

المدة : 2 ساعة

امتحان السداسي الاول

مقياس: الديناميكا
الحرارية

التمرين الاول (8 نقاط)

كتلة 122 غ من الهواء (غاز) $V_0 = 100 L$ درجة حرارة $T_0 = 15 ^\circ C$ ضغط $P_0 = 1 atm$ مثالي لديه

نقوم بضغطة الى غاية

$$P_1 = 20 atm$$

المعطيات

$$\gamma = 1,4 , M = 29 g/mol , R_0 = 8,32 J/mol .K , \overline{C_V} = \frac{R_0}{\gamma - 1}$$

$$\left[\frac{V_0}{V_1} = \frac{P_1}{P_0} \right]$$

(1) ضغط عند درجة حرارة ثابتة

$A \rightarrow B$ نفترض عدم وجود تغير في درجة الحرارة.

احسب العمل. الفرق في الطاقة الداخلية و كمية الحرارة المتبادلة مع الوسط الخارجي

$$(Q_{AB}), (\Delta U_{AB}), (W_{AB})$$

(2) ضغط اديابي (لا يوجد تبادل في كمية الحرارة مع الوسط الخارجي) يليه تبريد

متساوي الحجم (الحجم لا يتغير)

نبدأ من نفس الحالة الاولية نضغط الغاز بشكل اديابي حتى يصل الى الضغط P_2

يليه تبريد عند حجم ثابت حتى يصل الى درجة الحرارة الاولية T_0

بعد التبريد نهدف الى الحصول على ضغط P_1

احسب الضغط P_2

$$(W_{AC}), (W_{CB})$$

الفرق في الطاقة الداخلية $(\Delta U_{AC}), (\Delta U_{CB})$

كمية الحرارة المتبادلة مع الوسط الخارجي $(Q_{AC})(Q_{CB})$

(3) ارسم التحولين على بيان كلايرون (الضغط بدلالة الحجم)

التمرين الثاني (6 نقاط)

- (1) ما الفرق بين النظام المفتوح والمغلق والمعزول
 - (2) ما الفرق بين المقياس المئوي والمطلق والمقياس بنقطتين ثابتتين والمقياس عند نقطة ثابتة (مع امثلة)
 - (3) ما هو الفرق بين البيرومتر ومقياس الحرارة التوسعي
 - (4) ما الفرق بين (Extensive and Intensive Property)
- برهن ان

$$1) dH = \delta Q + VdP$$

$$2) m.c_p = m.c_v + nR_0$$

التمرين الثالث (6 نقاط)

تم توصيل أسطوانتين A و B متساويتين في السعة ببعضهما البعض عبر محبس

A يحتوي على غاز عند درجة حرارة و ضغط قياسي

B تم تفريغه بالكامل ويعتبر نظام معزول حراريا

يتم فتح المحبس فجأة. اجب على التالي

(1) ما هو الضغط النهائي للغاز

A and B

(2) ما هو التغير في درجة الحرارة

(3) هل الحالات الوسيطة للنظام تقع على أسطحه (الضغط والحجم ودرجة الحرارة) (قبل

الاستقرار على حالة التوازن النهائية)

Level: First Year

Group : 01, 02,03
and 04



Higher school of technological
education, Skikda
Technomogy College
College Year : 2023-2024

First exam of thermodynamic

Exercise 01 (08 points)

A mass $m = 122$ g of air (Diatomic ideal gas), has a volume of $V_0 = 100$ L , Temperature of $T_0 = 15$ °C and pression $P_0 = 1$ atm . Compress it to a pressure of $P_1 = 20$ atm

We give: $\gamma = 1,4$, $M = 29$ g/mol , $R_0 = 8,32$ J/mol .K , $\overline{C_V} = \frac{R_0}{\gamma-1}$,

$$\left[\frac{V_0}{V_1} = \frac{P_1}{P_0} \right]$$

1°/ Isothermal compression (A $\rightarrow$ B): We suppose that there is no variation in temperature.

