
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2002/2003

September 2002

IEK 101 - Penghitungan Proses Kimia

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGABELAS mukasurat (termasuk lima keping Lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA (5) soalan. Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Penuhkan jadual berikut bagi air:

Suhu(°C)	Tekanan (kPa)	h (kJ/kg)	x (kualiti)	Penerangan Fasa
500		3475		
120			0.2	
60	30			

(40 markah)

- (b) Wap lampau panas H₂O pada 250kPa dan 500°C dibiarkan sejuk pada isipadu malar sehingga suhu menurun kepada 95°C. Pada keadaan akhir, tentukan

- (i) Tekanan
- (ii) Kualiti
- (iii) Entalpi
- (iv) Lukis proses ini dalam gambarajah T-v merujuk kepada garisan tepu

(40 markah)

- (c) Stim memasuki paip mendatar panjang dengan garispusat masukan $D_1 = 12$ cm pada 1 MPa dan 250 °C dengan kelajuan 2m/s. Di keluarannya, keadaan ialah pada 800 kPa dan 200°C dan garispusat keluaran $D_2 = 10$ cm. Tentukan:

- (i) kadar aliran jisim bagi stim
- (ii) kadar pindahan haba

(20 markah)

2. (a) Pada keadaan piawai, satu gas yang berkelaku seperti gas unggul dimasukkan ke dalam satu bekas yang mempunyai isipadu 4.13 liter. Tekanan ditingkatkan menggunakan piston, kepada 31.2 psia, dan suhu ditingkatkan kepada 212°F. Apakah isipadu akhir yang dipenuhi oleh gas tersebut?

(20 markah)

- (b) Satu gas mempunyai komposisi berikut:

CO₂ 10%
CH₄ 40%
C₂H₄ 50%

36 lb gas ini perlu dimasukkan dalam setiap silinder. Silinder hendaklah direkabentuk supaya tekanan maksimum tidak melebihi 2400 psig apabila suhu ialah 180°F. Hitungkan isipadu silinder yang perlu menggunakan kaedah pseudokritik/Kay.

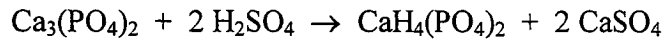
(40 markah)

- (c) Tentukan isipadu spesifik bagi wap panas lampau (H₂O) pada 10MPa dan 400°C menggunakan:
- (i) persamaan gas unggul
 - (ii) jadual stim
 - (iii) carta kebolehmampatan teritlak

Kaedah manakah akan memberi nilai yang paling jitu?

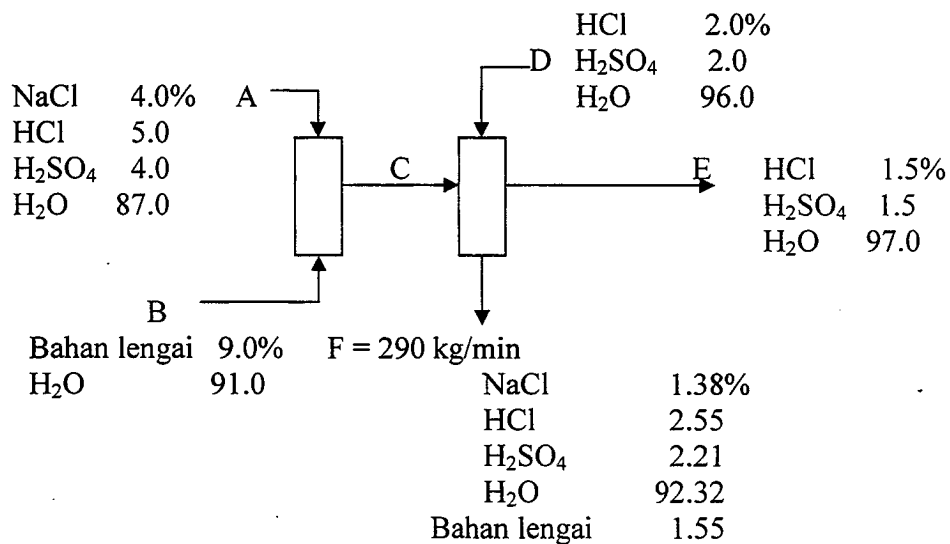
(40 markah)

3. (a) Berapakah kg baja superfosfat dapat dihasilkan daripada 2000 kg kalsium fosfat yang mempunyai ketulenan 94%? Tindak balas kimia ialah seperti berikut:



(30 markah)

- (b) Hitungkan kadar aliran, dalam unit kg/s, bagi setiap arus untuk proses seperti di tunjukkan di bawah.

