2024학년도 MEET · DEET 대비

1st

일반화학

성 명: _____ **회원 번호:** | | | | | | | | |

시험이 시작되기 전에 문제지를 넘기지 마십시오. 문항을 미리 볼 경우 부정행위에 해당될 수 있습니다.

○ 문제지에 성명과 회원 번호를 정확하게 표기하십시오.

○ 시험 종료 후 감독관의 지시에 따라 답안지를 제출하여야 합니다.

※ 다음은 원소의 주기율표와 기본 상수입니다. 문제 풀이 과정에서 필요할 경우 이를 이용하시오.

<원소의 주기율표>

주기 \ 족	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	주기 \ 족
1	$_{1}$H 1.0																	$_{2}$He 4.0	1
2	$_{3}$Li 6.9	$_{4}$Be 9.0											$_{5}$B 10.8	$_{6}$C 12.0	$_{7}$N 14.0	$_{8}$O 16.0	$_{9}$F 19.0	$_{10}$Ne 20.2	2
3	$_{11}$Na 23.0	$_{12}$Mg 24.3											$_{13}$Al 27.0	$_{14}$Si 28.1	$_{15}$P 31.0	$_{16}$S 32.1	$_{17}$Cl 35.5	$_{18}$Ar 39.9	3
4	$_{19}$K 39.1	$_{20}$Ca 40.1	$_{21}$Sc 45.0	$_{22}$Ti 47.9	$_{23}$V 50.9	$_{24}$Cr 52.0	$_{25}$Mn 54.9	$_{26}$Fe 55.8	$_{27}$Co 58.9	$_{28}$Ni 58.7	$_{29}$Cu 63.5	$_{30}$Zn 65.4	$_{31}$Ga 69.7	$_{32}$Ge 72.6	$_{33}$As 74.9	$_{34}$Se 79.0	$_{35}$Br 79.9	$_{36}$Kr 83.8	4
5	$_{37}$Rb 85.5	$_{38}$Sr 87.6	$_{39}$Y 88.9	$_{40}$Zr 91.2	$_{41}$Nb 92.9	$_{42}$Mo 95.9	$_{43}$Tc [98]	$_{44}$Ru 101.1	$_{45}$Rh 102.9	$_{46}$Pd 106.4	$_{47}$Ag 107.9	$_{48}$Cd 112.4	$_{49}$In 114.8	$_{50}$Sn 118.7	$_{51}$Sb 121.8	$_{52}$Te 127.6	$_{53}$I 126.9	$_{54}$Xe 131.3	5
6	$_{55}$Cs 132.9	$_{56}$Ba 137.3	$_{71}$Lu 175.0	$_{72}$Hf 178.5	$_{73}$Ta 180.9	$_{74}$W 183.9	$_{75}$Re 186.2	$_{76}$Os 190.2	$_{77}$Ir 192.2	$_{78}$Pt 195.1	$_{79}$Au 197.0	$_{80}$Hg 200.6	$_{81}$Tl 204.4	$_{82}$Pb 207.2	$_{83}$Bi 209.0	$_{84}$Po [209]	$_{85}$At [210]	$_{86}$Rn [222]	6
7	$_{87}$Fr [223]	$_{88}$Ra [226]	$_{103}$Lr [260]																7

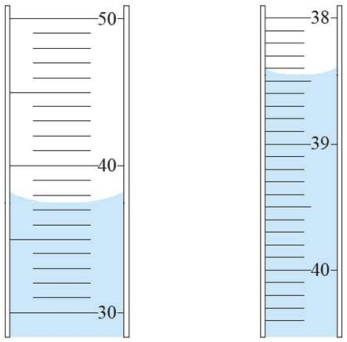
란탄 계열	$_{57}$La 138.9	$_{58}$Ce 140.1	$_{59}$Pr 140.9	$_{60}$Nd 144.2	$_{61}$Pm [145]	$_{62}$Sm 150.4	$_{63}$Eu 152.0	$_{64}$Gd 157.3	$_{65}$Tb 158.9	$_{66}$Dy 162.5	$_{67}$Ho 164.9	$_{68}$Er 167.3	$_{69}$Tm 168.9	$_{70}$Yb 173.0
악티늄 계열	$_{89}$Ac [227]	$_{90}$Th 232.0	$_{91}$Pa [231]	$_{92}$U 238.0	$_{93}$Np [237]	$_{94}$Pu [244]	$_{95}$Am [243]	$_{96}$Cm [247]	$_{97}$Bk [247]	$_{98}$Cf [251]	$_{99}$Es [252]	$_{100}$Fm [257]	$_{101}$Md [258]	$_{102}$No [259]

<기본 상수>

진공 중의 빛의 속도	c	$3.00 \times 10^{8}\,\mathrm{m/s}$	볼츠만 상수	k	$1.38 \times 10^{-23}\,\mathrm{J/K}$
아보가드로 수	N_A	$6.02 \times 10^{23}\,\mathrm{/mol}$			$8.62 \times 10^{-5}\,\mathrm{eV/K}$
기체상수	R	$8.31\,\mathrm{J/mol{\cdot}K}$	기본 전하량	e	$1.60 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$
		$8.21 \times 10^{-2}\,\mathrm{atm{\cdot}L/mol{\cdot}K}$	전자의 질량	m_e	$9.11 \times 10^{-31}\,\mathrm{kg}$
패러데이 상수	F	$9.65 \times 10^{4}\,\mathrm{C/mol}$	양성자의 질량	m_p	$1.67 \times 10^{-27}\,\mathrm{kg}$
플랑크 상수	h	$6.63 \times 10^{-34}\,\mathrm{J{\cdot}s}$	중성자의 질량	m_n	$1.68 \times 10^{-27}\,\mathrm{kg}$
		$4.14 \times 10^{-15}\,\mathrm{eV{\cdot}s}$			

2 일반화학

1. 그림은 눈금 실린더와 뷰렛에 액체가 들어 있는 모습을 나타낸 것이다.



