

2024년 1차 한국중학생 화학대회
(KMChC 2024-1)

주최: 대한화학회

주관: 대한화학회 화학올림피아드 위원회

후원: LG화학

주의 사항

1. 시험시간은 오후 2시 ~ 4시까지 2시간입니다.
2. 감독관의 지시에 불응할 때 시험을 중단하고 퇴장시킬 수 있습니다.
3. 핸드폰을 시계 대신 사용할 수 없으며, 핸드폰 사용은 부정행위로 간주합니다.
4. 질문이 있는 경우 손을 들고 감독관이 올 때까지 기다립니다.
5. 첨부된 데이터와 주기율표를 참조할 수 있습니다.
6. 필기구 외에는 계산기 등을 일체 사용할 수 없습니다.
7. 이 문제지는 서약서 및 표지 포함 총 25쪽입니다.
8. 서약서를 잘 읽고 작성하여 제출합니다.
9. OMR 용지의 지정된 난에 수험번호, 소속 학교, 성명, 학년을 기입해야 하며, 답안은 주어진 OMR 용지의 해당 문항번호 옆에 바르게 표기해야 합니다.
10. 답안은 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜을 이용하여 작성해야 합니다. 답안지를 수정할 경우는 수정테이프를 사용해야 하며, 수정테이프가 없는 경우 손을 들어 감독관에게 요청합니다.
11. 각 문제의 배점은 3점으로, 오답은 -1점, 미기입은 0점으로 처리됩니다.

기체 상수	$R = 0.082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8.314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
플랑크 상수	$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
빛의 속도	$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
아보가드로 수	$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
패러데이 상수	$F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$
전자의 전하량	$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
전자의 질량	$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

1																		2		18																	
1	H	2																13	14	15	16	17	2	He													
1008		4																5	6	7	8	9	10	4003													
3	Li	Be																B	C	N	O	F	10	Ne													
6.94	6.94	9.01																10.81	12.01	14.01	16.00	19.00	20.18														
11	12																	13	14	15	16	17	18														
Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl	Ar														
22.99	24.30																	26.98	28.09	30.97	32.06	35.45	39.95														
19	20	21	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	31	32	33	34	35	36																			
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																				
39.10	40.08	44.96	47.87	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.55	65.38	69.72	72.63	74.92	78.97	79.90	83.80																				
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54																				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																				
85.47	87.62	88.91	91.22	92.91	95.95	-	101.1	102.9	106.4	107.9	112.4	114.8	118.7	121.8	127.6	126.9	131.3																				
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86																				
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																				
132.9	137.3		178.5	180.9	183.8	186.2	190.2	192.2	195.1	197.0	200.6	204.4	207.2	209.0	-	-	-																				
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118																				
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og																				
																		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71					
																		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu					
																		138.9	140.1	140.9	144.2	-	150.4	152.0	157.3	158.9	162.5	164.9	167.3	168.9	173.0	175.0					
																		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103					
																		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr					
																		-	232.0	231.0	238.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

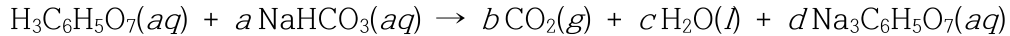
문제 1 ④

다음 화학 반응식 중에서 산화-환원 반응이 아닌 것은?

- ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(l) + 3\text{O}_2(g) \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}(l) + 2\text{CO}_2(g)$
- ② $\text{Br}_2(l) + 2\text{K}(s) \rightarrow 2\text{KBr}(s)$
- ③ $\text{P}_4(s) + 10\text{HClO}(aq) + 6\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4(aq) + 10\text{HCl}(aq)$
- ④ $\text{ZnCl}_2(aq) + 2\text{NaOH}(aq) \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2(s) + 2\text{NaCl}(aq)$

문제 2 ④

감귤류 과일에 들어 있는 구연산($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$)을 베이킹소다(NaHCO_3)와 섞으면 기체가 발생한다. 이 현상을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



반응식의 계수의 합 $a + b + c + d$ 의 값은?

- ① 4
- ② 6
- ③ 8
- ④ 10

문제 3 ③

핵으로부터 일정한 거리에서 전자를 발견할 수 있는 확률은 방사 방향 확률 밀도 함수로 표현할 수 있다. 수소 원자의 s 오비탈에 대한 다음 설명 중 옳은 것은?

- ① s 오비탈의 방사 방향 확률 밀도 함수는 방향에 따라 다르다.
- ② $2s$ 오비탈에서 방사상 마디(radial node)의 개수는 2이다.
- ③ $3s$ 오비탈에서 방사 방향 확률 밀도 함수의 봉우리 개수는 3개이다.
- ④ ns 오비탈의 방사 방향 확률 밀도 함수를 도식했을 때, 주양자수 n 과 상관없이 핵과 가장 가까운 봉우리의 높이가 가장 크다.

