
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2001/2002

September 2001

IEK 101/3 – PENGHITUNGAN PROSES KIMIA

Masa : 3 jam

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

Jawab LIMA soalan. Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Satu campuran gas dari Padna Field, Louisiana mempunyai komposisi berikut:

<u>Komponen</u>	<u>% (isipadu)</u>	<u>Komponen</u>	<u>% (isipadu)</u>
CH ₄	87.09	C ₅ H ₁₂	0.46
C ₂ H ₆	4.42	C ₆ H ₁₄	0.29
C ₃ H ₈	1.60	C ₇ H ₁₆	0.06
i-C ₄ H ₁₀	0.40	N ₂	4.76
n-C ₄ H ₁₀	0.50	CO ₂	0.40
Jumlah = 100.00			

- (i) Hitungkan peratus berat bagi setiap komponen di dalam gas.
(ii) Hitungkan berat molekul purata gas.
(iii) Hitungkan isipadu spesifik bagi campuran gas pada 130 kPa dan 80°C.

(50 markah)

...3/-

- (b) Satu sampel gas asli pada 3500 kPa dan 120°C mempunyai komposisi berikut:

Komponen	berat, g	T _c , K	P _c , atm
CH ₄	100	191	45.8
C ₂ H ₆	240	305	48.2
C ₃ H ₈	150	370	42.1
N ₂	50	126	33.5

Dengan menggunakan kaedah pseudokritik di mana $T_{pc} = \sum y_i T_{ci}$,
 $P_{pc} = \sum y_i P_{ci}$, dapatkan ketumpatan sampel gas asli ini.

$$R = 82.06 \text{ atm-cm}^3/\text{g-mol-K} = 8.31 \text{ (kPa)m}^3/\text{kg-mol-K}$$

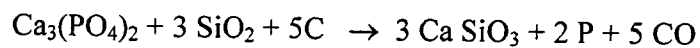
(50 markah)

2. Etana (C₂H₆) dibakar dengan 50% kelebihan udara. Peratusan penukaran etana ialah 90%. Daripada etana yang dibakar, 25% bertindak balas untuk membentuk CO dan bakinya membentuk CO₂. Hitungkan komposisi gas serombong dan nisbah air dengan gas serombong kering. Oksigen yang dikehendaki secara teoretis ialah oksigen yang dikehendaki untuk pembakaran sempurna.

(100 markah)

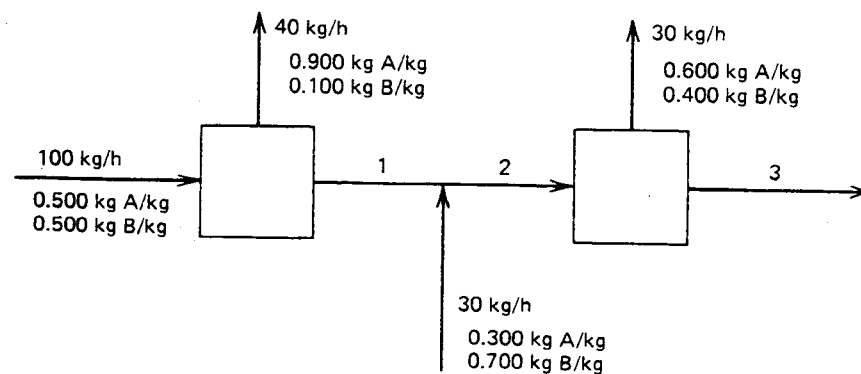
...4/-

3. (a) Fosforus (P) adalah disediakan dengan memanaskan suatu campuran kalsium fosfat [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$], pasir (SiO_2) dan arang (C) di dalam satu relau elektrik menurut tindak balas berikut. Silika (pasir) dibekalkan 10% kelebihan dan arang dibekalkan 40% kelebihan daripada yang dikehendaki secara teoretis.
- (i) Hitungkan komposisi bahan-bahan tindak balas yang dibekalkan mengikut berat.
- (ii) Hitungkan kg fosforus yang dihasilkan setiap 100 kg campuran dengan menganggapan bahawa penguraian fosfat ialah 90% sempurna.



(50 markah)

- (b) Proses yang ditunjukkan di bawah merupakan satu proses penyulingan dua-unit selanjur keadaan mantap. Setiap arus mengandungi dua komponen A dan B dalam kombinasi berlainan. Arus 1, 2, dan 3 mempunyai kadar aliran dan komposisi yang tidak ditunjukkan. Hitungkan kadar aliran dan komposisi di ketiga-tiga arus 1, 2 dan 3.



