27학년도 대학수학능력시험 대비 부드러운 모의고사 1회 연습지

[정답]

문항	정답	배점	문항	정답	배점	문항	정답	배점	문항	정답	배점
1	3	2	6	2	2	11	4	3	16	4	2
2	3	3	7	1	2	12	2	2	17	1	3
3	5	2	8	5	3	13	4	3	18	2	2
4	1	3	9	4	3	14	3	2	19	5	3
5	2	2	10	1	2	15	5	3	20	4	3

[예상 등급컷] (추정)

등급	원점수	표준점수	백분위
만점	50	74	100
1등급	43	67	96
2등급	37	61	88
3등급	35	59	78

[총평 및 출제 코멘트]

기출을 많이 반영한 시험지 !
3월 모의고사를 기념하여 공개된 시험지입니다. 기출의 향기를 많이 맡을 수 있으면서도, 미출제 요소를 여러 가지 섞어보려고 한 시험지였습니다. 문제별로 보면 익숙하지만, 전체적인 페이지 구성은 수능과 좀 다른 형식으로 구성을 해서 낯설게 느껴지도록 하였습니다. 물론 익숙하지 않으실지도 몰라요... 사실 수능은 반대로 출제되는거 같기는 한데, 아직 평가원과 시험이 먼 시기이기 때문에 기출의 논리를 떠올리는 연습, 다양한 소재를 가끔 확인하는 것 등을 연습하면 좋지 않을까 생각하여 구성을 하였습니다. 가능하면 1p는 무난하게 넘길 수 있도록 유도하였고, 2p에서 꽤나 많은 시간을 소모하게끔 구성하였습니다. 개인적으로는 2p에서 8번, 9번, 11번에서 많이 막혔을거라고 생각하면서도, 아이디어만 찾으면 1분 안에도 풀릴 수 있는 문제를 만드려고 노력을 많이하였습니다. 2p 문항이라고 함은 너무 어려우면 안되니까요 ☺ 23수능의 2p의 난이도 느낌을 많이 내려고 노력하였습니다. 3p가 전반적으로 익숙하셨을 거 같은데, 전반적으로 익숙함 속에서 새로움을 하나씩 추가한 느낌을 주려고 노력을 많이 했습니다. 12번은 존재 비율을 암기하고 있지 않으면 꽤나 어려울 수 있을 듯 하고, 15번이 약간 당황스러울 수 있었을 듯 합니다. 4p의 난이도가 조금 높았다가 제가 많이 낮추었습니다. ^_^ 재밌게 풀어주세요. 등급컷은 제가 산출하는 것은 아닌데, 제 개인적인 의견으로는 1등급 커트라인은 42-44 사이에서 끊기지 않을까 생각합니다.

[정오표]

(26.04.17 08:26 수정)

15번	실험 결과 Y 원자 산화 환원 수정

수정 전

15. 다음은 금속 X, Y와 관련된 산화 환원 반응 실험이다.

〔자료〕

○ 화학 반응식:

$$aXO_4^- + bY^{m+} + cH^+ \rightarrow aX^{n+} + bY^{3+} + dH_2O$$

(a~d는 반응 계수)

○ X의 산화물에서 산소(O)의 산화수는 -2이다.

〔실험 과정〕

(가) Y^{m+} 0.1 mol과 충분한 양의 H^+이 들어 있는 수용액을 준비한다.

(나) (가)의 수용액에 $XO_4^-(aq)$ VmL를 넣어 반응을 완결시킨다.

(다) (나)의 수용액에 $XO_4^-(aq)$ $2V$mL를 넣어 반응을 완결시킨다.

〔실험 결과〕

○ (다) 과정에서 Y^{m+}은 모두 Y^{3+}로 환원되었다.

○ 각 과정 후 생성된 물질의 양에 대한 자료

과정		(나)	(다)
생성물의 양 (mol)(상댓값)	X^{n+}	1	
	Y^{3+}		10
	H_2O	$2n$	8

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이고, m과 n은 자연수이다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. (나)와 (다)에서 XO_4^-는 산화제로 작용하였다.

ㄴ. $m=n$이다.