문제 4 ②

제1차 세계대전에서 화학무기로 사용된 포스젠은 C, O, Cl 원소로만 이루어진 화합물이다. 포스젠 98.8 g에는 탄소 12.0 g, 산소 16.0 g이 존재한다. 포스젠의 실험식으로 옳은 것은? (C, O, Cl의 원자량은 각각 12, 16, 35.5이다)

- ① CO_2Cl_6
- ② COCl_2
- ③ $\text{C}_2\text{O}_2\text{Cl}_4$
- ④ COCl

문제 5 ④

다음 알칼리 금속에 대한 화학 반응식 중 타당하지 않은 것은?

- ① $2\text{Na}(s) + \text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{NaH}(s)$
- ② $4\text{Li}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O}(s)$
- ③ $2\text{Na}(s) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2\text{NaOH}(aq) + \text{H}_2(g)$
- ④ $\text{Cs}(s) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{CsCl}_2(s)$

문제 6 ②

전이 금속 또는 전이 금속 이온의 바닥 상태 전자배치에 대한 설명 중 옳은 것은?

- ① ${}_{24}\text{Cr}$ 의 전자배치는 $[\text{Ar}]4s^23d^4$ 이다.
- ② ${}_{30}\text{Zn}$ 가 전자 2개를 잃어서 생성되는 이온의 전자배치는 $[\text{Ar}]3d^{10}$ 이다.
- ③ ${}_{26}\text{Fe}$ 가 전자 3개를 잃어서 생성되는 이온의 전자배치는 $[\text{Ar}]4s^23d^3$ 이다.
- ④ ${}_{29}\text{Cu}$ 가 전자 1개를 잃어서 생성되는 이온의 전자배치는 $[\text{Ar}]4s^13d^9$ 이다.

문제 7 ④

원소의 주기적 성질에 대한 다음의 설명 중 '유효 핵전하'와 관련이 가장 적은 것은?

- ① 어떤 임의의 원소의 순차적 이온화 에너지는 점차 증가한다.
- ② 같은 주기에서 원자번호가 증가할수록 원자 반지름이 작아진다.
- ③ 같은 주기에서 원자번호가 증가할수록 대체로 제 1 이온화 에너지가 증가한다.
- ④ 같은 족에서 원자번호가 증가할수록 원자 반지름이 커진다.

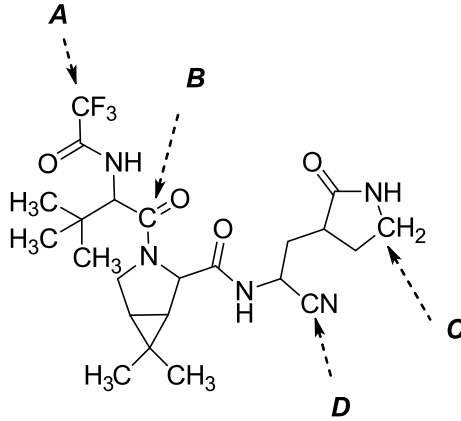
문제 8 ②

자연계의 브로민(Br)은 동위 원소 ${}^{79}\text{Br}$ 과 ${}^{81}\text{Br}$ 로 존재하고, 그 비율이 약 1 : 1이다. 이 때, Br_2 의 평균 분자량에 가장 가까운 값은?

- ① 159 ② 160 ③ 161 ④ 162

문제 13 ①

스로비드는 다음 분자를 유효 성분으로 포함하고 있는 경구형 코로나 치료제이다. 아래 분자에 표시된 탄소 원자 A ~ D의 혼성 오비탈을 바르게 표기한 것은?



- ① $A(sp^3) - B(sp^2) - C(sp^3) - D(sp)$
- ② $A(sp^2) - B(sp^3) - C(sp^3) - D(sp^3)$
- ③ $A(sp^3) - B(sp^2) - C(sp^3) - D(sp^3)$
- ④ $A(sp^3) - B(sp^2) - C(sp) - D(sp^2)$

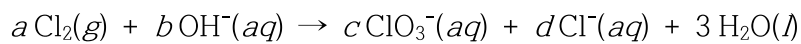
문제 14 ①

질소(N)-산소(O) 결합 길이를 순서대로 바르게 나열한 것은?

- ① $NO^+ < N_2O_4 < NO_3^-$
- ② $NO^+ < NO_3^- < N_2O_4$
- ③ $NO_3^- < NO^+ < N_2O_4$
- ④ $N_2O_4 < NO^+ < NO_3^-$

문제 15 ④

염기성 용액에 염소 기체가 용해되었을 때 일어나는 다음 산화-환원 반응식의 균형을 맞출 때 $a + b + c + d$ 는?