눈금 실린더 뷰렛

유효 숫자를 고려해서 측정값을 옳게 나타낸 것은?

	눈금 실린더(mL)	뷰렛(mL)
①	37	38.5
②	37.5	38.5
③	37.5	38.45
④	37.55	38.45
⑤	37.55	38.455

정답 : ③

▸ 유효 숫자는 최소 눈금 단위를 기준으로 한 자리 추정하여 기록하는 것이 원칙이다.
▸ 눈금 실린더는 용기에 들어있는 액체의 부피를 측정하는 장치이고, 뷰렛은 용기에서 빠져나간 액체의 부피를 측정하는 장치이다.

2. 다음은 $Mg(s)$과 $Al(s)$의 혼합물 3.9g이 $HCl(aq)$과 모두 반응하여 수소 기체를 생성하는 반응에 대한 불균형 화학 반응식이다.

○ $Mg(s) + HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$
○ $Al(s) + HCl(aq) \rightarrow AlCl_3(aq) + H_2(g)$

STP에서 생성된 $H_2(g)$의 부피가 4.48L일 때, 혼합물에서 $Mg(s)$의 양(mol)은? (단, Mg과 Al의 원자량은 각각 24, 27이다.)

① $\frac{1}{100}$ ② $\frac{1}{50}$ ③ $\frac{3}{100}$
④ $\frac{1}{25}$ ⑤ $\frac{1}{20}$

정답 : ⑤

▸ 화학 반응식의 균형을 맞추면 다음과 같다.
$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$
$Al(s) + 3HCl(aq) \rightarrow AlCl_3(aq) + \frac{3}{2}H_2(g)$
▸ STP에서 1 mol은 22.4 L이므로, 생성된 $H_2(g)$은 0.2 mol이다.
▸ $Mg(s)$을 a mol, $Al(s)$을 b mol로 가정하면 혼합물의 질량과 생성된 수소의 몰수로 다음과 같은 2개의 식을 세울 수 있다.
① : $24a + 27b = 3.9$
② : $a + 1.5b = 0.2$
▸ 두 식을 연립하면 $a = \frac{1}{20}$ mol이다.

3. 다음은 원소 A와 B로 구성된 분자성 물질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

화합물	A의 질량 백분율(%)
(가)	40
(나)	25
(다)	25

- 원자량은 B가 A의 1.5배이다.
- (다)는 $\frac{\text{분자량}}{\text{실험식량}} = 2$이다.
- 화합물 1g당 분자 수는 (가) 〉 (나) 〉 (다)이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

〈보 기〉

ㄱ. (가)의 분자식은 AB이다.
ㄴ. B 원자의 수는 (나) 2mol이 (다) 1mol보다 크다.
ㄷ. 분자 수는 (가) 1g이 (나) 2g보다 크다.

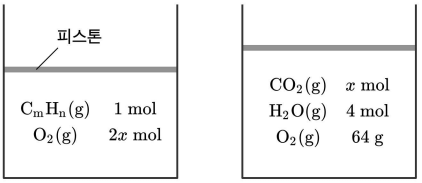
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

정답 : ①

▸ A의 원자량을 2, B의 원자량을 3이라 놓고, A와 B의 질량백분율을 원자량으로 나누어 몰수비를 통해 실험식을 구할 수 있다.
∴ (가)의 실험식은 AB, (나)는 AB_2, (다)는 AB_2 이다.
▸ 두 번째 자료를 통해 구한 (다)의 분자식은 A_2B_4 이다.
▸ 같은 질량에서의 분자 수는 분자량에 반비례한다. 따라서 분자량의 크기순서는 (가)〈(나)〈(다)이다. (다)와 같은 실험식을 가지면서 분자량이 (다)보다 작은 건 AB_2밖에 없으므로 (나)가 AB_2이고, AB의 실험식을 가지면서 (나)보다 분자량이 작은 AB가 (가)이다.

ㄱ. (가)의 분자식은 AB이다.
ㄴ. (나) 2mol과 (다) 1mol 모두 B원자의 수는 4mol로 같다.
ㄷ. 분자 수는 질량을 분자량으로 나누어 구할 수 있다. A의 원자량을 a, B의 원자량을 b라고 했을 때, (가)의 분자량은 $a+b$, (나)의 분자량은 $a+2b$이다. (나)에서 분자는 2배가 되었지만 분모는 2배가 안되므로 분자 수는 (가) 1g이 (나) 2g보다 작다.

4. 다음은 탄화수소(C_mH_n)를 완전히 연소시킬 때 반응 전후에 물질의 양을 나타낸 것이다.



초기 상태 나중 상태

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도와 대기압은 일정하고 피스톤의 무게와 마찰은 무시한다. 반응물과 생성물은 모두 이상기체 법칙을 따른다. C, H, O의 원자량은 각각 12, 1, 16이다.)

〈보 기〉

ㄱ. 실험식량은 O_2가 C_mH_n의 2배보다 크다.
ㄴ. 기체의 밀도는 나중 상태에서가 초기 상태에서의 $\frac{9}{10}$배이다.
ㄷ. 1g에 포함된 수소 원자의 수는 C_mH_n이 H_2O보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 : ④

◦ 반응 전후 각 원자의 수가 보존되어야 한다.

