2027학년도 대학수학능력시험 문제지

제 4 교시

과학탐구 영역(화학 I)

성명		수험 번호					—					제 〔 〕선택

1. 다음은 신문 기사의 일부이다.

신문 과학면

이산화 탄소의 변신

산업 현장에서 포집된 이산화 탄소(CO_2)를 ㉠ 메테인(CH_4), ㉡ 에탄올(C_2H_5OH)과 같이 일상생활에 유용한 물질로 전환할 수 있도록 돕는 촉매를 국내 연구진이 개발하여, 기후 위기 극복을 위한 기반을 마련하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. ㉠의 연소 반응은 발열 반응이다.
ㄴ. ㉡은 의료용 소독제로 이용된다.
ㄷ. ㉠과 ㉡은 모두 탄소 화합물이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

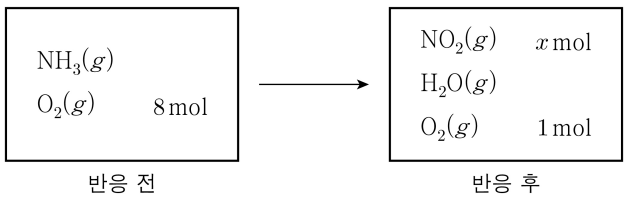
2. 다음은 화학 결합과 관련된 학생들의 대화이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① A ② B ③ A, C ④ B, C ⑤ A, B, C

3. 그림은 용기에 $NH_3(g)$와 $O_2(g)$를 넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후 용기에 존재하는 물질을 나타낸 것이다.



x는? [3점]

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

4. 다음은 학생 A가 수행한 탐구 활동이다.

〔가설〕
○ 중심 원자가 1개인 분자에서 중심 원자의 원자가 전자 수는 공유 전자쌍 수와 같다.

〔탐구 과정 및 결과〕
(가) 중심 원자가 1개인 분자를 찾고, 각 분자에서 중심 원자의 원자가 전자 수와 공유 전자쌍 수를 조사하였다.
(나) (가)에서 조사한 내용과 가설 일치 여부를 표로 정리하였다.

분자	BeF_2	H_2O	CH_2O	㉡
중심 원자의 원자가 전자 수	2	6		
공유 전자쌍 수	2	2		
가설 일치 여부	일치함	어긋남	㉠	어긋남

〔결론〕
○ 가설에 어긋나는 분자가 있으므로 가설은 옳지 않다.

학생 A의 탐구 과정 및 결과와 결론이 타당할 때, 다음 중 ㉠과 ㉡으로 가장 적절한 것은? [3점]

	㉠	㉡
①	일치함	CCl_4
②	일치함	NH_3
③	일치함	HCN
④	어긋남	CCl_4
⑤	어긋남	NH_3

5. 표는 온도가 다른 두 밀폐된 진공 용기 (가)와 (나)에 각각 $H_2O(l)$을 넣은 후, 시간에 따른 ㉠에 대한 자료이다. ㉠은 $\frac{H_2O(l)\text{의 증발 속도}}{H_2O(g)\text{의 응축 속도}}$와 $\frac{H_2O(l)\text{의 질량(g)}}{H_2O(g)\text{의 질량(g)}}$ 중 하나이다. (가)에서는 t_2일 때, (나)에서는 t_3일 때 $H_2O(l)$과 $H_2O(g)$는 동적 평형 상태에 도달하였다. $0 < t_1 < t_2 < t_3$이다.

시간		t_1	t_2	t_3
㉠	(가)		x	$\frac{9}{10}$
	(나)	y		1

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

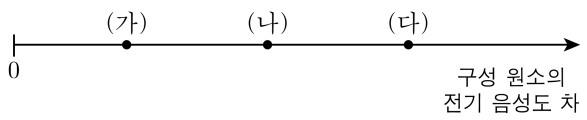
<보 기>

ㄱ. ㉠은 $\frac{H_2O(l)\text{의 질량(g)}}{H_2O(g)\text{의 질량(g)}}$이다.
ㄴ. $y > x$이다.
ㄷ. t_3일 때 (나)에서 $H_2O(l)$은 증발하지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.