ㄷ. $\frac{c+d}{a+b}=2$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

수정 후

15. 다음은 금속 X, Y와 관련된 산화 환원 반응 실험이다.

〔자료〕

○ 화학 반응식:

$$aXO_4^- + bY^{m+} + cH^+ \rightarrow aX^{n+} + bY^{3+} + dH_2O$$

(a~d는 반응 계수)

○ X의 산화물에서 산소(O)의 산화수는 -2이다.

〔실험 과정〕

(가) Y^{m+} 0.1 mol과 충분한 양의 H^+이 들어 있는 수용액을 준비한다.

(나) (가)의 수용액에 $XO_4^-(aq)$ VmL를 넣어 반응을 완결시킨다.

(다) (나)의 수용액에 $XO_4^-(aq)$ $2V$mL를 넣어 반응을 완결시킨다.

〔실험 결과〕

○ (다) 과정에서 Y^{m+}은 모두 Y^{3+}로 산화되었다.

○ 각 과정 후 생성된 물질의 양에 대한 자료

과정		(나)	(다)
생성물의 양 (mol)(상댓값)	X^{n+}	1	
	Y^{3+}		10
	H_2O	$2n$	8

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이고, m과 n은 자연수이다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. (나)와 (다)에서 XO_4^-는 산화제로 작용하였다.

ㄴ. $m=n$이다.

ㄷ. $\frac{c+d}{a+b}=2$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[해설]

#1. ③

ㄱ. 연소 반응은 물질이 산소와 빠르게 반응하면서 빛과 열을 방출하는 현상이다. 따라서 연소 반응은 주위로 열을 방출하는 발열 반응이다. (○)

ㄴ. 액체 상태의 물질이 기체 상태로 변하는 기화 과정에서는 분자 사이의 인력을 끊고 거리가 멀어져야 하므로 에너지가 필요하다. 즉, 액화 천연가스 상태인 액체 메테인이 기체 메테인으로 기화될 때는 주위에서 열을 흡수하는 흡열 반응이 일어난다. (○)

ㄷ. 탄소 화합물은 탄소(C) 원자를 기본 골격으로 하여 수소(H), 산소(O) 등의 원자가 결합한 물질이다. 메테인(CH_4)은 탄소(C)와 수소(H)로 이루어져 있으므로 탄소 화합물이 맞다. 하지만 암모니아(NH_3)는 질소(N)와 수소(H)로만 이루어져 있으며 탄소(C) 원자를 포함하지 않으므로 탄소 화합물이 아니다. (×)

#2. ③

A는 리튬(Li), B는 염소(Cl), C는 산소(O)이다.

ㄱ. A는 금속 원소인 리튬이므로 고체 상태에서 전성 및 연성이 있다. (○)

ㄴ. CB_2는 공유 결합으로 이루어진 분자이므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다. (×)

ㄷ. A(리튬)와 C(산소)는 모두 2주기 원소이다. (○)

#3. ⑤
파울리 배타 원리와 쌓음 원리를 모두 만족하는 선지는 1번과 5번이다.
훈트 규칙을 만족하는 1번은 바닥 상태이고, 5번만 들뜬 상태이다.

#4. ①
ㄱ. 가설에 일치하는 분자가 직선형이면서 무극성인 BeF_2이므로, ㉠에 들어갈 분자 모양은 '직선형'이다. (○)
ㄴ. 표의 ㉡은 가설에 일치하는 분자 칸에 있으므로, 분자 모양이 직선형이면서 무극성인 분자이어야 한다. FCN은 직선형이지만 극성 분자이므로 '가설에 어긋나는 분자' 칸인 ㉢에 들어가야 한다. (×)
ㄷ. 표의 ㉢은 가설에 어긋나는 분자 칸에 있으므로, 분자 모양은 직선형이지만 극성인 분자이어야 한다. 중심 원자에 비공유 전자쌍이 존재하므로 NOF의 분자 모양은 굽은형이고, NOF는 애초에 분자 모양이 직선형이 아니므로 이 탐구의 조사 대상에 포함될 수 없다. (×)

