คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบกลางภาค ประจำการศึกษาที่ 2 **ปีการศึกษา 2554**

วันศุกร์ที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2554 **เวลา : 9.00 – 12.00 น.**

วิชา : 237 – 321 Chemical Metallurgy **ห้อง : หัวหุ่นยนต์**

<u>คำสั่ง</u>

1. ทำทุกข้อในที่ว่างที่เว้นไว้ให้
2. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
3. อนุญาตให้นำเอกสารทุกชนิดเข้าห้องสอบได้

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ_____รหัส_____

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	36	
2	12	
3	5	
4	6	
5	8	
6	10	
7	8	
8	8	
9	20	
10	6	
11	25	
รวม	144	

รศ.ดร.พิษณุ บุญนวล
ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ_____รหัส_____

1. อธิบายสั้นๆ พอได้ใจความ

1.1 Endothermic reaction ต่างกับ Exothermic reaction อย่างไร (3 คะแนน)

1.2 นิยามของ Heat capacity กับ Net specific heat ต่างกันอย่างไร (3 คะแนน)

1.3 เตาเผาปูนขาวแบบเตาตั้งที่มีระบบป้อนถ่านหินแบบ Mixed feed (5 คะแนน)

1.4 Sintering(2 คะแนน)

1.5 Roast - sintering (2 คะแนน)

ชื่อ_____รหัส_____

1.6 Blast furnace (4 คะแนน)

1.7 Basic oxygen furnace (3 คะแนน)

1.8 Hydrometallurgy (2 คะแนน)

1.9 เตา AOD (4 คะแนน)

ชื่อ_____รหัส_____

1.10 กระบวนการผลิตแก้ว (3 คะแนน)

1.11 Kaldo process (2 คะแนน)

1.12 Submerged electric arc furnace (3 คะแนน)

2.จงคำนวณ อัตราการใช้ถ่านหิน (เมตริกตัน) ต่อเมตริกตันของปูนขาวในการผลิตปูนขาวแบบเตาตั้ง (Vertical shaft furnace) ตามข้อมูลต่อไปนี้ (12 คะแนน)

1. Net heating value ของถ่านหิน 5000 Kcal/kg
2. Heat efficiency 40%

ชื่อ_____รหัส_____

3.จงอธิบายข้อแตกต่างของ Hard-burned lime กับ Soft-burned lime (5 คะแนน)

4. จงอธิบายหลักการของ Gasifier และใช้สำหรับงานใดบ้าง (6 คะแนน)

5. จงคำนวณ Retention time ของ Rotary kiln ตามข้อมูลต่อไปนี้ และหากทดลองเผาปูนขาวจากหินปูนขนาด 1 นิ้ว ใช้เวลาประมาณ 45 นาทีจึงสุกเป็นปูนขาว ท่านคิดว่าจะปรับการทำงานของเตาอย่างไรให้เหมาะสม (8 คะแนน)

ขนาดเตา : เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 เมตร ยาว 40 เมตร

ความลาด : เตาเอียง 3 %

ความเร็วรอบ : 2 RPM

ชื่อ_____รหัส_____

6. จงอธิบาย วิธีการกำจัดมลทินในเหล็กกล้ามาโดยละเอียด (10 คะแนน)

ชื่อ_____รหัส_____

7. จงอธิบายถึงระบบการไหล (Flow pattern) หรือ Mixing ของ Material ในเตาถลุง ที่มีอยู่ 2 system มาเป็นข้อ พร้อมทั้งวาดรูปประกอบ (8 คะแนน)

8. ในกระบวนการ Roasting นั้น จงอธิบายเหตุผลที่จะต้องมีการระบายความร้อนในเตา (Bed cooling) โดยวาดรูป และยกตัวอย่างสมการเคมี ประกอบ (8 คะแนน)

