

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

تمرين 1

1- إستخرج علاقة كفاءة دورة الديزل بدلالة معامل الإنضغاط ومعامل الإحتراق r_c حيث $r_c = \frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2}$

2- ليكن محرك يعمل بالحلقة المزوجة :

حيث درجة الحرارة الدنيا والضغط الأدنى هما على الترتيب $T_m = 293K$ و $P_m = 1bar$
و درجة الحرارة القصوى والضغط الأقصى هما على الترتيب $T_M = 2073K$ و $P_M = 60bar$

$$17 = V_M/V_m = \beta$$

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

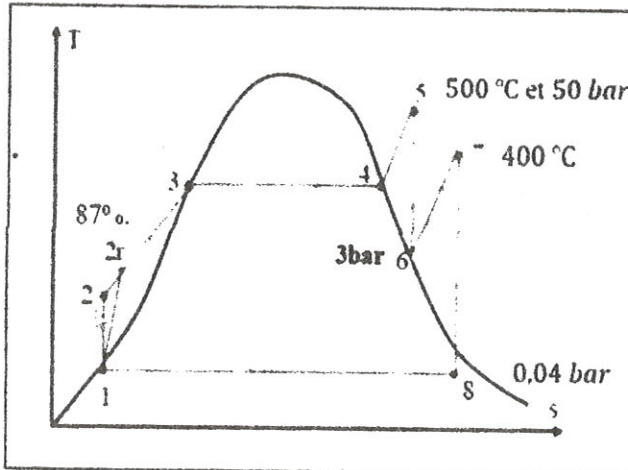
$$\gamma = 1.4$$

$$M = 29 \text{ g/mol ; } m = 1g$$

(1) أحسب درجة الحرارة في كل نقطة من نقاط الحلقة

(2) أحسب كمية الحرارة المكتسبة والمفقودة و مردود الحلقة

تمرين 2 (Micro+ Exam)



• Point 2 (liquide) : $P_2 = P_3 = 50 \text{ bar}$

المردود الإيزونثروبي للمضخة

87%

$$h_5 = 3433,75 \text{ kJ/kg}$$

$$s_5 = 6,9852 \text{ kJ/kg.K}$$

$$h_7 = 3275 \text{ kJ/kg et } s_7 = 8,0330 \text{ kJ/kg.K}$$

1- أحسب العمل المكتسب والعمل المنتج وكمية الحرارة المكتسبة

2- أحسب مردود الحلقة إذا تجاهلنا عمل المضخة

TABLE A.3 Properties of Saturated Water (Liquid-Vapor) Pressure Table

Press bar	Temp °C	Specific Volume m ³ /kg		Internal Energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/kg · K	
		Sat Liquid $v_f \times 10$	Sat Vapor v_g	Sat Liquid u_f	Sat Vapor u_g	Sat Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat Vapor h_g	Sat Liquid s_f	Sat Vapor s_g
0.04	28.96	1.0040	34.800	121.45	2415.2	121.46	2432.9	2554.4	0.4226	8.4746
0.06	36.16	1.0064	23.739	151.53	2425.0	151.53	2415.9	2567.4	0.5210	8.3304
0.08	41.51	1.0084	18.103	173.87	2432.2	173.88	2403.1	2577.0	0.5926	8.2287
0.10	45.81	1.0102	14.674	191.82	2437.9	191.83	2392.8	2584.7	0.6493	8.1502
2.50	127.4	1.0672	0.7187	535.10	2537.2	535.37	2181.5	2716.9	1.6072	7.0527
3.00	133.6	1.0732	0.6058	561.15	2543.6	561.47	2163.8	2725.3	1.6718	6.9919
3.50	138.9	1.0786	0.5243	583.95	2546.9	584.33	2148.1	2732.4	1.7275	6.9405
4.00	143.6	1.0836	0.4625	604.31	2553.6	604.74	2133.8	2738.6	1.7766	6.8959
45.0	257.5	1.2692	0.04406	1116.2	2600.1	1121.9	1676.4	2798.3	2.8610	6.0199
50.0	264.0	1.2859	0.03944	1147.8	2597.1	1154.2	1640.1	2794.3	2.9202	5.9734
60.0	275.6	1.3187	0.03244	1205.4	2589.7	1213.4	1571.0	2784.3	3.0267	5.8892

تمرین 1

et $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = C_p \Delta T_{2 \rightarrow 3} = \frac{nR}{\gamma-1} (T_3 - T_2)$

De même, pour 3→4 qui est une isobare, on obtient

et $\Delta H_{3 \rightarrow 4} = W_{3 \rightarrow 4} + Q_{3 \rightarrow 4} = 0 + Q_{3 \rightarrow 4}$

$\Delta H_{3 \rightarrow 4} = C_p \Delta T_{3 \rightarrow 4} = \frac{\gamma nR}{\gamma-1} (T_4 - T_3)$

Finalement, on introduisant la masse m via: $n = \frac{m}{M}$

$Q_c = Q_{2 \rightarrow 3} + Q_{3 \rightarrow 4} = \Delta U_{2 \rightarrow 3} + \Delta H_{3 \rightarrow 4}$

Soit: $Q_c = \frac{mR}{M(\gamma-1)} [T_3 - T_2 + \gamma(T_4 - T_3)]$

Et enfin on obtient le transfert thermique massique: $q_c = \frac{R}{M(\gamma-1)} [T_3 - T_2 + \gamma(T_4 - T_3)] = 1,1 \cdot 10^3 \text{ KJ / Kg}$

4) D'après le premier principe appliqué sur l'ensemble du cycle: $Q_f + Q_c + W = 0$ donc: $W = -Q_f - Q_c = -7,1 \cdot 10^3 \text{ KJ / Kg}$

5) Le rendement du moteur est défini par: $\eta = \frac{|W|}{|Q_c|} = \frac{7,1}{11,1} = 0,63 = 63\%$

volume, $TV^{\gamma-1} = C^{\text{ste}}$, $(\frac{T_2}{T_1})^{\frac{1}{\gamma-1}} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$

c'est-à-dire $T_2 = T_1 (\frac{V_1}{V_2})^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = 293 \cdot (17)^{1,4} = 910 \text{ K}$

La transformation 2→3 est isochore:

Sachant que: (1) $P_2 V_2 = nRT_2$ et (2) $P_3 V_3 = nRT_3$

Alors:

(1) $\frac{P_2 V_2}{P_3 V_3} = \frac{nRT_2}{nRT_3} \Rightarrow \frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3}$

