

서약서

성 명 (은)는 2018년도

한국중학생화학대회(KMChC 2018)에 임하여
시험지에 적힌 주의사항을 준수하며, 참가자들의
상호 신뢰와 상식적인 행동 규범을 존중하는
올림픽아드의 정신과 명예를 지킬 것을 서약합니다.

년 월 일

수험번호

성 명 (싸인)

2018년 한국중학생 화학대회 (KMChC 2018)

주최: 대한화학회

주관: 대한화학회 화학올림피아드 위원회

후원: 다우케미칼 · LG화학

협찬: 세진시아이

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 25 쪽입니다.
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																		2																						
H																		He																						
1.008																		4.003																						
2																		13		14		15		16		17		18												
3	4																5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18										
Li	Be																B	C	N	O	F	Ne																		
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																29	30	31	32	33	34	35	36															
K	Ca	Sc																Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr															
39.10	40.08	44.96																63.55	65.38	69.72	72.63	74.92	78.97	79.90	83.80															
37	38	39																47	48	49	50	51	52	53	54															
Rb	Sr	Y																Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe															
85.47	87.62	88.91																107.9	112.4	114.8	118.7	121.8	127.6	126.9	131.3															
55	56	57-71																79	80	81	82	83	84	85	86															
Cs	Ba																Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																
132.9	137.3																197.0	200.6	204.4	207.2	209.0	-	-	-																
87	88	89-103																111	112	113	114	115	116	117	118															
Fr	Ra																Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og																
-	-																-	-	-	-	-	-	-	-																
																		13		14		15		16		17		18												
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

화학물질의 분류 및 표지에 관한 세계조화시스템(GHS)은 UN이 정한 국제기준에 맞추어 화학물질의 유해성과 심각성을 그림과 유해/위험문구 등으로 표시하도록 하고 있다. 아래 GHS 그림문자에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?



(ㄱ)



(ㄴ)



(ㄷ)



(ㄹ)

- ① (ㄱ)은 급성 독성 물질을 나타낸 그림문자이다.
- ② (ㄴ)은 부식성 액체를 나타낸 그림문자이다.
- ③ (ㄷ)은 인화성 가스를 나타낸 그림문자이다.
- ④ (ㄹ)은 폭발성 물질을 나타낸 그림문자이다.

문제 2

다음 표의 A-E 를 모두 채우면 그 합은 얼마인가? (단, 전하량의 경우 부호도 고려하라.)

원소 또는 이온	양성자 수	중성자 수	전자 수	전하량
	20	20	C	+2
	23	28	20	E
${}^{53}_{26}\text{Fe}^{2+}$	26	B	24	+2
	15	16	D	-3
	A	76	56	-2

- ① 117
- ② 118
- ③ 119
- ④ 120

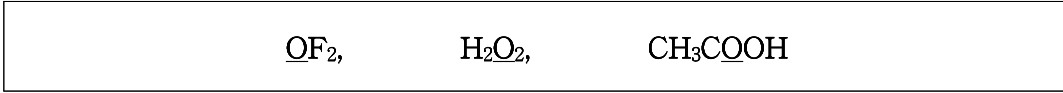
문제 3

5.0 몰랄 농도 NaOH 수용액 60 g 에 들어있는 NaOH 의 질량에 가장 가까운 값은?

- ① 5 g
- ② 10 g
- ③ 15 g
- ④ 20 g

문제 4

다음 화합물들에서 밑줄로 표시된 산소의 산화수의 합은?



- ① -1 ② 0 ③ +1 ④ +2

문제 5

0.2 M HNO₃ 용액 250 mL 에 Mg(OH)₂ 1.16 g 을 첨가하였다. 아래 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은? (단, Mg(OH)₂ 의 화학식량은 58 g/mol 이다.)

가. 전체 반응식은 $2\text{HNO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 이다.
 나. 제한 시약(limiting reagent)은 Mg(OH)₂ 이다.
 다. 위의 혼합 용액에 0.1 M NaOH 용액 100 mL 을 추가로 넣으면 HNO₃ 시약이 모두 반응하는 당량점에 도달한다.

- ① 가, 나 ② 가, 다 ③ 나, 다 ④ 가, 나, 다

문제 6

같은 온도, 같은 부피의 두 용기에 He과 Ne이 각각 1몰 들어 있다. 두 기체가 이상 기체로 거동할 때, 두 기체의 물리량 중 같은 것만 고른 것은?

- ① 밀도, 압력 ② 밀도, 평균 속도
 ③ 압력, 평균 운동에너지 ④ 평균 속도, 평균 운동에너지

문제 7

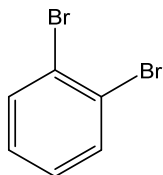
다음 1차 이온화 에너지에 대한 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. Mg의 유효 핵전하가 Be의 유효 핵전하보다 크기 때문에 Mg의 1차 이온화 에너지가 Be보다 크다.
- 나. O의 2p 오비탈 중에서 쌍을 이루고 있는 전자들의 반발 때문에 O의 1차 이온화 에너지는 N의 1차 이온화 에너지보다 작다.
- 다. Ar의 3p 오비탈 전자가 Ne의 2p 오비탈 전자보다 핵에서 멀리 떨어져 있기 때문에 Ar의 1차 이온화 에너지는 Ne의 1차 이온화 에너지보다 작다.

