

2023년 한국중학생 화학대회
(KMChC 2023)

주최: 대한화학회

주관: 대한화학회 화학올림피아드 위원회

후원: LG화학

문제 1 ㉠

대한화학회에서는 화학이야기/주기율표에 대한 이해를 돕기 위해 “주기율표와 원소, 150년의 이야기”라는 원소에 대한 동영상을 제공하고 있다. 아래의 내용을 모두 만족하는 전이 금속 원소는?

- 가. 알루미늄과의 합금은 내식성을 향상시켜 음료수 캔 제조에 필수적이다.
- 나. 다양한 산화수를 가지고 있어 AA, AAA 건전지의 산화 환원 반응 핵심 물질로 사용되고 있다.
- 다. 전이효소, 이성화효소 등 다양한 효소의 보조인자로 작용하는 무기질이다.
- 라. 식물의 광합성 과정에서 산소와 강하게 결합하여 물 분해를 쉽게 하는 등 광합성 과정에도 사용된다.

- ㉠ 타이타늄(Ti) ㉡ 바나듐(V) ㉢ 크로뮴(Cr) ㉣ 망가니즈(Mn)

문제 2 ㉠

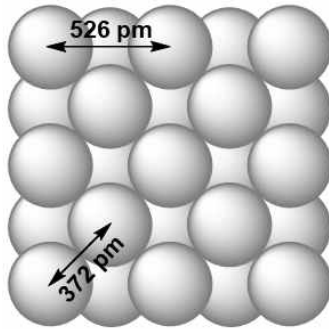
어떤 화학물질을 검사 대상에게 투여했을 때 검사 대상의 50%가 사망에 이르게 하는 용량을 LD₅₀라고 하고, 단위로 해당 ‘화학물질의 무게/검사 대상의 체중(kg)’을 사용한다. 일상생활에서 널리 사용되는 4가지 화학물질의 LD₅₀ 값은 다음과 같다. LD₅₀ 값이 가장 작은 화학물질은?

화학물질	LD ₅₀ 값
MSG	0.0166 kg/kg
비타민 C	11.9 g/kg
타우린	5,000 mg/kg
아스피린	200,000 μg/kg

- ㉠ MSG ㉡ 비타민 C ㉢ 타우린 ㉣ 아스피린

문제 3 ㉔

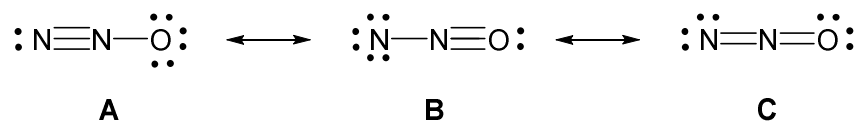
83 K 이하에서 기체 A를 응축시키면 다음 그림과 같은 면심입방 결정 격자 구조를 가지게 된다. 결정 격자 구조를 이용하여 구한 A 원자의 반지름(pm)은?



- Ⓐ 77 Ⓑ 154 Ⓒ 186 Ⓓ 263

문제 4 ㉕

다음은 N₂O의 세 가지 Lewis 구조이다.



N₂O에 대한 설명으로 옳은 것은?

- Ⓐ 굵은 구조의 분자이다.
 Ⓑ 기여도가 가장 높은 Lewis 구조는 C이다.
 Ⓒ N-N 결합이 길이는 N-O 결합의 길이보다 길다.
 Ⓓ A, B, C에서 중심 질소 원자의 형식 전하는 동일하다.

문제 5 ㉠

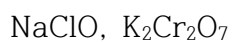
탄소 산화물의 일종인 이산화 사탄소는 불안정한 물질이며, 분자 구조는 다음과 같다. 이 물질의 실험식은? (검은 공: 탄소, 빨간 공: 산소)



- ㉠ CO ㉡ CO₂ ㉢ C₂O ㉣ C₂O₃

문제 6 ㉡

다음 두 화합물의 명명법이 모두 옳은 것은?



- ㉠ 아염소산 소듐, 크로뮴산 포타슘 ㉡ 하이포염소산 소듐, 다이크로뮴산 포타슘
 ㉢ 아염소산 소듐, 다이크로뮴산 포타슘 ㉣ 하이포염소산 소듐, 크로뮴산 포타슘

문제 7 ㉢

다음은 ₃Li, ₇N, ₁₀Ne, ₁₅P, ₁₉K 원소에 대한 설명이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. 전기음성도가 가장 큰 원소는 Ne이다.
 나. 금속 원소는 Li와 K이다.
 다. 분자에서 4개 이상의 원자와 결합할 수 있는 원소는 P와 Ne이다.
 라. N은 분자에서 π결합을 만들 수 있다.

- ㉠ 가, 나 ㉡ 가, 다 ㉢ 나, 라 ㉣ 다, 라

문제 8

ⓑ

다음 4개의 이온은 등전자 이온이다. 이온의 크기에 대한 설명으로 옳은 것은?



- Ⓐ 전자 수가 모두 같으므로 이온의 크기는 서로 같다.
- Ⓑ 이온의 크기 순서는 $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+}$ 이다.
- Ⓒ 이온의 크기 순서는 $\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Cl}^- > \text{S}^{2-}$ 이다.
- Ⓓ 이온의 크기 순서는 $\text{S}^{2-} = \text{Cl}^- > \text{K}^+ = \text{Ca}^{2+}$ 이다.