(2) $\frac{P_2 V_2}{P_3 V_3} = \frac{nRT_2}{nRT_3} \Rightarrow \frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3}$

donc: $T_3 = \frac{P_3}{P_2} \times T_2 = \frac{60}{17} \times 910 = 317 \text{ K}$

Enfin, la loi de Laplace appliquée sur 4→5 qui est adiabatique réversible:

On a: $T_4 V_4^{\gamma-1} = T_5 V_5^{\gamma-1} = C_1$ alors: $T_4 = T_5 (\frac{V_5}{V_4})^{\gamma-1}$

Il faut trouver V_4 : la transformation 3→4 est une transformation isobare: $P = C^{\text{ste}}$

(1) $P_3 V_3 = nRT_3$ et (2) $P_4 V_4 = nRT_4$

Donc: (1) $\frac{P_3 V_3}{P_4 V_4} = \frac{nRT_3}{nRT_4} \Rightarrow \frac{V_3}{V_4} = \frac{T_3}{T_4}$ avec $V_3 = V_4$

D'après les questions précédentes:

$T_4 = T_5 (\frac{V_5}{V_4})^{\gamma-1} \Rightarrow T_4 = T_5 (\frac{P_4}{P_5})^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$

Alors: $T_4 = \left(\frac{P_4}{P_5} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \times T_5 = \left(\frac{1}{17} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} \times 293 = 8,8 \cdot 10^2 \text{ K}$

تمرین 2

2610	2760,3	1,42829	0,03244	1147,8	2597,1	1154,2	1040,1	2794,8	2,9202	2,9202	2,9202
60,0	275,6	1,3187	0,03244	1205,4	2589,7	1213,4	1571,0	2784,3	3,0267	3,0267	3,0267

Point 2 (liquide): $P_2 = P_3 = 50 \text{ bar}$

$$h_2 = h_1 + 100 v_1 (P_2 - P_1)$$

$$h_2 = 121,46 + 100 \times 1,0040 \times 10^{-3} (50 - 0,04) = 126,47 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_{is(P)} = \frac{W_p(\text{rev})}{W_p(\text{irrev})} = \frac{h_2 - h_1}{h_{2r} - h_1} \Rightarrow h_{2r} = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_{is(P)}} = 121,46 + \frac{126,47 - 121,46}{0,87} = 127,22 \text{ kJ/kg}$$

Point 8 (mélange vapeur-liquide à la température $P_8 = 0,04 \text{ bar}$)

A travers la table thermodynamique de l'eau, on trouve:

$$h_{8f} = 121,46 \text{ kJ/kg}; h_{8g} = 2554,4 \text{ kJ/kg}; s_{8f} = 0,4226 \text{ kJ/kg.K};$$

$$s_{8g} = 8,4746 \text{ kJ/kg.K}; s_8 = s_7 = 8,0330 \text{ kJ/kg.K}$$

$$x_8 = \frac{h_8 - h_{8f}}{h_{8g} - h_{8f}} = \frac{s_8 - s_{8f}}{s_{8g} - s_{8f}} \Rightarrow x_8 = \frac{s_7 - s_{8f}}{s_{8g} - s_{8f}} = \frac{8,0330 - 0,4226}{8,4746 - 0,4226} = 0,945$$

$$h_8 = h_{8f} + x_8 (h_{8g} - h_{8f}) = 121,46 + 0,945 (2554,4 - 121,46) = 2420,59 \text{ kJ/kg}$$

Travail du cycle en négligeant celui de la pompe

• Travail de la pompe: $W_p = h_{2r} - h_1 = 127,22 - 121,46 = 5,76 \text{ kJ/kg}$

• Travail de détente: $W_d = W_t(HP) + W_t(BP) = h_6 - h_5 + h_8 - h_7$

$$W_d = (2725,3 - 3433,75) + (2420,59 - 3275) = -1562,86 \text{ kJ/kg}$$

• Travail du cycle en négligeant le travail de la pompe: $W_{\text{cycle}} = |W_d| = 1562,86 \text{ kJ/kg}$

2. La quantité totale de chaleur fournie au fluide moteur dans le générateur à vapeur, le surchauffeur et le resurchauffeur:

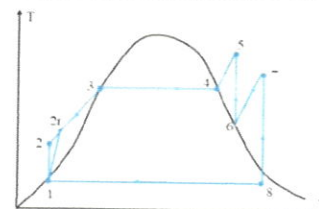
$$Q_1 = (h_5 - h_{2r}) + (h_7 - h_6) = (3433,75 - 127,22) + (3275 - 2725,3) = 3856,23 \text{ kJ/kg}$$

3. Le rendement thermique du cycle réversible (théorique) en négligeant le travail de la pompe:

$$\eta_{th} = \frac{W_{\text{cycle}}}{Q_1} = \frac{1562,86}{3856,23} = 0,4053 = 40,53\%$$

4. La consommation spécifique de la vapeur

La consommation spécifique de la vapeur 'CSV' est la quantité en masse nécessaire du fluide moteur pour produire une puissance de 1 kW par heure: elle est donc exprimée en kg/kWh et est donnée par:



تمرین 3

du volume après et avant la combustion)

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

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

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

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

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

01: التمرين

▪ 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

للإجراء ثابت القصور الحراري في توربينة الضغط العالي:

$$\frac{T_3}{T_4} = \left(\frac{P_3}{P_4} \right)^{(\gamma-1)/\gamma}$$

$$\text{أو } \frac{P_3}{P_4} = \left(\frac{T_3}{T_4} \right)^{\gamma/(\gamma-1)} = \left(\frac{923}{620.5} \right)^{1.333/0.333} = 1.488^4 = 4.9$$

$$P_4 = \frac{P_3}{4.9} = \frac{8 \times 1.01}{4.9} = 1.651 \text{ bar}$$

نسبة الضغط P_4 / P_5 يمكن إيجادها كالآتي،

$$\frac{P_4}{P_5} = \frac{P_4}{P_3} \times \frac{P_3}{P_5}$$

بما أن:

$$P_3 = P_2$$

$$P_5 = P_1$$

و

فإن المعادلة عاليه يمكن كتابتها كالآتي،

$$\frac{P_4}{P_5} = \frac{P_3}{P_5} \times \frac{P_2}{P_1}$$

$$\frac{P_4}{P_5} = \frac{1}{4.9} \times 8 = \frac{8}{4.9} = 1.63$$

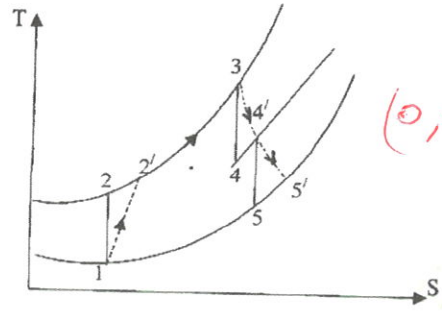
الحراري في توربينة الضغط المنخفض،

$$\frac{T'_4}{T_5} = \left(\frac{P_4}{P_5} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} = 1.63^{0.333/1.333} = 1.131,$$

