تعليمات مهمة: قبل الشروع في إجابة الأسئلة، يطلب منك قراءة التعليمات والإرشادات التالية:

(1) تأكد من كتابة اسمك ورقم قيدك بوضوح تام على كراسة الإجابة.
(2) يجب قفل الهاتف المحمول ووضعه في مكان غير منظور.
(3) استعارة الجداول والأدوات غير مسموح بها على الإطلاق.
(4) يطلب التزام الهدوء طوال زمن الامتحان، والمحادثات الجانبية بأي صورة كانت تعد حالة غش.
(5) لا يمكنك مغادرة قاعة الامتحان إلا بعد مضي نصف الزمن المخصص للامتحان.
(6) لا يسمح بمغادرة قاعة الامتحان خلال آخر 5 دقائق من الزمن المخصص للامتحان.
(7) بمجرد الإعلان عن انتهاء الزمن المخصص للامتحان يجب وضع القلم والتوقف عن الإجابة. **(خصم 5 درجات لمن يفعل خلاف ذلك)**
(8) عند تجميع كراسات الإجابة ابق جالسا في مكانك ملتزما الصمت ولا تغادر حتى تنتهي عملية تجميع كراسات الإجابة من كل الطلاب الجالسين في القاعة. **(خصم 5 درجات لمن يفعل خلاف ذلك)**

أقر أني قد قرأت هذه التعليمات بعناية وأتعهد بالالتزام التام بما ورد فيها. التوقيع : .....

(60 درجة)

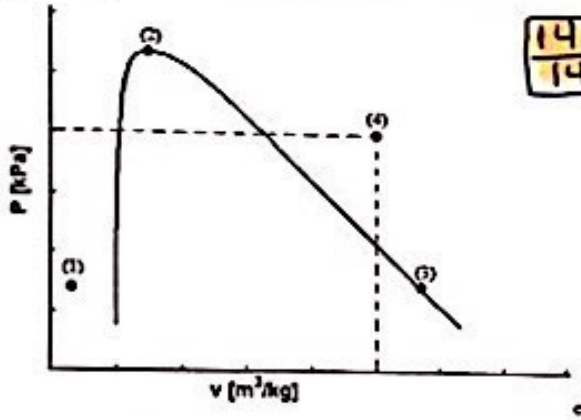
السؤال الأول : أسئلة المفاهيم (Conceptual Questions)

14/14

1. باعتبار أن مخطط p-v المجاور للمادة النقية R22. أجب عن الآتي:

+2 أ. أكمل الجدول التالي بوصف كل حالة بكلمتين فقط.

الحالة	الطور
1	*Compressed (subcooled) liquid* ٠.٥
3	*Saturated vapor* ٠.٥
4	*Superheated vapor* ٠.٥
2	*Critical point* ٠.٥



+1 ب. ضغط ودرجة حرارة الحالة (2) 49.8 bar و 96 °C ٠.٥ ٠.٥

+1 ت. قيمة كسر الجفاف (quality or dryness fraction) للحالة (3) x=1 ٠.٥ أما الحالة (4) لا معنى لها في منطقة الطور الواحد

+1 ث. إذا افترضنا أن T_1 = -50°C و p_1=1 bar فإن الحجم النوعي للحالة (1) هو $v_4 \approx v_{f@T1} = 0.9666 \times 10^{-3}$ m³/kg

+1 ج. للحالة (1) المنصوص عليها في الفقرة السابقة، الضغط الذي يبدأ R22 عنده في التبخر عند نفس درجة الحرارة هو 0.6451 bar

+3 ح. مبتدئا بالحالة (4)، تمر مادة R22 المحصورة داخل منظومة مغلقة بإحدى العمليات شبة المتوازنة التالية:
العملية 4-5: ثبوت درجة الحرارة حتى تضاعف الضغط +١ العملية 4-6: ثبوت الحجم حتى تضاعف الضغط +١
العملية 4-7: ثبوت الضغط حتى تتلص الحجم إلى النصف +١ العملية 4-8: ثبوت درجة الحرارة حتى تضاعف الحجم +١
المطلوب منك أن تمثل بشكل واضح كل عملية من العمليات المذكورة على نفس مخطط p-v الموضح أعلاه، مع تمثيل الشغل المبذول في كل عملية على المخطط. وهل الشغل في كل عملية يُبذل بواسطة R22 أو يُبذل عليه (done by or on)؟

$W_{4-5} < 0$: done on the system +١ $W_{4-6} = 0$: no work is done +١

$W_{4-7} < 0$: done on the system +١ $W_{4-8} > 0$: done by the system +١

+6 2. الجدول التالي يحتوي على بعض الكميات الفيزيائية التي درستها في مقرر ME210. صنفها إلى: دالة نقطة (point function)، أو دالة مسار (path function). وإن كانت الكمية خاصية (property) فهل هي (intensive) أو (extensive)؟

6/6

الكمية الفيزيائية	دالة نقطة أو دالة مسار؟	Extensive or Intensive
الكتلة	Point function ٠.٥	Extensive ٠.٥
السعة الحرارية النوعية عند ثبوت الحجم	Point function ٠.٥	Intensive ٠.٥
الشغل الناتج عن إضافة طاقة كهربائية في عملية ما	Path function ٠.٥	-- ٠.٥
الطاقة الداخلية الكلية	Point function ٠.٥	Extensive ٠.٥
كمية الحرارة المنتقلة خلال عملية	Path function ٠.٥	-- ٠.٥
الانثالبي لكل وحدة كتلة	Point function ٠.٥	Intensive ٠.٥

Scanned with CamScanner

3. ما مفهوم المادة النقية (pure substance)؟ وهل يعتبر كل من الآتي مادة نقية؟ ولماذا؟ +4
(1) خليط مثبع من سائل وبخار الماء (2) خليط سائل الماء والزيت

A pure substance is one that has a homogenous and fixed chemical composition throughout. +2

Water-oil mixture: No (different chemical composition). +1 Sat liq-vap mixture: yes (same chemical composition) +1

4. (أكمل العبارة التالية): المنظومة المغلقة +1 هي التي لا تسمح بعبور المادة (الكتلة) +1 عبر حدود المنظومة، ويمكن تغيير حالة المنظومة بعبور الطاقة +1 في صورة حرارة +1 أو شغل +1 أو كليهما معا عبر حدود المنظومة. +5

5. يراد تسخين كتلة محددة من غاز مثالي من 50°C إلى 100°C عند ثبوت الضغط. أي من الحالتين الآتيتين يحتاج إلى طاقة حرارية أكبر؟ ادعم إجابتك بالمعادلات. +5
(أ) إذا كان ضغط الغاز 1 bar (ب) إذا كان ضغط الغاز 10 bar

Assuming no KE & PE effects, for a fixed mass (closed system) undergoing an isobaric process, $Q = \Delta H$. +1 Since the substance is an ideal gas, $h = f(T)$ only. +2 Therefore, $Q = mc_p\Delta T$ is the same for both cases +2

6. أكسجين محصور داخل منظومة مغلقة ضغطه 3.03 MPa ودرجة حرارته 162 K فكم تكون كثافة الأكسجين؟ +10

Table A-1: For O_2, M = 32.00 kg/kmol, p_c = 50.5 bar & T_c = 154 K. +3 +1

It is clear that $T_{given} > T_c$. Therefore, the oxygen is in the gas phase. Thus, R_{O2} = 8.314/32 = 0.2598 kJ/kg.K

p_R=30.3/50.5=0.6 & T_R = 162/154≈1.05 +2 Using the generalized compressibility chart D.1, z = 0.8 +2

$pv = ZR_{O2}T \rightarrow \rho = p/ZR_{O2}T$ = 3.03 x 10^3 kPa/ (0.8 x 0.2598 kJ/kg.K x 162 K) ≈ 90 kg/m³ +2

7. إن أمكن، حدد الحالة في كل مما يأتي من ظروف وبين موقعها – بوضوح تام- على مخططي T-v و p-v
أ- ماء عند $\forall$ = 0.2 m³ و m = 2 kg
ب- R22 عند 40°C و 60 bar
ت- أمونيا عند 1 bar و -33.6°C
ث- R134a عند 10 bar و 0.03 m³/kg

+5

ماء عند $\forall$ = 0.2 m³ و m = 2 kg +3
The state cannot be fixed. One more interdependent intensive property is needed.

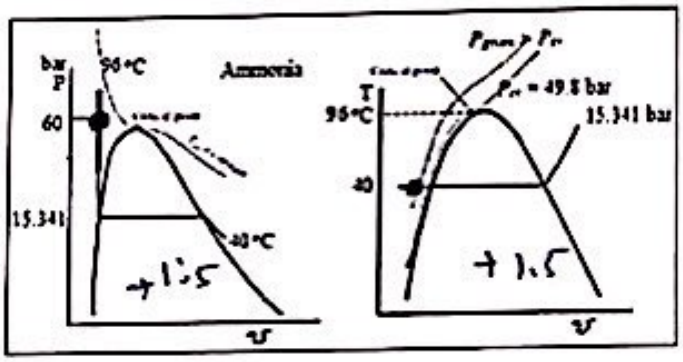
أمونيا عند 1 bar و -33.6°C
$T_{given} = T_{sat\,@\,1bar}$ (-33.6°C) +3
Since T & p are dependent in the two-phase region, the state cannot also be determined. One more interdependent intensive property such as v or x is needed to located the state along the saturation line.

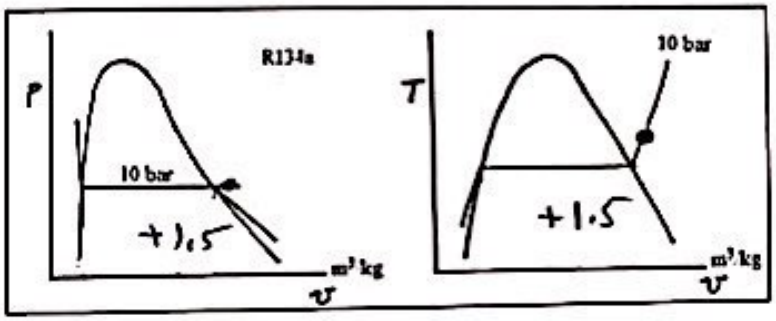
R22 عند 40°C و 60 bar
(p_{given} = 60 bar) > ($p_{sat@40°C}$ = 15.341 bar) +2
The state is located in the compressed liquid region.

