|  |  |
| --- | --- |
| **Sở GD & ĐT Hà Nội**  **Trường THPT Nguyễn Văn Cừ**  **----------🙠🕮🙢-----------** | **ĐỀ THI HỌC SINH GIỎI**  **NĂM HỌC 2023-2024**  **MÔN HÓA HỌC 11**  *Thời gian làm bài: ... phút.* |

***Họ và tên HS:*** *.....................................................................****Lớp:****............*

**Câu 1: (4 điểm)**

**1.** Methyl đỏ là một chất chỉ thị acid-base, có màu sắc thay đổi phụ thuộc vào pH của dung dịch (pH < 4,4: đỏ; 4,4 ≤ pH < 6,2: da cam; pH ≥ 6,2: vàng). Hỏi khi cho methyl đỏ vào hai dung dịch sau đây thì màu sắc thay đổi như thế nào?

a) Dung dịch 1: dung dịch CH3COOH 0,2M. Biết Ka của CH3COOH là 10-4,76.

b) Dung dịch 2: dung dịch gồm NH4Cl 0,2M và NH3 0,1M. Biết Ka của là 10-9,24.



**2.** Tính thể tích (mL) dung dịch H2C2O4 0,1M cần thêm vào 10,0 mL dung dịch Y chứa CaCl2 0,0100M và HCl 10-3M để bắt đầu xuất hiện kết tủa CaC2O4.

Biết H2C2O4 có Ka1 = 10-1,27 ; Ka2 = 10-4,25 ; KS (CaC2O4) = 10-8,75.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Câu 1** | **Hướng dẫn chấm** | **Điểm** |
| **1.** Methyl đỏ là một chất chỉ thị acid-base, có màu sắc thay đổi phụ thuộc vào pH của dung dịch (pH < 4,4: đỏ; 4,4 ≤ pH < 6,2: da cam; pH ≥ 6,2: vàng). Hỏi khi cho methyl đỏ vào hai dung dịch sau đây thì màu sắc thay đổi như thế nào?  a) Dung dịch 1: dung dịch CH3COOH 0,2M. Biết Ka của CH3COOH là 10-4,76.  b) Dung dịch 2: dung dịch gồm NH4Cl 0,2M và NH3 0,1M. Biết Ka của là 10-9,24. | |  |
| **1**  **(2,0đ)** | a) Dung dịch 1: Các quá trình xảy ra trong dung dịch 1:  CH3COOH  H+ + CH3COO- Ka = 10-4,76 (1)  H2O  H+ + OH- Kw = 10-14 (2)  Ta thấy C(CH3COOH).Ka >> Kw => cân bằng (1) là chủ yếu.  CH3COOH  H+ + CH3COO- Ka = 10-4,76 (1)  C 0,2  [ ] 0,2 – x x x  Ta có: Kb = = 10-4,76 => x = 1,86.10-3 => **pH = 2,73** < 4,4  Vậy, methyl đỏ có màu đỏ trong dung dịch 1. | 0,25  0,25  0,25  0,25 |
| b) Dung dịch 2:  Các quá trình xảy ra trong dung dịch 2:  NH4Cl  NH4++ Cl-  NH3 + H2O  NH4+ + OH- Kb = 10-4,76 (1)  NH4+  NH3 + H+ Ka = 10-9,24 (2)  H2O  H+ + OH- Kw = 10-14 (3)  Vì C(NH3).Kb >> Kw => cân bằng (1) là chủ yếu.  NH3 + H2O  NH4+ + OH- Kb = 10-4,76 (1)  C 0,1 0,2  [ ] 0,1 – x 0,2+x x   |  |  | | --- | --- | | Ta có: | Ka = = 10-4,76 => x = 8,69.10-6 |  * [H+] = 1,15.10-9M => **pH = 8,94** > 6,2   Vậy, methyl đỏ chuyển sang màu vàng trong dung dịch 2. | 0,25  0,25  0,25  0,25 |
| **2.** Tính thể tích (mL) dung dịch H2C2O4 0,1M cần thêm vào 10,0 mL dung dịch Y chứa CaCl2 0,0100M và HCl 10-3M để bắt đầu xuất hiện kết tủa CaC2O4.  Biết H2C2O4 có Ka1 = 10-1,27 ; Ka2 = 10-4,25 ; KS (CaC2O4) = 10-8,75. | |  |
| **2**  **(2,0đ)** | Các quá trình xảy ra trong dung dịch sau khi trộn:  HCl → H+ + Cl-  H2C2O4  H+ + HC2O4- Ka1 = 10-1,27 (1)  HC2O4-  H+ + C2O42- Ka2 = 10-4,25 (2)  Ca2+ + C2O42-  CaC2O4 (3)  - Y có môi trường acid nên bỏ qua sự tạo phức hiđroxo của Ca2+, nên [Ca2+] =  - Áp dụng ĐL bảo toàn nồng độ đầu, ta được:  C(H2C2O4) = [C2O42-] + [HC2O4-] + [H2C2O4]  = [C2O42-] + [H+].[C2O42-] / Ka2 + [H+]2.[C2O42-] / (Ka1.Ka2)  = [C2O42-] . (1 + [H+] / Ka2 + [H+]2 / (Ka1.Ka2) )   * [C2O42-] = = (M)   - Điều kiện để có CaC2O4 bắt đầu kết tủa:  Ks = [Ca2+][C2O42-] = . = 10-8,75  (\*)  Vì KS(CaC2O4) = 10-8,75 không quá lớn, và C(H2C2O4) >> C(Ca2+)  nên giả sử V1 << 10,0 mL và [H+] ~ CHCl = 10-3 M.  Từ (\*) tính được V1 = 3,4.10-4 mL  Thể tích dd H2C2O4 = 3,4.10-4 mL << Vdd Y nên giả sử là hợp lí. | 0,5  0,5  0.5  0,5 |

