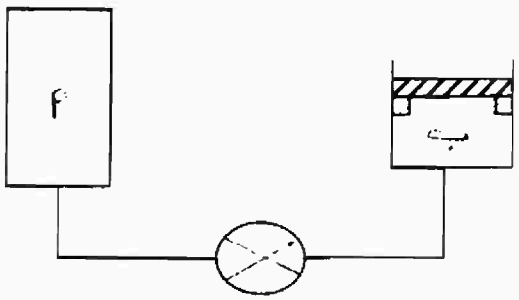
فتح الصمام حتى صار الضغط في (أ) $200KPa$. افترض أن الإجـراء كلـه كـان إدياباتياً ، وأن البخار الذي يبقى في النهاية في (ا) قد مر بإجراء إدياباتى انعكاسي .

احسب الشغل المبذول ضد المكبس ودرجة حرارة النهاءية في الأسطوانة (ب)



شكل 46 رسم تخطيطي للمسألة

س44. أعد حل المسألة لكن باعتبار أن المكبس يرتكز في البداية على مصـدات ، بحيـث يكون الحجم الابتدائي في الأسطوانة (ب) $0.3\,m^3$ – كما مبين بشكل (25.7) . افـترض أن هذا الحجم كان في البداية مفرغاً.



رسم تخطيطي للمسألة

س45. عند $500K^{\circ}$ و $100KPa$. إذا ضغط الغاز إلى $1.4MPa$ في إجراء اديباتي انعكاسي .أحسب درجة الحرارة النهائية والشغل بافتراض :

(a) تغير الحرارة النوعية – الجدول

(b) ثبوت الحرارة النوعية – خذ القيمة من الجدول .

(c) ثبوت الحرارة النوعية – خذ القيمة عند درجة الحرارة البينية من الجدول .

س46. ضخ ماء في $20C^0$ من بحيرة إلى خزان تخزين موضوع في ارتفاع معين . منسوب الماء المتوسط في الخزان هو $40m$ فوق سطح البحيرة ، وكان حجم الخزان هو $50m^3$. في البداية كان الخزان يحتوي هواء عند $100KPa$ و $20C^0$ وكان الخزان مغلقاً بحيث إن الهواء بداخله ينضغط حين يدخل الماء من قاع الخزان . أديرت المضخة حتى امتلاء ثلاثة أرباع الخزان . إذا ظلت درجة حرارة الهواء والماء ثابتة عند $20C^0$. فما هو الشغل اللازم لإدارة المضخة .

س47. اعتبر الطريقة التالية المستعملة في قياس نسبة الحرارة النوعية k لغاز . حجز الغاز في البداية بداخل إناء جسئ عند ضغط p_1 (أعلى قليلاً من الضغط الجوي p_0) درجة الحرارة الجوية . فتح صمام بالإناء وانخفض ضغط الغاز بسرعة إلى p_0 ثم أغلق الصمام عند هذه النقطة . بعد فترة زمنية طويلة عاد الغاز المتبقي بالإناء إلى حالة

الاتزان الحراري مع الجو المحيط ، وكان الضغط عند هذه النقطة p_2 . استنتج تعبيراً لـ k بدلالة p_0 و p_1 و p_2 . يمكن افتراض عدم انتقال حرارة الغاز خلال زمن هروب الغاز من الإناء .

س48. يضغط غاز الأرجون عند $100KPa$ و $20C^0$ انعكاسياً بأسطوانة إلى $400KPa$. أحسب الشغل اللازم لكل كيلو جرام إذا كان الإجراء:-

(a) اديباتياً .

(b) ثابت درجة الحرارة .

س49. اسطوانة بها مكبس لا يسبب احتكاكاً ، يحتوي هواء . في البداية كانت الاسطوانة تحتوي $0.5m^3$ من الهواء عند $150KPa$ و $20C^0$ ثم انضغط الغاز انعكاسياً تبعاً للعلاقة PV^n = ثابتاً حتى وصل الضغط النهائي $600KPa$ ودرجة الحرارة النهائية $120C^0$. أحسب لهذا الإجراء .

(a) أس الإجراء البوليتروبي n .

(b) الحجم النوعي للهواء .

(c) الشغل المبذول على الهواء وانتقال الحرارة .