ชื่อ_____รหัส_____

9. ในการผลิตปูนขาวโดยใช้เตาชนิดตามข้างล่างนี้นั้น จงอธิบายถึงแนวทางการเพิ่มกำลังการผลิต และ การลดต้นทุนด้านเชื้อเพลิงมาเป็นข้อๆ โดยวาดรูปประกอบให้เข้าใจ (20 คะแนน)

9.1 Rotary kiln

9.2 Vertical lime kiln

ชื่อ_____รหัส_____

10. ตาม Standard free energy diagram ที่ให้จงตอบคำถาม (แสดงให้เห็นวิธีที่อ่านในไดอะแกรมด้วย) (6 คะแนน)

ก) การผลิตปูนขาวในเตาเปิด หรือ กระทะเปิด ต้องใช้อุณหภูมิอย่างต่ำเท่าใด

_____

ข) หากในเตาตั้ง คุมค่า Partial pressure ของ CO_2 ที่ 1 atm ต้องใช้อุณหภูมิอย่างต่ำเท่าใด

_____

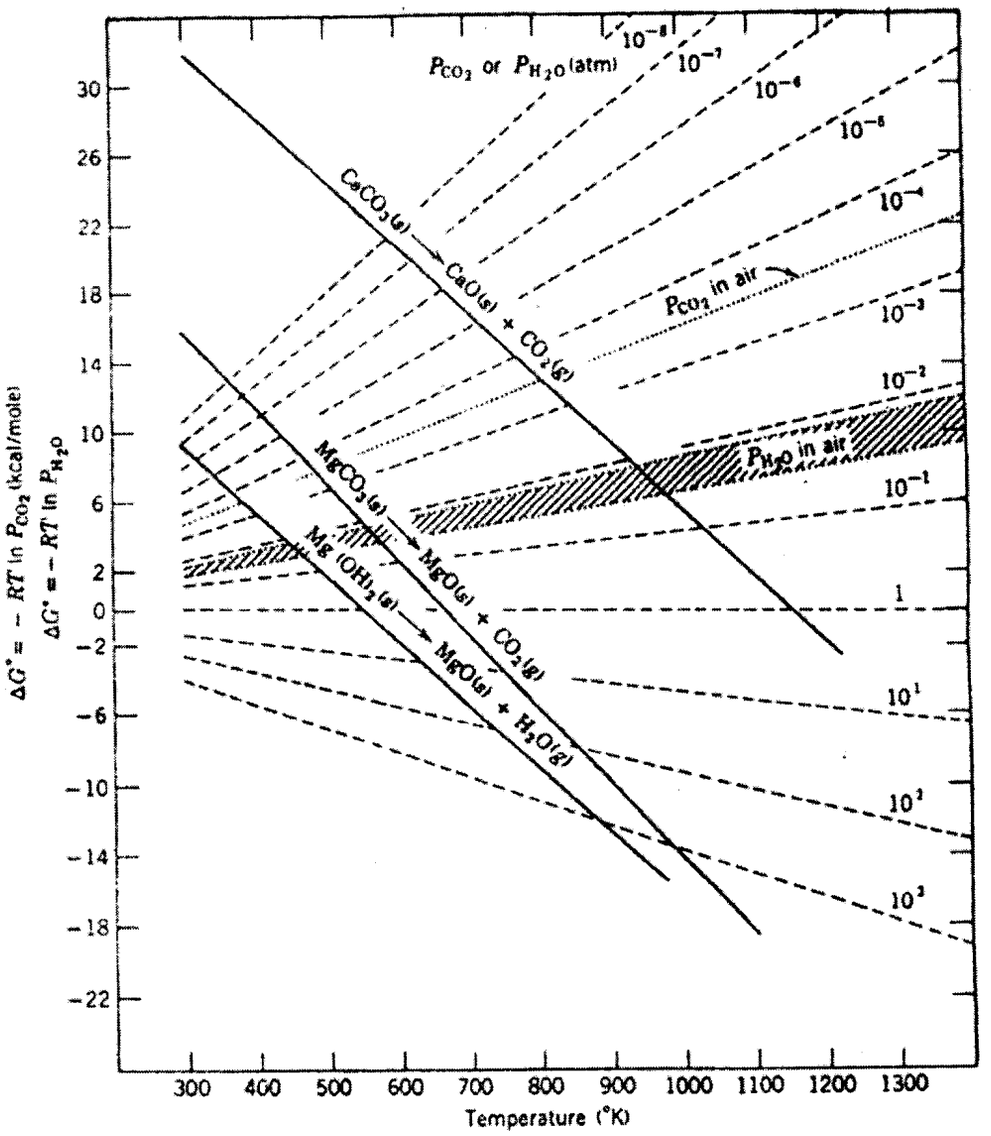


Fig. 9.22. Standard free energy of reaction as a function of temperature. The dashed lines are the equilibrium gas pressure above the oxide and carbonate (hydroxide).

ชื่อ_____รหัส_____

11. จงคำนวณ Heat and mass balance ของการเผาไหม้ของ NGV gas (CH_4) เพื่อนำความร้อนไปผลิตไอน้ำ ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. Excess oxygen 10%
2. เชื้อเพลิงเข้าเตาที่ 25 °C
3. อากาศเข้าเตาที่ 500 °C โดยเอา Hot exit gas มาอุ่นอากาศ
4. Exit gas ที่ไปอุ่นอากาศที่จะเข้าเตาแล้วจะออกจากระบบไปที่อุณหภูมิ 300 °C (25คะแนน)

ชื่อ_____รหัส_____

APPENDIX 2

Table of Constants and Useful Conversion Factors

Constants

