

## 2021학년도 대학수학능력시험 문제지

제 4 교시

## 과학탐구 영역(화학 II)

성명

수험 번호

제 [ ] 선택

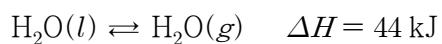
1. 다음은 촉매에 대한 설명이다.

촉매는 화학 반응이 일어날 때 반응 경로를 변화시켜  
 (가) 을/를 조절하는 물질이며, 동일한 화학 반응에서  
 (나)를 사용하면 촉매를 사용하지 않은 경우보다 활성화  
 에너지가 작아진다.

다음 중 (가)와 (나)로 가장 적절한 것은?

- |          |     |          |     |
|----------|-----|----------|-----|
| (가)      | (나) | (가)      | (나) |
| ① 반응 속도  | 정촉매 | ② 반응 속도  | 부촉매 |
| ③ 반응 엔탈피 | 정촉매 | ④ 반응 엔탈피 | 부촉매 |
| ⑤ 반응 시간  | 부촉매 |          |     |

2. 다음은 25 °C, 1 atm에서 H<sub>2</sub>O에 대한 열화학 반응식이다.



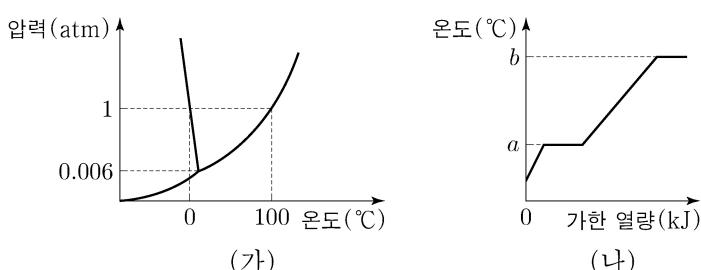
25 °C, 1 atm에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보기>

- ㄱ. H<sub>2</sub>O(l)의 기화는 발열 반응이다.
- ㄴ. 1 mol의 엔탈피(H)는 H<sub>2</sub>O(l)이 H<sub>2</sub>O(g)보다 작다.
- ㄷ. H<sub>2</sub>O(g) → H<sub>2</sub>O(l) 반응의  $\Delta H$ 는 -44 kJ이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

3. 그림 (가)는 H<sub>2</sub>O의 상평형 그림을, (나)는 0.8 atm에서 H<sub>2</sub>O의 가열 곡선을 나타낸 것이다.



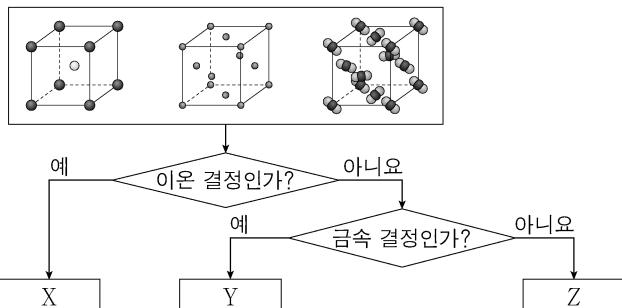
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ.  $b - a < 100$ 이다.
- ㄴ.  $a$  °C, 1 atm에서 H<sub>2</sub>O의 안정한 상은 고체이다.
- ㄷ. 0.7 atm에서 H<sub>2</sub>O의 끓는점은  $b$  °C보다 높다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

4. 그림은 3가지 고체를 분류하는 과정을 나타낸 것이다. X~Z는 각각 Ag(s), CO<sub>2</sub>(s), CsCl(s) 중 하나이고, 각 고체의 결정 구조를 모형으로 나타내었다.



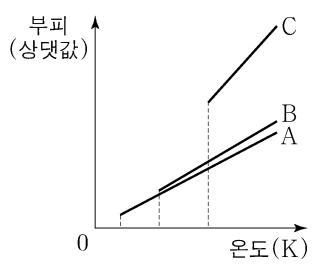
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 결정의 단위세포는 정육면체이다.)

