

2014학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가 화학 II 해설

1번

단원: V. 인류 복지와 화학

정답: ②

해설

진통제, 항생제, 마취제는 전부 의약품의 종류입니다.

2번

단원: II. 물질 변화와 에너지

정답: ⑤

해설

엔탈피의 정의는 '물질이 가지고 있는 고유의 에너지 양'입니다. (출처: 교학사 화학 II 교과서) 가열 시간이 길어질수록 물질이 가지고 있는 에너지는 많아지게 되므로, 가열 시간이 가장 오래 지난 E 지점이 가장 엔탈피가 큼니다.

3번

단원: I. 다양한 모습의 물질

정답: ②

해설

- ㄱ. 물질의 부피가 일정 온도에서 급격히 팽창하였다면 물질이 액체에서 기체로 변했다고 생각할 수 있습니다.
급격히 팽창하는 지점의 온도는 A가 B보다 낮으므로 ㄱ은 틀린 선지입니다.
- ㄴ. 분자 사이의 인력이 강할수록 더 서로 밀접한 상태로 유지하려고 하며, 따라서 기화시키기 위해서는 더 높은 에너지를 가해야 (=끓는점이 높아야) 합니다. 끓는점은 B가 A보다 높으므로, ㄴ은 맞는 선지입니다.
- ㄷ. 물질이 기화가 되기 위해서는 외부압력과 증기압력이 같아야 하며, 증기압력이 같아지는 그 온도를 끓는점이라고 합니다.
이 문제는 1기압에서 가열을 한 조건이므로, 외부압력이 같기 때문에 끓는점에서의 증기 압력은 같습니다. 따라서 ㄷ은 틀린 선지입니다.

4번

단원: II. 물질 변화와 에너지

정답: ①

해설

- ① 자발적인 반응에서 전체 엔트로피 (계의 엔트로피 + 주위의 엔트로피)는 언제나 증가합니다.
- ② 액체 상태인 물에 고체인 얼음 나트륨이 들어왔으므로, 물의 엔트로피(무질서도)는 감소합니다.
- ③ $\Delta H > 0$ 인 반응이므로, 이 반응은 흡열 반응입니다. 계에서 열을 흡수하였으므로, 이 반응은 계에서 주위로부터 열을 흡수한 반응입니다.
- ④ 위 반응이 자발적이므로, $\Delta G < 0$ 입니다. 따라서, 역 반응은 비자발적이므로 $\Delta G > 0$ 이 됩니다.
- ⑤ $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이며, 25°C 에서 위 반응은 자발적이므로 $\Delta G = \Delta H - (273 + 25)\Delta S < 0$ 입니다. 여기서 $\Delta H > 0$ 이므로, 위 식을 만족하기 위해선 $\Delta S > 0$ 임을 유추할 수 있습니다.
따라서, 50°C 에서 $\Delta G = \Delta H - (273 + 50)\Delta S = (\Delta H - (273 + 25)\Delta S) - 25\Delta S < 0$ 을 만족하므로, 이 반응은 50°C , 1기압에서도 자발적입니다.

5번

단원: I. 다양한 모습의 물질

정답: ③

해설

y축은 $\frac{P}{T}$ (atm/K) 이며, x축은 T (K) 이므로, 압력을 구하기 위해선 그 지점의 y축 값과 x축 값을 곱하면 됩니다. 따라서 (가)의 압력은 aT_1 이며, (나)의 압력은 $2bT_1$ 이므로 $\frac{\text{(가)에서 A의 압력}}{\text{(나)에서 B의 압력}} = \frac{aT_1}{2bT_1} = \frac{a}{2b}$ 가 됩니다.

6번

단원: I. 다양한 모습의 물질

정답: ①

해설

- 이 문제는 x축과 y축의 단위를 보면 통상적으로 보이는 y자 모양의 상평형 그래프에서 x축과 y축을 바꾼 그래프임을 알 수 있습니다. 따라서 A는 기체, B는 액체, C는 고체의 위치임을 알 수 있습니다.
- ㄱ. 위의 곡선은 증기 압력 곡선이므로, 외부 압력 P_1 에서 끓는점은 t_1 임을 볼 수 있습니다.
 - ㄴ. 밑의 곡선(용해 곡선)이 P_2 와 만나는 점이 P_1 에서 만나는 점보다 높으므로, 녹는점은 외부 압력 P_2 인 지점이 더 높습니다.
 - ㄷ. B가 C로 변하는 과정은 B(액체) \rightarrow C(고체) 인 과정이므로, 열을 방출하게 됩니다.

