

في هانج كى صفت
مدرس معيار كيت

المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي - سكيكدة -
الاختبار الأول في الديناميكا الحرارية التطبيقية
سنة رابعة PEST

المدة: ساعتان

التمرين: 01

ليكن غاز يخضع لتحويلا التالالية

A-B تمدد أدياباتيكي حيث $V_B = 2 V_A$

B-C انضغاط عند حجم ثابت

C-A انضغاط عند درجة حرارة ثابتة

1- أرسم الحلقة المتبعة في مخطط (P, V)، هل تعتبر عن حلقة محرك

2- أحسب P_C, T_B, P_B

3- أحسب Q_{BC}

4- أثبت أن $W_{AB} = - Q_{BC}$ باستعمال المبدأ الأول في الترموديناميك

$P_A = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}, V_A = 10^{-2} \text{ m}^3, T_A = 300 \text{ K}$

$R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}, C_p = 29 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}, \gamma = 1,4$

التمرين: 02

I- إستخرج علاقة كفاءة دورة الديزل بدلالة معامل الانضغاط ومعامل الاحتراق r_c حيث $r_c = \frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2}$

-II-

ليكن غاز يخضع لحلقة الديزل حيث

$P_1 = 1 \text{ Bar} = 10^5 \text{ Pa}, T_1 = 300 \text{ K}$

$V_1 / V_2 = 14$

$T_3 = 1340 \text{ K}$

$T_4 = 556 \text{ K}$

$R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}, \gamma = C_p / C_v = 1,4, C_v = 20,8 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

1- أحسب T_2

2- أحسب كمية الحرارة لكل تحول

3- أحسب عملا الحلقة والمردود

التمرين: 03

أرسم حلقة البخار الجافو إشر حال فرق بينها وبين حلقة كارنو

إستخرج علاقة كفاءة حلقة البخار الرطب

أرسم حلقة إعادة التسخين، إستخرج علاقة الكفاءة الخاصة بها

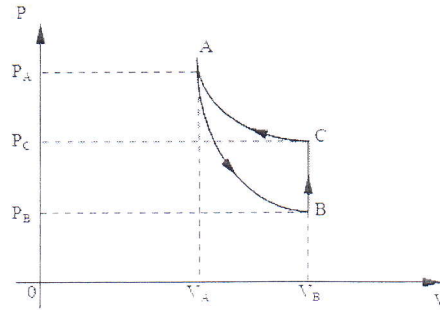
المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي - سكيكدة -
الاختبار الأول في الديناميكا الحرارية التطبيقية

المدة: ساعتان

سنة رابعة PEST

عرض حال الاختبار الأول في الديناميكا الحرارية التطبيقية

التمرين: 01



$$P_A \cdot V_A = n \cdot R \cdot T_A$$

$$n = P_A \cdot V_A / (R \cdot T_A) \approx 1.10^5 \times 1.10^{-2} / (8,31 \times 300) \approx 0,4 \text{ mole}$$

$$\text{a) } P_B \cdot V_B^\gamma = P_A \cdot V_A^\gamma \text{ car AB est adiabatique} \Rightarrow P_B = P_A (V_A / V_B)^\gamma$$

$$= 1.10^5 \times (1/2)^{1,4} \approx 38.103 \text{ Pa}$$

$$P_B \cdot V_B = n \cdot R \cdot T_B \Rightarrow T_B = P_B \cdot V_B / (n \cdot R) \approx 38.103 \times 2.10^{-2} / (0,4 \times 8,31) \approx 227 \text{ K}$$

b)

$$P_C \cdot V_C = n \cdot R \cdot T_C \text{ or } V_C = V_B \text{ et } T_C = T_A$$

(car CA est une isotherme) d'où

$$P_C = n \cdot R \cdot T_A / V_B \approx 0,4 \times 8,31 \times 300 / 2.10^{-2} \approx 50.103 \text{ Pa}$$

4)

$Q_{BC} + W_{BC} = \Delta U_{BC}$ (1er principe de la thermo) et on sait que

$$\Delta U_{BC} = n \cdot C_v \cdot (T_C - T_B)$$

comme $W_{BC} = n \cdot C_p / \gamma \times (T_C - T_B) = 0$ (transfo isochore) on en déduit que

$$Q_{BC} = n \cdot C_v \cdot (T_C - T_B) \text{ et puisque } C_v = C_p / \gamma \text{ et } T_C = T_A$$

on en déduit que $Q \approx 0,4 \times 29/1,4 \times (300 - 227) \approx 604 \text{ J}$