<보기>

- ㄱ. X는 CsCl(s)이다.
- ㄴ. Y의 결정 구조는 체심 입방 구조이다.
- ㄷ. Z는 분자 결정이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

5. 그림은 같은 질량의 A(g)~C(g)의 압력을 각각 1 atm으로 유지하면서 온도를 낮추어 액체가 될 때까지 기체의 부피를 나타낸 것이다. A~C는 각각 H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, F<sub>2</sub> 중 하나이고, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, F<sub>2</sub>의 화학식량은 각각 18, 34, 38이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보기>

- ㄱ. 화학식량은 A > B이다.
- ㄴ. B(l) 분자 사이에 쌍극자·쌍극자 힘이 존재한다.
- ㄷ. C가 B보다 기준 끓는점이 높은 주된 이유는 C(l) 분자 사이에 수소 결합이 존재하기 때문이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

6. 표는 온도 T에서 X(g)와 Y(g)에 대한 자료이다.

기체	화학식량	압력(atm)	밀도(g/L)
X(g)	x	1	3a
Y(g)	y	2	2a

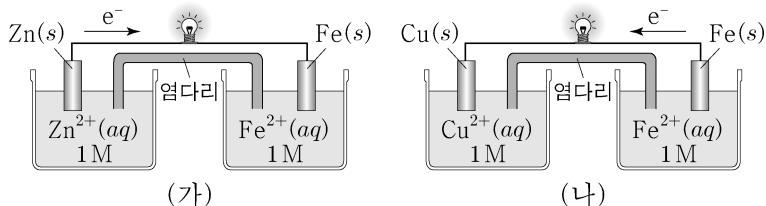
$$\frac{x}{y} \text{는?}$$

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

## 2 (화학 II)

## 과학탐구 영역

7. 그림은 화학 전지 (가), (나)와 각 전지에서 전지 반응이 진행될 때 전자의 이동 방향을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은? (단, 온도는 25°C로 일정하다.) [3점]

<보기>

- ㄱ. 금속의 이온화 경향 크기 순서는 Zn > Fe > Cu이다.
- ㄴ. (가)에서 Zn<sup>2+</sup>은 환원된다.
- ㄷ. (나)에서 Cu(s) 전극의 질량은 감소한다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8. 다음은 학생 A가 수행한 탐구 활동이다.

(학습 내용)

- 온도가 높을수록 액체의 증기압은 높다.

(가설)

- ⑦

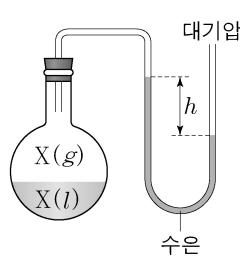
(탐구 과정)

- (가) 그림과 같이 진공 상태의 플라스크에

X(l)를 넣고 평형에 도달했을 때,  
온도에 따른 수은 기둥의 높이 차 h를  
측정한다.

- (나) Y(l)를 사용하여 과정 (가)를 반복한다.

- (다) X(l)와 Y(l)의 기준 끓는점을 조사한다.



(탐구 결과)

- t<sub>1</sub> °C ~ t<sub>3</sub> °C에서 h와 기준 끓는점

액체	h(cm)			기준 끓는점(°C)
	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	t <sub>3</sub> °C	
X(l)	74	70	61	100
Y(l)	72	63	41	78

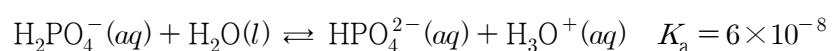
A의 가설이 옳다는 결론을 얻었을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은? (단, 대기압은 76 cmHg로 일정하고, 수은의 증기압은 무시한다.) [3점]

<보기>

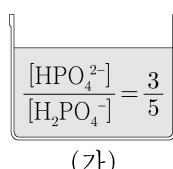
- ㄱ. t<sub>1</sub> < t<sub>2</sub> < t<sub>3</sub>이다.
- ㄴ. 78 °C에서 Y(l)의 증기압은 76 cmHg보다 낮다.
- ㄷ. ‘같은 온도에서 증기압이 낮은 액체일수록 기준 끓는점은 높다.’는 ⑦으로 적절하다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9. 다음은 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>의 이온화 반응식과 25 °C에서의 이온화 상수(*K<sub>a</sub>*)이다.



