

化学C 2016年度 期末試験問題

以下の設問に答えよ。解答は解答用紙の指定欄に記入すること。有効数字3桁で示しなさい。

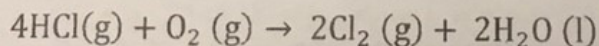
1. 実在気体が完全気体の法則からのずれを示すのは、分子が互いに(①)するからである。分子間の(②)は膨張を助け、(③)は圧縮を助ける。(②)は核間距離が(④)よりも(⑤)場合に優勢であり、(③)は核間距離が(④)よりも(⑥)場合に優勢である。
2. キセノン 131 g が 25.0℃で、 $1.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ の体積を占めるとき、その圧力を(a)完全気体、および(b)ファンデルワールス気体として計算せよ。
ただし、 $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ である。

	$a/(\text{atm dm}^6 \text{ mol}^{-2})$	$b/(10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1})$
Ar	1.337	3.20
CO ₂	3.610	4.29
He	0.0341	2.38
Xe	4.137	5.16

3. アルゴンの 873K における第2 ビリアル係数は $11.9 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ である。第3 ビリアル係数を無視できるとして、873K、100 bar におけるアルゴンの圧縮因子 Z およびモル体積 V_m を計算せよ。
4. フェノール ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) の 298K での標準生成エンタルピーは、 -165.0 kJ/mol である。1 mol のフェノールが完全燃焼する場合の標準反応エンタルピーを計算せよ。

	CO	H ₂ O(g)	H ₂ O(l)	CO ₂	C ₂ H ₆	O ₂	H ₂	HCl	Cl ₂	C
$\Delta_f H^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}$	-110.53	241.82	-285.83	-393.51	-84.68	0	0	-92.31	0	0
$S_m^\ominus / \text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	197.67	188.83	69.91	213.74	229.60	205.14	130.68	186.91	223.07	5.74

5. エタン (C_2H_6) の 298K での標準生成ギブズエネルギー $\Delta_f G^\ominus$ を計算せよ。また、エタンの酸化によって 1 mol の CO が生成する場合の標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\ominus$ を求めよ。
6. 標準エントロピーと標準生成エンタルピーから、25℃における以下の反応の標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\ominus$ を求めよ。



7. 反応 $2\text{SO}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ の平衡定数 K は、300K で 4.00×10^{24} 、700K で 3.00×10^4 である。500K における平衡定数 K と反応エンタルピー $\Delta_r H$ を求めよ。

$(1-x) \propto x \propto \frac{1}{2}x$
 $(1-x) \propto x + \frac{1}{2}x$
 $\ln K = \ln \frac{1}{2} = -0.693$
 $K = 2.85 \times 10^{-1}$
 $\Delta G = -RT \ln K = 23959 \text{ J}$
 $K = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$

8. 2257K, 全圧 1.00 bar で水は $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ の反応によって平衡では 1.77% が分解している。この温度における平衡定数 K および標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\circ$ を求めよ。

$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$
 $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$
 $\ln K = -\frac{E_a}{RT} + \ln A$
 $A = \frac{K}{e^{-\frac{E_a}{RT}}}$

10. ある 1 次の分解反応の速度定数は、 0°C で $2.46 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ 、 40.0°C で $576 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ であった。

この反応の活性化エネルギー E_a と頻度因子 A を求めよ。

$\ln \frac{2.46 \times 10^{-3}}{576 \times 10^{-3}} = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{273} - \frac{1}{313} \right)$
 $E_a = 96900 \text{ J}$

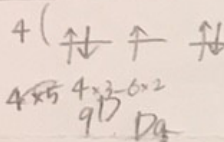
$A = \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$
 E_a

11. 全ての辺の長さが異なる結晶系をすべて示しなさい。そのうち、すべての角度が 90° ではないものを示しなさい。

立方 四方 三方 六方 単斜 三斜

12. 八面体錯体において d 軌道に電子が 5 個の電子が低スピン状態(a), 高スピン状態(b)で存在する場合それぞれについて、(1)結晶場安定化エネルギーと(2)不対電子数を求めよ。

また、(a)と(b)では、どちらの結晶場が強いかに示しなさい。



$4 \times 5 = 20$
 (a)

