

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
TRƯỜNG THPT CHUYÊN KHOA HỌC TỰ NHIÊN
ĐỀ THI OLYMPIC CHUYÊN KHOA HỌC TỰ NHIÊN 2014

Môn thi: **HÓA HỌC**

Thời gian làm bài: 180 phút, không kể thời gian phát đề

Ngày thi thứ nhất: **23/05/2014**

(Đề thi có **03** trang, gồm **08** câu)

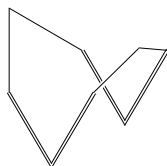
Câu 1 (2 điểm) Lớp khí quyển xung quanh mặt trời có nhiệt độ lên tới hàng triệu °C, đủ cao để tách nhiều electron ra khỏi các nguyên tử ở thể khí. Ví dụ các ion sắt có điện tích đến 14+ có mặt trong lớp khí quyển này. Hãy cho biết những ion nào trong số các ion từ Fe^+ đến Fe^{14+} là thuận từ? Những ion nào có từ tính lớn nhất?

Câu 2 (3 điểm) Polysulfapolyazyl (polythioazyl) $(\text{SN})_x$ là hợp chất có màu đồng thau, có tính dẫn điện rất tốt và ở dưới 0,33K trở thành chất bán dẫn. Polythioazyl được tổng hợp như sau:

Đầu tiên disulfua điclorua được điều chế bằng cách cho khí clo khô đi qua lưu huỳnh nóng chảy ở 240°C. Tiếp theo, disulfua điclorua phản ứng với clo và amoniac trong dung môi CCl_4 ở 20-50°C, tạo thành tetrasulfua tetranitrua.

(a) Hãy viết phương trình của hai phản ứng hóa học mô tả ở trên.

(b) Tetrasulfua tetranitrua có cấu trúc vòng với bộ khung như hình dưới. Hãy điền các nguyên tử vào bộ khung dưới để hoàn thành cấu trúc của tetrasulfua tetranitrua.



Tetrasulfua tetranitrua có dạng tinh thể màu cam, bị phân hủy gây nổ khi được đun nóng trên 130°C và tạo thành các nguyên tố. Quá trình nổ sinh ra hợp chất trung gian là lưu huỳnh nitrua (SN), chất này đóng vai trò là phối tử trong phức chất $[\text{RuCl}_4(\text{H}_2\text{O})\text{NS}]^-$.

(c) Hãy viết giản đồ MO của phân tử SN.

(d) Hãy cho biết bậc liên kết và moment từ (tính theo μ_B) của phân tử SN.

(e) Hãy cho biết tên gọi của phức trên (Biết phối tử SN có tên là thionitrosyl).

Cho tetrasulfua tetranitrua tiếp xúc với các sợi kim loại bạc ở 300°C và trong chân không, sẽ tạo thành disulfua đinitrua. Hợp chất này chỉ bền ở nhiệt độ thấp và sẽ bị polime hóa chậm ở nhiệt độ phòng tạo polythioazyl $(\text{SN})_x$.

(g) S_2N_2 là hợp chất thơm. Hãy viết hai công thức cộng hưởng của hợp chất này.

Câu 3 (3 điểm) (a) Hãy viết cấu hình electron ở trạng thái cơ bản của ion Mn^{2+} (Biết Mn có $Z = 25$).

(b) Hãy cho biết có bao nhiêu electron trong một nguyên tử có cùng bộ các số lượng tử sau?

i/ $n = 4$ và $l = 1$.

ii/ $n = 3$, $l = 1$ và $m_l = -1$.

iii/ $n = 3$, $l = 3$ và $m_l = -2$.

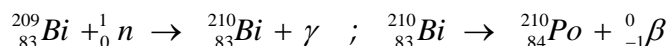
iv/ $n = 5$, $l = 3$, $m_l = -2$ và $m_s = +1/2$.

(c) Xét phân tử HCN.

i/ Sử dụng mô hình VSEPR hãy cho biết hình học của phân tử HCN.

ii/ Hãy giải thích sự hình thành phân tử HCN theo thuyết lai hóa.

Câu 4 (3 điểm) Poloni là một nguyên tố phóng xạ thuộc nhóm VI, được Marie Curie phát hiện lần đầu tiên vào năm 1898. Poloni xuất hiện ở dạng vết trong quặng của uran. Ngoài ra poloni còn được điều chế bằng cách bắt phá hạt nhân ^{209}Bi bằng dòng neutron. Quá trình này tạo ra hạt nhân ^{210}Bi kém bền, phân hủy tiếp thành poloni và phát ra tia beta (hay electron):



Poloni-210 có thời gian bán hủy là 138 ngày và phân rã phát ra tia α (hay hạt nhân của heli).

(a) Hãy viết cấu hình electron đầy đủ của poloni.

(b) Hãy cho biết hạt nhân nào được tạo thành trong quá trình phân rã poloni-210?