Avogadro's number	N	$= 6{\cdot}02 \times 10^{23}$ mole^{-1}
Boltzmann's constant	k	$= 1{\cdot}38 \times 10^{-23}$ joule deg^{-1}
Electronic charge	e	$= 1{\cdot}60 \times 10^{-19}$ coulomb
Gas constant	$R = Nk$	$= 8{\cdot}314$ joule deg^{-1} mole^{-1}
		$= 1{\cdot}987$ cal deg^{-1} mole^{-1}
Faraday's constant	$F = Ne$	$= 96{,}494$ coulomb g-equiv^{-1}
		$= 23{,}066$ cal volt^{-1} g-equiv^{-1}
Gravitational constant	g	$= 980{\cdot}7$ cm sec^{-2}

Conversion Factors

1 atmosphere	$= 1{,}033{\cdot}2$ g cm^{-2}
	$= 14{\cdot}7$ lb in^{-2}
1 calorie	$= 4{\cdot}184$ joule
	$= 4{\cdot}184 \times 10^{7}$ erg
	$= 0{\cdot}00397$ B.Th.U
	$= 41{\cdot}293$ cc-atm
1 coulomb	$= 2{\cdot}78 \times 10^{-4}$ ampere-hr
1 electron-volt	$= 1{\cdot}60 \times 10^{-19}$ joule
1 electron-volt molecule^{-1}	$= 23{\cdot}05$ kcal mole^{-1}
1 gram-molecular volume	$= 22{\cdot}4$ litre at N.T.P.
1 cubic foot	$= 28{\cdot}3$ litre
1 pound	$= 453{\cdot}6$ g
1 mile	$= 1{\cdot}609$ kilometre
60 m.p.h.	$= 88$ ft sec^{-1}
$\log_e$ (ln)	$= 2{\cdot}303 \log_{10}$
$R \log_e$ (ln)	$4{\cdot}575 \log_{10}$

APPENDIX 3

Thermochemical Data

Heats of formation, transformation and fusion, and standard entropies

⟨⟩ Solid, ( ) Liquid, [ ] Gas.