원자	원자의 수	
	반응 전	반응 후
C	m	x
H	n	8
O	$4x$	$2x+4+4$

따라서 $x=4, m=4, n=8$이다.

ㄱ. 실험식량은 다음과 같다. 2배보다 크지 않다.

분자식	O_2	C_4H_8
실험식	O	CH_2
실험식량	16	14

ㄴ. 반응 전후 기체의 몰수는 9:10이다. 따라서 부피가 9:10이고 밀도는 10:9이다.
ㄷ. 1g에 포함된 수소 원자의 수는 수소 원자의 질량 백분율에 비례한다. C_mH_n에서 $\frac{2}{14}$, H_2O에서 $\frac{2}{18}$이므로 C_mH_n에서가 더 크다.

5. 다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.

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

피스톤이 달린 실린더에서 일정 압력 조건으로 반응이 진행될 때, 표는 반응 전과 반응이 완결된 후, 기체의 부피 및 초기 반응물의 양을 나타낸 것이다.

실험	반응물의 양(mol)		반응 전 부피	반응 후 부피
	A	B		
Ⅰ	a	b	$10V$	$8V$
Ⅱ	b	a	$10V$	$7V$

$\frac{b}{a}$는? (단, 온도는 일정하고, 모든 기체는 이상 기체와 같은 거동을 한다.)

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

정답 : ④

- 온도와 압력이 일정한 조건이므로 부피와 몰수가 비례 관계에 있다.
- 문제에서 최종적으로 요구하는 조건도 비율이므로 반응 전과 반응 후 부피의 비율을 몰수의 비율로 바꿔서 풀이한다.
- 실험 Ⅰ에서 반응 전후 기체의 몰수 비는 10:8이며, 실험 Ⅱ에서 반응 전후 기체의 몰수 비는 10:7이다. 주어진 반응은 계수 기준으로 기체 분자 수가 1 감소하는 반응이므로 각각 계수의 2배, 3배 만큼 반응해야 한다.

실험 Ⅰ

	$A(g)$	+	$2B(g)$	→	$2C(g)$
					0
	−2		−4		+4
					4

실험 Ⅱ

	$A(g)$	+	$2B(g)$	→	$2C(g)$
					0
	−3		−6		+6
					6

- 실험 Ⅰ에서 A가 한계 반응물인 경우를 가정하면 반응 전 A와 B의 양을 2와 8로 둘 수 있고, 이 경우 실험 Ⅰ의 조건은 만족할 수 있지만, 실험 Ⅱ에 대입하는 경우 모순이다.
- 실험 Ⅰ에서 B가 한계 반응물인 경우를 가정하면 반응 전 A와 B의 양을 6과 4로 둘 수 있고, 이 경우 실험 Ⅱ에 A와 B의 양을 4와 6으로 바꿔서 대입하면 주어진 조건을 만족한다.

따라서 $a : b = 6 : 4$이고 $\frac{b}{a} = \frac{2}{3}$이다.

6. 다음은 $A(g)$와 $B(g)$의 양을 달리하여 반응을 완결시킨 실험 Ⅰ~Ⅲ에 대한 자료이다.

o 화학 반응식 : $A(g) + bB(g) \rightarrow cC(g)$ (b, c는 반응 계수)

실험	반응 전 기체의 양(mol)		반응 완결 후 혼합 기체의 양(mol)
	$A(g)$	$B(g)$	
Ⅰ	3	4	4
Ⅱ	2	10	6
Ⅲ	4	x	7

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

〈보 기〉

ㄱ. $b + c = 6$이다.
ㄴ. 실험 Ⅰ과 Ⅱ에서 반응 완결 후 남은 반응물의 양(mol)은 같다.
ㄷ. $x = 12$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 : ⑤

- 첫 번째 실험은 반응이 완결된 후 혼합기체의 양이 3mol이 감소했고, 두 번째 실험에서는 6mol이 감소했으므로 두 번째 실험에서 반응한 양이 첫 번째 실험의 2배라는 것을 알 수 있다.
- 첫 번째 실험에서 A가 한계 반응물이었다면 두 번째 실험에서 A가 6mol 반응해야 한다. 하지만 A는 2mol밖에 없으므로 모순이다.
  ∴ 첫 번째 실험에서의 한계 반응물은 B이고, 4mol 반응했다.
- 반응 완결 조건과 비가역 화살표가 주어졌으므로, 한계 반응물이 모두 소모될 때까지 반응했다는 것을 알 수 있다.

	$A(g)$	+	$bB(g)$	→	$cC(g)$
	2		10		0
	−2		−8		+4
	0		2		4

실험Ⅱ를 통해 반응 몰수비이며 또한 계수비가 1:4:2임을 알았으므로, b = 4 c = 2를 구할 수 있다.

	$A(g)$	+	$4B(g)$	→	$2C(g)$
	3		4		0
	−1		−4		+2
	2		0		2

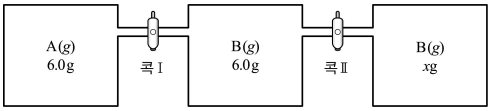
실험 Ⅰ을 통해 검산 가능하다.

ㄱ. $b + c = 6$이다.
ㄴ. 실험 Ⅰ과 Ⅱ에서 반응 완결 후 남은 반응물의 양(mol)은 2로 같다.
ㄷ. $x = 12$를 대입해서 계산하면 주어진 조건을 잘 만족한다.

	$A(g)$	+	$4B(g)$	→	$2C(g)$
	4		12		0
	−3		−12		+6
	1		0		6

7. 기체 A와 B의 반응에 대한 실험 과정과 실험 결과이다.

〈실험 과정〉
(가) 그림과 같이 콕이 닫힌 채로 용기에 기체 A와 B를 넣는다.