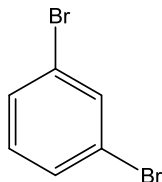
- ① 가, 나 ② 가, 다 ③ 나, 다 ④ 가, 나, 다

문제 8

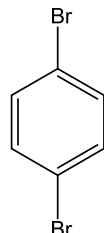
다음 세 분자의 쌍극자 모멘트 크기를 비교한 것으로 옳은 것은?



(가)



(나)



(다)

- ① (가) < (나) < (다) ② (가) < (다) < (나)
 ③ (다) < (가) < (나) ④ (다) < (나) < (가)

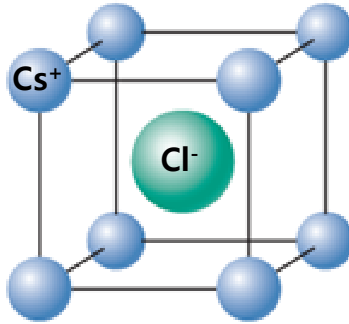
문제 9

다음 중 화합물의 결합 특성이 나머지와 다른 하나는 무엇인가?

- ① HCl ② NH₃ ③ BaCl₂ ④ SO₂

문제 10

아래 그림은 염화세슘(CsCl) 결정의 단위세포를 나타낸 것으로, Cs^+ 이온은 단위세포의 각 꼭지점에, Cl^- 이온은 단위세포의 중앙에 위치한다. 염화세슘 결정의 Cl^- 이온 배열은 다음 중 어느 격자에 속하는가? (단위세포는 정육면체이다.)



- ① 단순 입방 ② 체심 입방 ③ 면심 입방 ④ 육방 밀집

문제 11

분자들을 직접 볼 수 있다고 가정하고 다음 관찰된 현상에 대한 설명으로 옳은 것은?

작은 무리의 분자들이 떨기도 하고 서로 부딪치기도 하면서 왔다 갔다 하다가 그 중에서 더 느리게 이동하던 분자들이 열을 지으며 떠는 움직임만이 도드라지기 시작하였다. 곧 모든 분자들이 열을 짓고 고정된 위치에서 떨었다.

- ① 가열 용융 ② 냉각 용융 ③ 가열 응고 ④ 냉각 응고

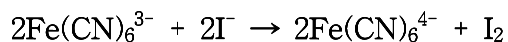
문제 12

대부분의 화학 반응에서 온도가 높을수록 증가하지 않는 것은?

- ① 활성화 에너지 ② 충돌 에너지 ③ 충돌 빈도 ④ 정반응 속도

문제 13

다음은 25 °C에서 측정된 아래 반응의 초기 속도 데이터이다.



$[\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}]_0$ (M)	$[\text{I}^-]_0$ (M)	초기 속도 (M/s)
0.01	0.01	2.0×10^{-5}
0.01	0.02	4.0×10^{-5}
0.02	0.02	1.6×10^{-4}

25 °C에서 이 반응의 반응 속도 상수는 얼마인가?

- ① $20 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$ ② $20 \text{ M}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ③ $200 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$ ④ $200 \text{ M}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

문제 14

반응 속도와 에너지에 대한 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 흡열 반응에서 생성물의 에너지는 반응물의 에너지보다 높다.
 ② 정촉매는 정반응의 속도를 빠르게 한다.
 ③ 반응 속도식의 전체 반응 차수는 반응 단계의 수와 같다.
 ④ 반응 속도상수는 반응물 농도의 영향을 받지 않지만 온도에 따라 달라진다.

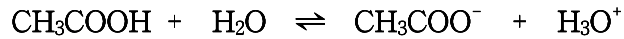
문제 15

25 °C에서 0.02 M 약산 $\text{HA}(\text{aq})$ 50.0 mL 에 0.1 M $\text{NaOH}(\text{aq})$ 를 첨가하여 용액의 pH 가 5가 되었을 때, 농도비 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 는? (단, 25 °C에서 HA의 산 해리 상수(K_a)는 1.0×10^{-6} 이다.)

- ① $\frac{1}{100}$ ② $\frac{1}{10}$ ③ 1 ④ 10

문제 16

다음 반응에 대한 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?



- 가. CH₃COOH는 산으로 작용한다.
 나. H₂O는 염기로 작용한다.
 다. CH₃COOH와 H₂O는 짝산-짝염기 관계이다.

- ① 가, 나 ② 가, 다 ③ 나, 다 ④ 가, 나, 다

문제 17

다음은 이성분 화합물(AB)에 포함된 성분 원소의 성질에 대한 설명이다. 이로부터 추론한 이성분 화합물로 가장 적절한 것은?

- 가. 원소 A의 불꽃 반응색은 보라색이다.
 나. A(s)가 O₂(g)와 반응하면 AO₂(s)가 생성될 수 있다.
 다. B₂는 1기압, 상온에서 승화한다.
 라. B의 원자 반지름은 Se보다 크고 Te보다 작다.