**Câu 2 (4,0 điểm):**

**2.1.** Một oxit của nitơ có công thức NOx, trong đó nitơ chiếm 30,43% về khối lượng.

a) Xác định NOx.

b) Ở 27,3oC, khí N2O2x bị phân hủy theo phương trình phản ứng sau:

N2O2x****2NOx

(khí không màu)

Khi phản ứng trên đạt trạng thái cân bằng, làm lạnh bình đến 0oC thì thấy màu của hỗn hợp khí trong bình nhạt dần. Hãy cho biết, phản ứng theo chiều thuận là thu nhiệt hay tỏa nhiệt?

**2.2.** Một bình kín chứa đồng thời hai khí N2 và H2 vớinồng độ tương ứng là 0,375M và 0,875M. Thực hiện phản ứng với xúc tác thích hợp đến khi phản ứng đạt đến trạng thái cân bằng ở toC thì thể tích khí H2 chiếm 50% thể tích hỗn hợp khí thu được. Tính hằng số cân bằng KC ở toC của phản ứng.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2.1**  **(2,0 đ)** | a.  %N = 14/(14 + 16x) = 0,3043  ⇒ x = 2  ⇒ Công thức: NO2 | **0,25**  **0,25**  **0,25** |
| b.  2NO2 + 2NaOH → NaNO3 + NaNO2 + H2O  2NO2 + 2OH-→ NO3- + NO2- + H2O | **0,25**  **0,25** |
| c.  Làm lạnh bình đến 0oC thì thấy màu của khí NO2 nhạt dần  ⇒ Cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch  ⇒ Chiều nghịch là chiều tỏa nhiệt  ⇒ Chiều thuận là chiều thu nhiệt | **0,25**  **0,25**  **0,25** |
| **2.2**  **(1,0 đ)** | N2+ 3H22NH3  Ban đầu 0,375 0,875  Phản ứng x 3x 2x  Cân bằng 0,375-x 0,875-3x 2x | **0,25** |
| H2 chiếm 50% thể tích khí thu được  ⇒ 0,875 – 3x = 0,5(0,375 – x + 0,875 – 3x + 2x) ⇒ x = 0,125 | **0,25** |
| ⇒ KC = = 2 | **0,5** |

**Câu 3.** (2 điểm)

**1.** Nước thải chăn nuôi là một trong những yếu tố gây nên hiện tượng phú dưỡng cho ao, hồ. Hãy giải thích điều này.

**2.** Trong thực tế, ở nhiều nơi, nước thải, phân bón hoá học, thuốc trừ sâu chưa qua xử lí được thải trực tiếp vào ao, hồ. Trong trường hợp nào có thể gây ra hiện tượng phú dưỡng? Giải thích.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Nước thải chăn nuôi là nguồn thải giàu chất hữu cơ nhất, thường đến từ các cơ sở chăn nuôi gia đình. Phân hữu cơ chứa lượng lớn nitrogen và phosphorus thúc đẩy quá trình phú dưỡng diễn ra theo tiến trình nhanh nhất. | 1 đ |
| 2. Khi ao hồ đó là nước tù đọng, không lưu thông với các nguồn nước khác thì nước thải, phân bón hóa học, thuốc trừ sâu chưa qua xử lí sẽ gây ra hiện tượng phú dưỡng do chứa lượng lớn các nguyên tố dinh dưỡng nitrogen và phosphorus. | 1 đ |

