

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA
Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1986/87

EBS 114 KIMIA AM II

Tarikh: 8 April 1987

Masa: 9.00 pagi - 12.00 t/hari
(3 jam)

ARAHAN KEPADA CALON

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS (12) mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab sebarang LIMA(5) soalan.

Semua jawapan MESTILAH dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

Semua jawapan MESTILAH dijawab dimukasurat yang baru.

Kertas soalan ini mengandungi TUJUH (7) soalan.

...2/-

1. (a) Terbitkan dari Hukum Pertama Termodinamik dan takrifan yang sehubungan dengannya:

$$C_V = -\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_U$$

(4 markah)

- (b) Suatu gas unggul menjalani pengembangan isoterma terbalikkan dari isipadu awal V_1 ke isipadu akhir $10V_1$. Kerja yang dilakukan dalam proses ini adalah 10 kJ. Tekanan awal adalah 1×10^7 Pa.

Kirakan

i) V_1

- ii) suhu pada mana proses ini berlangsung jika 2 mol gas digunakan.

(7 markah)

- (c) 5 g pepejal karbon dioksida dibiarkan menguap di dalam satu bekas berisipadu 100 cm^3 yang mana suhu dikekalkan pada 25° C . Kirakan kerja yang dilakukan apabila sistem mengembang pada 1 atm secara (a) isoterma terhadap tekanan 1 atm
(b) isoterma dan terbalikkan.

(9 markah)

2. Diberikan maklumat berikut:-

haba pembentukan pada 298 K:

CO_2 (g)	-94.0 kkal
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (c)	-116.4 kkal
H_2O (g)	-57.8 kkal

...3/-

haba pembakaran CH_4 (g) $-192.7 \text{ kkal mol}^{-1}$

haba pengwapan H_2O pada 100°C $9.4 \text{ kkal mol}^{-1}$

Nilai C_p (dalam $\text{kal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$):

$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ (g) 12.5

CO_2 (g) 7.5

H_2O (g) 7.3

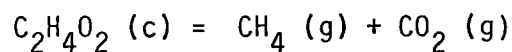
H_2O (c) 18.0

CH_4 (g) 9.0

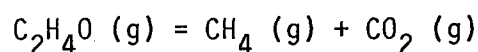
Kirakan,

(a) Haba pembentukan $\text{H}_2\text{O}(c)$ pada 298 K

(b) $\Delta H_{298\text{K}}$ bagi tindakbalas



(c) suhu pada mana ΔH untuk tindakbalas



adalah sifar.

$$\Delta H_{298\text{K}} = -4.0 \text{ kkal.}$$

(20 markah)

3. (a) HA ialah suatu asid yang mempunyai berat molekul 88. Apabila 2.73 g HA dilarutkan di dalam air untuk menjadikan isipadu 100 ml, pH larutan menjadi 4.65. Kirakan pemalar pengionan HA.

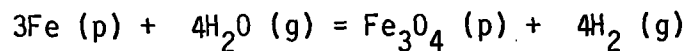
(5 markah)

...4/-

- (b) Asid sulfurus, H_2SO_3 adalah asid diprotik dengan $K_1 = 1.7 \times 10^{-2}$ dan $K_2 = 6.5 \times 10^{-8}$. Hitunglah kepekatan tiap-tiap spesi yang ada dalam 0.020M asid sulfurus tersebut, juga kiralah pH dan peratus penguraiannya pada peringkat pertama dan kedua.

(15 markah)

4. (a) Untuk tindakbalas



didapati bahawa jika tekanan separa wap air itu 10 atm, maka pada 900°C , jumlah tekanan gas-gas yang berada dalam keseimbangan adalah 24.2 atm. Hitung K_p dan jumlah peratus wap air yang ditukarkan ke H_2 (g) pada 1 atm apabila wap tersebut dilalukan pada besi yang bersuhu 900°C .

