2027학년도 대학수학능력시험 문제지

제 4 교시

과학탐구 영역(화학 Ⅱ)

성명		수험 번호					—					제 〔 〕선택

1. 다음은 광촉매에 대한 설명이다.

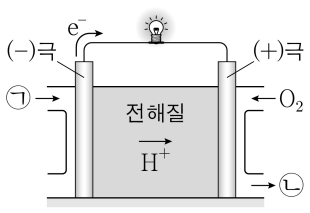
> 촉매는 화학 반응이 일어날 때, 반응 경로를 변화시켜 반응 속도를 조절할 수 있다. 그 중에서 광촉매는 [㉠] 에너지를 이용하여 촉매 작용을 일으키는 물질이다.

다음 중 ㉠으로 가장 적절한 것은?

① 빛 ② 풍력 ③ 조력 ④ 수력 ⑤ 운동

2. 다음은 수소 연료 전지에 대한 설명이다.

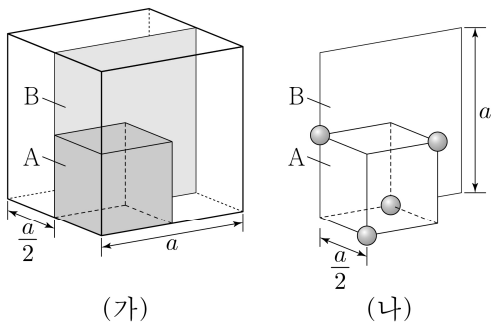
> 수소 연료 전지는 [㉠]을/를 연료로 사용하여 화학 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 장치로, [㉡]을/를 생성하므로 화석 연료와 달리 CO_2를 직접 배출하지 않는다.



다음 중 ㉠과 ㉡으로 가장 적절한 것은? [3점]

	㉠	㉡
①	CH_4	O_2
②	H_2	H_2O
③	H_2	CH_4
④	H_2O	H_2
⑤	H_2O	O_2

3. 그림 (가)는 금속 M 결정의 단위 세포와 단위 세포 속 정육면체 A와 정사각형 단면 B를, (나)는 A에 포함된 M 원자의 위치를 모형으로 나타낸 것이다. M 결정의 단위 세포는 한 변의 길이가 a이고, A는 한 변의 길이가 $\frac{a}{2}$이다. M 결정은 체심 입방 구조와 면심 입방 구조 중 하나를 갖는다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, M은 임의의 원소 기호이다.)

<보 기>

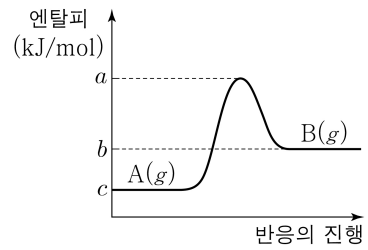
ㄱ. M 결정은 체심 입방 구조를 갖는다.
ㄴ. M 결정의 단위 세포에 포함된 원자 수는 4이다.
ㄷ. B에 위치한 모든 원자의 중심을 점으로 표시하면 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

4. 다음은 25 ℃, 1 atm에서 A(g)로부터 B(g)가 생성되는 반응에 대한 열화학 반응식이다.

$$A(g) \rightleftarrows B(g) \quad \Delta H = x\ \text{kJ}$$

그림은 25 ℃, 1 atm에서 반응의 진행에 따른 엔탈피를 나타낸 것이다. 25 ℃, 1 atm에서 정반응의 활성화 에너지는 y kJ/mol이다.



x와 y로 옳은 것은?

	x	y
①	$a-c$	$b-c$
②	$b-c$	$a-b$
③	$b-c$	$a-c$
④	$c-b$	$a-b$
⑤	$c-b$	$a-c$

5. 다음은 $AgNO_3(aq)$의 전기 분해 실험에 대한 자료이다.

> ○ 산화되기 쉬운 경향: $Ag(s) > H_2O(l) > NO_3^-(aq)$
> ○ 환원되기 쉬운 경향: $Ag^+(aq) > H_2O(l)$
> ○ Ag 전극을 (+)극으로, Pt 전극을 (−)극으로 사용하여 $AgNO_3(aq)$을 전기 분해한 결과는 표와 같았다. 전기 분해가 진행될 때, Pt 전극에서는 [㉡] 반응이 일어난다.

