ملاحظة: في هذه المحاضرة سنقوم بحل السؤال الأول والرابع من وظيفة المحاضرة السابقة مع ذكر مثال تطبيقي عليها...

مثال: لدينا الوقود التالي الصلب حيث:

$A^P = 26\%$ $H^P = 3,5\%$ $C^P = 45,4\%$ $\alpha : 1,2$

$O^P = 8,9\%$ $S^P = 1,3\%$ $N^P = 0,9\%$ $W^P = 22,4\%$

أولاً: كتابة معادلات الاحتراق:

[1] $C + O_2 \longrightarrow CO_2 +$ طاقة

12 kg 32 kg 44 kg

3 8 11

$\Rightarrow$ $1\,kg\,C^P + \frac{8}{3}\,kg\,O_2 = \frac{11}{3}\,kg\,CO_2 +$ طاقة

كل 1kg من الكربون يلزمه لاحتراقه $\frac{8}{3}$kg أوكسجين

2 $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O +$ طاقة

4kg 32kg 36kg

1 8 9

$\Rightarrow$ 1 kg H^P + 8 kg O_2 = 9 kg H_2O + طاقة

كل 1kg من الهيدروجين يلزمه لحترق 8kg أوكسجين

3 $S + O_2 \longrightarrow SO_2 +$ طاقة

32kg 32kg 64kg

1 1 2

$\Rightarrow$ 1 kg S^P + 1 kg O_2 = 2 kg SO_2 + طاقة

كل 1kg من الهيدروجين يلزمه لحترق 1kg أوكسجين

* حساب كتلة الأوكسجين النظرية :

$$M\overset{\circ}{O}_2 = \frac{\frac{8}{3}C^P + 8A^P + 1S^P - O^P}{100}$$

$$M\overset{\circ}{O}_2 = \frac{\frac{8}{3}(45,4) + 8(3,5) + 1(1,3) - 8,9}{100}$$

$$M\overset{\circ}{O}_2 = 1,415 \ \frac{kg}{kg}$$

* حساب كتلة الهواء النظرية :

$$M\mathring{a} = \frac{M_{O_2}}{0,232} = 6,099 \ \frac{kg}{kg}$$

حيث : 0,232 هو وزن الأوكسجين في الهواء.

* حساب حجم الهواء النظري :

$$V\mathring{a} = \frac{M\mathring{a}}{\rho a} = 4,710 \ \frac{m^3}{kg}$$

* حساب حجم الهواء الحقيقي :

$$V_a = \alpha \, V\mathring{a}$$

$$V_a = 1,2 \times 4,710 = 5,652 \ \frac{m^3}{kg}$$

* حساب حجم الغازات النظرية لحرق 1kg من الوقود الصلب

$$V\mathring{g} = V\mathring{R}_{O_2} + V\mathring{R}_2 + V\mathring{H}_{2O}$$

$V\mathring{g}$ =

حيث $V\mathring{R}_{O_2}$ =

$$\frac{\frac{11}{3} C^P}{100} \times \frac{1}{\rho_{CO_2}} + \frac{2 S^P}{100} \times \frac{1}{\rho_{SO_2}}$$

$$= \frac{\frac{11}{3} \times 45,4}{100} \times \frac{22,4}{44} + \frac{2 \times 1,3}{100} \times \frac{22,4}{64}$$

$$\Rightarrow V\mathring{R}_{O_2} = 0,856 \ \frac{m^3}{kg}$$

حيث :

$V\mathring{R}_{O_2}$: حجم الغازات ثلاثية الذرة

$V\mathring{R}_2$: حجم الغازات ثنائية الذرة

$V\mathring{H}_{2O}$: حجم أبخرة الماء

$$V^{\circ}_{R_2} = 0,79\, V_a^{\circ} + \frac{N^p}{100} \times \frac{1}{\rho_{N_2}}$$