#5. ②
주어진 그래프를 보면 시간에 따른 B/A 값이 점점 감소하다가 t_2일 때 1이 된다.
A는 증가, B는 감소하는 경향이 있어야 하므로 A는 H_2O의 응축 속도이고 B는 H_2O의 증발 속도이다.
ㄱ. A는 H_2O의 응축 속도이다. (×)
ㄴ. t_1에서 t_2 시간 구간에서는 B/A 값이 1보다 크다. 이는 증발 속도가 응축 속도보다 크다는 것을 의미하므로 이 구간 동안 수증기의 양은 계속 증가한다. 따라서 $H_2O(g)$의 양은 t_2일 때가 t_1일 때보다 많다. (○)
ㄷ. 동적 평형 상태는 반응이 멈춘 것이 아니라, 수증기가 물로 되는 응축 반응과 물이 수증기로 되는 증발 반응이 같은 속도로 끊임없이 일어나고 있는 상태이므로 틀린 설명이다. (×)

#6. ②
3가지 화합물이 1대 1로 결합하므로 음이온인 X와 Y는 F, Cl 중 하나이다.
이온 결합 화합물의 녹는점은 이온 사이의 거리가 짧을수록 높다.
나트륨 이온이 칼륨 이온보다 반지름이 작으므로, 이온 사이의 거리는 NaX가 KX보다 짧다. ㉠은 KX이고, ㉡은 NaX이다.
그래프에서 녹는점이 NaY가 NaX보다 높다. 양이온이 나트륨 이온으로 같으므로, 음이온의 반지름은 Y 이온이 X 이온보다 작다. 따라서 크기가 작은 Y는 F이고, 크기가 큰 X는 Cl이다.
ㄱ. 음이온의 반지름은 NaX가 NaY보다 크다. (×)
ㄴ. ㉠은 KX이다. (○)
ㄷ. K^+과 Cl^-은 모두 전자를 18개씩 가지므로 ㉠(KCl) 1몰에 들어 있는 전체 전자는 36몰이다. Na^+은 전자를 10개, Cl^-은 전자를 18개 가지므로 ㉡(NaCl) 1몰에 들어 있는 전체 전자는 28몰이다. 따라서 1몰에 들어 있는 전체 전자의 몰비는 ㉠:㉡=9:7이다. (×)

#7. ①
(다)는 W, Y, Z 세 가지 원소로 구성되어 있다. 3원자 이하이면서 옥텟 규칙을 만족하는 분자는 HCN, HNO이다. HCN은 전자쌍 수의 비가 4, HNO는 1이므로 (다)는 HCN, X는 O이다.

(가)와 (나) 두 분자 모두 전자쌍 수의 비율이 1이므로 H_2O, CO_2 중 하나이다. 결합각이 (나) > (가)이고, 직선형인 CO_2가 굽은형인 H_2O보다 결합각이 크므로 (가)는 H_2O, (나)는 CO_2이며, W는 H, Y는 C, Z는 N이다.
ㄱ. W는 수소(H)이다. (○)
ㄴ. (나)(CO_2)에는 단일 결합, 2중 결합이 존재한다. (×)
ㄷ. 결합각은 (다)(HCN)이 직선형이므로 (다)가 (가)보다 크다. (×)

#8. ⑤
㉠이 p오비탈인 경우 6개의 원자가 p오비탈에 들어 있는 전자 수가 모두 다르므로 만족하는 a가 없다.
따라서 ㉠은 s오비탈, ㉡은 p오비탈이다. 6개 원자의 전자 배치는 다음과 같다.

