

2004년도 화학 1 중간고사 (2004년 10월 22일)

- 시험 시간 : 3:00 PM ~ 4:20 PM (80 분)
- 휴대전화는 전원을 끌 것.
- 친구로부터 계산기를 절대로 빌릴 수 없음.
- 부정 행위시 감독 조교는 경고 없이 학생의 이름을 적고 교수에게 통보할 것 임.
- 문제들의 답을 찾기 위한 계산에 필요한 상수, 분자량, 식 등의 정보는 각 쪽에 모두 주어져 있음. (더 이상의 정보는 필요하지 않다는 사실을 문제를 푸는 과정에서 힌트로 생각할 것. 화학을 공부하는데 있어서 상식에 속하는 정보는 물론 주어지지 않았음.)
- 문제의 수: 12개 (1~12번)

1. (10점) 다음의 물리량에 대하여 그 단위를 7개의 기본 SI 단위 (m, kg, sec, A, K, mol, cd) 로부터 표현하라. (예: 부피 → m³)

- (1) 가속도 (acceleration)
- (2) 밀도 (mass density)
- (3) 힘 (force)
- (4) 압력 (pressure)
- (5) 주파수 (frequency)

2. (10점) 직사각형의 금속막대기의 밀도를 구하기 위하여 한 학생이 다음과 같은 측정을 하였다. 길이 = 12.7 cm, 폭 = 2.40 cm, 높이 = 1.0cm, 질량 = 52.4g. 금속의 밀도를 구하여라. 단위는 문제 1의 (2)와 같이 표현하라. (유효 숫자에 유의).

3. (6+5+5=16점) (1) 다음은 마그네슘 원자의 동위 원소들이다. 각 동위원소에 대하여 원자 번호, 원자량(amu), 양성자의 수, 중성자의 수, 질량수를 적어라. (다음과 같은 표를 그리고 수를 채워 넣어라.) (표를 그리지 않고 답안을 작성할 경우에는 0점)

동위 원소	원자번호	원자량 (amu)	양성자의 수	중성자의 수
²⁴ ₁₂ Mg				
²⁵ ₁₂ Mg				
²⁶ ₁₂ Mg				

(2) 위의 동위 원소들의 자연 존재비는 각각 ²⁴₁₂Mg: 78.99%, ²⁵₁₂Mg: 10.00%, ²⁶₁₂Mg: 11.01% 이다. 평균원자량은 amu 단위로 얼마인가? (유효 숫자 4개)

(3) Mg 원자 1 개의 평균 질량은 몇 g 인가? (유효 숫자 4개)

4. (15점) 다음 화합물에 대하여 화학식은 이름으로 (영어로), 이름은 화학식으로 써라?

- (1) CO
- (2) CaSO₄•2H₂O
- (3) NaH
- (4) iron(III) oxide
- (5) cyanide

5. (10+5+5=20점) 톰슨 (Thomson)의 원자 모델을 실험적으로 증명하기 위하여 러더포드 (Rutherford)는 알파 (α) 입

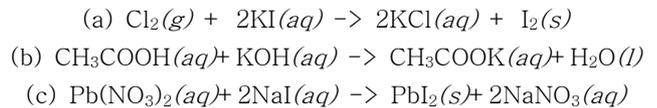
자 산란 실험을 하였다. 그러나 실험 결과로부터 톰슨의 원자 모델이 잘 못 되었다는 것을 알게 되었다.

- (1) 러더포드의 알파 (α) 입자 산란 실험 과정과 결과를 기술하라.
- (2) 톰슨의 원자 모델이 올바른 것이었다면 예상되는 러더포드의 산란 실험 결과는?
- (3) (1)의 결과로 러더포드는 어떠한 원자 모델을 제시하였는가?

6. (25점) 우레아 [(NH₂)₂CO(aq)]는 암모니아 [NH₃(g)]와 이산화탄소 [CO₂(g)] 가 반응하여 생성된다.

- (1) 이 반응의 균형잡힌 반응식을 써라. (힌트: 암모니아 + 이산화탄소 ---> 우레아 + 물)
- (2) NH₃ 637.2 g 과 CO₂ 1142 g 이 반응한다고 하자. 두 반응물 중에서 한계시약은?
- (3) 생성되는 (NH₂)₂CO 의 질량을 계산하라.
- (4) 반응이 끝난 후 과잉시약은 몇 g 남아있나?
- (5) 만일 어떤 실험에서 (NH₂)₂CO 를 실제로 56.03 g 얻었다고 하면 수득률은 몇 % 인가?

7. (6+5+5+6+6=28점) 다음의 세 반응이 있다.



- (1) (a), (b), (c) 는 각각 어떤 반응인가? (산-염기 반응, 침전 반응, 산화-환원 반응 중에서)
- (2) 위의 산-염기 반응에서 산과 염기를 지적하고 알짜 반응식을 써라.
- (3) 위의 침전 반응에서 알짜 반응식을 써라.
- (4) 위의 산화-환원 반응에서 각 화합물들을 구성하는 원소 원소들의 산화수는?
- (5) 위의 산화-환원 반응에서 산화 반쪽 반응과 환원 반쪽 반응을 써라.