문제 9

ⓓ

다음 중 원소의 1차 이온화 에너지 크기를 순서대로 바르게 나열한 것은?

- Ⓐ ${}_{3}\text{Li} < {}_{4}\text{Be} < {}_{5}\text{B}$
- Ⓑ ${}_{15}\text{P} < {}_{16}\text{S} < {}_{7}\text{N}$
- Ⓒ ${}_{2}\text{He} < {}_{10}\text{Ne} < {}_{18}\text{Ar}$
- Ⓓ ${}_{16}\text{S} < {}_{17}\text{Cl} < {}_{9}\text{F}$

문제 10

ⓓ

보어의 수소 원자 모형에서 각 전자껍질은 원자핵으로부터 가까운 것부터 주양자수 $n = 1, 2, 3, \dots$ 과 같이 나타낸다. 다음 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. 각 전자껍질의 에너지 준위(E_n)는 n^2 에 비례한다.
- 나. 들뜬 상태의 전자가 $n=1$ 인 전자껍질로 전이할 때 가시광선 영역의 빛이 방출된다.
- 다. $n \geq 4$ 인 전자껍질에서 $n=3$ 인 전자껍질로 전이할 때 적외선 영역의 빛이 방출된다.
- 라. 보어의 수소 원자 모형은 다전자 원자의 선스펙트럼을 설명하지 못한다.

- Ⓐ 가, 나 Ⓑ 나, 다 Ⓒ 가, 라 Ⓓ 다, 라

문제 11 ㉠

다음은 원자를 구성하는 입자에 대한 설명이다. 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

- ㉠ 수소 이온(H^+)과 양성자는 같다.
- ㉡ 톰슨의 음극선 실험에서 음극선은 (-) 전하를 가지는 입자의 흐름이다.
- ㉢ 러더퍼드의 알파-입자 산란 실험에서 알파-입자는 (+) 전하를 가진다.
- ㉣ 채드윅은 베릴륨에 베타-입자를 충돌시켜 중성자를 발견하였다.

문제 12 ㉠

다음 중 개수가 가장 많은 것은? (단, 수소, 탄소, 산소의 원자량은 각각 1, 12, 16이고 $R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 이다)

- ㉠ 1 mol의 폴러렌(C_{60})에 들어 있는 탄소 원자의 개수
- ㉡ 물 18 g에 들어 있는 수소 원자의 개수
- ㉢ 4°C 물 100 mL에 들어 있는 물 분자의 개수
- ㉣ 127°C 에서 1기압에서 100 L의 부피를 가지는 수증기에 들어 있는 산소 원자의 개수

문제 13 ㉠

다음 착화합물 0.1 M 100 mL 수용액에 0.5 M $AgNO_3$ 수용액 100 mL를 각각 첨가하였다. 가장 많은 양의 침전물을 생성하는 착화합물은?

- ㉠ $[Co(NH_3)_6]Cl_3$
- ㉡ $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$
- ㉢ $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$
- ㉣ $[Co(NH_3)_3Cl_3]$

문제 14 ㉠

다음 중 동소체 관계가 아닌 것은?

- ㉠ 수소와 중수소
- ㉡ 산소와 오존
- ㉢ 흑연과 다이아몬드
- ㉣ 탄소 나노튜브와 풀러렌

문제 15 A

화합물의 결합에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. $MgCl_2$ 는 이온 결합 화합물이다.
- 나. 두 원자의 전기음성도 차이가 클수록 공유 결합 성질보다 이온 결합 성질이 강해진다.
- 다. 두 원자의 전기음성도 차이가 클수록 결합 세기는 감소한다.
- 라. 공유 결합 에너지는 공유 결합성 분자 간의 힘을 의미한다.

Ⓐ 가, 나

Ⓑ 나, 다

Ⓒ 다, 라

Ⓓ 가, 나, 라

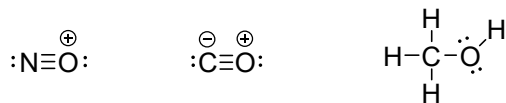
문제 16 ㉔

원자 간 결합 길이에 대한 비교가 옳은 것은?

- Ⓐ HCl < HF Ⓑ O₂ < N₂ Ⓒ NO₂⁻ < NO₃⁻ Ⓓ CO₂ < CO

문제 17 ㉕

다음은 NO⁺, CO, CH₃OH의 가장 안정한 루이스 구조이다. 각 화학종에 있는 산소 원자의 형식 전하 합은?



- Ⓐ -1 Ⓑ 0 Ⓒ 1 Ⓓ 2

문제 18 ㉖

C, H 및 O만을 포함하는 화합물이 있다. 이 화합물 3.0 g을 공기 중에서 완전히 연소 하였더니, 4.4 g의 CO₂와 1.8 g의 물을 얻었다. 이 화합물의 실험식은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다)

- Ⓐ CHO
 Ⓑ CH₂O
 Ⓒ CH₂O₂
 Ⓓ C₂H₂O

문제 19 ㉗

다음 화학종에 있는 산소의 산화수 중 절댓값이 가장 작은 것은?