원자	C	N	O	Si	P	S
s오비탈에 들어 있는 전자 수	4	4	4	6	6	6
$\frac{\text{홀전자 수}}{\text{p오비탈에 들어 있는 전자 수}}$(상댓값)	1	1	1/2	1/4	1/3	1/5

따라서 X는 Si, Y는 P, Z는 O이다.
ㄱ. X는 Si이다. (○)
ㄴ. 원자가 전자 수는 X(Si)가 4개, Z(O)가 6개이다. Z>X이다. (○)
ㄷ. 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 Y(P)가 6개, Z(O)가 3개로 Y가 Z의 2배이다. (○)

#9. ④
전체 기체의 밀도는 기체의 분자량에 비례하므로 분자량비는 X_2 : YX_2 = 16 : 23이다.
따라서 원자량비는 X : Y = 8 : 7이다.
화학 반응식을 세우면 다음과 같다.
$3X_2(g)$ + $Y_2Z_4(l)$ → $2YX_2(g)$ + $2Z_2X(l)$
부피비는 기체의 계수비와 같으므로 V_1 : V_2 = 3 : 2이다.
Y_2Z_4와 Z_2X의 질량비는 8 : 9이고, 분자량비는 16 : 9이다.
Z의 원자량을 z로 하면, (7×2+4z) : (2z+8×1) = 16 : 9, z = 0.5이다.
(V1/V2) × (X의 원자량 / Z의 원자량) = (3 / 2) × (8 / 0.5) = 24이다.
#10. ①
X는 3가지 분자에 모두 결합하므로 F이다. (정확한 논리는 따로 있지만 수능식 논리)
구성 원소의 전기 음성도 차는 X 이외의 원소가 전기 음성도가 낮을 수록 크므로 W는 N, Y는 O, Z는 C이다.
(다)에서 구성 원자수 5이므로 CF_4이고, a=1, c=2, b=3이다. (나)는 O_2F_2이다.
ㄱ. ㉠은 4이다. (○)
ㄴ. (가)(NF_3)의 분자 모양은 삼각뿔형이다. (×)
ㄷ. (다)(CF_4)에서 Z(C)는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다. (×)

#11. ④
$2s$ 오비탈은 $n+l=2$, $2p$ 오비탈은 $n+l=3$이다. 모든 홀전자 수의 $n+l$의 합은 다음과 같다.

원자	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
모든 홀전자 수의 $n+l$의 합	2	0	3	3+3	3+3+3	3+3	3	0
전자가 2개 들어 있는 오비탈 수	1	2	2	2	2	3	4	5

따라서 a=2, X는 Li이다.
Y와 Z의 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수의 합은 5이고, Y는 B와 F 중 하나이므로 F가 Y이면 해당 조건에 모순이므로 Y는 B, Z는 O이다.

ㄱ. Z는 O이다. (×)
ㄴ. 에너지 준위가 가장 큰 오비탈은 X에서 $2s$(Li)(1개), Y(B)에서 $2p$(1개), Z(O)에서 $2p$(4개)이므로 Z가 가장 크다. (○)
ㄷ. $\frac{\text{전자가 들어 있는 p 오비탈 수}}{\text{원자가 전자 수}}$는 Y(B)가 1/3, Z(O) 3/6이므로 Y : Z = 2 : 3이다. (○)

#12. ②
X의 평균 원자량은 4a - 0.5b이고, 두 동위 원소의 원자량은 각각 4a - b, 4a + b이다.
평균 원자량이 4a - b와 4a + b에서 떨어진 거리의 비가 0.5b : 1.5b = 1 : 3이므로,
두 동위 원소의 존재 비율은 3 : 1이다. (내분 논리)
따라서 질량수가 4a - b인 동위 원소의 x=75이다.

질량수가 4a + b인 X의 중성자수는 (4a + b) - (2a - b) = 2a + 2b이다.
중성자수 - 양성자수 = (2a + 2b) - (2a - b) = 3b이므로 n = 3b이다.
Y의 동위 원소 중 질량수가 7a + 6b인 원소의 존재 비율은 x - 15 = 60이고,
질량수가 8a - b인 원소의 존재 비율은 40이다.

질량수가 8a - b인 Y의 중성자수는 (8a - b) - (3a + 4b) = 5a - 5b이다.
중성자수 - 양성자수 = (5a - 5b) - (3a + 4b) = 2a - 9b이다.
조건에서 이 값이 3n이므로 2a - 9b = 3n = 9b, a = 9b이다.