Do có thời gian bán hủy ngắn và phát ra tia α nên kim loại poloni và các hợp chất của nó tự nóng lên theo thời gian; 1g kim loại có công suất phát năng lượng là 141 W. Hiện tượng này được sử dụng trong các thiết bị đun nóng bằng phóng xạ (RHU) để giữ nhiệt cho các vệ tinh hoạt động trong vũ trụ, hoặc trong các thiết bị phát nhiệt bằng phóng xạ (RTG) để sản xuất điện. Gần đây plutoni-238 đã được sử dụng để thay thế poloni. ^{238}Pu có thời gian bán hủy dài hơn nhiều và do đó có công suất phát năng lượng thấp hơn ($0,56 \text{ W.g}^{-1}$).

(c) Hãy cho biết công suất phát năng lượng của 1 gam ^{210}Po sau 1 năm?

(d) Sau 5 năm, công suất phát năng lượng của ^{238}Pu bằng 96% công suất của nó tại thời điểm ban đầu. Hãy tính thời gian bán hủy của plutoni-238.

Poloni là nguyên tố duy nhất kết tinh ở dạng lập phương đơn giản với các nguyên tử nằm ở các đỉnh của hình hộp.

(e) Cho biết khối lượng riêng của poloni-210 là $9,142 \text{ g.cm}^{-3}$, hãy tính bán kính nguyên tử của poloni theo Å. Cho số Avogadro: $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Câu 5 (2 điểm) Niken (II) có cấu hình electron là $3d^8$. $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ là phức nghịch từ còn $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ là phức thuận từ với hai electron độc thân. Sắt (III) có cấu hình electron là $3d^5$. Phức $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ có một electron độc thân, còn phức $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ có năm electron độc thân.

(a) Hãy giải thích các hiện tượng trên theo thuyết VB.

(b) Hãy giải thích các hiện tượng trên theo thuyết trường tinh thể.

Câu 6 (2 điểm) (a) Hãy tính năng lượng mạng lưới (ΔU_{ml}) của kali florua dựa vào các số liệu sau:

- Năng lượng thăng hoa của kali: $\Delta H_{\text{th}} = 90 \text{ kJ.mol}^{-1}$.
- Năng lượng liên kết của flo: $\Delta H_{\text{lk}} = 158 \text{ kJ.mol}^{-1}$.
- Năng lượng ion hóa của kali: $\Delta H_{\text{I}} = 419 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

- Ái lực electron của flo: $E_A = -333 \text{ kJ.mol}^{-1}$.
- Sinh nhiệt của kali florua: $\Delta H_{\text{sn}}^0 = -567 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

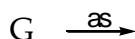
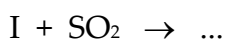
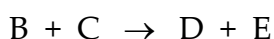
(b) Vonfram kết tinh ở dạng tinh thể lập phương tâm khối, cạnh của tế bào cơ sở có chiều dài 300 pm. Hãy tính khối lượng riêng và bán kính nguyên tử của vonfram. Cho $W = 183,85$.

(c) Bạc kết tinh ở dạng tinh thể lập phương tâm diện, cạnh của tế bào cơ sở có chiều dài 409 pm. Hãy tính khối lượng riêng của bạc và cho biết % thể tích của tinh thể bị chiếm bởi các nguyên tử bạc? Cho $Ag = 107,87$.

Câu 7 (3 điểm) Khí **B** thu được khi cho hợp chất **A** phản ứng với MnO_2 trong môi trường axit. Khi oxi hóa **B** bằng chất **C** thu được các chất **D** và **E**. Khi thủy phân **D** thu được hợp chất **F** (chứa 2 nguyên tố) và hợp chất **G**. **G** kém bền, bị phân hủy khi chiếu sáng thu được các hợp chất **H**, **I** và **J**. **J** cũng được tạo thành khi cho **I** phản ứng với lưu huỳnh đioxit.

Biết các chất **A**, **B**, **D**, **E**, **G**, **H**, **I** và **J** đều chứa nguyên tố **X**. Chất **A** được sử dụng làm chất bảo quản. Nguyên tố trong **C** nằm cùng nhóm với nguyên tố trong **B**. Các hợp chất **D** và **E** đều chứa 2 nguyên tố giống nhau và số oxi hóa của một trong các nguyên tố trong **D** cao gấp ba lần của nguyên tố này trong **E**. Biết $M_J = 0,95M_B$.

(a) Xác định các chất từ **A** đến **J** và hoàn thành các phản ứng sau:



(b) Hãy xếp các dung dịch **G**, **H** và **I** (cùng nồng độ mol) theo thứ tự tăng dần nồng độ H^+ .

(c) Hãy so sánh góc liên kết và bậc liên kết trong các phân tử **D** và **J**.

Câu 8 (2 điểm) Viết phương trình phản ứng xảy ra trong mỗi trường hợp sau:

- Ozon oxi hóa **I** trong môi trường trung tính.
- Sục khí CO_2 qua nước Javen.
- Sục clo đến dư vào dung dịch FeI_2 .
- Sục khí flo qua dung dịch NaOH loãng, lạnh.
- Hòa tan photpho trắng trong dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$, sau đó axit hóa dung dịch thu được bằng dung dịch H_2SO_4 .
- Cacborundum (SiC) tan trong dung dịch KOH nóng chảy khi có mặt không khí.
- Ion Fe^{2+} phá hủy phức tetramminđiclorocoban(III) trong môi trường axit.

--- HẾT ---

* Thí sinh không được sử dụng tài liệu;

* Giám thị không giải thích gì thêm.