
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2001/2002

April 2002

IEK 101/3 – PENGHITUNGAN PROSES KIMIA

Masa: 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

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

...2/-

1. (a) Air cecair tepu pada suhu 180°C didikitkan dalam satu proses aliran mantap ke satu tekanan 350 kPa . Apakah kualiti bendalir tersebut selepas pendikitan?

(50 markah)

- (b) 10 g NaNO_3 dilarutkan ke dalam 50 g air pada 30°C untuk membentuk satu larutan akeus. Ketumpatan larutan tersebut pada 30°C ialah 1.110 g/cm^3 . Hitungkan kepekatan larutan ini dalam

- (i) wt% (peratus berat);
 (ii) kemolalan (mol/kg);
 (iii) kemolaran (mol/L);
 (iv) pecahan mol.

(50 markah)

2. (a) 16 kg metana (CH_4) dibakar dengan 300 kg udara di dalam satu relau.

Kirakan

- (i) peratus kelebihan udara;
 (ii) komposisi gas keluar dari relau.

Berat molekul untuk udara boleh diambil sebagai 28.96 .

(50 markah)

- (b) Hitungkan entalpi dalam unit kJ/kg bagi $1\text{ kg H}_2\text{O}$ dalam keadaan berikut:

- (i) 350 kPa , 90°C , $C_p = 4180\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$;
 (ii) 232.1 kPa , 125°C , $q = 0.92$;
 (iii) 700 kPa , 215°C , $C_p = 2265.6\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$;
 (iv) 800 kPa , 50° superpanas, $C_p = 2265.6\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$.

(50 markah)

...3/-

3. (a) Sulfur dioksida boleh dihasilkan dari tindak balas berikut:



Untuk menghasilkan 32 kg sulfur dioksida,

- (i) berapa kg kuprum diperlukan?
 (ii) berapa kg larutan 95% H_2SO_4 diperlukan?

(40 markah)

- (b) Dalam proses LeBlanc untuk menghasilkan abu-soda, natrium sulfat dipanaskan dengan arang batu dan kalsium karbonat. Abu-hitam terhasil mengandungi

Na_2CO_3	43% (berat)
Bahan terlarutkan lain	4%
Bahan takterlarutkan (arang, CaS, etc)	53%

Abu-hitam ini akan diolahkan dengan air untuk mengekstrakkan Na_2CO_3 . Sisa pepejal selepas pengekstrakan mempunyai komposisi seperti berikut:

Na_2CO_3	4.5%
Bahan terlarutkan lain	0.5%
Bahan takterlarutkan	85%
Air	10%

Untuk mengolahkan 1000 kg abu-hitam,

- (i) hitungkan berat sisa pepejal selepas diolahkan dengan air;
 (ii) hitungkan berat natrium karbonat yang telah diekstrakkan.

(60 markah)

... 4/-

4. (a) Muatan haba bagi karbon monoksida ialah

$$C_p = 6.395 + 6.77 \times 10^{-4}T + 1.3 \times 10^{-7}T^2$$

di mana unit untuk $C_p = \text{cal/g-mol-}^\circ\text{C}$, $T = ^\circ\text{C}$.

Hitungkan perubahan entalpi bagi 5 kg-mol CO disejukkan dari 927°C ke 327°C .

(30 markah)

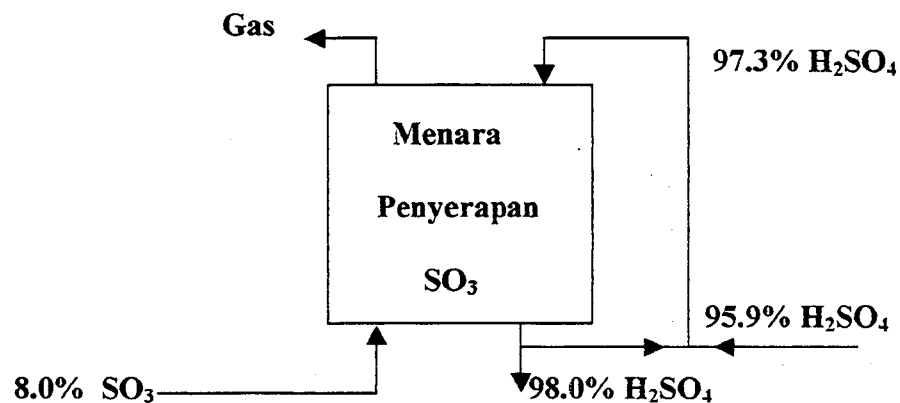
- (b) Suatu gas asli yang mengandungi 92% CH_4 , 6.5% C_2H_6 dan 1.5% C_3H_8 dibakar dengan 40% kelebihan udara di dalam satu kamar pembakaran. Apakah analisis (peratus mol) bagi gas serombong kering?