Element or compound	Heat of formation $-\Delta H_{298}$ kcal mole^{-1}	Entropy of formation S_{298} cal deg^{-1} mole^{-1}	Transformation or fusion: Reaction	°C	L_t or L_f kcal mole^{-1}
⟨Ag⟩	0	10·2			
⟨AgCl⟩	30·3	23·0			
⟨Al⟩	0	6·77	S→L	659	2·5
⟨Al$_2$O$_3$⟩	400·0	12·2			
⟨Au⟩	0	11·32	S→L	1,063	3·05
⟨C⟩	0	1·361			
[CH$_4$]	17·89	44·5			
[CO]	26·40	47·3			
[CO$_2$]	94·05	51·1			
⟨Ca⟩	0	9·95	$S_\alpha \rightarrow S_\beta$	440	0·24
			$S_\beta \rightarrow L$	850	2·1
⟨CaO⟩	151·5	9·5			
⟨Cu⟩	0	12·3	S→L	321	1·53
[Cl]	0	53·3			
⟨Cu	0	7·18	S→L	1,495	3·75
⟨Cr	0	5·68	S→L	1,850	4·6
⟨Cr$_2$O$_3$⟩	270·0	19·4			
⟨Cu	0	7·97	S→L	1,083	3·1
⟨Cu$_2$O⟩	40·0	22·45			
⟨Fe	0	6·49	$S_\alpha \rightarrow S_\alpha$ mag. non-mag.	760	0·66
			$S_\alpha \rightarrow S_\gamma$ non-mag.	910	0·22
			$S \rightarrow S_\alpha$	1,404	0·21
			$S_\alpha \rightarrow L$	1,539	3·7
			S→L	1,378	4
⟨FeO⟩	63·2	14·05			
⟨Fe$_3$O$_4$⟩	266·9	36·2			
[H$_2$]	0	31·2			
[H$_2$O][HCl]	22·0	44·65			

<> Solid, () Liquid, [] Gas.

Element or compound	Heat of formation $-\Delta H_{298}$ kcal mole^{-1}	Entropy of formation S_{298} cal deg^{-1} mole^{-1}	Transformation or fusion: Reaction	°C	L_t or L_f kcal mole^{-1}
$\langle H_2O \rangle$			S→L	0	1·436
(H_2O)	68·32	16·75			
$[H_2O]$	57·80	45·1			
⟨Mn⟩	0	7·6	$S_\alpha \rightarrow S_\beta$	720	0·48
			$S_\beta \rightarrow S_\gamma$	1,100	0·55
			$S_\gamma \rightarrow S_\delta$	1,136	0·43
⟨Na⟩	0	12·3	S→L	97·8	0·63
⟨NaCl⟩	98·6	17·4			
$\langle Na_2O \rangle$	100·7	17·0			
⟨Ni⟩	0	7·12	S→L	1,455	4·22
$[O_2]$	0	49·02			
⟨Pb⟩	0	15·5	S→L	327	1·15
⟨PbO⟩	52·4	16·2			
⟨Si⟩	0	4·5	S→L	1,420	12·1
⟨Ti⟩	0	7·3	$S_\alpha \rightarrow S_\beta$	882	0·83
			$S_\beta \rightarrow L$	1,660	4·5
⟨Tl⟩	0	15·4	$S_\alpha \rightarrow S_\alpha$	234	0·09
			$S_\beta \rightarrow L$	304	1·03
⟨V⟩	0	7·0	S→L	1,860	4·5
⟨Zn⟩	0	9·95	S→L	419·5	1·74
$\langle ZnCl_2 \rangle$	99·5	25·9			