- Ⓐ BaO
 Ⓑ H₂O₂
 Ⓒ H₂SO₄
 Ⓓ NO₃⁻

문제 20 Ⓒ

414 g의 물(분자량 18)에 180 g의 글루코스($C_6H_{12}O_6$, 분자량 180)를 녹였다. 25 °C에서 이 용액의 증기압(mmHg)으로 가장 가까운 값은? (이 용액은 이상 용액이며, 25 °C에서 순수한 물의 증기압은 24 mmHg이다)

- Ⓐ 21
- Ⓑ 22
- Ⓒ 23
- Ⓓ 24

문제 21 Ⓒ

다음 열화학 자료를 이용하여 계산한 KF(s)의 격자 에너지(lattice energy)(kJ/mol)로 가장 가까운 값은?

$K(s) + 1/2F_2(g) \rightarrow KF(s)$	$\Delta H = -562 \text{ kJ/mol}$ -----(1)
$K(s) \rightarrow K(g)$	$\Delta H = 89 \text{ kJ/mol}$ ---- -----(2)
$F_2(g) \rightarrow 2F(g)$	$\Delta H = 158 \text{ kJ/mol}$ ----- ---(3)
$K(g) \rightarrow K^+(g) + e^-$	$\Delta H = 419 \text{ kJ/mol}$ ----- -----(4)
$F(g) + e^- \rightarrow F^-(g)$	$\Delta H = -328 \text{ kJ/mol}$ ----- -----(5)

- Ⓐ -224
- Ⓑ -303
- Ⓒ -821
- Ⓓ -900

문제 22 Ⓐ

다음 염 1 mol을 물에 녹여 1 L 수용액을 제조할 때 염기성 용액인 것은?

- Ⓐ K_3PO_4
- Ⓑ $NaClO_4$
- Ⓒ NH_4Cl
- Ⓓ $Zn(NO_3)_2$

문제 23 Ⓒ

733 mmHg와 46 °C에서의 브로민화 수소(HBr, 분자량 81) 기체의 밀도(g/L)로 가장 가까운 값은? (단, $R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 이다)

- Ⓐ 0.003
- Ⓑ 0.3
- Ⓒ 3
- Ⓓ 30

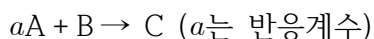
문제 24 Ⓐ

1.8 g의 이양성자산(H_2A)을 증류수에 녹여 0.2 L 용액을 제조하였다. 이 용액을 두 번째 당량점까지 적정할 때 1.00 M NaOH 용액 40 mL가 소모되었다. 이 이양성자산(H_2A)으로 옳은 것은?

- Ⓐ 옥살산 ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$) (분자량 90)
- Ⓑ 말론산($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$) (분자량 104)
- Ⓒ 푸마르산($\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$) (분자량 116)
- Ⓓ 프탈산($\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$) (분자량 166)

문제 25 Ⓓ

다음 반응식에서 A와 B만을 각각 2.0 mol씩 넣고 반응을 완결시킬 때 0.5 mol의 C가 생성되었다.



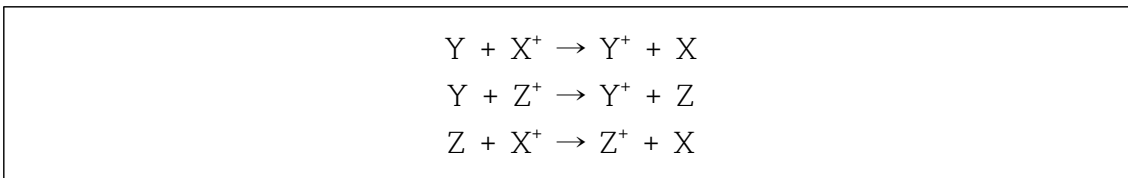
- 가. $a = 2$ 이다.
- 나. 반응 후 남은 B는 1.5 mol이다.
- 다. 추가로 A를 8.0 mol 더 넣으면 C가 추가로 1.5 mol 생성된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

- Ⓐ 나
- Ⓑ 가, 나
- Ⓒ 가, 다
- Ⓓ 나, 다

문제 26 ㉠

표준 상태에서 임의의 고체 X, Y, Z와 이온 X⁺, Y⁺, Z⁺는 아래와 같은 자발적 반응이 일어난다.

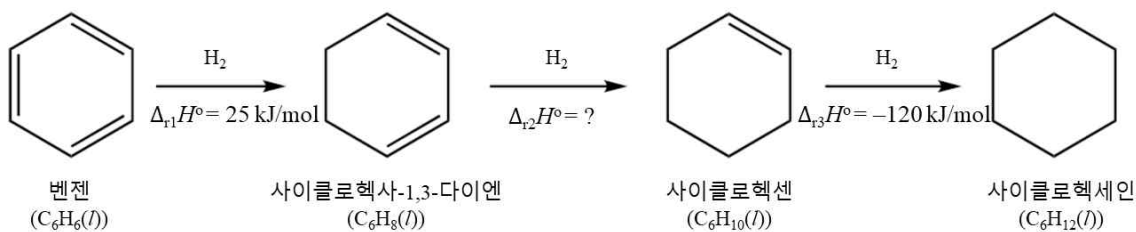


표준 환원 전위가 증가하는 순서로 옳게 나열한 것은?

