
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2002/2003

Februari/Mac 2003

EBB 335/3 – Pirometalurgi

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.

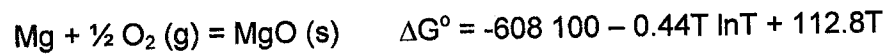
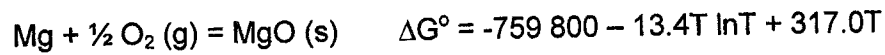
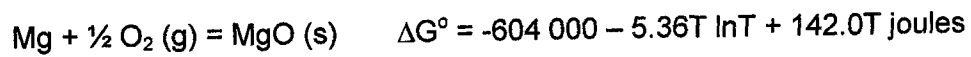
Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. [a] Dibawah ini adalah tiga persamaan tindakbalas pengoksidaan magnesium



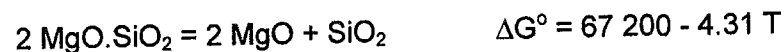
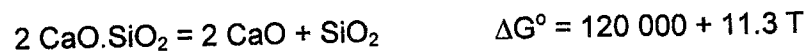
Diantaranya adalah persamaan pengoksidaan pepejal Mg, pengoksidaan cecair Mg dan pengoksidaan gas Mg. Tentukan persamaan yang manakah mewakili pengoksidaan tersebut dan kirakan suhu peleburan dan takat didih normal magnesium.

(25 markah)

- [b] Dalam proses Pidgeon bagi penghasilan magnesium, dolomit ($\text{MgO} \cdot \text{CaO}$) diturunkan kepada silikon untuk membentuk wap magnesium dan Ca_2SiO_4 . Kirakan tekanan keseimbangan bagi wap magnesium yang dihasilkan oleh tindakbalas ini pada 1200°C . Tenaga bebas pembentukan bagi dolomit dari CaO dan MgO adalah terlalu kecil dan boleh diabaikan.

(50 markah)

- [c] Terangkan penghasilan magnesium melalui proses pidgeon.

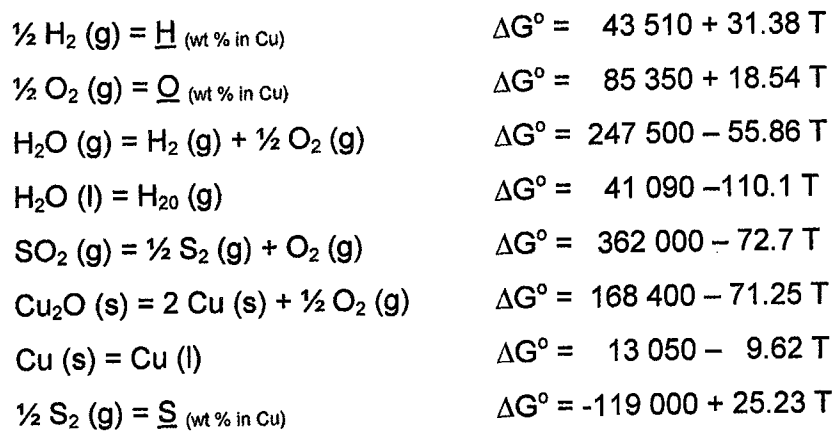


(25 markah)

...3/-

2. [a] Gas-gas biasa seperti O_2 , N_2 , CO_2 , H_2O dan SO_2 adalah terlarut dalam leburan kuprum. Semasa proses leburan kuprum, nilai yang diukur adalah $a_s = 0.03\%$ dan oksigen ditentukan melalui keseimbangan dengan Cu_2O . Apakah tekanan separa bagi SO_2 pada $1100^\circ C$?
(30 markah)
- [b] Andaikan oksigen terlarut di dalam leburan kuprum mempunyai keaktifan $a_o = 0.01\%$ pada suhu $1100^\circ C$. Andaikan hidrogen dalam leburan adalah dalam keseimbangan dengan H_2 , $p_{H_2} = 0.04$ atm. Dapatkan a_H , dan p_{H_2O} melalui keseimbangan p_{H_2} dan \underline{O} .
(40 markah)
- [c] Huraikan dengan jelas
- Peleburan kuprum melalui proses Mitsubishi
 - Kuprum 'blister'
 - Logam putih

(30 markah)

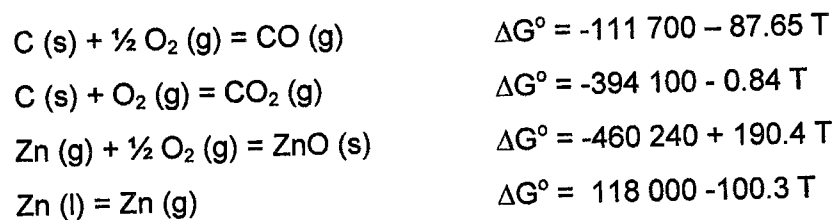


...4/-

3. Penurunan oksida zink dengan karbon.

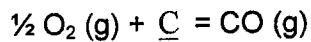
Cecair zink boleh dihasilkan melalui pemanasan bersama zink oksida dan karbon dalam satu vessel tertutup, yang berupaya untuk beroperasi pada suhu dan tekanan tinggi. Dengan pengubahsuaian suhu dan tekanan, adalah mungkin untuk menghasilkan cecair zink dalam kehadiran satu fasa gas mengandungi CO, CO₂ dan wap zink dan fasa pepejal ZnO dan C.

