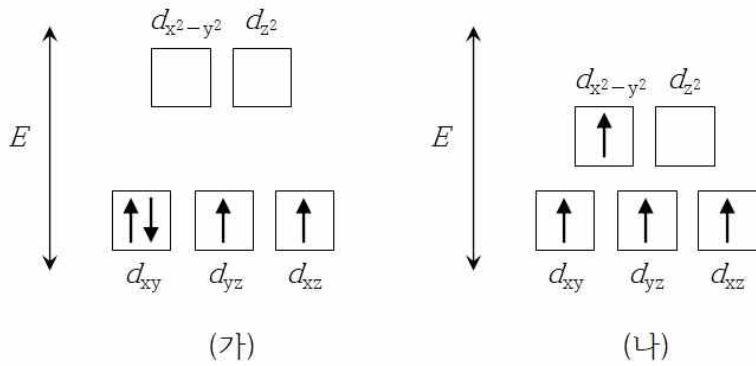


5. 다음 그림은 전이금속 X를 포함하는 바닥 상태의 착화합물들에서 X 이온의 3d 전자 배치를 나타낸 것이다.



다음은 착화합물 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

- (가)와 (나)는 각각 $[XA_6]^{4-}$, $[XB_6]^{4-}$ 이다.
- 리간드 A와 B는 서로 다른 리간드이지만 두 리간드의 전하는 모두 -1로 동일하다.

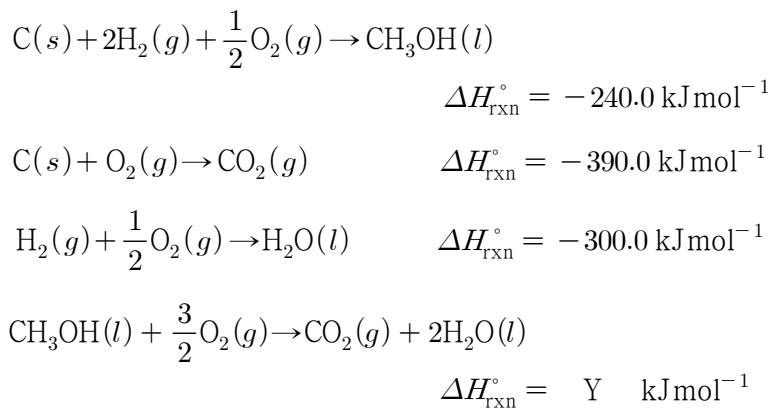
결정장 이론에 근거한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? [2점]

<보기>

- ㄱ. 전이금속 원소 X의 산화수는 +2이다.
- ㄴ. 리간드 A는 리간드 B보다 약한 장 리간드이다.
- ㄷ. (나)에 비해 (가)는 저스핀(low-spin) 착화합물이다.
- ㄹ. 두 착화합물은 모두 사면체 구조를 가진다.

- ① ㄱ, ㄴ
- ② ㄱ, ㄷ
- ③ ㄴ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄹ
- ⑤ ㄷ, ㄹ

6. 다음은 화합물 생성 반응식과 표준 반응 엔탈피($\Delta H_{\text{rxn}}^\circ$)이다.



위 반응에 대한 열역학 자료를 이용하여 계산된 Y 값은? [3점]

- ① $-650.0 \text{ kJ mol}^{-1}$
- ② $-700.0 \text{ kJ mol}^{-1}$
- ③ $-750.0 \text{ kJ mol}^{-1}$
- ④ $-800.0 \text{ kJ mol}^{-1}$
- ⑤ $-850.0 \text{ kJ mol}^{-1}$

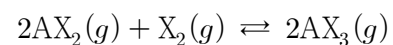
7. pK_a 가 4.5인 아세트산(CH_3COOH) 2.00 M 수용액 50.00 mL를 $25^\circ C$ 에서 NaOH 1.00 M 수용액으로 적정한다. 이 적정에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? [3점]

<보기>

- ㄱ. NaOH를 10.00 mL 넣었을 때 아세트산 수용액의 pH는 3.5이다.
- ㄴ. NaOH를 25.00 mL 넣었을 때 아세트산 수용액의 pH는 4.0이다.
- ㄷ. NaOH를 50.00 mL 넣었을 때 아세트산 수용액의 pH는 pK_a 와 같다.

- ① ㄱ
- ② ㄱ, ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8. 다음은 300 K에서의 화합물 $AX_2(g)$ 와 $X_2(g)$ 의 반응식과 열역학 자료이다.

