

التمرين 01

- 1- أرسم حلقة محرك البنزين والديزل على مخطط (T - S) و (P - V) وإشرحهما مبرزا أهم الفوارق بينهما
- 2- إستخرج علاقة كفاءة محرك البنزين بدلالة معامل الإنضغاط و كفاءة محرك الديزل بدلالة معامل الإنضغاط ومعامل الإحتراق

التمرين 02

ليكن غاز مثالي يخضع لدورة الديزل حيث: $a = V_1/V_2$; $b = V_4/V_3$
 $\gamma = 1,4$; $P_1 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $T_1 = 300 \text{ K}$; $a = 9$; $b = 3$;
 $C_v = 20,8 \text{ J/K/mol}$

- 1- أحسب الضغط والحجم ودرجة الحرارة عند كل نقطة من نقاط الحلقة
- 2- أحسب العمل وكمية الحرارة لكل تحول
- 3- أحسب المردود

التمرين 03

- 1- أرسم حلقة رانكين وإشرحها بالتفصيل مبرزا أهم الفوارق بينها وبين حلقة كارنو
- 2- إستخرج علاقة الكفاءة
- 3- أرسم حلقة رانكين مع إعادة التسخين و إستخرج علاقة الكفاءة الخاصة بها

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

التمرين 01

- 1- أرسم حلقة محرك البنزين والديزل على مخطط (T - S) و (P - V) وإشرحهما مبرزا أهم الفوارق بينهما
- 2- إستخرج علاقة كفاءة محرك البنزين بدلالة معامل الإنضغاط و كفاءة محرك الديزل بدلالة معامل الإنضغاط ومعامل الإحتراق

التمرين 02

ليكن غاز مثالي يخضع لدورة الديزل حيث: $a = V_1/V_2$; $b = V_4/V_3$
 $\gamma = 1,4$; $P_1 = 1,0.10^5 \text{ Pa}$; $T_1 = 300 \text{ K}$; $a = 9$; $b = 3$;
 $C_v = 20,8 \text{ J/K/mol}$

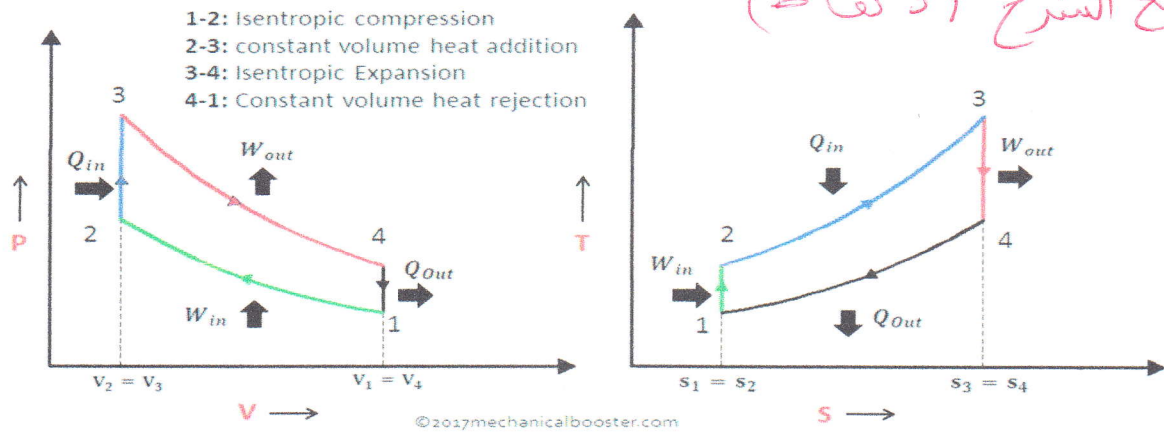
- 1- أحسب الضغط والحجم ودرجة الحرارة عند كل نقطة من نقاط الحلقة
- 2- أحسب العمل وكمية الحرارة لكل تحول
- 3- أحسب المردود