- ① NaCl ② NaI ③ KCl ④ KI

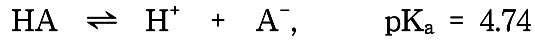
문제 18

황화 카드뮴(CdS)은 $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-27}$ 으로 물에 잘 녹지 않는다. CdS의 몰용해도를 높이는 방법으로 적합한 것은?

- ① 용액의 pH를 낮춘다.
 ② 용액을 잘 저어준다.
 ③ CdS를 곱게 갈아서 가루로 만든 후 녹인다.
 ④ 더 많은 물을 넣어준다.

문제 19

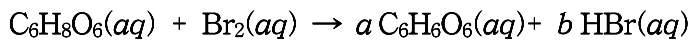
다음은 수용액에서 일어나는 산 HA의 해리 반응을 나타낸 것이다. 1.0 M HA 수용액에 존재하는 화학종 중 물을 제외하고 가장 많은 것은?



- ① HA ② H⁺ ③ A⁻ ④ OH⁻

문제 20

알약에서 비타민C (C₆H₈O₆)의 함량을 알아보는 방법 중 하나는 다음과 같이 브로민 (Br₂)으로 적정하는 것이다.



이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

—<보 기>—

- 가. 계수의 합 $a + b = 3$ 이다.
 나. Br⁻는 구경꾼 이온이다.
 다. 비타민C는 환원제로 작용하였다.

- ① 가 ② 나 ③ 가, 다 ④ 나, 다

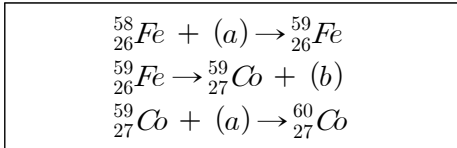
문제 21

아연판 (Zn)을 1 M 염산 용액에 넣으면 아연판이 얇아지면서 수소 기체가 발생한다. 이 반응과 관련된 설명 중 옳은 것은?

- ① 아연 이온 (Zn²⁺)의 표준 환원 전위는 음의 값을 가진다.
 ② 아연판은 산화제로 작용하였다.
 ③ 아연판은 브뢴스테드 염기로 작용하였다.
 ④ 반응이 진행될수록 염산 용액에 포함된 양이온의 총 전하량은 증가한다.

문제 22

철-58의 핵변환을 이용하여 암환자의 방사선 치료에 이용되는 코발트-60을 만들 수 있다. 아래의 세부 핵변환 과정에 나타나는 (a)와 (b)를 순서대로 올바르게 나열한 것은?



- ① ${}_0^1n, {}_{-1}^0e$ ② ${}_2^4\alpha, {}_0^1n$ ③ ${}_1^0e, {}_0^1n$ ④ ${}_{-1}^0e, {}_2^4\alpha$

문제 23

다음은 어떤 착이온의 성질을 나타낸 것이다.

- 금속의 *d* 오비탈 전자수는 6개이다.
- 상자기성을 가진다.

이 착이온은 다음 중 어느 것인가?

- ① $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ ② FeCl_6^{4-} ③ $\text{Co}(\text{CN})_6^{4-}$ ④ CoCl_6^{4-}

문제 24

촉매는 반응에 참여하여 반응을 빠르게 하거나 느리게 하지만 반응 과정에서 소모되지 않는 물질이다. 특정 반응에 촉매를 사용하더라도 변하지 않는 것을 다음 <보기>에서 모두 고른 것은?

- <보 기>
- 가. 반응 경로 나. 활성화 에너지 다. 반응열 라. 생성물의 에너지

- ① 가, 나 ② 가, 다 ③ 나, 라 ④ 다, 라

문제 25

[Co(en)₂Cl₂]⁺ 이온의 입체 이성질체의 총 개수는? (en = H₂NCH₂CH₂NH₂)

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4

문제 26

자연에 가장 많이 존재하는 Br의 동위원소 두 종류는 대략 50%씩 존재한다. 이 두 종류 동위원소로 옳은 것은?

- ① ⁷⁸Br, ⁸⁰Br ② ⁷⁸Br, ⁸¹Br ③ ⁷⁹Br, ⁸⁰Br ④ ⁷⁹Br, ⁸¹Br

문제 27

디젤엔진에서 배출되는 질소산화물(NO_x)의 90% 이상은 NO 기체이다. 이를 줄이는 장치로 선택적 촉매 환원(selective catalytic reduction, SCR) 장치가 현재 사용되고 있다. 이 장치에서는 물에 녹아 있는 요소((NH₂)₂CO, urea)가 이산화탄소와 암모니아로 분해된 후, 생성된 암모니아가 촉매 존재 하에서 NO 및 산소와 반응하여 질소 기체와 수증기를 만듦으로써 NO 기체를 분해한다. 위의 전체 화학반응식을 고려할 때, 요소 1몰이 처리할 수 있는 NO 기체는 최대 몇 몰인가?

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5

문제 28

스타이렌은 많은 고분자들의 단량체로 사용되는 유기화합물이다. 스타이렌의 분자식은 C₈H₈이다. 다음 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?

- ① 스타이렌의 실험식은 CH이다.
 ② 스타이렌의 분자량은 104이다.
 ③ 스타이렌의 탄소 질량 함량은 92%이다.
 ④ 스타이렌 1g의 완전 연소에 1.5g의 산소가 필요하다.