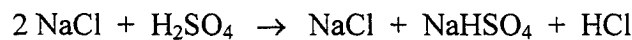


(70 markah)

4. (a) Asid sisa daripada proses penitratan mengandungi 33% H₂SO₄, 36% HNO₃, dan 31% H₂O mengikut berat. Larutan asid ini akan dipekatkan dengan menambahkan searus larutan asid sulfurik yang mengandungi 95% H₂SO₄, dan searus larutan asid nitrik pekat yang mengandungi 78% HNO₃. Larutan pekat akhir mempunyai komposisi 40% H₂SO₄ dan 43% HNO₃. Hitungkan jumlahnya setiap arus supaya menghasilkan 3000 kg asid pekat akhir.

(30 markah)

- (b) Langkah pertama alam proses soda LeBlanc dijalankan menurut tindak balas berikut:



Kepekatan larutan asid sulfurik yang digunakan ialah 85%. Asid dibekalkan 15% kelebihan.

- (i) Hitungkan berat larutan asid dibekalkan setiap 1000 kg garam yang digunakan;
- (ii) Dengan menganggap bahawa tindak balas berjalan secara sempurna, semua asid membentuk bisulfat, dan bahawa dalam proses itu 80% HCl terbentuk dan 30% air yang hadir telah dipekatkan. Hitungkan berat HCl dan air dipekatkan setiap 1000 kg garam digunakan.

(70 markah)

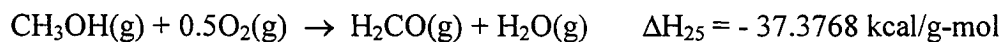
5. (a) Hitungkan haba yang terlibat apabila satu campuran 6.00 g-mol wap air dengan 4.00 g-mol karbon dioksida dipanaskan dari 15.6 °C hingga 315.6 °C. Muatan haba bagi wap air dan CO₂ adalah seperti berikut:

Bagi wap air:	$C_p = 7.136 + 2.640 \times 10^{-3}T + 0.0459 \times 10^{-6}T^2$	cal/g-mol.K
Bagi CO ₂ :	$C_p = 6.339 + 10.14 \times 10^{-3}T - 3.415 \times 10^{-6}T^2$	T, K

(40 markah)

...6/-

- (b) Formaldehid dapat dihasilkan melalui pengoksidaan methanol (CH_3OH). Jika kuantiti $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ dan $\text{O}_2(\text{g})$ mengikut stoikiometri dibekalkan ke dalam reaktor pada 100°C , tindak balas kimia berjalan secara sempurna, dan hasil-hasil tindak balas meninggalkan reaktor pada suhu 200°C , kirakan haba yang ditambahkan atau ditolakkan dari reaktor per mol $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ yang disuapkan ke dalam reaktor. Tindak balas terlibat ialah,



Muatan haba molal purata bagi gas-gas terlibat ialah:

Bagi $\text{O}_2(\text{g})$:	$C_{\text{pm}} = 7.083 \text{ cal/g-mol.K}$
Bagi $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$:	$C_{\text{pm}} = 8.177 \text{ cal/g-mol.K}$
Bagi $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$:	$C_{\text{pm}} = 11.4799 \text{ cal/g-mol.K}$
Bagi $\text{H}_2\text{CO}(\text{g})$:	$C_{\text{pm}} = 9.336 \text{ cal/g-mol.K}$

(60 markah)

6. Suatu gas asli yang mengadungi 90% CH_4 , 7.5% C_2H_6 dan 2.5% C_3H_8 dibakar dengan 30% kelebihan udara di dalam satu kamar pembakaran. Apakah analisis bagi gas serombong kering ?

(100 markah)

Appendix B

ATOMIC WEIGHTS AND NUMBERS

TABLE B.1 - Relative Atomic Weights, 1965 (Based on the Atomic Mass of $^{12}\text{C} = 12$)
 The values for atomic weights given in the table apply to elements as they exist in nature, without artificial alteration of their isotopic composition, and, further, to natural mixtures that do not include isotopes of radiogenic origin.