التمرين 03

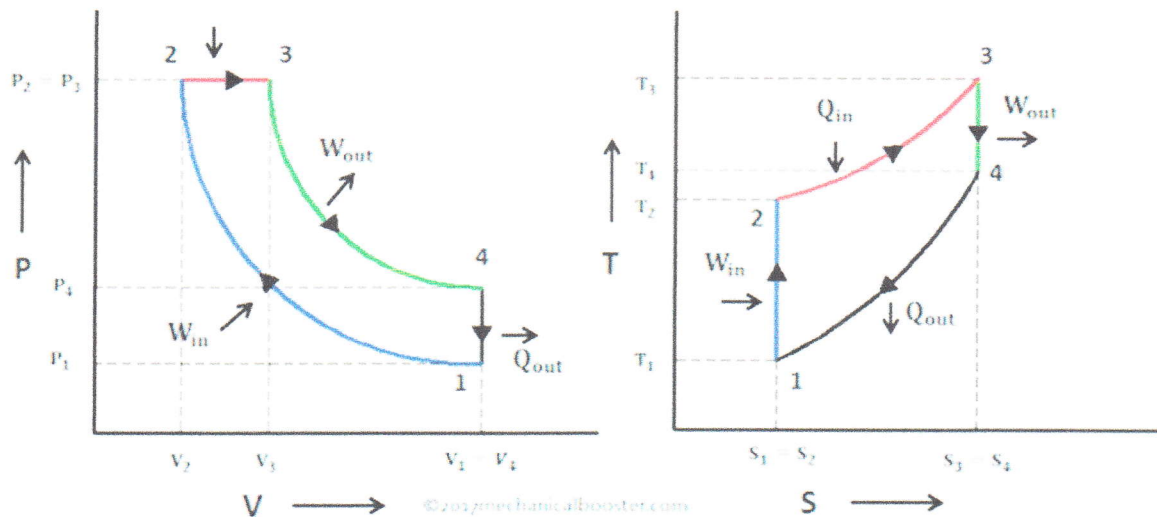
- 1- أرسم حلقة رانكين وإشرحها بالتفصيل مبرزا أهم الفوارق بينها وبين حلقة كارنو
- 2- إستخرج علاقة الكفاءة
- 3- أرسم حلقة رانكين مع إعادة التسخين و إستخرج علاقة الكفاءة الخاصة بها

تصحيح الإختبار الأول في الديناميكا الحرارية التطبيقية

الرسم مع الشرح (3 نقاط)



P-V and T-S Diagram of Otto Cycle



P-V and T-S Diagram of Diesel Cycle

علاقة كفاءة محرك البنزين بدلالة معامل الإنضغاط و γ

$$Q_c = \Delta U_{B \rightarrow C} = C_v (T_C - T_B) \quad \text{et} \quad Q_f = \Delta U_{D \rightarrow A} = C_v (T_A - T_D)$$

$$\eta = \frac{|W|}{Q_c} = \frac{Q_c + Q_f}{Q_c} = 1 + \frac{Q_f}{Q_c} = 1 + \frac{T_A - T_D}{T_C - T_B}$$

$$\frac{T_A}{T_B} = \left(\frac{V_B}{V_A} \right)^{\gamma-1} = \left(\frac{1}{\alpha} \right)^{\gamma-1} \quad \text{et} \quad \frac{T_C}{T_D} = \left(\frac{V_D}{V_C} \right)^{\gamma-1} = \alpha^{\gamma-1}$$

$$\eta = 1 + \frac{T_B \times \alpha^{1-\gamma} - T_D}{T_D \times \alpha^{\gamma-1} - T_B} = 1 + \alpha^{1-\gamma} \frac{T_B - T_D \times \alpha^{\gamma-1}}{T_D \times \alpha^{\gamma-1} - T_B} = 1 - \frac{1}{\alpha^{\gamma-1}}$$

كفاءة محرك الديزل بدلالة معامل الانضغاط ومعامل الاحتراق (2,5)

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

$$Q_{out} = C_v(T_4 - T_1) \text{ و } Q_{in} = C_p(T_3 - T_2)$$

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

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

$$\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \text{ فإن } P_2 = P_3 \text{ لدينا } 3 - 2 \text{ المرحلة في}$$

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

حيث يسمى r_c نسبة حجم الأسطوانة بعد وقبل الاحتراق .

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

$$\frac{P_4 V_4}{T_4} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \text{ فإن } V_4 = V_1 \text{ لدينا } 1 - 4 \text{ المرحلة في}$$

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

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

دراسة المرحلتين 2-1 و 4-3 (إيزوتروبيكي) :

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

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

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

ولدينا من المرحلة 2-1 أيضا :

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

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

ومنه بالتعويض نجد :

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

$\gamma \approx k$
 $V \approx \alpha$

التمرين 02

تحول 2-1

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \text{ soit } P_2 = P_1 (V_1 / V_2)^\gamma = P_1 a^{-\gamma} . P_2 = 10^5 * 9^{1.4} = \underline{2,167 \cdot 10^6 \text{ Pa.}}$$

$$V_1 / V_2 = a \text{ d'où } V_2 = V_1 / a . \text{ avec } P_1 V_1 = RT_1 \text{ soit } V_1 = 8,31 * 300 / 10^5 = 0,025 \text{ m}^3 . \text{ et } \underline{V_2 =}$$

$$RT_1 / (a P_1) = 0,025 / 9 = \underline{2,77 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} .$$

$$P_2 V_2 = RT_2 \text{ soit } T_2 = P_2 V_2 / R = P_1 a^{-\gamma} RT_1 / (a P_1) ; T_2 = a^{-\gamma-1} T_1 = 9^{0.4} * 300 = \underline{722,4 \text{ K.}}$$