(나) 콕 I을 열면 A와 B는 다음과 같이 완전히 반응하여 C를 생성한다.

$$A(g)+2B(g) \rightarrow cC(g) \qquad (c : \text{반응 계수})$$

(다) 반응이 완결된 후 용기에 남은 $A(g)$의 질량과, $C(g)$의 몰분율을 측정한다.

(라) 콕 II를 열어 반응을 완결시킨 후 혼합 기체에서 $B(g)$의 몰분율을 측정한다.

〈실험 결과〉
- (다)에서 측정한 $A(g)$의 질량은 2.0g이며, $C(g)$의 몰분율은 0.80이다.
- (라)에서 측정한 $B(g)$의 몰분율은 0.25이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B의 반응은 한계 반응물이 모두 소모될 때까지 진행된다.)

〈보 기〉

ㄱ. 화학식량은 A가 B의 1.5배이다.
ㄴ. $c=2$이다.
ㄷ. $x=6.0$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

정답 : ⑤

- 과정 3)에서 측정한 결과로부터 B는 한계 반응물이며, A는 6.0g중 4.0g이, B는 6.0(g)이 모두 반응했고 C는 질량 보존의 법칙을 만족해야 하므로 10g이 생성되었음을 알 수 있다. 반응 후 남아 있는 C의 몰분율이 0.8이라면 남아 있는 A의 몰분율은 0.2이고, A : C = 1 : 4의 몰수비를 갖는다.
- 남은 A의 질량 2g에 해당하는 몰수를 n으로 두면 초기에 6g으로 존재하는 A의 몰수는 $3n$이며, 반응한 4g에 해당하는 A의 몰수는 $2n$이다. 계수를 통해 반응한 B의 몰수는 $4n$이 되고, 생성된 C의 몰수는 반응 후 A와 C의 몰수비가 1 : 4임을 이용하면 $4n$이다. 즉, 반응한 몰수비가 A : B : C = 1 : 2 : 2가 되므로 전체 반응식은 A + 2B→2C이다.
- n몰에 해당하는 질량은 A는 2g, B는 1.5g, C는 2.5g이므로 화학식량의 비는 4 : 3 : 5이다.

ㄱ. 화학식량은 A가 B의 $\frac{4}{3}$배이다.

ㄴ. $c=2$이다.

ㄷ. 오른쪽 용기에 존재하는 B xg의 몰수를 a로 두면 다음과 같이 양론 계산이 되며, 이때 반응 후 B의 몰분율이 0.25이므로 반응 후 남아 있는 B의 몰수는 $2n$이다.

A	+	2B	→	2C
n		a		$4n$
$-n$		$-2n$		$+2n$
0		$a-2n$		$6n$

따라서 $a=4n$이고 n몰에 해당하는 B의 질량이 1.5g이므로 $x=6.0$이다.

8. 다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C와 D가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.

$$3\mathrm{A}(g) + b\mathrm{B}(g) \rightarrow \mathrm{C}(g) + 2\mathrm{D}(g)$$

표는 반응 전 반응물의 양과 반응 완결 후 C의 몰분율을 나타낸 것이다.

실험	반응 전 반응물의 양(mol)		반응 후 C의 몰분율
	A	B	
Ⅰ	a	1	$\frac{1}{6}$
Ⅱ	a	5	$\frac{1}{6}$

$\frac{a}{b}$는?

① 1 ② $\frac{3}{2}$ ③ 3
④ $\frac{9}{2}$ ⑤ $\frac{11}{3}$

정답 : ②

▸ Ⅰ에서 A가 한계 반응물이라고 가정하면 Ⅱ에서는 B만 늘었기 때문에 여전히 A가 한계 반응물이다. Ⅰ과 Ⅱ에서 생성되는 C의 양은 동일한데 반응 후 남은 B의 양이 늘어나므로 반응 후 C의 몰분율이 동일하게 유지될 수 없다. 따라서 주어진 조건에 모순되므로 Ⅰ에서 한계 반응물은 B이다.

▸ Ⅱ에서 한계 반응물이 B라고 가정하면, 생성된 C는 Ⅰ에서의 5배이고 반응 후 남은 A의 양은 Ⅰ에서보다 작을 것이다. C의 몰분율을 구할 때 분자는 Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 5배이고 분모는 5배보다 작으므로 동일한 몰분율이 나올 수 없다. 마찬가지로 주어진 조건에 모순되므로 Ⅱ에서 한계 반응물은 A이다.

▸ 생성된 C의 몰수를 n이라 하고 Ⅰ의 양론 계산을 해보면 다음과 같다.

$3\mathrm{A}(g)$	+	$b\mathrm{B}(g)$	→	$\mathrm{C}(g)$	+	$2\mathrm{D}(g)$
$+a$		$+1$				
$-3n$		-1		$+n$		$+2n$
$+3n$		$+0$		$+n$		$+2n$

이를 통해 초기에 A는 $6n(a=6n)$만큼이 있었음을 알 수 있다.

▸ Ⅱ는 반응 후 Ⅰ의 상황에서 B를 4만큼 추가한 것으로 생각할 수 있다.

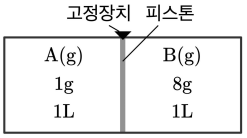
$3\mathrm{A}(g)$	+	$b\mathrm{B}(g)$	→	$\mathrm{C}(g)$	+	$2\mathrm{D}(g)$
$+3n$		4		$+n$		$+2n$
$-3n$		-1		$+n$		$+2n$
0		$6n$		$+2n$		$+4n$

반응 후 C의 몰분율이 $\frac{1}{6}$이 되려면 반응 후 총 몰수는 $12n$이 되어야 한다. 따라서 B의 최종 몰수는 $6n$이다.

