

[2027.06.01.]

1. 다음은 묽은 용액의 총괄성에 대한 설명이다.

비휘발성, 비전해질 용질이 녹아 있는 묽은 용액에서 증기압력 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, ㉠은/는 용질의 종류에 관계없이 용질의 입자 수에 비례한다.

다음 중 ㉠으로 가장 적절한 것은?

- ① 삼투압 ② 기화열 ③ 열용량 ④ 엔탈피 ⑤ 표면 장력

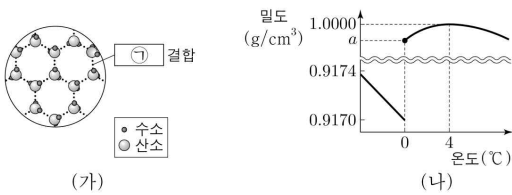
우선 용액의 농도와 그 값이 관련 있는 삼투압만이 가능한 답이 되므로 ①이 정답입니다.

다만 묽은 용액의 총괄성이라는 개념에 대해서도 한 번 짚고 넘어가야 하는데, 각 특성들이 해당하는 용액 농도에 비례한다는 내용이기도 하지만, 핵심은 조건 “①비휘발성”, “②비전해질”, “③묽은 용액(=적당한 정도의 저농도)”을 전부 만족할 때 결론 “용질의 종류에 상관없이 비례한다”가 성립한다는 내용이 핵심입니다. 화학 II에서는 따라서 이 조건을 모두 만족하는 경우만을 출제하고 이 경우에 대한 계산을 출제하는 것인데, 이후 대학 과정/PEET/MDEET를 공부하다 보면 각 조건을 만족하지 않아 추가적인 개념이 필요하게 됩니다.

그리고 표현상으로는 용질의 입자 수라고 적혀 있어 이 부분에 약간 이상함을 느꼈을 수도 있으나 이 문장은 수능특강에 그대로 적혀 있는 개념이며, 앞서 설명한 조건들이 이 묽은 용액의 총괄성의 핵심 개념이기 때문에 그리 중요한 부분은 아닙니다. 또한 ‘비례한다’는 넓은 의미에서는 양의 상관관계 정도에서 충분한 의미를 지닙니다.

[2027.06.02.]

2. 그림 (가)는 H₂O 분자와 관련된 결합 모형을, (나)는 1 atm에서 온도에 따른 H₂O의 밀도를 나타낸 것이다.



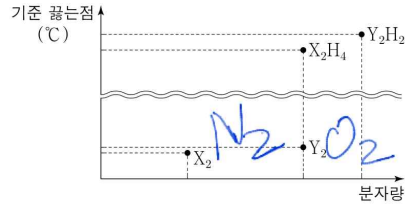
다음 중 ㉠과 0°C, 1 atm에서 밀도가 a g/cm³인 H₂O의 상태 (㉡)로 가장 적절한 것은? [3점]

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ㉠ | ㉡ | ㉠ | ㉡ |
| ① 수소 고체 | ② 공유 고체 | ③ 공유 액체 | ④ 공유 액체 |
| ⑤ 이온 액체 | | | |

많이 출제되어 온 문항으로 ㉠은 수소 결합, ㉡은 액체 상태입니다.

[2027.06.03.]

3. 그림은 분자 X_2 , Y_2 와 수소 화합물 X_2H_4 , Y_2H_2 의 분자량에 따른 기준 끓는점을 나타낸 것이다. X와 Y는 각각 N과 O 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, H, N, O의 원자량은 각각 1, 14, 16이다.)

- <보 기>
- ㄱ. X는 N이다.
 - ㄴ. $X_2H_4(l)$ 에서 분자 사이에는 수소 결합이 존재한다.
 - ㄷ. $Y_2H_2(l)$ 에서 분자 사이에는 쌍극자-쌍극자 힘이 존재한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. H 원자 수에서 X는 N, Y는 O이기도 하고 X_2, Y_2 분자량 차이에서 X는 N, Y는 O이기도 합니다. (O)

뒷 페이지의 6평 10번이 또 중복 대응으로 출제됨에 따라 이 문항도 다시 봤을 수도 있는데, 이 문항도 국어적으로는 중복 대응이 가능하긴 하나 X_2 와 Y_2 가 애초에 다르므로 중복 대응은 아닙니다.

ㄴ. N-H 결합이 존재하고 이 H가 개별로 수소 결합을 이룰 수 있으므로 맞습니다. (O)

ㄷ. H_2O 의 인력을 가장 잘 설명하는 단어는 수소 결합이 맞으나, H_2O 가 쌍극자-쌍극자 힘을 가지는 것은 맞는 표현입니다. 이와 같은 수소 결합과 쌍극자-쌍극자 힘에 대해서는 2027 Another class part 1 215페이지에 서술해두었으므로 다시 복습하면 좋겠습니다. (O)

[2027.06.04.]

