2020학년도 대학수학능력시험 문제지

제 4 교시

과학탐구 영역(화학 Ⅱ)

성명		수험 번호					—					제〔 〕선택

1. 다음은 인류 복지에 도움을 준 화학의 한 분야를 설명한 것이다.

> 인류의 삶을 건강하고 오래도록 유지하기 위해 질병을 치료하고 통증을 줄이기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 그 중 (가) 개발 과정의 예는 다음과 같다.
>
> 효소 분리 → 컴퓨터 모의 실험을 통한 분자 모델링 → 화합물 합성 및 테스트 → 연구 윤리 위원회 심의 → 임상 시험 → 기관 허가 → 판매 및 치료에 이용

다음 중 (가)로 가장 적절한 것은?

① 신약 ② 반도체 ③ 초전도체
④ 태양 전지 ⑤ 핵융합 기술

2. 다음은 1 기압, 25 ℃에서 $H_2O(s)$이 $H_2O(l)$로 자발적으로 상변화하는 반응에 대한 학생들의 대화이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① A ② B ③ A, C ④ B, C ⑤ A, B, C

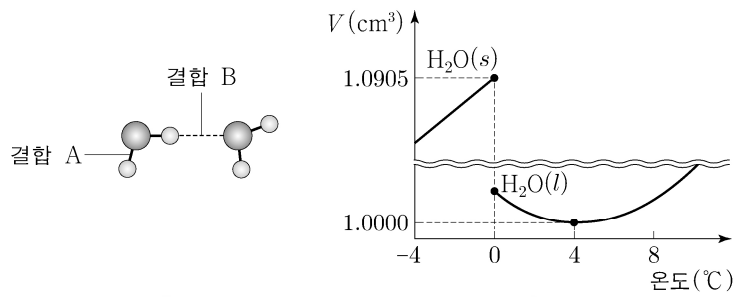
3. 다음은 두 반응의 화학 반응식과 온도 T, 표준 상태에서의 반응 엔트로피(ΔS)이다.

$$CaO(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) \quad \Delta S_1$$
$$2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g) \quad \Delta S_2$$

ΔS_1과 ΔS_2의 부호 또는 값으로 옳은 것은? [3점]

	ΔS_1	ΔS_2		ΔS_1	ΔS_2
①	+	+	②	+	0
③	+	−	④	−	+
⑤	−	−			

4. 그림 (가)는 물(H_2O) 분자와 관련된 결합 모형을, (나)는 1 기압에서 H_2O 1 g의 부피(V)를 온도에 따라 나타낸 것이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 0 ℃에서 $H_2O(s)$이 융해되면 $\frac{\text{분자당 결합 B의 평균 개수}}{\text{분자당 결합 A의 평균 개수}}$는 감소한다.
ㄴ. 0 ℃에서 밀도는 $H_2O(s)$이 $H_2O(l)$보다 크다.
ㄷ. $H_2O(l)$에서 분자 사이의 평균 거리는 0 ℃에서가 4 ℃에서보다 짧다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

5. 표는 4 가지 물질에 대한 자료이다.

물질	HF	NO	O_2	Cl_2
분자량	20	30	32	71
기준 끓는점(℃)	20	−152	−183	−34

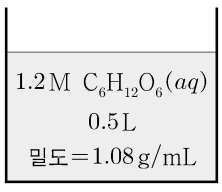
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 액체 상태에서 분산력은 Cl_2가 O_2보다 크다.
ㄴ. NO가 O_2보다 기준 끓는점이 높은 이유는 NO 분자 사이에 쌍극자-쌍극자 힘이 존재하기 때문이다.
ㄷ. 액체 상태에서 분자 사이의 인력이 가장 큰 것은 HF이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

6. 그림은 포도당($C_6H_{12}O_6$) 수용액을 나타낸 것이다. 이 수용액에 X를 a g 추가한 후 평형에 도달한 수용액의 농도는 18 %이다. X는 $C_6H_{12}O_6(s)$과 $H_2O(l)$ 중 하나이다.



X와 a는? (단, $C_6H_{12}O_6$의 분자량은 180이다.) [3점]

	X	a		X	a
①	$H_2O(l)$	40	②	$H_2O(l)$	60
③	$C_6H_{12}O_6(s)$	20	④	$C_6H_{12}O_6(s)$	40
⑤	$C_6H_{12}O_6(s)$	60			

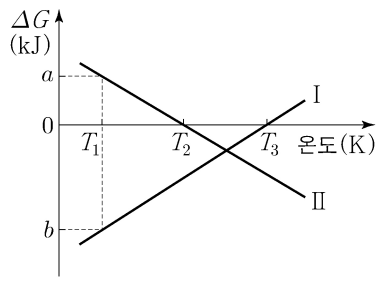
화학 Ⅱ

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.

7. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(l)가 생성되는 반응 (가)와 C의 상변화 반응 (나)의 화학 반응식이다.

(가) $2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(l)$
(나) $C(l) \rightarrow C(g)$

그림은 표준 상태에서 (가)와 (나)의 자유 에너지 변화(ΔG)를 온도에 따라 나타낸 것이다. Ⅰ과 Ⅱ는 각각 (가)와 (나) 중 하나이다.



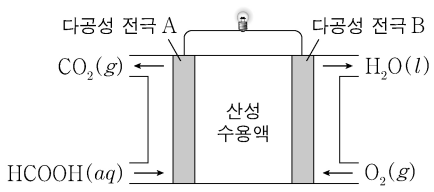
표준 상태에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도에 따른 반응 엔탈피와 반응 엔트로피의 변화는 없다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. T_1 K에서 (가)는 자발적인 반응이다.
ㄴ. (나)는 발열 반응이다.
ㄷ. $\left|\frac{\text{(가)의 반응 엔트로피}}{\text{(나)의 반응 엔트로피}}\right| = \left|\frac{b(T_2 - T_1)}{a(T_3 - T_1)}\right|$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8. 그림은 폼산(HCOOH) 연료 전지를 나타낸 것이고, 자료는 이와 관련된 반쪽 반응식이다.



○ $CO_2(g) + xH^+(aq) + xe^- \rightarrow HCOOH(aq)$
○ $O_2(g) + yH^+(aq) + ye^- \rightarrow 2H_2O(l)$

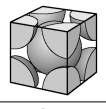
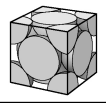
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, x와 y는 반응 계수이다.)

<보 기>

ㄱ. 전극 A에서 산화 반응이 일어난다.
ㄴ. $x + y = 6$이다.
ㄷ. 전체 반응식은
$2HCOOH(aq) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l)$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9. 표는 금속 A와 B의 결정에 대한 자료이다.

금속	결정 구조	단위 세포 구조 모형	단위 세포의 밀도(상댓값)	단위 세포의 부피(상댓값)
A	체심 입방 구조		3	5
B	면심 입방 구조		4	7

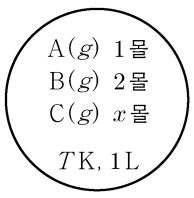
$\frac{\text{A의 원자량}}{\text{B의 원자량}}$은?

① $\frac{15}{28}$ ② $\frac{14}{15}$ ③ $\frac{20}{21}$ ④ $\frac{15}{14}$ ⑤ $\frac{28}{15}$

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

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

그림은 강철 용기에서 이 반응이 평형에 도달한 상태를 나타낸 것이다. T K에서 $K = 1$이다.



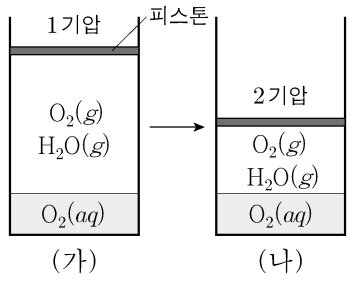
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. $x = 2$이다.
ㄴ. He(g) 1몰을 첨가하면 B의 몰농도는 2 M보다 작아진다.
ㄷ. A(g) 1몰과 C(g) 3몰을 추가하여 도달한 평형 상태에서 A의 양은 2몰보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

11. 그림 (가)는 1기압에서 $H_2O(l)$이 들어 있는 실린더에 $O_2(g)$를 넣어 도달한 평형 상태를, (나)는 외부 압력을 2기압으로 증가시켜 도달한 새로운 평형 상태를 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 온도는 300 K이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물에 대한 $O_2(g)$의 용해는 헨리 법칙을 따르고, 수용액의 부피 변화와 물의 증기 압력 변화는 무시한다. He(g)의 용해, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

<보 기>

ㄱ. $O_2(aq)$의 몰농도는 (나)에서가 (가)에서의 2배이다.
ㄴ. (가)에서 온도를 높이면 $O_2(aq)$의 몰농도는 감소한다.
ㄷ. 온도를 300 K로 유지하며 (나)의 실린더에 He(g)을 첨가하면 $O_2(aq)$의 몰농도는 증가한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

12. 다음은 25 ℃, 표준 상태에서 황 산화물과 관련된 열화학 반응식이다.