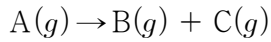


| 물질 | ΔH_f° (kJ mol^{-1}) | S° ($\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$) |
|-----------|---|---|
| $AX_2(g)$ | -300 | 250 |
| $X_2(g)$ | 0 | 200 |
| $AX_3(g)$ | -400 | 260 |

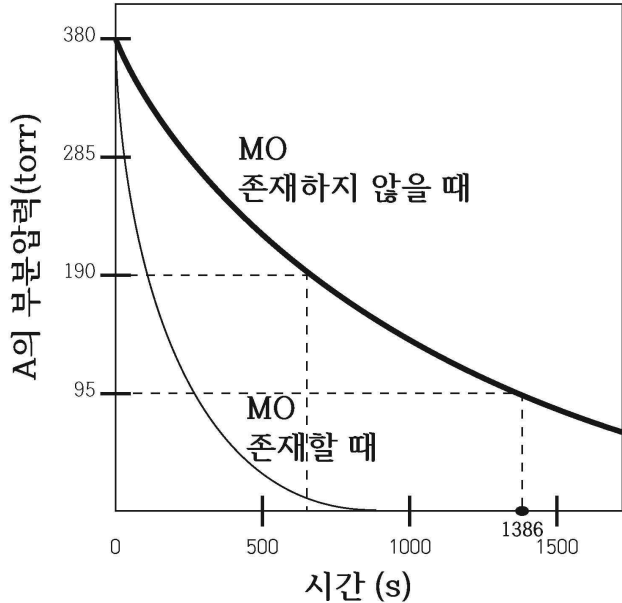
위 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 반응 동안 온도와 압력은 일정하며 상 변화는 없다. 모든 기체는 이상 기체로 행동한다. 기체상수는 $8.3 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ 이다.) [3점]

- ① 평형 상수(K)는 1 보다 크다.
- ② 위 반응의 ΔS° 는 0 보다 작다.
- ③ 위 반응은 자발적으로 일어난다.
- ④ 위 반응은 흡열 반응이다.
- ⑤ 반응 압력을 높이면 반응은 오른쪽으로 진행된다.

9. 반응물 A는 온도 1000 K에서 다음과 같이 분해된다.



다음은 해당 분해 반응이 일어날 때 특정 금속 산화물 MO(s)의 존재 유무에 따른 1 L 반응 용기 내의 반응물 A의 부분 압력 대 시간의 그래프이다.



MO(s)가 존재하지 않는 경우의 반응 차수가 일차일 때, 해당 일차 분해 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 온도는 1000 K로 일정하고, 기체상수는 R L atm mol⁻¹ K⁻¹이다. 모든 기체는 이상 기체로 행동한다.) [3점]

- ① 반응물 A의 반감기는 693 초이다.
- ② 반응물 A의 분해 반응에 대한 속도 상수는 $1 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ 이다.
- ③ 금속 산화물 MO(s)는 불균일 촉매이다.
- ④ 분해 반응이 완료되었을 때 전체 기체의 몰수는 $\frac{760}{R} \times 10^{-3} \text{ mol}$ 이다.
- ⑤ 분해 반응이 완료되었을 때 반응 용기 내 전체 압력은 760 torr이다.

10. 다음은 일련의 반쪽 반응식과 온도 25°C에서의 표준 환원 전위(E°)이다.

| | |
|---|-----------------------------|
| $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$ | $E^\circ = +1.23 \text{ V}$ |
| $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ | $E^\circ = +0.34 \text{ V}$ |
| $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$ | $E^\circ = -0.44 \text{ V}$ |
| $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$ | $E^\circ = -0.76 \text{ V}$ |

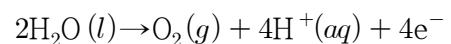
주어진 자료를 바탕으로 금속의 부식에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 표준 상태이며 온도는 25°C로 일정하다.) [3점]

<보기>

- ㄱ. 아연은 구리 보다 강한 환원제이다.
- ㄴ. 아연은 철 보다 부식이 심하다.
- ㄷ. 철 금속은 중성 수용액에 노출될 때 염기성 수용액 보다 부식이 심하다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

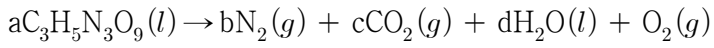
11. 황산구리(CuSO₄) 수용액 5.0 M, 36.0 mL를 사용하여 음극에서 구리 도금을 한다. 이 때, 양극에서는 수소 이온(H⁺)과 산소(O₂)가 아래와 같이 발생한다.