- ① 9
- ② 11
- ③ 13
- ④ 15

문제 16 ②

25 °C에서 0.100 M 약염기 용액 50.0 mL를 0.100 M HCl 용액으로 적정하였다. HCl 용액을 25.0 mL 가했을 때의 pH가 10.0이었다. 이 약염기의 pK_b 는?

- ① 1 ② 4 ③ 7 ④ 10

문제 17 ③

다음은 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 화학 반응식이다.



A를 a mol, B를 b mol 반응시켜 반응이 완결되었을 때, 옳은 설명은?

- ① B가 한계 반응물이라면 $b < \frac{a}{3}$ 이다.
 ② B가 한계 반응물이라면 생성된 C의 양(mol)은 $\frac{3}{2}b$ 이다.
 ③ A가 한계 반응물이라면 $a < \frac{b}{3}$ 이다.
 ④ A가 한계 반응물이라면 반응 후 남은 B의 양(mol)은 $(b-a)$ 이다.

문제 18 ③

용질이 같은 0.10 M 수용액 20.0 mL와 0.20 M 수용액 30.0 mL를 섞은 혼합 수용액의 농도(M)는?

- ① 0.14 ② 0.15 ③ 0.16 ④ 0.18

문제 19 ①

과망가니즈산 이온 (MnO_4^-)은 강한 산화제로 작용하여 산성 수용액 내의 Fe^{2+} 를 산화시켜 Fe^{3+} 로 만든다. 산성 조건에서 0.10 M Fe^{2+} 수용액 20.0 mL 안의 Fe^{2+} 를 모두 Fe^{3+} 로 산화시키는데 필요한 0.10 M MnO_4^- 수용액의 부피(mL)는?

- ① 4 ② 8 ③ 12 ④ 16

문제 20 ②

다음 중 산화-환원 반응이 아닌 것은?

- ① 아연 조각을 염산 용액에 넣으면 수소 기체가 발생한다.
- ② 식초에 베이킹소다를 넣으면 이산화 탄소가 발생한다.
- ③ 철 조각 표면에 녹이 생겼다.
- ④ 물과 이산화 탄소는 광합성에 의해 포도당과 산소가 된다.

문제 21 ②

탄소(C)와 수소(H)로 구성된 화합물을 완전 연소시켜 다음과 같은 실험 결과를 얻었다.

반응한 화합물의 질량(g)	생성된 H ₂ O의 질량(g)	생성된 CO ₂ 의 질량(g)
x	y	z

위 실험 결과로부터 알 수 있는 정보를 모두 고른 것은?

- 가. 반응한 산소의 질량
- 나. 화합물에 포함된 탄소 원자의 질량 백분율
- 다. 화합물 1몰에 포함된 탄소 원자의 양(mol)

- ① 가
- ② 가, 나
- ③ 나, 다
- ④ 가, 나, 다

문제 22 ④

다음 두 수용액을 같은 부피로 섞었을 때, 완충용액으로 가장 적당한 것은?

- ① 0.10 M NH₃와 0.10 M HCl
- ② 0.10 M NH₄⁺와 0.10 M KOH
- ③ 0.20 M NH₃와 0.10 M KOH
- ④ 0.20 M NH₃와 0.10 M HCl

문제 23 ①

일정 압력 열량계에 1.00 M 질산 은(AgNO₃) 수용액 20.0 mL와 1.00 M 브로민화 포타슘(KBr) 수용액 20.0 mL를 섞으면 브로민화 은(AgBr) 침전이 생기면서 열량계 속 혼합 수용액의 온도가 25.0 °C에서 35.0 °C로 변한다. 열량계 자체의 열흡수는 무시할 때, 이 침전 반응의 반응 엔탈피(kJ/mol)는? (단, 혼합 수용액의 밀도는 1.00 g/mL, 비열은 4.2 J/g·°C이다)

- ① -84 ② 84 ③ -168 ④ 168

문제 24 ③

합성가스(Syngas, synthesis gas)는 주로 수소와 일산화 탄소로 구성된 인공적으로 만든 연료 가스이다. 합성가스는 아래와 같은 반응으로 만들 수 있다.