▸ 앞의 두 양론계산에서 반응한 A와 B의 양은 동일하기 때문에 Ⅱ에서 반응한 B는 1이다. 따라서 $6n$에 해당하는 B의 양은 3이고, $n=0.5$이다. 따라서 $a=6n=3$이다.

▸ A와 B는 3 : 2의 몰수비로 반응하기 때문에 $b=2$이다.

9. 다음은 피스톤이 고정된 실린더에 단원자 이상기체 A와 B를 넣은 상태이다. 단위 시간당 단위 면적당 기체 분자가 벽면에 충돌하는 횟수는 A와 B가 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, 피스톤의 무게 및 마찰은 무시한다.)

<보 기>

ㄱ. 기체 분자의 평균 운동 에너지는 A와 B가 같다.
ㄴ. 고정 장치를 제거하면 피스톤은 왼쪽으로 이동한다.
ㄷ. 제곱 평균 제곱근 운동 속력(v_{rms})은 A가 B의 2배이다.

① ㄴ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 : ⑤

◦ 단위 시간당 단위 면적당 기체 분자가 벽면에 충돌하는 횟수(충돌 빈도)는 $\frac{n}{V}\times v$에 비례한다. $n=\frac{w}{M}$이고 운동 속력은 $\sqrt{\frac{T}{M}}$에 비례한다. 부피와 온도가 일정하므로 $\frac{n}{V}\times v \propto \frac{w}{M}\times\frac{1}{V}\times\sqrt{\frac{T}{M}} \propto \frac{w}{M^{3/2}}$이다.

두 기체는 질량이 1:8이고 충돌 빈도가 같으므로 분자량은 A:B=1:4이다.

ㄱ. 온도가 같으면 평균 병진 운동 에너지는 같다. (단원자 이상기체이므로 병진운동 이외에 다른 운동은 없다.)

ㄴ. A와 B에서 분자량이 1:4이므로 몰수는 1:2이다. 초기 압력은 B가 A의 2배이다. 고정 장치를 제거하면 피스톤은 왼쪽으로 이동한다.

ㄷ. A와 B에서 분자량이 1:4이므로 운동 속력은 A:B=2:1이다.

10. 다음은 동일한 부피를 갖는 강철 용기에 들어 있는 기체 Ⅰ~Ⅲ의 성질을 나타낸 것이다. 기체 Ⅰ~Ⅲ은 각각 Ne과 Ar 중 하나이고, Ne과 Ar의 원자량은 각각 20과 40이다.

기체	밀도(상댓값)	평균 속력(상댓값)	평균 운동 에너지 (상댓값)
Ⅰ	a	b	c
Ⅱ	a	$\sqrt{2}b$	c
Ⅲ	a	$2b$	$2c$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, Ne과 Ar은 이상 기체로 간주한다.)

<보 기>

ㄱ. Ⅲ은 Ne이다.
ㄴ. 기체의 내부 에너지는 Ⅲ이 Ⅰ의 4배이다.
ㄷ. 분자간 평균 거리는 Ⅱ에서가 Ⅲ에서보다 작다.

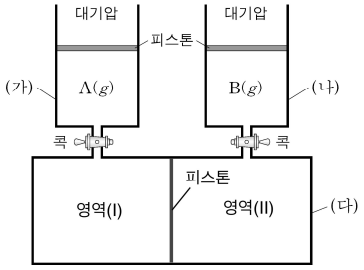
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

정답 : ③

▸ 동일한 부피에서 동일한 밀도를 갖는 것을 통해서 각 기체의 질량이 동일함을 알 수 있다.
▸ 평균 운동에너지는 절대 온도에 비례하므로 기체의 온도는 Ⅰ과 Ⅱ는 같고 Ⅲ은 2배이다.
▸ 평균 속력은 온도와 원자량에 의존하는데 Ⅰ과 Ⅱ는 같은 온도이고 평균 속력은 Ⅰ이 느리므로 Ⅰ이 원자량이 큰 Ar이며 Ⅱ는 Ne임을 알 수 있다.
▸ Ⅲ은 Ⅱ와 비교해서 온도가 2배일 때 평균 속력이 $\sqrt{2}$ 배이므로 원자량은 동일한 기체이고 따라서 Ⅲ은 Ne이다.

ㄱ. Ⅲ은 Ne이다.
ㄴ. 기체의 내부 에너지는 온도와 몰수의 곱에 비례한다. Ⅲ과 Ⅰ은 질량이 동일한 가운데 원자량은 Ⅲ의 Ne이 $\frac{1}{2}$ 배이므로 몰수는 Ⅲ이 Ⅰ의 2배이다. 온도도 Ⅲ이 Ⅰ의 2배이므로 내부 에너지는 Ⅲ이 Ⅰ의 4배이다.
ㄷ. 분자간 평균 거리는 농도가 클수록 작다. Ⅱ와 Ⅲ은 같은 질량의 Ne이므로 몰수가 같고, 동일한 부피를 가지므로 농도가 같다. 따라서 분자간 평균 거리는 동일하다.

11. 다음은 용기에 기체 A, B를 넣은 초기 상태이다. (다)의 영역 I, II는 진공 상태이다.



두 콕을 동시에 열어 각 (가)와 (나)에서 각 기체의 일부를 분출시킨 후 동시에 콕을 닫았다. 피스톤의 이동이 멈춘 평형 상태에 도달하였을 때, (다)에서 기체의 부피는 (I)에서가 (II)에서의 2배이다.