- (a) Tentukan darjah kebebasan bagi sistem
- (i) apabila cecair zink dan wap zink wujud
 - (ii) apabila semua zink adalah dalam bentuk wap
- (25 markah)
- (b) Mengandaikan zink tidak termeluap (condense), carikan tekanan CO, CO₂ dan Zn dalam keseimbangan dengan ZnO dan C pada 1200K, 1300K dan 1400K.
- (25 markah)
- (c) Dengan mengambil kira kondensasi zink, kirakan sekali lagi tekanan CO, CO₂ dan tekanan total yang wujud dalam vessel apabila ZnO, C dan cecair Zn hadir.
- (25 markah)
- (d) Huraikan proses pengekstrakan logam zink
- (i) Proses "Horizontal dan Vertical Retort".
 - (ii) Peleburan imperial relau bagas
(Imperial smelting blast furnace)
- (25 markah)

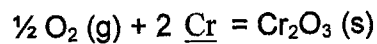


...5/-

4. Keseimbangan CO-C dalam keluli. Dalam penukar AOD, oksigen yang dicairkan dengan Argon bertindakbalas dengan karbon dalam leburan keluli.



Tindakbalas yang tidak diingini mungkin berlaku



- (a) Kirakan nisbah (pada keseimbangan)

$$K = \frac{P_{\text{CO}}}{a_c}$$

Sebagai satu fungsi $a_{\text{Cr}_2\text{O}_3}$ dan a_c dalam takungan (bath) dan suhu mutlak, T.

(25 markah)

- (b) Mengandaikan takungan (bath) mempunyai komposisi [%C] = 0.2, [%Ni] = 10 dan [%Cr] = 18 dan mengabaikan kesan komponen kirakan $\frac{P_{\text{CO}}}{[\%C]}$ pada 1615°C dan $a_{\text{Cr}_2\text{O}_3}$ adalah 1.

(25 markah)

- (c) Menggunakan data daripada (b) tentukan keadaan dimana Fe-Cr-O lebur adalah dalam keseimbangan dengan pepejal Cr_2O_3 pada 1615°C.

(25 markah)

- (d) Senaraikan dan huraikan tindakbalas kimia yang berlaku dalam suatu relau bagas besi mengikut empat zon yang berbeza. Zon atas dan bawah shaft, zon 'bosh' dan zon hearth.

(25 markah)

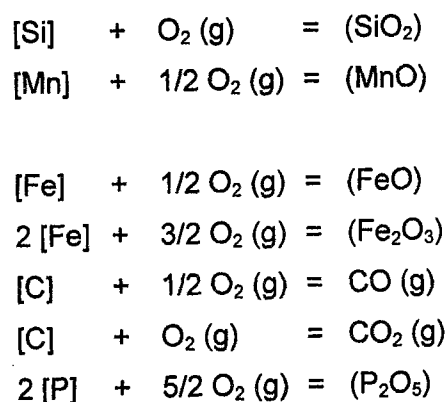
...6/-

5. Suatu keluli dihasilkan dalam sebuah penukar L.D. Cas logam yang masuk terdiri daripada logam panas (hot metal) dan skrap dalam nisbah 4:1. Komposisi logam panas itu pula terdiri dari 4% C, 1% Si, 1% Mn, 0.3% P dan selebihnya Fe. Oksigen dengan ketulenan 99.5% ditiupkan masuk untuk tujuan penulenan. Analisis batukapur (lime) menunjukkan ia mengandungi 2% SiO₂, 3% MnO dan selebihnya CaO ditambahkan sebagai fluks. Gas yang keluar meninggalkan penukar mempunyai nisbah p_{CO} / p_{CO_2} iaitu 1:1. Sebanyak 2% dari total Fe yang dicaskan keluar hilang dalam slag sebagai FeO dan Fe₂O₃, di mana nisbah ion ferrous kepada ion ferric dalam slag adalah 1:1.

