

과제 #1

제출일: 9/21 수업시간

1. 최근 2년 사이의 국내 환경관련 주요 사건 중 1건을 찾아 신문기사를 스크랩(인터넷 기사를 출력)하고 내용을 두 문단 정도로 간략히 요약하시오. (15점)
2. 2.4 g의 $FePO_4$ 를 플라스크에 넣고 PO_4^{3-} 농도 1.5 mg/L인 물을 첨가하여 1.00 L의 용액을 제조하였다. 이 용액에 용해된 3가 철이온(Fe^{3+})의 농도를 mg/L 단위로 구하시오(단, 온도는 25°C). (15점)

답)

각 원소의 원자량 - Fe : 56, P : 31, O : 16

pK_s of $FePO_4$: 21.9, $K_s = 10^{-21.9}$

$FePO_4$ 의 용해도가 낮기 때문에 첨가된 $FePO_4$ 의 소량만 물에 녹는다고 가정한다.

따라서 PO_4^{3-} 의 농도는 1.5mg/L에 가깝다.

$$[PO_4^{3-}] = \frac{1.5mg/L}{(31+4 \times 16)g/mol} \frac{1g}{10^3mg} = 1.58 \times 10^{-5} M$$

$[PO_4^{3-}]$ 이 $10^{-2}M$ 보다 훨씬 낮기 때문에 (molarity) \approx (activity)라고 가정한다.

$$K_s = 10^{-21.9} = [Fe^{3+}][PO_4^{3-}] = [Fe^{3+}](1.58 \times 10^{-5})$$

$$[Fe^{3+}] = 7.97 \times 10^{-18} M$$

3. 0.15 g의 아세트산나트륨(CH_3COONa)을 플라스크에 넣고 증류수를 첨가하여 1.00 L의 용액을 제조하였다. 이 용액의 pH가 5.25일 때, 용액의 아세트산 이온(CH_3COO^- , acetate)과 아세트산(CH_3COOH , acetic acid)의 농도를 몰농도로 구하시오(단, 온도는 25°C). (15점)

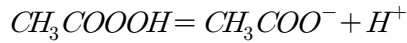
답)

각 원소의 원자량 - C : 12, H : 1, O : 16, Na : 23

$$\text{첨가된 } CH_3COONa = \frac{0.15g}{(2 \times 12 + 3 \times 1 + 2 \times 16 + 23)} = 1.83 \times 10^{-3} mole$$

CH_3COONa 는 CH_3COO^- 와 Na^+ 로 해리되는데, CH_3COO^- 는 양성자 H^+ 를 얻어서 CH_3COOH 가 된다.

따라서 아세트산이 되는 반응식은 다음과 같다.



pK_a of CH_3COOH : 4.75

$$K_a = 10^{-4.75} = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \quad (1)$$

$1.83 \times 10^{-3} mole$ 의 CH_3COONa 이 1.00L의 물에 첨가되었기 때문에

$$[CH_3COO^-] + [CH_3COOH] = 1.83 \times 10^{-3} M \quad (2)$$

pH=5.25이기 때문에, $[H^+] = 10^{-5.25} M$

(1)식에 $[H^+]$ 값을 대입하면,

$$[CH_3COO^-] = 3.16[CH_3COOH] \quad (3)$$

(3)식을 (2)식에 대입하면,

$$[CH_3COOH] = 4.40 \times 10^{-4} M$$

$$[CH_3COO^-] = 1.39 \times 10^{-3} M$$

4. 과염소산(Hypochlorous acid)은 자외선 조사를 통하여 1차반응에 따라 분해된다. 1차반응 계수(first order constant)가 0.12 day^{-1} 일 때, 이 반응의 반감기를 구하시오. 과염소산의 초기 농도가 2.5 mg/L 일 때, 자외선을 조사하여 농도가 0.05 mg/L 에 도달하는 시간은 얼마인가? (15점)