$$\therefore \frac{T'_4}{T_5} = 1.131, \therefore T_5 = \frac{T'_4}{1.131} = \frac{666}{1.131} = 588K$$

$$\eta_{isom, LPT} = \frac{T'_4 - T'_5}{T'_4 - T_5} = 0.83$$

$$T'_4 - T'_5 = 0.83(666 - 588) = 0.83 \times 78 = 64.8K$$



$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{(\gamma-1)/\gamma}$$

$$\text{i.e. } T_2 = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} T_1 = 8^{0.4/1.4} \times 290 = 525 K$$

$$\text{كفاءة ثابت القصور الحراري للضاغط } \eta_{isom, C} = \frac{T_2 - T_1}{T'_2 - T_1} = \frac{525 - 290}{T'_2 - 290} = 0.8$$

$$\therefore T'_2 - 290 = \frac{235}{0.8}$$

$$\text{i.e. } T'_2 = 290 + 494 = 584K$$

$$\text{شغل الدخل للضاغط} = C_{p_g} (T'_2 - T_1) = 1.005(584 - 290)$$

$$= 1.005 \times 294 = 295.5 KJ / kg$$

$$\therefore T_3 - T'_4 = \frac{295.5}{1.15} = 257 K$$

$$\therefore T'_4 = T_3 - 257 = 923 - 257 = 666 K$$

$$\eta_{H.P.T} = \frac{T_3 - T'_4}{T_3 - T_4} = \frac{923 - 666}{923 - T_4} = 0.85$$

$$923 - T_4 = \frac{257}{0.85} = 302.5 K$$

$$\therefore T_4 = 923 - 302.5 = 620.5 K$$

$$\text{شغل الدخل للضاغط} = C_{p_g} (T'_2 - T_1) = 1.005(584 - 290)$$

$$= 1.005 \times 294 = 295.5 KJ / kg$$

شغل الخرج من توربينة الضغط العالي (H.P.T)

$$= C_{p_g} (T_3 - T'_4) = 295.5 \text{ kJ / kg}$$

شغل الخرج من توربينة الضغط المنخفض،

$$W_{o/p, LPT} = C_{p_g} (T'_4 - T'_5) = 1.15 \times 64.8 = 74.5 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{صافي قدرة الخرج} = 74.5 \times 1 = 74.5 \text{ kW}$$

$$\text{الحرارة المكتسبة } Q_{sup} = C_{p_g} (T_3 - T'_2) = 1.15(923 - 584)$$

$$= 1.15 \times 339 = 390 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{الكفاءة الحرارية } \eta_{th} = \frac{W_{net o/p}}{Q_{sup}} = \frac{74.5}{390} = 0.191 \text{ / } 19.1\%$$

5^{ème} GM

التمرين: 01

- ~~Handwritten scribbles~~

التمرين: 02

-

$$\frac{A}{F} \text{réel} = 20$$

-

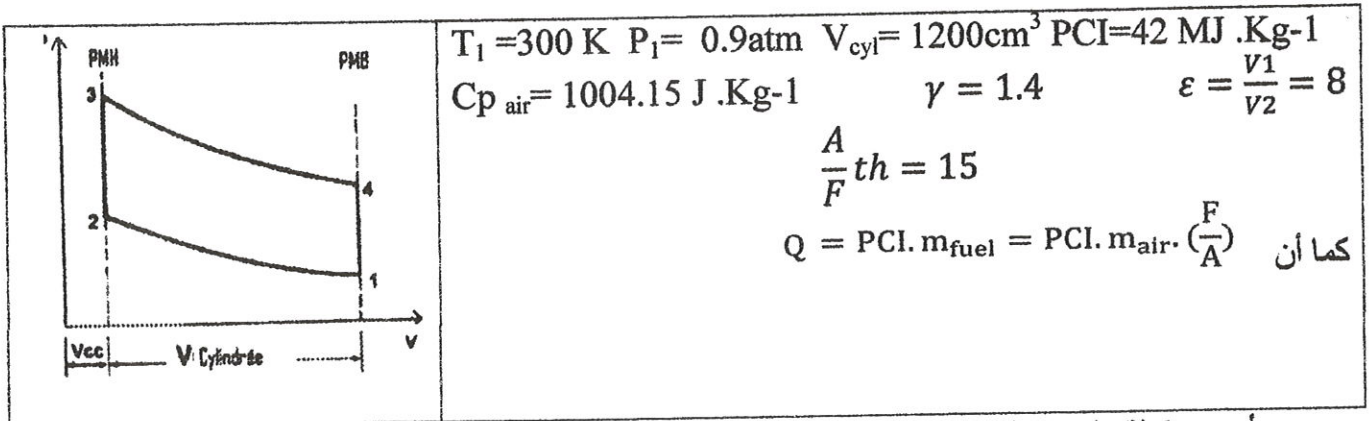
التمرين: 03 الجزئين I-أو II -منفصلين عن بعضهما

-I-

- استخراج علاقة الموضع اللحظي للمكبس x بدلالة r , β , و (λ) واستنتج علاقة السرعة والتسارع
- أحسب الموضع اللحظي للمكبس و السرعة و التسارع إذا كانت زاوية عمود المرفق 60, ~~60~~, ~~60~~ و

$$r = 7,25 \text{ cm} \quad \lambda = 3,131 \text{ cm} \quad \omega = 251.33 \text{ rad.S}^{-1}$$

-II- ليكن محرك بنزين حيث:



- أحسب كتلة كل من الهواء والبنزين الداخلة للمحرك
- أحسب درجة الحرارة والضغط في كل نقاط الحلقة
- أحسب كمية الحرارة لكل تحول وإستنتاج المردود

Solution n°1 :

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m} \left[(h_2 - h_1) + \left(\frac{C_2^2 - C_1^2}{2} \right) + g(z_2 - z_1) \right]$$

For an ideal gas, $\Delta h = c_p \Delta T$

cp: isobaric spec

For basic design, a turbomachine is assumed adiabatic ($\dot{Q} = 0$) and difference in elevation is neglected.