(d) صافي تغير الأنتروبي .

س50. يمكن تمثيل الشوط المنتج للقدرة في محرك الاحتراق الداخلي والذي تتمدد فيه غازات الاحتراق بإجراء تمدد بوليتروبي . اعتبر إن الهواء الموجود بالاسطوانة حجمه 0.1 لتر عند $1650K^\circ$ و $7MPa$. يتمدد الهواء في إجراء بوليتروبي انعكاسي بأس إجراء $n = 1.30$ بحيث تكون نسبة الحجوم في الإجراء 1:8 . ارسم الأجزاء على إحداثيات P-V و T-S . وأحسب الشغل وانتقال الحرارة .

س51. غاز مثالي حرارته النوعية $C_{P_0} = 40\ KJ/Kg.K^\circ$.كلفن يجري عليه إجراء إنضغاط بوليتروبي انعكاسي بأس إجراء $n = 1.4$. هل يكون انتقال الحرارة في هذا الإجراء موجباً أم سالباً أم صفراً .

س52. معدل انسياب الفريون – 12 في دورة تبريد هواء 0.02Kg/S .
ظروف المدخل للضاغط هي 200KPa وضغط المخرج هو 1.2MPa
. إذا افترضنا أن إجراء الانضغاط أدياباتي انعكاسي . فما هي قدرة المحرك الكهربي اللازم لإدارة الضاغط ؟

س53. ينساب النيتروجين خلال بوق بمعدل 1Kg/S ظروف المدخل هي 400KPa و $200C^0$ والسرعة عند هذه النقطة 30 m/S ، وكان ضغط المخرج 100KPa . أحسب سرعة الخروج من البوق ومساحة المخرج با فتراض أن الإجراء اديباتي انعكاسي .

س54. يتلقى تربين بخاري البخار عند 800KPa و $250C^0$. يتمدد البخار في إجراء اديباتي انعكاسي ويترك التربين عند 100KPa . إذا كانت قدرة التربين 20000KW . فما هو معدل انسياب البخار للتربين ؟

س55. اقترح للمساعدة في تقليل الملوثات من عادم المركبات أن يستعمل ضاغط طود مركزي صغير يسحب الهواء الجوي عند 100 KPa و $20C^0$ ويرفع ضغطه بمقدار 40 KPa ثم يصرف الهواء المضغوط في غازات المحرك العادمة . إذا قدر للضاغط أن يضغط 20 L/S من الهواء عند ظروف المدخل . فما هي القدرة اللازمة لإدارة الضاغط ؟

س 56. اعتبر أجزاء التربين في محطة تربين غازي منتجة للقدرة ن واعتبر أن الغاز خواص الهواء . ظروف الدخول للتربين هي $1200K^\circ$ و 500KPa وضغط المخرج هو 100KPa . أحسب درجة الحرارة عند الخروج من التربين والشغل لكل جرام بافتراض :

(a) تغير الحرارة النوعية – الجدول .

(b) ثبوت الحرارة النوعية – خذ القيمة من جدول

س57. الناشر هو الجهاز الذي تخفض فيه سرعة مائع منساب عالية بطريقة ترفع الضغط في أثناء الإجراء . يدخل بخار عند 0.2 MPa و $200C^0$ ناشراً بسرعة 700 m/s . ويتركه بسرعة 70 m/s . إذا :

(a) جداول الهواء – الجدول

(b) ثبوت الحرارة النوعية – خذ القيمة من الجدول

س 58 . خزان كبير حجمه $1 m^3$ متصل بخزان صغير $0.3 m^3$. يحتوي الخزان الكبير هواء حالته الابتدائية 700 KPa و $20C^0$ وكان الخزان الصغير مفرغاً في البداية . فتح فجأة صمام بالأنبوب الموصل بين الخزانين ، ثم أغلق حينما اتزن الضغط في الخزانين . يمكن افتراض أن الهواء بالخزان الضخم قد مر بإجراء انعكاسي وإن الإجراء كله كان اديابانياً . ما هي كتلة الهواء النهائية في الخزان الصغير ؟ وما هي درجة الحرارة النهائية للهواء في الخزان الصغير ؟

س59. مطلوب الحصول على غاز هليوم بارد باستخدام الطرق الآتية : بضغط الهليوم الموجود باسطوانة عند الظروف الجوية (100 KPa و $20C^0$) في إجراء ثابت درجة الحرارة إلى 700 KPa ثم يمدد إلى 100 KPa ثانية في إجراء اديابانى . كلا الإجراءين انعكاسي .