6. 그림은 수소(H)와 원소 X~Z로 구성된 분자 (가)~(다)에서 구성 원소의 전기 음성도 차를 나타낸 것이다. X~Z는 C, N, O를 순서 없이 나타낸 것이고, (가)~(다)는 XH_a, YH_{2a}, ZH_b를 순서 없이 나타낸 것이다. 분자에서 X~Z는 옥텟 규칙을 만족한다. 전기 음성도는 C > H이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. (다)에는 극성 공유 결합이 있다.
ㄴ. 결합각은 (나) > (가)이다.
ㄷ. Y_2H_2에는 3중 결합이 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

7. 다음은 바닥상태 질소(N) 원자의 전자 배치에서 전자가 들어 있는 서로 다른 오비탈 (가)~(다)에 대한 자료이다. ㉠~㉢은 주 양자수, 방위(부) 양자수, 자기 양자수를 순서 없이 나타낸 것이다.

○ (가)~(다)의 ㉠을 모두 합하면 5이다.
○ (가)~(다)의 ㉡은 모두 같다.
○ ㉠+㉢은 (가) > (나) > (다)이다.

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

<보 기>

ㄱ. ㉢은 자기 양자수이다.
ㄴ. (다)의 모양은 구형이다.
ㄷ. 에너지 준위는 (나) > (가)이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8. 다음은 원자 A~D에 대한 자료이다. A~D는 F, Na, Mg, Al을 순서 없이 나타낸 것이고, A~D의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.

○ 제1 이온화 에너지는 A > B > C이다.
○ 이온 반지름은 D > C > B이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. A는 Mg이다.
ㄴ. $\frac{\text{이온 반지름}}{\text{원자 반지름}}$은 C > D이다.
ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 A > B이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9. 표는 원소 W~Z로 구성된 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. W~Z는 C, N, O, F을 순서 없이 나타낸 것이고, (가)~(다)의 분자당 구성 원자 수는 각각 3이며, 분자에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다. ㉠은 X와 Y 중 하나이다.

분자	(가)	(나)	(다)
원자 2개와 결합한 원소	W	Y	Z
원자 1개와 결합한 원소	X	W	W, ㉠
부분적인 양전하(δ^+)를 띠는 원소	W		

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

<보 기>

ㄱ. ㉠은 X이다.
ㄴ. (다)의 분자 모양은 굽은형이다.
ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트는 (가) > (나)이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10. 다음은 금속 X, Y와 관련된 산화 환원 반응에 대한 자료이다. HXO_{2n}^-에서 수소(H)와 산소(O)의 산화수는 각각 +1, −2이고, ㉠과 ㉡은 X와 Y를 순서 없이 나타낸 것이다.

○ 화학 반응식 :
$$aHXO_{2n}^- + bY^{n+} + cH^+ \rightarrow aX^{(2n-1)+} + bY^{2n+} + dH_2O$$
(a~d는 반응 계수)
○ $\frac{\text{환원제에서 ㉠의 반응 전과 후 산화수 차}}{\text{산화제에서 ㉡의 반응 전과 후 산화수 차}} = \frac{2}{3}$이다.

$n \times \frac{b}{d}$는? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

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

11. 다음은 자연계에 존재하는 원소 X와 염소(Cl)에 대한 자료이다.

○ X와 Cl의 동위 원소에 대한 자료

원소	$_{4a-2b}X$			$_{17}Cl$	
동위 원소	^{6a}X	$^{4a+3b}X$	^{5a+b}X	^{35}Cl	^{37}Cl
원자량	$6a$	$4a+3b$	$5a+b$	35	37
존재 비율(%)	b	a	$100-a-b$	75	25

○ XCl_4 1 mol에 들어 있는 양성자 양은 $(8a+14b)$ mol이다.
○ $^{4a+3b}X^{35}Cl_4$의 분자량은 169이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. ^{6a}X 1 mol에 들어 있는 중성자 양은 16 mol이다.
ㄴ. X의 평균 원자량은 $4a+3b$보다 크다.
ㄷ. 자연계에서 존재 비율(%)은 $^{4a+3b}X^{35}Cl_4 > {}^{6a}X^{37}Cl_4$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.

12. 표는 18족을 제외한 2, 3주기 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다. l은 방위(부) 양자수이고, ㉠과 ㉡은 $l=0$인 오비탈과 $l=1$인 오비탈을 순서 없이 나타낸 것이다.