문제 29

다음 반응식들 중 바르게 표현된 것은?

- ① $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- ② $2\text{Al}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$
- ③ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{s}) + 11\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 12\text{CO}_2(\text{g}) + 11\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- ④ $\text{Ca}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$

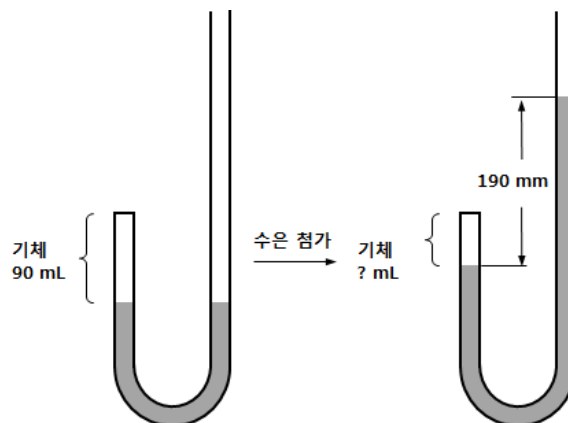
문제 30

30.0 wt% HCl 용액의 밀도가 1.2 g/mL일 때 HCl 용액의 몰농도를 구하시오.

- ① 1.2 M ② 4.8 M ③ 9.9 M ④ 12.6 M

문제 31

아래 그림에서 굵은 튜브 양쪽 수은의 높이 차이가 190 mm 가 되도록 튜브의 뚫린 쪽에 수은을 첨가하였다. 이 굵은 튜브에 갇힌 초기 기체 부피가 90 mL일 때, 수은을 첨가한 후의 기체 부피는 얼마인가? (단, 대기압은 760 mmHg 이다.)



- ① 45 mL ② 54 mL ③ 60 mL ④ 72 mL

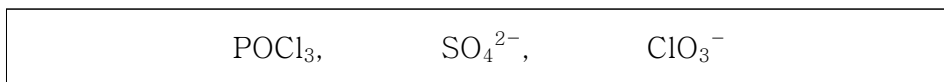
문제 32

질산 이온(NO_3^-)의 결합 및 구조와 관련된 다음의 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 세 개의 공명 구조를 갖는다.
- ② O-N-O의 결합각은 109.5° 보다 작다.
- ③ 질산 이온의 질소 원자는 sp^2 혼성오비탈을 갖는다.
- ④ 파이(π) 결합은 3개의 N-O 결합에 비편재(delocalized)되어 있다.

문제 33

다음 화학종에 대하여 팔전자 규칙을 만족하도록 루이스 구조를 그릴 때 중심 원자의 형식전하의 총합은?



- ① 4
- ② 5
- ③ 6
- ④ 7

문제 34

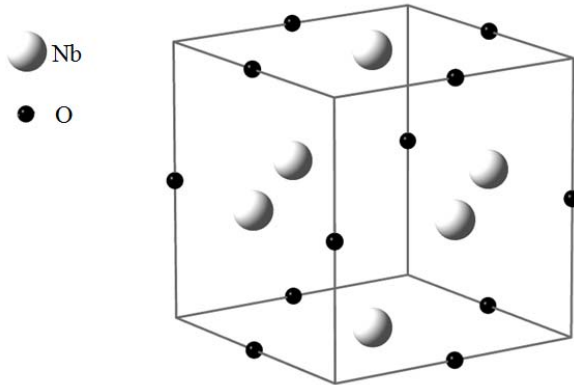
다음 내용 중 A, B, C가 모두 옳게 짝지어진 것은? (아래 답안 표에서 테플론은 프 라이팬과 같은 식기의 바닥을 코팅하는 데 사용되기도 하는 고분자 물질이다)

도마뱀붙이의 발은 끈적끈적하지 않고 아주 깨끗하다. 도마뱀붙이의 발에는 사람 머리카락 굵기의 1/300 정도인 털이 수십억 개 덮여 있다. 이 털과 고체를 구성하는 물질과의 상호작용 덕분에 도마뱀붙이는 벽면은 물론 천정에도 붙을 수 있다. 도마뱀붙이 발의 털과 고체 분자의 상호작용에 의한 힘을 (A)라고 부른다. 이 힘의 특성으로 인해 도마뱀붙이는 (B)보다 (C)에 더 잘 붙는다.

	A	B	C
①	분산력	유리	테플론
②	정전기력	테플론	유리
③	분산력	테플론	유리
④	정전기력	유리	테플론

문제 35

산화 나이오븀은 아래 그림처럼 입방 단위세포로 결정을 형성한다. 다음 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① 단위세포에는 나이오븀 원자 세 개가 들어 있다.
- ② 산소 원자 하나는 네 개의 단위세포에 공유되어 있다.
- ③ 나이오븀의 배위수는 4이다.
- ④ 산화 나이오븀의 화학식은 Nb₂O이다.

문제 36

다음 중 각 분자들의 끓는점이 증가하는 순으로 바르게 나열한 것은?