7번

단원: I. 다양한 모습의 물질

정답: ①

해설

P의 지점이 왼쪽 용기와 오른쪽 용기로부터 2:1 인 지점이므로, 두 기체의 확산 속도의 비 $v_X : v_Y = 2:1$ 입니다. 확산 속도 v 는 분자량의 제곱근인 \sqrt{M} 에 반비례하므로, $\frac{1}{\sqrt{M_X}} : \frac{1}{\sqrt{M_Y}} = 2:1$, $M_X : M_Y = 1:4$ 임을 알 수 있습니다.

기체의 질량을 w 라 할 때, $PV = nRT = \frac{w}{M}RT$ 이므로, $w = \frac{PVM}{RT}$ 가 성립합니다. $M_Y = 4M_X$ 이므로, 이에 따라 비례식을 세우면 $a : b = w_X : w_Y = \frac{1 \times 1 \times M_X}{R \times T} : \frac{1 \times 2 \times 4M_X}{R \times T} = 1:8$ 입니다.

8 번

단원: II. 물질 변화와 에너지

정답: ③

해설

- ㄱ. 이 반응은 $A_2(g) + 3B_2(g) \rightarrow 2AB_3(g)$ 인 반응입니다. 기체의 양이 줄어들으므로, $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 입니다.
- ㄴ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ 이며, 이 반응에서 $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 이므로 $\Delta H < 0$ 이 성립합니다. 따라서 이 반응은 발열 반응임을 알 수 있습니다.
- ㄷ. 반응이 자발적이므로, 전체 엔트로피는 증가하였음을 알 수 있습니다. 전체 엔트로피는 $\Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}}$ 이므로, $\Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}} > 0$ 을 만족하면서 $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 이므로 $\Delta S_{\text{주위}} > 0$ 임과 동시에, $|\Delta S_{\text{주위}}| > |\Delta S_{\text{계}}|$ 임을 알 수 있습니다.

9번

단원: I. 다양한 모습의 물질

정답: ④

해설

0.10M NaOH 수용액의 용질의 양은 $0.10(\text{mol/L}) \times 0.250(\text{L}) \times 40(\text{g/mol}) = 1.0(\text{g})$ 입니다. 0.10M NaOH 수용액의 밀도는 1.0 g/mL 이므로, 이 수용액의 퍼센트 농도는 $\frac{\text{용질의 양}}{\text{용액의 양}} \times 100 = \frac{1.0}{250} \times 100 = 0.40(\%)$ 가 됩니다. 따라서 ㄷ 선지는 맞는 선지입니다.

이 용액을 만들기 위해선 순도 99%의 NaOH x(g)을 넣어 NaOH 1g이 용액 안에 있는 것이므로, 넣어준 NaOH의 양 $x = \frac{1}{0.99} = \frac{100}{99}(\text{g})$ 가 됩니다. 따라서 ㄱ 선지는 맞는 선지입니다.

과정 (가)의 수용액을 y(g) 만큼 취해서 새로 만든 용액의 농도가 $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ 이므로, 용액은 100배 희석되었습니다. 따라서 취한 용액의 양 y는 $\frac{y}{250} = \frac{1}{100}$ 을 만족시키며, $y=2.5$ 임을 알 수 있습니다. 따라서 ㄴ 선지는 틀린 선지입니다.

10번

단원: IV. 화학 반응 속도

정답: ⑤

해설

- ㄱ. 반응 시간에 따른 A의 농도 그래프를 보면, 반감기가 일정한 것을 알 수 있습니다. 따라서, 이 반응은 A에 관한 1차 반응입니다.
 $v = k[A][B]^n$ 이라 하면, $0.1 = k \times (1.0) \times (2.0)^n$, $0.1 = k \times (2.0) \times (1.0)^n$ 을 만족하므로 $n = 1$ 임을 알 수 있습니다.
따라서, 반응 속도식은 $v = k[A][B]$ 입니다.
- ㄴ. A의 반감기는 t초이므로, 반응 시간이 4t초이면 A의 농도는 초기의 $\frac{1}{2^4} = \frac{1}{16}$ 만큼의 농도가 될 것입니다. 따라서, 반응 시간이 4t초이면 A의 농도는 $\frac{1}{16} \times 4 = 0.25 \text{ M}$ 이 될 것입니다.
- ㄷ. 이 반응은 A에 관한 1차 반응이며, 실험 I과 III를 비교해보면 실험 III에서 A의 농도는 I의 3배이며, B의 농도는 같습니다. 따라서, 초기 반응 속도 $a = 3 \times 0.1 = 0.3 (\text{M/s})$ 입니다.