원자	X	Y	Z
전자가 들어 있는 오비탈 수와 홀전자 수의 차	x	$3x$	$3x$
$\frac{\text{㉠에 들어 있는 전자 수}}{\text{㉡에 들어 있는 전자 수}}$	y	$2y$	$3y$

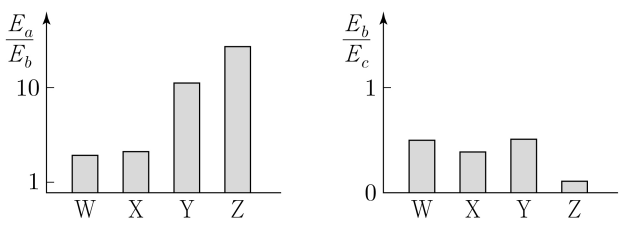
X~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. 2주기 원소는 1가지이다.
ㄴ. 홀전자 수는 Z > X이다.
ㄷ. $l=1$인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 Y가 X의 3배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 그림은 원자 W~Z의 제n 이온화 에너지(E_n) 비를 나타낸 것이다. W~Z는 O, F, Na, Mg을 순서 없이 나타낸 것이고, E_a, E_b, E_c는 E_1, E_2, E_3를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. $c > a$이다.
ㄴ. W는 F이다.
ㄷ. W~Z 중 E_2는 Y가 가장 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 표는 t℃에서 x M A(aq) V_1 mL와 y M A(aq) V_2 mL에 각각 물을 추가한 용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. 용액 (다)는 (가)와 (나)를 혼합한 용액이다.

용액	용질의 질량(g)	추가한 물의 부피(mL)	몰 농도(M)
(가)	w	$\frac{5}{2}V_1$	$2a$
(나)	$6w$	$2V_2$	a

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 물 또는 수용액의 부피의 합과 같다.)

<보 기>

ㄱ. $x > y$이다.
ㄴ. $V_2 = 7V_1$이다.
ㄷ. 몰 농도(M)는 (다)가 (가)의 $\frac{7}{13}$배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 다음은 중화 적정 실험이다.

〔자료〕
○ CH_3COOH의 분자량: 60
○ 25℃에서 식초 A의 밀도: d g/mL

〔실험 과정〕
(가) 식초 A, x M NaOH(aq), y M NaOH(aq)을 준비한다.
(나) 삼각 플라스크 Ⅰ에 식초 A 5 mL를, 삼각 플라스크 Ⅱ에 식초 A 10 mL를 넣고, Ⅰ과 Ⅱ에 각각 물을 넣어 20 mL와 25 mL 수용액을 만든다.
(다) Ⅰ에 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 넣고 x M NaOH(aq) 10 mL를 넣어 수용액의 색 변화를 관찰한다.
(라) 수용액 전체가 붉게 변하지 않을 경우, Ⅰ에 들어 있는 수용액을 y M NaOH(aq)으로 적정하여 수용액 전체가 붉게 변하는 순간까지 넣어 준 y M NaOH(aq)의 부피(V)를 측정한다.
(마) Ⅰ 대신 Ⅱ를 이용하여 (다)와 (라)를 반복한다.

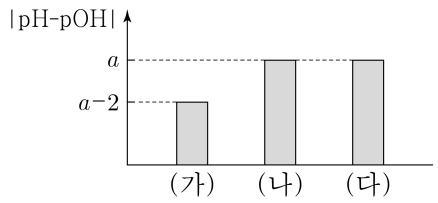
〔실험 결과〕
○ Ⅰ과 Ⅱ에 x M NaOH(aq) 10 mL를 넣었을 때, Ⅰ과 Ⅱ 모두 수용액 전체가 붉게 변하지 않았다.
○ (라)에서 V: 5 mL
○ (마)에서 V: 25 mL
○ 식초 A 100 g에 들어 있는 CH_3COOH의 질량: 4 g

$x+y$는? (단, 온도는 25℃로 일정하고, 중화 적정 과정에서 식초 A에 포함된 물질 중 CH_3COOH만 NaOH과 반응한다.) [3점]

① $\frac{5d}{12}$ ② $\frac{5}{12d}$ ③ $\frac{5d}{8}$ ④ $\frac{5}{8d}$ ⑤ $\frac{14d}{15}$

16. 다음은 25℃에서 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 HCl(aq)과 NaOH(aq) 중 하나이다.

○ (가)~(다)의 |pH−pOH|



○ (가)에 물을 추가하면 pH는 작아지고, $\frac{\text{(다)의 pH}}{\text{(나)의 pH}} = 3$이다.
○ $\frac{\text{(가)에서 } H_3O^+\text{의 양(mol)}}{\text{(다)에서 } OH^-\text{의 양(mol)}} = 1\times10^{-5}$이다.

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

<보 기>

ㄱ. $a=7$이다.
ㄴ. (나)는 HCl(aq)이다.
ㄷ. 수용액의 부피는 (다)가 (가)의 10배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

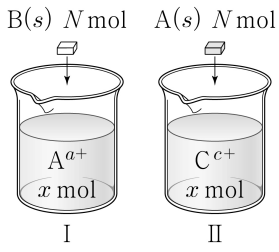
이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.