질량수가 7a + 6b인 Y의 중성자수는 (7a + 6b) - (3a + 4b) = 4a + 2b이다.
Y의 평균 중성자수는 (4a + 2b) × 0.6 + (5a - 5b) × 0.4 = 4.4a - 0.8b이다.
조건에서 Y 1몰에 들어 있는 중성자의 양이 4.5a - 1.7 몰이므로 4.4a - 0.8b = 4.5a - 1.7이다.
a = 9b를 대입하면 b = 1이다.
따라서 a = 9, b = 1, n = 3이므로 n × (a - b) = 3 × (9 - 1) = 24이다.

[여담] X가 Cl, Y가 Ga임을 알고 대입해서 풀면 풀이시간을 매우매우 단축시킬 수 있다.
#13. ④
(가)에 a M A(aq) 10 mL 넣었을 때 용질의 양을 구하면
몰 농도가 0.4 M에 전체 부피가 V + 10이므로 0.4 × (V + 10)
원래 들어있는 용질의 양(mmol)은 0.1V, 첨가한 용액에서 용질의 양(mmol)은 10a이므로
0.4 × (V + 10) = 0.1V + 10a, 0.3V + 4 = 10a이다

(가)에 a M 농도의 A 수용액을 20 mL 넣었을 때
0.5 × (V + 20) = 0.1V + 20a, 0.4V + 10 = 20a이다.
V=10, a=0.7이다. V × a = 10 × 0.7 = 7이다.

[여담] 푸는 방법이 아주 다양하다. 여러 가지 풀이를 도전해보자! (과조건이 있어서?)

#14. ③
ㄱ. (가)에 물 (다)를 넣어 pH가 1.0 증가했으므로 (가)는 산성 용액이다.
$[H_3O^+]/[OH^-]$ 값은 10^{pOH-pH}이므로 (가)는 10^{3x}, (나)는 10^{-x}이다.

(가)가 (나)의 10^8 배이므로 $10^{3x} = 10^{-x} \times 10^8$, x=2이다. (○)

ㄴ. pH가 1.0 커지려면 부피가 10배가 되어야 하므로 10 + V = 100, V = 90이다. (×)

ㄷ. x=2이므로 (가)의 pOH-pH = 6이고, pH+pOH=14에서 (가)의 pH = 4이다.
(가)에서 $[H_3O^+] = 10^{-4}$ M이고 전체 부피는 0.1 L이므로 H_3O^+의 양은 10^{-5} mol이다.
(나)에서 $[OH^-] = 10^{-6}$ M이고 부피는 0.2 L이므로 OH^-의 양은 2×10^{-7} mol이다.
비율을 구하면 $10^{-5} / (2 \times 10^{-7}) = 50$이다. (○)

#15. ⑤
XO_4^-에서 O의 산화수가 -2이므로 반응물에서 X의 산화수는 +7이다.
(나) 과정 후 생성물의 상댓값에서 X^{n+}가 1, H_2O가 2n이다.
화학 반응식에서 O 원자 수 보존에 의해 4a = d이다.
생성되는 X^{n+}와 H_2O의 몰수비는 a : d = a : 4a = 1 : 4가 되어야 하므로 2n = 4, n = 2이다.

(다) 과정 후 물질의 상댓값을 보면 Y^{3+}가 10, H_2O가 8이다.
(다) 과정 후 반응한 X의 상댓값은 2이다.
X 상댓값 2개가 각각 산화수 5만큼 환원되었으므로 얻은 전자 수의 총합은 10이다.
Y는 상댓값 10만큼 반응하여 산화되었고, 총 10의 전자를 잃어야 하므로 Y 1개당 산화수 증가량은 1이다.
Y^{m+}가 Y^{3+}로 산화되면서 산화수가 1 증가했으므로 m = 2이다.

화학 반응식의 계수를 가장 간단한 정수비로 맞추면 반응한 X와 Y의 몰수비 a : b = 2 : 10 = 1 : 5 이다.
a = 1, b = 5 일 때, d = 4 이고, 수소 원자 수 보존(c = 2d)에 의해 c = 8 이다.