(70 markah)

5. Suatu kilang asid sulfurik sentuhan dikehendaki menghasilkan asid sulfurik kepekatannya 98.0% (berat). Suatu gas yang mengandungi 8.00% mol SO_3 (bakinya bahan lengai) memasuki menara penyerapan SO_3 pada kadar 28 kg-mol sejam. 98.5% SO_3 daripadanya adalah diserapkan di dalam menara ini. Suatu arus 97.3% (berat) H_2SO_4 adalah dimasukkan dari bahagian atas menara dan larutan 95.9% (berat) H_2SO_4 dari menara pengeringan udara digunakan sebagai asid tambahan. Carta aliran untuk proses tersebut adalah seperti ditunjukkan. Hitungkan.

- (i) kg/hari larutan tambahan 95.9% H_2SO_4 yang dikehendaki;
 (ii) kg/hari larutan 97.3% H_2SO_4 yang dimasukkan dari bahagian atas menara;
 (iii) kg/hari larutan 98.0% H_2SO_4 yang dihasilkan.

(100 markah)



...5/-

6. (a) Udara dianggap mengandung 79% nitrogen dan 21% oksigen mengikut isipadu atau mol. Hitungkan ketumpatan udara ini dalam unit g/L pada suhu 25°C dan tekanan 740 mm Hg. Isipadu bagi satu mol gas pada STP (760 mm Hg, 273 K) ialah 22.41 L.
(25 markah)
- (b) Dalam satu proses untuk menghasilkan klorin, gas kering asid hidroklorik pada 1000 ft³/h, 450°F dan 750 mm Hg dimasukkan ke dalam reaktor. Oksigen dari udara dibekalkan 35% berlebihan. Tindak balas tersebut berjalan sehingga sempurna. Hasil-hasil tindak balas keluar pada 610°F dan 760 mm Hg. Hitungkan
- (i) lb O₂ dibekalkan ke dalam reaktor sejam;
 - (ii) komposisi gas-gas keluar;
 - (iii) kadar aliran volumetric gas-gas keluar, ft³/h.

Pada STP (760 mmHg, 492°R), isipadu bagi satu mol gas ialah 359 ft³.
(75 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, 1965, pp. 177-178.

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}
	cal _{IT} /g	0.55556
Btu/lb	cal _{IT} /g-°C	1*
Btu/lb-°F	W/m ²	3.1546
Btu/ft ² -h	W/m ² -°C	5.6783
Btu/ft ² -h-°F	kcal/m ² -h-K	4.882
Btu-ft/ft ² -h-°F	W-m/m ² -°C	1.73073
	kcal/m-h-K	1.488

(Continued)

...8/-

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}
	m ² /s	2.581×10^{-5}
ft ² /h	cm ² /s	0.2581
	cm ³	2.8316839×10^4
	gal (U.S.)	7.48052
ft ³ -atm	L	28.31684
	Btu	2.71948
	cal _{IT}	685.29
ft ³ /s	J	2.8692×10^3
	gal (U.S.)/min	448.83
	ft ³	0.13368
gal (U.S.)	in. ³	231*
	N-m ² /kg ²	6.673×10^{-11}
	m/s ²	9.80665*
gravitational constant	min	60*
gravity acceleration, standard	s	3600*
h	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
kg	lb	2.20462
	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		

(Continued)

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.