- Ⓐ X < Y < Z
- Ⓑ X < Z < Y
- Ⓒ Y < X < Z
- Ⓓ Y < Z < X

문제 27 ㉡

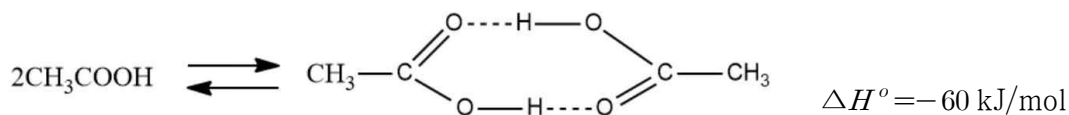
액체 벤젠(C₆H₆(l))이 완전히 수소화되어 액체 사이클로헥세인(C₆H₁₂(l))이 되는 반응의 엔탈피 Δ_rH^o(수소화) = -207 kJ/mol 이다. 아래 도표에서 사이클로헥사-1,3-다이엔(C₆H₈(l))이 사이클로헥센(C₆H₁₀(l))이 되는 표준 엔탈피, Δ_{r,2}H^o(kJ/mol)으로 가장 가까운 값은?



- Ⓐ -302
- Ⓑ -112
- Ⓒ 112
- Ⓓ 302

문제 28 ㉠

아래는 아세트산이 기체 상에서 수소 결합으로 이합체를 형성하는 평형 과정을 나타낸 것이다.

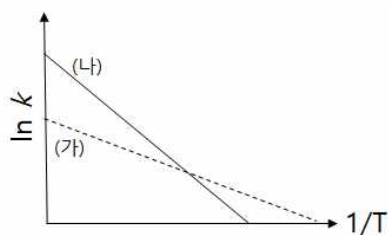


표준상태에서 위 반응이 평형에 도달한 후 이합체가 형성되는 방향으로 평형을 이동시킬 수 있는 경우는?

- ㉠ 일정 압력에서 반응 혼합물을 냉각할 때
- ㉡ 일정 온도와 부피에서 약간의 아세트산(CH₃COOH)을 반응 혼합물로부터 제거할 때
- ㉢ 일정 온도에서 반응 혼합물의 압력을 감소시킬 때
- ㉣ 반응 혼합물에 촉매를 첨가할 때

문제 29 ㉣

이분자 반응(bimolecular reaction)인 반응 (가)와 (나)에 대하여 각 온도에 따른 반응 속도 상수(k)를 측정하여 아래와 같은 그래프를 얻었다. 반응 (가)와 (나)의 활성화 에너지와 충돌 빈도 인자(collision frequency factor)에 대한 설명으로 모두 옳은 것은?



- ㉠ 활성화 에너지가 큰 반응: (가) - 충돌 빈도 인자가 큰 반응: (가)
- ㉡ 활성화 에너지가 큰 반응: (가) - 충돌 빈도 인자가 큰 반응: (나)
- ㉢ 활성화 에너지가 큰 반응: (나) - 충돌 빈도 인자가 큰 반응: (가)
- ㉣ 활성화 에너지가 큰 반응: (나) - 충돌 빈도 인자가 큰 반응: (나)

문제 30 Ⓒ

다음 중 흡열 과정인 것을 모두 고른 것은?

- 가. 물이 어는 과정
- 나. 얼음이 녹는 과정
- 다. 국이 끓는 과정
- 라. 두 화합물이 혼합되어 온도가 상승하는 과정

- Ⓐ 가, 나
- Ⓑ 가, 라
- Ⓒ 나, 다
- Ⓓ 다, 라

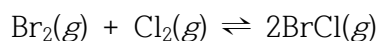
문제 31 ㉠

다음 중 표준 생성 엔탈피의 값이 다른 것은?

- ㉠ Cu(*g*)
- ㉡ Si(*s*)
- ㉢ P₄(*s*, white)
- ㉣ Br₂(*l*)

문제 32 ㉠

400 K에서 아래 반응의 압력으로 표현한 평형상수 K_p 는 7이다.



400 K 밀폐된 용기에 Br₂(*g*), Cl₂(*g*), BrCl(*g*)을 각각 1, 1, 2 기압이 되도록 채워 놓은 후 평형에 도달하였다. 평형 상태에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ㉠ BrCl(*g*)의 부분압은 2 기압보다 크다
- ㉡ Br₂(*g*)의 부분압은 1 기압보다 크다
- ㉢ 용기의 전체 압력은 4 기압보다 크다
- ㉣ Br₂(*g*), Cl₂(*g*), BrCl(*g*)의 부분압은 초기 압력과 같다

문제 33 ㉣

100 개의 C-H 결합을 가진 분자 중, 분자량이 가장 작은 분자의 분자량은? (단, H와 C의 원자량은 1, 12이다)

- ㉠ 652
- ㉡ 664
- ㉢ 676
- ㉣ 688

문제 34 ㉞

어떤 반응의 엔탈피와 엔트로피 변화가 각각 $\Delta H = -32 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 과 $\Delta S = -97 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ 이다. ΔH 와 ΔS 는 온도에 무관하다고 가정할 때, 이 반응이 평형에 도달하는 온도로 가장 가까운 값은?