+5

R134a عند 10 bar و 0.03 m³/kg
(v_{given} = 0.03 m³/kg) > ($v_{g@10\,bar}$ = 0.0202 m³/kg)
The state is located in the superheated liquid region. +2

NOT TO SCALE





Scanned with CamScanner

السؤال الثاني: (40 درجة)

تحتوي منظومة مغلقة على غاز أحادي الذرة (monatomic or noble gas) عند ضغط 2 bar ودرجة حرارة 100 K وحجم 3 m^3 في الحالة الابتدائية. خضع الغاز إلى سلسلة من العمليات المتعاقبة شبة المتوازنة مكونة دورة:

العملية 1-2: تسخين المنظومة حتى وصل الضغط إلى $p_2 = 4$ bar خلال العملية كانت العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه تعطى بـ: $p\forall^{-1}=C$.

العملية 2-3: تبريد عند ثبوت الحجم حتى انخفض ضغط المنظومة إلى $p_3 = 2$ bar.

العملية 3-1: تقلص في الحجم عند ثبوت الضغط انتهاء بظروف الغاز عند الحالة الابتدائية.

بإهمال تأثير طاقتي الحركة والوضع، ومفترضا السلوك المثالي للغاز، أجب عن الأتي:

1. وضح سلسلة العمليات على مخطط p-$\forall$. +3
2. احسب درجة حرارة الغاز وحجمه في نهاية كل عملية بوحدة K و m^3 على الترتيب. +8
3. احسب الشغل المبذول في كل عملية بوحدة kJ. +9
4. احسب كمية الحرارة المنتقلة خلال كل عملية بوحدة kJ. +14
5. هل هذه الدورة تعتبر دورة قدرة؟ إن كانت إجابتك بنعم، فبين السبب، ثم احسب الكفاءة الحرارية للدورة (thermal efficiency). +6

Hint: for monatomic gases, $c_p = 2.5R$.

Engineering Model:

① the gas is a closed system undergoing quasi-equilibrium processes..

② the gas is modeled as ideal gas with constant properties.

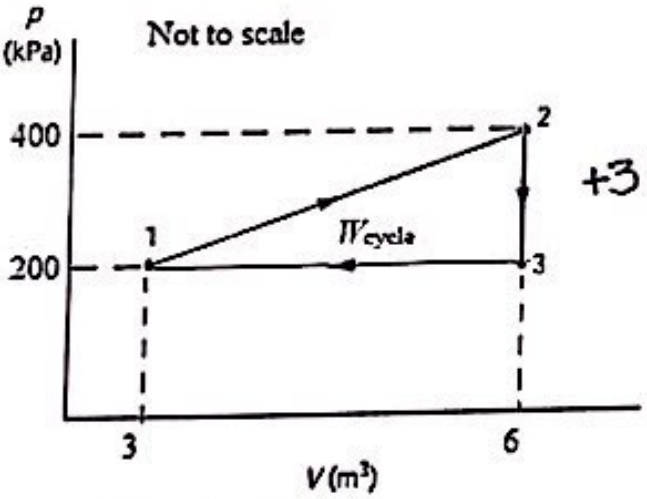
③ there is no change in KE & PE

Analysis:

Process 1-2: polytropic process with n = -1 or simply linear relation $p=C\forall$

Process 2-3: isochoric process, $\forall$=constant

Process 3-1: isobaric process, p=cons



+3

Process 1-2, $p\forall^{-1}= C$

$p_1\forall_1^{-1}= p_2\forall_2^{-1} \rightarrow \forall_2= \frac{p_2}{p_1}\forall_1= \frac{400}{200}(3) = 6\,m^3$ +2

Using the ideal-gas equation of state, $p\forall= mRT$,

Since the mass is fixed,

$$\left(\frac{p\forall}{T}\right)_1 = \left(\frac{p\forall}{T}\right)_2 = \left(\frac{p\forall}{T}\right)_3 = mR$$

$$\left(\frac{p\forall}{T}\right)_1 = \left(\frac{p\forall}{T}\right)_2 \rightarrow \frac{200\times 3}{100} = \frac{400\times 6}{T_2}$$

$T_2 = 400\,K$ +2

Process 2-3, $\forall = constant$

$\forall_3 = \forall_2 = 6\,m^3$ +2

$$\left(\frac{p\forall}{T}\right)_2 = \left(\frac{p\forall}{T}\right)_3 \rightarrow \frac{400\times 6}{400} = \frac{200\times 6}{T_3}$$

$T_3 = 200\,K$ +2

Work done for each process

$$W_{1-2} = \frac{p_2\forall_2 - p_1\forall_1}{1-n}$$

$$W_{1-2} = \frac{400\times 6 - 200\times 3}{1-(-1)} = 900\,kJ \equiv \frac{p_1+p_2}{2}\Delta\forall$$ +3

$$W_{2-3} = \int p\,d\forall = 0$$ +3

$$W_{3-1} = \int_3^1 p\,d\forall = p(\forall_1 - \forall_3)$$

$W_{3-1} = 200(3-6) = -600\,kJ$ +3

Heat transfer during each process

$Q - W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$

$Q_{1-2} - W_{1-2} = m(u_2 - u_1)$

For an ideal gas with constant specific heats,

$u_2 - u_1 = c_v(T_2 - T_1)$

For a monatomic gas, $c_p = 2.5R$

$c_v = c_p - R = 2.5R - R = 1.5R$ +2

$Q_{1-2} - W_{1-2} = mc_v(T_2 - T_1) = 1.5mR(T_2 - T_1)$

$\left(\frac{p\forall}{T}\right)_1 = \left(\frac{p\forall}{T}\right)_2 = \left(\frac{p\forall}{T}\right)_3 = mR = 6\frac{kJ}{K}$ +3

$Q_{1-2} = 900 + 1.5(6)(400-100) = +3600\,kJ > 0$ +3

$Q_{2-3} - W_{2-3} = mc_v(T_3 - T_2) = 1.5mR(T_3 - T_2)$

$Q_{2-3} = 0 + 1.5(6)(200-400) = -1800\,kJ < 0$ +3

Scanned with CamScanner

$Q_{1-2} = W_{1-2} + mc_v(T_2 - T_1)$
$= p(V_2 - V_1) + mc_v(T_2 - T_1) = m(H_2 - H_1)$
$Q_{1-2} = mc_p(T_2 - T_1) = 2.5mR(T_2 - T_1)$
$Q_{1-2} = 2.5(6)(100 - 200) = -1500\ kJ$ +3
Check for a cyclic process $W_{cycle} = Q_{cycle}$
$W_{cycle} = 900 + 0 - 600 = +300\ kJ > 0$ +2
$Q_{cycle} = 3600 - 1800 - 1500 = +300\ kJ > 0$
It is a *power cycle* $W_{net} > 0$ +1
Thermal efficiency,
$\eta_{th} = \dfrac{W_{cycle}}{Q_{in}}$
$Q_{in} = Q_{1-2} = +3600\ kJ > 0$ +1
$\eta_{th} = \dfrac{300}{3600} \times 100 = 8.33\%$ +2

Alternatively, same results can be obtained based on a molar basis.
$pV = n\bar{R}T$
where, $\bar{R} = 8.314\ kJ/kmol\ K$
$n = \left(\dfrac{pV}{\bar{R}T}\right)_1 = \left(\dfrac{pV}{\bar{R}T}\right)_2 = \left(\dfrac{pV}{\bar{R}T}\right)_3 = 0.7217\ kmol$
$Q_{1-2} - W_{1-2} = n(\bar{u}_2 - \bar{u}_1) = n\bar{c}_v(T_2 - T_1)$
$Q_{1-2} = W_{1-2} + n(1.5\bar{R})(T_2 - T_1) = +3600\ kJ$

Question (1) cont'd

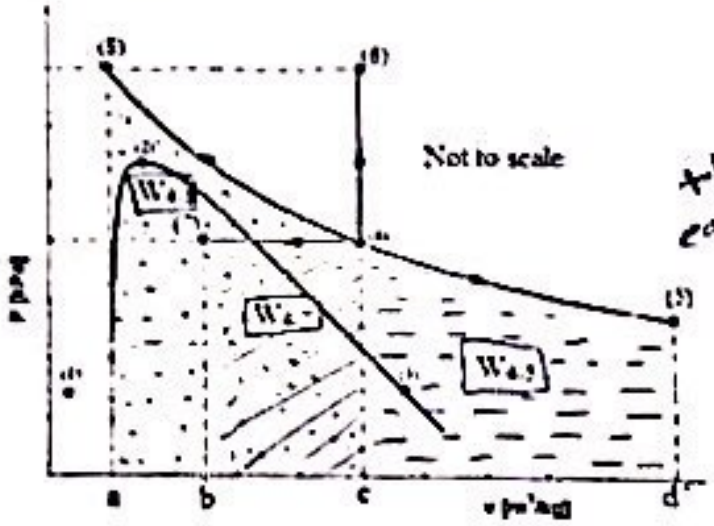
Assume $T_a = T_c$

W_{1-2} = area under the path 4-7 (c-4-7-b)

W_{2-3} = area under the path 4-8 (c-4-8-a)

W_{4-5} = area under the path 4-5 (c-4-5-d)

$W_{3-4} = 0$



+4 each process +1

Scanned with CamScanner

جامعة طرابلس – كلية الهندسة
قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية
الاسم: ..... رقم القيد: ..... المجموعة: ..... القسم: .....

رقم التسلسل: .....
إجابة الامتحان الدوري الثاني : ربيع 2017

الديناموكا الحرارية I – MI3210
إعداد: عمار عمر الويلة

ملاحظات مهمة: اقرأ التعليمات التالية بعناية

1- يسمح باستخدام الجداول المقررة فقط
2- يجب العناية بكتابة وحدات القياس.
3- تحظر الهواتف المحمولة والآلات الحاسبة المتطورة
4- تأكد من كتابة الاسم، ورقم القيد، والمجموعة، ورقم التسلسل والقسم.