...5/-

4. (a) Stim basah pada 380°F memasuki satu kondenser. Hasil kondensasi (kondensat) keluar pada 180°F. Beratnya hasil kondensasi 6.5 lb. Air penyejuk sejumlah 400 lb memasuki kondenser pada 60°F dan keluar pada 80°F. Apakah kualiti stim basah itu? Muatan haba bagi air ialah 1 Btu/lb°F.

(50 markah)

- (b) Muatan haba bagi ammonia ialah

$$C_p = 34.5864 + 0.035668T - 7.9955 \times 10^{-6}T^2$$

Unit untuk C_p ialah J/g-mol-°C dan untuk T ialah °C. Hitungkan perubahan entalpi bagi 7 kg mol NH_3 yang disejukkan dari 827°C ke 227°C.

(50 markah)

5. (a) Gas sulfur dioksida dibakar dengan 100% kelebihan udara. Darjah penukaran ke SO_3 ialah 80%. Gas-gas memasuki pada 300°C dan keluar pada 500°C. Berapa kcal akan diserapkan per kg-mol SO_2 yang dibekalkan?



$$Q = \Delta H = \Sigma H_p + \Delta H_{25} - \Sigma H_R$$

(60 markah)

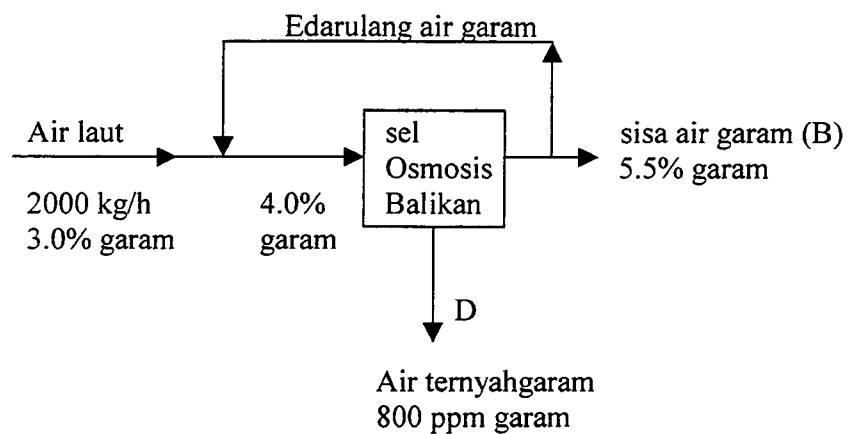
...6/-

- (b) Stim pada 140 psi dengan 80°F derajat superpanas memasuki satu turbin pada kadar 5000 lb/h. Turbin tersebut beroperasi secara adiabatik. Stim yang keluar dari turbin adalah tepu pada 15 psi. Hitungkan kerja dibuat oleh turbin dalam unit ft-lb_f.

(40 markah)

6. (a) Air laut akan dinyahgaram melalui osmosis balikan seperti ditunjukkan. Dengan data yang diberi, tentukan

- (i) kadar penyingkiran air garam sisa (B);
 (ii) kadar penghasilan air ternyahgaram (D).



(30 markah)

...7/-

- (b) 1.5 kg-mol sejam HCl gas disuapkan ke dalam satu kamar pembakaran di mana ia bertindak balas dengan oksigen dari udara yang dibekalkan 70% kelebihan untuk menghasilkan gas klorin dan wap air. Tindak balas adalah sempurna dan hasil-hasil keluar dari kamar pembakaran pada 750 mm Hg dan 320°C. Hitungkan
- (i) kg O₂ yang disuapkan ke dalam kamar pembakaran sejam;
 - (ii) komposisi gas-gas yang meninggalkan kamar pembakaran;
 - (iii) kadar aliran volumetrik campuran gas hasil.

(70 markah)

Isipadu bagi 1 gmol gas pada STP = 22.414 L
Isipadu bagi 1 kg-mol gas pada STP = 22.414 m³
Isipadu bagi 1 lb-mol gas pada STP = 359 lt³

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	5.6146
	gal (U.S.)	42*
	m ³	0.15899
bar	N/m ²	$1* \times 10^5$
	lb _f /in. ²	14.504
Boltzmann constant	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	0.55556
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