- ① CH₄ < NH₃ < H₂S < CH₃OH
- ② NH₃ < H₂S < CH₄ < CH₃OH
- ③ CH₄ < H₂S < NH₃ < CH₃OH
- ④ CH₄ < H₂S < CH₃OH < NH₃

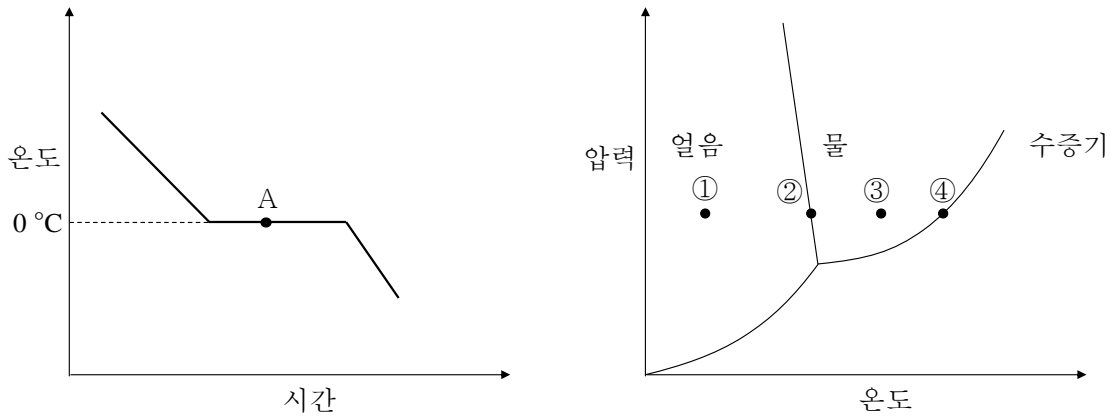
문제 37

25 °C 0.02 M NaOH 수용액 속에 있는 Mn(OH)₂의 몰용해도는? (단, 25 °C에서 Mn(OH)₂의 용해도곱 상수(K_{sp}) = 1.6×10^{-13} 이다.)

- ① 4.0×10^{-12} M
- ② 8.0×10^{-12} M
- ③ 4.0×10^{-10} M
- ④ 8.0×10^{-10} M

문제 38

밀폐된 용기에 액체 상태의 물만 들어있다. 아래 왼쪽 그림은 압력을 1 기압으로 유지하고 온도를 낮추면서 물의 온도를 측정한 냉각 곡선을 개략적으로 나타낸 것이다. 아래 오른쪽 그래프는 온도와 압력에 따라 물의 가장 안정한 상을 나타낸 상평형 그림이다. 냉각 곡선 위의 점 A에 해당하는 상평형 그림 위의 점은?



문제 39

아래의 화합물들은 분자량이 유사함에도 불구하고 끓는점이 서로 다르다. 끓는점이 감소하는 순서대로 옳게 나열한 것은?



2-메틸프로페인
 C_4H_{10}
(58 g/mol)



프로필 알코올
 $CH_3CH_2CH_2OH$
(60 g/mol)



뷰테인
 C_4H_{10}
(58 g/mol)



아이소프로필 알코올
 $(CH_3)_2CHOH$
(60 g/mol)

- ① 뷰테인 > 2-메틸프로페인 > 프로필 알코올 > 아이소프로필 알코올
- ② 2-메틸프로페인 > 뷰테인 > 아이소프로필 알코올 > 프로필 알코올
- ③ 프로필 알코올 > 아이소프로필 알코올 > 뷰테인 > 2-메틸프로페인
- ④ 아이소프로필 알코올 > 프로필 알코올 > 2-메틸프로페인 > 뷰테인

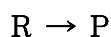
문제 40

25 °C에서 순수한 벤젠과 톨루엔의 증기압은 각각 95 torr 와 28 torr 이다. 벤젠과 톨루엔 혼합 용액을 만든 뒤 25 °C에서 기체상으로 존재하는 벤젠과 톨루엔의 몰분율을 측정하였더니 동일하였다. 혼합 용액에서 벤젠의 몰분율로 가장 가까운 값은? (단, 벤젠과 톨루엔은 이상 용액을 형성하며, 기체 상태에서는 이상기체로 거동한다고 가정한다.)

- ① 0.12 ② 0.23 ③ 0.34 ④ 0.45

문제 41

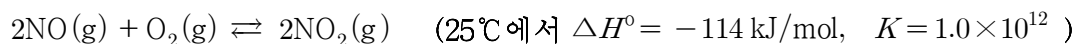
아래 반응은 속도 상수(k)가 1.0 s^{-1} 인 1차 반응이다. R의 초기 농도가 1.00 M 일 때 R의 농도가 0.25 M 이 되는데 걸리는 시간은? (단, $\ln 2 = 0.7$ 로 계산한다.)



- ① 0.7 s ② 1.0 s ③ 1.4 s ④ 2.8 s

문제 42

NO는 대기 중에서 아래와 같은 반응으로 산소와 결합하여 산성비 및 스모그를 유발하는 NO_2 로 변환한다.



이 반응에 대해 설명한 것으로 옳지 않은 것은?