300 K에서 이 반응의 평형 상수를 K_{eq} 라 할 때 $\ln K_{eq}$ 에 가장 가까운 값은?

- ① -14 ② 14 ③ -40 ④ 40

문제 25 ③

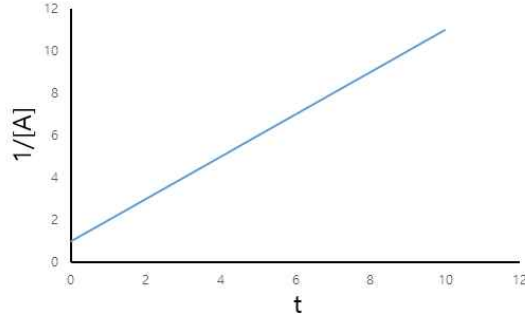
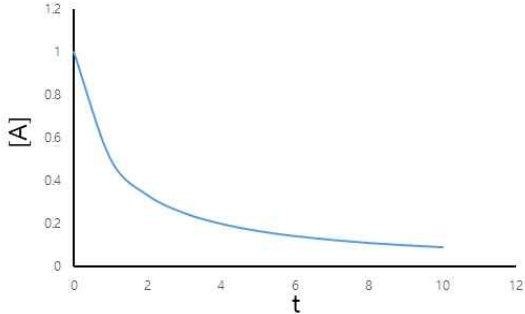
비료의 원료로 사용되는 인산(H₃PO₄)은 약산이지만 수용액 상태에서 피부를 심하게 자극하고 눈을 손상시킬 수 있다. 아래 표를 이용하여 구한 고체 인산의 녹는점(°C)은?

	ΔH_f° (kJ/mol)	S° (J/K·mol)
고체 H ₃ PO ₄	-1284.6	110.5
액체 H ₃ PO ₄	-1272.0	150.5

- ① -242 ② 0 ③ 42 ④ 242

문제 26 ③

반응물 A가 생성물을 만드는 반응($A \rightarrow$ 생성물)에 대해 시간에 따라 변하는 A의 농도 ([A])를 측정하여 아래와 같은 그래프들을 얻었다. 이 반응의 반응 차수는?



- ① 0차 ② 1차 ③ 2차 ④ 3차

문제 27 ①

220 K에서 밀폐된 용기에 있는 이산화 탄소 기체의 평균 속력은 v 이다. 360 K에서 같은 용기에 있는 미지의 기체의 평균 속력은 $6v$ 이다. 미지의 기체는? (단, 모든 기체는 이상 기체로 가정한다.)

- ① H_2 ② N_2 ③ Ar ④ O_2

문제 28 ④

다음 중 엔트로피가 증가하는 변화는?

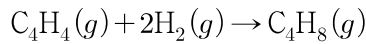
- ① $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$
 ② $2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$
 ③ $CO_2(g) \rightarrow CO_2(s)$
 ④ $BaF_2(s) \rightarrow Ba^{2+}(aq) + 2F^-(aq)$

문제 29 ①

아래 표는 연료로 사용되는 물질들의 표준 연소 엔탈피($\Delta H_{\text{연소}}^{\circ}$)이다.

	$\Delta H_{\text{연소}}^{\circ}$ (kJ/mol)
$\text{C}_4\text{H}_4(g)$	-2340
$\text{H}_2(g)$	-290
$\text{C}_4\text{H}_8(g)$	-2760

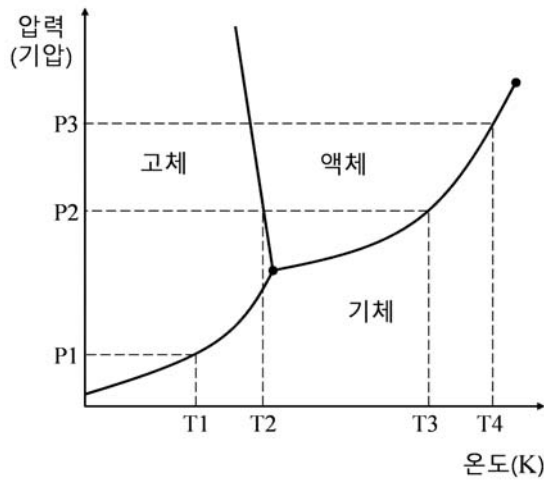
다음 반응의 표준 반응 엔탈피(ΔH° , kJ)는?



- ① -160 ② -130 ③ 130 ④ 160

문제 30 ④

다음은 어떤 물질의 상평형 그림을 나타낸 것이다.



이 물질에 대한 아래의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. 고체의 밀도가 액체의 밀도보다 작다.
- 나. 압력이 P2일 때, 이 물질의 끓는점은 T3이다.
- 다. 온도가 T2로 일정할 때, 압력이 P1에서부터 시작하여 증가하면, 기체 → 고체 → 액체 순으로 상변화가 일어난다.
- 라. 어떤 온도와 압력에서는 고체, 액체, 기체가 공존한다.

- ① 가, 나 ② 가, 다, 라
 ③ 나, 다, 라 ④ 가, 나, 다, 라

문제 31 ④

원자 모형에 대한 아래의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. 톰슨은 전자를 발견한 후, 원자에 대해 원자핵을 중심으로 전자들이 일정한 궤도를 운동하는 행성 모델을 제안하였다.
- 나. 러더퍼드는 금 박막에 대한 알파 입자 산란 실험에서 금 원자 내 전자에 의해 알파 입자가 튕겨 나가는 현상을 발견하였다.
- 다. 보어의 원자 모형에서 전자는 주어진 궤도에서 등속 원운동한다.
- 라. 슈뢰딩거 방정식을 통해 도출된 수소 원자의 $2s$, $2p$ 오비탈의 에너지 준위는 같다.