حيث $0,79 V_a^{\circ}$: هو كمية الآزوت الموجود في الهواء حيث 0,79 حجم الآزوت في الهواء

$$V^{\circ}_{R_2} = 0,79 \times 4,710 + \frac{0,9}{100} \times \frac{22,4}{28} = 3,792 \ \frac{m^3}{kg}$$

$$V^{\circ}_{H_2O} = \frac{9H^p}{100} \times \frac{1}{\rho_{H_2O}} + \frac{W^p}{100} \times \frac{1}{\rho_{H_2O}} + \frac{da \times V_a^{\circ}}{100} \times \frac{1}{\rho_{H_2O}}$$

حجم بخار الماء الناتج عن حرق الهيدروجين

حجم بخار الماء الناتج عن الرطوبة في الوقود حيث W^p نسبة الرطوبة في الوقود

حجم بخار الماء الناتج عن الرطوبة الموجودة في الهواء حيث da كتلة الرطوبة الموجودة في الهواء

$$V^{\circ}_{H_2O} = \frac{9 \times 3,5}{100} \times \frac{22,4}{18} + \frac{13}{100} \times \frac{22,4}{18} + \frac{13 \times 4,710}{100} \times \frac{22,4}{18}$$

$$V^{\circ}_{H_2O} = 1,315 \ \frac{m^3}{kg}.$$

$$\Rightarrow V_g^{\circ} = 0,856 + 3,792 + 1,315 = 5,963 \ \frac{m^3}{kg}.$$

* حساب كتلة الغازات ثلاثية الذرات:

$$M^{\circ}_{R_{O_2}} = \frac{\frac{11}{3} C^p}{100} + \frac{2 S^p}{100} = \frac{\frac{11}{3} \times 45,4}{100} + \frac{2 \times 1,3}{100} = 1,690 \ \frac{kg}{kg}.$$

* حساب حجم الغازات الحقيقية:

$$V_g = V_{R_{O_2}} + V_{R_2} + V_{H_2O}$$

$V_{RO_2} = V^{\circ}_{RO_2} = 0,856 \ \frac{m^3}{kg}$

$V_{R_2} = V^{\circ}_{R_2} + (\alpha - 1) V^{\circ}_a$

$V_{R_2} = 3,792 + (1,2 - 1) \times 4,710$

$\Rightarrow V_{R_2} = 4,734 \ \frac{m^3}{kg}$

$V_{H_2O} = V^{\circ}_{H_2O} + (\alpha - 1)\, 0,0161\, V^{\circ}_a$

$V_{H_2O} = 1,315 + (1,2 - 1)\, 0,0161 \times 4,710$

$V_{H_2O} = 1,330 \ \frac{m^3}{kg}$

$\Rightarrow V_g = 6,925 \ \frac{m^3}{kg}$

* حساب انتالبي الهواء النظري.

$I^{\circ}_a = \alpha \, V^{\circ}_a \, (C.\theta)_a$

$I^{\circ}_a = 1,2 \times 4,710 \times 1,0065$

$I^{\circ}_a = 4,740 \ \frac{kJ}{kg}$

حيث C السعة الحرارية للهواء

θ درجة حرارة الهواء

حيث $\alpha = 1$

* حساب انتالبي الغازات النظرية والحقيقية طرق 1kg من الوقود الصلب

T	$(C.\theta)_{R_{O2}}$	$(C.\theta)_{R_2}$	$(C.\theta)_{H_2O}$
1100	1,988	1,1172	2,1749
1200	1,9609	1,126	2,2078

$$I_g = I_g^\circ + (\alpha - 1) I_a^\circ$$

انتالبي الغازات النظرية عند الدرجة (1100°C):

$$I_{g_{1100}}^\circ = V_{R_{O2}}^\circ (C.\theta)_{R_{O2}} + V_{R_2}^\circ (C.\theta)_{R_2} + V_{H_2O}^\circ (C.\theta)_{H_2O}$$

$$\Rightarrow I_{g_{1100}}^\circ = 8,816 \ \frac{kJ}{kg}$$

انتالبي الغازات الحقيقي $I_{g_{1100}} = 9,764 \ \frac{kJ}{kg}$ عند الدرجة 1100°C

الانتالبي النظري عند 1200°C:

$$I_{g_{1200}}^\circ = V_{R_{O2}}^\circ (C.\theta)_{R_{O2}} + V_{R_2}^\circ (C.\theta)_{R_2} + V_{H_2O}^\circ (C.\theta)_{H_2O}$$