Name	Symbol	Atomic Number	Atomic Weight	Name	Symbol	Atomic Number	Atomic Weight
Actinium	Ac	89	—	Mercury	Hg	80	200.59
Aluminum	Al	13	26.9815	Molybdenum	Mo	42	95.94
Americium	Am	95	—	Neodymium	Nd	60	144.24
Antimony	Sb	51	121.75	Neon	Ne	10	20.183
Argon	Ar	18	39.948	Neptunium	Np	93	—
Arsenic	As	33	74.9216	Nickel	Ni	28	58.71
Astatine	At	85	—	Niobium	Nb	41	92.906
Barium	Ba	56	137.34	Nitrogen	N	7	14.0067
Berkelium	Bk	97	—	Nobelium	No	102	—
Beryllium	Be	4	9.0122	Osmium	Os	75	190.2
Bismuth	Bi	83	208.980	Oxygen	O	8	15.9994
Boron	B	5	10.811	Palladium	Pd	46	106.4
Bromine	Br	35	79.904	Phosphorus	P	15	30.9738
Cadmium	Cd	48	112.40	Platinum	Pt	78	195.09
Caesium	Cs	55	132.905	Plutonium	Pu	94	—
Calcium	Ca	20	40.08	Polonium	Po	84	—
Californium	Cf	98	—	Potassium	K	19	39.102
Carbon	C	6	12.01115	Praseodym	Pr	59	140.907
Cerium	Ce	58	140.12	Promethium	Pm	61	—
Chlorine	Cl	17	35.453 ^b	Protactinium	Pa	91	—
Chromium	Cr	24	51.996 ^b	Radium	Ra	88	—
Cobalt	Co	27	58.9332	Radon	Rn	86	—
Copper	Cu	29	63.546 ^b	Rhenium	Re	75	186.2
Curium	Cm	96	—	Rhodium	Rh	45	102.905
Dysprosium	Dy	66	162.50	Rubidium	Rb	37	84.57
Einsteinium	Es	99	—	Ruthenium	Ru	44	101.07
Erbium	Er	68	167.26	Samarium	Sm	62	150.35
Europium	Eu	63	151.96	Scandium	Sc	21	44.956
Fermium	Fm	100	—	Selenium	Se	34	78.96
Flourine	F	9	18.9984	Silicon	Si	14	28.086
Francium	Fr	87	—	Silver	Ag	47	107.868
Gadolinium	Gd	64	157.25	Sodium	Na	11	22.9898
Gallium	Ga	31	69.72	Strontium	Sr	38	87.62
Germanium	Ge	32	72.59	Sulfur	S	16	32.064
Gold	Au	79	196.967	Tantalum	Ta	73	180.948
Hafnium	Hf	72	178.49	Technetium	Tc	43	—
Helium	He	2	4.0026	Tellurium	Te	52	127.60
Holmium	Ho	67	164.930	Terbium	Tb	65	158.924
Hydrogen	H	1	1.00797	Thallium	Tl	81	204.37
Indium	In	49	114.82	Thorium	Th	90	232.038
Iodine	I	53	126.9044	Thulium	Tm	59	168.934
Iridium	Ir	77	192.2	Tin	Sn	50	118.69
Iron	Fe	26	55.847	Titanium	Ti	22	47.90
Krypton	Kr	36	83.80	Tungsten	W	74	183.85
Lanthanum	La	57	138.91	Uranium	U	92	238.03
Lawrencium	Lr	103	—	Vanadium	V	23	50.942
Lead	Pb	82	207.19	Xenon	Xe	54	131.30
Lithium	Li	3	6.939	Ytterbium	Yb	70	173.04
Lutetium	Lu	71	174.97	Yttrium	Y	39	88.905
Magnesium	Mg	12	24.312	Zinc	Zn	30	65.37
Manganese	Mn	25	54.9380	Zirconium	Zr	40	91.22
Mendelevium	Md	101	—				

SOURCE: *Comptes Rendus*, 23rd IUPAC Conference, 1965. Butterworth's London, 1966. 175-176

- 8 -

VALUES OF GAS CONSTANT

Temperature	Mass	Energy	R
Kelvins	kg mol	J	8314.47
		cal _{IT}	1.9859×10^3
		cal	1.9873×10^3
		m ³ -atm	82.056×10^{-3}
Degrees Rankine	g mol	cm ³ -atm	82.056
	lb mol	Btu	1.9858
		ft-lb _f	1545.3
		Hp-h	7.8045×10^{-4}
		kWh	5.8198×10^{-4}