Calculate: 1) The Work (W_{AB}) , the variation of Internal energy (ΔU_{AB}) and the Quantity of heat exchanged (Q_{AB}).

2°/ adiabatic compression followed by isochoric cooling:

We start from the same initial state and compress the gas adiabatically up to pressure P_2 , following that it got to cool without varying volume until it reached the initial temperature T_0

After cooling, we aim to get air at P_1 pressure.

Calculate: The Pressure P_2 , The Work (W_{AC}) , (W_{CB}), the variation of Internal energy (ΔU_{AC}) , (ΔU_{CB}) and the Quantity of heat exchanged (Q_{AC}) (Q_{CB}) .

3°/ Represent the two transformations on the Clapeyron diagram.

Exercise 02 (06 points)

1°/ what is the different between open, closed and isolated System.

2°/ what is the different between centesimal, absolute scale, scale with two fixed points and scale at fixed point (with examples).

3°/ what is the Difference between The Pyrometer and Expansion Thermometer

4°/ what is the difference between Extensive and Intensive Property.

Prove That:

1) $dH = \delta Q + VdP$

2) $m \cdot c_P = m \cdot c_V + nR_0$

Exercise 03 (06 points)

Two cylinders A and B of equal capacity are connected to each other via a stopcock. A contains a gas at standard temperature and pressure. B is completely evacuated. The entire system is thermally insulated. The stopcock is suddenly opened. Answer the following:

1°/ what is the Final pressure of the gas in A and B?

2°/ what is the change in the Temperature of the gas?

3°/ Do the intermediate states of the system (before settling to the final equilibrium state) lie on its P-V-T surfaces.

Good luck

Dr. Imene Meimeche

Thermodynamic (first year)

الإجابة النموذجية

التمرين الأول:

المعطيات: (8 نقاط) [8 Points]

$$m = 122 \text{ g} ; V_0 = 100 \text{ L} ; P_0 = 1 \text{ atm et}$$

$$T_0 = 15^\circ \text{C et } P_1 = 20 \text{ atm}$$

$$\gamma = 1.4, R_0 = 8.32 \text{ J/mol.K}, M = 29 \text{ g/mol}$$

$$C_V = \frac{R_0}{\gamma - 1} \left[\text{J/mol.K} \right], \left[\frac{V_0}{V_1} = \frac{P_1}{P_0} \right]$$

Compression isotherme
Isothermal compression

(تبريد عند درجة ثابتة)

A $\xrightarrow[\text{T = cte}]{\text{Isothermal compression}}$ B

$$P_A = P_0$$

$$V_A = V_0$$

$$T_A = T_0$$

$$P_B = P_1$$

$$V_B = V_1$$

$$T_B = T_0$$

المطلوب حساب: $\Delta U_{AB}, Q_{AB}, W_{AB}$

Adiabatic compression then isochoric /2

تبريد أديباتي ثم تبريد عند حجم ثابت

A $\xrightarrow[\text{W}_{AC}, Q_{AC}, \Delta U_{AC}]{\text{adiabatic}}$ C $\xrightarrow[\text{W}_{CB}, Q_{CB}, \Delta U_{CB}]{\text{isochoric}}$ B

$$P_A = P_0$$

$$V_A = V_0$$

$$(1) T_A = T_0$$

$$P_C = P_1$$

$$V_C = V_2 = V_1$$

$$T_C = T_2$$

$$P_B = P_1$$

$$V_B = V_1$$

$$T_B = T_0$$

$$W_{AB} = n R_0 T_0 \ln \left[\frac{V_0}{V_1} \right] = P_0 V_0 \ln \left[\frac{P_1}{P_0} \right]$$

$$W_{AB} = 10^5 \times 10^{-1} \times \ln \left[\frac{20}{1} \right] = 3 \times 10^4 \text{ J}$$