평형 상태에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 피스톤의 무게와 마찰은 무시한다. 콕의 크기는 동일하고 기체는 모두 이상 기체이다. 온도와 대기압은 일정하다.)

① 분자의 평균 병진 운동 에너지는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.
② 기체 분자가 벽면에 충돌하는 빈도는 (가)와 (나)에서 같다.
③ 기체의 밀도는 (II)에서가 (I)에서의 4배이다.
④ 온도를 높이면 (I)의 부피는 커진다.
⑤ 피스톤을 제거하면 (다)에서 기체의 부분 압력은 A와 B가 같다.

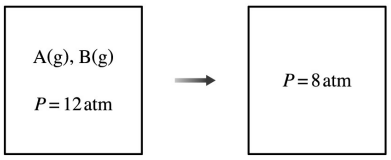
정답 : ③

(다)에서 기체의 부피는 I에서가 2배이다. 따라서 분출 속도는 A가 B의 2배이고, 분자량은 B가 A의 4배이다.
① 온도가 일정하므로 분자의 평균 병진 운동 에너지는 모두 같다.
② 분자의 운동 속력이 A가 B의 2배이다. 충돌 빈도는 (가)에서가 크다.
③ $d = \frac{PM}{RT}$ 이다. 분자량이 B가 4배이므로 밀도는 II에서가 4배이다.
④ 온도를 높이면 I와 II에서 모두 압력이 높아지고, 부피는 일정하다.
⑤ 피스톤을 제거하면 (다)에서 기체의 분압은 몰수에 비례한다. A가 B의 2배가 된다.

12. 다음은 기체 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식이다.

$$3A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$

그림 (가)는 강철 용기에 기체 A와 B가 들어 있는 것을, (나)는 (가)에서 반응이 완결된 후의 상태를 나타낸 것이다. 반응 전과 후 혼합 기체의 압력은 각각 12atm, 8atm이며, 반응 후 혼합 기체에서 C의 질량 백분율은 50%이다. 분자량은 B와 C가 같다.



(가) (나)

(가)에서 A의 질량 백분율은 x%, (나)에서 C의 몰분율은 y일 때, $x \times y$는? (단, 온도는 일정하고, 모든 기체는 이상 기체와 같은 거동을 한다.)

① $\frac{25}{2}$ ② $\frac{50}{3}$ ③ 25
④ 40 ⑤ 50

정답 : ①

▸ 온도와 부피가 동일하므로 압력을 이용한 양론 계산이 가능하고, 전체 반응 과정에서 압력이 4atm 줄었다는 것을 이용하면, 계수의 2배가 반응한 상황임을 알 수 있다. 따라서 가능한 조합은 다음과 같다.

$3A(g)$	+	$B(g)$	→	$2C(g)$
10		2		
−6		−2		+4
4		0		4

$3A(g)$	+	$B(g)$	→	$2C(g)$
6		6		
−6		−2		+4
0		4		4

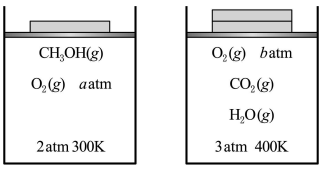
▸ 문제의 조건으로 B와 C의 분자량이 같고, 이를 반응식에 대입하면 A, B, C의 분자량의 비율은 1:3:3이다. 따라서 반응 후 혼합 기체에서 C의 질량 백분율이 50%인 경우는 두 번째 경우이다.

▸ (가)에서 A와 B의 몰수는 같고, 분자량은 1:3이므로 A의 질량 백분율은 25%이다.
$\therefore\ x = 25$

▸ (나)에서 B와 C의 몰수는 동일하므로 C의 몰분율은 $\frac{1}{2}$이고, $y = \frac{1}{2}$이다.

$\therefore\ x \times y = \frac{25}{2}$

13. (가)는 실린더 안에 기체를 넣은 초기 상태를 나타낸 것이다. 기체의 압력을 3atm으로 하고 온도를 높여 CH_3OH가 완전히 연소된 후 (나)가 되었다. a, b는 각각 (가)와 (나)에서 산소의 부분 압력이다.



(가) (나)

기체의 부피는 (가)와 (나)에서 같다면 $\frac{b}{a}$는? (단, 반응물과 생성물은 모두 이상기체이다.)

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

정답 : ①

(가)와 (나)에서 기체의 몰수비는 $\frac{2 \times V}{R \times 300} : \frac{3 \times V}{R \times 400} = 8 : 9$이다.
반응 전후 기체의 몰수 비는 다음과 같다.

	$2CH_3OH$	+	$3O_2$	→	$2CO_2$	+	$4H_2O$
i	2		6				
c	−2		−3		+2		+4
e	0		3		2		4

따라서 O_2의 몰분율은 (가)에서 $\frac{3}{4}$, (나)에서 $\frac{1}{3}$이다.
O_2의 압력은 전체 압력과 몰분율의 곱과 같다.

$\frac{b}{a} = \frac{3\text{atm} \times \frac{1}{3}}{2\text{atm} \times \frac{3}{4}} = \frac{2}{3}$이다.

14. 다음은 A와 B가 반응하여 C가 될 때의 균형 화학 반응식이다.

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

표는 피스톤이 달린 실린더에 넣은 A와 B의 초기 질량에 따라 반응이 완전히 진행된 후 생성된 C의 질량을 나타낸 것이다.

실험	초기 질량(g)		생성된 C의 질량(g)
	A	B	
I	3	3	5
II	3	6	7.5

반응이 완결된 후의 평형 상태에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고 대기압은 1atm이다. 기체는 이상기체 법칙을 따른다. 피스톤의 무게와 마찰은 무시한다.)

