

2022년 한국중학생화학대회
(KMChC 2022)

주최: 대한화학회

주관: 대한화학회 화학올림피아드 위원회

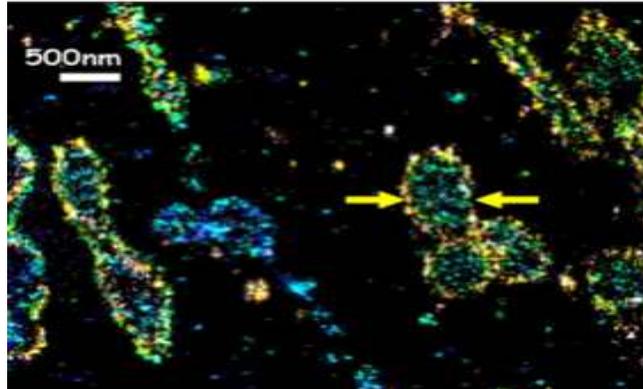
후원: LG화학

문제 1

㉔

실제 거리를 축소하여 표시할 때의 축소비율을 축척이라 하는데, 이를 이용해 지도 상의 거리를 측정하여 실제 거리를 알아낼 수 있다. 이와 마찬가지로 광학 또는 전자 현미경으로 세포 또는 분자를 확대한 이미지에서 실제 크기를 알 수 있는데, 이 경우 해당하는 길이를 알려주는 스케일바(scale bar)를 함께 삽입한다.

다음은 광학 현미경으로 STORM이라는 기법을 이용하여 확대한 미토콘드리아의 선명한 이미지이다. 이미지에서 노란 화살표 사이의 길이에 가장 가까운 값은?



㉠ 0.005 μm

㉡ 0.05 μm

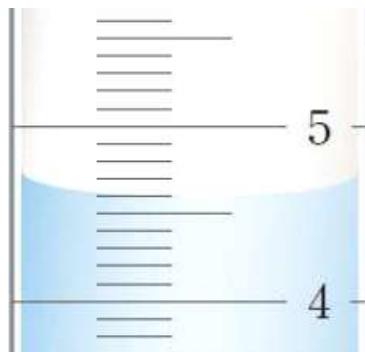
㉢ 0.5 μm

㉣ 5 μm

문제 2

㉔

다음 그림은 어떤 액체가 채워진 눈금실린더의 일부분이다. 이 액체의 부피를 유효숫자에 맞게 측정한 값은?



㉠ 5

㉡ 4.6

㉢ 4.60

㉣ 4.600

문제 3 ㉠

원자 A와 B의 화학 결합을 통해 생성된 화합물 AB 12.50 g을 증류수에 완전히 녹여 625 mL의 수용액을 만들었다. A의 몰원자량은 36.5 g, B의 몰원자량은 3.50 g이다. 유효숫자를 고려한 수용액 내 AB의 몰농도(M)는?

- ㉠ 0.250 M ㉡ 0.2500 M ㉢ 0.500 M ㉣ 0.5000 M

문제 4 ㉠

아래의 서술에서 밑줄 친 ㉠과 ㉡에 해당하는 것이 올바르게 짝지어진 것은?

“고체 상태의 화합물 X와 Y가 섞인 혼합물에서 X, Y를 분리하고자 한다. 이때 화합물 X는 물에 매우 잘 녹고, Y는 녹지 않는다. X, Y가 섞인 혼합물을 증류수가 담긴 비커에 넣고, 잘 저어 준 뒤 ㉠ 하여 녹지 않은 화합물 Y를 분리, 건조하여 얻는다. 화합물 Y를 분리하고 남은 용액은 ㉡ 시켜 물을 제거한 뒤 화합물 X를 최종적으로 얻을 수 있다.”

- ㉠ ㉠: 여과 ㉡: 증발 ㉢ ㉠: 여과 ㉣: 승화
 ㉡ ㉠: 증류 ㉣: 증발 ㉣ ㉠: 증류 ㉣: 승화

문제 5 ㉠

오직 원소 X와 Z로만 이루어진 분자 화합물 ㉠과 ㉡에 대해 질량 백분율(%)은 아래의 표와 같다. 화합물 ㉠의 분자식이 X_2Z 일 때, 화합물 ㉡의 실험식은?

	질량 백분율(%)	
	X	Z
화합물 ㉠	60.0	40.0
화합물 ㉡	33.3	66.7

- ㉠ XZ_2 ㉡ XZ_3 ㉢ X_2Z_3 ㉣ X_2Z_5

문제 6 ㉠

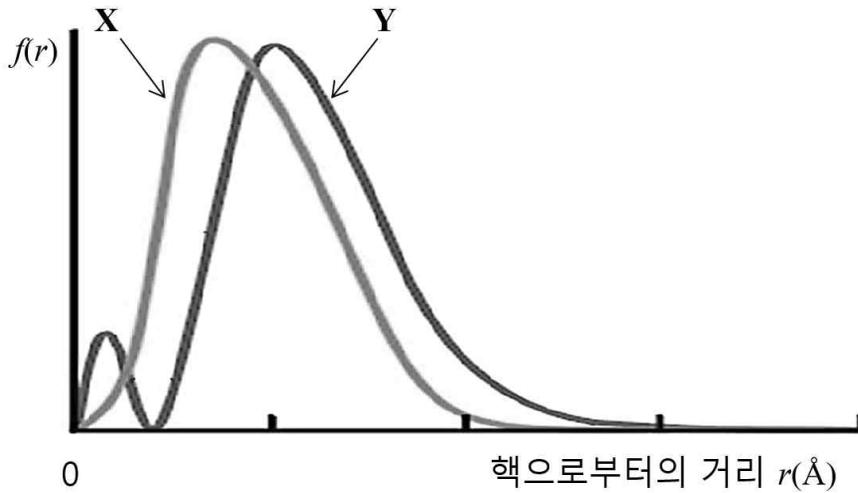
다음 표에서 ㉠, ㉡, ㉢의 합은 얼마인가?

