HỘI CÁC TRƯỜNG CHUYÊN VÙNG DUYÊN HẢI VÀ ĐBBB
TRƯỜNG THPT CHUYÊN LÊ QUÝ ĐÔN
TỈNH ĐIỆN BIÊN

KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI THPT CHUYÊN - DUYÊN HẢI BẮC BỘ NĂM 2023
MÔN: HÓA HỌC LỚP 10
Thời gian làm bài: 180 phút

ĐỀ THI ĐỀ XUẤT

Câu 1 (2,5 điểm): Cấu tạo nguyên tử. Phản ứng hạt nhân. Định luật tuần hoàn

Mô hình Bohr được sử dụng để tính năng lượng cho các hệ một hạt nhân và một electron:

$$E_n = -R_H \frac{Z^2}{n^2}$$

Với R_H là hằng số Rydberg, $R_H = 2{,}179.10^{-18}$ J; Z là điện tích hạt nhân và n là số lượng tử

Sử dụng mô hình Bohr này hãy:

1. Tính năng lượng electron nằm trên orbital 2p trong nguyên tử hydrogen

2. Tính năng lượng cần thiết để kích thích electron từ orbital 1s lên orbital 2p trong nguyên tử hydrogen.

3. Tính năng lượng ion hóa thứ hai của nguyên tử helium (He).

4. Tính tần số ứng với vạch α trong dải Lyman của nguyên tử hydrogen (ứng với bước chuyển khi electron chuyển từ 2p về 1s)

5. Supernova E0102 -72 là một hành tinh cách trái đất khoảng hai trăm nghì năm ánh sáng, người ta tin rằng hành tinh này có lượng oxygen gấp hàng tỉ lần trên trái đất. Nhiệt độ tại đó rất cao, cỡ hàng triệu Kelvin, các nguyên tử oxygen bị ion hóa thành O^{7+}. Hãy tính tần số của bức xạ tương ứng với bước chuyển α trong dải Lyman cho ion O^{7+}.

6. Một nguyên tố khác tồn tại trên Supernova E0102 -72 có hàm lượng lớn hơn oxygen, tần số bức xạ tương ứng với bước chuyển α trong dải Lyman $\nu = 2{,}47.10^{17}\,Hz$. Hãy xác định nguyên tố này.

Câu 2 (2,5 điểm): Cấu tạo phân tử. Tinh thể

1.

a) Hãy vẽ các cấu trúc Lewis của dinitrogen oxide (N_2O)

b) Tính điện tích hình thức trên mỗi nguyên tử, từ đó chỉ ra cấu trúc hợp lí nhất.

c) Thực nghiệm độ dài các liên kết sau đây:

N - N	N = N	N ≡ N	N - O	N = O
167 pm	120 pm	110 pm	147 pm	115 pm

Độ dài liên kết N – N trong N_2O là 112 pm và độ dài liên kết N – O là 119 pm. Kết quả thu được ở câu (b) có phù hợp với số liệu thực nghiệm không?

2. Muối fluoride (F^-) của kim loại R có cấu trúc lập phương với hằng số mạng a = 0,62 nm, trong đó các ion kim loại (R^{n+}) nằm tại các vị trí nút mạng của hình lập phương tâm diện, còn các ion fluoride (F^-) chiếm tất cả các hốc tứ diện. Khối lượng riêng của muối fluoride là 4,89 g/cm^3.

a) Vẽ cấu trúc tế bào đơn vị (ô mạng cơ sở) của mạng tinh thể fluoride?

b) Xác định công thức phân tử tổng quát của muối?

c) Xác định kim loại R? Cho $N_A = 6{,}023.10^{23}$; $M_F = 19$ g/mol.

Câu 3 (2,5 điểm): Nhiệt hóa học. Cân bằng trong pha khí

1. Khí methane (CH_4) thường được sử dụng làm khí đốt để cung cấp nhiệt cho mục đích dân dụng và một số mục đích công nghiệp. Tính nhiệt độ lớn nhất (theo độ Kelvin) mà ngọn lửa có thể đạt được khi đốt cháy methane bằng oxy không khí ở 1,0 atm. Biết methane và không khí có nhiệt độ ban đầu đều là 298 K, không khí được lấy để lượng oxygen phản ứng vừa đủ với methane.