Diberikan :

Jadual 1A : Keputusan pengiraan stoikiometrik

Tindakbalas Kimia yang terlibat :



di mana [] - merujuk kepada fasa logam dan () - merujuk kepada fasa slag

...8/-

Jadual 1A : Keputusan Pengiraan Stoikiometrik

Unsur	Berat yang akan dioksidakan, kg	Oksida asal	Berat oksigen, diperlukan, kg	Berat slag yang membentuk oksida, kg
C	16.14	CO	21.52	-
	16.14	CO ₂	43.04	-
Si	8.57	SiO ₂	9.79	18.36
Mn	6.57	MnO	1.91	8.48
P	2.57	P ₂ O ₅	3.32	5.89
Fe	9.95	FeO	2.86	12.79
	9.95	Fe ₂ O ₃	4.26	14.21
		Total	86.70	59.73

Dengan mengandaikan keluli mengandungi sebanyak 0.2% C, 0.2% Mn dan selebihnya Fe dan juga jermang mengandungi 50% CaO dan mengandaikan kecekapan penggunaan oksigen adalah 90%.

- (a) Lukiskan satu gambarajah alir yang lengkap bagi proses penulenan logam panas kepada keluli dengan memasukkan semua data-data yang diketahui dan anggapan-anggapan anda.

(25 markah)

- (b) Kirakan : (bagi per tan keluli)
- (i) Berat logam panas dan berat skrap yang masuk (20 markah)
 - (ii) Oksigen yang ditiupkan masuk dalam m^3 (STP) (25 markah)
 - (iii) Berat batukapur (lime) yang masuk (20 markah)
 - (iii) Berat slag yang terhasil (10 markah)
6. Satu relau pembuatan keluli palong terbuka (open-hearth) menggunakan gas bahan api yang mengandungi 30% H_2 , 18% CO , 17% CH_4 , 29% N_2 dan 6% CO_2 untuk pemanasan. Udara pembakaran primer diprapanaskan kepada suhu 1000°C . Kebocoran udara sejuk melalui bukaan boleh diandaikan sebanyak 20% dari udara primer. Gas flue mengandungi 3% O_2 . Suhu pemprosesan keluli lebur adalah 1600°C .

Diberikan:

Basis pengiraan anda : 100 mol gas bahan api
 Andaian : udara mengandungi 21% O_2 dan 79% N_2
 unit isipadu

Rajah 2A menunjukkan proses pembakaran bahan api dalam relau pembuatan keluli "open-hearth" di mana n merujuk kepada bilangan mol dan tanda ? merujuk kepada kuantiti yang harus dihitung dalam proses.

...10/-

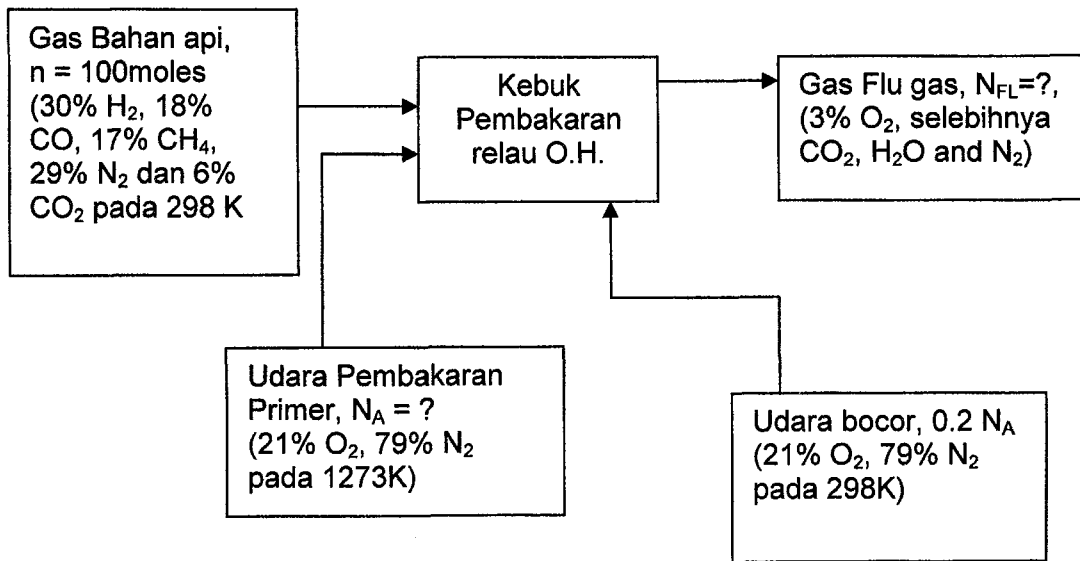
Jadual 2A : Data pengiraan stokiometrik bagi tindakbalas pembakaran

Jadual 2B dan 2C : Data haba yang terkandung (heat content) bagi proses pembakaran