In such case,

$$-\dot{W} = \dot{m} \left[(h_2 - h_1) + \left(\frac{C_2^2 - C_1^2}{2} \right) \right] = \dot{m}(h_{0,2} - h_{0,1})$$

Where $h_0 = h + c^2/2$ is the stagnation or total enthalpy

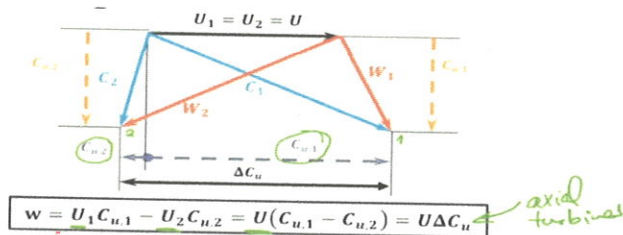
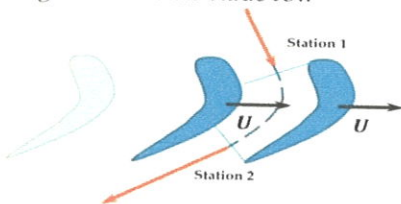
For a compressor, specific work spent is

$$w = -W/\dot{m} = (h_{0,2} - h_{0,1})$$

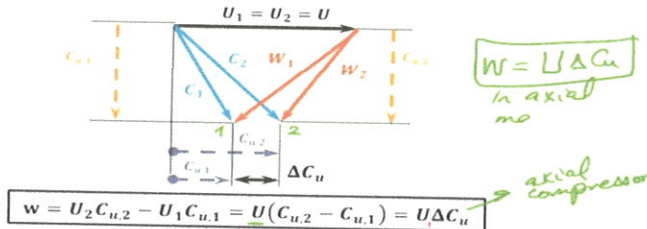
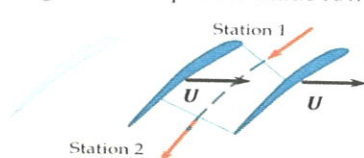
For a turbine, specific work gained is

$$w = W/\dot{m} = (h_{0,1} - h_{0,2})$$

e.g. axial turbine blade row



e.g. axial compressor blade row



Compressors/pumps

$$W = U_2 C_{u2} - U_1 C_{u1}$$

(Euler Comp/Pump Equation)

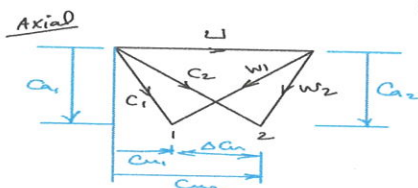
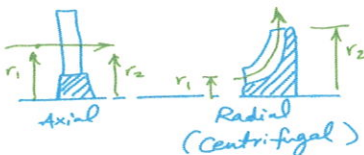
$$U C_u = \frac{C^2}{2} - \frac{W^2}{2} + \frac{U^2}{2}$$

$$W = \frac{C_2^2 - C_1^2}{2} - \frac{W_2^2 - W_1^2}{2} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2}$$

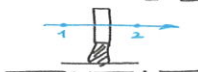
axial comp/pump $W = \frac{C_2^2 - C_1^2}{2} - \frac{W_2^2 - W_1^2}{2}$ ✓
 axial // axis ($r = \text{const} \rightarrow U = \omega r = \text{const}$)
 $\therefore U_1 = U_2$

$$W = \frac{C_2^2 - C_1^2}{2} - \frac{W_2^2 - W_1^2}{2} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2}$$

To provide more work $U_2 > U_1$
 $r_2 > r_1$

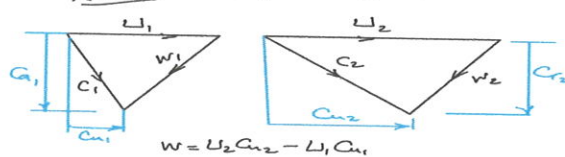


$$W = U_2 C_{u2} - U_1 C_{u1} = U \Delta C_u$$



Compressors/pumps

Radial: Centrifugal $U_2 > U_1$



^

2,0

1,0

Solution n°2 :

L'équation de réaction pour un air théorique est :



a- Le rapport Air/Combustible pour un Air théorique est :

$$AF_{the} = \left(\frac{m_{air}}{m_{fuel}} \right) = \frac{(6.5)(4.76)(29)}{(1)(58)} = 15.47 \frac{kg \text{ air}}{kg \text{ fuel}}$$

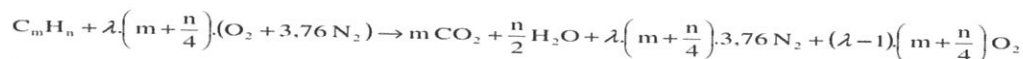
Cette valeur représente 100% d'air théorique. Le rapport Air/Fuel réel égale à 20. L'excès d'air donc est : % excès d'air = $EA = \left(\frac{AF_{réel} - AF_{the}}{AF_{the}} \right) (100\%) = \frac{20 - 15.47}{15.47} (100\%) = 29.28\%$

b- L'équation de réaction avec 129.28% d'air théorique est :



Le pourcentage de volume est obtenue on utilise le nombre total de mole des produits de combustion.

Pour le CO_2 : $\%CO_2 = \left(\frac{4}{42.5} \right) (100) = 9.41\%$



Solution n°3:

$$1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \beta} = 1 - \frac{1}{2} \lambda^2 \sin^2 \beta$$

En remplaçant (4) dans (3) on obtient :

$$x(\beta) = r \left[(1 - \cos \beta) + \frac{L}{r} \left(1 - 1 + \frac{1}{2} \lambda^2 \sin^2 \beta \right) \right] \quad x(\beta) = r \left[1 - \cos \beta + \frac{\lambda}{2} \sin^2 \beta \right]$$

Puisque : $\sin^2 \beta = \frac{1}{2} (1 - \cos 2\beta)$

$$x(\beta) = r \left[1 - \cos \beta + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\beta) \right]$$

4-2. Vitesse instantanée du Piston (cm/s)

$$\dot{x}(\beta) = \frac{dx(\beta)}{dt} = \frac{d\beta}{dt} \frac{dx(\beta)}{d\beta} = \dot{\beta} \frac{dx(\beta)}{d\beta}$$

Où $\dot{\beta} = \omega = \frac{2\pi}{60} N$ est la vitesse angulaire en radian/seconde.

$$\dot{x}(\beta) = r\omega \left[\sin \beta + \frac{\lambda}{2} (\sin 2\beta) \right]$$