- ① 가, 나 ② 가, 라 ③ 나, 다 ④ 다, 라

문제 32 ②

화학실험에서 사용되는 부피 플라스크와 관련된 아래 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 대부분의 부피 플라스크에 표시된 'TC 20 °C'는 20 °C에서 특정 부피의 용액이 담기도록 보정되었다는 의미이다.
- ② 양이온 미량분석을 위해 시료 용액을 준비할 때는 고밀도 폴리에틸렌 플라스틱 재질의 부피 플라스크보다 유리 부피 플라스크가 더 유용하다.
- ③ 유기물질의 미량분석을 위해 시료 용액을 준비할 때는 플라스틱 부피 플라스크보다 유리 부피 플라스크가 더 유용하다.
- ④ 서로 다른 두 가지 액체가 섞이면 약간의 부피 변화가 가능하므로, 부피 플라스크에는 최종 부피보다 적게 넣은 액체들을 넣고 잘 흔든 후 최종 부피로 맞추어야 한다.

문제 33 ②

BeH_2 , CH_3^+ , NH_2^- 세 화학종이 있다. 이때 결합각 $\angle\text{H-X-H}$ ($X = \text{Be}, \text{C}, \text{또는 N}$)의 크기를 바르게 나열한 것은?

- ① $\text{BeH}_2 > \text{NH}_2^- > \text{CH}_3^+$
- ② $\text{BeH}_2 > \text{CH}_3^+ > \text{NH}_2^-$
- ③ $\text{NH}_2^- > \text{CH}_3^+ > \text{BeH}_2$
- ④ $\text{CH}_3^+ > \text{BeH}_2 > \text{NH}_2^-$

문제 34 ④

동일한 부피의 용기 A와 B 각각에 동일한 양(mol)의 CO₂와 SO₂ 기체가 채워져 있고 이 때 온도는 서로 같다. 각 용기 내 CO₂와 SO₂는 이상 기체가 아닌 실제 기체로 작용하며, 두 분자의 크기와 관련된 반데르 발스 상수 *b*는 같다고 가정한다. 아래의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은? (전기음성도: C:2.55, S:2.58, O:3.44)

- 가. C와 O 원자 사이 전기음성도 차이가 S와 O 원자 사이 전기음성도 차이보다 크므로 CO₂ 분자 사이 상호 작용이 SO₂보다 크다.
- 나. SO₂는 굽은 구조를 가지므로 분자 사이 상호 작용이 SO₂가 CO₂보다 크다.
- 다. CO₂가 담긴 용기의 압력이 SO₂가 담긴 용기의 압력보다 크다.

- ① 가 ② 나 ③ 가, 다 ④ 나, 다

문제 35 ③

300 K에서 미지의 액체와 접촉하고 있는 공기가 그 액체의 증기로 포화되어 있다. 이 때 혼합 기체의 전체 압력은 0.980 atm이다. 포화된 혼합 기체 시료 5.00 L를 채취하여 미지의 액체 증기를 냉각, 응축시켜 미지의 액체 증기만 모두 제거하였다. 이 때, 남아 있는 공기의 부피는 250 K, 1.00 atm에서 3.00 L이다. 300 K에서 미지 액체의 증기압 (atm)은? (단, R = 0.08 atm·L·mol⁻¹·K⁻¹이고, 모든 기체는 이상 기체로 가정한다.)

- ① 0.16 ② 0.20 ③ 0.26 ④ 0.32

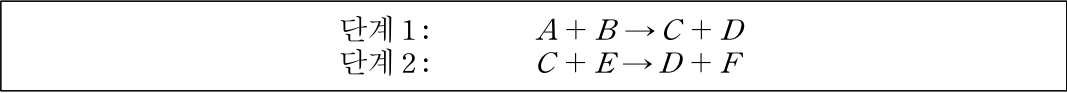
문제 36 ③

A → 2B 반응에 대하여, A의 소멸속도와 B의 생성속도 관계를 바르게 나타낸 것은?

- ① $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$
- ② $-\frac{1}{2} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$
- ③ $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$
- ④ $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -2 \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$

문제 37 ②

다음은 어떤 반응의 메커니즘을 나타낸 것이다.



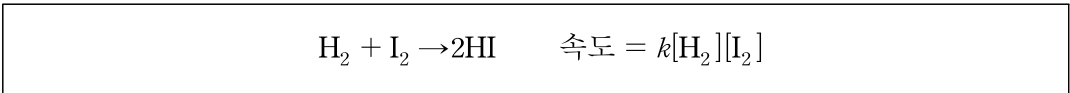
다음 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 가. 두 단계 모두 사분자 반응이다.
나. 전체 반응식은 $A + B + E \rightarrow D + F$ 이다.
다. C는 이 반응의 중간체이다. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|

- ① 가 ② 다 ③ 가, 다 ④ 나, 다

문제 38 ③

다음 화학 반응에 대한 반응 속도 상수(k)의 단위는?