(15 markah)

- (b) Suatu larutan mempunyai kepekatan-kepekatan seperti berikut:

$$[\text{Cl}^-] = 1.5 \times 10^{-1} \text{ mol l}^{-1}$$

$$[\text{Br}^-] = 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol l}^{-1}$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = 1.9 \times 10^{-2} \text{ mol l}^{-1}$$

Larutan AgNO_3 (100% terurai) ditambahkan kepada larutan di atas setitis demi setitis. Garam argentum manakah yang akan dimendakan terlebih dahulu?

Data:

$$K_{sp} (\text{AgCl}) = 1.5 \times 10^{-2} \text{ mol}^2 \text{ l}^{-2}$$

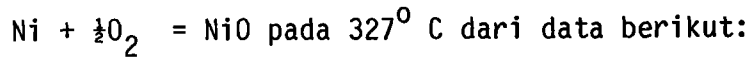
$$K_{sp} (\text{AgBr}) = 5.0 \times 10^{-13} \text{ mol}^2 \text{ l}^{-2}$$

$$K_{sp} (\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1.9 \times 10^{-12} \text{ mol}^3 \text{ l}^{-3}$$

(5 markah)

...5/-

5. Kirakan perubahan tenaga bebas piawai bagi tindakbalas



$$H_{298\text{K}}^{\circ} (\text{NiO}) = -241.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$S_{298\text{K}}^{\circ} (\text{Ni}) = 29.9 \text{ J mol}^{-1}$$

$$S_{298\text{K}}^{\circ} (\text{O}_2) = 205.9 \text{ J mol}^{-1}$$

$$S_{298\text{K}}^{\circ} (\text{NiO}) = 38.22 \text{ J mol}^{-1}$$

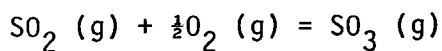
$$C_p (\text{Ni}) = 25.33 + 43.85 \times 10^{-6} T^2 - 2.5 \times 10^{-3} T \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$C_p (\text{O}_2) = 30.07 + 4.2 \times 10^{-3} T - 1.68 \times 10^{-5} T^2 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$C_p (\text{NiO}) = 54.22 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

(20 markah)

6. Daripada jadual termodinamik (disertakan dalam lampiran I) kira haba tindakbalas pada 298K dan 500K bagi



Data: Nilai C_p ($\text{JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)

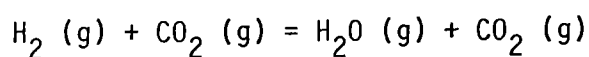
$$C_p (\text{SO}_3) = 53.13 + 2.69 \times 10^{-2} T$$

$$C_p (\text{SO}_2) = 47.88 + 7.31 \times 10^{-3} T - 8.59 \times 10^{-5} T^2$$

$$C_p (\text{O}_2) = 31.58 + 3.40 \times 10^{-3} T - 37.8 \times 10^{-4} T^2$$

(20 markah)

7. (a) Tindakbalas



...6/-

adalah satu tindakbalas eksotermik. Tunjukkan bagaimana

- i) penambahan CO_2
- ii) penambahan H_2O
- iii) kenaikan suhu, dan
- iv) pengurangan isipadu bekas

memberi kesan ke atas kepekatan H_2 dalam sistem tersebut yang berada dalam keadaan keseimbangan.

(8 markah)

(b) Bagi suatu larutan NaHCO_3 , tunjukkan bahawa

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = \frac{[\text{HCO}_3^-] \text{Ka}_2 + \text{K}_w}{\left(1 + \frac{[\text{HCO}_3^-]}{\text{Ka}_1} \right)}$$

di mana Ka_1 dan Ka_2 ialah masing-masing pemalar pengionan asid karbonik yang pertama dan kedua, manakala K_w adalah pemalar pengionan air.