4-3. Accélération instantanée du Piston (cm/s²)

$$\ddot{x}(\beta) = \frac{dv(\beta)}{dt} = \frac{d\beta}{dt} \frac{dv(\beta)}{d\beta} = \dot{\beta} \frac{dv(\beta)}{d\beta}$$

$$\ddot{x}(\beta) = r\omega^2 [\cos \beta + \lambda (\cos 2\beta)]$$

$$x = \overline{OA} - \overline{OB} = (r + L) - \overline{OB}$$

$$\overline{OB} = \overline{OD} - \overline{DB} \quad \text{avec}$$

$$\overline{OD} = r \cos \beta \quad \text{et} \quad \overline{DB} = L \cos \alpha$$

$$\text{D'où : } x(\beta) = (r + L) - r \cos \beta - L \cos \alpha \quad (1)$$

Par ailleurs :

$$\sin \beta = \frac{\overline{CD}}{r} \quad \text{et} \quad \sin \alpha = \frac{\overline{CD}}{L} \Rightarrow r \sin \beta = L \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{r}{L} \sin \beta \Rightarrow \sin \alpha = \lambda \sin \beta$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad , \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \quad , \quad 1 - \cos^2 \alpha = \lambda^2 \sin^2 \beta$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \beta} \quad (2)$$

En remplaçant (2) dans (1) : $x = r - r \cos \beta + L - L \cos \alpha = r(1 - \cos \beta) + L(1 - \cos \alpha)$

$$x(\beta) = r \left[(1 - \cos \beta) + \frac{L}{r} \left(1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \beta} \right) \right] \quad (3)$$

Angle vilebrequin β [° VB]	Angle vilebrequin β rad]	$x(\beta)$ [cm]	$\dot{x}(\beta)$ [cm/s]	$\ddot{x}(\beta)$ [cm/s²]
60	1,0472	4,49	2081,99	192409,46
90	1,5708	8,41	1822,12	-73130,73
120	2,0944	11,74	1074,02	-265540,18

Solution n° 3 (II)

Compression et détente isentropiques : $P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$, $P_3 V_3^\gamma = P_4 V_4^\gamma$

Combustion à volume constant :

$$Q_{23} = (m_{\text{fuel}} + m_{\text{air}}) \cdot C_v \cdot (T_3 - T_2) = \text{PCI} \cdot m_{\text{fuel}} = \text{PCI} \cdot m_{\text{air}} \cdot \left(\frac{F}{A}\right)$$

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_4}{V_3}$$

Fluide moteur est un gas parfait : $P_1 V_1 = n R T_1$, $P_2 V_2 = n R T_2$, $P_3 V_3 = n R T_3$, $P_4 V_4 = n R T_4$

1- La masse d'air introduit dans le cylindre :

$$m_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} V_1 = \rho_{\text{air}} \varepsilon V_2$$

$$m_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} V_1 = \frac{P_1}{r T_1} (V_{\text{cc}} + V_{\text{cyl}}) = \frac{P_1}{r T_1} \varepsilon V_{\text{cc}}$$

$$m_{\text{air}} = \frac{P_1}{r T_1} \frac{\varepsilon V_{\text{cyl}}}{(\varepsilon - 1)}$$

$$m_{\text{air}} = \frac{91192,5}{287 \cdot 300} \frac{8 \cdot 1200}{(8 - 1) \cdot 10^6} \approx 1,453 \text{ g air}$$

La masse d'essence introduit dans le cylindre :

$$m_{\text{fuel}} = m_{\text{air}} \left(\frac{F}{A}\right) \approx 0,0968 \text{ g essence}$$

2-

Etat 1 Début de compression avec $T_1 = 300^\circ \text{K}$ et $P_1 = 0,9 \text{ atm}$.

Etat 2 Fin de compression début de combustion

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = T_1 \varepsilon^{\gamma-1} \rightarrow T_2 = 300 \cdot (8)^{0,4} = 689,22^\circ \text{K}$$

$$P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = P_1 \varepsilon^\gamma \rightarrow P_2 = 0,9 \cdot (8)^{1,4} = 16,54 \text{ atm}$$

Etat 3 Fin de combustion début de détente

$$T_3 = T_2 + \left(\frac{Q_{23}}{(m_{\text{fuel}} + m_{\text{air}}) \cdot C_v}\right) = T_2 + \left(\left(\frac{\gamma}{C_p}\right) \frac{\text{PCI} m_{\text{air}} \left(\frac{F}{A}\right)}{m_{\text{air}} \left(\frac{F}{A} + 1\right)}\right)$$

$$T_3 = T_2 + \left(\left(\frac{\gamma}{C_p}\right) \frac{\text{PCI} \left(\frac{F}{A}\right)}{\left(\frac{F}{A} + 1\right)}\right)$$

$$T_3 = 689,22 + \left(\left(\frac{1,4}{1004,153}\right) \cdot 42 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{16}\right) \approx 4349,02^\circ \text{K}$$

$$q_{23} = C_v \cdot (T_3 - T_2) = 2625 \text{ kJ/Kg}$$

$$q_{41} = C_v \cdot (T_4 - T_1) = 1142,6 \text{ kJ/Kg}$$

$$W_{\text{net}} = 1482,4 \text{ kJ/Kg}$$

$$\eta_{\text{th}} = \frac{Q_{23} - Q_{14}}{Q_{23}} = 1 - \frac{Q_{14}}{Q_{23}} = 0,564$$

cycle Otto est également :

$$\eta_{\text{th}} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^\gamma} = 0,5647$$

$$P_2 V_2 = n R T_2, \quad P_3 V_3 = n R T_3, \quad \rightarrow P_3 = P_2 \frac{T_3}{T_2}$$

$$P_3 = 16,54 \cdot \frac{4349,02}{689,22} \approx 104,37 \text{ atm } (\sim 105 \text{ bars})$$

$$T_4 = T_3 \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{1-\gamma} = \frac{T_3}{\varepsilon^{\gamma-1}} \rightarrow T_4 = \frac{4349,02}{(8)^{0,4}} = 1818,22^\circ \text{K}$$

$$P_4 = P_3 \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^\gamma = \frac{P_3}{\varepsilon^\gamma} \rightarrow P_4 = \frac{104,37}{(8)^{1,4}} = 5,61 \text{ atm}$$



قسم التكنولوجيا

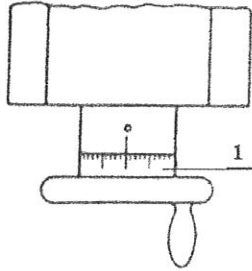
المقياس: استغلال الات التشغيل
المدة : 01 سا و30 د.