5.a)

$$\Delta U_{CA} = 0 \text{ car } \Delta U_{CA} = n \cdot C_v \cdot (T_A - T_C) = 0 \text{ car } T_A = T_C \text{ (puisque AC est une isotherme)}$$

5.b)

$W_{\text{cycle}} + Q_{\text{cycle}} = \Delta U_{\text{cycle}} = 0$ quel que soit le cycle

$$\text{d'où } W_{\text{cycle}} = -Q_{\text{cycle}} \Leftrightarrow W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = -Q_{AB} - Q_{BC} - Q_{CA} \Leftrightarrow W_{AB} = -Q_{AB} - Q_{BC} - Q_{CA} - W_{BC} - W_{CA}$$

or $Q_{AB} = 0$ (AB est adiabatique) et $W_{BC} = 0$ (BC étant isochore)

المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي - سكيكدة -
الاختبار الأول في الديناميكا الحرارية التطبيقية

المدة: ساعتان

سنة رابعة PEST

$$\text{d'où } W_{AB} = -Q_{BC} - Q_{CA} - W_{CA}$$

$$\text{d'autre part } Q_{CA} + W_{CA} = \Delta U_{CA} \text{ (1er principe)} = 0, \text{ d'où } W_{AB} = -Q_{BC} - (Q_{CA} + W_{CA}) =$$

$$-Q_{BC} - \Delta U_{CA}$$

$$W_{AB} = -Q_{BC} \approx -604 \text{ J}$$

التمرين: 02

▪ Rendement théorique

La transformation 2-3

$$\Delta U = u_3 - u_2 = q_{in,23} - w_{b,out}$$

$$q_{in,23} = \Delta U + P\Delta V = \Delta h = C_p(T_3 - T_2)$$

La transformation 4-1

$$q_{41} - w_{41} = \Delta U$$

$$q_{41} = -q_{out} = \Delta u = C_v(T_1 - T_4)$$

$$q_{out} = C_v(T_4 - T_1)$$

$$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{Q_{in}} = \frac{Q_{net}}{Q_{in}} = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}} = 1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$

$$q_{out} = C_v(T_4 - T_1)$$

ET

$$q_{in} = C_p(T_3 - T_2)$$

$$\eta_{th,diesel} = 1 - \frac{C_v(T_4 - T_1)}{C_p(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{(T_4 - T_1)}{k(T_3 - T_2)}$$

$$\eta_{th,diesel} = 1 - \frac{T_1(T_4/T_1 - 1)}{kT_2(T_3/T_2 - 1)}$$

▪ Le rendement en fonction du le taux de compression et le taux de combustion :

La transformation 2-3

$$\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_2 V_2}{T_2}; P_2 = P_3$$

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2} = r_c$$

r_c : Le taux de combustion (le rapport du volume après et avant la combustion)

المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي - سكيكدة -
الاختبار الأول في الديناميكا الحرارية التطبيقية

المدة: ساعتان

سنة رابعة PEST

$$\eta_{th,diesel} = 1 - \frac{T_1(T_4/T_1 - 1)}{kT_2(r_c - 1)}$$

La transformation 4-1

$$\frac{P_4 V_4}{T_4} = \frac{P_1 V_1}{T_1}; V_4 = V_1$$

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{P_4}{P_1}$$

$$\eta_{th,diesel} = 1 - \frac{T_1(P_4/P_1 - 1)}{kT_2(r_c - 1)}$$

La transformation 3-4

$$P_1(V_1)^k = P_2(V_2)^k \text{ et } P_4(V_4)^k = P_3(V_3)^k$$

$$\frac{P_4(V_4)^k}{P_1(V_1)^k} = \frac{P_3(V_3)^k}{P_2(V_2)^k} = \left(\frac{V_3}{V_2}\right)^k = r_c^k$$

$$\eta_{th,diesel} = 1 - \frac{T_1(r_c^k - 1)}{kT_2(r_c - 1)}$$

La transformation 1-2

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

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{1}{r}\right)^{k-1}$$

$$\eta_{th,diesel} = 1 - \frac{1}{r^{k-1}} \left[\frac{r_c^k - 1}{k(r_c - 1)} \right]$$