기호	$^{59}\text{Co}^{3+}$	$^{80}\text{Se}^{2-}$	Au^{3+}
양성자수	㉠	34	79
중성자수	32	㉡	118
전자수	24	36	㉢

- ㉠ 134 ㉡ 146 ㉢ 149 ㉣ 154

문제 7 ㉠

아래 그림은 수소 원자에서 주양자수(n)가 2인 오비탈 X와 Y의 방사 방향 확률 분포 함수(radial distribution function, $f(r)$)를 핵으로부터의 거리에 따라 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ㉠ 각운동량 양자수(l)는 $Y > X$ 이다.
 ㉡ 전체 마디의 수는 $Y > X$ 이다.
 ㉢ X와 Y의 에너지 준위는 같다.
 ㉣ Y는 p 오비탈이다.

문제 8

㉔

다음의 전자기 복사선(electromagnetic radiation) 종류에 대하여 파장이 증가하는 순서대로 올바르게 나열한 것은?

- 가. CT (Computed Tomography) 촬영에 사용하는 X-선
- 나. 음악방송이 나오는 AM 라디오 전파
- 다. 가정용 전자레인지에서 사용되는 마이크로파
- 라. 레스토랑 조명에 사용되는 빨간 LED 빛

- ㉑ 가 < 나 < 다 < 라
- ㉒ 나 < 가 < 라 < 다
- ㉓ 가 < 라 < 나 < 다
- ㉔ 가 < 라 < 다 < 나

문제 9

㉑

다음의 이온화 에너지에 대한 설명 중에서 옳은 것만을 모두 고른 것은?

- 가. 중성 원자에서 일차 이온화 에너지는 항상 양의 값을 갖는다.
- 나. 수소 음이온(H^-)의 일차 이온화 에너지는 수소(H)의 전자 친화도와 절댓값이 같다.
- 다. 중성 원자의 이차 이온화 과정은 일차 이온화 과정보다 더 긴 파장의 복사선을 필요로 한다.

- ㉑ 가, 나
- ㉒ 나, 다
- ㉓ 가, 다
- ㉔ 가, 나, 다

문제 10 Ⓒ

다음은 질소와 산소로 이루어진 세 가지 화학종이다.



세 가지 화학종에 대한 설명 중 옳은 것은?

- Ⓐ 중심 원소 N의 혼성화 오비탈은 모두 sp^2 이다.
- Ⓑ 쌍극자 모멘트를 가지지 않는 화학종은 NO_2^- 이다.
- Ⓒ 결합각($\angle \text{O}-\text{N}-\text{O}$)이 가장 큰 화학종은 NO_2^+ 이다.
- Ⓓ NO_2 는 반자기성이다.

문제 11 Ⓒ

다음 중 밑줄 친 원자의 산화수와 형식전하 값이 가장 크게 차이 나는 화합물은?

- Ⓐ $\underline{\text{N}}\text{H}_3$
- Ⓑ $\text{H}\underline{\text{O}}\text{OH}$
- Ⓒ $\text{H}\underline{\text{N}}\text{O}_3$
- Ⓓ $\text{H}_2\underline{\text{O}}$

문제 12 Ⓑ

2주기 원소(Li, Be, B, C, N, O, F, Ne) 중 바닥상태 전자배치에서 홀전자 수가 2개인 원소는 몇 개인가?

- Ⓐ 1
- Ⓑ 2
- Ⓒ 3
- Ⓓ 4

문제 13 ㉔

원소의 주기적 성질 중 원자번호가 증가할수록 작아지는 것은?

- ㉑ 2주기 원소의 유효 핵전하
- ㉒ 1족 원소의 원자 반지름
- ㉓ 2주기와 3주기에서 등전자 이온의 이온 반지름
- ㉔ 2주기 원소의 일차 이온화 에너지

문제 14 ㉕

오비탈의 양자수에 관한 설명 중 옳은 것만을 모두 고른 것은?

- 가. 주양자수(n)는 오비탈의 크기와 에너지를 결정하며 $n=3$ 인 전자껍질에 위치할 수 있는 최대 전자수는 9이다.
- 나. 각 운동량 양자수(l)는 오비탈의 종류를 결정하며 0부터 $n-1$ 까지의 정수만 가능하다.
- 다. 자기 양자수(m)는 오비탈의 방향을 결정하며 0부터 l 까지의 정수만 가능하다.
- 라. 하나의 오비탈은 3개의 양자수(n, l, m)로 나타낸다.

- ㉑ 가, 나
- ㉒ 나, 라
- ㉓ 다, 라
- ㉔ 가, 다

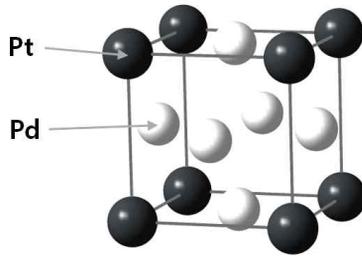
문제 15 ㉖

탄소 동위원소 ^{12}C 의 원자량은 12이지만 탄소의 평균 원자량은 약 12.01이다. 이는 동위원소 ^{13}C 이 소량 포함되어 있기 때문이다. ^{13}C 의 존재 비율에 가장 가까운 값은? (단, 탄소의 평균 원자량은 ^{12}C 와 ^{13}C 에 의해서만 결정되고 ^{13}C 의 원자량은 13이라 가정하라.)