$$W_{AB} = 3 \times 10^4 \text{ J} \quad \checkmark$$

(1) pt

$$\Delta U_{AB} = Q_{AB}$$

Isenthalpic compression
(عند T ثابت) $\rightarrow$

$$\Delta U_{AB} = 0$$

$$Q_{AB} = -W_{AB} = -3 \times 10^4 \text{ J}$$

اذن!
(0.5 pt)

$$\Delta U_{AC} = Q_{AC} = W_{AC} = P_2 \quad \text{حساب 1/2}$$

$$P_0 V_0^\gamma = P_2 V_1^\gamma \Rightarrow P_2 = P_0 \left[\frac{V_0}{V_1} \right]^\gamma$$

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{P_1}{P_0}$$

لدينا من المعطيات (0.5)

$$P_2 = P_0 \left[\frac{P_1}{P_0} \right]^\gamma = 10^5 \times [20]^{1.4} = 66,3 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$\Leftarrow (Q_{Ac}=0)$ (adiabatic) W_{Ac} حساب

$$\Delta U_{Ac} = W_{Ac} = n \bar{C}_V (T_2 - T_0)$$

$$\Delta U_{Ac} = W_{Ac} = \frac{nR_0}{\gamma-1} [T_2 - T_0]$$

2o Transf adiabatic

0.5 pt $T_2 V_1^{\gamma-1} = T_0 V_0^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_0 \left[\frac{V_0}{V_1} \right]^{\gamma-1} = T_0 \left[\frac{P_1}{P_0} \right]^{\gamma-1}$

$$\Delta U_{Ac} = W_{Ac} = \frac{nR_0}{\gamma-1} T_0 \left[\left[\frac{P_1}{P_0} \right]^{\gamma-1} - 1 \right]$$

$$\Delta U_{Ac} = W_{Ac} = \frac{P_0 V_0}{\gamma-1} \left[\left[\frac{P_1}{P_0} \right]^{\gamma-1} - 1 \right]$$

1 pt

$$\Delta U_{Ac} = W_{Ac} = \frac{10^5 \times 0.1}{1.4-1} \times \left[(20)^{0.4} - 1 \right]$$

$$(W_{Ac} = \Delta U_{Ac} = 5.78 \times 10^4)$$

$$\Delta U_{Ac} = W_{Ac} = 5.78 \times 10^4 \text{ J}$$

0.5 pt

ΔU_{CB} , Q_{CB} , W_{CB} حساب

$$W_{CB} = 0 \text{ (isochoric Transf)}$$

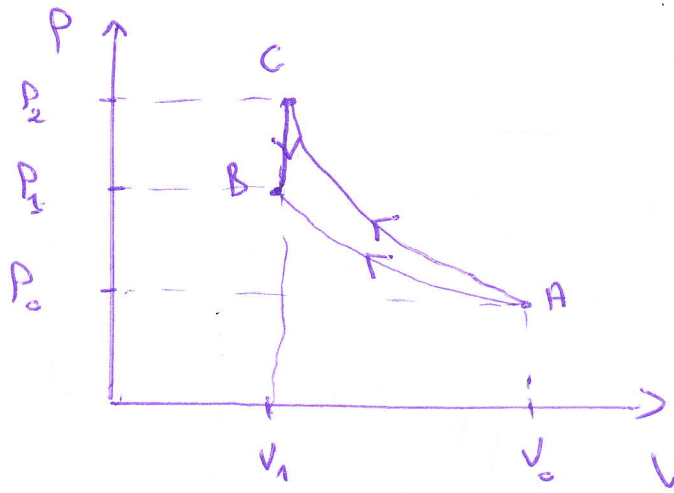
0.5 pt

تحويل عند حجم ثابت

$$\Delta U_{CB} = Q_{CB} = n \bar{C}_V (T_0 - T_2)$$

$$\Delta U_{CB} = Q_{CB} = -5.78 \times 10^4 \text{ J}$$

1 pt



2pt

التمرين الثاني (6 نقاط) (6 points)