السؤال الأول: أسئلة المفاهيم (Conceptual Questions) (15 درجة)

1. ما هي الافتراضات التي تم وضعها عند تطبيق كل علاقة من العلاقات التالية؟ 0.5 each assumption

العلاقة	الافتراضات (Assumptions)
$\Delta h = v\Delta P$	(1) incompressible substance (liquid or solid) (2) isothermal process $\Delta u = c\Delta T = 0$
$W = mR\Delta T$	(1) ideal gas (2) quasi-equilibrium process (3) isobaric process
$Q = \Delta H$	(1) closed system (2) isobaric process (3) quasi-equilibrium process (4) no KE & PE effects (5) boundary work only

2. يراد تسخين كتلة محددة من غاز مثالي من 50°C إلى 100°C داخل خزان جاسئ محكم الإغلاق. أي من الحالتين الآتيتين يحتاج إلى طاقة أكبر؟ ادعم إجابتك بالمعادلات.
(1) إذا كان حجم الخزان 1 m^3 (2) إذا كان حجم الخزان 4 m^3

Since the ideal gas undergoes an isochoric process during each case, both cases require the same amount of energy transfer by heat. Neglecting the KE & PE effects and assuming constant specific heats, the heat transfer required for both cases is $Q - W = \Delta U \rightarrow Q_{12} = m(u_2 - u_1) = mc_v\Delta T$

3. ما هو منطوق Kelvin-Planck للقانون الثاني للديناميكا الحرارية؟

It is impossible for any system to operate in a cycle and produce $W_{net,out}$ while receiving HEAT from a single reservoir without loss.

السؤال الثاني (45 درجة): يحتوي خزان جاسئ حجمه 0.2 m^3 على هواء عند 0.1 MPa و 127°C في الحالة الابتدائية. وصل هذا الخزان عن طريق صمام بخط تزويد بالهواء ضغطه ودرجة حرارته 1 MPa و 600 K على الترتيب. فتح الصمام ببطء وسمح للهواء بالتدفق إلى داخل الخزان حتى وصل الضغط ودرجة الحرارة بداخله إلى 5 bar و 500 K على الترتيب وعند هذه اللحظة تم قفل الصمام بإحكام. بإهمال تأثير طاقتي الحركة والوضع، أجب عن الآتي:

1. عدد أهم مصادر اللاانعكاسية (sources of irreversibilities) المصاحبة لعملية تعبئة الخزان المذكور في السؤال.
2. هل من المنطقي أن نعامل الهواء كما لو أنه يسلك سلوك الغاز المثالي عند جميع الظروف المذكورة في السؤال؟ ادعم إجابتك بالحسابات.
3. احسب كمية الحرارة المنتقلة خلال العملية بوحدة kJ.
4. بعد قفل الصمام مباشرة سمح للخزان أن يصل إلى حالة اتزان حراري (thermal equilibrium) مع محيط درجة حرارته 300 K فاحسب: (أ) الضغط النهائي داخل الخزان بوحدة bar، (ب) كمية الحرارة المفقودة من الخزان بوحدة kJ.

1. The possible sources of irreversibilities associated with filling the tank are *mixing* (+2) and *heat transfer due to temperature difference.* (+2)
2. Is it reasonable to model air as an ideal gas throughout the process?

From Table A-1, M_{air} = 28.97 km/kmol, P_{cr} = 37.7 bar (+1) & T_{cr} = 133 K (+1)

Scanned with CamScanner

State (1): $P_{R1} = P_1/P_c = 1/37.7 = 0.027 \to 0$, $T_{R1} = T_1/T_c = 400/133 = 3 > 2$ (+1) $\xrightarrow{\text{Figure D.1}} Z_1 \approx 1$. Therefore, IG model is applicable. (+1)

State (2): $P_{R2} = P_2/P_c = 5/37.7 = 0.13$ (+1), $T_{R2} = T_2/T_c = 500/133 = 3.76 > 2$ (+1) $\xrightarrow{\text{Figure D.1}} Z_1 \approx 1$. Therefore, IG model is also applicable. (+1)

State (i): $P_{Ri} = P_i/P_c = 10/37.7 = 0.27$ (+1), $T_{Ri} = T_i/T_c = 600/133 = 4.5 > 2$ (+1) $\xrightarrow{\text{Figure D.1}} Z_1 \approx 1$. Therefore, IG model is valid too. (+1)

Engineering Model: (1) air behaves as an ideal gas (2) USUF process (3) no KE & PE effects

Mass Balance (USUF): $[m_2 - m_1]_{cv} = \sum_i m - \sum_e m \Rightarrow m_i = m_2 - m_1$ (+1)

$$m_1 = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{100\ \text{kPa} \times 0.2\ \text{m}^3}{0.287\ \text{kPa.m}^3/\text{kg.K} \times 400\ \text{K}} = 0.174\ \text{kg}. \quad m_2 = \frac{P_2 V_2}{RT_2} = \frac{500\ \text{kPa} \times 0.2\ \text{m}^3}{0.287\ \text{kPa.m}^3/\text{kg.K} \times 500\ \text{K}} = 0.697\ \text{kg}$$ (+3) (+3)

$$m_i = m_2 - m_1 = 0.697 - 0.174 = 0.523\ \text{kg}$$ (+3)

Energy Balance (1st Law):

$$Q_{cv} + \sum_i m_i \left(h_i + \underbrace{\frac{V_i^2}{2}}_{\div 1000 \to \text{kJ/kg}} + gz_i\right) = \underbrace{W_{cv}}_{\text{nonflow}} + \sum_e m_e \left(h_e + \underbrace{\frac{V_e^2}{2}}_{\div 1000 \to \text{kJ/kg}} + gz_e\right)$$

$$+ \left[m_2 \left(u_2 + \underbrace{\frac{V_2^2}{2}}_{\div 1000 \to \text{kJ/kg}} + gz_2\right) - m_1 \left(u_1 + \underbrace{\frac{V_1^2}{2}}_{\div 1000 \to \text{kJ/kg}} + gz_1\right)\right]$$

Simplification

$$Q_{cv} + m_i h_i = m_2 u_2 - m_1 u_1 \Rightarrow Q_{cv} = m_2 u_{T_2} - m_1 u_{T_1} - m_i h_{T_i}$$ (+3)

Using Table A-22,

$$Q_{cv} = 0.697 \times \underline{359.49} - 0.174 \times \underline{286.16} - 0.523 \times \underline{607.02} = \boxed{-116.7\ \text{kJ}}$$ (+1) (+1) (+1) (+3)

3. The heat loss from the tank after the valve enclosure

$$P_3 = \frac{m_3 R T_3}{V_3} = \frac{0.697\ \text{kg} \times 0.287\ \text{kPa.m}^3/\text{kg.K} \times 300\ \text{K}}{0.2\ \text{m}^3} = \boxed{300\ \text{kPa}}$$ (+3)

Alternatively, $\frac{P_2 V}{T_2} = \frac{P_3 V}{T_3} \Rightarrow P_3 = P_2 \frac{T_3}{T_2} = 500\ \text{kPa} \times \frac{300\ \text{K}}{500\ \text{K}} = 300\ \text{kPa}$

$${}_2Q_3 - {}_2W_3 = m_2(u_3 - u_2) \Rightarrow {}_2Q_3 = m_2(u_{T_3} - u_{T_2}) = 0.697\ \text{kPa} \times (\underline{214.07} - 286.16)\ \text{kJ/kg} = \boxed{-50.25\ \text{kJ}}$$ +2

Simplification +2

+1

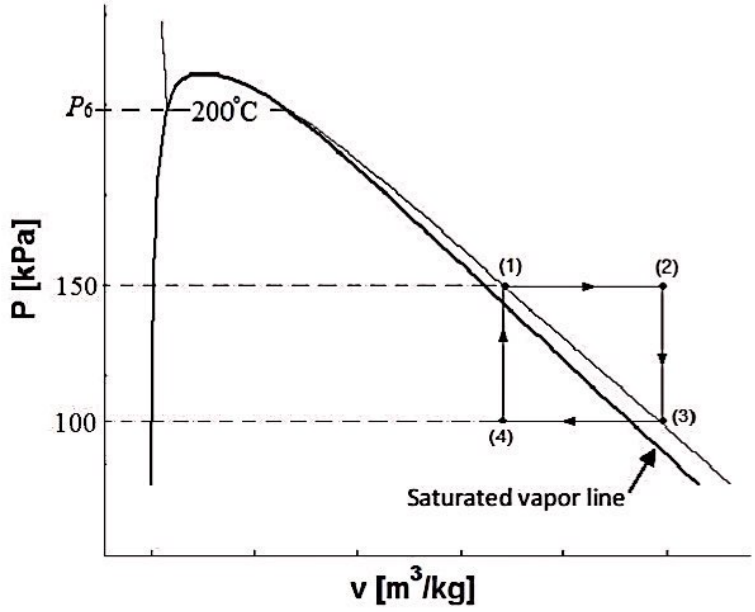
Scanned with CamScanner

ملاحظات مهمة: اقرأ التعليمات التالية بعناية

1- يسمح باستخدام الجداول المقررة فقط.
2- يجب العناية بكتابة وحدات القياس.
3- تحظر الهواتف المحمولة والآلات الحاسبة المتطورة.
4- تأكد من كتابة الاسم، ورقم القيد، والمجموعة، والقسم.

السؤال الأول: أسئلة المفاهيم (Conceptual Questions) **(60 درجة)**

تحتوي منظومة مغلقة على 2 kg من الماء، وتخضع لسلسلة من العمليات المتتابعة شبه المتوازنة والمبينة على مخطط P-v المجاور. أجب عن الآتي:



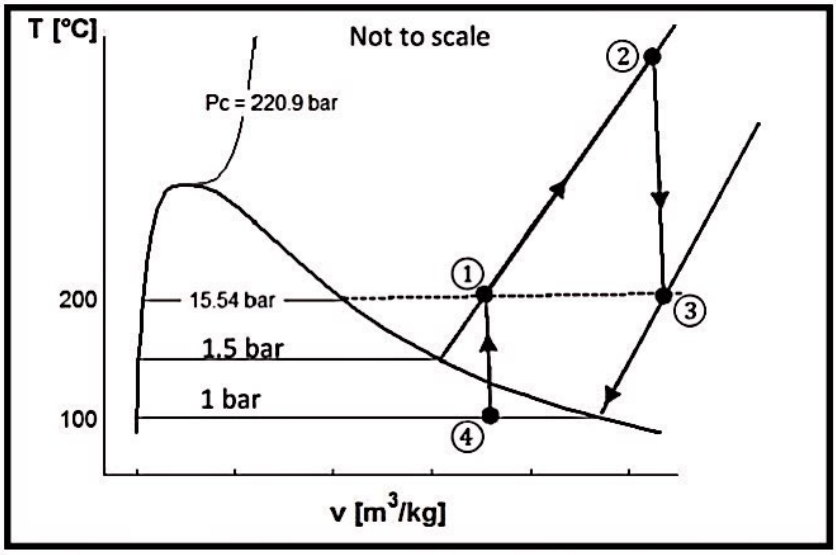
أ- ما هو نوع العملية 2-3؟ Isochoric Process
ب- ما هو نوع العملية 3-4؟ Isobaric Process
ت- يطلق على سلسلة العمليات المتتابعة المبينة Cycle
ث- وصف طور الحالة (1) بكلمتين هو Superheated vapor
ج- ما قيمة الضغط P_6 بوحدة bar ؟ وحولها إلى وحدة mmHg . خذ كثافة الزئبق ($\rho_{Hg} = 13.6\ g/cm^3$)

$P_6 = P_{sat\ @\ 200°C} = 15.54$ bar (Table A-2)

$$P_6 = \frac{15.54\times10^5}{13.6\times10^3\times9.8} \approx 11.66\ mHg$$

$$P_6 \approx 11{,}660\ mmHg$$

ح- أعد تمثيل سلسلة العمليات (1-4-3-2-1) بوضوح تام على مخطط T-v المرفق أدناه.