- ① 온도가 변하면 평형 상수 K 도 변한다.
 ② 25 °C에서 정반응은 발열 반응이다.
 ③ 정반응은 엔트로피가 감소하는 반응이다.
 ④ 25 °C에서 NO, O₂, NO₂의 부분압이 각각 0.2 기압, 0.1 기압, 0.2 기압일 때 평형 상태이다.

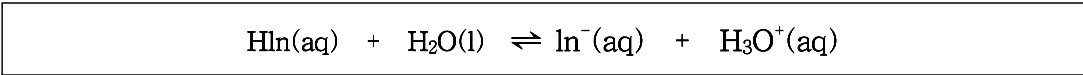
문제 43

최근에 라돈 침대 문제로 방사성 원소에 대한 관심이 높아졌다. 자연에 존재하는 라돈은 대부분 질량수가 222인 ^{222}Rn 으로 반감기는 3.82 일이다. ^{222}Rn 는 방사성 붕괴로 4 번의 α -입자 방출과 4 번의 β -입자 방출을 겪어 궁극적으로 안정한 원소가 된다. 이 안정한 원소는 무엇인가?

- ① ^{206}Pb ② ^{210}Pb ③ ^{206}Po ④ ^{210}Po

문제 44

어떤 지시약의 평형은 아래와 같고, 이 때 pK_a 는 대략 5 이다.



HIn 은 붉은색을 띠고 In^- 은 노란색을 나타낸다고 할 때, $\text{pH} = 3.0$ 과 $\text{pH} = 8.0$ 에서 이 지시약은 각각 어떤 색을 나타내겠는가?

- | | pH = 3.0 | pH = 8.0 |
|---|----------|----------|
| ① | 붉은색 | 붉은색 |
| ② | 붉은색 | 노란색 |
| ③ | 노란색 | 붉은색 |
| ④ | 노란색 | 노란색 |

문제 45

자동차에서 배출되는 유해한 기체를 무해한 기체로 바꾸는 촉매변환장치에는 백금 등 전이금속 촉매를 사용한다. 지름이 각각 20.0 nm 와 20.0 μm 인 구형 촉매 입자를 포함한 장치에 대한 다음 <보기>의 서술에서 옳은 것만을 모두 고른 것은?

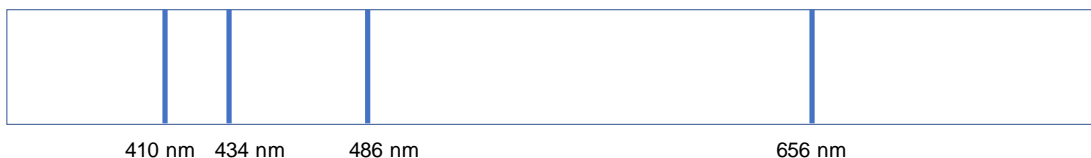
< 보 기 >

가. 지름 20.0 nm 구형 입자의 표면적(SA)/부피(V) 값은 $3 \times 10^8 \text{ m}^{-1}$ 이다.
 나. SA/V 값이 더 큰 것은 20.0 nm 구형 입자이다.
 다. 두 구형 입자의 SA/V 값의 차이는 1,000 배이다.

- ① 가, 나 ② 가, 다 ③ 나, 다 ④ 가, 나, 다

문제 46

비어 있는 유리 튜브에 수소 기체를 채우고 전기 방전을 일으키면, 수소 기체가 분해되어 수소 원자가 된 뒤, 수소 원자로부터 빛이 방출된다. 그 중 가시광선 영역의 빛을 분석하면, 아래 그림과 같은 파장의 선스펙트럼을 얻을 수 있다.



1885년 스위스 물리학자 발머는 위 파장들 사이에 다음의 관계가 있음을 알아내었다.

$$\lambda = \frac{hm^2}{m^2 - n^2}$$

여기서 λ 는 파장이고, $n=2$, $h=364.56 \text{ nm}$ (h 는 비례상수로 플랑크 상수와는 다른 것이다), $m=3, 4, 5, 6$ 이다. 위 결과에 대한 설명으로 틀린 것은 무엇인가?

- ① 수소 원자는 불연속적인 특정한 에너지를 가진다.
- ② 수소 원자는 가시광선을 내놓으면서 $n=2$ 인 상태로 에너지가 낮아진다.
- ③ $m=3 \rightarrow n=2$ 전이 때 나오는 빛의 파장이 $m=4 \rightarrow n=2$ 전이 때 나오는 빛의 파장보다 길다.
- ④ 위 식에 $m=\infty$, $n=2$ 를 대입하면 바닥상태 수소 원자의 이온화 에너지에 해당하는 파장을 구할 수 있다.

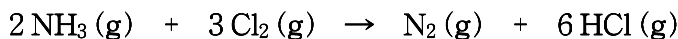
문제 47

다음 착화합물 중 자기적 특성이 다른 하나는?

- ① $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{3-}$
- ② $[\text{FeF}_6]^{4-}$
- ③ $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
- ④ $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$

문제 48

일정 부피의 용기 안에 NH_3 기체 6몰과 Cl_2 기체 6몰을 넣어 다음 반응을 진행하였다.



반응물 중 하나가 완전히 소진된 후, 동일한 조건에서 압력을 측정하였을 때, 최종 압력과 초기 압력의 비율($P_{\text{최종}}/P_{\text{초기}}$)은?