답)

$$\frac{d[HOCl]}{dt} = -k[HOCl]$$

$$\frac{1}{[HOCl]} d[HOCl] = -k \cdot dt$$

$$\int_{[HOCl]_0}^{[HOCl]_t} \frac{1}{[HOCl]} d[HOCl] = - \int_0^t k \cdot dt$$

$$\ln \frac{[HOCl]_t}{[HOCl]_0} = -kt$$

$$t = -\frac{1}{k} \ln \frac{[HOCl]_t}{[HOCl]_0}$$

$k = 0.12 \text{ day}^{-1}$, $[HOCl]_0 = 2.5 \text{ mg/L}$, $[HOCl]_t = 0.05 \text{ mg/L}$ 이기 때문에,

$$\therefore t = 32.6 \text{ days}$$

5. 탄산수를 구입하여 pH를 측정하였더니 3.5가 나왔다. 탄산수 회사에 연락하여 제조공정을 물었더니 250 mL 들이 탄산수를 증류수에 0.1 g 이산화탄소를 불어넣어 제조한다는 것을 알았다. 제조 시 가압을 통하여 불어넣은 이산화탄소는 물에 완전히 용해된다고 한다. 이 때, 탄산수 내의 $H_2CO_3^*$, HCO_3^- , CO_3^{2-} 의 몰농도를 각각 계산하고, 탄산수의 alkalinity를 구하시오. 탄산수 병은 완전 밀폐되어 있으며 탄산수로 완전히 차 있음을 가정하시오. (20점)

답)

Closed system. (lecture note 참고)

carbonate system : $H_2CO_3^* = H^+ + HCO_3^- = 2H^+ + CO_3^{2-}$

$$K_{a1} = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3^*]} = 10^{-6.35} \quad (1)$$

$$K_{a2} = \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]} = 10^{-10.33} \quad (2)$$

0.1g CO_2 가 첨가되었기 때문에, (CO_2 분자량 = 44)

$$C_T = \frac{0.1 \text{ g} / (44 \text{ g/mol})}{0.25 \text{ L}} = 9.09 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$pH < pK_{a1}$ 일 때, $[H_2CO_3^*] \approx C_T$

$$[H_2CO_3^*] = 9.09 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$pH=3.5 \text{ 이기 때문에, } [H^+] = 10^{-3.5} \text{ M} \quad (3)$$

(3)을 (1)에 대입하면,

$$[HCO_3^-] = 1.28 \times 10^{-5} \text{ M}$$

(2)에 대입하면,

$$[CO_3^{2-}] = 1.89 \times 10^{-12} \text{ M}$$

Carbonate Alkalinity

$$= [HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}] = (1.28 \times 10^{-5} \text{ M}) + 2 \cdot (1.89 \times 10^{-12} \text{ M}) = 1.28 \times 10^{-5} \text{ M}$$

Alkalinity는 $mg \text{ CaCO}_3/L$ 로 표현된다.

강의노트를 참고하면 결과 값에 $5 \times 10^4 \text{ mg CaCO}_3/mol$ 를 곱하기만 하면 된다.

따라서,

Carbonate Alkalinity =

$$1.28 \times 10^{-5} \text{ M} \times (5 \times 10^4 \text{ mg CaCO}_3/mol) = 0.64 \text{ mg CaCO}_3/L$$

6. 뉴클레오티드(nucleotide)의 세 구성 요소는? (5점)

답) 인산(phosphate), 당(sugar), 염기(base)

7. 생명체의 필수 고분자물질(macromolecules) 네 가지를 적고, 각각의 중요성을 간단히 논하시오. (15점)

답)

탄수화물(Carbohydrates): 에너지원 (energy for life)

핵산(Nucleic acids): DNA와 RNA – 유전 정보의 저장 및 전달 (store and transmit genetic information)

단백질(Proteins): 생화학적 반응의 촉매 작용을 통한 세포 기능의 제어, 생물체의 구성성분 (regulate cellular functions by catalyzing biochemical reactions and support structure of organisms)

지질(Lipids): 에너지 저장, 세포막 형성, 생체신호 전달에 사용 (store energy (fats), make up cell membranes (phospholipids), and used for signaling (steroids))