(12 markah)

oooo0oooo

**Thermodynamic Data of Selected Elements and Inorganic Compounds
at 298.15 K and 1 atm***
Lampiran I

Substance	State	ΔH° (kJ mol ⁻¹)	ΔG° (kJ mol ⁻¹)	\bar{S}° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	\bar{C}_p° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
Ag	s	0	0	42.71	25.49
Ag ⁺	aq	105.90	77.11	73.93	37.66
AgCl	s	-127.04	-109.72	96.11	50.79
AgBr	s	-99.50	-95.94	107.11	52.38
AgI	s	62.38	-66.32	114.22	54.43
AgNO ₃	s	-123.14	-32.18	140.92	93.05
Al	s	0	0	28.32	24.34
Al ³⁺	aq	-524.67	-481.16	-313.38	
Al ₂ O ₃	s	-1669.79	-1576.41	50.99	78.99
Ar	g	0	0	154.74	20.79
As	s	0	0	35.15	24.98
AsO ₄ ³⁻	aq	-870.27	-635.97	-144.77	
AsH ₃	g	171.54			
H ₃ AsO ₄	s	-900.40			
Au	s	0	0	47.70	25.23
Au ₂ O ₃	s	80.75	163.18	125.52	
AuCl	s	-35.15			
AuCl ₃	s	-118.41			
B	s	0	0	6.53	11.97
B ₂ O ₃	s	1263.57	1184.07	54.02	62.26
H ₃ BO ₃	s	-1087.84	-963.16	89.58	82.05
	aq	-1067.76	-963.32	159.83	
Ba	s	0	0	66.94	26.36
Ba ²⁺	aq	-538.36	-560.66	12.55	
BaO	s	-558.15	-528.44	70.29	47.45
BaCl ₂	s	-860.06	-810.86	125.52	75.31
BaSO ₄	s	-1464.4	-1353.11	132.21	101.75
BaCO ₃	s	-1218.80	-1138.88	112.13	85.35
Be	s	0	0	9.54	17.82
BeO	s	-610.86	-581.58	14.10	25.40
Br ₂	l	0	0	152.30	
Br	aq	-120.92	102.82	80.71	-128.45
HBr	g	-36.23	-53.22	198.48	29.12
C	s	0	0	5.69	8.64
	(graphite)				
	s	1.90	2.87	2.44	6.06
	(diamond)				
CO	g	-110.52	-137.27	197.91	29.14
CO ₂	g	-393.51	-394.38	213.64	37.13
	aq	-412.92	-386.23	121.34	
CO ₃ ²⁻	aq	-676.26	-528.10	-53.14	
HCO ₃	aq	-691.11	-587.06	94.98	
H ₂ CO ₃	aq	-699.65	-623.17	187.44	
CS ₂	g	115.27	65.06	237.82	45.65
	l	87.86	63.60	151.04	75.73
HCN	aq	105.44	112.13	128.87	

* The following data are taken from *Selected Values of Chemical Thermodynamic Properties*, by F. D. Rossini et al., published by the National Bureau of Standards (NBS Circular 500), 1952, and NBS Technical Notes 270-3 (1968) and 270-4 (1969), D. D. Wagman et al. (eds.). All data refer to 1 mole of material in the indicated state at 1 atm pressure and 298.15 K. The values for ions in aqueous solution (1 m), such as Li⁺(aq), are based on the convention that all the properties listed for H⁺(aq) are equal to zero. Thus, by adding values for neutral combinations of oppositely charged ions, one obtains correct values for salts in aqueous solution.