〈보 기〉

ㄱ. 화학식량은 C가 A의 $\frac{5}{4}$배이다.
ㄴ. 기체의 밀도는 I에서가 II에서의 $\frac{16}{15}$배이다.
ㄷ. I에서 C의 분압은 0.8atm이다.

① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 : ⑤

실험 II는 실험 I보다 B가 2배 많이 첨가됐지만 생성된 C는 2배가 되지 않는다. 따라서 한계 반응물은 I에서 B, II에서 A이다. 반응 양론은 다음과 같다.

[실험 I]

	A	+	2B	→	2C
처음	3g		3g		
	1.5몰		2몰		
반응	−2g		−3g		+5g
	−1몰		−2몰		+2몰
나중	1g		0		5g
	0.5몰		0		2몰

[실험 II]

	A	+	2B	→	2C
처음	3g		6g		
	1.5몰		4몰		
반응	−3g		−4.5g		+7.5g
	−1.5몰		−3몰		+3몰
나중	0		1.5g		7.5g
	0		1몰		3몰

ㄱ. 반응한 몰수와 질량으로부터, 화학식량은 A:B:C = 4:3:5이다.

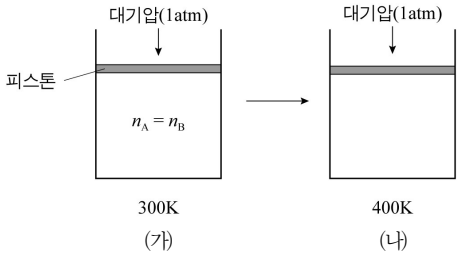
ㄴ. 기체의 부피는 기체의 총 몰수에 비례한다. 밀도는 I:II=$\frac{6g}{2.5V}$: $\frac{9g}{4V}$= 16 : 15이다.

ㄷ. I에서 반응 후 몰수는 A:C=1:4이므로 C의 분압은 $1 \times \frac{4}{5}$atm이다.

15. 다음은 $A(g)$와 $B(g)$가 반응하여 $C(g)$를 생성하는 비가역 반응에 대한 균형 화학 반응식이며, a는 반응 계수로 정수이다.

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

그림 (가)는 300K에서 동일한 몰수의 $A(g)$와 $B(g)$가 담겨 있는 반응 전의 상태를 나타낸 것이며, 그림 (나)는 온도를 400K으로 높여 반응이 완결된 후의 모습을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 기체의 부피는 동일하고, (가)에서 기체의 평균 속력은 $A(g)$가 $B(g)$의 2배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응은 한계 반응물이 모두 소모될 때까지 진행되었으며, 기체는 이상 기체 상태 방정식을 만족하고, 피스톤의 무게 및 마찰은 무시한다.)

〈보 기〉

ㄱ. a는 2이다.
ㄴ. (나)의 혼합 기체에서 C의 분압은 0.5atm이다.
ㄷ. (나)의 혼합 기체에서 C의 질량 백분율은 60%이다.

① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 : ③

▸ (가)에서 평균 속력이 $A(g)$가 $B(g)$의 2배라는 것을 통해 $M_A : M_B = 1 : 4$임을 알 수 있다.
▸ (가)와 (나)에서 부피와 압력이 동일하므로 몰수는 온도에 반비례한다. (가)에서 (나)가 될 때 온도가 $\frac{4}{3}$배이므로, 몰수는 $\frac{3}{4}$배임을 알 수 있다.

ㄱ. 문제에서 한계 반응물이 모두 소모되었기 때문에 반응식의 계수를 통해 $A(g)$가 모두 소모되었음을 알 수 있다. 반응 후 전체 몰수가 감소하였으므로 a는 1보다 크다.

$aA(g)$	+	$B(g)$	→	$2C(g)$
2		2		
−2		$-\frac{2}{a}$		$+\frac{4}{a}$
		$2-\frac{2}{a}$		$+\frac{4}{a}$

생성물의 몰수는 $2 + \frac{4}{a}$ = 3이 되어야 하므로 a = 2이다.

ㄴ. 대기압이 1atm이고, (나)의 혼합 기체에서 C의 몰분율은 $\frac{2}{3}$이므로 C의 분압은 $\frac{2}{3}$atm이다.

ㄷ. $M_A : M_B = 1 : 4$이고, 반응식에서 질량 보존의 법칙을 만족해야 한다. 2몰의 $A(g)$와 1몰의 $B(g)$가 반응하여 2몰의 $C(g)$를 생성해야 하므로, $M_A : M_B : M_C = 1 : 4 : 3$ 이다. 반응이 완결된 (나)에는 B가 1몰, C가 2몰 존재하므로 C의 질량 백분율은 화학식량의 비율과 몰수를 고려하여 계산하면 $\frac{6}{4+6} \times 100 = 60\%$이다.

16. 다음은 기체의 성질을 알아보기 위한 실험 과정 및 결과이다.

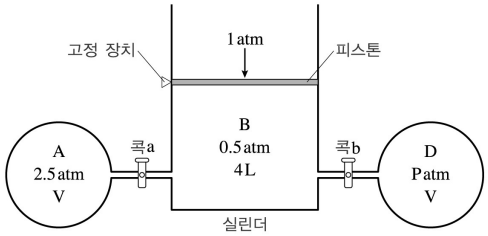
[화학 반응식]

◦ $A(g) + bB(g) \rightarrow 2C(g)$ (b는 반응 계수)

◦ $A(g) + D(g) \rightarrow E(g)$

[실험 과정]

(가) 온도 T에서 그림과 같이 용기에 기체 A, B, C를 넣는다.



(나) 피스톤의 고정 장치를 제거하고 콕 a를 연다.