0.120 암페어(A)의 전류를 8시간 흘려주고 난 뒤 수용액의 pH에 가장 가까운 것은? (단, 수용액의 초기 pH는 7.0이고 반응 시 부피 변화는 일어나지 않는다.) [5점]

- ① 0.0
- ② 0.5
- ③ 1.0
- ④ 1.5
- ⑤ 2.0

12. 다음은 협심증의 혈관 확장을 위한 약물로 사용될 수 있는 트라이나이트로글리세린($C_3H_5N_3O_9$)의 분해 반응에 대한 균형 반응식이고, a ~ d는 반응 계수이다.



다음은 온도 25°C 에서 몇몇 물질들의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°) 자료이다.

| 물질 | 화학식 | ΔH_f° (kJ mol^{-1}) |
|-------------|-------------------|---|
| 일산화탄소 | $CO(g)$ | -110.5 |
| 이산화탄소 | $CO_2(g)$ | -393.5 |
| 물 | $H_2O(l)$ | -285.8 |
| 트라이나이트로글리세린 | $C_3H_5N_3O_9(l)$ | -353.6 |

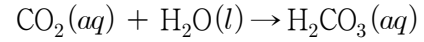
이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 온도는 25°C 로 일정하며, 트라이나이트로글리세린($C_3H_5N_3O_9$)의 분자량은 227이다.) [5점]

<보기>

- ㄱ. $a + b + c + d = 32$
- ㄴ. 산소(O_2) 기체의 표준 생성 엔탈피는 0이다.
- ㄷ. 227 mg 트라이나이트로글리세린이 표준 상태에서 분해될 때 발생하는 열량은 6165.6 J이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 이산화탄소(CO_2)는 물에 용해되어 아래와 같이 탄산의 형태로 존재한다.



다음은 일정 온도와 기압에서 물에 용해되는 이산화탄소에 대한 가상의 자료이다.

- 이산화탄소(CO_2)의 용해도는 0.004 M이다.
- $H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq) \quad K_{a1} = 4 \times 10^{-7}$
- $HCO_3^-(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \quad K_{a2} = 5 \times 10^{-11}$

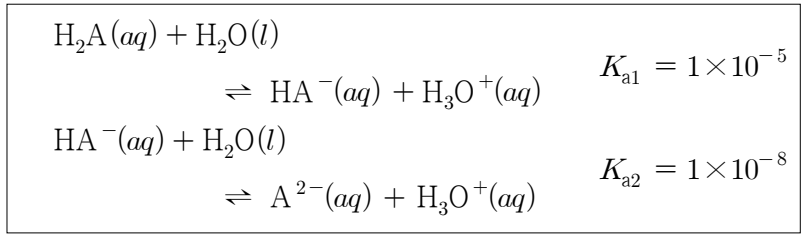
해당 온도와 기압에서 이산화탄소로 포화된 수용액에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 물에 용해된 이산화탄소는 모두 탄산의 형태로 존재하며, 온도와 기압은 일정하다.) [5점]

<보기>

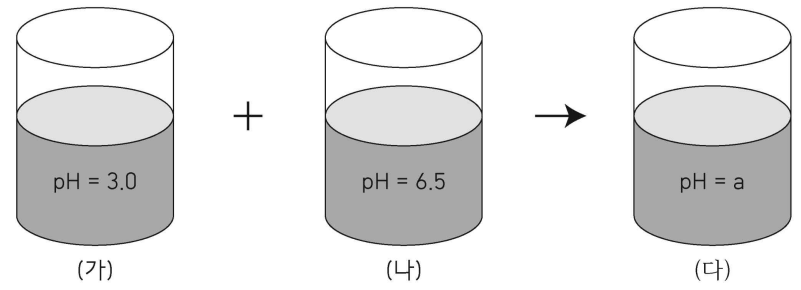
- ㄱ. 중성 pH에서 탄산은 주로 HCO_3^- 의 형태로 존재한다.
- ㄴ. 이산화탄소로 포화된 수용액의 $[CO_3^{2-}]$ 는 5×10^{-11} M이다.
- ㄷ. 이산화탄소로 포화된 수용액의 pH는 5.4이다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 다음은 약산 H_2A 의 단계적 해리 평형 반응식과 $25^\circ C$ 에서의 산 해리상수(K_a)이다.