(a) ارسم الإجراء على إحداثي T , s .

(b) احسب درجة الحرارة النهائية والشغل الصافي لكل كيلوجرام .

(c) إذا استعمل غاز ثنائي الذرات بدلاً من الهليوم . فهل تكون درجة الحرارة النهائية أعلى أم أقل ؟

س60. خزان معزول حجمه $1 m^3$ يحتوي هواء عند 800 KPa و $20C^0$. فتح صمام بالخزان وانخفض الضغط بسرعة إلى 150 KPa .

(a) احسب كتلة الهواء المسحوبة بافتراض أن الهواء الباقي في الخزان قد مّر بإجراء تمدد اديابانى انعكاسي .

(b) احسب الكتلة المسحوبة باستعمال تحليل القانون الأول وقارن النتيجة مع تلك المسحوبة في الجزء أ .

س61. يدخل هواء لتربين عند $1400K^{\circ}$ و $600KPa$ ويتمدد في إجراء اديباتي انعكاسي إلى $100\ KPa$. احسب درجة الحرارة عند المخرج والشغل المبذول لكل كيلوجرام هواء باستعمال :-

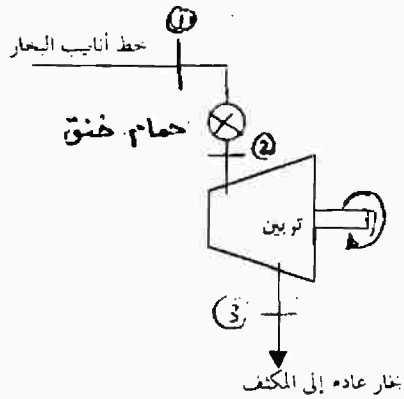
(a) جدول الهواء – الجدول ا – 10 .

(b) ثبوت الحرارة النوعية – خذ القيمة عند $300K^{\circ}$ من جدول 1– 8 .

(c) ثبوت الحرارة النوعية – خذ القيمة عند درجة الحرارة المتوسطة من .

ناقش لماذا تعطي الطريقة (ب) نتيجة سيئة بالنسبة لدرجة حرارة المخرج في حين تعطي نتيجة حسنة نسبياً بالنسبة للشغل .

س 62. يمكن تشغيل التربين البخاري عند حمل جزئي بخنق البخار لضغط منخفض قبل أن يدخل للتربين ، كما هو موضح بشكل الظروف في خط أنابيب البخار هي $1.4MPa$ و $300C^{0}$ وكان ضغط عادم التربين ثابتاً عند $10\ KPa$. بافتراض أن التمدد بالتربين اديباتي انعكاسي ، احسب :



رسم تخطيطي للمسألة

(a) شغل التربين عند الحمل بالكامل لكل كيلو جرام بخار .

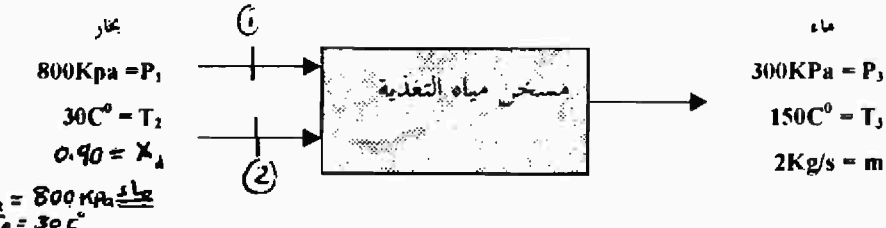
(b) الضغط الذي يجب أن يخنق البخار إليه لينتج التربين 75% من الشغل عند الحمل الكامل . ارسم الإجراءات على خريطة T-s .