- ① $M^{-1/2}s^{-1}$ ② $M^{-1/2}s^{-1/2}$ ③ $M^{-1}s^{-1}$ ④ $M^{-1}s^{-1/2}$

문제 39 ②

$A(g) + B(g) \rightarrow C(g) + D(g)$ 의 화학 반응에서, 정반응의 활성화 에너지가 20 kJ/mol이고 역반응의 활성화 에너지가 300 kJ/mol이다. 정반응의 엔탈피 변화(kJ/mol)는?

- ① -20 ② -280 ③ -300 ④ -320

문제 40 ②

화학 반응식 $A + 2B \rightarrow C$ 에서 반응물 A, B의 초기 농도를 변화시키면서 초기 반응 속도를 다음과 같이 측정하였다. 실험 4에서, 초기 반응 속도(mol/L·s)는?

실험	[A] (mol/L)	[B] (mol/L)	초기 반응 속도 (mol/L·s)
1	0.20	0.30	4.0×10^{-5}
2	0.40	0.30	8.0×10^{-5}
3	0.20	0.60	4.0×10^{-5}
4	0.10	0.90	

- ① 1.0×10^{-5} ② 2.0×10^{-5} ③ 4.0×10^{-5} ④ 8.0×10^{-5}

문제 41 ①

반응물 A는 색을 띠며, 흡광도로 반응물 A의 농도를 측정할 수 있다. $A \rightarrow B$ 의 화학 반응에서 시간에 따른 A의 흡광도가 아래와 같이 변할 때, A에 대한 반응 차수는?

시간(초)	0	30	60	90	120
A의 흡광도	0.9	0.7	0.5	0.3	0.1

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3

문제 42 ③

다음은 수용액에서 산의 세기를 비교한 것이다. 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. $\text{HClO}_4 > \text{HClO}_3$
 나. $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{SO}_4$
 다. $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4$

- ① 나 ② 다
 ③ 가, 다 ④ 나, 다

문제 43 ①

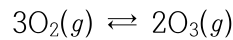
x M HCl 수용액 100 mL를 적정하는데, 0.4 M NaOH 수용액이 50 mL가 필요하였다. 이 적정에 대한 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. x 는 0.2이다.
- 나. 페놀프탈레인 지시약을 사용할 경우, 종말점에서 용액은 푸른색이 된다.
- 다. NaOH 수용액 40 mL를 첨가하였을 때, 용액 속의 Cl^- 이온 수는 Na^+ 이온 수보다 적다.

- ① 가
- ② 가, 다
- ③ 나, 다
- ④ 가, 나, 다

문제 44 ②

온도 T에서 다음 반응에 대한 농도로 정의되는 평형 상수는 0.001 이다.



온도 T에서 평형 상태의 $\text{O}_2(g)$ 농도가 10.0 M이면, $\text{O}_3(g)$ 의 농도(M)는?

- ① 0.10
- ② 1.0
- ③ 10
- ④ 100

문제 45 ④

다음은 어떤 약산 HA과 그 짝염기 A^- 로 구성된 완충 용액을 제조하는 것을 나타낸 것이다. 다음 중 제조된 완충 용액의 pH가 5.0인 것을 모두 고른 것은? (단, HA의 산해리 상수 $K_a = 1.0 \times 10^{-5}$ 이다.)

- 가. 0.1 M HA 20 mL와 0.1 M NaA 20 mL를 혼합
- 나. 0.2 M HA 20 mL와 0.1 M NaOH 20 mL를 혼합
- 다. 0.4 M NaA 10 mL와 0.1 M HCl 20 mL를 혼합

- ① 가, 나
- ② 가, 다
- ③ 나, 다
- ④ 가, 나, 다

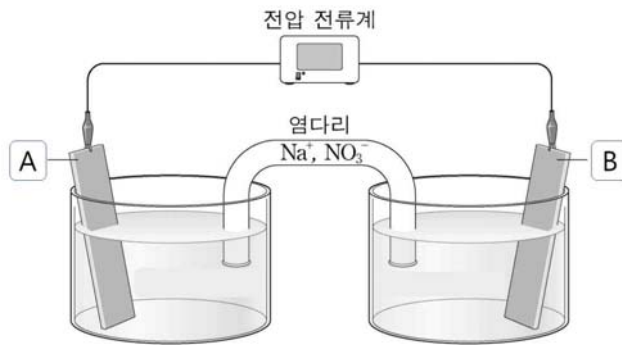
문제 46 ③

과산화 수소(H_2O_2)는 물 분자에서 수소 하나 대신 OH가 치환된 형태의 화합물이고, 하이드라진(H_2NNH_2)은 암모니아의 수소 하나 대신 NH_2 가 치환된 형태의 화합물이다. 다음 중 옳은 것은?