(3,5)

تحول 3-2

$$; \underline{P_3 = P_2}$$

$$P_3 V_3 = RT_3 \text{ d'où } T_3 = P_2 V_3 / R = P_1 a^{-\gamma} V_1 / (Rb) ; T_3 = 10^5 * 9^{1.4} * 0,025 / (8,3 * 3) = \underline{2176 \text{ K.}}$$

تحول 4-3

$$P_3 V_3^\gamma = P_4 V_4^\gamma \text{ soit } P_4 = P_3 (V_3 / V_4)^\gamma = P_3 / b^\gamma = P_1 (a/b)^\gamma ; P_4 = 10^5 * 3^{1.4} = \underline{4,65 \cdot 10^5 \text{ Pa.}}$$

$$V_4 / V_3 = b \text{ d'où } V_3 = V_4 / b = V_1 / b = 0,025 / 3 = \underline{8,33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}$$

$$\text{avec } P_4 V_4 = RT_4 \text{ soit } T_4 = P_4 V_1 / R = P_1 (a/b)^\gamma V_1 / R . T_4 = 10^5 * 3^{1.4} * 0,025 / 8,31 = \underline{1402 \text{ K.}}$$

العمل وكمية الحرارة لكل تحول

$$Q_{1-2} = 0$$

$$W_{12} = (P_2 V_2 - P_1 V_1) / (\gamma - 1) ; W_{12} = (2,167 \cdot 10^6 * 2,77 \cdot 10^{-3} - 10^5 * 0,025) / 0,4 = \underline{8756 \text{ J.}}$$

$$(W_{23} = - P_2 (V_3 - V_2))$$

W23

$$W_{23} = -21,67 \cdot 10^5 (8,33 - 2,77) \cdot 10^{-3} = -12\,048 \text{ J}$$

Q 2-3

$$Q_{23} = \Delta U - W_{23}$$

$$\Delta U = C_v (T_3 - T_2) = 20,8 (2176 - 722,4) = 30\,235 \text{ J}$$

$$Q_{23} = 30\,235 - (-12\,048) = 42\,283 \text{ J}$$

$$Q_{3-4} = 0$$

W3- 4

$$\text{travail : } W_{34} = (P_4 V_4 - P_3 V_3) / (\gamma - 1)$$

$$W_{34} = (4,65 \cdot 10^5 \cdot 25 \cdot 10^{-3} - 21,67 \cdot 10^5 \cdot 8,33 \cdot 10^{-3}) / 0,4 = -16\,065 \text{ J}$$

$$W_{41} = 0$$

$$Q_{41} = C_v (T_1 - T_4)$$

$$Q_{41} = 20,8 (300 - 1402) = -22\,922 \text{ J}$$

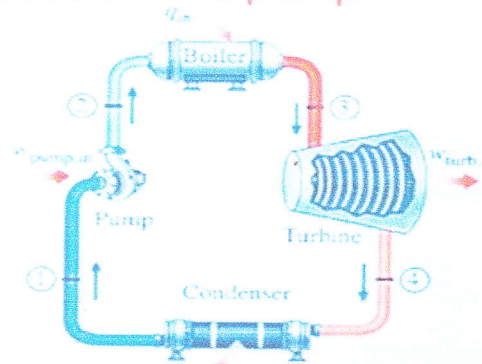
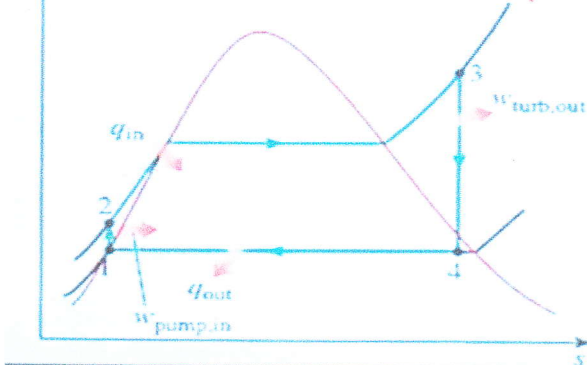
المردود

$$1 + Q_2 / Q_1 = 1 + (-22\,921) / 42\,283 = 1 - 0,54 = 0,46.$$

التمرين 03

- حلقة رانكين

➤ Process 1-2: Isentropic compression in a pump



4-1 الغلاية، 4-5 إضافة حرارة (تسخين) بثبات الضغط وباختلاف درجة الحرارة وذلك لتغيير الماء من الحالة 4 (ماء غير مشبع) إلى الحالة 5 (ماء مشبع) حتى يصل إلى درجة الحرارة والضغط اللازمين لدخوله إلى الغلاية.