2. Thạch cao nung ($CaSO_4.1/2H_2O$) được sản xuất bằng cách đề hiđrat hóa một phần thạch cao sống ($CaSO_4.2H_2O$) trong lò nung ở 400K:

$$CaSO_4.2H_2O_{(r)} \rightarrow CaSO_4.\frac{1}{2}H_2O_{(r)} + \frac{3}{2}H_2O_{(k)} \qquad (*)$$

a) Tính $\Delta_r H^0$ (theo kJ.mol^{-1}) của phản ứng (*) tại 298K và 400K.

b) Năng lượng cần thiết để thực hiện phản ứng (*) được cung cấp bởi quá trình đốt cháy khí methane bằng oxygen không khí. Tính khối lượng thạch cao nung (theo kg) thu được khi sử dụng 1,00 kg khí methane làm nhiên liệu cho quá trình nung thạch cao.

Biết không khí được lấy vừa đủ cho phản ứng đốt cháy, thạch cao sống và hỗn hợp khí được đưa vào lò nung ở 298K, thạch cao nung và khí đi ra khỏi lò nung có nhiệt độ 400K, hiệu suất của lò nung là 80,0%.

Cho biết

+ Không khí chỉ gồm N_2 và O_2 có tỉ lệ số mol tương ứng là 4:1.

+ Sản phẩm đốt cháy methane là CO_2 và hơi nước.

+ Các giá trị nhiệt dung không phụ thuộc vào nhiệt độ trong khoảng nhiệt độ nghiên cứu.

+ Nhiệt hình thành chuẩn ($\Delta_f H^0_{298}$) và nhiệt dung đẳng áp (C_p^0) của các chất ở 298 K được cho trong bảng sau:

	H_2O(k)	O_2(k)	N_2(k)	CO_2(k)	CH_4(k)	$CaSO_4.2H_2O$ (r)	$CaSO_4.1/2H_2O$(r)
$\Delta_f H^0_{298}$ (kJ.mol^{-1})	-241,82	0	0	-393,51	-74,81	-2021,00	-1575,00
C_p^0 (J.K^{-1}.mol^{-1})	33,58	29,36	29,13	37,11	35,31	186,00	120,00

Câu 4 (2,5 điểm): Động hóa học (không có cơ chế)

Cho phản ứng: $SO_2Cl_2 \rightarrow SO_2 + Cl_2$

Người ta tiến hành nung nóng 0,1 mol SO_2Cl_2 ở 600K trong bình phản ứng có dung tích 1 lít và đo áp suất của hỗn hợp các chất trong bình thì thu được các số liệu thực nghiệm sau:

T (giờ)	0	1	2	4	8
P (atm)	4,92	5,67	6,31	7,31	8,54

1. Xác định bậc của phản ứng.

2. Tính hằng số tốc độ và thời gian bán phản ứng ở 600K.

3. Tính áp suất trong bình sau khi tiến hành phản ứng 24 giờ.

4. Nếu tiến hành phản ứng với cùng lượng SO_2Cl_2 trong bình trên ở 620K thì sau 2 giờ, áp suất trong bình là 9,12. Tính hệ số nhiệt của phản ứng.

Câu 5 (2,5 điểm): Cân bằng acid – base và cân bằng ít tan

Lactic acid ($CH_3CHOHCOOH$) được hình thành trong các cơ bắp trong quá trình hoạt động cường độ cao (trao đổi chất kị khí). Lactic acid là đơn acid (kí hiệu HL) có hằng số phân li acid là $K_{HL} = 1{,}38.10^{-4}$. Trong máu, lactic acid được trung hòa bằng phản ứng với ion HCO_3^-. Các hằng số phân li acid của H_2CO_3 là: $K_{a1} = 4{,}47.10^{-7}$ và $K_{a2} = 4{,}68.10^{-11}$.

1. Tính pH trong dung dịch HL có nồng độ $3{,}00.10^{-3}$ M.

2. Tính giá trị của hằng số cân bằng của phản ứng giữa lactic acid và ion HCO_3^-.

3. Thêm $3{,}00.10^{-3}$ mol lactic acid (HL) vào 1 lít dung dịch $NaHCO_3$ 0,024 M (bỏ qua sự thay đổi thể tích khi thêm HL vào dung dịch, HL trung hòa hoàn toàn).

a) Tính giá trị pH trong dung dịch $NaHCO_3$ trước khi HL được thêm vào.

b) Tính giá trị pH trong dung dịch sau khi thêm HL.

4. Trong máu của một người đang có pH = 7,40 và $[HCO_3^-]$ = 0,022M. Khi người này hoạt động với cường độ cao thì hình thành thêm lactic acid (HL) làm cho pH trong máu giảm xuống và có giá trị là 7. Tính số mol lactic acid (HL) đã được hình thành trong 1 lít máu của người này.