元素の周期表2012年版

原子番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	¹ H 水素 1.00784~ 1.00811																	² He ヘリウム 4.002602
2	³ Li リチウム 6.938~ 6.997	⁴ Be ベリリウム 9.012182											⁵ B ホウ素 10.806~ 10.821	⁶ C 炭素 12.0096~ 12.0116	⁷ N 窒素 14.00643~ 14.00728	⁸ O 酸素 15.99903~ 15.99977	⁹ F フッ素 18.9984032	¹⁰ Ne ネオン 20.1797
3	¹¹ Na ナトリウム 22.98976928	¹² Mg マグネシウム 24.3050											¹³ Al アルミニウム 26.9815386	¹⁴ Si ケイ素 28.084~ 28.086	¹⁵ P リン 30.973762	¹⁶ S 硫黄 32.059~ 32.076	¹⁷ Cl 塩素 35.446~ 35.457	¹⁸ Ar アルゴン 39.948
4	¹⁹ K カリウム 39.0983	²⁰ Ca カルシウム 40.078	²¹ Sc スカンジウム 44.955912	²² Ti チタン 47.867	²³ V バナジウム 50.9415	²⁴ Cr クロム 51.9961	²⁵ Mn マンガン 54.938045	²⁶ Fe 鉄 55.845	²⁷ Co コバルト 58.933195	²⁸ Ni ニッケル 58.6934	²⁹ Cu 銅 63.546	³⁰ Zn 亜鉛 65.38	³¹ Ga ガリウム 69.723	³² Ge ゲルマニウム 72.63(1)	³³ As ヒ素 74.92160	³⁴ Se セレン 78.96	³⁵ Br 臭素 79.904	³⁶ Kr クリプトン 83.796
5	³⁷ Rb ルビジウム 85.4678	³⁸ Sr ストロンチウム 87.62	³⁹ Y イットリウム 88.90585	⁴⁰ Zr ジルコニウム 91.224	⁴¹ Nb ニオブ 92.90638	⁴² Mo モリブデン 95.96	⁴³ Tc* テクネチウム (99)	⁴⁴ Ru ルテチウム 101.07	⁴⁵ Rh ロジウム 102.90550	⁴⁶ Pd パラジウム 106.42	⁴⁷ Ag 銀 107.8682	⁴⁸ Cd カドミウム 112.411	⁴⁹ In インジウム 114.818	⁵⁰ Sn スズ 118.710	⁵¹ Sb アンチモン 121.760	⁵² Te テルル 127.60	⁵³ I ヨウ素 126.90447	⁵⁴ Xe キセノン 131.293
6	⁵⁵ Cs セシウム 132.9054519	⁵⁶ Ba バリウム 137.327	57~71 ランタノイド	⁷² Hf ハフニウム 178.49	⁷³ Ta タンタル 180.94788	⁷⁴ W タングステン 183.84	⁷⁵ Re レニウム 186.207	⁷⁶ Os オスマニウム 190.23	⁷⁷ Ir イリジウム 192.217	⁷⁸ Pt 白金 195.084	⁷⁹ Au 金 196.966569	⁸⁰ Hg 水銀 200.59	⁸¹ Tl タリウム 204.382~ 204.386	⁸² Pb 鉛 207.2	⁸³ Bi* ビスマス 208.98040	⁸⁴ Po* ポロニウム (210)	⁸⁵ At* アスタチン (210)	⁸⁶ Rn* ラドン (222)
7	⁸⁷ Fr* フランシウム (223)	⁸⁸ Ra* ラジウム (226)	89~103 アクチノイド	¹⁰⁴ Rf* ラザフォードウム (261)	¹⁰⁵ Db* ドブニウム (268)	¹⁰⁶ Sg* シーボーギウム (271)	¹⁰⁷ Bh* ボヘリウム (272)	¹⁰⁸ Hs* ハッシウム (277)	¹⁰⁹ Mt* マイタネリウム (278)	¹¹⁰ Ds* ダームスタチウム (281)	¹¹¹ Rg* レントゲニウム (280)	¹¹² Cn* コペルニシウム (285)	¹¹³ Uut* ウンウントリウム (284)	¹¹⁴ Fl* フロロビウム (289)	¹¹⁵ Uup* ウンペンビウム (288)	¹¹⁶ Lv* リベルリウム (293)		¹¹⁸ Uuo* ウンウンオクト (294)