- ㉑ 0.01 %
- ㉒ 0.1 %
- ㉓ 1 %
- ㉔ 3 %

문제 16 ㉠

백금(Pt)과 팔라듐(Pd)으로 이루어진 합금은 입방 격자 구조로 결정화된다. 다음 그림은 합금 결정의 단위 세포를 나타낸 것이다. 합금 결정의 화학식과 백금의 배위 환경에 대해 모두 옳게 나타낸 것은?



- ㉠ Pd₃Pt₄, 6배위
- ㉡ Pd₃Pt₄, 12배위
- ㉢ Pd₃Pt, 6배위
- ㉣ Pd₃Pt, 12배위

문제 17 ㉡

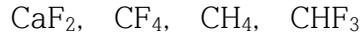
동종 이원자 화학종의 분자 오비탈 에너지 도표를 기반으로 한 다음 설명 중 옳은 것만을 모두 고른 것은?

- 가. C₂²⁻는 반자성이고 C₂²⁺는 상자성이다.
- 나. F₂는 상자성이고 F₂²⁺는 반자성이다.
- 다. 결합 차수는 N₂가 N₂⁺보다 크다.
- 라. 산소 간의 결합 길이는 O₂보다 O₂⁺가 더 길다.

- ㉠ 가, 나
- ㉡ 가, 다
- ㉢ 나, 라
- ㉣ 다, 라

문제 18 ㉠

다음 화합물들을 끓는점이 낮은 것부터 높은 순서대로 옳게 나열한 것은?



- Ⓐ CH₄ < CHF₃ < CaF₂ < CF₄
- Ⓑ CaF₂ < CH₄ < CHF₃ < CF₄
- Ⓒ CH₄ < CF₄ < CHF₃ < CaF₂
- Ⓓ CF₄ < CH₄ < CHF₃ < CaF₂

문제 19 ㉠

사이안산 이온(OCN⁻)은 옥텟 규칙을 만족하는 세 가지 공명 구조를 생각할 수 있다. 이에 대한 다음 설명 중 옳은 것만을 모두 고른 것은?

- 가. 사이안산 이온의 기하학적 구조는 선형이다.
- 나. 공명 혼성에 가장 많이 기여하는 공명 구조는 산소 원자와 탄소 원자 사이가 단일 결합이며 산소 원자가 -1의 형식전하를 가지고 있다.
- 다. 공명 혼성에 가장 적게 기여하는 공명 구조는 질소 원자와 탄소 원자 사이가 단일 결합이며 질소 원자가 -1의 형식전하를 가지고 있다.

- Ⓐ 가, 나
- Ⓑ 가, 다
- Ⓒ 나, 다
- Ⓓ 가, 나, 다

문제 20 ㉠

다음 중 N₂O₅ 분자(O₂N-O-NO₂)의 가장 안정한 루이스 구조에 관한 설명 중 옳은 것은?

- Ⓐ 모든 산소-질소 결합은 단일결합이다.
- Ⓑ 산소-질소-산소의 결합각은 모두 같다.
- Ⓒ 질소 원자의 형식전하는 각각 +1이다.
- Ⓓ 산소 원자는 모두 sp² 혼성오비탈이다.

문제 21 Ⓒ

다음 설명 중 옳은 것만을 모두 고른 것은?

가. BBr_3 의 주된 분자간 힘은 쌍극자-쌍극자 인력이다.
 나. N_2H_4 보다 N_2H_2 의 질소-질소 결합이 더 강하다.
 다. C_5H_{12} 보다 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{F}$ 의 정상 끓는점이 더 높다.
 라. SO_2 , BF_3 , CCl_4 은 상온, 상압에서 모두 고체이다.

- Ⓐ 가, 나
- Ⓑ 가, 다
- Ⓒ 나, 다
- Ⓓ 나, 라

문제 22 Ⓒ

다음 물질 중 끓는점이 낮은 물질부터 순서대로 배열한 것을 고르시오.

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_3$
가	나	다	라

- Ⓐ 가 < 다 < 나 < 라
- Ⓑ 다 < 나 < 라 < 가
- Ⓒ 라 < 나 < 다 < 가
- Ⓓ 라 < 다 < 나 < 가

문제 23 Ⓒ

다음 보기 중에서, 두 개의 동등한 공명 구조를 갖는 화학종이 아닌 것은?

- Ⓐ C_6H_6 (벤젠)
- Ⓑ O_3 (오존)
- Ⓒ HNO_2 (아질산)
- Ⓓ HCO_2^- (폼산 음이온)

문제 24 ㉔

아래 상자 안에 나타난 성질을 갖는 용매 200 mL에 미지의 순물질 고체 0.32 g을 완전히 녹였다. 어는점 실험에서 측정된 용액의 어는점이 6.10 °C일 때, 고체의 물질량 (g/mol)에 가장 가까운 값은 다음 중 어느 것인가?
(단, 미지의 고체는 비전해질이며, 용액은 이상 용액으로 간주한다.)

어는점: 6.50 °C
어는점 내림 상수(K_f): 20.0 °C/m
밀도: 0.8 g/mL

- ㉑ 50
- ㉒ 100
- ㉓ 200
- ㉔ 500

문제 25 ㉑

다음 중 온도가 상승하면 전기 전도도가 증가하는 물질들의 조합으로 알맞은 것은?