4. 다음은 고체 결정에 대한 학생들의 대화이다.



체/한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① B ② C ③ A, B ④ A, C ⑤ A, B, C

ㄱ. 개념적으로 함정에 빠지기 쉬운 문항입니다. 최근 출제 경향 상 개념 함정 문제가 많아졌기에 이전에 의문을 가진 적 없더라도 선지를 읽고서는 원자? 라는 표현에 의문을 가졌으면

하고, 다른 결정들 - 분자 결정, 공유 결정 등을 생각하며 판단했으면 좋았을 것입니다.

분자 결정의 구성 입자는 분자, 공유 결정의 구성 입자가 원자이며

이온 결정의 구성 입자는 양이온과 음이온, 금속 결정의 구성 입자는 원자라고 생각될 수 있으나 양이온과 자유 전자입니다. 금속 결정까지 잘 기억해두면 좋겠습니다. (X)

ㄴ. 맞는 선지입니다. (O)

ㄷ. 체심 입방 구조는 2개입니다. (X)

[2027.06.05.]

5. 다음은 A(l)의 증기 압력 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 그림과 같이 삼각 플라스크에 A(l) w g을 넣고 충분한 시간이 지났을 때, 20°C에서 수은 기둥의 높이 차는 h_1 이었다.

(나) (가) 과정 후 삼각 플라스크에 추가로 A(l) w g을 넣고 충분한 시간이 지났을 때, 20°C에서 수은 기둥의 높이 차는 h_2 이었다.

(다) (나) 과정 후 온도를 40°C로 높이고 충분한 시간이 지났을 때, 40°C에서 수은 기둥의 높이 차는 h_3 이었다.

$h_1 \sim h_3$ 의 크기를 비교한 것으로 옳은 것은? (단, 수은의 증기 압력과 밀도 변화는 무시한다.) [3점]

- ① $h_1 = h_2 < h_3$ ② $h_1 = h_2 = h_3$ ③ $h_1 < h_2 < h_3$
 ④ $h_2 < h_1 < h_3$ ⑤ $h_3 < h_1 = h_2$

(가)에서 액체가 남은 것이 확인되었으므로 h_1 은 20도에서의 증기 압력이고 여기에 액체를 추가한 h_2 역시 20도에서의 증기 압력입니다.

온도가 증가하면 증기 압력도 증가하므로 $h_1 = h_2 < h_3$ 입니다.

그래서 간단한 문제지만 6평 14번과 연결지어 보면 좋은데, (가)의 그림에서 액체가 없는 그림이 제시되었다면 $h_1 \leq h_2 < h_3$ 가 정답인 것입니다. 이 상평형 상황을 지금 출제하고 싶어하고 있으므로 꼭 잘 기억해두면 좋겠습니다.

[2027.06.06.]

6. 다음은 25 °C, 1 atm에서 열화학 반응식과 이에 대한 학생들의 대화이다.

○ $2C(s, \text{흑연}) + O_2(g) \rightarrow 2CO(g) \quad \Delta H = -221 \text{ kJ}$

학생 A : 이 반응은 흡열 반응이야.

학생 B : $CO(g)$ 의 생성 엔탈피는 -221 kJ/mol 이야.

학생 C : $C(s, \text{흑연})$ 2 mol이 $O_2(g)$ 1 mol과 반응하여 $CO(g)$ 2 mol이 생성될 때, 반응 엔탈피(ΔH)는 -221 kJ 이야.

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은? [3점]

- ① A ② C ③ A, B ④ B, C ⑤ A, B, C

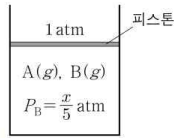
A : 발열 반응입니다. (X)

B : 계수를 고려하여 -110.5 입니다. (X)

C : 반응식 그대로를 설명한 것으로 -221 kJ 맞습니다. (O)

[2027.06.07.]

7. 그림은 실린더에 같은 질량의 A(g)와 B(g)가 들어 있는 상태를 나타낸 것이다. P_B 는 B의 부분 압력이고, 분자량은 A가 B의 4배이다.



x 는? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

5x

20

분자량과 질량 조건에서 B의 몰수가 A의 4배이므로 $P_A = \frac{x}{20}$ 으로, $\frac{x}{20} + \frac{x}{5} = 1$ 에서 $x = 4$ 입니다.

[2027.06.08.]