그림은 0.1 M H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>(aq)과 0.1 M HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(aq)을 혼합하여 만든 수용액 (가)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은? (단, 모든 수용액과 물의 온도는 25 °C로 일정하다.)

<보기>

- ㄱ. (가)에서 [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = 1 × 10<sup>-7</sup> M이다.
- ㄴ. (가) 10 mL에 0.1 M HCl(aq) 1 mL를 가한 수용액에서  $\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} < \frac{3}{5}$ 이다.
- ㄷ. (가) 10 mL와 H<sub>2</sub>O(l) 10 mL에 각각 0.1 M NaOH(aq) 1 mL를 가하면 pH 변화는 (가)에서가 H<sub>2</sub>O(l)에서보다 작다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10. 다음은 25 °C, 1 atm에서 1 M NaCl(aq)의 전기 분해와 관련된 자료이다.

- Na<sup>+</sup>(aq) + e<sup>-</sup> → Na(s)
- 2H<sub>2</sub>O(l) + 2e<sup>-</sup> → H<sub>2</sub>(g) + 2OH<sup>-</sup>(aq)
- 2Cl<sup>-</sup>(aq) → Cl<sub>2</sub>(g) + 2e<sup>-</sup>
- 전자를 얻기 쉬운 경향: H<sub>2</sub>O(l) > Na<sup>+</sup>(aq)

25 °C, 1 atm에서 1 M NaCl(aq)의 전기 분해 반응이 진행될 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. NaCl(aq)에서 화학 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
- ㄴ. (+)극에서 산화 반응이 일어난다.
- ㄷ. 환원 전극에서 H<sub>2</sub>(g)가 생성된다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

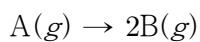
11. 표는 A(aq)과 B(aq)에 대한 자료이다. 두 수용액의 몰랄 농도는 같고, 화학식량은 B가 A의 3배이다.

수용액	용액의 질량(g)	용질의 양(mol)	퍼센트 농도(%)
A(aq)	100	x	10
B(aq)	300	y	

$$\frac{y}{x} \text{는? } [3\text{점}]$$

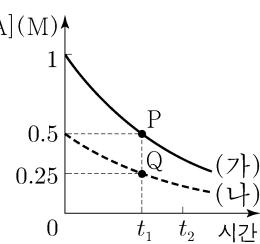
- ①  $\frac{9}{4}$       ②  $\frac{5}{2}$       ③ 3      ④  $\frac{7}{2}$       ⑤ 4

12. 다음은 A(g)로부터 B(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림은 온도 T에서 강철 용기 (가)와 (나)에 A(g)의 초기 농도를 달리하여 각각 넣은 후 반응이 진행될 때, 반응 시간에 따른 각 용기의 [A]를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T로 일정하다.)

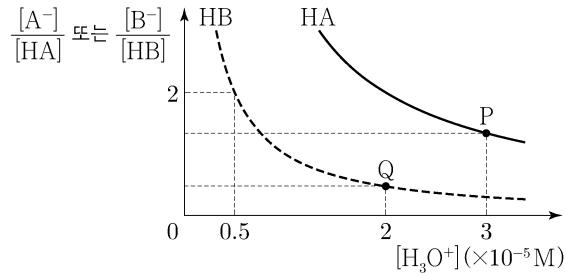


<보기>

- ㄱ. (가)에서  $t_1 \sim t_2$  동안  $-\frac{\Delta[B]}{\Delta[A]} = \frac{1}{2}$ 이다.
- ㄴ. 0~ $t_1$  동안 평균 반응 속도는 (가)에서가 (나)에서의 2배이다.
- ㄷ. 순간 반응 속도는 P에서가 Q에서보다 작다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄴ, ㄷ