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
ft ³	gal (U.S.)	7.48052
	L	28.31684
	Btu	2.71948
ft ³ -atm	cal _{IT}	685.29
	J	2.8692×10^3
	gal (U.S.)/min	448.83
ft ³ /s	ft ³	0.13368
	in. ³	231*
gal (U.S.)	N-m ² /kg ²	6.673×10^{-11}
	m/s ²	9.80665*
gravitational constant	min	60*
	s	3600*
gravity acceleration, standard	Btu/h	2544.43
	kW	0.74624
h	kW/m ³	0.197
hp	cm	2.54*
	cm ³	16.3871
hp/1000 gal	erg	$1* \times 10^7$
	ft-lb _f	0.73756
in.	lb	2.20462
	Btu	3412.1
in. ³	m ³	$1* \times 10^{-3}$
	kg	0.45359237*
J	kg/m ³	16.018
	g/cm ³	0.016018
kg	N/m ²	6.89473×10^3
	kg mol/m ² -s	1.3562×10^{-3}
kWh	g mol/cm ² -s	1.3562×10^{-4}
	m/s	2.997925×10^8
L		
lb		
lb/ft ³		
lb _f /in. ²		
lb mol/ft ² -h		
light, speed of		

To convert from	To	Multiply by†
m	ft	3.280840
m ³	in.	39.3701
	ft ³	35.3147
N	gal (U.S.)	264.17
	dyn	1* × 10 ⁵
N/m ²	lb _f	0.22481
	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
ton (short)	lb	2240*
	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.

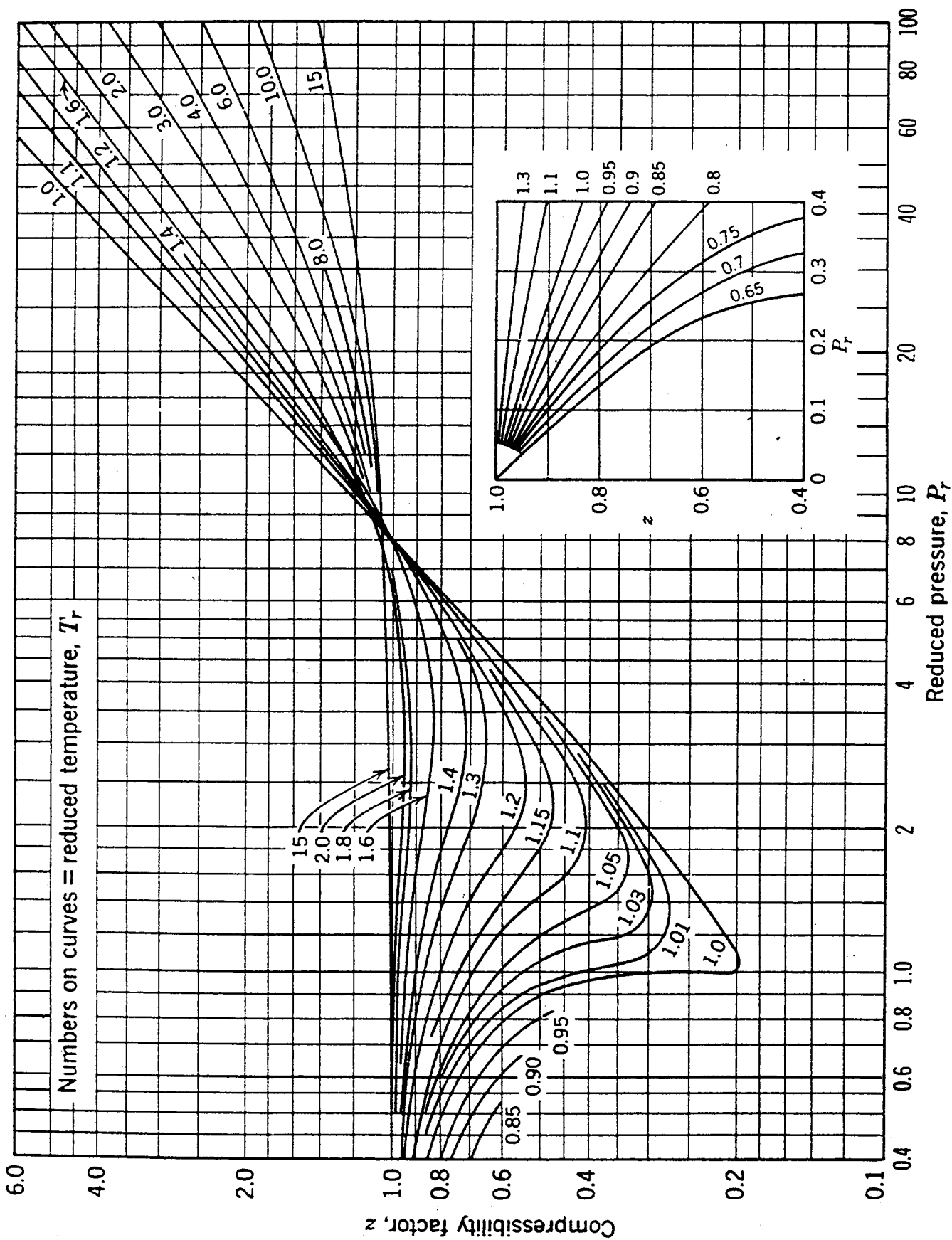


FIG. The compressibility chart.