**Câu 4.** (4 điểm)

**1.** Một số quá trình tự nhiên và hoạt động của con người thải hydrogen sulfide vào không khí. Chất này có thể bị oxi hóa bởi oxygen có trong không khí theo hai phản ứng sau:



Cho biết giá trị enthalpy tạo thành chuẩn của H2S(*g*), SO2(*g*) và H2O(*g*) lần lượt là -20,7kJ mol-1; -296,8 kJ mol-1 và -241,8 kJ mol-1.

(a) Tính giá trị biến thiên enthalpy chuẩn của mỗi phản ứng trên. Ở 298 K, mỗi phản ứng có thuận lợi về mặt năng lượng không?

(b) Trong môi trường không khí mà nồng độ oxygen bị suy giảm, hãy dự đoán hydrogen sulfide dễ chuyển hóa thành sulfur dioxide hay sulfur. Giải thích.

**2.** Hiện nay, mưa acid, hiệu ứng nhà kính và thửng tầng ozone là ba thảm họa môi trường toàn cầu. Mưa acid tàn phá nhiều rừng cây, các công trình kiến trúc bằng đá và kim loại. Tác nhân chủ yết gây mưa acid là sulfur dioxide.

(a) Trong khí quyển, SO2 chuyển hóa thành H2SO4 trong nước mưa theo sơ đồ sau:

.

Viết các phương trình phản ứng xảy ra.

(b) Một con mưa acid xuất hiện tại một khu công nghiệp diện tích 10 km2 với lượng mưa trung bình 80nm. Hãy tính;

- Thể tích nước mưa đã rơi xuồng khu công nghiệp.

- Khối lượng H2SO4 trong lượng nước mưa, biết nồng độ của H2SO4 trong nước mưa là 2.10-5M.

(c) Lượng acid trong nước mưa có thể ăn mòn các công trình bằng đá vôi.

- Viết 1 phương trình hóa học minh họa.

- Khối lượng CaCO3 tối đa bị ăn mòn bởi lượng acid trên.

(d) Em hãy tìm hiểu về nguyên nhân phát sinh các khí gây mưa acid và đề xuất giải pháp hạn chế.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. (a) Cả hai phản ứng đều thuận lợi về mặt năng lượng vì giá trị biến thiên enthalpy chuẩn của hai phản ứng đều âm (-517,9 kJ và -221,1 kJ). | 0,5 đ |
| (b) Hydrogen sulfide sẽ dễ chuyển thành sulfur dioxide theo phản ứng (2), vì phản ứng (2) cần ít oxygen hơn so với phản ứng (1). | 0,5 đ |
| 2.  (a) Các phương trình phản ứng:  SO2 + O2 🡪 SO3  SO3 + H2O 🡪 H2SO4 | 0,5 đ |
| (b) Thể tích nước mưa rơi xuống khu công nghiệp là: V = 10. 106.0,08= 8.105 m3  Khối lượng H2SO4 có trong lượng nước mưa là: 8.105 . 2.10-5. 98 = 1568 (kg) | 0,5 đ |
| (c) Đá vôi bị ăn mòn theo PT: CaCO3 + H2SO4 CaSO4 + H2O + CO2.  Khối lượng đá vôi bị ăn mòn = | 0,5 đ |
| (d) Tác nhân chính gây mưa acid là NOx và SO2 được sinh ra từ nguồn thiên nhiên và chủ yếu là do hoạt động của con người như: sinh ra từ quá trình đốt nhiên liệu có chứa tạp chất sulfur (than đá, dầu mỏ) hoặc đốt quặng sulfide trong luyện kim, các hoạt động giao thông vận tải… Các khí này với xúc tác là các ion kim lọai trong khói bụi, khí SO2 và NOx bị oxi hóa bởi oxygen, ozone, hydrogen peroxide, gốc tự do không khí (trong điều kiện thích hợp rồi hoà tan vào nước, tạo thành sulfuric acid và nitric acid, các giọt acid tạo thành theo mưa rơi xuống bề mặt trái đất | 0,5 đ |
| Các phản ứng xảy ra:  4NO2 +O2 + 2H2O  4HNO3  2SO2 + O2 + 2H2O 2H2SO4  Mưa acid gây tác động xấu tới môi trường, con người và sinh vật khi pH có giá trị dưới 4,5. Làm ảnh hưởng đến sinh vật, ăn mòn các công trình xây dựng, kiến trúc bằng đá và kim loại…. | 0,5 đ |
| Giải pháp hạn chế hiện tượng mưa axit:  - Các nhà máy xí nghiệp cần lắp đặt các hệ thống khử các khí gây mưa acid.  - Kiểm soát khí tải xe cộ làm giảm lượng khí thái NOx từ xe có động cơ.  - Loại bỏ triệt để S và N có trong dầu mở và than đá trước khi sử dụng.  - Sử dụng các năng lượng thân thiện với môn trường, bằng các loại nhiên liệu sạch.  - Cải tiến các động cơ trong các phương tiện giao thông theo tiêu chuẩn EURO để đốt hoàn toàn nhiên liệu thải ra ngoài môi trường.  - Tuyên truyền và giáo dục người dân có ý thức trong việc bảo vệ môi trường và các quy định về xử lí rác thải, nước thải…. | 0,5 đ |