خ- هل لكسر الجفاف (quality) للحالة (3) قيمة؟ إن كانت الإجابة بنعم فاحسب القيمة. وإن كانت بـ(لا) فعلل في أقل من سطر.

لا، لأن كسر الجفاف خاصية لمنطقة خليط السائل والبخار المشبع وقيمتها $0 \le x \le 1$. ولا معنى لها في منطقة الطور الواحد.

Scanned with CamScanner

يتبع السؤال الأول

د- من الحالات الأربعة المحددة بالشكل (1)، (2)، (3) و (4)، حدد الحالة التي عندها أعلى درجة حرارة، واحسب هذه الدرجة بوحدة °C.

أعلى درجة حرارة في الدورة هي T_2. بالنظر إلى العملية 2-3 نجد أن العملية تمت عند ثبوت الحجم ($v_3 = v_2$).

$$\text{State (3):} \left.\begin{matrix} P_3 = 1 \text{ bar} \\ T_3 = 200\ ^\circ\text{C} \end{matrix}\right\} \xrightarrow{\textit{Table A-4}} v_3 = 2.172\ \text{m}^3/\text{kg}$$

$$\text{State (2):} \left.\begin{matrix} P_2 = 1.5 \text{ bar} \\ v_2 = 2.172\ \text{m}^3/\text{kg} \end{matrix}\right\} \xrightarrow{\textit{Table A-4}} \begin{matrix} 400^\circ\text{C} \rightarrow 2.067\ \text{m}^3/\text{kg} \\ T_2\ ^\circ\text{C} \rightarrow 2.172\ \text{m}^3/\text{kg} \\ 440^\circ\text{C} \rightarrow 2.191\ \text{m}^3/\text{kg} \end{matrix} \xrightarrow{\textit{linear interplation}} T_2 = 434^\circ\text{C}.$$

ذ- احسب الطاقة الداخلية الكلية للماء في الحالة (4).

بالنظر إلى مخطط الدورة نجد أن العملية 4-1 تمت أيضا عند ثبوت الحجم ($v_1 = v_4$)، وكذلك الحالة (4) واقعة في منطقة خليط السائل والبخار المشبع. ولذا نحتاج أولا إلى حساب كسر الجفاف للحالة (4) لتعيين الطاقة الداخلية للمنظومة.

$$\text{State (1):} \left.\begin{matrix} P_1 = 1.5\ \text{bar} \\ T_1 = 200\ ^\circ\text{C} \end{matrix}\right\} \xrightarrow{\textit{Table A-4}} v_1 = 1.444\ \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = v_4$$

$$\text{State (4):} \left.\begin{matrix} P_4 = 1 \text{ bar} \\ v_4 = 1.444\ \text{m}^3/\text{kg} \end{matrix}\right\} \xrightarrow{\textit{Table A-3}} \begin{matrix} x_4 = (v_4 - v_f)/(v_g - v_f) \\ u_4 = u_f + x_4(u_g - u_f) \end{matrix}$$

$$x_4 = (1.444 - 1.0432\times10^{-3})/(1.694 - 1.0432\times10^{-3}) = 0.8523$$

$$u_4 = 417.36 + 0.8523\times(2506.1 - 417.36) = 2197.6\ \text{kJ/kg}$$

$$U_4 = mu_4 = 2\ \text{kg}\times2197.6\ \text{kJ/kg} = 4395.2\ \text{kJ}$$

ر- الشغل المبذول خلال كل عملية، وصافي كمية الحرارة المنتقلة Q_{cycle}. بيّن حساباتك في الفراغ التالي.

Process 1-2	$P = C$	${}_1W_2 = P_1 m(v_2 - v_1)$ $= 150\times2(2.172 - 1.444) = +218.4\ \text{kJ}$
Process 2-3	$\forall = C$	${}_2W_3 = 0\ \text{kJ}$
Process 3-4	$P = C$	${}_3W_4 = P_3 m(v_4 - v_3)$ $= 100\times2(1.444 - 2.172) = -145.6\ \text{kJ}$
Process 4-1	$\forall = C$	${}_4W_1 = 0\ \text{kJ}$
Energy Analysis for the Cycle		$Q_{\text{cycle}} = W_{\text{cycle}} = 218.4 + 0 - 145.6 + 0 = +72.8\ \text{kJ}$

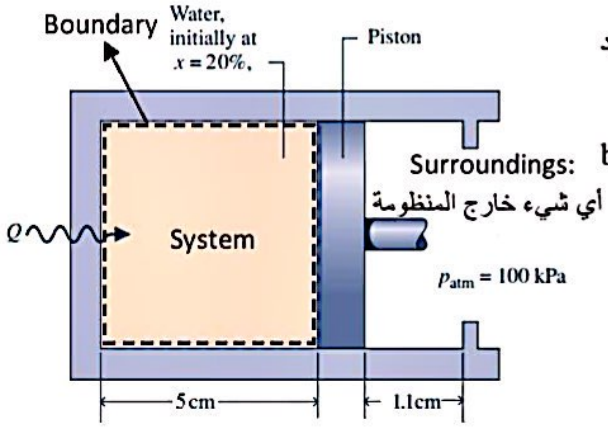
ز- هل يا ترى تكون هذه الدورة دورة قدرة (power cycle)؟ وضح إجابتك في أقل من سطر.

نعم، $W_{\text{cycle}} > 0$

Scanned with CamScanner

السؤال الثاني : **(40 درجة)**

تحتوي منظومة أسطوانة ومكبس غير احتكاكي على خليط ماء (سائل-بخار) مشبع بكسر جفاف 20% كما هو مبين بالشكل. تم تسخين المنظومة ببطء حتى تحول كامل الماء إلى بخار مشبع. وأي معلومات إضافية تجدها على الشكل المرفق. بإهمال تأثير طاقتي الحركة والوضع، أجب عن الآتي:



الشكل P02

1. وضح على الشكل P02 كلا من: المنظومة (system)، والحدود (boundary)، والمحيط (surroundings).
2. للحالة الابتدائية، احسب ضغط الماء المقاس، ودرجة الحرارة بوحدة bar و °C على الترتيب.
3. هل يصل المكبس للمصدات؟ ادعم إجابتك بالحسابات.
4. احسب الضغط النهائي، ودرجة الحرارة النهائية.
5. احسب كمية الحرارة اللازمة خلال العملية بوحدة kJ/kg.
6. مثل كامل العملية على مخططي T-v و P-v.

Given: Initial state: $x_1 = 20\%$ & final state: saturated vapor

Find: (1) Initial T & P (2) Final T & P (3) Q/m

Assumptions: (1) Water is chosed as a closed system. (2) ΔKE & $\Delta PE \sim 0$ (3) A frictionless pistion-cylinder assymbley is assumed. (4) All processes are assumed to be quasi-equilibrium.

Analysis:

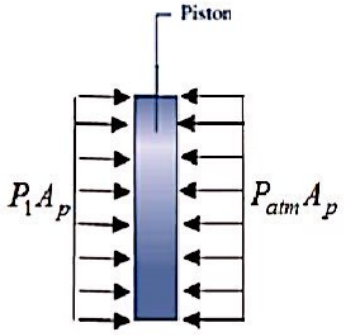
2. Initial Pressure & Temperature

Mechanical Equilibrium: $\sum F = 0 \Rightarrow P_1 A_p = P_{atm} A_p$

$\Rightarrow P_1 = P_{atm} = 1 \text{ bar (abs)} \Rightarrow P_{1,g} = P_{1,abs} - P_{atm} = 0 \text{ bar (gage)}$

State (1): $\left.\begin{matrix} P_1 = 1 \text{ bar} \\ x_1 = 20\ \% \end{matrix}\right\} \Rightarrow$ saturated liq-vap mixture

Using Table A-2, $T_1 = T_{sat\ @\ 1\ bar} = 99.63^\circ C$



3. Check for the possibility of reaching the stops

$\forall < \forall_{stops} \rightarrow P = P_1$
$\forall = \forall_{stops} \rightarrow P \geq P_1$ → let us check if $v_{stops} \overset{?!}{=} v_{g\ @\ 1\ bar}$

There is no information provided about the water mass trapped inside the cylinder or the cross-sectional area of the pistion in order to determine the volume at stops. However, the mass of the water is constant througout the process. This yields

Scanned with CamScanner

$$m = \left(\frac{\forall}{v}\right)_1 = \left(\frac{\forall}{v}\right)_{stops} \Rightarrow m = \frac{A_p \ell_1}{v_1} = \frac{A_p \ell_{stops}}{v_{stops}} \Rightarrow v_{stops} = v_1 \frac{\ell_{stops}}{\ell_1}$$

$$\left.\begin{matrix} P_1 = 1 \text{ bar} \\ x_1 = 20\ \% \end{matrix}\right\} \xrightarrow{Table\ A\text{–}3} \begin{matrix} v_1 = v_f + x_1(v_g - v_f) \\ u_1 = u_f + x_1(u_g - u_f) \end{matrix}$$

$$v_1 = 1.0432\times10^{-3} + 0.2\times(1.694 - 1.0432\times10^{-3}) = 0.3396 \quad \text{m}^3$$
$$u_1 = \quad 417.36 + 0.2\times(2506.1 - 417.36) \quad = 835.11 \quad \text{kJ/kg}$$

$$v_{stops} = v_1 \frac{\ell_{stops}}{\ell_1} = 0.3396\ \text{m}^3 \times \frac{0.05\ \text{m} + 0.011\ \text{m}}{0.05\ \text{m}} \approx 0.414\ \text{m}^3/\text{kg}$$

It is obvious that $v_{stops} < v_{g\,@\,1\,\text{bar}}$. Therefore, the piston hits the stops at $P = 1$ bar & $T = 99.63$°C and more energy trasfer by heat must be added to the system at a constant-volume process until the cylinder is entirley filled with saturated vapor water at a pressure which is greater than 1 bar.