Kirakan :

- (a) Bilangan mol total udara teoretis (theoretical air) yang diperlukan untuk pembakaran. (10 markah)
- (b) Bilangan mol total gas Flue, N_{FL} . (40 markah)
- (c) Peratus udara berlebihan (excess air). (15 markah)
- (d) Komposisi gas flu. (25 markah)
- (e) Udara pembakaran primer. (10 markah)

...11/-



Rajah 2A : Proses pembakaran bahan api dalam relau pembuatan keluli "open-hearth"

Jadual 2A : Proses pembakaran bahan api dalam relau pembuatan keluli "open-hearth"

Spesi	Tindakbalas Pembakaran	Bil. Mol gas bahan api	Bil. mol teoretis O ₂ diperlukan	Bil. mol hasil dalam gas flue
H ₂	$H_2 + \frac{1}{2} O_2 = H_2O$	30	15	30
CO	$CO + \frac{1}{2} O_2 = CO_2$	18	9	18
CH ₄	$CH_4 + 2O_2$	17	34	17 (CO ₂) 34 (H ₂ O)
CO ₂	-	6	-	6
N ₂	-	29	-	29
O ₂	-	0	-	0
Total :		100	58	134

...12/-

Jadual 2B : Data haba yang terkandung (heat content) dan haba pembentukan bagi proses pembakaran

Spesi	$H_T - H_{298} = aT + bT^2 + cT^{-1} + d, \text{ J mole}^{-1}$				$\Delta H_f, \text{ J mol}^{-1}$
	a	b, x 10^{-4}	c, x 10^{-6}	d, x 10^5	X 10^5 at 298 K
CO	-	-	-	-	1.11
CH ₂	-	-	-	-	0.745
H ₂ O	-12.18	2.68	-0.67	-2.38	2.86
CO ₂	-2.97	2.93	-1.92	-3.92	3.94
O ₂	30.3	20.9	1.67	-0.0969	-
N ₂	27.9	21.4	0	-0.085	-

Jadual 2C : Data Pengiraan Bagi ($H_T - H_{298}$) Joules

T, K	$T \sum n_i a_i$	$T^2 \sum n_i a_i$	$\frac{1}{T} \sum n_i c_i$	$\sum n_i d_i$	$H_T - H_{298}$
1873	23,000	4,146	18	339	27,503
2100	25,800	5,212	17	339	31,368
2300	28,258	6,252	15	339	34,864
2500	30,715	7,387	14	339	38,455

7. Rujuk kepada Rajah 2A bagi proses pembakaran bahan api dalam relau pembuatan keluli "open-hearth" dan menggunakan data stoikiometrik dan nilai-nilai haba terkandung (heat content) dalam Jadual 2A, 2B dan 2C yang diberikan dalam soalan 2, untuk membina imbangan haba bagi proses pembakaran di atas.

Dengan mengambil suhu 298 K sebagai suhu rujukan dan keadaan rujukan bagi H_2O adalah cecair dan mengandaikan gas bahan api dan udara dari kebocoran yang berlaku masuk ke dalam relau pada suhu 298 K,

Diberikan Jadual imbangan haba bagi proses pembakaran :

Input	Output
1. Sensible Heat bagi gas bahan api ΔH_I	1. Sensible heat bagi gas flue pada suhu nyalaan adiabatik, T , ΔH_V
2. sensible heat bagi udara bocor (leakage air), ΔH_{II}	
3. sensible heat bagi udara primer pra- pemanasan, ΔH_{III}	
4. haba terbebas dalam tindakbalas pembakaran 298 K, ΔH_{IV}	

Basis pengiraan anda : 100 moles gas bahan api

Buatkan satu pengiraan imbangan haba bagi proses pembuatan keluli "open hearth" menggunakan data-data yang diberikan dalam Jadual 2A, 2B dan 2C bagi persamaan proses dan tindakbalas pembakaran yang berlaku.

...14/-

Selesaikan :

- (i) Tuliskan persamaan imbalan haba bagi proses pembakaran tersebut.
(15 markah)
- (ii) Hitung haba sensible (sensible heat) bagi gas bahan api, ΔH_{II} , haba sensible bagi udara bocor (leakage air), ΔH_{II} dan haba sensible bagi udara primer pra-pemanasan, ΔH_{III} .
(25 markah)
- (iii) Kirakan haba yang terbebas dalam tindakbalas pembakaran (seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2 A) pada 298 K, ΔH_{IV} .
(25 markah)
- (iv) Hitungkan haba yang boleh dikesan bagi gas flu pada suhu nyalaan adiabatik pada T, ΔH_V .
(25 markah)
- (v) Merujuk kepada Jadual 2C, kirakan haba gross yang sedia ada.
(10 markah)