**Bài 5.** (4 điểm)

**1.** Việc đốt rơm, rạ trên đồng sẽ gây ô nhiễm môi trường, thoái hóa đất. Vậy nên sử dụng rơm rạ như thế nào để có thể mang lại nhiều lợi ích hơn cho người nông dân?

**2.** Một loại phân bón hỗn hợp trên bao bì ghi tỉ lệ 10 – 20 – 15. Các con số này chính là độ dinh dưỡng của phân đạm, phân lân, phân kali tương ứng. Để sản xuất loại phân bón này, nhà máy Z cần trộn ba loại hóa chất Ca(NO3)2, KH2PO4, KNO3 với nhau. Trong phân bón đó tỉ lệ khối lượng của Ca(NO3)2 là a%, của KH2PO4 là b%. Giả sử các tạp chất không chứa N, P, K. Giá trị của (a + b) **gần nhất** với giá trị nào sau đây?

**A.** 93,8. **B.** 59,3. **C.** 42,1. **D.** 55,5.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Nên sử dụng rơm, rạ làm phân hữu cơ để có thể mang lại nhiều lợi ích hơn cho người nông dân: cung cấp chất dinh hưỡng cho cây trồng, tăng độ tơi xốp đất, hạn chế xói mòn và tránh bị khô hạn; đặc biệt là tránh gây ô nhiễm môi trường hơn so với việc đốt rơm, rạ. | 0,5 |
| 2. Xét trong 100g phân bón | 1 đ |
|  | 0,5 |

**Câu 6: (2 điểm)** Một hộ gia đình để tận dụng chất thải từ chăn nuôi đã sử xây dựng hầm khí bioga đồng thời gia đình cũng lắp đặt hệ thống năng lượng mặt trời. Trong 90 ngày mùa hè hệ thống năng lượng mặt trời sản sinh ra được một lượng nhiệt 1,8625.106 kJ và hệ thống hầm biogas sản sinh được 20 kg khí methane (thành phần chính khí biogas). Khi được đốt cháy hoàn toàn 1 mol các chất tỏa ra lượng nhiệt cho trong bảng sau:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Chất** | CH4 | C3H8 | C4H10 |
| **Nhiệt lượng tỏa ra (kJ)** | 890 | 2220 | 2847 |

Nếu gia đình trong 90 ngày trên dùng năng lượng từ việc mua Bình “ga” loại 12 cân có chứa 12 kg khí hóa lỏng (LPG) gồm propane và butane với tỉ lệ mol tương ứng là 2 : 3 thì cần phải mua bao nhiêu bình ga (giả thiết hiệu suất sử dụng nhiệt như nhau).

|  |  |
| --- | --- |
| nCH4 = 1250; nC3H8 = 2x và nC4H10 = 3x  Bảo toàn năng lượng:  1,8625.106 + 890.1250 = 2220.2x + 2874.3x | 1 đ |
| ⟶ x = 227,76  Số bình gas = (44.2x + 58.3x)/12000 ≈ 5 bình | 1 đ |