Substance	State	ΔH° (kJ mol ⁻¹)	ΔG° (kJ mol ⁻¹)	\bar{S}° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	\bar{C}_p° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
CN	aq	151.0	165.69	117.99	
CNO	aq	-140.16	-98.74	130.12	
NH ₄ HCO ₃	s	-852.28			
CO(NH ₂) ₂	s	-333.19	-197.15	104.6	93.14
	aq	-319.24	-203.84	173.85	
Ca	s	0	0	41.63	26.28
Ca ²⁺	aq	-542.96	-553.04	-55.23	
CaO	s	-635.55	-604.17	39.75	42.80
Ca(OH) ₂	s	-986.59	-896.76	76.15	84.52
CaF ₂	s	-1214.62	-1161.90	68.87	67.03
CaCl ₂	s	-794.96	-750.19	113.81	72.63
CaSO ₄	s	-1432.69	-1320.30	106.69	99.58
CaCO ₃	s	-1206.88	-1128.76	92.89	81.88
	(calcite)				
Cd	s	0	0	51.46	25.90
Cd ²⁺	aq	-72.38	-77.74	-61.09	
CdO	s	-254.64	-225.06	54.81	43.43
CdCl ₂	s	-389.11	-342.59	118.41	
CdSO ₄	s	-926.17	-820.2	137.24	
Cl ₂	g	0	0	222.95	33.93
HCl	g	-92.31	-95.27	186.68	29.12
Co	s	0	0	28.45	25.56
Co ²⁺	aq	-67.36	-51.46	155.23	
CoO	s	-239.32	-213.38	43.93	
Cr	s	0	0	25.77	23.35
Cr ²⁺	aq	-138.91			
Cr ₂ O ₃	s	-1128.43	-1046.84	81.17	118.74
CrO ₄ ²⁻	aq	-863.16	-706.26	38.49	
Cr ₂ O ₇ ²⁻	aq	-1460.63	-1257.29	213.80	
Cs	s	0	0	82.84	31.05
Cs ⁺	aq	-247.69	-282.04	133.05	
Cu	s	0	0	33.31	24.47
Cu ⁺	aq	51.88	50.21	-26.36	
Cu ²⁺	aq	64.39	64.98	98.74	
CuO	s	-155.23	-127.19	43.51	44.35
Cu ₂ O	s	-166.69	-146.36	100.83	69.87
CuCl	s	-134.73	-118.83	91.63	
CuCl ₂	s	-205.85			
CuS	s	-48.53	-48.95	66.53	47.82
CuSO ₄	s	-769.86	-661.91	113.39	100.83
F ₂	g	0	0	203.34	31.46
F	aq	-329.11	-276.48	-9.62	-123.43
HF	g	-268.61	-270.71	173.51	29.08
Fe	s	0	0	27.15	25.23
Fe ²⁺	aq	-87.86	-84.94	-113.39	
Fe ³⁺	aq	-47.70	-10.54	-293.30	
Fe ₂ O ₃	s	-822.16	-740.99	89.96	104.6
Fe(OH) ₂	s	-568.19	-483.55	79.50	
Fe(OH) ₃	s	-824.25			
H	g	-217.94	203.24	114.61	20.79
H ₂	g	0	0	130.59	28.84
H ⁺	aq	0	0	0	0

Substance	State	ΔH° (kJ mol ⁻¹)	ΔG° (kJ mol ⁻¹)	S° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	C_p (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
OH	aq	-229.94	-157.30	-10.54	-133.89
H ₂ O	g	-241.83	-228.60	188.72	33.58
H ₂ O	l	-285.84	-237.19	69.94	75.30
H ₂ O ₂	l	187.61	118.11		
H ₂ O ₂	aq	191.13			
He	g	0	0	126.05	20.79
Hg	l	0	0	77.40	27.82
Hg ²⁺	aq		-164.38		
HgO	s (red)	-90.71	-58.53	71.97	45.73
HgCl ₂	s	-230.12			
Hg ₂ Cl ₂	s	-264.93	-210.66	196.22	101.67
HgS	s (red)	-58.16	-48.83	77.82	
HgSO ₄	s	-704.17			
Hg ₂ SO ₄	s	-741.99	-623.92	200.75	132.01
I ₂	s	0	0	116.73	54.98
I	aq	55.94	51.67	109.37	-129.70
HI	g	25.94	1.30	206.33	29.16
K	s	0	0	63.60	29.16
K ⁺	aq	-251.21	-282.28	102.5	
K ₂ O	s	-361.50			
KOH	s	-425.85			
KCl	s	-435.87	-408.33	82.68	51.51
KClO ₃	s	-391.20	-289.91	142.97	100.25
KClO ₄	s	-433.46	-304.18	151.04	110.17
KBr	s	-392.17	-379.20	96.44	53.64
KI	s	-327.65	-322.29	104.35	55.06
KNO ₃	s	-492.71	-393.13	132.93	96.27
K ₂ CO ₃	s	-1146.12			
Kr	g	0	0	163.97	20.79
Li	s	0	0	28.03	23.64
Li ⁺	aq	-278.46	-293.80	14.23	
Li ₂ O	s	-595.80			
LiOH	s	-487.23	-443.92	50.21	
Mg	s	0	0	32.51	23.89
Mg ²⁺	aq	-461.96	-456.01	-117.99	
MgO	s	-601.83	-569.57	26.78	37.41
Mg(OH) ₂	s	-924.66	-833.75	63.14	77.03
MgCl ₂	s	-641.83	-592.33	89.54	71.30
MgSO ₄	s	-1278.21	-1173.61	91.63	96.27
MgCO ₃	s	-1112.94	-1029.26	65.69	75.52
Mn	s	0	0	31.76	26.32
Mn ²⁺	aq	-218.82	-223.43	-83.68	
Mn ³⁺	aq	-100.42			
MnO ₂	s	-520.91	-466.10	53.14	54.02
N ₂	g	0	0	191.49	29.12
N ₃	aq	245.18			
NH ₃	g	46.19	16.64	192.51	35.60
NH ₄ ⁺	aq	-132.80	-79.50	112.84	
NH ₄ Cl	s	-315.39	-203.89	94.56	84.10
NH ₄ OH	aq	-366.1	-263.76	181.17	68.62
N ₂ H ₄	l	50.42			
NO	g	90.37	86.69	210.62	29.86