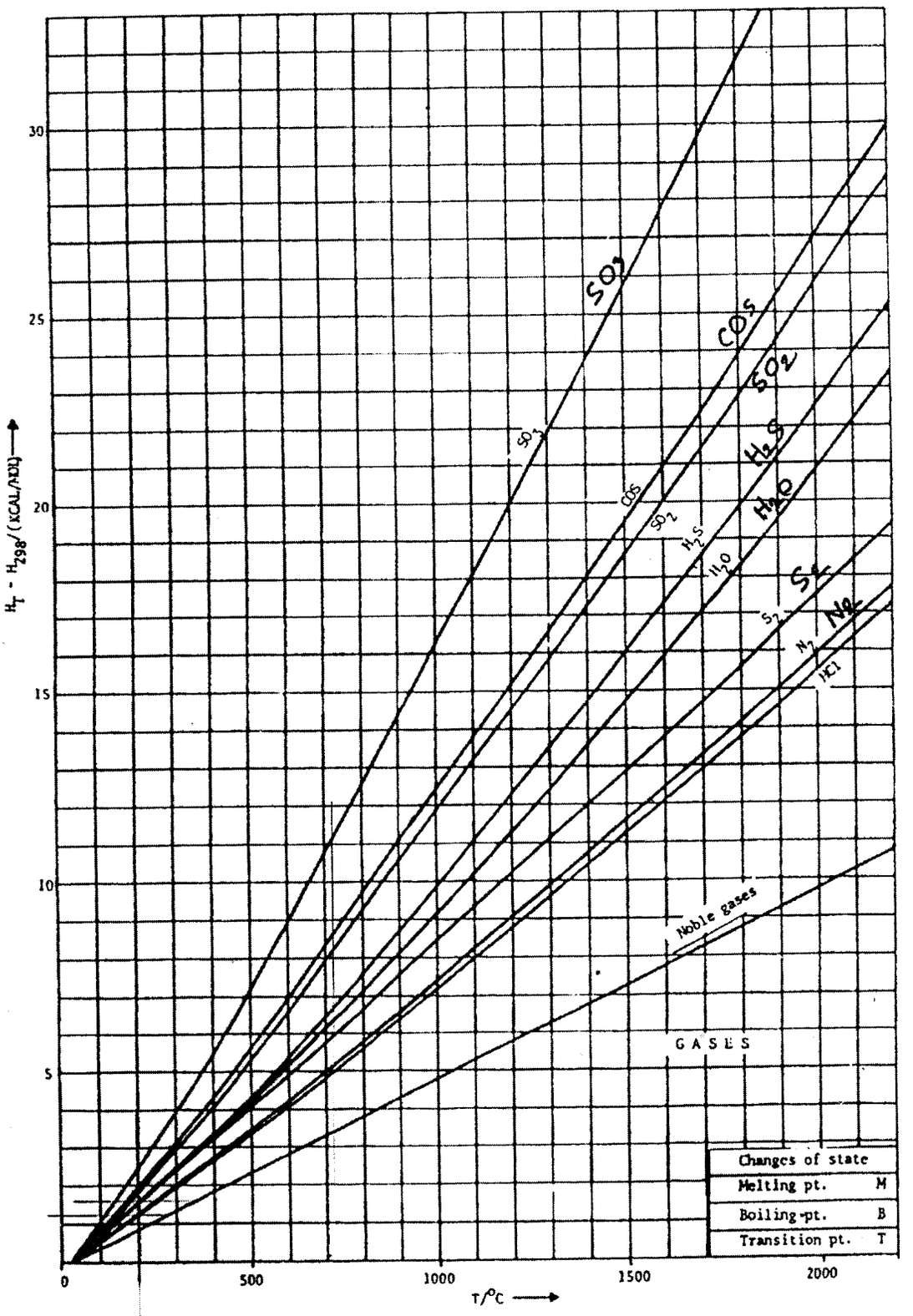
Heat capacities

$C_p = a + bT + cT^{-2}$, cal deg^{-1} mole^{-1}

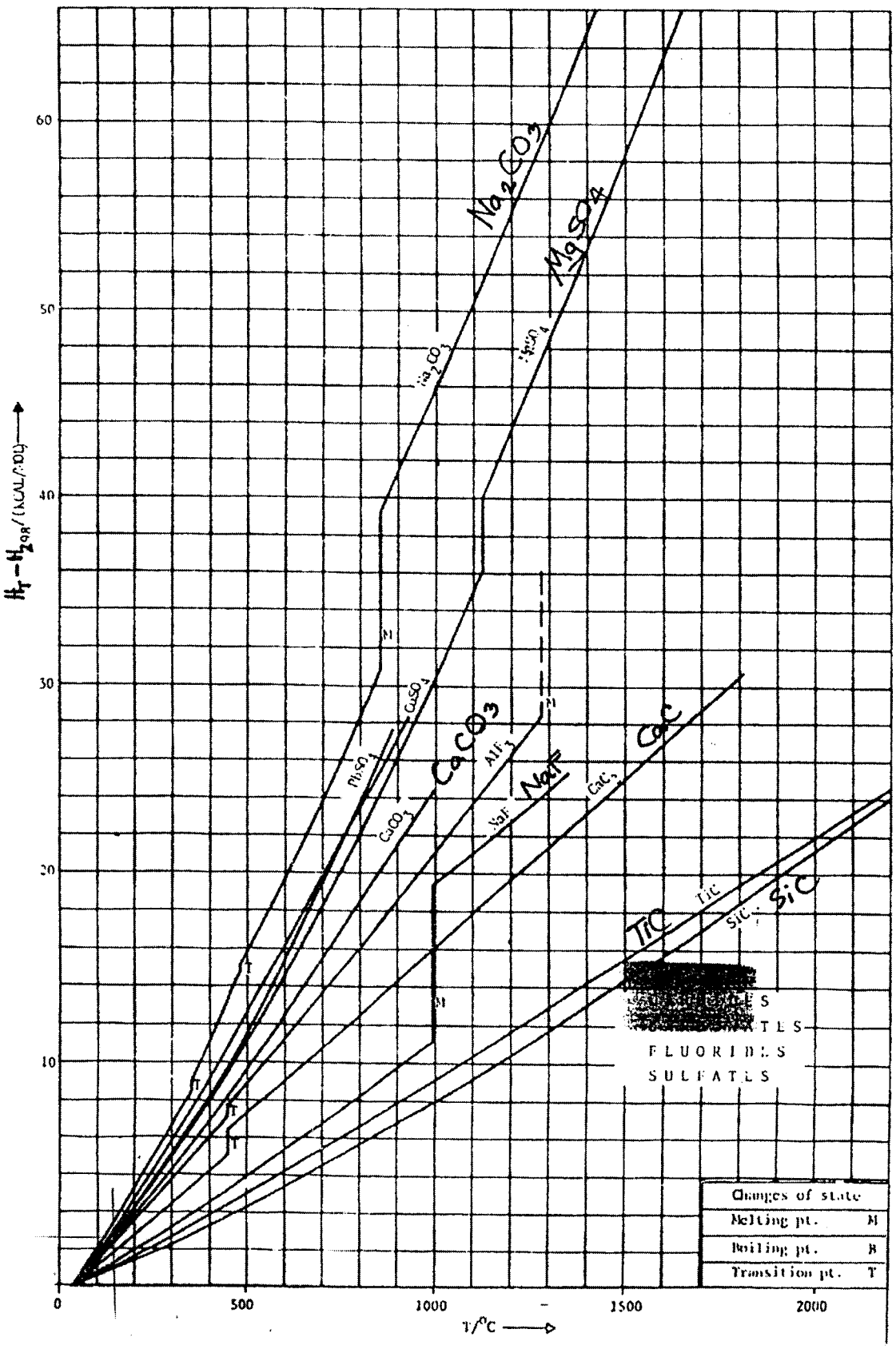
Element or compound	a	b × 10^3	c × 10^{-5}	Temperature range, °K
⟨Al⟩	4·94	2·96	–	298–932
(Al)	7·00	–	–	932–1,273
$\langle Al_2O_3 \rangle$	27·38	3·08	−8·20	298–1,800
⟨Au⟩	5·66	1·24	–	298–1,336
(Au)	7·00	–	–	1,336–1,600
⟨C⟩	4·10	1·02	−2·10	293–2,300
[CO]	6·79	0·98	−0·11	298–2,500