11 번

단원: III. 화학 평형

정답: ④

해설

- ㄱ. 기체는 온도가 낮을수록 액체에 더 잘 용해되므로, 물에 녹아 있는 X의 질량은 A가 B보다 큽니다.
- ㄴ. 헨리의 법칙에 의해, 물에 녹아 있는 X의 질량은 압력에 비례합니다. 따라서, B와 C에서 물에 녹아 있는 X의 질량의 비는 $P_1:P_2$ 이며, B가 C의 $\frac{P_1}{P_2}$ 배입니다.
- ㄷ. 삼중점에서 고체, 액체, 기체의 서로간의 자유 에너지 변화(ΔG)는 0 입니다. 따라서, 각 1 몰의 자유 에너지(G)는 같습니다.

12 번

단원: III. 화학 평형

정답: ③

해설

- ㄱ. 전지 반응은 자발적인 반응이며, 따라서 $\Delta G < 0$ 입니다.
- ㄴ. 손가락이 니켈 도금되므로, 손가락에서는 환원 반응이 일어나며, 니켈 전극에서는 산화 반응이 일어납니다.
- ㄷ. Zn 의 산화는 전자 2 개를 내놓으며, Ni 의 환원 또한 전자 2 개를 필요로 하므로 Zn 이 a 몰 반응하면 Ni 는 a 몰만큼 손가락에 도금됨을 알 수 있습니다.

13 번

단원: IV. 화학 반응 속도

정답: ①

해설

- 이 반응의 속도는 시간에 따른 농도 변화를 비교해보면, t_2 에서 급격하게 줄어든 것을 알 수 있습니다. 따라서, 고체 촉매는 부족매임을 알 수 있습니다.
- ㄱ. 부족매는 활성화 에너지를 더 높으므로, 활성화 에너지는 t_3 일 때가 t_1 일 때보다 큽니다.
 - ㄴ. 기체 분자의 평균 운동 에너지는 온도에만 비례하는 성질을 가지고 있습니다. 이 반응에서 온도는 계속 일정하므로, 평균 운동 에너지는 두 지점에서 동일합니다.
 - ㄷ. 이 반응은 기체의 몰수가 늘어나는 반응입니다. 따라서, 반응이 진행될수록 밀폐 용기 안의 기체의 양은 많아지게 되어 압력은 높아지게 됩니다. 따라서, t_3 에서 기체의 압력은 t_2 에서보다 큽니다.

14 번

단원: IV. 화학 반응 속도

정답: ②

해설

- ㄱ. 초기 반응 속도와 초기 농도가 정비례하므로, 이 반응은 A 에 대하여 1 차 반응임을 알 수 있습니다.
- ㄴ. 반응속도가 같을 때, T_2 에서의 농도는 T_1 에서의 2 배임을 알 수 있습니다. 온도가 T_1 일 때의 반응속도 $v_1 = k[A]$ 를 만족한다 하면, $0.8 = k \times 0.2$, $k=4$ 임을 알 수 있습니다.
초기 반응 속도가 1.4 M/s 일때, $1.4 = 4 \times [A]$ 이므로 T_1 에서의 A 의 농도는 0.35 M 이며, B 의 농도는 두배인 0.70 M 이 될 것입니다. 따라서, 초기 농도는 T_2 에서가 T_1 에서보다 0.35 M 클 것입니다.
- ㄷ. 같은 농도에서 반응 속도는 T_1 에서가 T_2 에서보다 2 배 빠르므로, A 의 반감기는 T_1 에서 더 짧을 것입니다.

15 번

단원: III. 화학 평형

정답: ④

해설

약산 HA, HB 와 강염기 NaOH 를 2:1 만큼 섞었으므로, [HA]와 [A⁻]가 같으며, [HB]와 [B⁻]가 같습니다. 따라서, 두 혼합 용액 (가) 와 (나)는 완충 용액임을 알 수 있습니다.

ㄱ. K_a 값은 반응이 진행되어도 일정하며, $K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$ = [H⁺]이므로 K_a = 10^{-pH} 입니다. 따라서, HA 의 이온화 상수 K_a = 1 × 10⁻⁹ 이며 HB 의 이온화 상수는 1 × 10⁻⁵가 됩니다.

ㄴ. 약산의 경우 K_a = Cα² 을 만족하므로, 1 × 10⁻⁵ = 0.1 × α²을 만족합니다. 따라서, α = 0.01이 됩니다.