- Ⓐ 310 K
- Ⓑ 330 K
- Ⓒ 350 K
- Ⓓ 370 K

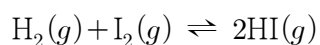
문제 35 ㉞

다음 중 발열 과정에 대해 항상 참인 것은?

- Ⓐ $\Delta S_{\text{주위}} < 0$
- Ⓑ $\Delta S_{\text{주위}} > 0$
- Ⓒ $\Delta S_{\text{계}} < 0$
- Ⓓ $\Delta S_{\text{계}} > 0$

문제 36 ㉞

500 °C에서 0.10 mol의 $\text{H}_2(g)$, 0.10 mol의 $\text{I}_2(g)$, 0.70 mol의 $\text{HI}(g)$ 혼합물이 1 L 용기 안에서 아래와 같은 반응 평형을 이루고 있다.



여기에 0.10 mol의 $\text{H}_2(g)$ 와 0.10 mol의 $\text{I}_2(g)$ 를 추가로 투입한 후, 같은 온도에서 다시 평형이 이루어졌을 때, 용기 안에 남아 있는 최종 $\text{H}_2(g)$ 의 양(mol)과 가장 가까운 값은?

- Ⓐ 0.08
- Ⓑ 0.12
- Ⓒ 0.16
- Ⓓ 0.20

문제 37 Ⓐ

공기를 모두 제거한 1 L 상자 4 개에 각각 헬륨, 네온, 아르곤, 크립톤을 2 기압씩 채운 뒤, 25 °C인 방에 넣고 안정될 때까지 기다린다. 각 상자에 지름 0.1 mm 구멍을 뚫고 상자 안의 압력이 외부 압력과 같을 때까지 걸리는 시간을 측정할 때, 가장 짧은 시간이 걸리는 상자에 채워진 기체는? (단, 외부 압력은 1 기압이다)

- Ⓐ 헬륨
- Ⓑ 네온
- Ⓒ 아르곤
- Ⓓ 크립톤

문제 38 Ⓒ

다음 중 정상 끓는점이 가장 높은 물질은?

- Ⓐ 메탄올(CH₃OH)
- Ⓑ 에탄올(C₂H₅OH)
- Ⓒ 에틸렌 글라이콜(HO-CH₂-CH₂-OH)
- Ⓓ 물(H₂O)

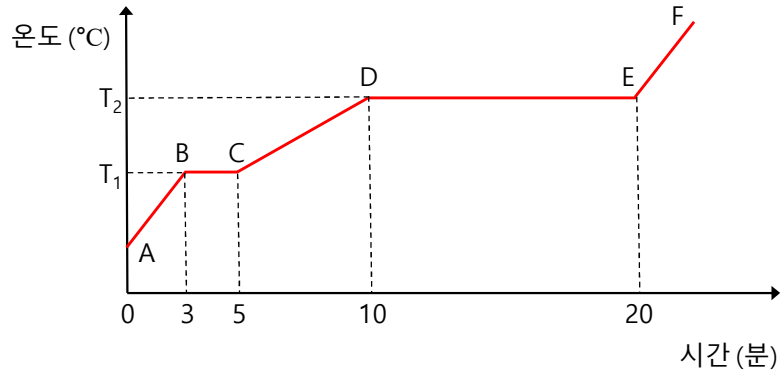
문제 39 Ⓑ

망가니즈 이온과 옥살산 이온(C₂O₄²⁻)이 반응하여 [Mn(C₂O₄)₃]²⁻ 착이온을 형성하는 반응에서 루이스 염기로 작용한 이온과 망가니즈 이온의 산화 상태를 순서대로 옳게 나열한 것은?

- Ⓐ 옥살산 이온, +3
- Ⓑ 옥살산 이온, +4
- Ⓒ Mn²⁺, +2
- Ⓓ Mn⁴⁺, +4

문제 40 ㉞

분당 1 kcal의 열량을 공급하는 가열 장치를 이용하여 고체 시료 X 50 g을 일정하게 가열하였다. 아래의 그래프는 가열한 시간에 따라 측정한 고체 시료 X의 온도를 나타낸 것이다.

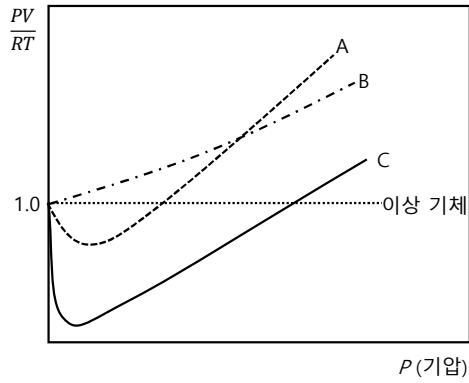


가열 장치로 공급한 열량은 모두 고체 시료 X가 흡수한다고 가정할 때 다음 설명 중 옳은 것은?

- ㉠ BC 구간에는 하나의 상이 존재한다.
- ㉡ 기화열의 크기는 용융열의 5배이다.
- ㉢ 고체 X의 녹는점은 T_2 이다.
- ㉣ 액체 상태 X의 비열은 $\frac{10}{T_2 - T_1}$ kcal/g·°C이다.