- ㉑ 반도체, 수은
- ㉒ 수은, 금속 도체
- ㉓ 전해질 용액, 금속 도체
- ㉔ 전해질 용액, 반도체

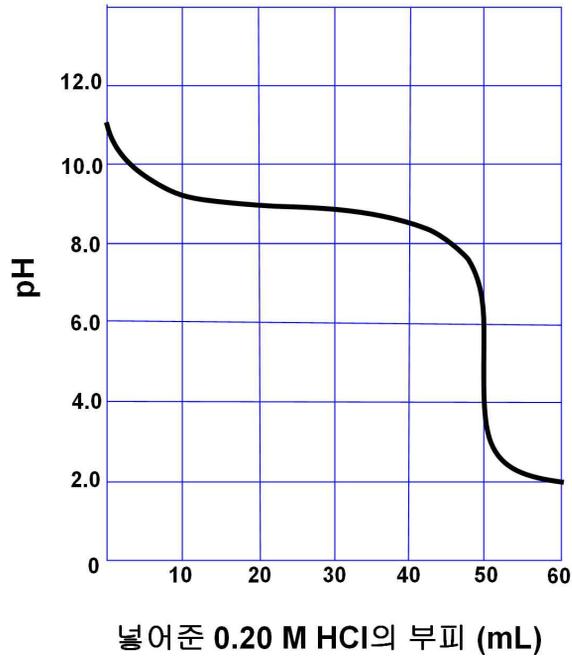
문제 26 ㉑

우유에는 지방을 제거하지 않은 전지우유(whole milk), 지방 함량이 2%인 저지방우유, 지방을 모두 제거한 무지방우유, 그리고 발효유가 있다. 이때 발효유는 전지우유를 유당발효(lactic fermentation) 시켜 그 안의 유당(lactose)이 단당류로 분해된 것이다. 이 중 어는점이 가장 낮은 우유는? (단, 우유에 있는 유지방은 모두 콜로이드 입자의 형태로 존재한다고 가정하자.)

- ㉑ 전지우유
- ㉒ 2% 저지방 우유
- ㉓ 무지방 우유
- ㉔ 발효유

문제 27 ㉔

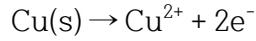
한 개의 양성자와 반응하는 염기를 단양성자성 염기(monoprotic base)라고 하고, 여러 개의 양성자와 반응하는 염기를 다양성자성 염기(polyprotic base)라고 한다. 예를 들어, KOH나 NH_3 는 단양성자성 염기이고, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 나 PO_4^{3-} 는 다양성자성 염기라고 할 수 있다. 어떤 단양성자성 염기 용액 50.00 mL를 0.20 M HCl로 적정하여 다음과 같은 적정곡선을 얻었다. 이 염기의 염기 해리상수 지수($\text{p}K_b$)로 가장 가까운 값은?



- ㉠ 3.0
- ㉡ 5.0
- ㉢ 7.0
- ㉣ 9.0

문제 28 ㉞

구리 전극을 산성 용액에서 산화시키면 다음과 같은 반응이 일어난다.



일정하게 흘려준 전류: x 암페어(A)
 흘려준 시간: y 초(s)
 감소한 구리전극의 질량: w 그램(g)
 전자의 전하량: e 쿨롱(C)
 구리의 몰질량: M 그램/몰(g/mol)

위 실험결과로부터 구한 아보가드로의 수는?

- Ⓐ $(2xy/we) \times M$
- Ⓑ $(xy/2we) \times M$
- Ⓒ $(2we/xy) \times M$
- Ⓓ $(we/2xy) \times M$

문제 29 ㉞

200 mL 부피 플라스크에 고체 NaOH 8.0 g을 넣고 표선까지 증류수를 넣었을 때 이 용액의 몰랄 농도(m)는? (이 용액의 밀도는 d g/mL이고 NaOH의 화학식량은 40이다.)

- Ⓐ $(\frac{10}{d-0.08})m$
- Ⓑ $(\frac{10}{d-0.04})m$
- Ⓒ $(\frac{1}{d-0.08})m$
- Ⓓ $(\frac{1}{d-0.04})m$

문제 30

㉞

다음은 300 K, 표준상태에서 $N_2F_4(g)$ 분해 반응의 열화학 반응식이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고른 것은? (단, 온도에 따른 ΔH° , ΔS° 변화는 없다고 가정한다.)

- 가. 300 K, 표준상태에서 반응은 비자발적이다.
 나. 300 K, 표준상태에서 내부에너지 변화 (ΔE°)는 85 kJ보다 크다.
 다. 온도가 올라갈수록 반응의 평형상수는 증가한다.

- Ⓐ 가, 나
 Ⓑ 가, 다
 Ⓒ 나, 다
 Ⓓ 가, 나, 다

문제 31 ㉞

그림 (가)는 다음 두 반응이 평형을 이루고 있는 상태를 나타낸 것이다.

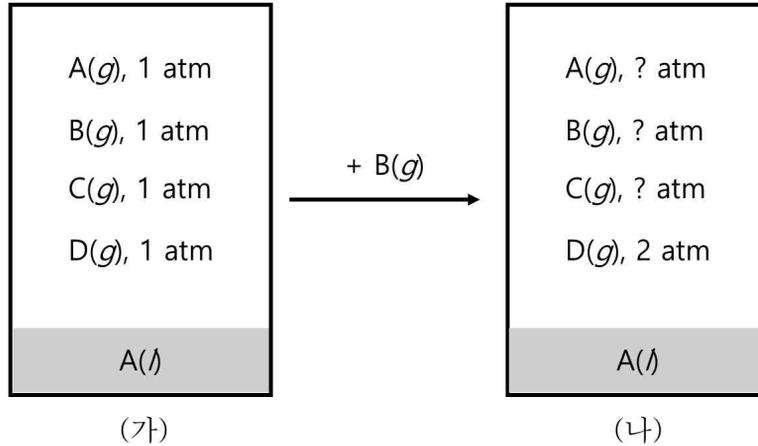
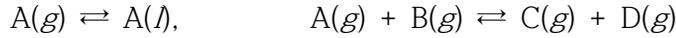


그림 (나)는 (가)에 B(g)를 첨가한 후 도달한 새로운 평형 상태를 나타낸 것이다. (용기의 부피와 온도는 일정하게 유지된다)

다음 중 이에 대한 설명으로 틀린 것은? (단, 기체는 이상기체 거동을 하며, B(g), C(g), D(g)는 A(l)에 용해되지 않는다.)