س63. مضخة طرد مركزي تسلم أكسجيناً مسالاً إلى محرك صاروخ بمعدل $30\ Kg/s$. يدخل الأكسجين للمضخة كسائل مشبع عند $90K^{\circ}$ ويصرف بضغط

3.5 MPa . احسب القدرة اللازمة لإدارة المضخـــة إذا كـان الإجـراء اديباتيـاً انعكاسياً.

س64. يدخل النشادر في محطة تبريد إلى صمام التمدد عند 1.7 MPa و $32C^0$. ضغط النشادر الخارج من صمام التمدد هو 200KPa .إذا كان التغير في طـــاقتي الحركة والوضع مهملاً فما هي الزيادة في الانتروبي لكل كيلوجرام ؟ ارسم هذا الإجـــراء على خريطة درجة الحرارة والانتروبي.

س65. إن أحد أنواع مسخنات مياه التغذية التي تسخن الماء تسخيناً سابقاً قبل دخولـــه للمرجل تعمل بمبدأ خلط الماء والبخار . احسب للحالات الموضحـــة بشـــكل (ـــــ) معدل الزيادة الانتروبي في الثانية بافتراض أن الإجراء اديباتي وذو انسياب مستقر.



س66. إناء غير معزول حجمه $0.5\ m^3$ يحتوي بخاراً عنـــد ميجابســكال و $250C^0$. فتح صمام بأعلى الإناء وطرد البخار للمحيط حتى وصل الضغط 400KPa . ثـــم قفـــل الصمام عند هذه النقطة وقيست درجة الحرارة بالداخل ووجدت $175C^0$. احسب صـــافي تغير الانتروبي لهذا الإجراء .اعتبر المحيط في درجة حرارة $250C^0$.

س67 . قرر رجل مبيعات أن لديه تربيناً بخارياً ينتج 2800 KW ، ويدخل البخـــار للتربين عند 700 KPa و$250C^0$ ويتركه عند ضغط 250KPa ، وكـان معدل انسياب البخار المطلوب هو 3.8 Kg/S .

(a) كيف تقيم هذا الادعاء .

(b) افترض أنه غير ادعاءه وقال إن انسياب البخار المطلوب هو 4.3 Kg/S .

س68. ينساب بخار عند $800Kpa$ و$300C^0$ في خط أنابيب . متصل بهذا الخط خزان حجمه $2\,m^3$ يحتوي بخاراً عند 100 كيلوبسكال و$200C^0$. فتح الصمام سامحاً للبخار بالانسياب للخزان حتى وصل الضغط النهائي بالخزان $800\,Kpa$.انتقلت الحرارة من الخزان في أثناء هذا الإجراء بمعدل معين بحيث ظلت درجة حرارة محتوياته ثابتة عند $200C^0$. وكان المحيط في درجة حرارة ثابتة قدرها $25C^0$.

(a) احسب كتلة البخار المنساب للخزان وانتقال الحرارة في أثناء هذا الإجراء .

(b) احسب التغير في الانتروبي داخل الحجم المحكوم (الخزان) في أثناء الإجراء .

(c) بين أن هذا الإجراء لا ينكث القانون الثاني للديناميكا الحرارية .

س 69. يدخل بخار لتربين عند $0.8\,Mpa$ و$400C^0$ ويخرج عند 0.2 Mpa و$200C^0$. إذا حدث أي انتقال حراري يكون ذلك مع المحيط الذي هو في درجة حرارة $25C^0$ ، ويمكن إهمال التغير في طاقتي الحركة والوضع . إذا ادعي هذا التربين ينتج $100\,KW$ بانسياب للكتلة قدره $0.3\,Kg/S$ فهل ينكث هذا الإجراء القانون الثاني للديناميكا الحرارية ؟

س70. يدخل بخار لبوق معزول عند $800\,Kpa$ و$200C^0$ وبسرعة منخفضة ، ويخرج عند $200\,Kpa$. احسب السرعة عند المخرج ودرجة الحرارة (أو نسبة الجفاف إذا كان البخار مشبعاً) بافتراض أن كفاية البوق 95%.

س71. يدخل الهواء لضاغط تربين غازي عند $95\,Kpa$ و $15C^0$ بمعدل $25m/s$ ويتركه عند $400Kpa$. اعتبار الإجراء اديباتياً . وبإهمال التغير في طاقتي الحركة والوضع . احسب القدرة اللازمة لإدارة الضاغط ودرجة الحرارة عند المخرج بافتراض :

(a) أن الإجراء انعكاسي .

(b) أن كفاية الضاغط 82% .