그림은 약산 $0.1 M H_2A$ 와 $0.1 M HA^-$ 를 각각 녹여 제조한 수용액 (가)와 (나), 그리고 두 수용액의 절반을 각각 섞어 제조한 수용액 (다)를 나타낸 것이다.

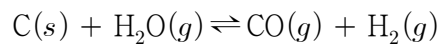


수용액 (가), (나), (다)와 관련한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 모든 수용액은 평형 상태이며 동일 부피이다. 온도는 $25^\circ C$ 로 일정하다.) [5점]

- | |
|--|
| <보기> |
| ㄱ. (가) 수용액에서 $[H_2A]$ 는 $[HA^-]$ 보다 100배 크다. |
| ㄴ. (가) 수용액과 (나) 수용액 절반을 각각 취하여 섞은 (다) 수용액에서 $\frac{[A^{2-}]}{[H_2A]} = 10^{2a-13}$ 이다. |
| ㄷ. (가) 수용액에서 HA^- 형태로의 해리 분율(α_{HA^-})은 pH 값을 높일수록 증가한다. |

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 수소(H_2) 기체는 공업적으로 아래 평형 반응과 같이 고온의 코크스 $C(s)$ 에 수증기를 통과시켜 얻을 수 있다.



다음은 온도 $1000 K$ 에서 위 반응에 관련된 가상의 자료이다.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 평형 상수 $K_p = 16$이다. • $1 L$ 반응 용기에서 반응시키는 수증기의 초기 부분 압력은 $4 atm$이다. • $C(s)$, $H_2O(g)$, $CO(g)$의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)는 각각 $1, -241.8, -110.5 kJ mol^{-1}$이다. |
|--|

해당 조건의 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 온도는 $1000 K$ 로 일정하고, 기체 상수는 $R L atm mol^{-1} K^{-1}$ 이다. 모든 기체는 이상 기체로 행동한다.) [5점]

- ① 표준 반응 엔탈피 변화는 $130.3 kJ mol^{-1}$ 이다.
- ② 평형 상태에서 반응 용기 내 전체 압력은 $8 atm$ 이다.
- ③ 평형 상태에서 수증기의 부분 압력은 $0.8 atm$ 이다.
- ④ 평형에 도달하기 위해 필요한 최소한의 $C(s)$ 의 양은 $\frac{32}{R} \times 10^{-4} mol$ 이다.
- ⑤ 수소 기체를 효율적으로 생산하기 위하여 계의 압력을 감소시켜야 한다.

16. 단세포인 효모와 세균을 다른 생명 영역(domain)으로 분류하는 이유는? [2점]

- ① 효모는 알코올 발효를 한다.
- ② 효모는 출아법으로 증식한다.
- ③ 세균은 에너지를 생산하는 미토콘드리아가 없다.
- ④ 세균은 핵이 없이 핵양체로 염색체를 구성한다.
- ⑤ 효모와 세균의 크기가 다르다.

17. 효소 활성에 영향을 미치는 조건과 요소들에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? [3점]

- ① 대부분의 효소는 특정 온도와 pH에서 최고의 활성을 보인다.
- ② 효소의 촉매 반응에서 기질 농도가 증가하면 기질-효소 복합체는 포화상태에 이르지만, 반응 속도는 지속하여 증가한다.
- ③ 효소의 활성부위에 붙을 수 있는 억제자는 기질과 유사한 구조를 가져 기질의 접근을 막고 반응 속도를 낮춘다.
- ④ 되먹임 억제(feedback inhibition) 조절 작용은 대사의 최종산물이 조절 효소의 억제자로 작용하여 대사 중간산물의 합성을 막는다.
- ⑤ 비단백질성 보조인자는 활성부위에 결합해 촉매 작용에 영향을 미치는데 대표적으로 금속이온 같은 무기물이다.

18. 세포벽 합성을 저해하는 항생제의 작용으로 세균이 죽게 되는 이유는? [2점]

- ① 삼투압에 의해 용균되기 때문이다.
- ② 세포분열에 관여하는 단백질 합성이 억제되기 때문이다.
- ③ 세포벽과 연결된 세포막이 합성되지 않기 때문이다.
- ④ 용질이 빠져나가 생기는 원형질 분리에 의해 세포가 분열되지 않기 때문이다.
- ⑤ 세포 수축에 의해서 단단한 포자가 형성되기 때문이다.