전극	(+)극	(−)극
생성된 물질	$Ag^+(aq)$	
전극의 질량	㉠	증가

다음 중 ㉠과 ㉡으로 가장 적절한 것은? [3점]

	㉠	㉡
①	감소	환원
②	증가	환원
③	일정	산화
④	감소	산화
⑤	증가	산화

6. 표는 1 atm에서 온도에 따른 물질 X~Z의 안정한 상에 대한 자료이다. X~Z는 CH_4, SiH_4, CH_3OH을 순서 없이 나타낸 것이고, $T_1 < T_2 < T_3$이다.

물질	안정한 상		
	T_1 K	T_2 K	T_3 K
X	액체	액체	기체
Y	액체	기체	기체
Z	고체	고체	액체

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, CH_4, SiH_4, CH_3OH의 분자량은 각각 16, 32, 32이다.)

<보 기>

ㄱ. X는 SiH_4이다.
ㄴ. Y(l)에서 분자 사이에는 쌍극자 · 쌍극자 힘이 존재한다.
ㄷ. Z(l)에서 분자 사이에는 수소 결합이 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

화학 Ⅱ

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.

7. 다음은 25 ℃, 1 atm에서 발열 반응 (가)와 (나)의 열화학 반응식과 5가지 물질의 생성 엔탈피에 대한 자료이고, $b<0$, $c<0$이다.

(가) $C_6H_{12}O_6(s)+6O_2(g)\rightarrow 6CO_2(g)+6H_2O(l)$ $\Delta H_1=x$ kJ

(나) $CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(l)$ $\Delta H_2=y$ kJ

물질	$O_2(g)$	$CO_2(g)$	$H_2O(l)$	$CH_4(g)$	$C_6H_{12}O_6(s)$
생성 엔탈피 (kJ/mol)	0	a	b	c	$17c$

25 ℃, 1 atm에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

ㄱ. $x<0$이다.
ㄴ. $y=a+2b-c$이다.
ㄷ. (가)와 (나)에서 각각 $CO_2(g)$ 1 mol이 생성될 때, 열의 출입량($|\Delta H|$)은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8. 다음은 약산 HA의 이온화 반응식과 25 ℃에서의 이온화 상수(K_a)이다.

$HA(aq)+H_2O(l)\rightleftarrows A^-(aq)+H_3O^+(aq)$ $K_a=4\times10^{-5}$

표는 혼합 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

혼합 수용액	혼합 조건	pH
(가)	0.2 M HA(aq) 100 mL + 0.2 M NaOH(aq) 100 mL	a
(나)	0.2 M HA(aq) 100 mL + 0.2 M NaCl(aq) 100 mL	b
(다)	0.2 M HA(aq) 200 mL + 0.2 M NaA(aq) 100 mL	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 수용액의 온도는 25 ℃로 일정하고, 25 ℃에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14}이며, 혼합 수용액의 부피는 혼합 전 각 수용액의 부피의 합과 같다.)

<보 기>

ㄱ. $a<7.0$이다.
ㄴ. (가)에 0.1 M HCl(aq) 200 mL를 첨가하면 pH $>b$이다.
ㄷ. (다)에 1 M NaOH(aq) 1 mL를 첨가하면 $\frac{[A^-]}{[HA]}<\frac{1}{2}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

9. $9x$ % A(aq) 960 g에서 물 160 g이 증발하여 x m A(aq)이 되었다. 물의 증발 전과 후 수용액에 녹아 있는 A의 질량은 80 g으로 같다.

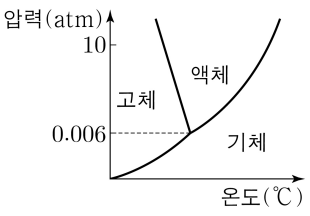
A의 화학식량은? (단, A는 비전해질이다.)

① 60 ② 90 ③ 120 ④ 150 ⑤ 180

10. 다음은 H_2O의 상평형과 관련된 실험이다.

〔자료〕

○ H_2O의 상평형 그림



〔실험 과정 및 결과〕

○ 실린더에 $H_2O(g)$를 넣은 후 온도와 압력을 변화시키면서 H_2O의 안정한 상을 관찰한 결과는 표와 같았다. α, β, γ는 고체, 액체, 기체를 순서 없이 나타낸 것이다.