- ① 0.75
- ② 1.00
- ③ 1.33
- ④ 1.50

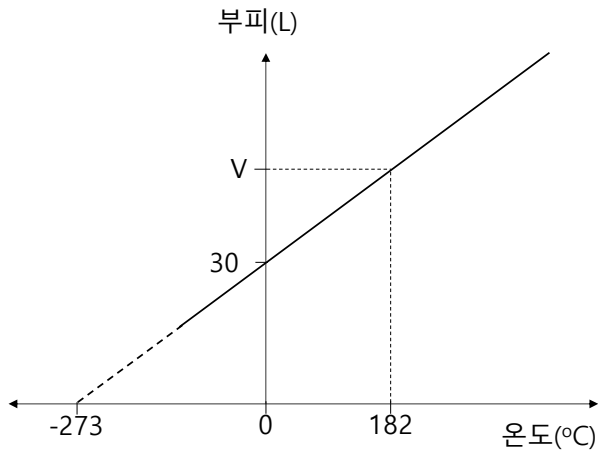
문제 49

다음 분자나 원자 중 온실 효과(greenhouse effect)를 나타낼 수 있는 물질은?

- ① N₂ ② H₂O ③ Ne ④ O₂

문제 50

다음은 압력과 몰수가 일정할 때 어떤 이상기체의 성질을 나타내는 그래프이다. 이 그래프에 의하면, 182 °C 에서의 부피는 얼마인가?



- ① 40 ② 45 ③ 50 ④ 55

문제 51

다음은 2주기 비금속 원소 X, Y 에 대한 설명이다.

- X₂ 분자는 삼중결합을 가지고 있는 반자기성 물질이다.
- Y₂ 분자는 이중결합을 가지고 있는 상자기성 물질이다.

다음 중 화합물 XY, XY₂⁻, XY₃⁻, X₂Y 에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① XY 는 상자기성 분자이다.
 ② XY₂⁻ 에서 X-Y 의 결합차수는 1.5 이다.
 ③ XY₃⁻ 에서 X 의 산화수는 +5 이다.
 ④ X₂Y 는 굽은형 분자이다.

문제 52

백금 촉매를 사용하는 다음 반응은 속도가 반응물의 농도와 관계없이 일정하다.



이 반응에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 반감기는 반응물의 농도에 비례한다.
- ② $1/[\text{N}_2\text{O}]$ 가 시간에 비례한다.
- ③ 시간에 따른 $\ln[\text{N}_2\text{O}]$ 그래프는 직선이다.
- ④ 반감기는 속도상수와 무관하다.

문제 53

$\text{NH}_4\text{HS}(s)$ 는 가열하면 $\text{NH}_3(g)$ 와 $\text{H}_2\text{S}(g)$ 로 분해된다.



온도 T 에서 비어 있는 밀폐 용기에 $\text{NH}_4\text{HS}(s)$ 을 넣고 시간이 흐른 후, 위 반응이 평형에 도달하였다. 이 때 $\text{NH}_3(g)$ 의 부분압이 P_0 이었다. 이후 같은 온도에서 다음의 변화를 각각 일으킨 후 다시 평형에 도달하였을 때 $\text{NH}_3(g)$ 의 부분압이 P_1 이었다. P_0 와 P_1 의 비교가 옳게 짝지어진 것은? (단, $\text{NH}_4\text{HS}(s)$ 를 첨가할 때 기체의 부피는 변화 없고, 모든 반응 평형 후에 $\text{NH}_4\text{HS}(s)$ 는 남아 있었다.)

$\text{NH}_4\text{HS}(s)$ 를 첨가하였다. 용기의 부피를 증가시켰다.

- | | | |
|---|-------------|-------------|
| ① | $P_1 = P_0$ | $P_1 = P_0$ |
| ② | $P_1 = P_0$ | $P_1 > P_0$ |
| ③ | $P_1 > P_0$ | $P_1 = P_0$ |
| ④ | $P_1 > P_0$ | $P_1 > P_0$ |

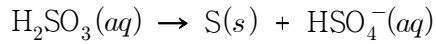
문제 54

새로운 온도 단위 $^{\circ}\text{B}$ 를 정의한다고 하자. 정상 끓는점과 정상 어는점이 각각 80°C , 5°C 인 벤젠은 이 온도 단위에서는 0°B 에 열고 100°B 에서 끓는다. 이 온도 단위에서 상온(25°C)과 가장 가까운 온도는? (소수 첫째 자리에서 반올림 할 것.)

- ① 7°B ② 16°B ③ 27°B ④ 35°B

문제 55

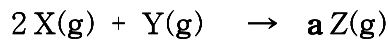
산성 수용액에서 다음의 산화-환원 반응식을 완결할 때, $\text{H}_2\text{SO}_3(aq)$ 1 몰 당 생성되는 $\text{H}^+(aq)$ 의 몰수는? (단, $\text{H}_2\text{SO}_3(aq)$ 의 해리로 생성되는 $\text{H}^+(aq)$ 는 무시한다.)