Substance	State	ΔH° (kJ mol ⁻¹)	ΔG° (kJ mol ⁻¹)	S° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	\bar{C}_p° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
NO ₂	g	33.85	51.84	240.46	37.91
N ₂ O ₄	g	9.66	98.29	304.30	79.08
N ₂ O	g	81.56	103.60	219.99	38.70
HNO ₂	aq	-118.83	-53.64		
HNO ₃	l	-173.22	-79.9	155.60	109.87
NO ₃	aq	-206.57	-110.50	146.44	
Na	s	0	0	51.05	28.41
Na ⁺	aq	-239.66	-261.87	60.25	
Na ₂ O	s	-415.89	-376.56	72.80	68.20
NaCl	s	-411.00	-384.03	72.38	49.71
NaBr	s	-359.95			52.3
NaI	s	-288.03			54.39
Na ₂ SO ₄	s	-1384.49	-1266.83	149.49	127.61
NaNO ₃	s	-466.68	-365.89	116.32	93.05
Na ₂ CO ₃	s	-1130.94	-1047.67	135.98	110.50
NaHCO ₃	s	-947.68	-851.86	102.09	87.61
Ne	g	0	0	146.22	20.79
Ni	s	0	0	30.13	25.98
Ni ²⁺	aq	-64.02	-46.44	159.41	
NiO	s	-244.35	-216.31	38.58	44.35
Ni(OH) ₂	s	-538.06	-453.13	79.50	
O	g	247.52	230.10	160.95	21.91
O ₂	g	0	0	205.03	29.36
O ₃	aq	-12.09	16.32	110.88	167.4
	g	142.26	163.43	237.65	38.16
P	s	0	0	44.00	23.22
	(white)				
	s	-18.40	13.82	29.31	
	(red)				
PO ₄ ³⁻	aq	-1284.07	-1025.59	-217.57	
P ₂ O ₅ ⁴⁻	aq	-2275.68			
P ₄ O ₁₀	s	-3012.48			
PH ₃	g	9.25	18.24	210.04	
HPO ₄ ²⁻	aq	-1298.71	-1094.12	-35.98	
H ₂ PO ₄	aq	-1302.48	-1135.12	89.12	
H ₃ PO ₄	s	-1281.14			
H ₄ P ₂ O ₇	s	-2250.99			
Pb	s	0	0	64.89	26.82
Pb ²⁺	aq	1.63	24.31	21.34	
PbO	s	-217.86	-188.49	69.45	48.53
	(yellow)				
PbO ₂	s	-276.65	-218.99	76.57	64.43
PbCl ₂	s	-359.20	-313.97	136.40	76.99
PbS	s	-94.31	-92.68	91.21	49.50
PbSO ₄	s	-918.40	-811.24	147.28	104.18
Pi	s	0	0	41.84	26.57
PiCl ₄ ²⁻	aq	-516.31	-384.51	175.73	
Rb	s	0	0	69.45	30.42
Rb	aq	-246.44	-282.21	124.27	
S	s	0	0	31.88	22.59
	(rhomboh)				

Table A3.1 (cont.)