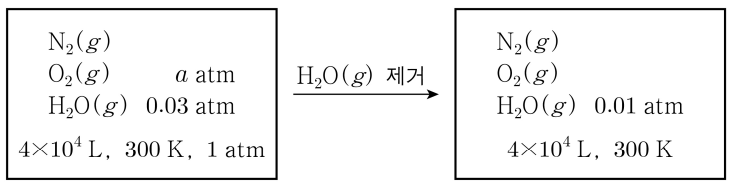
온도(℃)	t_1			t_2
압력(atm)	P_1	P_2	P_3	P_2
안정한 상	α	β	γ	α, β

○ $P_1\sim P_3$는 각각 10보다 작고, $P_1>P_2>0.006$이다.

t_1과 t_2의 크기 비교(㉠)와 β(㉡)로 옳은 것은? [3점]

	㉠	㉡
①	$t_1>t_2$	고체
②	$t_1>t_2$	액체
③	$t_1>t_2$	기체
④	$t_2>t_1$	고체
⑤	$t_2>t_1$	액체

11. 그림 (가)는 300 K에서 $N_2(g)$, $O_2(g)$, $H_2O(g)$가 밀폐된 공간에 들어 있는 상태를, (나)는 (가)에서 $H_2O(g)$의 일부를 제거한 상태를 나타낸 것이다. (가)에서 전체 압력은 1 atm이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, H_2O의 분자량은 18이고, 기체 상수는 0.08 atm·L/(mol·K)이며, 모든 기체는 반응하지 않는다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. 제거된 $H_2O(g)$의 질량은 600 g이다.
ㄴ. $N_2(g)$의 부분 압력은 (가)에서와 (나)에서가 같다.
ㄷ. (나)에서 온도를 변화시켜 전체 압력이 1 atm이 되었을 때, $O_2(g)$의 부분 압력은 a atm보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12. 표는 25 ℃에서 약산 HA 수용액 (가)와 약염기 B 수용액 (나)에 대한 자료이다. (가)에서 $\frac{[HA]}{[A^-]}=500$이고, 25 ℃에서 $\frac{\text{HA의 이온화 상수}(K_a)}{BH^+\text{의 이온화 상수}(K_a)}=100$이다.

수용액	농도(M)	pH
(가)	x	3.0
(나)	$4x$	y

$x\times y$는? (단, 수용액의 온도는 25 ℃이고, 25 ℃에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.)

① 5 ② $\frac{11}{2}$ ③ 6 ④ $\frac{13}{2}$ ⑤ 7

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.

13. 표는 수용액 (가)와 (나)의 어는점 내림(ΔT_f)에 대한 자료이고, (가)에서 용질 A의 양(mol)과 (나)에서 용질 B의 양(mol)은 같다.

수용액	물의 질량(g)	용질의 질량(g)		ΔT_f(℃)
		A	B	
(가)	400	$3w$	$(x+2)w$	$9k$
(나)	600	$5w$	xw	$4k$

$x \times \frac{\text{B의 화학식량}}{\text{A의 화학식량}}$은? (단, 외부 압력은 1 atm으로 일정하고, A와 B는 비휘발성, 비전해질이며 반응하지 않는다. 수용액은 라울 법칙을 따른다.)

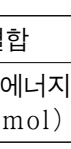
① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ 1 ④ $\frac{3}{2}$ ⑤ 3

14. 다음은 25 ℃, 1 atm에서 2가지 반응의 열화학 반응식과 3가지 결합의 결합 에너지, N_2H_4의 구조식이다. 25 ℃, 1 atm에서 $H(g)$와 $H_2O(g)$의 생성 엔탈피는 각각 218 kJ/mol과 x kJ/mol이다.

- $N_2H_4(g) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(l)$ $\quad \Delta H = -667$ kJ
- $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ $\quad \Delta H = 44$ kJ

결합	N≡N	N−N	N−H
결합 에너지 (kJ/mol)	945	a	b

N_2H_4의 구조식

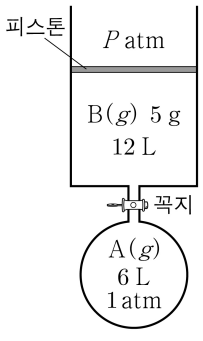


이 자료로부터 구한 x는? (단, 25 ℃, 1 atm에서 $H_2(g)$, $N_2(g)$, $O_2(g)$의 생성 엔탈피는 0이다.) [3점]