- ① $pK_a(H_2O) > pK_{a1}(H_2O_2)$, $pK_b(NH_3) > pK_{b1}(H_2NNH_2)$
- ② $pK_a(H_2O) < pK_{a1}(H_2O_2)$, $pK_b(NH_3) > pK_{b1}(H_2NNH_2)$
- ③ $pK_a(H_2O) > pK_{a1}(H_2O_2)$, $pK_b(NH_3) < pK_{b1}(H_2NNH_2)$
- ④ $pK_a(H_2O) < pK_{a1}(H_2O_2)$, $pK_b(NH_3) < pK_{b1}(H_2NNH_2)$

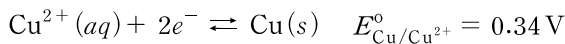
문제 47 ①

다음과 같은 농도차 전지가 있다.



반쪽 전지 A: Cu 전극 + 1.0 M $CuSO_4$ 수용액 1 L

반쪽 전지 B: Cu 전극 + 0.001 M $CuSO_4$ 수용액 1 L



25 °C에서 이 전지에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. 전극 A에서 환원반응이 일어난다.
- 나. 전지의 초기 기전력은 $(0.34 - 0.0592 \times \frac{3}{2})V$ 이다.
- 다. 반응이 진행되는 동안 전지의 기전력 변화는 없다.

- ① 가
- ② 가, 나
- ③ 나, 다
- ④ 가, 나, 다

문제 48 ①

황산구리 수용액을 전기분해 하면, (+)전극에서는 산소 기체가 발생하고, (-)전극에서는 구리가 석출된다. 0.965 A의 일정한 전류를 200 초 동안 사용하여 전기분해 하였을 때, 각각의 전극에서 생성된 생성물의 질량(g)은? (단, 다른 산화/환원 반응은 일어나지 않는다고 가정한다. Cu의 원자량은 63.5이고, O의 원자량은 16이다. 패러데이 상수 $F = 96500 \text{ C/mol}$ 이다.)

- ① 구리 : 0.0635, 산소 : 0.016 ② 구리 : 0.0635, 산소 : 0.032
 ③ 구리 : 0.1270, 산소 : 0.032 ④ 구리 : 0.1270, 산소 : 0.064

문제 49 ①

일정한 외부압력과 평형을 이루고 있는 피스톤 내에서 다음과 같은 평형 반응이 일어나고 있다. 평형 상태에서 다음과 같은 변화를 주었을 때, 평형이 역반응 쪽으로 이동하는 것을 모두 고른 것은? (단, 이 반응은 발열 반응이다.)



- 가. 온도를 높인다.
 나. NO 기체를 첨가한다.
 다. 피스톤 안에 아르곤(Ar) 기체를 첨가한다.
 라. 피스톤을 압축하여 전체 부피가 절반이 되게 한다.

- ① 가.다 ② 가.라 ③ 나.다 ④ 나, 라

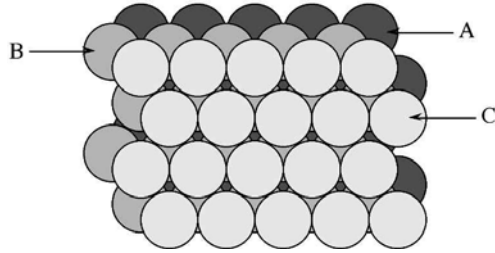
문제 50 ③

25°C에서 0.01 M 락트산 소듐 ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COONa}$) 수용액의 pH는? (단, 락트산 ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$)의 $K_a = 1 \times 10^{-4}$ 이다.)

- ① 3 ② 6 ③ 8 ④ 11

문제 51 ②

아래 그림은 구리 금속 원자의 배치를 나타낸 것이다. 구리 금속 원자는 구 형태이며 검정색 구는 1층(A), 짙은 회색 구는 2층(B), 회색 구는 3층(C)에 위치한 구리 금속 원자를 가리킨다. 아래의 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?



- 가. 구리 금속은 면심 입방 구조를 갖는다.
- 나. 구리 금속의 가장 가까운 이웃 수는 8이다.
- 다. 단위 세포 당 구리 원자의 수는 2이다.
- 라. 구리는 입방계에서 채움 비율이 가장 큰 밀집 충전 구조를 갖는다.

- ① 가, 나 ② 가, 라 ③ 나, 다 ④ 다, 라

문제 52 ④

착이온 $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$ 에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은? 단, en은 에틸렌디아민($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, ethylenediamine)이다.

- 가. 중심 금속의 배위수는 3이다.
- 나. 키레이트 리간드를 가지고 있다.
- 다. 거울상이성질체(enantiomer)가 존재한다.