(다) 온도를 $2T$로 하여 반응이 완전히 진행되도록 한다.

(라) 콕 b를 열고 온도 $2T$에서 반응이 완전히 진행되도록 한다.

[실험 결과]

◦ (나)에서 반응은 일어나지 않았고, 실린더의 부피가 3.5L가 되었다.

◦ (다)에서 측정한 A의 분압은 $\frac{2}{3}$ atm이다.

◦ (라)에서 측정한 A의 분압은 $\frac{1}{3}$ atm이고, 이때 실린더의 부피는 xL이다.

$b \times x$는? (단, 대기압은 1atm으로 일정하다. 기체는 모두 이상 기체 법칙을 따른다. 연결관의 부피 및 피스톤의 무게와 마찰은 무시한다.)

① 4 ② 8 ③ 12
④ 16 ⑤ 18

정답 : ④

◦ 온도 T에서 초기 기체의 PV곱은 A=2.5V, B=2, D=PV이다.

◦ (나)에서 콕을 열었을 때 기체의 A와 B 혼합기체의 전체 PV 곱을 알 수 있다. 2.5V + 2 = (V+3.5)이므로 V=1이다.

◦ (다)와 (라)에서 모두 A는 한계 반응물이 아니다. 온도 T에서의 PV곱을 기준으로 정리하면, 다음과 같다.

	A	+	bB	→	2C
초기	2.5		2		
반응	$-a$		$-ab$		$+2a$
나중	$2.5-a$		0		$2a$

	A	+	D	→	E
초기	$2.5-a$		P		
반응	−P		−P		+P
나중	$2.5-a-P$		0		P

◦ (다)에서 반응 후 몰수 비는 A:C=2:1이다. $2.5-a : 2a = 2 : 1$이므로 $a = 0.5$이다. ab=2이므로 b=4이다.

◦ (라)에서 반응 후 몰수비는 A:(C+E)=1:2이다. a=0.5이므로 P=1이다.

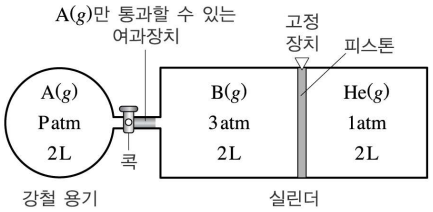
◦ 반응 후 전체 기체의 PV는 온도 T에서 3이다. 온도 2T에서는 PV=6이 되므로 전체 부피는 6L이고 실린더에서의 부피는 4L이다.

◦ $b = 4, x = 4$이므로 $b \times x = 16$이다.

17. 다음은 기체 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식이다.

$$A(g) + 3B(g) \rightarrow 2C(g)$$

그림은 강철 용기가 실린더와 연결된 것을 나타낸 것이다. 콕이 닫혀 있는 강철 용기에는 A(g)가, 피스톤으로 분리된 실린더에는 B(g)과 He(g)이 들어 있다. 콕과 실린더 사이에는 A(g)만 통과할 수 있는 여과 장치가 설치되었다.



위 그림과 같은 상태 Ⅰ에서 콕을 열고 반응이 완결된 후 상태 Ⅱ를 얻었으며, 상태 Ⅱ에서 고정 장치를 제거하고 평형에 도달한 상태 Ⅲ을 얻었다. 상태 Ⅲ에서 측정한 He(g)의 부피는 1L일 때, P는? (단, 온도는 일정하며 모든 기체는 이상 기체의 거동을 보이고, 연결부 및 피스톤의 부피와 마찰은 무시한다.)

① 2 ② $\frac{8}{3}$ ③ $\frac{9}{2}$
④ $\frac{14}{3}$ ⑤ 5

정답 : ②

▸ 문제의 조건에서 상태 Ⅲ에서 He의 부피는 1L라 하였고, 온도는 일정하므로 압력은 2atm이다. 피스톤 왼쪽의 부피는 3L이고 피스톤의 고정 장치는 제거되었으므로 피스톤의 왼쪽 기체의 압력과 He의 압력은 동일하여 2atm 이다.

▸ A(g)와 B(g)의 PV를 이용하여 양론 계산하여 A의 초기 압력을 구할 수 있다.
만일 A(g)가 한계 반응물이라 가정한다면

	−A	⇄	−3B	+	2C
	$-2P$		6		−0
	$-2P$		$-6P$		$+4P$
	0		$6-6P$		$-4P$

반응 후, 전체 기체의 $PV = 6-2P < 6$ 으로 모순이다. (상태 Ⅲ에서 실린더 왼쪽만의 PV가 이미 6이므로 반응 후 전체 기체의 PV는 6보다 커야 한다.)
따라서 한계 반응물은 B(g)임을 알 수 있고 이를 바탕으로 계산하면

	−A	⇄	−3B	+	2C
	$-2P$		6		−0
	-2		-6		$+4$
	$2P-2$		0		-4

▸ C(g)는 강철 용기 쪽으로 이동할 수 없고, 실린더의 왼쪽에만 존재한다. 따라서 상태 Ⅲ에서 실린더 왼쪽의 PV=6 중에서 C(g)가 4를 차지하고, 나머지 2는 A(g)의 PV이다.

▸ A(g)는 강철 용기와 실린더의 왼쪽에 고르게 확산되어 있다. 강철용기와 실린더 왼쪽의 부피비가 2 : 3이므로 상태 Ⅲ에서 A(g)의 전체 $PV = 2 \times \frac{5}{3} = \frac{10}{3}$이다. 또한 $\frac{10}{3} = 2P-2$ 이므로, 따라서 $P = \frac{8}{3}$ atm 이다.