ㄷ. B⁻(aq) 의 농도는 $\frac{0.1 \times 0.050}{0.150} = \frac{1}{30}$, H⁺(aq) 의 농도는 10^{-pH} = 1 × 10⁻⁵ 이므로 B⁻(aq) 의 농도가 H⁺(aq) 의 농도보다 큼니다.

16 번

단원: III. 화학 평형

정답: ⑤

해설

ㄱ. 평형 상태에서 A 의 몰분율은 $\frac{6}{7}$ 이므로, $\frac{x}{x+0.5} = \frac{6}{7}$ 입니다. 따라서 x = 3 임을 알 수 있습니다.

ㄴ. 초기 농도와 평형 농도를 비교해보면, A 가 1 몰 줄어듦 B 가 0.5 몰 늘어난 것을 볼 수 있습니다. 따라서, a 의 값은 2 임을 유추할 수 있습니다. 반응식은 2A(g) ⇌ B(g) 가 되므로, 질량 보존 법칙에 의해 B 의 분자량은 A 의 두배임을 알 수 있습니다.

ㄷ. 2A(g) ⇌ B(g) 이므로, $K = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{0.5}{3.0^2} = \frac{1}{18}$ 이 됩니다.

17 번

단원: II. 물질 변화와 에너지

정답: ③

해설

ㄱ. (가) 반응은 기체 분자의 양이 증가하므로, ΔH > 0, ΔS > 0 인 반응입니다. ΔG = ΔH - TΔS 에 따라서, (가) 반응의 ΔG는 ΔH보다 작음을 알 수 있습니다.

ㄴ. (나)는 발열 반응이므로, 반응이 진행되면 주위의 엔트로피는 증가합니다.

ㄷ. 3 × (가) + (나) = (다) 이므로, (다)의 ΔH = 286 × 3 - 824 = 34 (kJ/mol) 임을 알 수 있습니다. ΔH > 0, ΔS > 0 인 반응이므로, 온도가 낮을 경우 비자발적이 되는 반응입니다.

18 번

단원: I. 다양한 모습의 물질

정답: ⑤

해설

ㄱ. 몰랄 농도가 2a m 이 되었을 때, Y 의 어는점은 t₁ 에서 t₃ 로 내려갔으므로 몰랄 내림 상수는 $\frac{t_1 - t_3}{2a}$ (°C/m) 이 됩니다.

ㄴ. 몰랄 농도가 a m 이 되었을 때, X 용액과 Y 용액의 어는점은 같으며, Y 용액의 어는점은 $t_1 - \frac{t_1 - t_3}{2a} \times a = \frac{t_1 + t_3}{2}$ °C 입니다. 따라서, X 용액의 어는점도 똑같이 $\frac{t_1 + t_3}{2}$ °C 입니다.

ㄷ. X 는 몰랄 농도가 a m 이 되었을 때 어는점이 $\frac{t_1 + t_3}{2}$ °C 로 내려갔으므로, X 의 몰랄 내림 상수는 $\frac{t_2 - \frac{t_1 + t_3}{2}}{a} = \frac{2t_2 - (t_1 + t_3)}{2a}$ 가 됩니다. 어는점 내림이 Y 가 X 보다 크다는 것은 어는점 그래프의 기울기가 더 크다는 것을 보면 알 수 있으므로, Y 의 몰랄 내림 상수가 X 의 몰랄 내림 상수보다 $\frac{t_1 - t_3}{2a} - \frac{2t_2 - t_1 - t_3}{2a} = \frac{2t_1 - 2t_2}{2a} = \frac{t_1 - t_2}{a}$ 만큼 크다는 것을 알 수 있습니다.

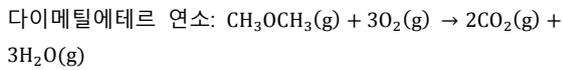
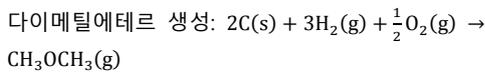
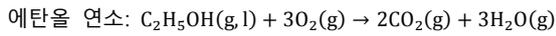
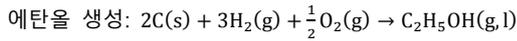
19 번