문제 41 ㉠

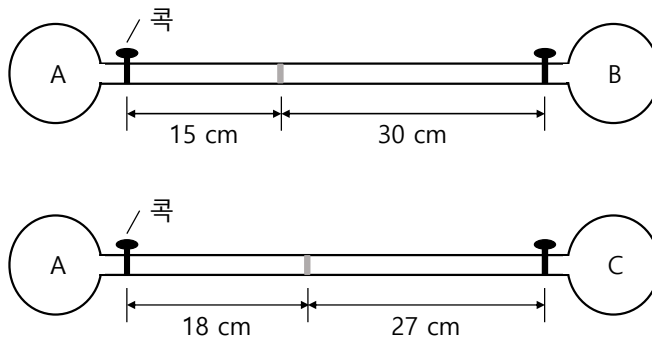
다음은 0 °C에서 기체 1 몰에 대해 압력 P 의 함수로 나타낸 $\frac{PV}{RT}$ 의 그래프를 나타낸 것이다. 그래프의 A, B, C로 적당한 기체를 바르게 짝지은 것은?



- | | A | B | C |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| ㉠ | NH ₃ | H ₂ | CH ₄ |
| ㉡ | H ₂ | CH ₄ | NH ₃ |
| ㉢ | CH ₄ | H ₂ | NH ₃ |
| ㉣ | NH ₃ | CH ₄ | H ₂ |

문제 42 ㉣

기체 A는 기체 B 또는 C와 반응하여 흰색 연기를 생성한다. A와 B 또는 A와 C를 양 쪽 용기에 넣고, 콕을 열었을 때 연기가 생성된 위치가 아래의 그림과 같았다. B와 C의 분자량의 비($M_B : M_C$)로 옳은 것은?



- ㉠ 3 : 4
- ㉡ 4 : 3
- ㉢ 16 : 9
- ㉣ 9 : 16

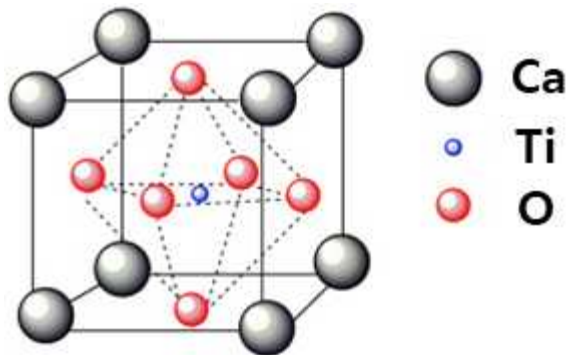
문제 43 Ⓒ

어떤 행성의 대기를 조사했더니, H_2 , HD, D_2 , He으로 구성되어 있었고, 지표면에서의 대기압은 0.1 기압이었다. 대기에 존재하는 원소 H와 D의 비는 2 : 1이고, 지표면에서의 He의 압력이 0.05 기압일 때, 이 대기의 평균 분자량(g/mol)과 가장 가까운 값은? (단, H, D, He의 원자량은 각각 1, 2, 4이다)

- Ⓐ 2.7
- Ⓑ 3.0
- Ⓒ 3.3
- Ⓓ 3.6

문제 44 Ⓐ

다음은 입방 격자 구조를 갖는 칼슘-타이타늄 산화물의 단위 세포를 나타낸 것이다. 이 결정 구조를 가지는 칼슘-타이타늄 산화물의 화학식은?

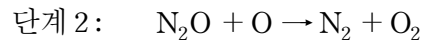


- Ⓐ $CaTiO_3$
- Ⓑ $CaTi_2O_4$
- Ⓒ Ca_4TiO_4
- Ⓓ Ca_8TiO_6

문제 45

㉠

일산화 이질소의 기체상 분해는 아래의 두 단일 단계를 거쳐 일어난다고 가정한다. 실험적으로 구한 속도 법칙은 ‘속도 = $k[\text{N}_2\text{O}]$ ’이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

가. 균형 맞춘 전체 반응식은 $2\text{N}_2\text{O} \rightarrow 2\text{N}_2 + \text{O}_2$ 이다.

나. 단계 1에서 생성된 산소 원자는 전체 반응식에 나타난다.

다. 속도 결정 단계는 단계 2이다.

- ㉠ 가
- ㉡ 가, 나
- ㉢ 가, 다
- ㉣ 나, 다

문제 46

Ⓒ

$X(g) \rightarrow Y(g) + Z(g)$ 의 화학 반응은 X 에 대해 일차 반응이며, 속도 상수는 0.231 s^{-1} 이다. 반응 초기에는 $X(g)$ 만 4 mol 이 있고 6 초 후의 전체 압력이 7 atm 일 때, $Z(g)$ 의 부분 압력(atm)은? (단, 반응 전후 온도와 부피는 일정하게 유지되고, $\ln 2 = 0.693$ 이다)

- Ⓐ 1.0
- Ⓑ 2.0
- Ⓒ 3.0
- Ⓓ 4.0

문제 47

Ⓒ

다음은 착이온 $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ 의 특성을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은? (단, Co 의 원자 번호는 27 이다)

- 가. Co 의 산화수는 $+3$ 이다.
- 나. 상자성 착이온이다.
- 다. Co 의 d 오비탈 전자 수는 5 이다.
- 라. d_{xy} 오비탈에 채워진 전자 수는 2 이다.