السنة الجامعية : 2024 / 2023
المستوى : 5 PEST GM

اختبار السداسي الاول

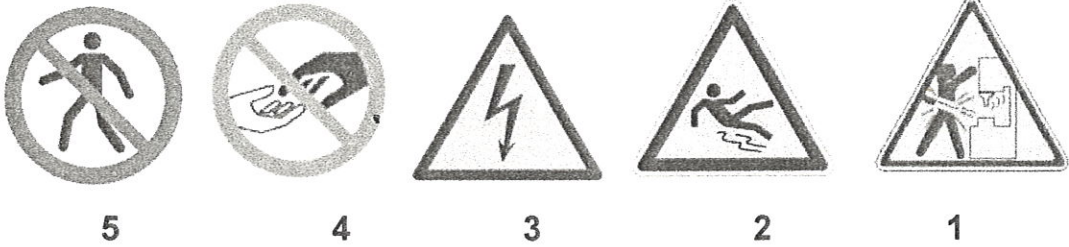
الجزء الاول : 5 نقاط

- ماهي مختلف التقنيات (الطرق) التي يمكننا من خلالها توقيف الة تشغيل و لتكن المخرطة مثلا ؟
 - ماهي مختلف الاخطار التي قد يتعرض لها العامل اثناء قيامه بتصنيع قطعة على الة تشغيل مهما كان نوعها ؟
 - ماهي مختلف الاحتياطات التي يجب على العامل ان يتخذها لتجنب هذه الاخطار ؟
 - ماهي الشروط الواجب توفرها في منصب العمل حتى تؤدي الات التشغيل وظيفتها بكل امان . ؟
 - من اجل انجاز عملية تسوية على مخرطة متوازية . وجب علينا تحديد المسافة التي تنتقل بها الاداة عن طريق العربية ذات خطوة برغي 2.25mm علما ان الطبل 1 يحتوي على 80 تدرجعة .
- * احسب هذه المسافة عند تدوير الطبل ب 4 تدرجات ؟



الجزء الثاني : 5 نقاط

عند زيارتك لاحد المصانع و اثناء دخولك لورشة الصناعة الميكانيكية لاحظت وجود العديد من الصور و الملصقات التي تحتك على احترامها والتقييد بها وهذا من اجل سلامتك . اليك بعضا من هذه الصور :



- * فسر (اشرح) ما تحتويه كل صورة من الصور وذلك بذكر نوع الخطر المحتمل ؟
- * حسب رأيك . كيف يمكن تجنب كل خطر من الاخطار الممثلة بالصور السابقة ؟

تصحيح اختبار السداسي

الجزء الاول : 5 نقاط

1. مختلف التقنيات (الطرق) التي يمكننا من خلالها توقيف آلة تشغيل و لتكن المخرطة مثلا :

مفتاح تشغيل / إيقاف - زر التوقف الاستعجالي - ذراع التشغيل - دواسة التوقف الاستعجالي -

2. مختلف الاخطار التي قد يتعرض لها العامل اثناء قيامه بتصنيع قطعة على آلة تشغيل :

- تناثر الرانث - تلاصق الهندام بالأداة - الانزلاق بجانب الآلة -

- صعوبة في العمل (تخليص القطعة او الاداة مثلا). -

3. مختلف الاحتياطات التي يجب على العامل ان يتخذها لتجنب هذه الاخطار :

استعمال الواقي - ارتداء اللباس المناسب - عدم ترك الزيوت على الارضية - التوضع الجيد للآلات

4. الشروط الواجب توفرها في منصب العمل حتى تؤدي الات التشغيل وظيفتها بكل امان :

- ان يتضمن التخليص اللازم بين الآلات حتى يتسنى للعامل القيام بعمله بكل اريحية.

- ان يكون خالي من الشوائب في كل الاوقات.

- ان يقع في مساحة ليس بها انزلاقات .

- ان يحتوي على طريق مرور.

- ان يتوفر على الاضاءة الجيدة .

- ان يكون مربوط مع قاطع كهربائي موصول مع مأخذ ارضي .

- ان يتوفر على جهاز يسمح بالتوقف الاستعجالي .

- ان يتوفر على غطاء واقي للحد إمكانية الوصول إلى الطرف او الاداة ولمنع إسقاط وتناثر الرانث.

5. حساب هذه المسافة عند تدوير الطبل ب 4 تدريجات :

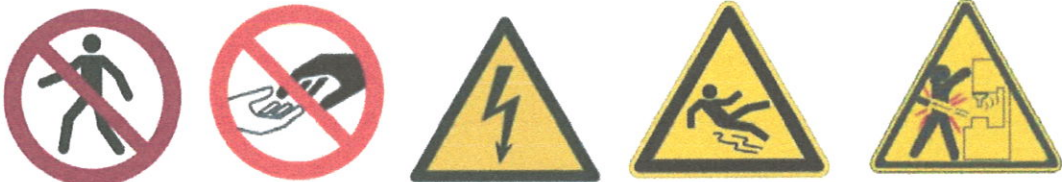
إذا كانت خطوة البرغي هي 2.25mm و الطبل مقسم الى 80 تدريجة .

تدوير الطبل : 4 تدريجات . بكم تنتقل العربة ؟

$$100 * X = 4 * 2.25 \dots X = 4 * 2.25 / 80 = 0.1125 \text{ mm}$$

الجزء الثاني : 5 نقاط

تفسير (شرح) ما تحتويه كل صورة من الصور وذلك بذكر نوع الخطر المحتمل :



