

**OLYMPIC HÓA HỌC**  
*(Monthly Chemistry Olympiad)*  
 KỲ 2 - THÁNG 1+2 NĂM 2017

Ngày mở: 19/1/2017

Ngày hết hạn nhận bài: 10/3/2017

Địa chỉ nhận bài: Người nhận trực tiếp: thầy Nguyễn Văn Quốc

**A. Các hằng số và giá trị cần thiết:**

Avogadro constant:  $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  Ideal gas equation:  $pV = nRT$

Gas constant:  $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  Gibbs energy:  $G = H - TS$

Faraday constant:  $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$   $\Delta_r G^\circ = -RT \ln K = -nFE_{cell}^\circ$

Planck constant:  $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$  Nernst equation:  $E = E^\circ + \frac{RT}{zF} \ln \frac{c_{ox}}{c_{red}}$

Speed of light:  $c = 3.000 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$  Arrhenius equation:  $k = A \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$

Zero of the Celsius scale: 273.15 K Lambert-Beer law:  $A = \log \frac{I_0}{I} = \varepsilon cl$

In equilibrium constant calculations all concentrations are referenced to a standard concentration of one mole per  $\text{dm}^3$ .

**Periodic table with relative atomic masses**

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc -	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -							

## B. Câu hỏi và bài tập kỳ này:

**Câu 1.** Đã có một thời gian người ta thông báo về hợp chất hóa trị 1 của canxi. Đến gần đây, bản chất của các hợp chất này vẫn còn chưa được biết rõ, nhưng chúng đã thu hút nhiều nhà khoa học chất rắn quan tâm nghiên cứu.

Những nỗ lực khử  $\text{CaCl}_2$  đến  $\text{CaCl}$  đã được thực hiện với các chất khử:

(a) Ca; (b)  $\text{H}_2$ ; (c) C

1 – Hãy viết các phương trình phản ứng có thể tạo thành  $\text{CaCl}$ ;

2 – Sau khi thử tiến hành khử  $\text{CaCl}_2$  bằng Ca theo tỷ lệ mol 1:1 người ta thu được một chất màu xám không đồng nhất. Nhìn gần dưới kính hiển vi có thể phân biệt các hạt ánh kim bạc và các tinh thể không màu. Chất gì có hạt ánh kim loại và chất gì là tinh thể không màu?

3 – Khi thử tiến hành khử  $\text{CaCl}_2$  bằng  $\text{H}_2$ , một sản phẩm màu trắng tạo thành. Phân tích nguyên tố cho thấy mẫu chứa 52,36% canxi, và 46,32% clo (% về khối lượng). Xác định công thức kinh nghiệm của hợp chất này.

4 – Khi thử khử bằng C, thu được chất tinh thể màu đỏ. Tỷ lệ mol của Ca và Cl xác định bằng phân tích nguyên tố là  $n(\text{Ca}):n(\text{Cl}) = 1,5 : 1$ . Khi thủy phân chất này thu được cùng chất khí giống như khi thủy phân  $\text{Mg}_2\text{C}_3$ . Hãy biểu diễn hai đồng phân cấu dạng của chất khí tạo thành khi thủy phân. Chất nào là sản phẩm của phản ứng giữa  $\text{CaCl}_2$  với C?

5 – Vì không có nỗ lực điều chế  $\text{CaCl}$  nào thành công, nên người ta xem xét cấu trúc giả định của  $\text{CaCl}$ . Giả sử coi  $\text{CaCl}$  là chất tinh thể trong một cấu trúc đơn giản. Tỷ lệ bán kính giữa cation và anion của một muối thường xác định cấu trúc tinh thể của nó như với các MX trong bảng sau:

Số phối trí của M	Phân bố lập thể của X	Tỷ lệ bán kính $r_M/r_X$	Kiểu cấu trúc	Ước lượng giá trị $\Delta H_f^0(\text{CaCl})$
3	Tam giác	0,155 – 0,225	BN	-663,8 kJ.mol <sup>-1</sup>
4	Tứ diện	0,225 – 0,414	ZnS	-704,8 kJ.mol <sup>-1</sup>
6	Bát diện	0,414 – 0,732	NaCl	-751,9 kJ.mol <sup>-1</sup>
8	Lập phương	0,732 – 1,000	CsCl	-758,4 kJ.mol <sup>-1</sup>

Năng lượng mạng lưới  $\Delta H_{\text{tt}}^0$  được xác định cho phản ứng:  $\text{Ca}^+_{(\text{k})} + \text{Cl}^-_{(\text{k})} \rightarrow \text{CaCl}_{(\text{r})}$

a) Kiểu cấu trúc nào phù hợp cho  $\text{CaCl}$ . Cho biết  $r_{\text{Ca}^+} = 120\text{pm}$  (ước lượng);  $r_{\text{Cl}^-} = 167\text{pm}$

b) Không chỉ có năng lượng mạng lưới  $\Delta H_{\text{tt}}^0$  quyết định  $\text{CaCl}$  bền nhiệt độ hay không. Để xác định  $\text{CaCl}$  có bền với sự phân hủy thành nguyên tố hay không, cần biết enthalpy tạo thành chuẩn của  $\text{CaCl}$ . Hãy tính  $\Delta H_f^0(\text{CaCl})$  bằng chu trình Born-Haber.

Nhiệt nóng chảy	$\Delta H_{nc}(\text{Ca})$	$\text{Ca}_{(r)} \rightarrow \text{Ca}_{(l)}$	$9,3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
Entanpy ion hóa	$\Delta H_1(\text{Ca})$	$\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^+ + e^-$	$589,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
Entanly ion hóa	$\Delta H_2(\text{Ca})$	$\text{Ca}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + e^-$	$1145,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
Nhiệt hóa hơi	$\Delta H_{hh}(\text{Ca})$	$\text{Ca}_{(l)} \rightarrow \text{Ca}_{(k)}$	$150,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
Năng lượng phân ly	$\Delta H_{pl}(\text{Cl}_2)$	$\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}$	$240,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
Entanpy tạo thành	$\Delta H_f(\text{CaCl}_2)$		$-796,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
Ái lực với electron	$\Delta H_{EA}(\text{Cl})$	$\text{Cl} + e^- \rightarrow \text{Cl}^-$	$-349,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

6 – Để quyết định vấn đề CaCl có bền với sự dị phân thành Ca và CaCl<sub>2</sub> hay không, cần tính entanpy của quá trình này, bỏ qua sự thay đổi entropy nhỏ của quá trình. Vậy CaCl có bền nhiệt động không?

**Câu 2.** Nhóm nguyên tố hóa học M trong bảng hệ thống tuần hoàn có số oxy hóa không đổi tạo được ba loại oxit theo tỉ lệ số mol M : O lần lượt là 2 : 1; 1:1 và 1 : 2.

1/ Xác định nhóm nguyên tố M, viết công thức và gọi tên từng oxit của từng nguyên tố trong nhóm đó.

2/ Hãy trình bày một cách phân loại các oxit đó dựa vào cấu tạo và tính chất.

**Câu 3.** CO có thể tạo hợp chất cacbonyl, dạng  $M_n(\text{CO})_m$  với nhiều kim loại chuyển tiếp

1/ Hãy giải thích khả năng tạo hợp chất cacbonyl của CO.

2/ Sự tạo hợp chất cacbonyl của CO với kim loại theo khuynh hướng đạt cấu hình khí hiếm, ví dụ hợp chất của CO với Cr có công thức là Cr(CO)<sub>6</sub>, của Mn với CO có công thức Mn<sub>2</sub>(CO)<sub>10</sub>. Hãy xác định giá trị n trong các hợp chất M(CO)<sub>n</sub> (với M lần lượt là: Fe, Ni), giá trị m trong hợp chất Co<sub>2</sub>(CO)<sub>m</sub> (có trình bày cách xác định) và đề nghị cấu trúc phù hợp./.