- ㉠ A(l)의 양은 (가)에서가 (나)에서보다 많다.
- ㉡ 혼합 기체에서 B(g)의 몰분율은 (가)에서가 (나)에서의 1/4 배이다.
- ㉢ C(g) 분자들의 운동에너지의 총합은 (가)에서가 (나)에서의 1/2 배이다.
- ㉣ D(g) 분자 하나의 평균 운동에너지는 (가)에서와 (나)에서가 같다.

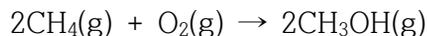
문제 32 ㉞

화학 반응 전후, 반응계에 출입한 열의 양과 엔탈피 변화량을 같게 하려면 다음 보기 중 어떤 조건에서 화학 반응을 수행하여야 하는가?

- ㉠ 온도를 일정하게 유지한다.
- ㉡ 압력을 일정하게 유지한다.
- ㉢ 부피를 일정하게 유지한다.
- ㉣ 밀도를 일정하게 유지한다.

문제 33 ㉠

아래 결합 에너지에 대한 정보를 이용해서, 다음 반응의 표준 반응 엔탈피를 구하시오.



결합	C-H	C-C	O=O	C-O	O-H
결합 에너지 (kJ/mol)	416	356	498	358	467

- ㉠ -320 kJ/mol
- ㉡ 320 kJ/mol
- ㉢ -420 kJ/mol
- ㉣ 420 kJ/mol

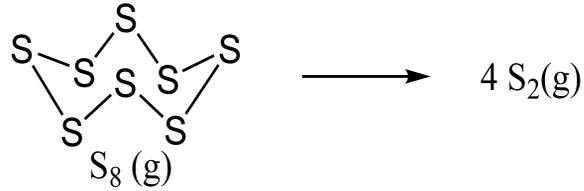
문제 34 ㉠

어떤 반응의 반응 엔탈피와 반응 엔트로피는 각각 ΔH_{rxn} 과 ΔS_{rxn} 이다. 이 반응의 자발성에 관한 아래 보기 중 옳지 않은 것은? (단, ΔH_{rxn} 과 ΔS_{rxn} 는 온도에 따라 변하지 않는다고 가정하고, 온도 $T_1 = |\Delta H_{\text{rxn}}/\Delta S_{\text{rxn}}|$ 이다.)

- ㉠ $\Delta H_{\text{rxn}} > 0$, $\Delta S_{\text{rxn}} > 0$ 이면, T_1 이상의 온도에서 반응이 자발적이다.
- ㉡ $\Delta H_{\text{rxn}} < 0$, $\Delta S_{\text{rxn}} > 0$ 이면, 온도와 무관하게 항상 반응이 자발적이다.
- ㉢ $\Delta H_{\text{rxn}} > 0$, $\Delta S_{\text{rxn}} < 0$ 이면, 온도와 무관하게 항상 반응이 비자발적이다.
- ㉣ $\Delta H_{\text{rxn}} < 0$, $\Delta S_{\text{rxn}} < 0$ 이면, T_1 이상의 온도에서 반응이 자발적이다.

문제 35 ㉞

황(S)은 아래와 같은 고리왕관 모양의 S₈로 존재할 수 있는데, 이 기체 분자는 4개의 S₂ 기체 분자로 아래와 같이 분해할 수 있다.



이 분해 반응의 $\Delta H^\circ = 240 \text{ kJ/mol}$ 이고, S₂(g)의 S=S 결합 에너지가 400 kJ/mol일 때, S₈(g)에서 S-S 결합 에너지에 가장 가까운 값은?

- Ⓐ 170 kJ/mol
- Ⓑ 230 kJ/mol
- Ⓒ 290 kJ/mol
- Ⓓ 320 kJ/mol

문제 36 ㉟

어떤 탄화수소 화합물 X를 완전 연소시켰을 때, 발생하는 이산화 탄소와 수증기의 부피비가 3 : 4 이다. X가 진공으로 분출되는 속도는 이산화 탄소의 분출 속도와 거의 같다. X의 분자식으로 가장 적절한 것은?

- Ⓐ C₃H₄
- Ⓑ C₆H₈
- Ⓒ C₃H₈
- Ⓓ C₆H₁₆

문제 37 ㊱

상온에서 다음 물질 1몰을 물 1 L에 넣었을 때, 전류가 가장 잘 흐르는 것은?