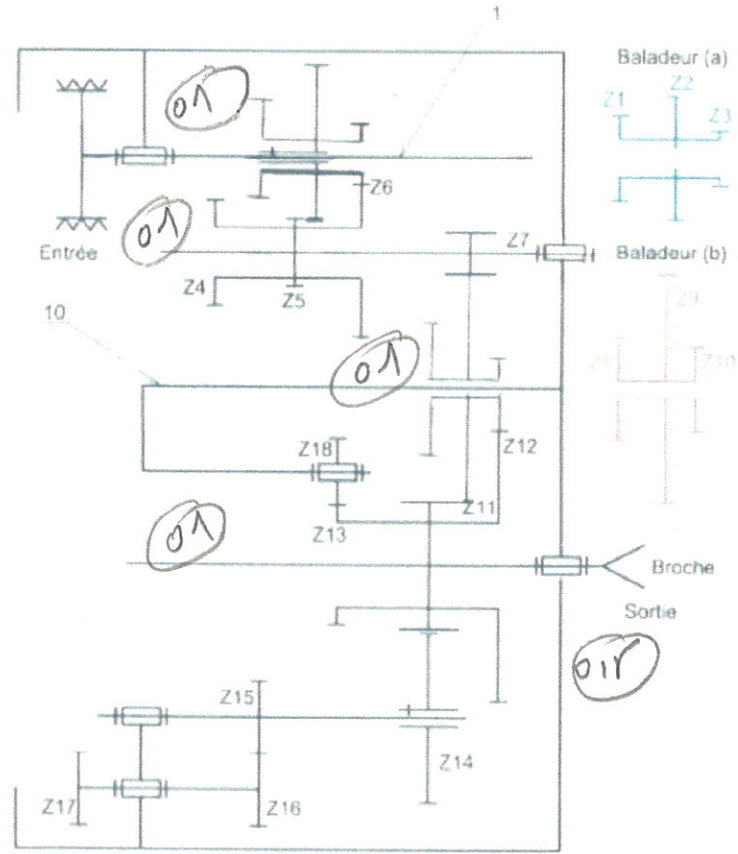
الخطر : ٥٥

كيفية تجنبه :

- 1 ٥١٧ استعمال الواقي وتثبيت القطعة والاداة
- 2 ٥١٧ تجنب الارضية الزلقة .
- 3 ٥١٧ الابتعاد عن هذه المنطقة .
- 4 ٥١٧ ارتداء قفازات مناسبة .
- 5 ٥١٧ عدم المرور في هذه المنطقة .

- 1 ٥١٧ الحذر عند العمل على آلة تشغيل
 - 2 ٥١٧ ارضية زلقة
 - 3 ٥١٧ توتر كهربائي خطير في هذه المنطقة
 - 4 ٥١٧ تجنب كل التماس
 - 5 ٥١٧ ممنوع على الراجلين هذه المنطقة
- الجزء الثالث : 10 نقاط

1 ٥١٧ الرسم التخطيطي الحركي المكافئ لعلبة السرعات



2- عدد السرعات الممكنة لهذه العلية :

9 سرعات ٥١

3- اكتب العلاقة الخاصة بكل نسبة نقل ممكنة في هذه العلية : ٤١٥

$$\begin{aligned}
 r &= Z'3/Z4 \cdot Z6/Z8 \cdot Z9/Z11 & r &= Z3'/Z4 \cdot Z7/Z9 \cdot Z9/Z11 & r &= Z3'/Z4 \cdot Z7/Z11 \cdot Z8'/Z12 \\
 r &= Z2/Z5 \cdot Z6/Z8 \cdot Z9/Z11 & r &= Z2/Z5 \cdot Z7/Z9 \cdot Z9/Z11 & r &= Z2/Z5 \cdot Z7/Z9 \cdot Z8'/Z12 \\
 r &= Z3/Z6 \cdot Z7/Z9 \cdot Z9/Z11 & r &= Z3/Z6 \cdot Z7/Z9 \cdot Z8'/Z12 & r &= Z3/Z6 \cdot Z7/Z11 \cdot Z8'/Z12
 \end{aligned}$$



تخصص هندسة ميكانيكية
المقياس: تعليمية المادة
المدة : 01 سا و 30 د .

قسم التكنولوجيا
السنة الجامعية : 2024 / 2023
المستوى : 5 PEST GM

اختبار السداسي الاول

الجزء الاول : 4 نقاط

'من الضروري ان يحظى الاستاذ بالقسط الاوفر من التكوين لتحسين اداءه . ومن دون ذلك لا يمكن تحقيق النجاح المطلوب مهما بلغ النظام التربوي من طموح و تجديد للمناهج و تحديث الوسائل' .
المطلوب :

1- ما لمقصود بالتكوين الذاتي للأستاذ ؟

2- ماهي مختلف الطرق للتكوين الذاتي للأستاذ ؟

الجزء الثاني : 4 نقاط

يعتبر دليل الأستاذ من بين الوثائق الخاصة بالأستاذ واتي وجب عليه ان يولي لها عناية خاصة .

1- ما دور دليل الأستاذ ؟

2- ماهي الوثائق الاخرى التي وجب على الأستاذ ان يحوز عليها ؟ (دون شرح) .

الجزء الثالث : 12 نقاط

انتشر مفهوم الكفاءة في بناء مناهج مختلف الاطوار التعليمية في الجزائر باعتماد طريقة تدعى المقاربة بالكفاءات والتي تبدأ بطرح وضعية مشكلة .
بالاعتماد على ما سبق . اجب على الاسئلة التالية :

1- ما مرادف المصطلحات التالية في طرق التدريس التقليدية: البناء - المعرفة - التقويم - المفهوم .

2- ما دور المعلم في هذه الطريقة ؟

3- ما دور المتعلم في هذه الطريقة ؟

4- ماهي معايير اختيار وضعية مشكلة ؟

5- اقترح وضعية مشكلة لبناء التعلّيمات المتعلقة بدرس الاسقاطات العمودية للسنة الاولى جذع مشترك ؟

6- ما تقييمك لطريقة المقاربة بالكفاءات في تدريس مادة التكنولوجيا تخصص الهندسة الميكانيكية ؟

7- حسب رأيك . ما هو سبب عزوف الكثير من الاساتذة عن التدريس وفق هذه الطريقة؟

((تمنياتي للذين سيمتحنون مهنة الرسل ؛ بالتوفيق في مشوارهم .))

التصحيح

الجزء الاول : 4 نقاط

1- التكوين الذاتي :

هو مجهود فردي دائم يعتمد فيه الاستاذ على قدراته الذهنية من اجل تحديث و تجديد معلوماته و تحسين مهاراته فيما يتعلق بوظيفته تماشيا مع التطورات و المستجدات الحاصلة .

2- مختلف طرق التكوين الذاتي للاستاذ :

- الاعتماد على النفس باعتباره أفضل وأنجع تكوين على الإطلاق.
- الاستعانة بالتكوين المتبادل (او التعاوني) مع الزملاء من خلال تبادل الخبرات.
- حضور حصص تدريس للزملاء مع تبادل الرأي حولها من حيث الجوانب البيداغوجية والأدائية.
- المشاركة في ندوات التكوين في أثناء الخدمة المنظمة داخل المؤسسة وخارجها.
- تطوير الأداء المهني للتعليم يتطلب المواظبة على التكوين بجميع أصنافه . مهنة التعليم هي مهنة تعلم مدى الحياة.