17. 다음은 금속 A~C와 관련된 산화 환원 반응 실험이다.

〔실험 과정〕

(가) 비커 I에 A^{a+} x mol이 들어 있는 수용액을 넣고, B(s) N mol을 넣어 반응을 완결시킨다.

(나) 비커 II에 C^{c+} x mol이 들어 있는 수용액을 넣고, A(s) N mol을 넣어 반응을 완결시킨다.



〔실험 결과〕

○ 반응이 완결된 후, I과 II에서 석출된 금속의 양과 수용액에 들어 있는 금속 양이온의 종류와 양

비커	I	II
석출된 금속의 양(mol)	$3y$	$4y$
양이온의 종류	A^{a+}, B^{b+}	A^{a+}, C^{c+}
전체 양이온의 양(mol)	$5.5N$	$5N$

$\frac{c}{b}\times\frac{x}{y}$는? (단, A~C는 임의의 원소 기호이고 물과 반응하지 않으며, 음이온은 반응에 참여하지 않는다. a~c는 3 이하의 자연수이다.)

① 4 ② 5 ③ 6 ④ 7 ⑤ 8

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

$$aA(g) + B(g) \rightarrow 2C(g) \quad (a\text{는 반응 계수})$$

표는 A(g) $7w$ g이 들어 있는 실린더에 B(g)의 질량을 달리하여 넣고 반응을 완결시킨 실험 I과 II에 대한 자료이다.

실험	반응 전		반응 후	
	B(g)의 질량(g)	전체 기체의 밀도(g/L)	남은 반응물의 양(mol) / 전체 기체의 부피(L)	전체 기체의 밀도(g/L)
I	$2w$	$\frac{3}{5}d$	x	$\frac{3}{4}d$
II	$8w$	$\frac{5}{8}d$	y	

$\frac{x}{y}\times\frac{\text{B의 분자량}}{\text{C의 분자량}}$은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

① $\frac{16}{45}$ ② $\frac{16}{33}$ ③ $\frac{6}{11}$ ④ $\frac{4}{5}$ ⑤ $\frac{12}{11}$

19. 표는 t℃, 1기압에서 실린더 (가)~(다)에 들어 있는 기체에 대한 자료이다. A와 B는 각각 X_aY_{3a}와 Y_b 중 하나이고, 분자량은 $X_aY_{3a} > Y_b$이다. 실린더 속 기체 1 g에 들어 있는 Y 원자 수 비는 (나) : (다) = 6 : 5이다.

실린더		(가)	(나)	(다)
기체의 질량(g)	A(g)	w	w	w
	B(g)	0	w	$5w$
전체 기체의 밀도(g/L)		d	xd	$2d$

$x\times\frac{\text{Y의 원자량}}{\text{X의 원자량}}$은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

① $\frac{2}{21}$ ② $\frac{3}{28}$ ③ $\frac{3}{14}$ ④ $\frac{5}{7}$ ⑤ $\frac{6}{7}$

20. 다음은 t℃에서 a M $H_2X(aq)$과 $2a$ M NaOH(aq)을 혼합한 용액에 대한 자료이다.

○ 수용액에서 H_2X는 H^+과 X^{2-}으로 모두 이온화된다.

혼합 용액		(가)	(나)	(다)	(라)
혼합 전 수용액의 부피(mL)	a M $H_2X(aq)$	100	100	100	100
	$2a$ M NaOH(aq)	V_1	V_2	V_3	V_4
혼합 용액에 존재하는 이온 중 이온 수가 가장 큰 이온과 가장 작은 이온의 양(mol)의 차		x	x	$\frac{3}{2}x$	
Na^+과 X^{2-}의 양(mol)의 차			y		$\frac{5}{2}y$

○ $V_1 < V_2 < V_3 < V_4$이다.

○ (나)와 (다)를 혼합한 용액의 액성은 중성이다.

○ (가)와 (다)를 혼합한 용액에서 H^+의 몰 농도는 b M이다.

$b\times\frac{V_2}{V_4}$는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 수용액의 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시한다.) [3점]

① $\frac{3}{16}a$ ② $\frac{1}{4}a$ ③ $\frac{5}{16}a$ ④ $\frac{3}{8}a$ ⑤ $\frac{5}{8}a$

＊ 확인 사항

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

이 문제지에 관한 저작권은 한국교육과정평가원에 있습니다.