13. 그림은 약산 HA와 HB의 수용액에 각각 NaOH(s)을 가할 때, 평형 상태에서  $[H_3O^+]$ 에 따른  $\frac{[A^-]}{[HA]}$  또는  $\frac{[B^-]}{[HB]}$ 를 나타낸 것이다. 25 °C에서 HA의 이온화 상수( $K_a$ )는  $4 \times 10^{-5}$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 25 °C로 일정하다.) [3점]

<보기>

- ㄱ. HB의  $K_a = 1 \times 10^{-5}$ 이다.
- ㄴ. P에서  $\frac{[A^-]}{[HA]}$ 는 Q에서  $\frac{[B^-]}{[HB]}$ 의 3배이다.
- ㄷ. HB(aq)에서  $[HB] = 0.1$  M일 때,  $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-3}$  M이다.

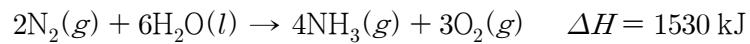
- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 그림은 A(s) 8w g을 물에 녹인 수용액 (가)와 A(s) x g과 B(s) x g을 물에 녹인 수용액 (나)에 각각 물을 추가할 때, 가한 물의 질량에 따른 수용액의 끓는점 오름( $\Delta T$ )을 나타낸 것이다. 물의 몰랄 오름 상수는  $k^\circ C/m$ 이고, 화학식량은 B가 A의 3배이다.

x는? (단, 압력은 1 atm으로 일정하고, A와 B는 비휘발성, 비전해질이며 서로 반응하지 않는다. 용액은 라울 법칙을 따른다.)

- ① 3w      ② 4w      ③ 5w      ④ 6w      ⑤ 7w

15. 다음은 25 °C, 1 atm에서 N<sub>2</sub>(g)와 H<sub>2</sub>O(l)의 반응의 열화학 반응식과 3가지 결합의 결합 에너지이다.

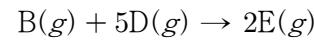
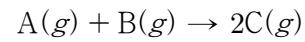


결합	N≡N	H-H	N-H
결합 에너지(kJ/mol)	945	435	390

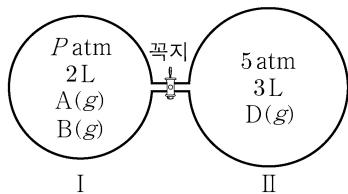
이 자료로부터 구한 H<sub>2</sub>O(l)의 생성 엔탈피(kJ/mol)는?

- ① -315      ② -285      ③ -264      ④ -241      ⑤ -225

16. 다음은 2가지 반응의 화학 반응식이다.



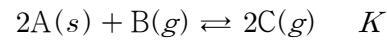
그림은 온도 T에서 꼭지로 분리된 강철 용기 I과 II에 A(g), B(g), D(g)가 들어 있는 초기 상태를 나타낸 것이다. I에서 반응물 중 하나가 모두 소모될 때까지 반응시킨 후, 꼭지를 열고 D(g)가 모두 소모될 때까지 반응시켰다. 반응이 완결된 후 E(g)의 몰분율은  $\frac{2}{3}$ 이었다.



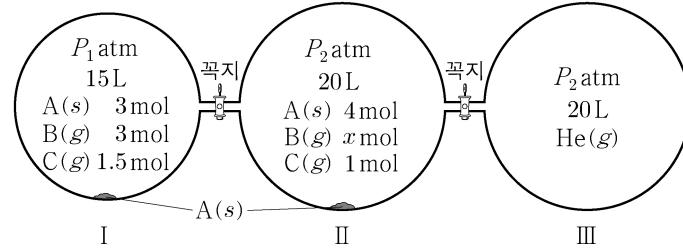
P는? (단, 온도는 T로 일정하고, 연결관의 부피는 무시하며, C(g)는 반응하지 않는다.) [3점]

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

17. 다음은 A(s)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 온도 T에서 농도로 정의되는 평형 상수( $K$ )이다.