① $401 - \frac{a}{2} - 2b$ ② $401 - a - 4b$ ③ $597 - \frac{a}{2} - 2b$

④ $597 - a - 4b$ ⑤ $619 - \frac{a}{2} - 2b$

15. 다음은 $A(g)$와 $B(g)$가 반응하여 $C(g)$가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



$$A(g) + 2B(g) \rightarrow 2C(g)$$

그림은 T K에서 꼭지로 분리된 강철 용기와 실린더에 각각 $A(g)$와 $B(g)$가 들어 있는 상태를 나타낸 것이다. 꼭지를 열어 반응을 완결시키고 충분한 시간이 흐른 후, 강철 용기와 실린더 속 $C(g)$의 전체 질량은 5 g이고 혼합 기체의 밀도는 $\frac{3}{4}$ g/L이다.

P는? (단, 온도와 외부 압력은 각각 T K와 P atm으로 일정하고, 연결관의 부피와 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.)

① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6

16. 다음은 $A(g)$로부터 $B(g)$와 $C(g)$가 생성되는 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다.

$$2A(g) \rightarrow 2B(g) + C(g) \qquad v = k[A]$$ (k는 반응 속도 상수)

표는 T K에서 강철 용기에 $A(g)$와 $B(g)$를 넣고 반응시킬 때, 반응 시간(t)에 따른 $A(g)$의 몰 농도와 $B(g)$의 몰 분율(χ_B)에 대한 자료이다.

t(min)	0	a	b	$a+b$
[A](M)	1	x	y	$\frac{1}{9}$
χ_B	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{2}$		

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T K로 일정하고, 역반응은 일어나지 않는다.) [3점]

<보 기>

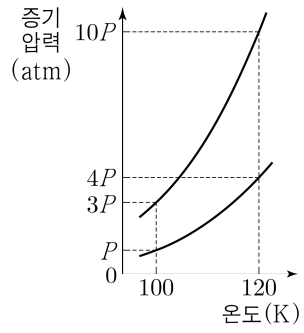
ㄱ. $2a > b$이다.

ㄴ. $\frac{y}{x} = \frac{9}{16}$이다.

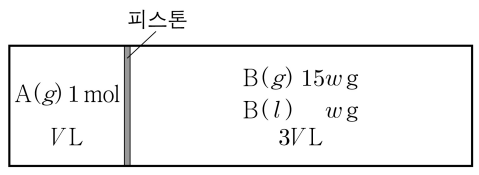
ㄷ. $\frac{a \text{ min} \sim (a+b) \text{ min 동안 A}(g)\text{의 평균 반응 속도}}{0 \sim b \text{ min 동안 A}(g)\text{의 평균 반응 속도}} = \frac{4}{9}$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17. 그림 (가)는 $A(l)$와 $B(l)$의 증기 압력 곡선을, (나)는 피스톤으로 분리된 실린더에 $A(g)$와 $B(g)$를 각각 넣어 120 K에서 도달한 평형 Ⅰ을 나타낸 것이다. Ⅰ에서 온도를 변화시켜 100 K에서 평형 Ⅱ에 도달하였을 때, $A(g)$의 부피는 aV L이고 $B(l)$의 양은 b mol이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 액체의 부피와 피스톤의 마찰은 무시한다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. 120 K에서 $A(l)$의 증기 압력은 $10P$ atm이다.

ㄴ. Ⅱ에서 $A(g)$의 압력은 $3P$ atm이다.

ㄷ. $\frac{b}{a} = \frac{4}{5}$이다.

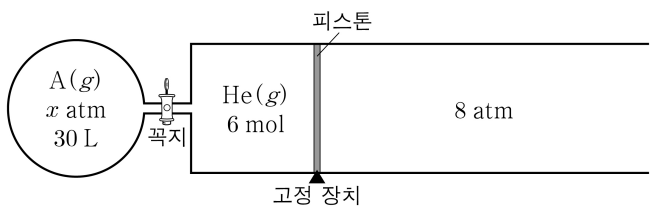
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.

18. 다음은 A(g)로부터 B(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 온도 T에서 농도로 정의되는 평형 상수(K)이다.

$$A(g) \rightleftarrows 2B(g) \quad K$$

그림은 T에서 꼭지로 분리된 강철 용기와 실린더에 각각 A(g)와 He(g)을 넣은 초기 상태를 나타낸 것이다. 강철 용기에서 반응이 진행되어 평형에 도달한 후, 강철 용기 속 혼합 기체의 전체 압력은 $\frac{3}{2}x$ atm이다. 고정 장치를 풀고 꼭지를 열어 새로운 평형에 도달하였을 때, B(g)의 몰 분율은 $\frac{2}{3}$이고 $\frac{\text{B}(g)\text{의 질량(g)}}{\text{A}(g)\text{의 질량(g)}}=3$이다.