- Ⓐ NaCl
- Ⓑ AgCl
- Ⓒ CaCO₃
- Ⓓ C₆H₁₂O₆

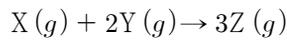
문제 38 Ⓐ

어느 교실의 넓이는 85 m^2 , 천장의 높이는 220 cm , 온도는 25°C , 대기압은 1056 mbar 이다. 공기를 이상기체로 가정하여, 이 교실 실내에 있는 공기의 입자 개수에 가장 가까운 것은? (단, 벽과 가구 등의 부피는 무시한다. $1 \text{ atm} = 1013 \text{ mbar}$, $N_A = 6.02 \times 10^{23}$, 기체상수 $R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$)

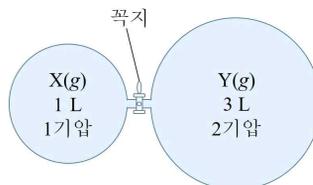
- Ⓐ 5×10^{27} 개
- Ⓑ 5×10^{30} 개
- Ⓒ 5×10^{24} 개
- Ⓓ 5×10^{21} 개

문제 39 Ⓒ

기체 X는 다음과 같이 기체 Y와 반응하여 기체 Z를 생성한다.



초기에 X와 Y는 그림과 같이 분리되어 있고, 꼭지를 열면 반응은 빠른 속도로 완결된다. 반응이 종결되었을 때, 다음의 설명 중 옳은 것만을 모두 고른 것은? (단, 온도는 25°C 로 일정하게 유지되며 X, Y, Z는 이상 기체이다.)



- 가. 반응이 일어나기 전 기체 X와 Y의 몰비는 1:2이다.
- 나. 반응이 종결되었을 때 가장 많이 존재하는 기체는 Z이다.
- 다. 반응이 종결되었을 때 존재하는 기체 Y와 Z의 몰비는 4:3이다.
- 라. 반응이 종결되었을 때 기체 Y의 부분압은 1기압이다.

- Ⓐ 가, 나
- Ⓑ 나, 다
- Ⓒ 다, 라
- Ⓓ 가, 라

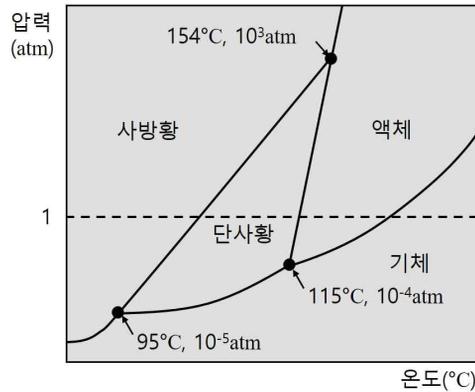
문제 40 ㉠

300 K에서 밀폐된 용기에 액체 상태의 에탄올 120 mL와 기체 상태의 에탄올 800 mL가 동적 평형을 이루고 있다. 에탄올의 증기압은 0.06 atm, 액체 상태의 에탄올 밀도는 0.8 g/mL이다. 용기 내에 존재하는 에탄올 분자의 총 몰수에 가장 가까운 것은? (단, 에탄올의 몰질량은 46이고, 기체 상수 R 은 $0.08 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ 이다.)

- ㉠ 0.002 mol
- ㉡ 0.02 mol
- ㉢ 0.2 mol
- ㉣ 2 mol

문제 41 ㉢

다음 그림은 황의 상평형 그림이다.



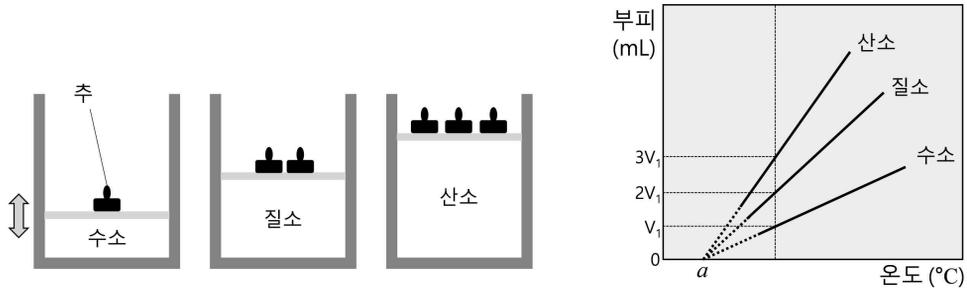
다음의 설명 중 옳은 것만을 모두 고른 것은?

- 가. 삼중점은 3개이다.
- 나. 같은 온도에서 사방황의 밀도가 단사황보다 크다.
- 다. 압력이 $5 \times 10^{-5} \text{ atm}$ 에서 단사황은 승화가 일어날 수 있다.
- 라. 1 atm에서는 사방황이 단사황보다 항상 안정하다.

- ㉠ 가, 나
- ㉡ 나, 다
- ㉢ 가, 나, 다
- ㉣ 나, 다, 라

문제 42 Ⓒ

그림과 같이 수소, 질소, 산소 기체가 실린더 안에 들어 있고, 각 실린더의 피스톤 위에 같은 무게의 추가 각각 1개, 2개, 3개 놓여 있다. 각 실린더의 온도를 변화시키면서 실린더 안 기체의 부피를 측정하여 오른쪽과 같은 온도-부피 그래프를 얻었다. 다음의 설명 중 옳은 것만을 모두 고른 것은? (단, H, N, O의 원자량은 1, 14, 16이고, 피스톤 바깥은 진공이라 가정한다.)



- 가. 온도-부피 그래프의 x절편 a 는 273.15이다.
 나. 실린더 안의 수소, 질소, 산소 기체의 몰비는 1:2:3이다.
 다. 400K에서의 수소의 부피는 200K에서의 질소의 부피와 같다.
 라. 실린더 안 산소 기체의 질량은 수소의 질량의 144배이다.

- Ⓐ 가, 나
 Ⓑ 나, 다
 Ⓒ 다, 라
 Ⓓ 나, 다, 라

문제 43 Ⓒ

다음은 화학 반응 속도와 관련된 설명이다. 옳은 것만을 모두 고른 것은?