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
Cesium	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.

TABLE EMPIRICAL CONSTANTS FOR MOLAL HEAT CAPACITIES OF GASES AT
CONSTANT PRESSURE ($p = 0$)

$$c_p = a + bT + cT^2, \text{ where } T \text{ is in degrees Kelvin; g-cal/(g-mole) (K)}$$

Temperature range 300 to 1500 K

Gas	a	b(10 ⁴)	c(10 ⁶)
H ₂	6.946	-0.196	0.4757
N ₂	6.457	1.389	-0.069
O ₂	6.117	3.167	-1.005
CO	6.350	1.811	-0.2675
NO	6.440	2.069	-0.4206
H ₂ O	7.136	2.640	0.0459
CO ₂	6.339	10.14	-3.415
SO ₂	6.945	10.01	-3.794
SO ₃	7.454	19.13	-6.628
HCl	6.734	0.431	+0.3613
C ₂ H ₆	2.322	38.04	-10.97
CH ₄	3.204	18.41	-4.48
C ₂ H ₄	3.019	28.21	-8.537
Cl ₂	7.653	2.221	-0.3733
Air	6.386	1.762	-0.2656
NH ₃ *	5.92	8.963	-1.764

TABLE MEAN MOLAL HEAT CAPACITIES OF GASES BETWEEN 25 AND
t° C ($p = 0$)
g-cal/(g-mole) (K⁻¹)

t	H ₂	N ₂	CO	Air	O ₂	NO	H ₂ O	CO ₂	HCl	Cl ₂	CH ₄	SO ₂	C ₂ H ₆	SO ₃	C ₂ H ₄
25	6.894	6.961	6.965	6.972	7.017	7.134	8.024	8.884	6.96	8.12	8.55	9.54	10.45	12.11	12.63
100	6.924	6.972	6.983	6.996	7.083	7.144	8.084	9.251	6.97	8.24	8.98	9.85	11.35	12.84	13.76
200	6.957	6.996	7.017	7.021	7.181	7.224	8.177	9.701	6.98	8.37	9.62	10.25	12.53	13.74	15.27
300	6.970	7.036	7.070	7.073	7.293	7.252	8.215	10.108	7.00	8.48	10.29	10.62	13.65	14.54	16.72
400	6.982	7.089	7.136	7.152	7.406	7.301	8.409	10.462	7.02	8.55	10.97	10.94	14.67	15.22	18.11
500	6.995	7.159	7.210	7.225	7.515	7.389	8.539	10.776	7.06	8.61	11.65	11.22	15.60	15.82	19.39
600	7.011	7.229	7.289	7.299	7.616	7.470	8.678	11.053	7.10	8.66	12.27	11.45	16.45	16.33	20.58
700	7.032	7.298	7.365	7.374	7.706	7.549	8.816	11.303	7.15	8.70	12.90	11.66	17.22	16.77	21.68
800	7.060	7.369	7.443	7.447	7.792	7.630	8.963	11.53	7.21	8.73	13.48	11.84	17.95	17.17	22.72
900	7.076	7.443	7.521	7.520	7.874	7.708	9.109	11.74	7.27	8.77	14.04	12.01	18.63	17.52	23.69
1000	7.128	7.507	7.587	7.593	7.941	7.773	9.246	11.92	7.33	8.80	14.56	12.15	19.23	17.86	24.56
1100	7.169	7.574	7.653	7.660	8.009	7.839	9.389	12.10	7.39	8.82	15.04	12.28	19.81	18.17	25.40
1200	7.209	7.635	7.714	7.719	8.068	7.898	9.524	12.25	7.45	8.94	15.49	12.39	20.33	18.44	26.15
1300	7.252	7.692	7.772	7.778	8.123	7.952	9.66	12.39							
1400	7.288	7.738	7.818	7.824	8.166	7.994	9.77	12.50							
1500	7.326	7.786	7.866	7.873	8.203	8.039	9.89	12.69							
1600	7.386	7.844	7.922	7.929	8.269	8.092	9.95	12.75							
1700	7.421	7.879	7.958	7.965	8.305	8.124	10.13	12.70							
1800	7.467	7.924	8.001	8.010	8.349	8.164	10.24	12.94							
1900	7.505	7.957	8.033	8.043	8.383	8.192	10.34	13.01							
2000	7.543	7.994	8.069	8.081	8.423	8.225	10.43	13.10							
2100	7.588	8.028	8.101	8.115	8.460	8.255	10.52	13.17							
2200	7.624	8.054	8.127	8.144	8.491	8.277	10.61	13.24							