1-5 تسخين بثبات درجة الحرارة والضغط.

2-1 التوربين، يتمدد البخار بإجراء انعكاسي ثابت القصور الحراري من الحالة (1) بخار جاف مشبع إلى الحالة (2) بخار رطب.

3-2 المكثف، تكثيف كامل للبخار بالتبريد من الحالة (2) بخار رطب إلى الحالة (3) سائل مشبع لتسهيل عمله ضعه إلى الحالة (4) باستخدام المضخات العادية.

4-3 إنضغاط للبخار بإجراء إنعكاسي ثابت القصور الحراري من الحالة (3) سائل مشبع إلى الحالة (4) سائل غير مشبع. وتتواصل الدورة.

2-علاقة الكفاءة

$$h_1 + \frac{C_1^2}{2} + z_1 g + Q = h_2 + \frac{C_2^2}{2} + z_2 g + W \quad (1)$$

إجعل التغير في طاقة السرعة يساوي صفراً i.e. $\frac{C_2^2}{2} - \frac{C_1^2}{2} = 0$

واجعل التغير في طاقة الوضع يساوي صفراً i.e. $z_2 g - z_1 g = 0$

حيث تصبح المعادلة (1) كالاتي:

$$h_1 + Q = h_2 + W \quad (2)$$

الغلاية: من المعادلة (2)، $Q_{41} + h_4 = h_1 + W$

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

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

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

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

وبما أن $Q = 0$ ، (تمدد أديباتي انعكاسي)، $s_1 = s_2$

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

المكثف: من المعادلة (2)،

$$Q_{ref.} = Q_{23} = (h_2 - h_3) + W$$

وبما أن $W = 0$ ،

$$Q_{ref.} = Q_{23} = h_2 - h_3$$

المضخة: من المعادلة (2) ،

$$W_{l/p} = W_{34} = (h_4 - h_3) + Q$$

$$Q = 0 \text{ ، (تمدد أديباتي انعكاسي) ، } S_3 = S_4$$

$$W_{34} = h_4 - h_3 \text{ ، شغل الدخل للمضخة.}$$

$$W_{net o/p} = W_{12} - W_{34} \text{ ، صافي الشغل في الدورة}$$

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

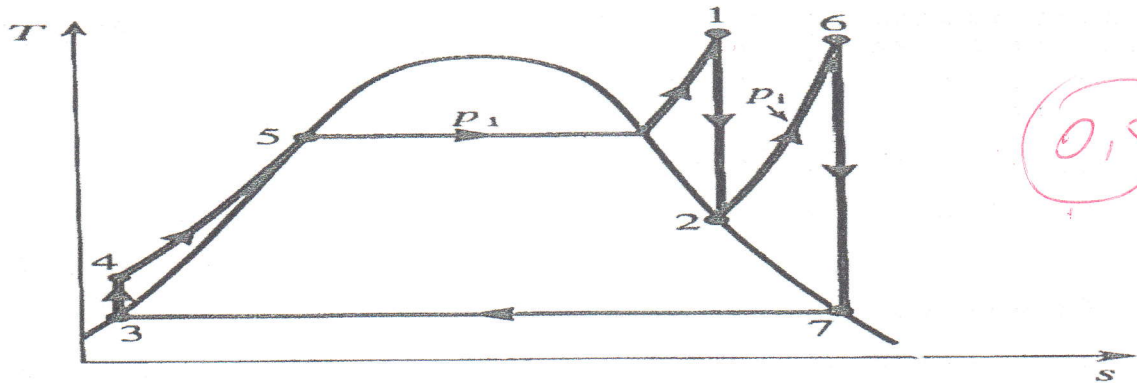
$$\eta_R = \frac{\text{صافي شغل الخرج}}{\text{الحرارة المكتسبة في الغلاية}} \text{ ، كفاءة دورة رانكن}$$

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

وإذا تم تجاهل شغل مضخة التغذية i.e. $h_4 - h_3 = 0$ ، تصبح المعادلة كالآتي:

$$\eta_R = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3}$$

3- حلقة رانكين مع إعادة التسخين و استخراج علاقة الكفاءة الخاصة بها



$$W_p = h_4 - h_3$$

$$W_T = W_{hp} + W_{lp} = (h_1 - h_2) + (h_6 - h_7) ;$$

$$Q_{in} = (h_1 - h_4) + (h_6 - h_2) ,$$

$$Q_{out} = (h_7 - h_3) ;$$

$$W_{net} = W_T - W_P = Q_{in} - Q_{out}$$

$$\tau = W_{net} / Q_{in} = 1 - Q_{out} / Q_{in}$$

(6)