- 가. 반응 분자들이 충돌하는 횟수가 증가하면 반응 속도가 증가한다.
- 나. 기체와 액체 사이의 반응은 균일 반응이다.
- 다. 분자들이 더 빠르게 운동하면 충돌 횟수가 더 많아지고 반응 속도가 증가한다.
- 라. 고체를 포함하는 불균일 반응에서 고체의 표면적과 반응 속도는 무관하다.

- Ⓐ 가, 나
- Ⓑ 나, 다
- Ⓒ 가, 다
- Ⓓ 다, 라

문제 44 Ⓐ

반응물 X, Y가 반응하여 생성물 Z를 만드는 화학 반응이 있다. 이 화학 반응 $X + Y \rightarrow Z$ 에서 반응물 X, Y의 농도를 3가지로 달리하여 초기 속도를 측정한 결과가 다음과 같다.

실험번호	[X] (M)	[Y] (M)	초기 속도 (M/s)
1	0.100	0.100	2.0×10^{-5}
2	0.100	0.200	2.0×10^{-5}
3	0.200	0.100	8.0×10^{-5}

이 자료를 이용하여 $[X] = 0.050 \text{ M}$, $[Y] = 0.300 \text{ M}$ 일 때의 반응 속도를 구하시오.

- Ⓐ $0.5 \times 10^{-5} \text{ M/s}$
- Ⓑ $1.0 \times 10^{-5} \text{ M/s}$
- Ⓒ $1.5 \times 10^{-5} \text{ M/s}$
- Ⓓ $2.0 \times 10^{-5} \text{ M/s}$

문제 45

Ⓐ

다음 화학 반응 속도와 관련한 설명 중 옳은 것만을 모두 고른 것은?

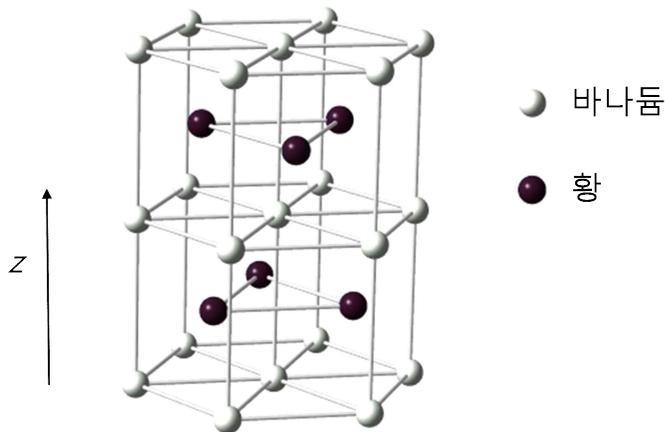
- 가. 전체 반응 차수가 1인 반응의 경우 속도 상수의 단위는 s^{-1} 이다.
- 나. 모든 화학 반응의 속도 법칙은 전체 반응식에 의해 결정된다.
- 다. 반응이 단일 단계 반응이면, 단분자 반응은 일차 반응이다.
- 라. 다단계 반응에서는 가장 빠른 단계가 전체 속도를 결정한다.

- Ⓐ 가, 다
- Ⓑ 나, 다
- Ⓒ 나, 라
- Ⓓ 가, 라

문제 46

Ⓐ

아래 그림은 바나듐(V) 이온과 황(S) 이온으로 구성된 이온 결합 물질의 결정 구조이다. 이 물질의 화학식은 무엇인가?



- Ⓐ VS
- Ⓑ V_2S
- Ⓒ VS_2
- Ⓓ V_2S_3

문제 47

㉑

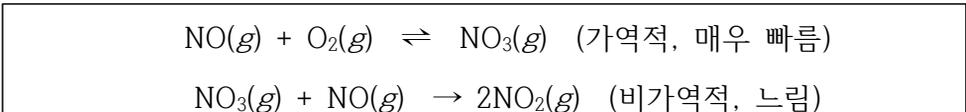
뫼스바우어 (Mössbauer) 분광법에 사용되는 Co-57의 반감기는 272일이다. 1088일 후에 남아 있는 Co-57는 초기 Co-57의 양에 비해 몇 %인가? 가장 가까운 값을 골라라.

- Ⓐ 20
- Ⓑ 15
- Ⓒ 10
- Ⓓ 5

문제 48

㉒

일산화 질소로부터 이산화 질소로의 산화 반응은 아래와 같이 두 단계로 진행된다고 제안되었다. 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고른 것은?



- 가. 균형 화학반응식은 $\text{O}_2(g) + 2\text{NO}(g) \rightarrow 2\text{NO}_2(g)$ 이다.
- 나. $\text{O}_2(g)$ 는 중간체이다.
- 다. 전체 반응 속도식에서 NO에 대한 반응차수는 1이다.
- 라. 전체 반응 속도식에서 O_2 에 대한 반응차수는 1이다.

- Ⓐ 가, 나
- Ⓑ 가, 라
- Ⓒ 나, 다, 라
- Ⓓ 가, 다, 라

문제 49

㉓

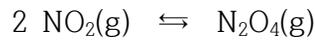
0.01 M 페놀(C_6H_5OH) 수용액의 pH를 측정하였더니 6.0이었다. 수용액에서 페놀의 pK_a 값에 가장 가까운 것은?

- Ⓐ 1
- Ⓑ 6
- Ⓒ 10
- Ⓓ 12

문제 50

㉔

보기의 내용 중 다음의 평형을 왼쪽(역방향)으로 이동시키는 것을 모두 고른 것은? (단, $NO_2(g)$ 와 $N_2O_4(g)$ 의 표준 생성엔탈피(ΔH_f°)는 각각 33 kJ/mol, 9 kJ/mol이고, 온도에 따른 엔탈피 변화는 무시한다.)