$$I_{g_{1200}}^\circ = 8,851 \ \frac{kJ}{kg}$$

الانتالبي الحقيقي:

$$\Rightarrow I_{g_{1200}} = I_{g_{1200}}^\circ + (\alpha - 1) I_a^\circ$$

$I_{g_{1200}} = 9,799 \ \frac{kJ}{kg}$ للغازات عند الدرجة 1200°C

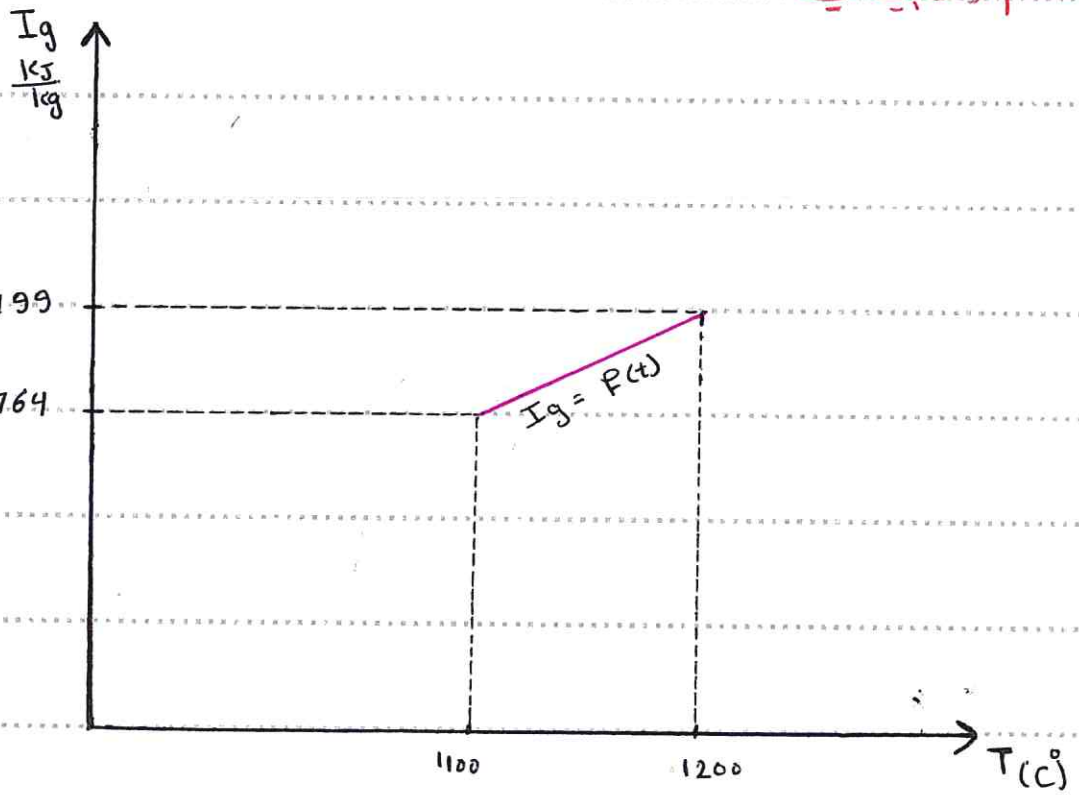
* حساب الاستطاعة الحرارية للموقد :

$$Q_F = m(Q_b^p + \alpha V_a^\circ + C_p t_a)$$

$$Q_F = 1\,(17900 + [1,2 \cdot 4,710] + [1,004 \times 20)$$

$$Q_F = 17925,732 \ \frac{kJ}{kg}.$$

* الرسم البياني



إن علاقة الانتالبي بدرجة الحرارة هي علاقة من الدرجة الأولى .

انتهت المسألة ...

مسألة:

لدينا وقود سائل (نوع الوقود) معطى بالتركيب النوعي التالي:

$C^P = 84\%$ $O^P = 2\%$ $\alpha = 1,16$

$H^P = 6\%$ $W^P = 1\%$

$S^P = 3\%$ $N^P = 4\%$

المطلوب: ١- كتابة معادلات الاحتراق للوقود السائل بواحدة الكتلة.