CONVERSION FACTORS AND CONSTANTS OF NATURE

To convert from	To	Multiply by†
acre	ft ²	43,560*
	m ²	4046.85
atm	N/m ²	$1.01325* \times 10^5$
	lb _f /in. ²	14.696
Avogadro number	particles/g mol	6.022169×10^{23}
	barrel (petroleum)	ft ³
bar	gal (U.S.)	42*
	m ³	0.15899
	N/m ²	$1* \times 10^5$
Boltzmann constant	lb _f /in. ²	14.504
	J/K	1.380622×10^{-23}
Btu	cal _{IT}	251.996
	ft-lb _f	778.17
	J	1055.06
	kWh	2.9307×10^{-4}
	Btu/lb	cal _{IT} /g
Btu/lb-°F	cal _{IT} /g-°C	1*
Btu/ft ² -h	W/m ²	3.1546
Btu/ft ² -h-°F	W/m ² -°C	5.6783
Btu-ft/ft ² -h-°F	kcal/m ² -h-K	4.882
	W-m/m ² -°C	1.73073
	kcal/m-h-K	1.488

(Continued)

To convert from	To	Multiply by†
cal _{IT}	Btu	3.9683×10^{-3}
	ft-lb _f	3.0873
	J	4.1868*
cal	J	4.184*
cm	in.	0.39370
	ft	0.0328084
cm ³	ft ³	3.531467×10^{-5}
	gal (U.S.)	2.64172×10^{-4}
cP (centipoise)	kg/m-s	$1* \times 10^{-3}$
	lb/ft-h	2.4191
	lb/ft-s	6.7197×10^{-4}
cSt (centistoke)	m ² /s	$1* \times 10^{-6}$
faraday	C/g mol	9.648670×10^4
ft	m	0.3048*
ft-lb _f	Btu	1.2851×10^{-3}
	cal _{IT}	0.32383
	J	1.35582
ft-lb _f /s	Btu/h	4.6262
	hp	1.81818×10^{-3}
ft ² /h	m ² /s	2.581×10^{-5}
	cm ² /s	0.2581
ft ³	cm ³	2.8316839×10^4
	gal (U.S.)	7.48052
	L	28.31684
ft ³ -atm	Btu	2.71948
	cal _{IT}	685.29
	J	2.8692×10^3
ft ³ /s	gal (U.S.)/min	448.83
gal (U.S.)	ft ³	0.13368
	in. ³	231*
gravitational constant	N-m ² /kg ²	6.673×10^{-11}
gravity acceleration, standard	m/s ²	9.80665*
h	min	60*
	s	3600*
	Btu/h	2544.43
hp	kW	0.74624
	kW/m ³	0.197
hp/1000 gal	cm	2.54*
in.	cm ³	16.3871
in. ³	erg	$1* \times 10^7$
J	ft-lb _f	0.73756
	lb	2.20462
kg	Btu	3412.1
kWh	m ³	$1* \times 10^{-3}$
L	kg	0.45359237*
lb	kg/m ³	16.018
	g/cm ³	0.016018
lb/ft ³	N/m ²	6.89473×10^3
	kg mol/m ² -s	1.3562×10^{-3}
lb _f /in. ²	g mol/cm ² -s	1.3562×10^{-4}
lb mol/ft ² -h	m/s	2.997925×10^8
light, speed of		

To convert from	To	Multiply by†
m	ft	3.280840
	in.	39.3701
m ³	ft ³	35.3147
	gal (U.S.)	264.17
N	dyn	1* × 10 ⁵
	lb _f	0.22481
N/m ²	lb _f /in. ²	1.4498 × 10 ⁻⁴
Planck constant	J-s	6.626196 × 10 ⁻³⁴
proof (U.S.)	percent alcohol by volume	0.5
ton (long)	kg	1016
	lb	2240*
ton (short)	lb	2000*
ton (metric)	kg	1000*
	lb	2204.6
yd	ft	3*
	m	0.9144*

† Values that end in an asterisk are exact, by definition.