- Ⓐ 가, 나
- Ⓑ 가, 다
- Ⓒ 가, 라
- Ⓓ 나, 다

문제 48 Ⓒ

$2A + B \rightarrow C$ 의 화학 반응에서 반응물 A, B의 농도를 다르게 하여 초기 속도를 다음과 같이 측정하였다. $[A]_0 = 0.060 \text{ M}$ 이고, $[B]_0 = 0.005 \text{ M}$ 일 때의 초기 속도(M/s)는?

실험	$[A]_0 \text{ (M)}$	$[B]_0 \text{ (M)}$	초기 속도 (M/s)
1	0.015	0.020	2.00×10^{-4}
2	0.030	0.020	4.00×10^{-4}
3	0.015	0.080	4.00×10^{-4}

- Ⓐ 1.0×10^{-4}
- Ⓑ 2.0×10^{-4}
- Ⓒ 4.0×10^{-4}
- Ⓓ 6.0×10^{-4}

문제 49 Ⓒ

25 °C에서 브로민화 구리(CuBr)의 용해도는 $2 \times 10^{-4} \text{ M}$ 이다. 브로민화 구리의 용해도곱 상수 K_{sp} 는?

- Ⓐ 2×10^{-4}
- Ⓑ 4×10^{-6}
- Ⓒ 4×10^{-8}
- Ⓓ 2×10^{-10}

문제 50 Ⓒ

25 °C에서 0.2 M NH_3 와 0.4 M NH_4Cl 의 완충 용액 1.0 L에 HCl 0.1 mol을 첨가하였다. 이 용액의 pH는? (단, $pK_w = 14.0$ 이고, NH_3 의 $pK_b = 4.7$ 이며, $\log 2 = 0.3$ 이다)

- Ⓐ 4.0
- Ⓑ 4.7
- Ⓒ 8.6
- Ⓓ 9.6

문제 51 ㉠

고체 알루미늄(Al)은 면심 입방(fcc) 구조이고, 고체 마그네슘(Mg)은 육방 조밀 쌓임(hcp) 구조이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. Al의 단위 세포에 포함된 원자 개수는 2이다.
- 나. Al의 구조는 입방 조밀 쌓임(ccp) 구조이다.
- 다. 원자의 배위수는 Mg가 Al보다 작다.
- 라. 원자의 쌓임 효율은 Al과 Mg가 같다.

- ㉠ 가, 나
- ㉡ 가, 다
- ㉢ 나, 다
- ㉣ 나, 라

문제 52 ㉠

25 °C에서 0.1 M 약산 HA 수용액 20 mL를 0.1 M NaOH 수용액으로 적정할 때 당량점에서의 pH는 11.0이다. 약산 HA의 K_a 는? (단, $pK_w = 14.0$ 이다)

- ㉠ 2×10^{-5}
- ㉡ 5×10^{-6}
- ㉢ 2×10^{-8}
- ㉣ 5×10^{-10}

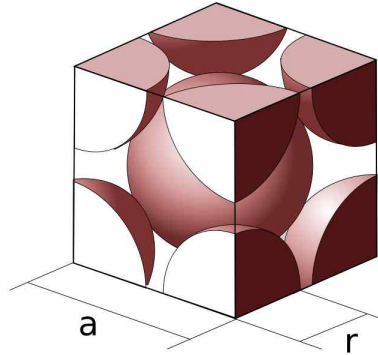
문제 53 ㉢

298 K에서 반응 $A \rightarrow B$ 의 $\Delta G^\circ = -20 \text{ kJ/mol}$ 이고 $Q = 2$ 일 때, 이 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $\ln 2 = 0.693$ 이고, $\exp(2) = 7.4$ 이고, $R = 8.3 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 이다)

- ㉠ 298 K에서 이 반응의 평형상수 K 는 Q 보다 크다.
- ㉡ 정반응 쪽으로 반응이 진행된다.
- ㉢ ΔG 의 부호는 양이다.
- ㉣ A가 B로 되는 반응은 자발적이다.

문제 54 Ⓒ

금속 철(Fe)은 상온에서 아래와 같은 체심 입방 구조로 결정을 이룬다. 철 원자의 반경이 r 이고 입방체 모서리 길이가 a 일 때, a 와 r 사이의 관계식으로 옳은 것은?