Substance	State	$\Delta\bar{H}^\circ$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta\bar{G}^\circ$ (kJ mol ⁻¹)	\bar{S}° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	\bar{C}_p° (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
	s (monoclinic)	0.30	0.10	32.55	23.64
SO ₂	g	-296.06	-300.37	248.52	39.79
SO ₃	g	-395.18	-370.37	256.22	50.63
SO ₃ ²⁻	aq	-624.25	-497.06	43.51	
SO ₄ ²⁻	aq	-907.51	-741.99	17.15	
H ₂ S	g	-20.15	-33.02	205.64	33.97
HSO ₃ ⁻	aq	-627.98	-527.31	132.38	
HSO ₄ ⁻	aq	-885.75	-752.87	126.86	
H ₂ SO ₄	l	-811.32			
SF ₆	g	-1096.21			
Se	s	0	0	42.44	25.36
SeO ₂	s	-225.35			
H ₂ Se	g	29.71	15.90	218.91	34.73
H ₂ SeO ₄	s	-530.11			
Si	s	0	0	18.70	19.87
SiO ₂	s (quartz)	-859.30	-805.00	41.84	44.43
Sr	s	0	0	54.39	25.10
Sr ²⁺	aq	-545.51	-557.31	39.33	
SrCl ₂	s	-828.43	-781.15	117.15	79.08
SrSO ₄	s	-1444.74	-1334.28	121.75	
SrCO ₃	s	-1218.38	-1137.63	97.07	81.42
W	s	0	0	33.47	24.98
WO ₃	s	-840.31	-763.45	83.26	81.50
WO ₄ ⁻	aq	-1115.45			
Xe	g	0	0	169.58	20.79
Zn	s	0	0	41.63	25.06
Zn ²⁺	aq	-152.42	-147.21	106.48	
ZnO	s	-347.98	-318.19	43.93	40.25
ZnCl ₂	s	-415.89	-369.26	108.37	76.57
ZnS	s	-202.92	-198.32	57.74	45.19
ZnSO ₄	s	-978.55	-871.57	124.68	117.15

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA
Pusat Pengajian Sains Kimia

Angkatap Asas dalam Kimia Fizik

<u>Simbol</u>	<u>Keterangan</u>	<u>Nilai</u>
N_A	Nombor Avogadro	$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
F	Angkatap Faraday	96,500 C mol ⁻¹ , atau coulomb per mol, elektron
e	Cas elektron	4.80×10^{-10} esu 1.60×10^{-19} C atau coulomb
m_e	Jisim elektron	9.11×10^{-28} g 9.11×10^{-31} kg
m_p	Jisim proton	1.67×10^{-24} g 1.67×10^{-27} kg
h	Angkatap Planck	6.626×10^{-27} erg s 6.626×10^{-34} J s
c	Halaju cahaya	3.0×10^{10} cm s ⁻¹ 3.0×10^8 m s ⁻¹
R	Angkatap gas	8.314×10^7 erg K ⁻¹ mol ⁻¹ 8.314 J K ⁻¹ mol ⁻¹ 82.05 cm ³ atm K ⁻¹ mol ⁻¹ 1.987 cal K ⁻¹ mol ⁻¹
k	Angkatap Boltzmann	1.380×10^{-16} erg K ⁻¹ molekul ⁻¹ 1.380×10^{-23} J K ⁻¹ molekul ⁻¹
g		981 cm s ⁻² 9.81 m s ⁻²
1 atm		76 cmHg 1.013 dyn cm ⁻² $101,325$ N m ⁻²
$2.303 \frac{RT}{F}$		0.0591 V, atau volt, pada 25 °C

Berat Atom yang Berguna

H = 1.0	C = 12.0	I = 126.9	Fe = 55.8
Br = 79.9	Cl = 35.5	Ag = 107.9	Pb = 207.0
Na = 23.0	K = 39.1	N = 14.0	Cu = 63.5
O = 16.0	S = 32.0		