4. Final Pressure & Temperature

Sat liq-vap mix @ P_1 & $x_1 = 20\%$	$\xrightarrow{isobaric\ process\ 1\text{–}2}$ $P = C$	Sat liq-vap mix @ $P_2 = P_1$ & x_2	$\xrightarrow{isochoric\ process\ 2\text{–}3}$ $\forall = C$	Saturated vapor @ P_3 & T_3
State (1)		State (2)		State (3)

Piston 1st reaches stops

State (3): $\left.\begin{matrix} v_3 = 0.414\ \text{m}^3/\text{kg} \\ x_3 = 100\ \ \% \end{matrix}\right\} \xrightarrow{Table\ A\text{–}3} P_3 = P_{@v_g = 0.414\ \text{m}^3/\text{kg}} = 4.5\ \text{bar}\ \&\ T_3 = 147.9°\text{C}$

TABLE A-3

Properties of Saturated Water (Liquid–Vapor): Pressure Table

Pressure Conversions: 1 bar = 0.1 MPa = 10^2 kPa

Press. bar	Temp. °C	Specific Volume m³/kg: Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Specific Volume m³/kg: Sat. Vapor v_g	Internal Energy kJ/kg: Sat. Liquid u_f	Internal Energy kJ/kg: Sat. Vapor u_g	Enthalpy kJ/kg: Sat. Liquid h_f	Enthalpy kJ/kg: Evap. h_{fg}	Enthalpy kJ/kg: Sat. Vapor h_g	Entropy kJ/kg · K: Sat. Liquid s_f	Entropy kJ/kg · K: Sat. Vapor s_g	Press. bar
4.00	143.6	1.0836	0.4625	604.31	2553.6	604.74	2133.8	2738.6	1.7766	6.8959	4.00
4.50	147.9	1.0882	0.4140	622.25	2557.6	623.25	2120.7	2743.9	1.8207	6.8565	4.50
5.00	151.9	1.0926	0.3749	639.68	2561.2	640.23	2108.5	2748.7	1.8607	6.8212	5.00

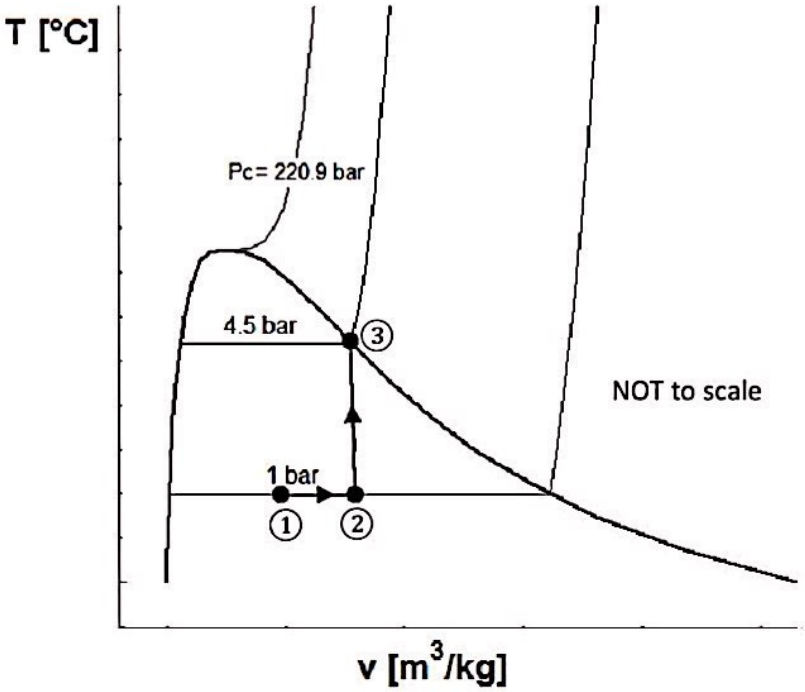
5. Heat added to the system in kJ/kg

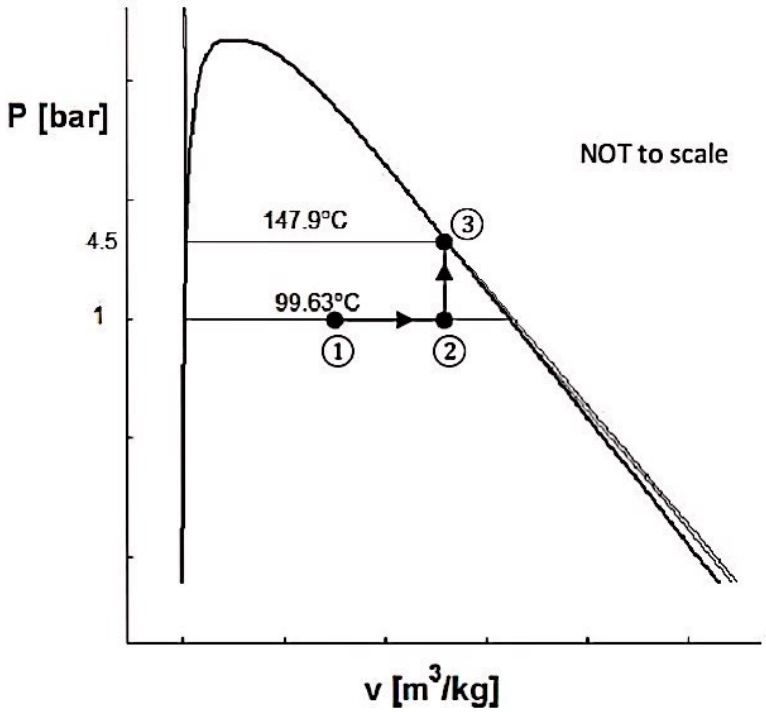
$$Q_{13} - W_{13} = (U_3 - U_1) + (KE_3 - KE_1) + (PE_3 - PE_1)$$
$$W_{13} = W_{12} + W_{23} = P_1(\forall_2 - \forall_1) + 0$$

$$\frac{Q_{13}}{m} = P_1(v_2 - v_1) + (u_3 - u_1) = 100\ \text{kPa}\times(0.414 - 0.3396)\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} + (2557.6 - 835.11)\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$= 7.44\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 1722.49\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1729.93\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Scanned with CamScanner





Scanned with CamScanner

ملاحظات مهمة: اقرأ التعليمات التالية بعناية

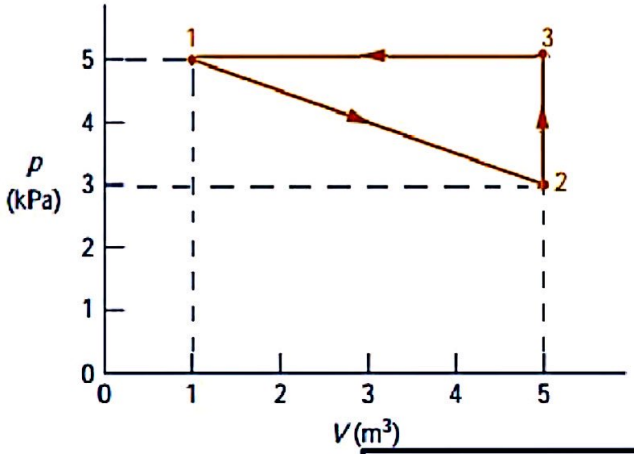
1- لا يسمح باستخدام الكتاب ولا ملخص المحاضرات.
2- يجب العناية بكتابة وحدات القياس.
3- تحظر الهواتف المحمولة والآلات الحاسبة المتطورة.
4- تأكد من كتابة الاسم، ورقم القيد، والمجموعة، والقسم.

السؤال الأول : أسئلة المفاهيم (Conceptual Questions) (13 درجة)

1- ما الفرق بين extensive property و intensive property؟ وهل يعتبر وزن منظومة ما extensive أو intensive؟ وضح إجابتك.

Intensive Property: Independent of the mass or size of a system. Extensive property: mass dependent, f(m).
The weight of a system, W = mg, changes as the mass varies; therefore, it is an extensive property.

2- يخضع غاز محصور داخل منظومة مغلقة إلى سلسلة من العمليات المتواصلة المبينة على مخطط p-V المجاور. أجب عن الأسئلة التالية:



أ- ما هو نوع العملية 2-3؟ Isochoric Process

ب- ما هو نوع العملية 3-1؟ Isobaric Process

ت- يطلق على سلسلة العمليات المتواصلة المبينة Cycle

ث- المساحة تحت المسار 1-2 تمثل Work, $_1W_2$

ج- إن كانت كتلة الغاز 2 kg فإن الحجم النوعي للحالة (3) هو

$v = V/m = 5\ m^3/2\ kg = 2.5\ m^3/kg$

ح- ما هو ضغط الحالة (2) بوحدة bar ، وأيضا بوحدة mmHg ؟
وضح إجابتك. **ملاحظة:** كثافة الزئبق ($\rho_{Hg} = 13.6\ g/cm^3$)

$$p_2 = 3\ kPa \times |1\ bar/100\ kPa| = 0.03\ bar$$

$$p_2 = \frac{3 \times 10^3}{13.6 \times 10^3 \times 9.81} = 0.0225\ mHg = 22.5\ mmHg$$

خ- احسب الشغل المبذول خلال كل عملية، وصافي الشغل الكلي $W_{net,cycle}$. بيّن حساباتك في الفراغ التالي.

Process 1-2	p = a + bV	$_1W_2 = (p_1 + p_2)(V_2 - V_1)/2 = (5 + 3)(5 - 1)/2 = 16$ kJ
Process 2-3	V = C	$_2W_3 = 0$
Process 3-1	p = C	$_3W_1 = p_3(V_1 - V_3) = 5(1 - 5) = -20$ kJ
Cycle		$W_{net,cycle} = 16 + 0 - 20 = -4$ kJ

د- هل يا ترى تكون هذه الدورة دورة قدرة (power cycle)؟ وضح إجابتك في أقل من سطر.

$W_{net,\ cycle} < 0$. Therefore, it is NOT a power cycle.