- Ⓐ $a = 2r$
- Ⓑ $a = \sqrt{3}r$
- Ⓒ $a = \frac{4r}{\sqrt{3}}$
- Ⓓ $a = \sqrt{8}r$

문제 55 Ⓑ

인산 화합물을 사용하여 pH가 7.5인 완충 용액을 만들고자 한다. 필요한 시약과 각각의 농도가 옳게 짝지어진 것은? (단, 인산(H_3PO_4)의 pK_{a1} , pK_{a2} , pK_{a3} 는 각각 2.2, 7.2, 12.4이고 $\log 2$ 는 0.3이다)

- Ⓐ $\text{H}_3\text{PO}_4 = 1.0 \text{ M}$, $\text{NaH}_2\text{PO}_4 = 2.0 \text{ M}$
- Ⓑ $\text{NaH}_2\text{PO}_4 = 1.0 \text{ M}$, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 = 2.0 \text{ M}$
- Ⓒ $\text{NaH}_2\text{PO}_4 = 2.0 \text{ M}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 = 1.0 \text{ M}$
- Ⓓ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 = 2.0 \text{ M}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 = 1.0 \text{ M}$

문제 56 Ⓐ

상온에서 0.01 M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 수용액 100 mL와 0.02 M Na_2SO_4 수용액 100 mL를 섞었다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 상온에서 PbSO_4 의 용해도곱 상수 $K_{\text{sp}} = 6.3 \times 10^{-7}$ 이다)

- Ⓐ 하얀 침전이 생긴다.
- Ⓑ 섞은 후 온도를 더 올려야 침전이 생긴다.
- Ⓒ 주어진 조건만으로는 판단하기 어렵다.
- Ⓓ 침전은 생기지 않고 용액이 노란색으로 변한다.

문제 57 Ⓑ

물 속에 과량의 AgCl 을 넣으면 대부분이 녹지 않고 침전된다. 여기에 암모니아 수용액을 충분히 넣어주면 침전되었던 AgCl 일부가 다시 녹게 된다. 침전이 다시 녹는 이유에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- Ⓐ 암모니아가 염화 이온(Cl^-)과 반응하여 염화 이온 농도를 줄이기 때문이다.
- Ⓑ 암모니아가 Ag^+ 이온과 착이온을 형성하기 때문이다.
- Ⓒ 암모니아를 넣어줌으로써 용액의 pH를 바꾸어 AgCl 의 용해도가 변하기 때문이다.
- Ⓓ 암모니아가 AgCl 입자의 표면을 감싸서 용해도를 증가시키기 때문이다.

문제 58 Ⓒ

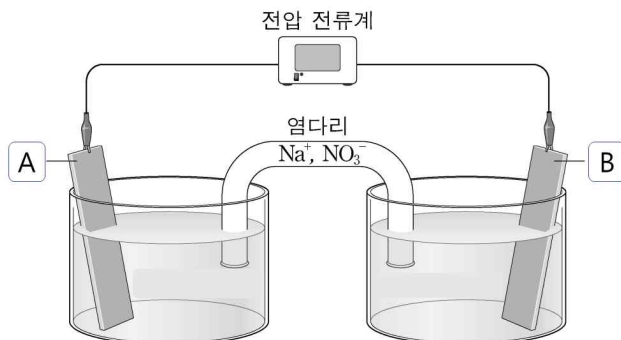
다음과 같이 구성된 전지에서 전극 반응이 진행되어 구리(Cu) 전극 무게가 0.635 g 감소하였다. 은(Ag) 전극의 무게 증가량(g)에 가장 가까운 값은? (단, Cu의 원자량은 63.5이고, Ag의 원자량은 108이다)



- Ⓐ 0.635
- Ⓑ 1.08
- Ⓒ 2.16
- Ⓓ 3.24

문제 59 ㉔

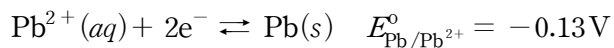
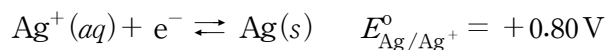
두 개의 반쪽전지 A, B를 연결하여 다음 그림과 같은 전지를 만들었다.



각 반쪽 전지의 구성과 표준 환원 전위가 다음과 같을 때, 이 전지의 기전력(V)에 가장 가까운 값은?

A쪽 반쪽전지 : Ag 전극 + 1.0 M AgNO₃ 수용액 1 L

B쪽 반쪽전지 : Pb 전극 + 1.0 M Pb(NO₃)₂ 수용액 1 L



- ㉠ 0.67
- ㉡ 0.93
- ㉢ 1.47
- ㉣ 1.73

문제 60 ㉔

다음은 균형 맞춘 산화-환원 반응식이다. (단, $a \sim e$ 는 반응 계수이다)



$\frac{a}{b}$ 값은?

- Ⓐ $\frac{1}{2}$
- Ⓑ 1
- Ⓒ $\frac{3}{2}$
- Ⓓ 2

정답

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ⓓ	Ⓓ	ⓒ	Ⓓ	ⓒ	Ⓑ	ⓒ	Ⓑ	Ⓓ	Ⓓ
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ⓓ	Ⓐ	Ⓐ	Ⓐ	Ⓐ	ⓒ	Ⓓ	Ⓑ	Ⓑ	ⓒ
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ⓒ	Ⓐ	ⓒ	Ⓐ	Ⓓ	Ⓓ	Ⓑ	Ⓐ	Ⓓ	ⓒ
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Ⓐ	Ⓐ	Ⓓ	Ⓑ	Ⓑ	Ⓑ	Ⓐ	ⓒ	Ⓑ	Ⓑ
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
ⓒ	Ⓓ	ⓒ	Ⓐ	Ⓐ	ⓒ	ⓒ	ⓒ	ⓒ	ⓒ
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Ⓓ	Ⓓ	ⓒ	ⓒ	Ⓑ	Ⓐ	Ⓑ	ⓒ	Ⓑ	Ⓑ