- ① $\frac{1}{4}$ 몰 ② $\frac{2}{3}$ 몰 ③ 1 몰 ④ $\frac{3}{2}$ 몰

문제 56

기체 X와 Y가 반응하여 기체 Z가 생성되는 반응의 화학 반응식이 다음과 같다.



	반응 전	반응 후
압력 (기압)	P	1
부피 (L)	1	1.5
몰 수	X의 몰 수 = Y의 몰 수 Z의 몰 수 = 0	Z의 몰 분율 = 0.8

반응은 기체 X 또는 Y가 없어질 때까지 진행되며 반응 전후의 온도가 같을 때, 반응 전 압력 P와 생성물 Z의 계수 a의 합은?

- ① 4.2 ② 4.5 ③ 5.2 ④ 5.5

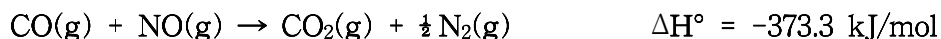
문제 57

1.955 g 의 알칼리 금속이 0 °C, 1 기압, 0.56 L 의 할로젠 기체와 화학량론적으로 모두 반응하여 이성분 화합물을 만들었다면 이 알칼리 금속은 무엇인가?

- ① Li ② Na ③ K ④ Rb

문제 58

CO와 NO는 자동차 배기가스에 포함된 대기 오염 물질이다. 환경화학자들은 다음 반응을 통해 이 화합물들을 덜 해로운 물질로 바꾸려는 노력을 하고 있다.

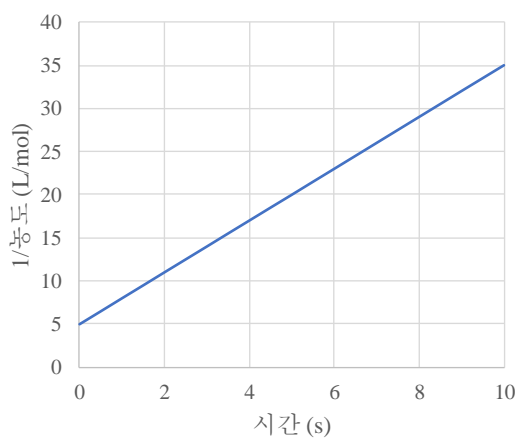
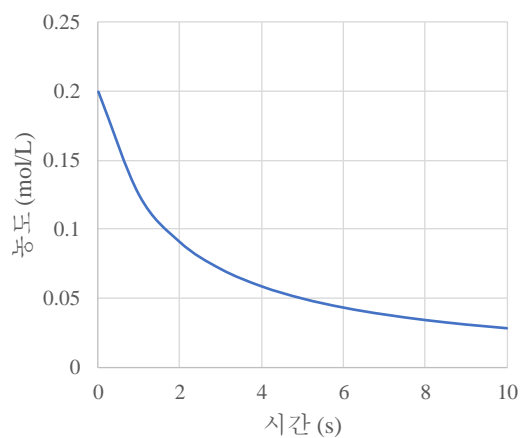


반응 $\text{CO(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$ 의 엔탈피 변화, ΔH° 는 얼마인가? 단, NO(g)의 표준 생성 엔탈피는 +90.3 kJ/mol이다.

- ① -463.6 kJ/mol ② -283.0 kJ/mol ③ -192.7 kJ/mol ④ +192.7 kJ/mol

문제 59

어떤 화학 반응에서 반응물 A의 농도를 시간에 따라 관측하였더니 아래 왼쪽 그림과 같았다. 0초 - 1초 사이에 농도가 0.200 M에서 0.125 M로 감소한 것을 볼 수 있다. 아래 오른쪽 그림은 자료 분석을 위해 농도의 역수를 시간에 따라 그린 것이다.



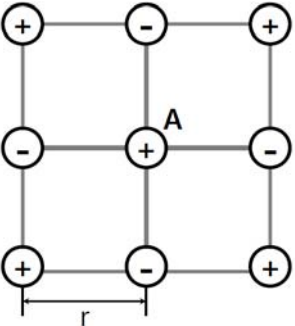
반응물 A의 농도만 0.100 M로 줄이고 나머지는 같은 조건에서 다시 반응을 시키면, 반응 시작 1초 후에 반응물의 농도와 가장 가까운 값은?

- ① 0.025 M ② 0.063 M ③ 0.077 M ④ 0.099 M

문제 60

다음 <보기>의 그림과 서술은 이온결합 화합물의 격자에너지와 관련된 것이다. 다음 중 x 와 가장 가까운 값은?

< 보기 >



왼쪽 그림과 같이 9개의 격자점이 있는 2차원 정사각형 격자에 1가 양이온과 1가 음이온이 교대로 있는 결정 모델에서 격자점 A 양이온의 격자에너지(ΔU)는 다음과 같다.

$$\Delta U = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \times (x)$$

이 때, 격자에너지는 이 양이온과 다른 이온들과의 상호작용 에너지의 합이며, 각 상호작용 에너지는 $\frac{Z^+ Z^-}{a} \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \right)$ 이다. (a 는 두 이온 사이의 거리이고, 이 그림에 나와 있는 이온들만을 고려한다.)

① -1.2

② -1.0

③ 1.0

④ 1.2

수고 많이 했습니다!