- ① 가 ② 나 ③ 가, 다 ④ 나, 다

문제 53 ②

반도체에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고른 것은?

- 가. p형 반도체의 주된 전하 운반체는 전자이다.
- 나. 규소(Si)에 인(P)을 소량 도핑하면 p형 반도체가 된다.
- 다. p형 반도체와 n형 반도체를 접합하면 정류기로 사용할 수 있다.

- ① 가 ② 다 ③ 가, 나 ④ 나, 다

문제 54 ②

팔면체 배위 화합물 $K[Co(NH_3)_2Cl_4]$ 의 기하 이성질체 개수와 중심 금속 Co의 산화수가 올바르게 짝지어진 것은?

	기하 이성질체	산화수
①	2	+2
②	2	+3
③	3	+2
④	3	+3

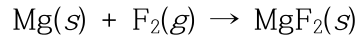
문제 55 ①

어떤 온도에서 순수한 액체 A와 B의 증기압은 각각 600 torr와 200 torr이다. 밀폐된 용기에서 이 두 액체를 섞어 만든 혼합 용액과 평형을 이루는 증기에서 A의 몰분율이 0.5이면 액체 혼합물에서 A의 몰분율은? (단, A와 B의 혼합 용액은 이상 용액이고 그 증기는 이상 기체이다)

- ① 0.25 ② 0.40 ③ 0.50 ④ 0.75

문제 56 ③

보기의 자료들을 이용하여 아래 반응식으로 나타낸 원소들로부터 $\text{MgF}_2(s)$ 가 생성될 때 발생하는 알짜 에너지 변화(kJ/mol)는?

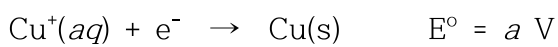
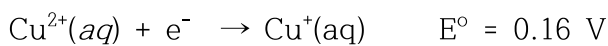
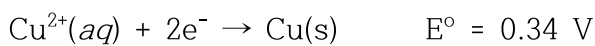


<보기>	
$\text{Mg}(s)$ 의 승화열	= 150 kJ/mol
$\text{F}_2(g)$ 의 결합 해리 에너지	= 160 kJ/mol
$\text{MgF}_2(s)$ 의 격자 에너지	= -2960 kJ/mol
$\text{F}(g)$ 의 전자 친화도	= -330 kJ/mol
$\text{Mg}(g)$ 의 1차 이온화 에너지	= 740 kJ/mol
$\text{Mg}(g)$ 의 2차 이온화 에너지	= 1450 kJ/mol

- ① -790 ② -870 ③ -1120 ④ -1200

문제 57 ④

다음은 Cu와 관련된 반쪽 반응 및 25 °C에서의 표준 환원 전위(E°)이다.

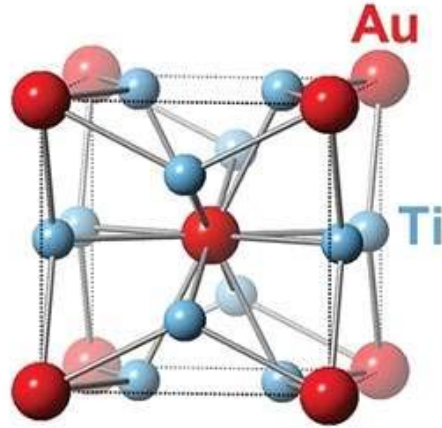


a 의 값은?

- ① -0.18 ② +0.18 ③ +0.50 ④ +0.52

문제 58 ①

아래 그림은 입방 격자 구조를 갖는 금(Au, 큰 구)-타이타늄(Ti, 작은 구) 합금의 단위 세포를 나타낸 것이다. 이 구조의 금-타이타늄 합금은 강철보다 4배 강한 강도와 우수한 생체적합성(biocompatibility)을 가진 차세대 의료용 합금으로 유망한 물질이다. 이 합금의 화학식으로 옳은 것은?



- ① AuTi₃ ② AuTi₆ ③ Au₂Ti₃ ④ Au₃Ti₄

문제 59 ④

어떤 약산(HA) 0.1 M 수용액의 해리 백분율이 0.1%일 때, pH는?

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4

문제 60 ③

다음 중 개수가 가장 많은 것은?(단, 수소, 탄소, 산소의 원자량은 각각 1, 12, 16이고 R = 0.08 atm·L·mol⁻¹·K⁻¹이다)

- ① 4°C 물 100 mL에 들어 있는 물 분자의 개수
 ② 이산화 탄소 110 g에 들어 있는 산소 원자의 개수
 ③ 0.1 mol의 풀러렌(C₇₀)에 들어 있는 탄소 원자의 개수
 ④ 27°C 1기압에서 100 L의 부피를 가지는 수증기에 들어 있는 산소 원자의 개수

정답

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

수고 많이 했습니다!