٢- احسب كتلة الهواء النظرية.

٣- احسب حجم الهواء النظري.

٤- احسب حجم الهواء الحقيقي.

٥- حساب حجم الغازات النظرية لكل 1kg من الوقود السائل.

٦- حساب كتلة الغازات ثنائية الذرة.

٧- حساب حجم الغازات الحقيقية.

٨- حساب انتالبي الهواء عندما تكون درجة حرارة الهواء (100°c)

أي تم تسخين الهواء من غازات العادم

٩- حساب انتالبي الغازات عندما تكون درجة الهواء (1200°c) و (1400°c) النظرية والحقيقية

١٠- رسم المخطط البياني (انتالبي الغازات مع درجة الحرارة).

← نصاغ هذه المسألة بالشكل التالي أيضاً {صياغة السؤال بطريقة أخرى} 20 ← 25 علامة

أ- احسب حجم الهواء الحقيقي عندما $\alpha = 1,16$

1- احسب حجم الغازات الحقيقية لحرق 1Kg

2- احسب ايتالبي الغازات الحقيقية لدرجة الحرارة (200 و 1400) اذا علمت أن درجة

حرارة الهواء (100 C°) ... على ذلك بتابع بياني

جواب 1 -

★ $C + O_2 \longrightarrow CO_2 +$ طاقة

$12\,Kg\ C^P + 32\ O_2 = 44\ Kg\ CO_2 +$ طاقة

3 8 11

$$\Rightarrow 1\,Kg\ C^P + \frac{8}{3}\,Kg\ O_2 = \frac{11}{3}\,CO_2 + \text{طاقة} \quad \ldots\ldots 1$$

لحرق 1 Kg من الكربون الحامل يلزمه 8/3 من الأوكسجين وينتج 11/3 Kg من CO_2.

★ $H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O +$ طاقة

4 Kg 32 Kg = 36 Kg

$$1\,Kg\ H^P + 8\,Kg\ O_2 = 9\,Kg\ H_2O + \text{طاقة} \quad \ldots\ldots 2$$

لحرق 1 Kg من الهيدروجين يلزمنا 8 Kg من الأوكسجين يعطينا 9 Kg من بخار + طاقة

$S + O_2 \longrightarrow SO_2 +$ طاقة

$32\,Kg\,S + 32\,Kg\,O_2 = 64\,Kg\,SO_2 +$ طاقة

$$1\,Kg\,S^P + 1\,Kg\,O_2 = 2\,Kg\,SO_2 + \text{طاقة} \quad \ldots (2)$$

لحرق 1 Kg من الكبريت يلزمنا 1 Kg من الأوكسجين ويعطي 2 Kg من ثنائي أوكسيد الكبريت

جواب [2]:

$$M^\circ_{O_2} = \frac{8/3\,C^P + 8\,H^P + 1\,S^P - O^P}{100} \left[\frac{Kg}{Kg}\right]$$

$M^\circ_{O_2}$: كتلة الأوكسجين النظرية

$8/3\,C^P$: كمية الأوكسجين اللازمة للاحتراق 1 Kg من الكربون

$8\,H^P$: كمية الأوكسجين اللازمة لاحتراق 1 Kg من الهيدروجين

$1\,S^P$: كمية الأوكسجين اللازمة لاحتراق 1 Kg من الكبريت

O^P: الأوكسجين المتبقي

100: مجموع الكتل المحترقة وغير المحترقة = 100

$$M^\circ_{air} = \frac{M^\circ_{O_2}}{0,232} \cdot \frac{Kg}{Kg}$$

M°_{air}: كتلة الهواء النظرية

0,232: نسبة الأوكسجين في الهواء

$$M^\circ_{O_2} = \frac{8/3 \times 84 + 6 \times 8 + 1 \times 3 - 2}{100} = 2,73 \left[\frac{Kg}{Kg}\right]$$

$$M_{air} = 11,76 \left[\frac{Kg}{Kg}\right]$$

جواب [3]:

$$V^\circ_{air} = \frac{M_{air}}{\rho_{air}} \cdot \left[\frac{m^3}{Kg}\right]$$

$$= \frac{11,76}{29/22,4} = 9,08 \left[\frac{m^3}{Kg}\right]$$

جواب 4 -

$$V\alpha = \alpha \cdot V^{\circ}_{air}$$

$$= 1,16 \times 9,11 = 10,53 \ \frac{m^3}{Kg}$$

جواب 5 -

V°_g ← حجم الغازات النظرية

$$V^{\circ}_g = V^{\circ}_{RO_2} + V^{\circ}_{R_2} + V^{\circ}_{H_2O}$$

$V^{\circ}_{RO_2}$ ← حجم الغازات ثلاثية الذرة نظرية

$V^{\circ}_{R_2}$ ← حجم الغازات ثنائية الذرة

$V^{\circ}_{H_2O}$ ← حجم أبخرة الماء النظرية .

حيث نكتب المعادلة بالشكل :

$$V^{\circ}_g = V^{\circ}_{CO_2} + V^{\circ}_{SO_2} + V^{\circ}_{N_2} + V^{\circ}_{H_2O}$$

5-1

$$V^{\circ}_{RO_2} = \frac{11/3 \cdot c^p}{100} \cdot \frac{1}{\rho_{CO_2}} + \frac{2\,S^p}{100} \times \frac{1}{\rho_{SO_2}}$$

$$V_{RO_2} = \frac{11/3 \cdot 84}{100} \times \frac{1}{\frac{44}{22,4}} + \frac{2,3}{100} \cdot \frac{1}{\frac{64}{22,4}} = 1,58 \left[\frac{m^3}{Kg}\right]$$

$$\rho_{CO_2} = \frac{M_{CO_2}}{22,4} \cdot \frac{Kg}{m^3} = \frac{44}{22,4}$$

$$\rho_{SO_2} = \frac{M_{SO_2}}{22,4} = \frac{64}{22,4}$$

5-2

$$V^{\circ}_{R_2} = V^{\circ}_{N_2} = 0,79\, V^{\circ}_a + \frac{N^p}{100} \cdot \frac{1}{\rho_{N_2}}$$

$N_2 + O_2 = 100\%$

$79\% + 21\% = 100\%$

$$= 0,79 \times 9,08 + \frac{4}{100} \cdot \frac{1}{\frac{28}{22,4}} = 7,20 \left[\frac{m^3}{Kg}\right]$$

حجم أبخرة الماء للبخار

5-3

$$V^{\circ}_{H_2O} = \frac{9\,H^p}{100} \cdot \frac{1}{\rho_{H_2O}} + \frac{W_p}{100} \cdot \frac{1}{\rho_{H_2O}} + \frac{d^{air} \cdot V^{\circ}_a}{100} \cdot \frac{1}{\rho_{H_2O}}$$

$d^{air} = \frac{13}{1000}$

$$= 0,68 \left[\frac{m^3}{Kg}\right]$$

لا يضخ أبخرة الماء في محرك الاحتراق ولا المولدات الصناعية.

$$= \frac{9 \times 6}{100} \cdot \frac{1}{\frac{18}{22,4}} + \frac{1}{100} \cdot \frac{1}{\frac{18}{22,4}} + \frac{\frac{13}{1000} \times 9,08}{100 \times \frac{28}{22,4}}$$

عند درجات الحرارة العالية يتفكك الماء جزئياً إلى الهيدروجين والأوكسجين ونتيجة التفاعلات الحامضية الناتجة تتشكل أبخرة الحمض الكبريتي H_2SO_3 وبوجود الأوكسجين الحر يتركز حمض الكبريت المركز H_2SO_4 وهو يهلك محرك الاحتراق والمبادلات الحرارية والمبرد.

$$\Rightarrow V^{\circ}_g = V^{\circ}_{R_{O_2}} + V^{\circ}_{R_2} + V^{\circ}_{H_2O} = 9,46 \left[\frac{m^3}{Kg}\right]$$

$V_g = V_{RO_2} + V_{R_2} + V_{H_2O}$ $\left[\frac{m^3}{Kg}\right]$ جواب 7

7-1) $V_{RO_2} = V^\circ_{RO_2}$ — صيغة — $= 1,58$ $\left[\frac{m^3}{Kg}\right]$

7-2) $V_{R_2} = V^\circ_{R_2} + (\alpha - 1) V^\circ_a = 7,20 + (1,16 - 1)\, 9,08 = 8,65$ $\frac{m^3}{Kg}$