الجزء الثاني : 4 نقاط

1- دور دليل الأستاذ :

يعتبر دليل الأستاذ (دليل الكتاب) وثيقة رسمية مرافقة للكتاب المدرسي و تكون بحوزة الأستاذ في كل حصصه التعليمية .

- إنها تساعد و توجهه بإعطائه معلومات حول كيفية استعمال الكتاب المدرسي .
- إنها تجيب على تساؤلات الأستاذ حول الوحدات المشار إليها في الكتاب و التي صممت طبقا لمتطلبات برنامج التكنولوجيا .

2- الوثائق الاخرى التي وجب على الاستاذ ان يحوز عليها:

البرنامج - المنهاج - التدرج السنوي - التوزيع السنوي - الوثيقة المرافقة - المذكرة البيداغوجية - الكتاب المدرسي - دفتر النصوص.

الجزء الثالث : 12 نقطة

1- مرادف المصطلحات التالية في طرق التدريس التقليدية:

البناء = النقل - المعرفة = الذاكرة - التقويم = المراقبة - المفهوم = الفكرة .

٥٢ 2- دور من المعلم في هذه الطريقة :

- ينشئ وضعيات تعليمية معقدة، مناسبة للتلاميذ، ثرية، واقعية، تحث على التعلم، مُنبهة، ملائمة مع الكفاءة المستهدفة.
- يوفر الموارد ويسهل للتلاميذ امتلاكها.
- يُكوّن أفواجا غير متجانسة من التلاميذ ويبرز تصوراتهم للأشياء.
- يُقوّم إنجازات التلاميذ.
- يحث التلميذ على تقويم نفسه و زملائه.

• دور من المتعلم في هذه الطريقة :

- ✓ يعالج الوضعيات المشكلات.
- ✓ ينجز الأنشطة ويقارنها مع زملائه.
- ✓ يبحث عن الموارد في مصادر مختلفة ويسترشد بالمعلم.
- ✓ يُقوّم نفسه ليحي بمساره التعليمي والمساعي لحل المشكلات.

٥٢ 3- معايير اختيار وضعية مشكلة:

- لبناء وضعية مشكلة لا بد من اعتبارات أساسية ضرورية تكون بمثابة معايير تحدد وضعها وهي:
- أن تكون المشكلة ذات معنى بالنسبة للمتعلم.
- أن تشكل عائقا قابلا للتجاوز.
- أن يكون في مستوى التلاميذ.
- أن تثير التساؤلات.
- أن تحدث قطيعة مع التصورات السابقة.
- أن تكون مرتبطة بالواقع (واقع التلميذ).
- أن ينتج عنها اكتساب معرفة ذات طابع عام (مفاهيم، قواعد، نظريات...).

٥٢ 4- الوضعية المشكلة لدرس الاسقاطات للسنة الثانية تكنولوجيا هندسة ميكانيكية :

ملاحظة : يتم تقييم كل وضعية حسب ما تحتوي عليه من سياق يؤدي الغرض.

٥٢ ١ 5- تقييمي لطريقة المقاربة بالكفاءات في تدريس مادة التكنولوجيا تخصص الهندسة الميكانيكية :

ان مقاربة التدريس بالكفاءات تتبنى أسلوب حل المشكلات في التدريس؛ لذا فإن التدريس وفق هذه المقاربة يستلزم بالضرورة امتلاك المعلم كفاءات مهنية أو قدرات تسمح له بتهيئة وضعيات ومواقف تعليمية - تعليمية تساعد التلميذ على اكتساب كفاءات ومعارف ومهارات بشكل وظيفي، كما تمكنه من تقويم أداء المتعلم تقويما موضوعيا.

إذ ينتهي بها الأمر إلى الإصرار على تكوين المواطن الصالح الذي يُجيد بكل كفاءة برمجة وجوده الاجتماعي والتفوق على أزماته في ظل وعي راسخ بالقيم الإنسانية و الاجتماعية والوطنية

6- أسباب عزوف الاساتذة والمعلمين عن تطبيق المقاربة بالكفاءات :

- ✓ هناك من يشنكي من تعداد التلاميذ ، فيقول :كيف يتسنى لي تطبيق هذه المقاربة بأقسام مكتظة ؟
و كيف لي أن أتحكم في انضباط تلاميذي إذا انتهجت هذه المنهجية الجديدة ؟.
- ✓ هناك من يشنكي من ضعف المستوى، فيقول: كيف لي أن أطبق هذه البيداغوجيا مع تلاميذ محدودى المستوى؟
- ✓ هناك من يربط التدريس بهذه المقاربة، بالوسائل المادية (حاسوب محمول، جهاز العرض، أنترنيت....). و في المقابل من يظن أنه متمكن من تطبيقها بمجرد استعماله لهذه الأجهزة في القسم.
- ✓ هناك من يحصر المقاربة في الوضعية الادمجية ، فيقول: ما دامت لم تدرج في مواضيع البكالوريا فما جدوى من تطبيقها؟
- ✓ هناك من يبرر بكثافة البرامج، وضيق الوقت المخصص لمحتوياتها، فيختصر العملية التعليمية في حشو المعارف و المعلومات.
- ✓ هناك من لم يستوعب بالفعل كيفية تحويل المفاهيم النظرية إلى ممارسات تطبيقية، و ينتظر من يأخذ بيده من أجل التمكن من تطبيق هذه البيداغوجيا.
- ✓ هناك من يظن أن المشرفين على تأطير الأساتذة و تكوينهم ، غير قادرين على إعطاء أمثلة عملية و نماذج تطبيقية للتدريس بهذه المقاربة، فلا يسعون إلى تجسيدها.
- ✓ هناك من لا يريد بدل مجهود من أجل تحيين تحضيراته و بناء دروسه وفق ما يقتضيه المنهج البنائي الذي جاءت به هذه المقاربة، و يتستر بكل المبررات السابقة، فقد ألف ما كان ينتهجه من طريقة، و اعتاد على التلقين والإملاء ، فعوض أن يسعى إلى التجديد، فإنه يقاوم التغيير.
- ✓ هناك من يظن أن بيداغوجيا التدريس بالمقاربة بالكفاءات ، تستجيب إلى إيديولوجية معينة تريد الهيمنة على مكتسبات المجتمع، و تجعل المدرسة في خدمة كبرى المؤسسات و الشركات، لهذا فهو يرفضها و يصر على عدم تطبيقها.
- ✓ هناك من يتسائل عن مدى ملائمة هذه البيداغوجيا مع واقع المدرسة الجزائرية و خصوصية مجتمعنا.