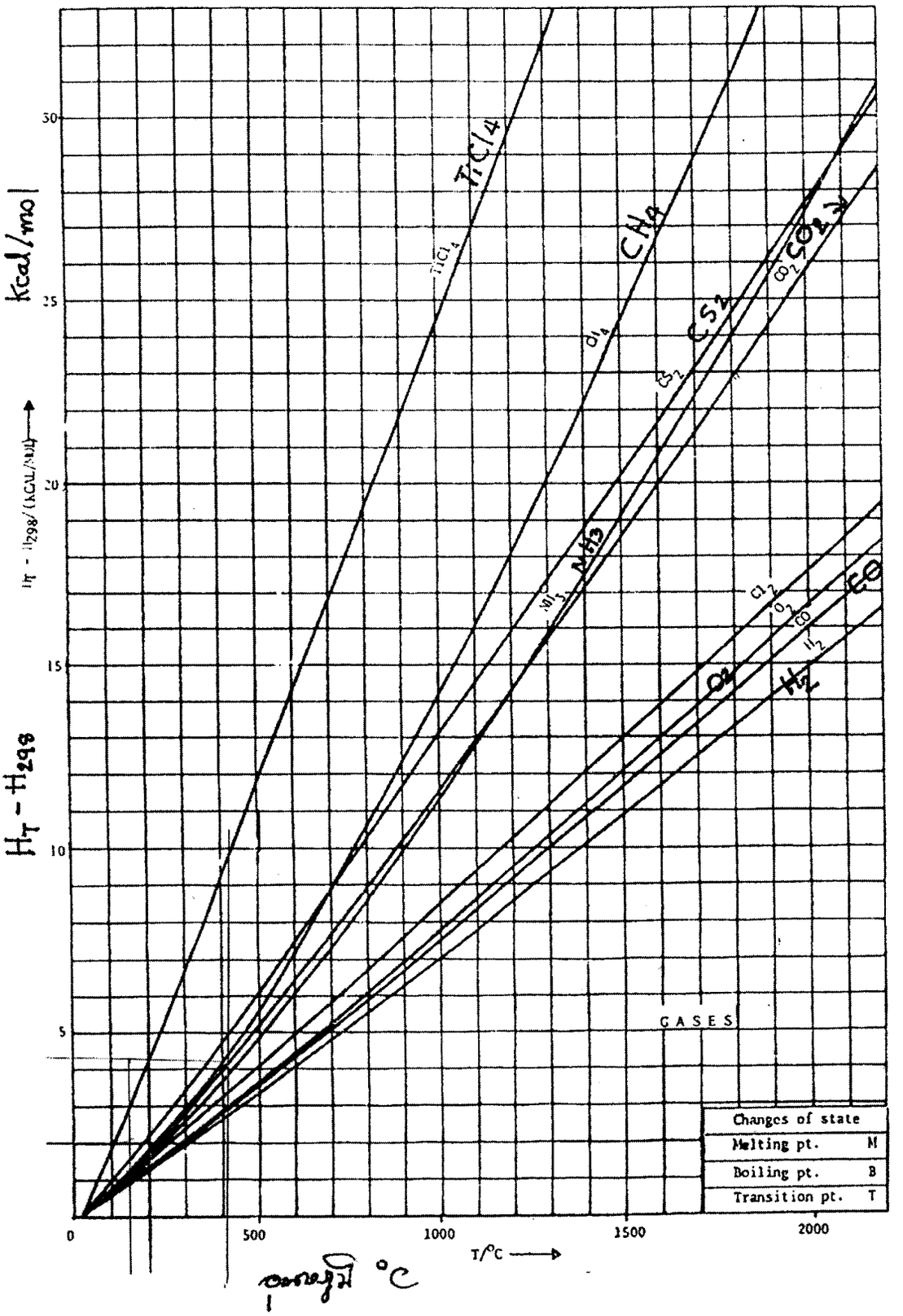
Element or compound	a	b × 10^3	c × 10^{-5}	Temperature range, °K
$\langle Ca \rangle_\beta$	1·50	7·74	2·5	713–1,123
(Ca)	7·4	–	–	1,123–1,220
⟨CaO⟩	11·86	1·08	−1·66	298–1,177
⟨Cr⟩	5·84	2·36	−0·88	298–2,123
(Cr)	9·40		–	2,123–350–1,800
$\langle Cr_2O_3 \rangle$	28·53	2·20	−3·74	298–1,356
⟨Cu⟩	5·41	1·50	–	1,356–1,600
(Cu)	7·50	–	–	298–1,200
$\langle Cu_2O \rangle$	14·90	5·70	–	273–1,033
$\langle Fe \rangle_{\alpha, mag.}$	4·18	5·92	–	1,033–1,183
$\langle Fe \rangle_{\alpha, non\text{-}mag.}$	9·0	–	–	1,183–1,674
$\langle Fe \rangle_\gamma$	1·84	4·66	–	1,674–1,812
$\langle Fe \rangle_\delta$	10·5	–	–	1,812–1,873
(Fe)	10·0	–	–	298–1,651
⟨FeO⟩	11·66	2·00	−0·67	1,651–1,800
(FeO)	16·30	–	–	298–900
$\langle Fe_3O_4 \rangle_\alpha$	21·88	48·2	–	900–1,800
$\langle Fe_3O_4 \rangle_\beta$	48·0	–	–	298–3,000
$[H_2]$	6·52	0·78	0·12	298–2,500
$[H_2O]$	7·17	2·56	0·08	298–993
⟨Mn⟩$_\alpha$	5·16	3·81	–	993–1,373
⟨Mn⟩$_\beta$	8·33	0·66	–	1,373–1,410
⟨Mn⟩$_\gamma$	10·70	–	–	1,410–1,517
⟨Mn⟩$_\delta$	11·30	–	–	298–2,500
$[N_2]$	6·66	1·02	–	298–1,800