ذ- صافي كمية الحرارة المنتقلة $Q_{net,cycle}$ يساوي $W_{net,\ cycle} = -4$ kJ

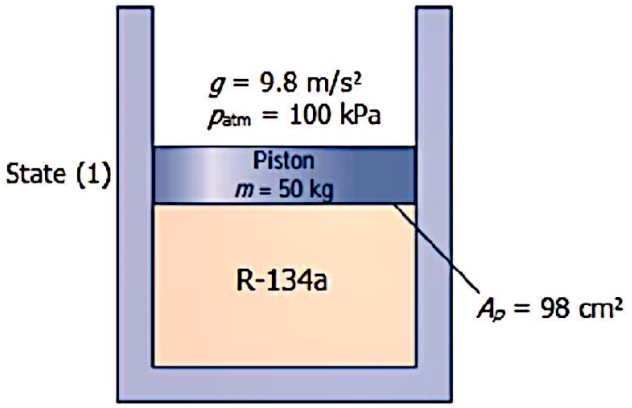
ر- اختر الإجابة الصحيحة ثم اذكر سبب الاختيار: اتجاه صافي كمية الحرارة المنتقلة (خارج من المنظومة) أو (داخل إلى المنظومة).

$Q_{net,cycle} < 0$

Scanned with CamScanner

السؤال الثاني: **(12 درجة)**

في تركيبة الاسطوانة والمكبس لا احتكاكي المجاورة، منظومة مغلقة تحتوي على مائع عضوي (organic fluid). في الحالة الابتدائية الموضحة في الشكل يبلغ حجم المائع الابتدائي المحصور داخل الاسطوانة $V_1 = 0.2\ m^3$. وأي معلومات إضافية تجدها في الرسم المرفق. خضعت المنظومة إلى عمليتين متواصلتين:



العملية 1-2: عملية انضغاط متعدد مسار (polytropic: $pV^n = C$) حتى وصل الضغط إلى $p_2 = 4\ bar$ والحجم إلى $V_2 = 0.08\ m^3$.

العملية 2-3: ثبت المكبس بمسمار فور انتهاء العملية 1-2 بحيث لا يسمح على الإطلاق بحركة المكبس. وخلال العملية 2-3 تمت عملية تسخين المائع ببطء حتى وصل الضغط في نهاية العملية إلى $p_3 = 7\ bar$.

1. للحالة الابتدائية المبينة في الشكل احسب الضغط **المطلق والمقاس** للمائع بوحدة kPa. **[3 درجات]**
2. وضح سلسلة العمليتين على مخطط p-V **[درجتان]** 3. احسب الشغل المبذول خلال كل عملية . **[4 درجات]**
4. بإهمال تأثير طاقتي الحركة والوضع، إذا علمت أن التغير في الطاقة الداخلية $U_3 - U_1 = 149\ kJ$ احسب كمية الحرارة المنتقلة خلال كامل العمليتين. **[3 درجات]**

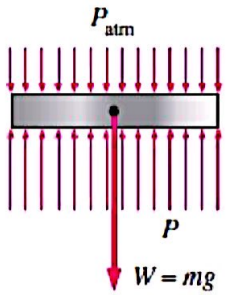
Given: State (1): $V_1 = 0.2\ m^3$, State (2): $p_2 = 4\ bar$ & $V_2 = 0.08\ m^3$ and State (3): $p_3 = 7\ bar$ & $V_3 = 0.08\ m^3$

Find: $p_{1,abs}$, $p_{1,gage}$, $_1W_2$, $_2W_3$ and $_1Q_3$

Assumptions: (1) quasi-equilibrium processes (2) ΔKE & ΔPE effects are neglected.

1- Initial pressure inside each cylinder, in kPa

Mechanical Equilibrium: $\sum F = 0 \Rightarrow p_1 A_p = p_{atm} A_p + m_p g$

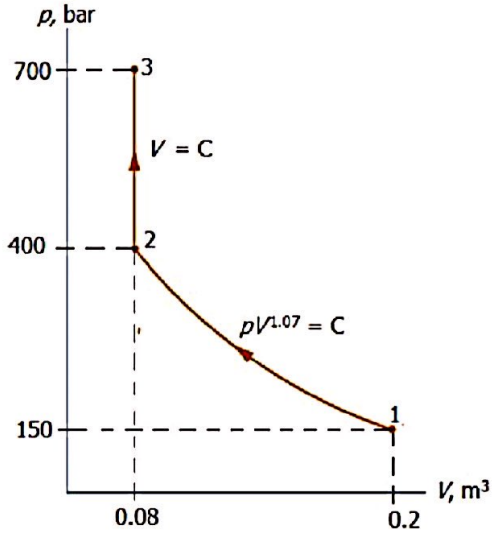


$$p_1 = p_{atm} + \frac{m_p g}{A_p} = 100\ kPa + \frac{50\ kg \times 9.8\ m/s^2}{98 \times 10^{-4}\ m^2}\left|\frac{1\ kN/m^2}{1000\ N/m^2}\ \frac{1\ kPa}{1\ kN/m^2}\right| = 150\ kPa$$

$$p_{1,gage} = p_{1,abs} - p_{atm} = 150 - 100 = 50\ kPa$$

Scanned with CamScanner

2- p-V diagram



3- Work done during each process

Process 1-2: Polytropic Process $pV^n = C$

$$\frac{p_2}{p_1}=\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^n \Rightarrow \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right)=n\ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right) \Rightarrow n=\ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right)/\ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)=\ln\left(\frac{400}{150}\right)/\ln\left(\frac{0.2}{0.08}\right)=1.07$$

$$_1W_2=\frac{p_2V_2-p_1V_1}{1-n}=\frac{400\,\text{kPa}\times 0.08\,\text{m}^3-150\,\text{kPa}\times 0.2\,\text{m}^3}{1-1.07}=-28.6\,\text{kJ}$$

Process 2-3: $V = C \Rightarrow {}_2W_3 = 0\,\text{kJ}$

4- Heat transfer during the two processes

$$\underbrace{{}_1Q_3}_{\text{Path function}} = \underbrace{{}_1W_3}_{\text{Path function}} + \Delta U = {}_1W_2 + \underbrace{{}_2W_3}_{=0} + (U_3 - U_1) = -28.6\,\text{kJ} + 149\,\text{kJ} = 120.4\,\text{kJ}$$

```
// Solution of P02 using IT software
// State 01:
P1 = 150 // kPa
V1 = 0.2 // m^3
// State 02:
P2 = 400 // kPa
V2 = 0.08 // m^3
// State 03:
P3 = 700 // kPa
V3 = V2 // m^3
//Process 1-2: Polytropic
P1*V1^n = P2*V2^n
W12 = (P2*V2 - P1*V1)/(1-n) // kJ
// Process 2-3: Isochoric
W23 = 0
// Heat transfer
dU = 149 // kJ
W13 = W12 + W23
Q12 = W13+dU // kJ
```

Variable	Value
n	1.07
Q12	120.6
W12	-28.4
W13	-28.4
W23	0

Scanned with CamScanner

ملاحظات هامة:

1- يسمح باستخدام الجداول المقررة فقط.
2- تحظر الهواتف المحمولة والآلات الحاسبة المتطورة.
3- لا يسمح باستعارة الجداول أثناء الامتحان.
4- تأكد من كتابة الاسم ، ورقم القيد ، والمجموعة ، والقسم.

السؤال الأول : (أسئلة المفاهيم Conceptual Questions)

1- من المعروف أن لون المنظومة لا يعتبر خاصية ثيرموديناميكية ، مفترضا أن اللون تم اعتباره خاصية من خواص النظام ، فهل تكون خاصية اللون intensive أو extensive؟ وضح إجابتك.

2- خزان جاسئ مغلق يحتوي على هواء عند 20°C و 1 bar في الحالة الابتدائية. سُخن الخزان حتى وصلت درجة الحرارة داخله إلى 250°C. هل تتوقع لكثافة الهواء أن :

أ- تزداد ب- تقل ج- تبقى ثابتة د- غير معروفة لقلة المعلومات المعطاة؟ وضح إجابتك.

3- تم إعداد بارومترين B, A بسائلين مختلفين كثافتهما $\rho_A = 880\ kg/m^3$ & $\rho_B = 1.250\ g/cm^3$. وُضعا عند نفس الموضع فكان ارتفاع عمود سائل البارومتر A 11 مترا. ارسم مخططا بسيطا لبارومتر كلاسيكي. ثم احسب ارتفاع عمود السائل في البارومتر B. اعتبر $g = 9.8\ m/s^2$.

4- ماء عند 25 bars و 200°C. حدد وبين على مخططي T-v و P-v :

أ- عند أي درجة حرارة يبدأ الماء في التبخر عند نفس الضغط. ب- عند أي ضغط يبدأ الماء في التبخر عند نفس درجة الحرارة؟

5- حدد الحالات التالية ، وبين موقعها - بوضوح تام - على مخططي T-v و P-v :

أ- أمونيا عند 0.2 MPa و 15°C ب- بروبان عند 11 bars و $0.03\ m^3/kg$ ج- ماء عند 300 bars و 200°C

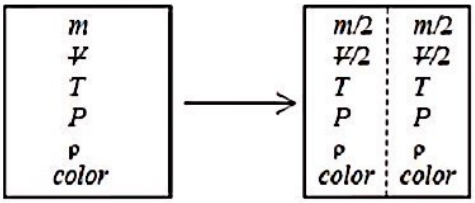
6- أ، ب، ج تمثل ظروفا مختلفة للماء – أيّ من الظروف التالية (تكفي أو لا تكفي) لمعرفة بقية خصائص النظام؟ مع تعليل الإجابة.

Scanned with CamScanner

حل الامتحان الدورى الأول – خريف 2013

السؤال الأول : (أسئلة المفاهيم Conceptual Questions)

1- بالرغم من أن لون المنظومة لا يعتبر خاصية ثيرموديناميكية، إلا أنه لا يعتمد على الكتلة؛ ولذا فهو "intensive property".



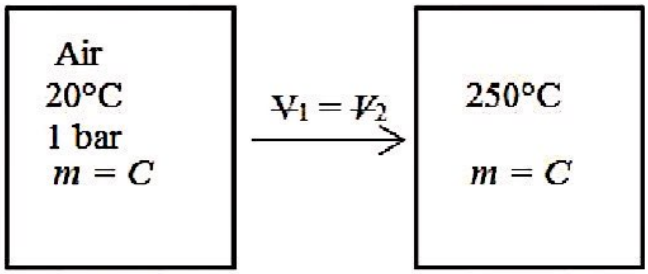
independent of the mass of the system

= intensive properties

2- خزان جاسئ مغلق يحتوي على هواء عند 20°C و 1 bar في الحالة الابتدائية. سُخن الخزان حتى وصلت درجة الحرارة داخله إلى 250°C. هل تتوقع لكثافة الهواء أن :

أ- تزداد ب- تقل ج- تبقى ثابتة د- غير معروفة لقلة المعلومات المعطاة؟ وضح إجابتك.