단원: II. 물질 변화와 에너지

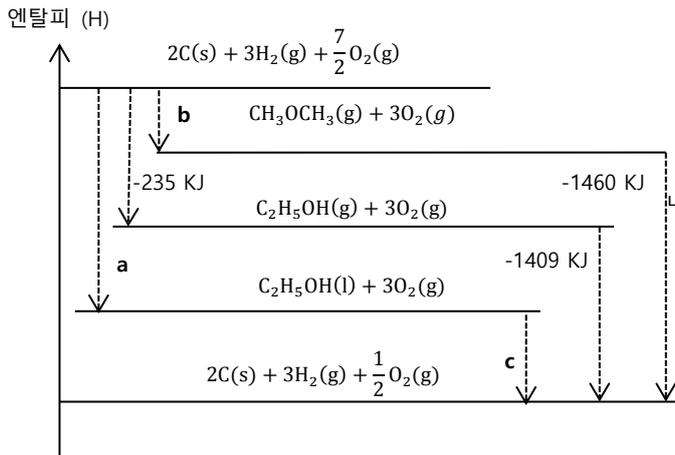
정답: ③

해설

에탄올과 다이메틸에테르의 생성 반응식, 연소 반응식은 다음과 같습니다.



에탄올과 다이메틸에테르는 이성질체이므로, 생성시 필요한 원소와 연소시 나오는 원소가 동일합니다. 반응들의 엔탈피 그래프를 그리면 다음과 같습니다.



ㄱ. $C_2H_5OH(l)$ 은 $C_2H_5OH(g)$ 에 비해 엔탈피가 낮으므로, 연소 엔탈피의 절대값은 더 낮게 됩니다. 따라서, $c > -1409$ 입니다.

ㄴ. 반응의 엔탈피는 (반응 물질의 연소 엔탈피) - (생성 물질의 연소 엔탈피) 로 구할 수 있습니다. 위 반응의 엔탈피는 $\Delta H = -1409 - (-1460) = 51$ (kJ/mol) 이므로 흡열 반응입니다.

ㄷ. 분해 엔탈피는 생성 엔탈피의 반대이므로, 그래프를 보면 $C_2H_5OH(l)$ 의 분해열이 $CH_3OCH_3(g)$ 보다 큼을 알 수 있습니다.

20 번

단원: III. 화학 평형

정답: ⑤

해설

평형 (I) 에서 기체 전체의 양은 A 4.0 몰, B 2.0 몰, C x 몰이고, 평형 (III) 에서 기체 전체의 양은 A 3.0 몰, B 1.0 몰, C 6.0 몰입니다. $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 라는 반응식을 통해, A 1.0 몰과 B 1.0 몰이 반응하여 C 2.0 몰로 변화하였음을 알 수 있습니다. 따라서 x 의 값은 4.0 이 됩니다.

이 문제에서 $K = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{(n_C/V)^2}{(n_A/V) \times (n_B/V)} = \frac{n_C^2}{n_A \times n_B}$ 이므로, 평형 상수를 계산할 때 부피의 변화는 고려할 필요가 없습니다.

ㄱ. 평형 (II) 에서의 평형 상수는 온도가 같으므로 평형 (I) 에서의 평형 상수와 같습니다. 평형 (I) 에서의 밀칸에서의 평형 상수는 $K = \frac{4.0^2}{4.0 \times 1.0} = 4.0$ 이며, 평형 (III) 에서의 평형 상수는 $K = \frac{6.0^2}{3.0 \times 1.0} = 12.0$ 이 됩니다. 따라서, 평형 (III) 의 평형 상수는 평형 (II) 의 3 배입니다.

ㄴ. A 4.0 몰, B 2.0 몰, C 4.0 몰이 한 칸 안에 있게 되므로, 평형 조절을 위한 반응이 일어나게 됩니다. 반응 지수 $Q = \frac{4.0^2}{4.0 \times 2.0} = 2 < 4$ 이므로, 정반응 쪽으로 평형이 이동하게 됩니다. A 와 B 가 감소한 몰수를 x, C 가 증가한 몰수를 2x 라 한다면 $K = \frac{(4.0+2x)^2}{(4.0-x)(2.0-x)} = 4$ 를 만족시키며, 이를 풀면 $x = 0.4$ 가 됩니다. 따라서, A 3.6 몰, B 1.6 몰, C 4.8 몰에서 평형 (II) 가 이루어지게 되며, 이때 C 의 몰분율은 $\frac{4.8}{3.6+1.6+4.8} = 0.48$ 이 됩니다.

ㄷ. 평형 (II)에서 평형 (III)가 될 때, 온도가 낮아지면서 정반응이 일어난 것을 볼 수 있습니다. 따라서, 정반응은 발열 반응임을 알 수 있고, 이는 반응 엔탈피가 0 보다 작다는 뜻을 알 수 있습니다.