ㄱ. XO_4^-는 산화제로 작용한다. (○)
ㄴ. m = n 이다. (○)
ㄷ. (c + d) / (a + b) = (8 + 4) / (1 + 5) = 12 / 6 = 2 이다. (○)

#16. ④
Na은 제1 이온화 에너지가 가장 작고, 제2 이온화 에너지가 가장 크다.
그림 (나)에서 점 E의 Ea 값이 가장 작고 Eb 값이 가장 크므로,
Ea는 제1 이온화 에너지이고 Eb는 제2 이온화 에너지이다. 따라서 E는 Na이다.
E보다 제1 이온화 에너지가 크고 제2 이온화 에너지가 훨씬 작은 D는 Mg이다.
남은 2주기 원소 3개의 원자 반지름에서 A는 F, B는 N, C는 O이다.
ㄱ. B는 N이다. (×)
ㄴ. 유효 핵전하는 D(Mg)>E(Na)이다. (○)
ㄷ. 제2 이온화 에너지는 C(O)>A(F)이고, 제3 이온화 에너지는 A(F)>C(O)이다. (○)

#17. ①
(가)의 식초 10 mL에 들어있는 아세트산의 양을 A mmol이라 하면
(나)와 (다)에서 수용액 Ⅱ 100 mL 중 20 mL를 취하므로
적정에 사용된 아세트산은 0.1A mmol, HCl은 4x mmol이다.
소비된 NaOH가 V mL이므로 0.1A + 4x = 0.1V이다.

(라)와 (마)에서 수용액 III 100 mL 중 20 mL를 취하므로
적정에 사용된 아세트산은 0.1A mmol, HCl은 10x mmol이다.
소비된 NaOH가 2V mL이므로 0.1A + 10x = 0.2V이다.
두 식을 연립하면 0.2A + 8x = 0.1A + 10x이므로 A = 20x, V = 60x이다.

(다) 과정 후 전체 부피는 20 + V이고, 들어있는 Cl^-의 양은 4x mmol이다.
Cl^-의 농도가 0.04 M이므로 4x / (20 + 60x) = 0.04, x = 0.5이다.
x = 0.5를 대입하면 A = 10, V = 30이다.

(마) 과정 후 전체 부피는 20 + 2V = 80이고, 들어있는 Cl^-의 양은 10x = 5 mmol이다.
y = 5 / 80 = 1 / 16이다.

(가)의 식초 10 mL의 질량은 10d g이고
이 안에 아세트산 10 mmol(0.01 mol)이 들어있으므로 질량은 0.6 g이다.

식초 100 g에 들어있는 아세트산 질량 w는 10d : 0.6 = 100 : w에서 w = 6 / d이다.
따라서 (y / x) × w = (1/16 / 0.5) × (6 / d) = 3 / 4d이다.

#18. ②
(가)의 Y 원자 수는 3am = 12N이므로 am = 4N이다.
(나)의 Y 원자 수는 6am + 2an = 32N이다.
여기에 am = 4N을 대입하면 an = 4N이므로, m = n이다.

(가)의 X 원자 수는 2m + bm = m(2 + b) = 5N이다.
(나)의 X 원자 수는 4m + 2bm + 2bn이다.
m = n을 대입하면 4m(1 + b) = 16N이므로, m(1 + b) = 4N이다.
두 식을 나누면 (2 + b) / (1 + b) = 5 / 4가 되어 b = 3이다.
이를 대입하면 m = N이고, 처음에 구한 am = 4N에서 a = 4이다.

밀도는 (전체 질량) / (전체 몰수)에 비례한다.
(가)와 (나)의 밀도 비 3 : 4 = (5X + 12Y) / 3 : (16X + 32Y) / 7이다.
비례식을 풀면 4X = 48Y가 되어 X = 12Y이다.

(m / n) x (X_3Y_4의 분자량 / XY_4의 분자량) = 1 × (40 / 16) = 5/2이다.

#19. ⑤
I, II, III의 액성이 모두 다르므로 염기가 추가되는 순서에 따라 I은 산성, II는 중성, III은 염기성이다.
I은 산성이므로 전하량 보존에 의해 양이온 전하량 합은 음이온 전하량 합과 같다.
0.3 M H_2A 20 mL의 A^{2-} 이온은 6 mmol이므로 총 음이온 전하량은 12이다.
전체 양이온 수도 12이고, 전체 양이온 수 / Na^+ 수 = 3이므로 Na^+는 4 mmol이다.
첨가한 NaOH가 x M, V mL이므로 x × V = 4이다.