$$1-2 \text{ est adiabatique} \Rightarrow T_1.V_1^{\gamma-1} = T_2.V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \approx 300 \times 14^{1.4-1} \approx 862 \text{ K}$$

$$Q_{12} = 0 \text{ car } 1-2 \text{ est adiabatique}$$

$$Q_{23} = n.C_p.(T_3 - T_2) \text{ car } 2-3 \text{ est isobare} \Rightarrow \text{pour } n = 1 \text{ mole on a } Q_{23} = \gamma.C_v.(T_3 - T_2) \approx 1.4 \times 20.8 \times (1340 - 862) \approx 14 \text{ kJ}$$

$$Q_{34} = 0 \text{ car } 3-4 \text{ est adiabatique}$$

$$Q_{41} = C_v.(T_1 - T_4) \text{ car } 4-1 \text{ est isochore} \Rightarrow Q_{41} \approx 20.8 \times (300 - 556) \approx -5 \text{ kJ}$$

$$\Delta U_{\text{cycle}} = 0 \text{ pour tout cycle}$$

$$1^{\text{er}} \text{ principe : } W + Q = \Delta U_{\text{cycle}} = 0$$

$$W = -Q \Leftrightarrow W = -(Q_{23} + Q_{41}) \approx -(14.10^3 - 5.10^3) \approx -8.6 \text{ kJ} : \text{ le travail est négatif, preuve qu'il s'agit bien d'un cycle moteur !}$$

$$\eta \triangleq \left| \frac{\text{travail fourni}}{\text{chaleur absorbée}} \right| \Leftrightarrow \eta = \left| \frac{W}{Q_{23}} \right| \approx 8.6.10^3 / 14.10^3 \approx 0.62$$

التمرين: 03

$$Q_{41} + h_4 = h_1 + W \quad \text{، (2) من المعادلة الغالية:}$$

$$\text{الحرارة المكتسبة} \quad Q_{\text{supp}} = Q_{41} = (h_1 - h_4) + W$$

$$\therefore Q_{41} = h_1 - h_4 \quad \text{، } W = 0 \text{ وبما أن}$$

$$Q + h_1 = W_{o/p} + h_2 \quad \text{، (2) من المعادلة التوربين:}$$

$$\text{شغل خرج التوربين} \quad W_{o/p} = (h_1 - h_2) + Q$$

$$\text{وبما أن } Q = 0 \text{، (تمدد أدبياتي انعكاسي)، } S_1 = S_2$$

$$\therefore \text{شغل خرج التوربين} \quad W_{o/p} = W_{12} = h_1 - h_2$$

$$\text{المكثف: من المعادلة (2)،}$$

$$Q_{1,2} = Q_{2,3} = (h_2 - h_3) + W$$

وبما أن $W = 0$ ،

$$Q_{1,2} = Q_{2,3} = h_2 - h_3$$

المضخة: من المعادلة (2) ،

$$W_{1,2} = W_{3,4} = (h_4 - h_3) + Q$$

وبما أن $Q = 0$ ، (تمدد أديباتي انعكاسي) ، $s_3 = s_4$ ،

$$W_{3,4} = h_4 - h_3$$

$$W_{net\ o/p} = (h_1 - h_2) - (h_4 - h_3)$$

$$\eta_R = \frac{\text{صافي شغل الخرج}}{\text{الحرارة المكتسبة في الغلاية}} \quad \text{كفاءة دورة رانكن ،}$$

$$\eta_R = \frac{(h_1 - h_2) - (h_4 - h_3)}{h_1 - h_4} = \frac{(h_1 - h_2) - (h_4 - h_3)}{(h_1 - h_3) - (h_4 - h_3)}$$

The Ideal Reheat Rankine Cycle

Ideal Reheat Cycle Analysis

$$W_{P,in} = h_{2s} - h_1$$

$$W_{T,out} = W_{HPT} + W_{LPT} \\ (h_3 - h_{4s}) + (h_5 - h_{6s})$$

$$q_{in} = q_{add} = (h_3 - h_{2s}) + (h_5 - h_{4s})$$

$$q_{out} = q_{rej} = h_{6s} - h_1$$

$$W_{net} = q_{in} - q_{out} = W_{T,out} - W_{P,in}$$

$$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{q_{in}} = 1 - \frac{q_{out}}{q_{in}}$$