$[NH_3]$	7·11	6·00	−0·37	298–3,000
$[O_2]$	7·16	1·00	−0·40	298–600
⟨Pb⟩	5·63	2·33	–	298–1,155
⟨Ti⟩$_\alpha$	5·28	2·4	–	1,155–1933
⟨Ti⟩$_\beta$	6·91	–	–	1,933–
(Ti)	8·00	–	–	298–505
⟨Tl⟩$_\alpha$	5·26	3·40	–	505–577
⟨Tl⟩$_\beta$	7·30	–	–	577–800
(Tl)	7·50	–	–	298–693
⟨Zn⟩	5·35	2·40	–	693–1,200
(Zn)	7·50	–	–	298–1,200
[Zn]	4·97	–	–	

Part II - Enthalpy Increments Above 298K*



*The sources for the data in this part are as follows: Kelley, K.K.: Bureau of Mines Bulletin, 584, 1960. Wicks, C.E. and Block, F.E.: Bureau of Mines Bulletin, 605, 1963. JANAF Thermochemical Tables, 1965-68. Reproduced from Principles of Extractive Metallurgy by


$H_T - H_{298}$/(KCAL/MOL)
T/°C
0
500
1000
1500
2000
10
20
30
40
50
60
Na_2CO_3
$MgSO_4$
$CaCO_3$
NaF
CaC
TiC
SiC
M
T
Changes of state
Melting pt. M
Boiling pt. B
Transition pt. T
FLUORIDES
SULFATES


Kcal/mol
$H_T - H_{298}$
$H_T - H_{298}$ (KCAL/MOL)
30
25
20
15
10
5
0
500
1000
1500
2000
T/°C
$TiCl_4$
CH_4
CO_2
CS_2
Br_2
NH_3
Cl_2
O_2
CO
H_2
GASES
Changes of state
Melting pt. M
Boiling pt. B
Transition pt. T