- 가. 전체 압력을 유지하면서 평형 혼합물을 가열시킨다.
- 나. 부피와 온도를 일정하게 유지하면서 혼합물에 $NO_2(g)$ 를 첨가한다.
- 다. 전체 압력과 온도를 일정하게 유지하면서 평형 혼합물에 비활성 기체인 아르곤을 첨가한다.

- Ⓐ 가
- Ⓑ 다
- Ⓒ 나, 다
- Ⓓ 가, 다

문제 51

Ⓐ

25°C에서 아래 혼합용액 (㉠, ㉡)의 pH가 모두 7이다.

㉠ : 0.01 M NaOH 수용액 100 mL + 0.02 M HCl 수용액 a mL

㉡ : 0.01 M NaOH 수용액 100 mL + 0.02 M CH₃COOH 수용액 b mL

다음 중 옳은 것만을 모두 고른 것은? (단, CH₃COOH의 pK_a는 5이다.)

가. a = 50

나. b = 50

다. 혼합용액 ㉡에서 [CH₃COO⁻] < [CH₃COOH]

Ⓐ 가

Ⓑ 가, 나

Ⓒ 나, 다

Ⓓ 가, 나, 다

문제 52

Ⓒ

다음과 같은 용액에 AgCl(s)을 녹일 때, 용해도가 큰 것부터 작아지는 순서대로 쓴 것은?

가. 증류수

나. 0.001 M NaCl 수용액

다. 0.1 M NH₄NO₃ 수용액

Ⓐ 가 > 다 > 나

Ⓑ 나 > 가 > 다

Ⓒ 다 > 가 > 나

Ⓓ 다 > 나 > 가

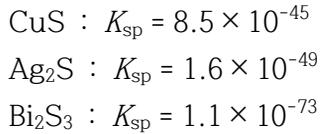
문제 53 ㉞

어떤 약산(HA) 0.1 M 수용액의 pH를 측정하였더니, pH = 3.00이었다. 이 산의 이온화 백분율은 얼마인가?

- ㉠ 10.0 %
- ㉡ 1.0 %
- ㉢ 0.1 %
- ㉣ 0.01 %

문제 54 ㉡

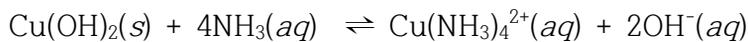
다음 염 중 0.1 M Na₂S 용액에서의 용해도가 큰 염부터 순서대로 나열한 것은? (단, S²⁻에 의한 물의 해리는 고려하지 않는다.)



- ㉠ CuS > Ag₂S > Bi₂S₃
- ㉡ CuS > Bi₂S₃ > Ag₂S
- ㉢ Ag₂S > Bi₂S₃ > CuS
- ㉣ Bi₂S₃ > Ag₂S > CuS

문제 55 ㉠

반응에 대한 평형상수는 직접 평형 상태의 각 화학종의 농도를 측정하여 구하거나 기존의 알려진 반응의 평형상수를 이용하여 구할 수 있다. Cu(OH)₂의 K_{sp} (1.6×10^{-19}) 값과 Cu(NH₃)₄²⁺의 형성상수($K_f = 1.0 \times 10^{13}$)를 이용하여 구한 다음 반응의 평형상수는?



- ㉠ 1.6×10^{-6}
- ㉡ 1.6×10^{-32}
- ㉢ 6.3×10^{31}
- ㉣ 6.3×10^6

문제 56 ㉞

다음 중 증류수에 녹았을 때 산성 수용액을 만드는 물질의 개수는?

KCl, NH₄Cl, SO₂, CO₂, CaO, K₂O, FeCl₃

- ㉠ 3
- ㉡ 4
- ㉢ 5
- ㉣ 6

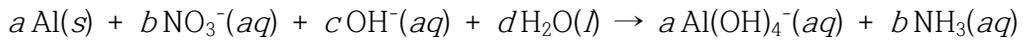
문제 57 ㉞

NH₂⁻와 기하구조 및 중심원자의 혼성오비탈이 모두 같은 화학종은?

- ㉠ KrF₂
- ㉡ H₂O
- ㉢ O₃
- ㉣ N₂O

문제 58 ㉢

염기성 수용액에서 일어나는 아래 반응의 계수를 가장 간단한 정수로 맞추었을 때 (a + c)의 값은? (단, a ~ d 는 화학 반응 계수이다.)



- ㉠ 8
- ㉡ 11
- ㉢ 13
- ㉣ 16

문제 59

Ⓐ

크기 성질은 물질의 양이 증가할 때 그 값이 비례하는 성질이고, 세기 성질은 물질의 양과 관계없는 성질이다. 다음 중 세기 성질을 갖는 물리량 단위는?

- Ⓐ g/cm^3
- Ⓑ kJ
- Ⓒ $\text{J/}^\circ\text{C}$
- Ⓓ mol

문제 60

Ⓓ

25 °C에서 반응 $2\text{NO}_2 \rightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$ 의 반응 속도는 $[\text{NO}_2]$ 에만 의존하는 반응이고 속도 상수는 k ($\text{M}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)이다. 25 °C에서 초기에 NO_2 2 mol이 4 L 용기에 있었다면 $[\text{NO}_2] = 0.125 \text{ mol/L}$ 가 될 때까지 걸리는 시간(s)은 얼마인가?

- Ⓐ $\frac{3}{8k}$
- Ⓑ $\frac{2\ln 2}{k}$
- Ⓒ $\frac{4}{k}$
- Ⓓ $\frac{6}{k}$

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
Ⓐ	Ⓒ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓐ	Ⓑ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓐ	Ⓓ