$SO(g) + O(g) \rightarrow SO_2(g) \quad \Delta H = a$ kJ
$SO_2(g) + O(g) \rightarrow SO_3(g) \quad \Delta H = b$ kJ
$SO(g) + O_2(g) \rightarrow SO_3(g) \quad \Delta H = c$ kJ

25 ℃, 표준 상태에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25 ℃에서 $O_2(g)$의 표준 생성 엔탈피는 0이다.) [3점]

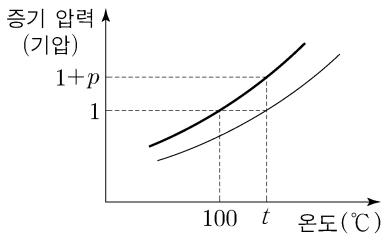
<보 기>

ㄱ. ($SO_3(g)$의 생성 엔탈피 − $SO(g)$의 생성 엔탈피) = c kJ/몰이다.
ㄴ. $c > a + b$이다.
ㄷ. $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ 반응의 반응 엔탈피(ΔH)는 $(-a + b + c)$ kJ이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.

13. 그림은 $H_2O(l)$과 $a\,m$ X(aq)의 증기 압력 곡선을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X는 비휘발성, 비전해질이며 수용액은 라울 법칙을 따른다.) [3점]

<보 기>

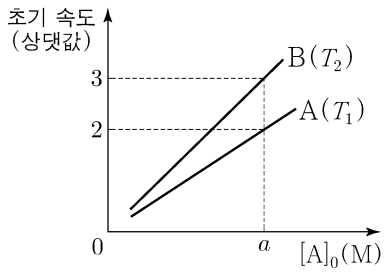
ㄱ. $a\,m$ X(aq)에서 X의 몰분율은 $\frac{p}{1+p}$이다.
ㄴ. 1기압에서 $2a\,m$ X(aq)의 끓는점은 $(2t-100)$℃이다.
ㄷ. t℃에서 $2a\,m$ X(aq)의 증기 압력은 $(1-p)$기압보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다. 이 반응의 활성화 에너지는 E_a이고, 온도 T_1과 T_2에서의 반응 속도 상수는 각각 k_1과 k_2이다.

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

그림은 강철 용기에 A(g)를 넣은 후 T_1과 T_2에서 각각 반응이 진행될 때 [A]의 초기 감소 속도와 [B]의 초기 생성 속도를 A(g)의 초기 농도($[A]_0$)에 따라 나타낸 것이다. T_1에서 A(g)의 반감기는 t초이다.



$[A]_0 = a$ M일 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응이 진행되는 동안 온도는 일정하다.)

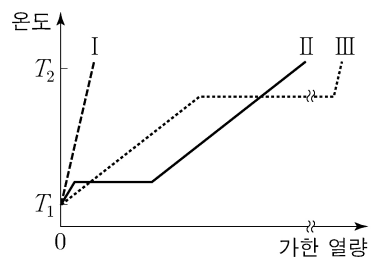
<보 기>

ㄱ. 반응 초기에 E_a보다 큰 에너지를 가지는 A(g) 분자는 T_2에서가 T_1에서보다 많다.
ㄴ. $\frac{k_2}{k_1} = \frac{2}{3}$이다.
ㄷ. T_1에서 반응 시간이 $2t$초일 때, $[C] = \frac{3}{4}a$ M이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 표는 동일한 양의 이산화 탄소(CO_2) 시료 A~C에 대한 자료이고, 그림은 A~C의 압력을 각각 P_A~P_C로 유지하며 얻은 가열 곡선을 나타낸 것이다. Ⅰ~Ⅲ은 각각 A~C 중 하나이고, CO_2의 삼중점에서 압력은 P_C보다 작다.

시료	온도	압력	상태
A	T_1	P_A	고체
B	T_1	P_B	액체
C	T_1	P_C	기체



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

<보 기>

ㄱ. Ⅱ는 A이다.
ㄴ. T_2에서 $CO_2(l)$의 증기 압력은 P_B보다 크다.
ㄷ. 압력이 P_C일 때 CO_2의 끓는점은 T_1보다 낮다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16. 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.

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

표는 온도 T에서 강철 용기에 A(g) 1몰을 넣어 반응시킬 때, 반응 시간에 따른 A(g)의 부분 압력(P_A)에 대한 B(g)의 부분 압력(P_B)의 비($\frac{P_B}{P_A}$)를 나타낸 자료이다. 반응 시간이 5분이 되기 전 특정 시점에 소량의 고체 촉매(X)를 넣었다.