Closed Tank → mass = C. Rigid Tank → Volume = Constant. $\rho = m_1/V_1 = m_2/V_2 = m/V$ = Constant



3- تم إعداد بارومترين B, A بسائلين مختلفين كثافتهما $\rho_A = 880\ kg/m^3$ & $\rho_B = 1.250\ g/cm^3$. وُضعا عند نفس الموضع فكان ارتفاع عمود سائل البارومتر A 11 مترا. ارسم مخططا بسيطا لبارومتر كلاسيكي. ثم احسب ارتفاع عمود السائل في البارومتر B. اعتبر $g = 9.8\ m/s^2$.

At the same location, $P_{atm,A} = P_{atm,B} \rightarrow (\rho g h)_A = (\rho g h)_B \rightarrow h_B = h_A\ (\rho_A/\rho_B)$

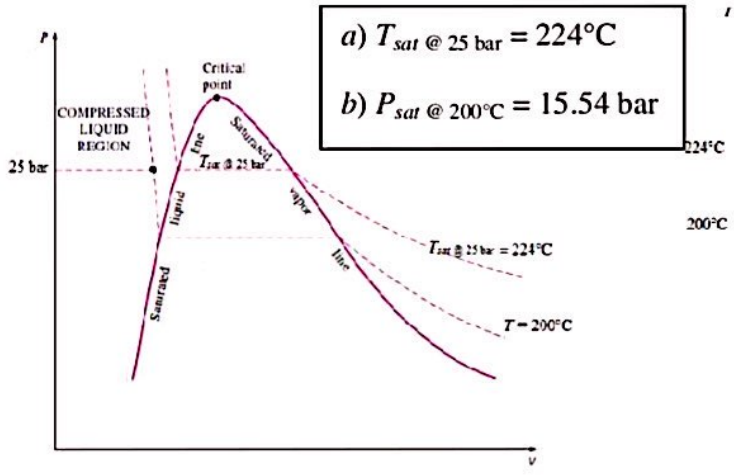
$h_B = h_A\ (\rho_A/\rho_B) = (11\ m) \times (880\ kg/m^3 / 1.250 \times 10^3\ kg/m^3) = 7.744\ m$

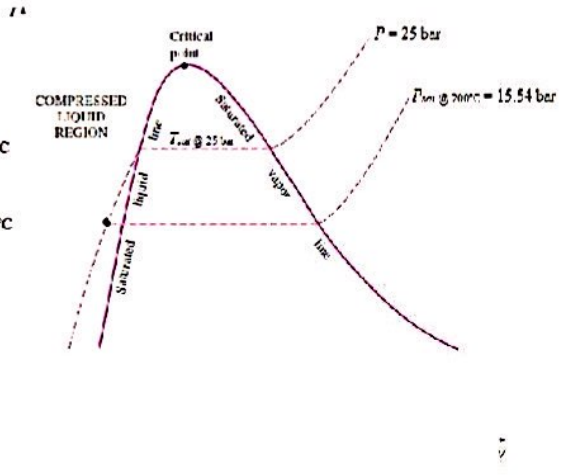
4- ماء عند 25 bars و 200°C. حدد وبين على مخططي T-v و P-v :

أ- عند أي درجة حرارة يبدأ الماء في التبخر عند نفس الضغط. ب- عند أي ضغط يبدأ الماء في التبخر عند نفس درجة الحرارة؟

a) T_{sat} @ 25 bar = 224°C

b) P_{sat} @ 200°C = 15.54 bar

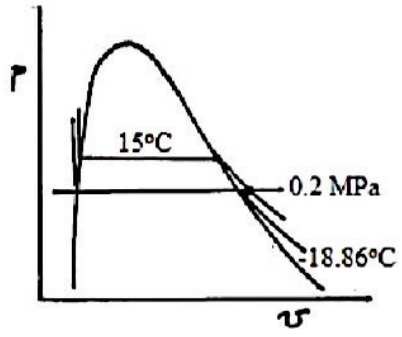


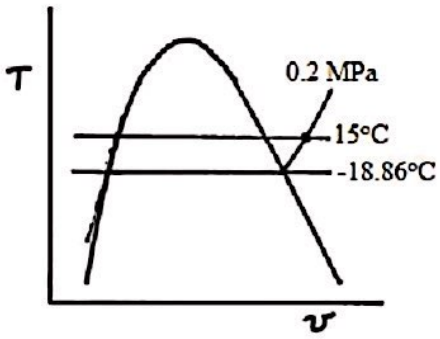


Scanned with CamScanner

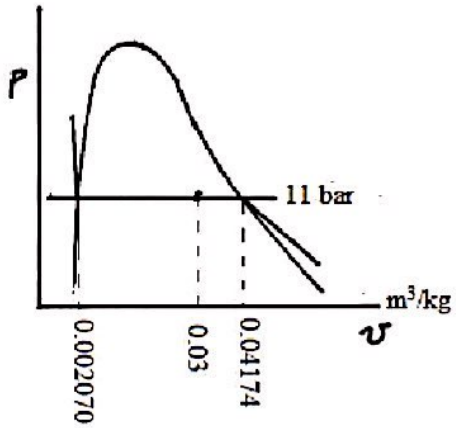
5- حدد الحالات التالية ، وبين موقعها - بوضوح تام - على مخططي T-v و P-v :

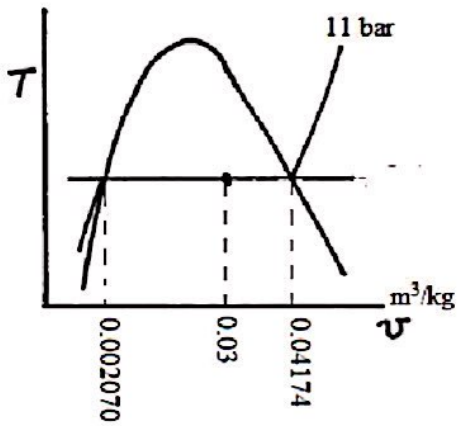
أ- أمونيا عند 0.2 MPa و 15°C ب- بروبان عند 11 bars و 0.03 m³/kg ج- ماء عند 300 bars و 200°C



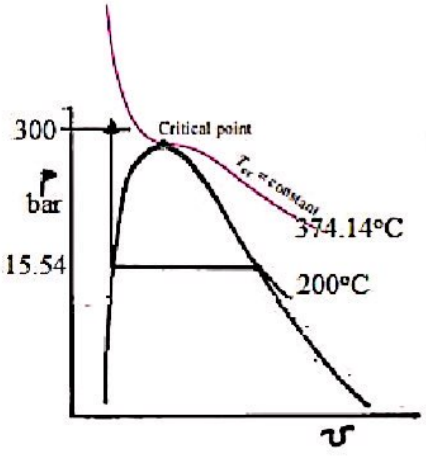


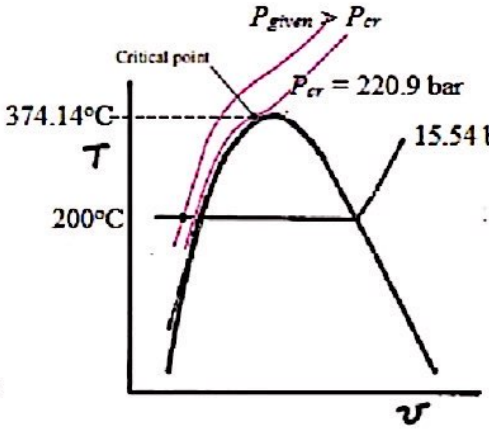
For Ammonia at T = 15°C, P = 0.2 MPa
$T_{given} = 15°C > T_{sat\ @\ 2\ bar}$ (-18.86°C)
The state is located in the **superheated vapor region**





For Propane at P = 11 bar, v = 0.03 m³/kg,
@ P = 11 bar, v_f = 0.002070 m³/kg
v_g = 0.04174 m³/kg
$v_f < v < v_g$
The state is located in the two-phase liquid-vapor mixture





For Water at T = 200°C, P = 300 bar,
T_{cr} = 374.14°C , P_{cr} = 220.9 bar
$P_{given} > P_{cr}$ & $T_{given} < T_{cr}$
The state is located in the **compressed liquid region**

6- أ، ب، ج تمثل ظروفا مختلفة للماء – أيّ من الظروف التالية (تكفي أو لا تكفي) لمعرفة بقية خصائص النظام؟ مع تعليل الإجابة.

أ- P = 1 bar و T = 250°C ب- خليط سائل وبخار مشبع بكسر جفاف 50% ج- m = 1 kg و $\forall$ = 0.1 m³

State Principle: The state of a **simple compressible** system can be determined by the value of TWO **independent, intensive** properties. $z = f(x, y)$.

a) P = 1 bar & T = 250°C: P and T are independent in a single-phase region → **sufficient info** to fix the state.
b) Saturated liquid-vapor mixture with a quality of 0.5 → **insufficient info** (one more property is needed)
c) $\forall$ = 0.1 m³ & m = 1 kg → **insufficient info** (one more property such as T or P is needed)

Scanned with CamScanner

السؤال الثاني: **08\08**

جهاز إسطوانة ومكبس غير احتكاكي يحتوي على 0.12 kg من غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) عند درجة حرارة $T_1 = 27°C$ ، وضغط $P_1 = 1$ bar ، وحجم $\mathcal{V}_1 = 0.04\ m^3$. ضُغِط الغاز عند ثبوت درجة الحرارة حتى وصل الحجم إلى $0.02\ m^3$. ومعادلة الحالة التي تربط العلاقة بين $P\mathcal{V}T$ معطاة بالعلاقة :

$$P\mathcal{V} = mRT\,[\,1 + a/\mathcal{V}\,]$$

1- احسب قيمة الثابت a بـ m^3.

2- احسب الشغل المبذول على الغاز خلال العملية بوحدات kJ

3- وضح العملية على مخططي $T - \mathcal{V}$.