그림은 온도 T에서 꼭지로 분리된 강철 용기 I과 II에서 각각 반응이 진행되어 도달한 평형 상태와 꼭지로 분리된 강철 용기 III에 He(g) 들어 있는 상태를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 T로 일정하고, 고체의 부피와 증기압, 연결관의 부피는 무시한다.) [3점]

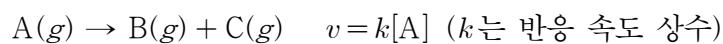
<보기>				
ㄱ. $K = \frac{5}{4}$ 이다.				
ㄴ. $\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{3}$ 이다.				
ㄷ. 두 꼭지를 동시에 연 후 도달한 새로운 평형에서 용기 속 $\frac{B\text{의 부분 압력}}{He\text{의 부분 압력}} < 2$ 이다.				

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄴ, ㄷ

## 4 (화학 II)

## 과학탐구 영역

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



표는 A(g)~C(g)가 들어 있는 강철 용기에서 이 반응이 진행될 때, A~C의 초기 양(mol)과 반응 시간에 따른 C의 양(mol)을 나타낸 것이다. 반응 시간이 6 min일 때, C의 몰분율은  $\frac{1}{2}$ 이다.

반응 시간	0		6 min	12 min
기체의 양 (mol)	A	B	C	C
	x	y	2	6

$\frac{x}{y}$ 는? (단, 온도는 일정하다.)

- ① 6      ②  $\frac{20}{3}$       ③  $\frac{22}{3}$       ④ 8      ⑤  $\frac{26}{3}$

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

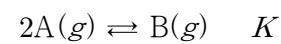
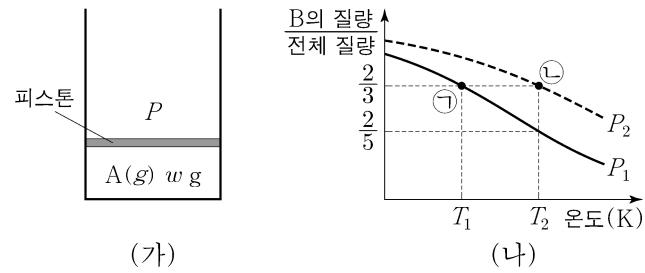


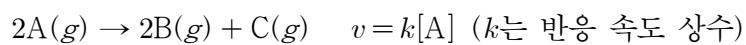
그림 (가)는 실린더에 A(g)  $w$  g을 넣은 초기 상태를, (나)는 (가)에서 외부 압력( $P$ )이  $P_1$  또는  $P_2$ 로 일정할 때, 반응이 진행되어 도달한 평형에서 온도에 따른  $\frac{B\text{의 질량}}{\text{전체 질량}}$ 을 각각 나타낸 것이다.  $\frac{\text{⑦에서 기체의 부피}}{\text{⑧에서 기체의 부피}} = 4$ 이다.



$\frac{T_2}{T_1}$ 는? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

- ①  $\frac{9}{8}$       ②  $\frac{8}{7}$       ③  $\frac{7}{6}$       ④  $\frac{6}{5}$       ⑤  $\frac{5}{4}$

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



표는 부피가 같은 2개의 강철 용기에 같은 질량의 A(g)를 각각 넣고 온도  $T_1$ 과  $T_2$ 에서 반응시킬 때, 반응 시간( $t$ )에 따른  $\frac{P_B + P_C}{P_A}$ 를 나타낸 것이다.  $P_A \sim P_C$ 는 각각 A~C의 부분 압력이다.

실험 I에서  $t = 16$  min일 때,  $\frac{C\text{의 질량}}{B\text{의 질량}} = \frac{4}{5}$ 이다.

실험	온도	$\frac{P_B + P_C}{P_A}$			
		$t = 0$	$t = 16$ min	$t = 32$ min	$t = 48$ min
I	$T_1$	0	a		7a
II	$T_2$	0	b	5b	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은? [3점]

<보기>

- ㄱ. I에서 반감기는 8 min이다.  
 ㄴ.  $\frac{b}{a} = 3$ 이다.  
 ㄷ. II에서  $t = 16$  min일 때,  $\frac{C\text{의 질량}}{A\text{의 질량}} = \frac{20}{3}$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

\* 확인 사항

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