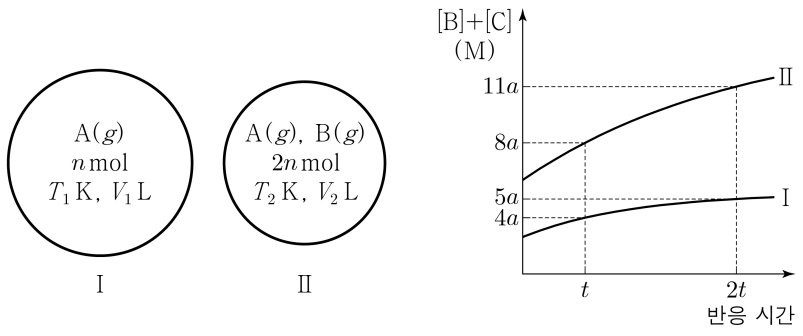
x는? (단, 온도와 외부 압력은 각각 T와 8 atm으로 일정하고, 연결관의 부피와 피스톤의 마찰은 무시한다.)

① 8 ② 10 ③ 12 ④ 14 ⑤ 16

19. 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다.

$$A(g) \rightarrow B(g) + C(g) \quad v=k[A] \ (k\text{는 반응 속도 상수})$$

그림 (가)는 강철 용기 Ⅰ과 Ⅱ의 초기 상태를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 Ⅰ과 Ⅱ에서 반응이 진행될 때, 반응 시간에 따른 [B]+[C]를 나타낸 것이다. $2t$일 때, $\frac{\text{Ⅱ에서 C}(g)\text{의 양(mol)}}{\text{Ⅱ에서 A}(g)\text{의 양(mol)}}=3$이고 $\frac{\text{Ⅱ에서 A}(g)\text{의 부분 압력}}{\text{Ⅰ에서 B}(g)\text{의 부분 압력}}=\frac{27}{50}$이다.



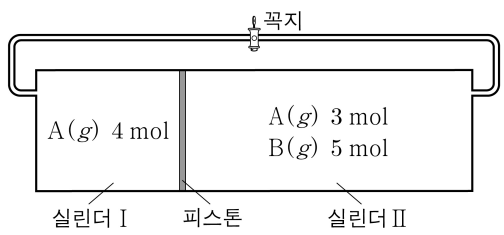
t일 때, $\frac{\text{Ⅱ에서 B}(g)\text{의 부분 압력}}{\text{Ⅰ에서 B}(g)\text{의 부분 압력}}$은? (단, Ⅰ과 Ⅱ의 온도는 각각 T_1 K와 T_2 K로 일정하고, 역반응은 일어나지 않는다.) [3점]

① $\frac{3}{2}$ ② $\frac{7}{4}$ ③ 2 ④ $\frac{9}{4}$ ⑤ $\frac{5}{2}$

20. 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 농도로 정의되는 평형 상수(K)이다.

$$A(g) \rightleftarrows B(g) + C(g) \quad K$$

그림은 꼭지와 피스톤으로 분리된 실린더 Ⅰ과 Ⅱ에 기체가 들어 있는 초기 상태를 나타낸 것이다. 표는 초기 상태에서 반응이 진행되어 T_1 K에서 도달한 평형 (가)와, (가)에서 꼭지를 열고 온도를 변화시켜 T_2 K에서 도달한 평형 (나)에 대한 자료이다. Ⅰ과 Ⅱ 속 기체 부피의 합은 50 L이다.



평형	온도(K)	Ⅰ 속 기체의 부피(L)	Ⅱ에서 B(g)의 몰 분율	K
(가)	T_1	V	$\frac{2}{3}$	a
(나)	T_2		$\frac{9}{16}$	b

$V\times\frac{b}{a}$는? (단, 연결관의 부피와 피스톤의 마찰은 무시한다.) [3점]

① 48 ② 52 ③ 56 ④ 60 ⑤ 64

＊ 확인 사항

○ 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확히 기입(표기)했는지 확인하시오.

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.