19. 세포호흡 저해물질 A를 동물세포에 투여한 후, 세포호흡에 관여하는 핵심 분자들을 미토콘드리아 내막에서 분석하였다. 물질 A로 인해 산소의 소비가 없어졌고, NADH가 환원되지 않아 축적되었으며, ATP가 합성되지 않았다. 이를 통해서 알 수 있는 물질 A의 기능에 대한 설명 중 옳은 것은? [3점]

- ① 전자전달계를 통한 전자의 이동을 저해한다.
- ② 미토콘드리아 내막에 H⁺ 이동의 우회경로를 제공한다.
- ③ ATP 합성효소에 결합하여 효소 기능을 저해한다.
- ④ 해당과정(glycolysis)과 시트르산 회로에서 합성되는 ATP 생성량에는 변화를 초래하지 않는다.
- ⑤ 전자전달계를 통해 이동된 전자를 산소 대신 받아 환원된다.

20. DNA 복제에 대한 설명 중 옳지 않은 것은? [2점]

- ① 새롭게 합성되는 DNA는 5' → 3' 방향으로 신장(elongation)된다.
- ② DNA 합성 개시를 위해서 3' OH기를 제공하는 RNA 프라이머가 필요하다.
- ③ DNA 중합효소가 주형가닥(template)에 존재하는 티민 이량체(T dimer)를 만나면, 새롭게 합성되는 DNA 가닥을 연속적으로 신장시킬 수 없다.
- ④ 진핵세포의 경우, DNA 복제원점(replication origin)은 각 염색체의 동원체 부위에 하나씩 위치한다.
- ⑤ 불연속된 지연가닥(lagging strand)은 DNA 연결효소로 연결된다.

29. 아래 <제시문>은 다양한 신경전달물질의 작용을 설명한다. 이를 기반으로 개발된 치료제의 사례로 적절하지 않은 것은? [5점]

<제시문>

- 운동뉴런에 의해 방출된 아세틸콜린은 골격근의 수축을 활성화한다.
- 시냅스후 세포의 수용체에 따라 아세틸콜린은 흥분성 또는 억제성으로 작용한다.
- 중추신경계에서 글루탐산은 흥분성으로, GABA는 억제성으로 작용한다.
- 세로토닌과 도파민은 수면, 기분, 주의력 등에 영향을 주고, 노르에피네프린은 흥분성으로 말초신경계와 중추신경계에 영향을 준다.

- ① 피부 주름을 제거하는 보톡스는 아세틸콜린 작용을 방해하여 근육 수축을 억제한다.
- ② 특정 항불안제는 GABA 수용체를 활성화하여 억제성 시냅스에서 신경전달물질의 효과를 증가시킨다.
- ③ 특정 정신분열증 치료제는 도파민 수용체를 차단하여 시냅스후 뉴런의 흥분을 감소시킨다.
- ④ 항우울제에는 세로토닌의 재흡수를 억제하는 것도 있다.
- ⑤ 도파민과 노르에피네프린의 재흡수를 증가시키는 치료제를 쓰면 주의력을 증가시켜 주의력결핍 과잉장애를 완화시킨다.

30. 당신은 오랜만에 만난 친구와 밤늦도록 과음을 하였다. 다음 날 아침, 누워있는데도 천정이 빙빙 도는 정도의 어지러움을 느꼈다. 당신에게 일어난 어지러움 현상을 가장 적절하게 설명한 것은? [3점]

- ① 알코올은 시냅스에서 신경전달물질의 기능에 혼선을 일으키므로 운동신경계의 균형 감각이 불안정한 상태이다.
- ② 뇌의 전두엽 피질에 알코올이 흡수되어 인지 능력이 저하되므로 착시현상이 나타났다.
- ③ 반고리관 체액에 알코올이 흡수되어 액체의 밀도를 감소시켜 털세포가 휘어진 상태이다.
- ④ 알코올의 자극으로 속귀의 체액이 빠르게 회전하며 흐르므로 놀이공원의 회전기구를 탄 것처럼 어지럽다.
- ⑤ 알코올은 항이노호르몬을 억제하여 몸의 수분 배출이 촉진되므로 감소된 체액만큼 몸의 혈액 순환이 빨라져 어지러움을 느끼는 것이다.