반응 시간(분)	1	2	3	4	5
$\frac{P_B}{P_A}$	6	30	62	126	254

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

<보 기>

ㄱ. A(g)의 양이 0.5몰이 되는 데 걸린 시간은 1분이다.
ㄴ. 반응 시간이 1.5분일 때, $\frac{P_B}{P_A} = 14$이다.
ㄷ. X는 반응 속도를 감소시킨다.

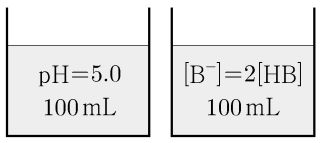
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.

17. 다음은 약산 HA(aq)과 HB(aq)의 이온화 반응식과 25 ℃에서의 산의 이온화 상수(K_a)이다.

$$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + A^-(aq) \quad K_a = a$$
$$HB(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + B^-(aq) \quad K_a = 1.2\times10^{-7}$$

그림 (가)와 (나)는 0.4 M HA(aq) 50 mL와 x M HB(aq) 50 mL에 각각 0.2 M NaOH(aq) 50 mL를 넣어 만든 혼합 수용액을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물의 이온곱 상수(K_w)는 25 ℃에서 1×10^{-14}이고, 모든 수용액의 온도는 25 ℃이다.) [3점]

<보 기>

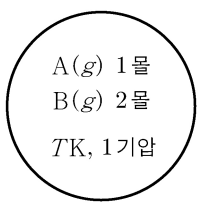
ㄱ. $a = 1\times10^{-9}$이다.
ㄴ. $x = 0.3$이다.
ㄷ. (나)에 0.2 M NaOH(aq) 25 mL를 추가하면 pH는 11.0이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

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

$$aA(g) + bB(g) \rightarrow cC(g) \quad (a\sim c: \text{반응 계수})$$

그림은 A(g)와 B(g)의 혼합 기체가 강철 용기에 들어 있는 상태를 나타낸 것이다. 반응이 진행되어 완결된 후 TK에서 혼합 기체의 압력은 $\frac{5}{6}$기압이고, 온도를 $2T$K로 높이면 C(g)의 부분 압력은 $\frac{2}{3}$기압이다.



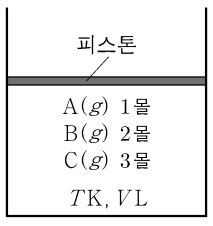
$a+b+c$는? (단, $a\sim c$는 3 이하의 자연수이다.)

① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7

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

$$aA(g) + bB(g) \rightleftarrows 2C(g) \quad (a,\ b: \text{반응 계수})$$

그림은 실린더에 들어 있는 혼합 기체의 초기 상태를 나타낸 것이다.



표는 초기 상태에서 온도를 낮추어 도달한 평형 상태(Ⅰ)와, Ⅰ에 B(g) x몰을 추가하여 도달한 새로운 평형 상태(Ⅱ)에 대한 자료이다.

Ⅰ에서 C(g)의 양은 1몰이고, Ⅱ에서 A(g)의 양은 $\frac{5}{3}$몰이다.

평형 상태	Ⅰ	Ⅱ
온도(K)	$\frac{T}{2}$	$\frac{T}{2}$
혼합 기체의 부피(L)	$\frac{V}{2}$	

x는? (단, 외부 압력은 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

① 10 ② $\frac{22}{3}$ ③ 4 ④ $\frac{11}{3}$ ⑤ $\frac{5}{3}$

20. 다음은 A(g)와 C(g)가 각각 분해되는 반응 (가)와 (나)의 화학 반응식이다.

(가) $A(g) \rightarrow 2B(g)$
(나) $C(g) \rightarrow 2D(g)$

표는 온도 T에서 부피가 동일한 두 개의 강철 용기에 A(g) x몰과 C(g) y몰을 각각 넣어 반응시킬 때, 반응 시간에 따른 반응물의 몰분율에 대한 자료이다. $2t$초와 $3t$초에서 각각 [A]=[C]이다.

반응 시간(초)		t	$2t$	$3t$
반응물의 몰분율	(가)		$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{15}$
	(나)	a	$\frac{1}{3}$	

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

<보 기>

ㄱ. (가)는 1차 반응이다.
ㄴ. $2x = y$이다.
ㄷ. $a = \frac{3}{5}$이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

* 확인 사항

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

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.