7-3) $V_{H_2O} = V^\circ_{H_2O} + (\alpha - 1) V^\circ_a$ ... $0,0161 = 0,7$ $\left[\frac{m^3}{Kg}\right]$

$= 0,68 + (1,16 - 1) \ldots 9,08 \times 0,0161 = 0,7$ $\left[\frac{m^3}{Kg}\right]$

$\Rightarrow V_g = 1,58 + 8,65 + 0,7 = 10,93$ $\left[\frac{m^3}{Kg}\right]$

$V_g > V^\circ_g$

$10,93 > 9,46$

كتلة الغازات ثلاثية الذرة:

$M_{RO_2} = \frac{11/3 \cdot C^P}{100} + \frac{2S^P}{100}$ $\left[\frac{Kg}{Kg}\right]$

$= \frac{11/3 \times 84}{100} + \frac{2 \times 3}{100} = 3,14$ $\left[\frac{Kg}{Kg}\right]$

$I^\circ_\alpha = \alpha \cdot V^\circ_a \cdot (Cv)_a$ $t_a = 100\,c^\circ$ جواب 8

$\alpha = 1$

$= 1 \times 9,08 \times \underbrace{1,33}_{133} = 1211,63$ $\left[\frac{KJ}{Kg}\right]$

جواب و

$$I^{\circ}_{g\,1200C} = V^{\circ}_{RO_2}(cv)_{1200} + V_{R_2}(cv)_{1200^{\circ}C} + V_{H_2O}(cv)\ \frac{Kg}{Kg}$$

$$= 1,58 \times 2726 + 7,2 \times 1701 + 0,68 \times 2298$$

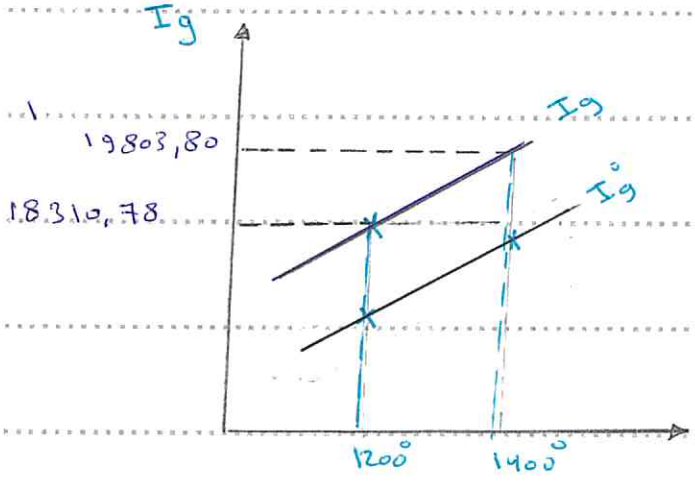
$$\Rightarrow I^{\circ}_{g\,1200^{\circ}C} = 18116,92\ \left[\frac{KJ}{Kg}\right]$$

$$I^{\circ}_{g\,1400^{\circ}C} = V^{\circ}_{RO_2}(cv)_{1400^{\circ}C} + V^{\circ}_{R_2}(cv)_{1400^{\circ}C} + V^{\circ}_{H_2O}(cv)_{1400^{\circ}C}\ \left[\frac{KJ}{Kg}\right]$$

$$= 1,58 \times 1587 + 7,2 \times 2133 + 0,68 \times 2566$$

$$\Rightarrow I_{g\,1400^{\circ}C} = 18116,92\ \left[\frac{KJ}{Kg}\right]$$

$$I_g = I^{\circ}_{g\ \rightarrow 1200^{\circ}C\ \searrow 1400^{\circ}C} + (\alpha - 1)\, I^{\circ}_{a\,t=100^{\circ}C}\ \left[\frac{KJ}{Kg}\right]$$



$I_{g\,1200} = 18310,78$

$I_{g\,1400} = 19803,80$

The End... ^_^