1/ الفرق بين نظام مغلق ، مغلق ، مغزول
النظام المغلق : تبادل المادة والطاقة مع الوسط الخارجي

2/ الفرق بين المقياس المئوي ، المطلق ، مقياس بين

نقطة ثابتة ، مقياس عند نقطتين ثابتتين

مقياس عند نقطة ثابتة : مقياس عند

النقطة المرجعية الثلاثية
المسال ، الغاز والصلب عند $T = 0.01^\circ\text{C}$

مقياس عند نقطتين ثابتتين : مقياس عند النقطتين

المرجعتين : نقطة الجليد ($T = 0^\circ\text{C}$) ونقطة البخار ($T = 100^\circ\text{C}$)
المقياس المئوي :

هو مقياس يعتمد على تقسيم 100 جزء

بين مقياسين نقطة الجليد ونقطة البخار (100°C)

يعتبر الكالفن بالسبب $^\circ\text{C}$ مقياس مطلق لأن عند الصفر الكالفن

يقابل $T = -273^\circ\text{C}$

أيضا الرازكين بالسبب $^\circ\text{F}$ مقياس مطلق لأن عند الصفر الرازكين

يقابل $T = -459^\circ\text{F}$

3/ الفرق بين البيرومتر و الترمومتر بالتعدد

الترمومتر بالتعدد : يعتمد على مبدأ التمدد وتغير حجم السائل مع التفاعل الحراري ، السوائل شائعة الاستخدام
البيرومتر : الزئبق والكحول ، الزئبق هو أكثر ملائمة

(4)

4/ الفرق بين extensive and intensive property (0,75 pt)
 (extensive property): لا تتعلق بكمية مثل الحجم ودرجة الحرارة

(intensive property): تتعلق بكمية مثل الكثافة (1 pt)

بوهن آن: (1,5 pt)

$$1/ dH = \delta Q + V dP$$

$$H = U + PV \Rightarrow dH = dU + d(P \cdot V) \Rightarrow dH = dU + P dV + V dP$$

$$dH = \delta W + \delta Q + P dV + V dP = -P dV + \delta Q + P dV + V dP$$

$$dH = \delta Q + V dP$$

$$2/ m c_p = m c_v + n R_0 \quad (1,5 pt)$$

$$H = U + PV \Rightarrow dH = dU + d(PV) \Rightarrow$$

$$dH = dU + d(n R_0 T) \Rightarrow dH = dU + dT \cdot n R_0$$

نقسم على dT

$$\frac{dH}{dT} = \frac{dU}{dT} + n R_0$$

$$\Rightarrow m \cdot c_p = m c_v + n R_0$$

التحريك الثالث (6 نقاط)

1/ ما هي الصيغة النهائية للغاز عند A و B (2 pts)

بمجرد فتح محبس التوقف، سيبدأ الغاز بالتدفق من الأسطوانة A إلى الأسطوانة B التي يتم تخفيفها بالكامل، وبالتالي سيضاعف حجم الغاز لأن كل الأسطوانتين متساويتين بالسعة، وبالتالي الصيغة النهائية عكسيا مع الحجم، فإن الصيغة النهائية ستكون

2/ التغير في درجة حرارة الغاز: لن يكون هناك أي تغيير في درجة حرارة الغاز، وذلك لأن أثناء التمدد الغاز لا يتم بذل أي شغل (2 pts)

β هل الحالات الوسيطة للنظام (قبل الاستقرار على حالة التوازن
النهائية) تقع على أسطحه: $P-V$: $P-V$: $P-V$

295

الحالة المذكورة أعلاه هي الحالة الواضحة للتوسع
الحرجي والتوسع الحرجي ولا يمكن السيطرة عليه ،
الحالات المتوسطة لا تحقق معادلة الغاز وبما أنها
في حالة غير متوازنة فإنها لا تقع على سطح الضغط،
الحجم ودرجة الحرارة $(P-V)$.