خذ ثابت الغاز العام $\bar{R} = 8.314 \frac{kJ}{kmol.K}$

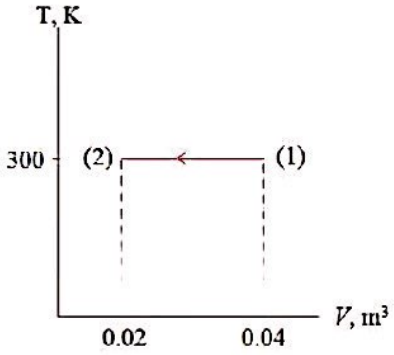
Given Date:

$m = 0.12$ kg

State (1): $T_1 = 27°C = 27 + 273 = 300$ K, $P_1 = 1$ bar & $\mathcal{V}_1 = 0.04\ m^3$

State (2): $T_2 = T_1 = 27°C = 27 + 273 = 300$ K, $\mathcal{V}_2 = 0.02\ m^3$

Find: a and ${}_1W_2$



Assumptions:

(1) The gas in the cylinder is a closed system

(2) States 1 and 2 are equilibrium states.

Analysis:

From Table A-1: $M_{CO_2} = 44.01$ kg/kmol.

Therefore, $R_{CO_2} = \bar{R} / M_{CO_2} = [8.314\ kJ/kmol.K]/[\ 44.01\ kg/kmol] = 0.189$ kJ/kg.K

$P\mathcal{V} = mRT\,[\,1 + a/\mathcal{V}\,]$ $\quad P\mathcal{V} / mRT = [\,1 + a/\mathcal{V}\,]$ $\quad P\mathcal{V} / mRT - 1 = a/\mathcal{V}$

$$a = \left\{\frac{P_1\mathcal{V}_1}{mRT_1} - 1\right\} \times \mathcal{V}_1 = \left\{\frac{100\ kPa \times 0.04\ m^3}{0.12\ kg \times 0.189 \frac{kJ}{kgK} \times 300\ K} - 1\right\} \times 0.04\ m^3 = -0.016\ m^3$$

Work done during the process, ${}_1W_2 = \int_{\mathcal{V}_1}^{\mathcal{V}_2} P\,d\mathcal{V}$

$$= \int_{\mathcal{V}_1}^{\mathcal{V}_2} P\,d\mathcal{V} = \int_{\mathcal{V}_1}^{\mathcal{V}_2} mRT\left(\frac{1}{\mathcal{V}} + \frac{a}{\mathcal{V}^2}\right) d\mathcal{V} = mRT\left\{\ln\left(\mathcal{V}_2/\mathcal{V}_1\right) + a(1/\mathcal{V}_1 - 1/\mathcal{V}_2)\right\}$$

$$= 0.12\ kg \times 0.189 \frac{kJ}{kgK} \times 300\ K \left\{\ln\left(0.02\ m^3/0.04\ m^3\right) + (-0.016\ m^3)(1/0.04\ m^3 - 1/0.02\ m^3)\right\} = -1.913\ kJ$$

Scanned with CamScanner

Model Answer

الاسم	
رقم القيد	
القسم	
المجموعة	

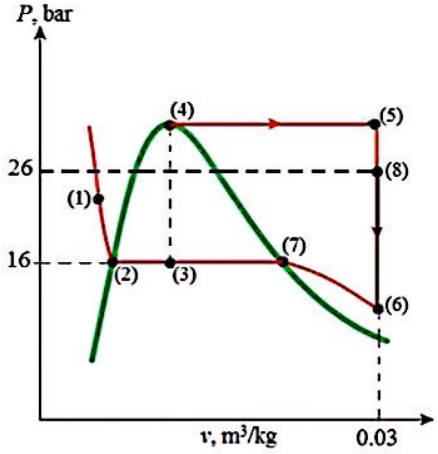
جامعة طرابلس - كلية الهندسة
قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية
ME 210 – Spring 2016
Test # 01 Time: 1¼ hr

ملاحظات مُهمّة؛ 1. يسمح باستخدام الجداول المقررة والآلات الحاسبة الاعتيادية. 2. تحظر الهواتف المحمولة.
3. اقرأ – افهم ثم أجب.

أجب عن السؤالين التاليين.

السؤال الأول؛ مستخدمًا مخطط p-v المبين في الشكل، أجب عن الفقرات التالية؛ **(10 درجات)**

أ- أكمل الجدول التالي بوصف كل حالة بكلمتين (فقط) مستخدمًا ما درسته من مصطلحات في علم الديناميكا الحرارية.



الحالة	وصف الحالة (بكلمتين فقط)
4	الحالة الحرجة
1	سائل مضغوط
5	بخار محمص
3	مخلوط مشبع
7	بخار مشبع
2	سائل مشبع

ب- ما هو نوع العملية 5-6؟ تبريد عند حجم ثابت

ت- نوع العملية 3-7؟ تسخين عند ضغط ثابت أو تسخين عند درجة حرارة ثابتة

ث- درجة حرارة الحالة (6) بوحدة °C هي: 46.89 C باعتبار أن المادة النقية "بروبان".

ج- المساحة تحت المسار 4-5 تمثل الشغل المبذول إذا كانت العملية تحت ضغط ثابت

ح- مقدار الحجم النوعي عند الحالة (3) بوحدة m^3/kg هو 0.004535 لأن يساوي الحجم النوعي عند الحالة الحرجة

خ- احسب نسبة كتلة سائل البروبان للحالة (3). we have; v3 = 0.004535 m3/kg, vf =0.00220; vg = 0.02790 m3/kg,

x = (v3 - vf)/(vg - vf)

= (0.004535 - 0.00220)/(0.02790 - 0.00220)

= 0.091 1-x = 0.909 وعليه نسبة كتلة السائل

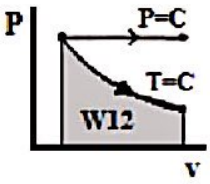
د- اوجد درجة حرارة البروبان عند الحالة (8) بوحدة °C. Table A-18 Superheated Propane

(T8 - 180)/(190 - 180)=(0.03 - 0.02918)/(0.0312 - 0.02918)

T8 = 184.06 C

ذ- بم تتميز القدور الكاتمة عن المفتوحة؟ اشرح. عند ثبوت الحجم فإن تسخين الخليط المشبع سيزيد الضغط وتزداد درجة الحرارة. أي أن الحالة ستتحرك إلى أعلى داخل القبة في المخطط. هذا يجعل الطهي في مثل هذه القدور يستغرق وقتًا قصيرًا نسبيًا. أما القدور المفتوحة فلا يزداد الضغط وتبقى درجة الحرارة ثابتة.

ر- قارن بين شغل منظومة غاز عند ثبوت الضغط وشغلها عند ثبوت درجة الحرارة. تعلمنا أن الشغل المبذول في مثل هذه الحالات يمكن التعبير عنه بالمساحة تحت خط الإجراء. فعند ثبوت الضغط يكون الشغل W12 = p(V2-V1). بينما عند ثبوت درجة الحرارة الشغل يساوي W12=p1V1 ln(V2/V1) . الأمر الذي يجعل الشغل مع ثبوت الضغط أكبر.



Scanned with CamScanner

الرقم التسلسلي	

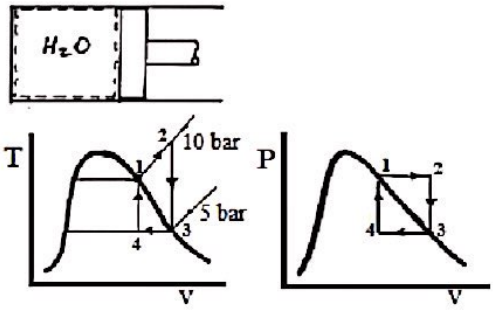
الاسم	
رقم القيد	

السؤال الثاني؛ منظومة تحتوي على 10 كجم ماء تخضع لدورة قوى تتكون من أربع عمليات هي؛ **(10 درجات)**

1. 1-2 تسخين مع ضغط ثابت عند 10 بار ابتداءً من حالة البخار المشبع.
2. 2-3 تبريد مع حجم ثابت انتهاءً بحالة بخار مشبع عند ضغط 5 بار.
3. 3-4 تبريد عند ثبوت درجة الحرارة مع $Q_{34} = -9461.5$ kJ.
4. 4-1 تسخين مع ثبوت الحجم.

(أ) ارسم الدورة على مخططي T-v وP-v. (ب) عين صافي الشغل المبذول في الدورة، W_{cycle}. (ت) أوجد مقدار الحرارة المنتقلة إلى المنظومة، Q_{in}. (ث) احسب الكفاءة الحرارية للدورة. اهمل تأثيرات طاقة الحركة وطاقة الوضع.

Known; 10 kg water undergoes a 4-processes theromodynamic cycle.
Find; Wcyc, Qin, and η.
Assumptions; 1. The water is the closed system, 2. Volume change is the only work made, 3. K.E. and P.E. are negligible.
Analysis; the 1st law; m(Δu) = Q – W ;
Qin = Q12 + Q41; Wcyc = W12+W23+W34+W41; and η = Wcyc/Qin



Process 1-2; P=10 bar ; v1=vg=0.1944 m³/kg

u1 = ug = 2583.6 kJ/kg
v2 = v3 = 0.3749 m³/kg
u3 = ug = 2561.2 kJ/kg

(u2 – 3192.6)/(3296.8 – 3192.6)
= (0.3749 – 0.3729)/(0.4011 – 0.3729)
u2 = 3207.1 kJ/kg

W12 = 10 ×100×10 (0.3749–0.1944) = 1805 kJ
m(u2 – u1) = Q12 – W12
Q12 = 10 (3207.1 – 2583.6) + 1805 = 8040 kJ

Process 2-3; W23 = 0

Q12 = m(u2 – u1) = 10(2561.2 – 3207.1)
= – 6459.0 kJ

Process 3-4; v2 = v3, hence, W23 = 0

Q12 = m(u2 – u1) = 10(2561.2 – 3207.1)
= – 6459.0 kJ

v1 = v4 = 0.1944 m³/kg
vg = 0.3749 m³/kg
vf = 0.0010926 m³/kg

x=(0.1944–0.0010926)/(0.3749 – 0.0010926)
= 0.517
u4= 639.68 + 0.517(2561.2 – 639.68)
= 1633.1 kJ/kg
W34 = mp(v4-v3)
= 10×100(0.1944 – 0.3749)
= – 180.5 kJ

Or W34 = Q34 – m (u4-u3)
= – 9461.5 – 10 (1633.1 – 2561.2)
= –180.5 kJ

Process 4-1; v3 = v4, hence, W41 = 0

Q41 = m (u1–u4)
= 10 (2583.6 – 1633.1)
= 9505 kJ
Wcyc = W12+W23+W34+W41
= 1805 + 0 + (– 180.5) + 0
= 1624.5 kJ
Qin = Q12 + Q41
= 8040 + 9505 = 17,545 kJ

η = Wcyc/Qin
= 1624.5/17,545 = 9.26 %

Scanned with CamScanner