Keadaan Standard Biasa bagi Gas Unggul

Sistem	T	p	\hat{V}
SI	273.15K	101.325 kPa	22.415 m ³ /kg mol
Universal scientific	0.0°C	760 mm Hg	22.415 liters/g mol
Natural gas industry	60.0°C	14.696 psia (15.0°C)	379.4 ft ³ /lb mol (101.325 kPa)
American engineering	32°F	1 atm	359.05 ft ³ /lb mol

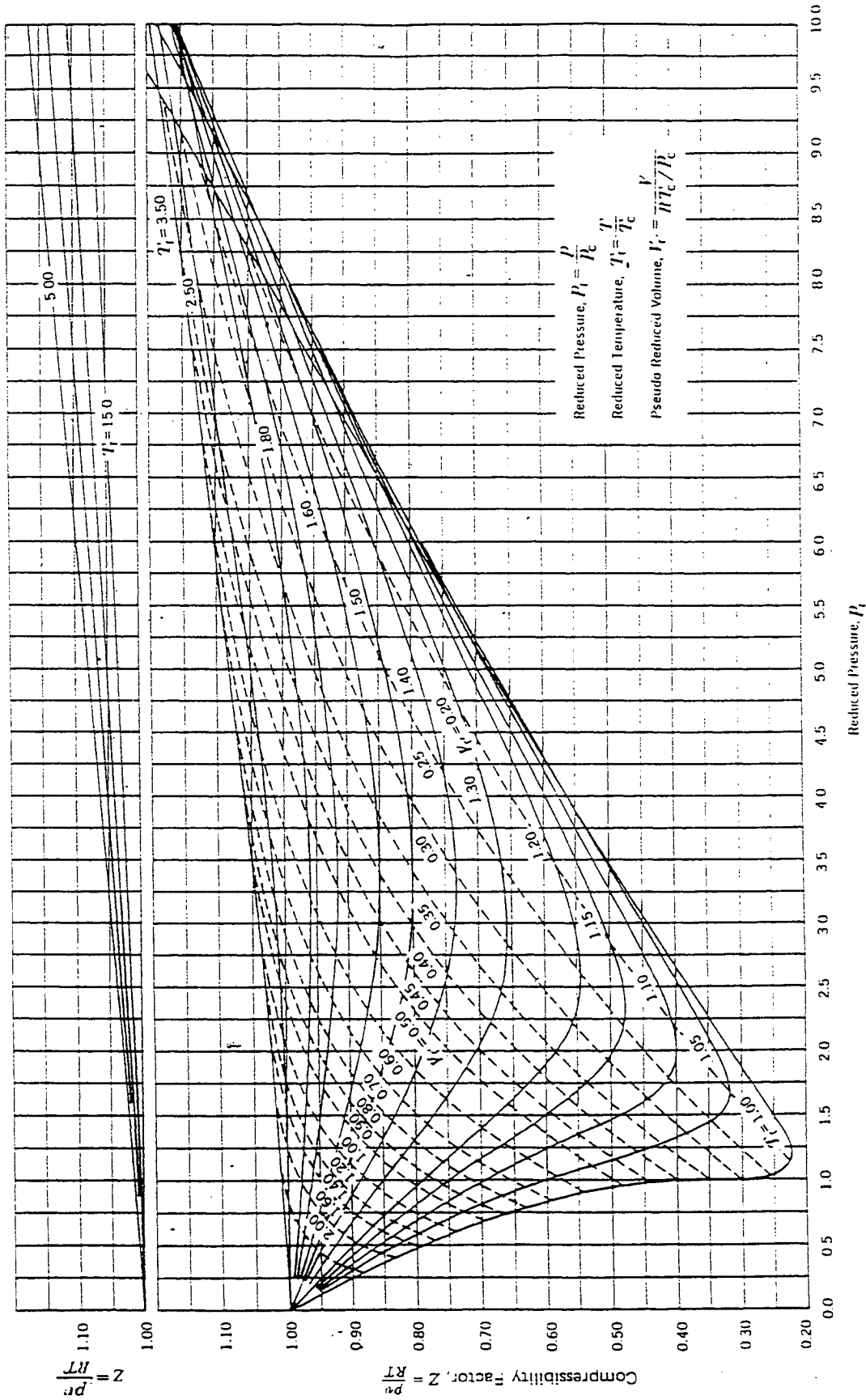


FIGURE Compressibility factors for reduced pressures 0 to 10.0. (Courtesy of Leonard C. Nelson and Edward F. Obert.)