----- 여러 가지 상수 및 식 -----

- 아보가드로의 수 (Avogadro's number) = 6.022x10²³
- NH₃의 분자량 = 17.03 g/mol
- CO₂의 분자량 = 44.01 g/mol
- (NH₂)₂CO의 분자량 = 60.06 g/mol
- 기체상수 (R) = 0.0821 L•atm/K•mol = 8.314 J/K•mol
- He의 분자량 = 4.003 g/mol
- u_{rms} = (3RT/M)^{1/2}

==> 뒷 쪽에 문제 8-12번

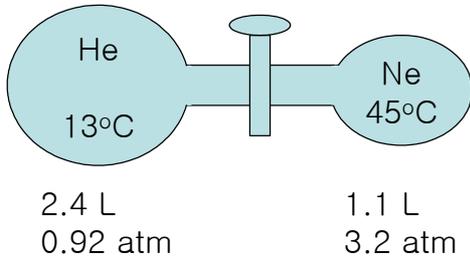
8. (20점) 과산화수소 (H_2O_2) 용액의 농도는 산성용액에서 KMnO_4 표준용액으로 적정하여 결정할 수 있다. 이 반응에서 구경꾼이온인 K^+ 를 제외한 알짜 반응은 대략 정성적으로 다음과 같이 표시할 수 있다.



- (1) 균형잡힌 알짜 반응식을 적어라.
- (2) H_2O_2 25.00 mL를 완전히 산화시키는데 0.01652 M KMnO_4 용액 36.44 mL가 소비되었다. H_2O_2 용액의 몰 농도는?

9. (15점) He 기체 분자의 근제곱평균속도 (root-mean-square speed)는 25°C 에서 1.36 km/s 이다. 같은 온도에서 아르곤 (Ar) 기체 분자의 한 개의 평균운동에너지는 얼마인가? (이상기체로 생각하라.)

10. (10+5+5=20점) 다음 그림에서 헬륨 (He)이 들어 있는 병의 온도는 온도는 13°C , 네온 (Ne)이 들어 있는 병의 온도는 45°C 였다. 두 병을 연결하는 관의 마개를 열어서 두 기체를 섞은 후에 온도를 측정하니 32°C 가 되었다. (이상기체로 생각하라.)



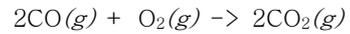
- (1) 전체 압력은 얼마인가?
- (2) He에 의한 부분 압력은 얼마 인가?
- (3) Ne에 의한 부분 압력은 얼마 인가?

11. (24점) 수증기 ($\text{H}_2\text{O}(g)$)의 표준생성엔탈피($\Delta H_{\text{for}}^\circ$)는 -241.8 kJ/mol 이고 물 ($\text{H}_2\text{O}(l)$)의 표준생성엔탈피($\Delta H_{\text{for}}^\circ$)는 -285.8 kJ/mol 이다.

- (a) 여기에서 $\Delta H_{\text{for}}^\circ$ ($\text{H}_2\text{O}(g)$)는 어떠한 반응에 대한 엔탈피 변화량인가? 반응식을 정확하게 적어라.
- (b) 여기에서 $\Delta H_{\text{for}}^\circ$ ($\text{H}_2\text{O}(l)$)는 어떠한 반응에 대한 엔탈피 변화량인가? 반응식을 정확하게 적어라.
- (c) 위의 표준생성엔탈피 값으로부터 25°C 에서 물의 기화열 ($\Delta H_{\text{vap}}^\circ$)을 구하여라.

12. (7+7+10=24점) $\Delta E = q + w$ 의 관계식으로부터 (여기서 일 (w)은 오로지 기계적인 일과만 관계가 있다고 가정)

- (a) “내부에너지의 변화량 (ΔE)은 일정부피하에서 열로서 수반되는 에너지의 흐름과 같음”을 증명하라.
- (b) “엔탈피의 변화량 (ΔH)은 일정압력하에서 열로서 수반되는 에너지의 흐름과 같음”을 증명하라.
- (c) 25°C , 1 atm에서 2 mol의 CO 가 1 mol의 CO_2 로 바뀔때 (다음의 반응) 내부에너지의 변화량은 (이때 $\Delta H_{\text{rxn}}^\circ$ 은 -566.0 kJ 이다.)?



---- 여러 가지 상수 및 식 ----

- 아보가드로의 수 (Avogadro's number) = 6.022×10^{23}
- NH_3 의 분자량 = 17.03 g/mol
- CO_2 의 분자량 = 44.01 g/mol
- $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 의 분자량 = 60.06 g/mol
- 기체상수 (R) = $0.0821 \text{ L}\cdot\text{atm}/\text{K}\cdot\text{mol} = 8.314 \text{ J}/\text{K}\cdot\text{mol}$
- He의 분자량 = 4.003 g/mol
- $u_{\text{rms}} = (3RT/M)^{1/2}$