II는 중성이므로 초기 H^+ 양과 첨가된 전체 OH^- 양이 같다.
초기 H^+는 0.3 × 20 × 2 = 12 mmol이고, 첨가된 OH^-는 NaOH의 4 mmol과 KOH의 10y mmol이다.
4 + 10y = 12, 10y = 8, y = 0.8이다.

II의 수용액 속 음이온은 A^{2-} 6 mmol뿐이고 부피는 30 + V이므로 몰 농도 합은 6 / (30 + V)이다.
III의 수용액 속 음이온은 A^{2-} 6 mmol과 염기성으로 인해
남은 OH^- 4 mmol로 총 10 mmol이고 부피는 30 + 2V이다.

III의 몰 농도 합은 10 / (30 + 2V)이다.
표에서 몰 농도 비가 3 : 4이므로 (6 / (30 + V)) : (10 / (30 + 2V)) = 3 : 4이다.
24 / (30 + V) = 30 / (30 + 2V), V = 10, x = 0.4이다.
(x / y) × V = (0.4 / 0.8) × 10 = 5이다.

#20. ④
온도와 압력이 일정하므로 기체의 부피는 기체의 몰수에 비례한다.
화학 반응식 A(s) + 2B(g) → C(g)에서 고체인 A는 기체의 부피와 밀도 계산에서 제외된다.

(나)는 한계 반응물인 B가 모두 반응하여 기체가 C만 존재하므로
주어진 식(C의 질량 / 전체 기체의 부피)의 값은 C 기체의 밀도와 같다.

(다)는 한계 반응물인 A가 모두 반응하여 남은 기체 B와 생성된 기체 C가 섞여 있으므로
주어진 식의 값은 C 기체의 밀도 × (전체 기체 중 C의 몰수 비율)이다.

(나)와 (다)의 비율이 3 : 2라는 것은, (다)에서 전체 기체 중 C의 몰수 비율이 2/3라는 뜻이다.
따라서 (다)에서 C의 몰수는 남은 B의 몰수의 2배가 되어야 한다.

투입된 총 B의 질량은 초기 2w + 추가된 3w = 5w이다.
반응 계수비에 따라 소모된 B의 몰수는 생성된 C의 몰수의 2배이다.

총 투입된 B 5w 중 소모된 B의 질량이 4w, 남은 B의 질량이 1w이다.
(가)의 기체 부피(B 2w)를 1이라고 할 때,
(다)에는 남은 B 1w(가의 0.5배 몰수)와 생성된 C(소모된 B 4w에 의해 생성되므로 가의 1배 몰수)가 존재한다.
따라서 (다)의 전체 기체 몰수는 (가)의 1.5배이므로, 부피도 1.5배가 된다.

(가)의 기체 질량은 2w이고, (다)의 기체 총 질량은 투입된 B의 질량 5w와
반응한 A의 질량 xw를 합친 (x + 5)w이다.

밀도는 질량 / 부피이므로, (다)의 밀도는
(가)의 밀도 × (x + 5) / (2 × 1.5) = (가)의 밀도 × (x + 5) / 3 이 된다.

문제에서 (다)의 밀도가 11d라고 주어졌으므로, (x + 5) / 3 = 11이 성립하며
이를 계산하면 x = 28이다.

이제 질량과 몰수의 관계를 통해 분자량을 구해보면, 반응한 A의 질량은 28w이고 소모된 B의 질량은 4w이다.
질량비가 A : B = 28 : 4 = 7 : 1 이고, 반응 몰수비가 A : B = 1 : 2 이므로,
A의 분자량은 B의 분자량의 14배가 된다.
질량 보존 법칙에 의해 C의 분자량 = A의 분자량 + (B의 분자량 × 2)이므로,
C의 분자량은 B의 분자량의 16배가 된다.

x x (B의 분자량 / C의 분자량) = 28 × (1/16) = 7/4이다.