Câu 6 (2,5 điểm): Phản ứng oxi hóa – khử. Pin điện (không liên quan đến phức chất)

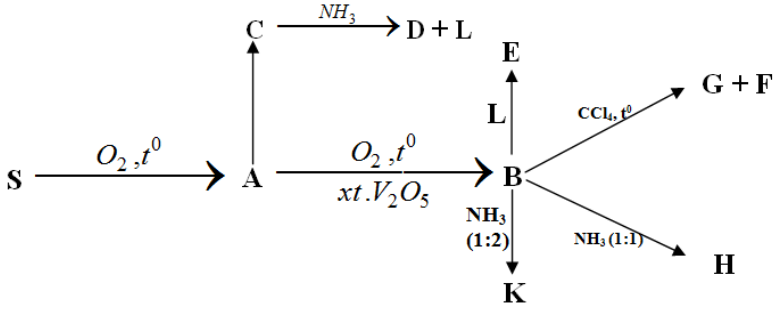
Thế E của pin: $Hg_{(l)}|Hg_2Br_{2(r)}|KBr\ 0,1M \| KCl\ 0,1M | Hg_2Cl_{2\ (r)}|Hg_{(l)}$, phụ thuộc tuyến tính theo nhiệt độ: E = a – bT, trong đó a = 0,1318 V và b = $1,58.10^{-5}$ $V.K^{-1}$. Tại nhiệt độ xác định, thế chuẩn $E^0_{Hg_2^{2+}/Hg} = 0,799$ V và thế điện cực calomen trong dung dịch KCl 0,1M $E_{Cl^-,Hg_2Cl_2/Hg} = 0,3335\ V$.

1. Viết các nửa phản ứng trên các điện cực và phản ứng tổng cộng ứng với hai electron trao đổi.

2. Tính hiệu ứng nhiệt chuẩn $\Delta_r H^0$ của phản ứng trong pin và tích số tan của Hg_2Br_2 tại 25^0C.

Câu 7 (2,5 điểm): Halogen. Oxygen – Sulfur

Cho sơ đồ chuyển hóa các chất từ sulfur (S) như sau:



Khi thủy phân hoàn toàn các chất C, E và G, thu được các dung dịch acid và không thấy khí thoát ra. Thêm dung dịch $Ba(NO_3)_2$ dư vào các dung dịch trên đều thu được kết tủa trắng X. Lọc kết tủa X, thêm tiếp dung dịch $AgNO_3$ dư vào nước lọc, lại thu được kết tủa trắng Y. Đối với chất E và G, tỉ lệ khối lượng kết tủa X và kết tủa Y $\left(\frac{m_X}{m_Y}\right)$ đều là 1,624; còn đối với chất C, tỉ lệ trên là 0,812.

Cho dung dịch $Ba(OH)_2$ dư vào dung dịch sau khi thủy phân của các chất D, H và K đều thấy có kết tủa trắng tạo thành, không tan trong acid mạnh và có khí NH_3 thoát ra. Hàm lượng phần trăm về khối lượng N và S trong các chất sau lần lượt là: trong chất D là 29,16% và 33,33%; trong chất H là 14,43% và 32,99%; trong chất K là 24,56% và 28,07%. Trong các chất D, H và K, mỗi phân tử chỉ chứa 1 nguyên tử sulfur.

1. Xác định công thức của các chất.

2. Viết phương trình hóa học của các phản ứng trong sơ đồ.

Câu 8 (2,5 điểm): Đại cương hữu cơ (quan hệ giữa cấu trúc và tính chất)

1. Dựa trên cấu trúc phân tử, so sánh và giải thích độ bền tương đối giữa cấu dạng xen kẽ và cấu dạng che khuất của phân tử etan

2.

a) Vẽ cấu trúc của 1,3-diazole (imidazole, $C_3H_4N_2$), anion imidazol-1-yl, cation imidazolyl, 1,3-oxazole (oxazole, C_3H_3NO) và 1,3-thiazole (thiazole, C_3H_3NS). Cấu trúc nào thơm?

b) Sắp xếp imidazole, 1,3-oxazole and 1,3-thiazole theo chiều giảm dần nhiệt độ sôi, t^onc, giải thích?

c) Sử dụng cấu trúc viết quá trình ion hóa imidazole, oxazole, and thiazole trong nước. Sắp xếp theo chiều giảm dần tính bazo và giải thích?

----------Hết----------