8. 다음은 약산 HA의 이온화 반응식이다.

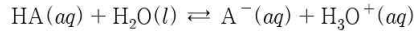
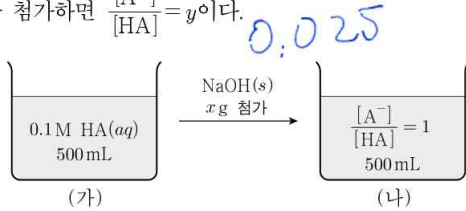


그림 (가)는 0.1 M HA(aq)을, (나)는 (가)에 NaOH(s) x g을 첨가하여 모두 녹인 것을 나타낸 것이다. (나)에 1 M HCl(aq) 2 mL를 첨가하면 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = y$ 이다.



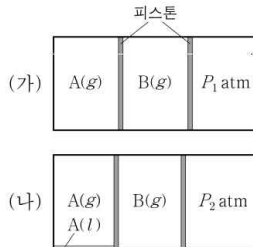
다음 중 x (㉠)와 y 의 크기(㉡)로 옳은 것은? (단, 수용액의 온도는 25 °C로 일정하고, NaOH의 화학식량은 40이다.) [3점]

- | | | | | | |
|---|-----|---------|---|-----|---------|
| | ㉠ | ㉡ | | ㉠ | ㉡ |
| ① | 0.5 | $y > 1$ | ② | 0.5 | $y < 1$ |
| ③ | 1 | $y > 1$ | ④ | 1 | $y < 1$ |
| ⑤ | 2 | $y = 1$ | | | |

x g 추가한 상황은 반당량점으로 HA 0.05몰의 절반인 0.025몰로 $x = 1$ (g)이 되고, 여기에 다시 산을 첨가하면 중화 적정 곡선에서 다시 왼쪽으로 이동하며 $y < 1$ 이 됩니다.

[2027.06.09.]

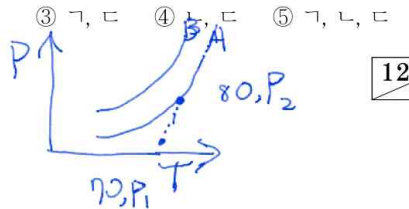
9. 그림 (가)는 70 °C, P_1 atm에서 피스톤으로 분리된 실린더에 A(g)와 B(g)가 각각 들어 있는 평형 상태를, (나)는 (가)에서 온도와 외부 압력을 변화시킨 후 80 °C, P_2 atm에서 도달한 새로운 평형 상태를 나타낸 것이다.



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

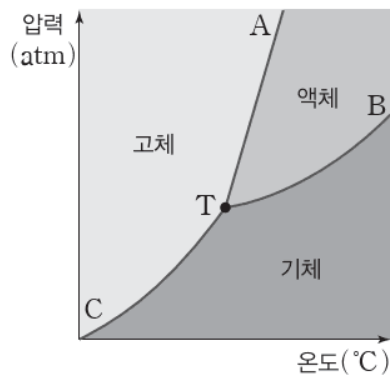
- <보 기>
- ㄱ. 70 °C에서 A(l)의 증기 압력은 P_1 atm보다 작다.
 - ㄴ. $P_2 > P_1$ 이다.
 - ㄷ. P_2 atm에서 끓는점은 B > A이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



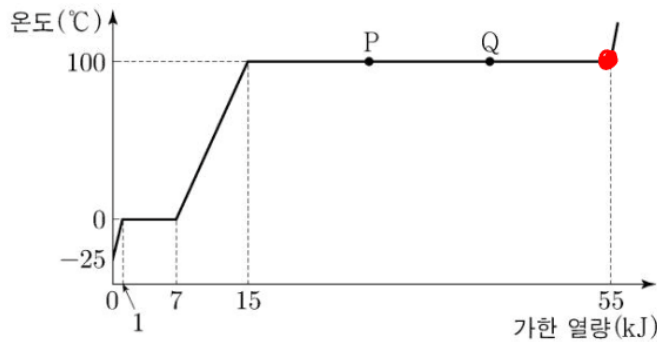
ㄱ. 피스톤으로 나뉜 상태이므로 기체 A의 압력은 외부 압력 P_1 과 동일합니다. 즉 ㄱ 선지는 기체 A의 압력과 증기 압력을 비교하는 선지입니다.

일반적으로 전부 기체 A로 존재하는 경우 다음 상평형 곡선과 같이 기체 영역에 존재하며 증기 압력 > 기체 A의 압력이 성립하는 것이 맞습니다.



그러나 실제로는 이 문제에서 한 가지 경우가 더 가능한데,

증기 압력 곡선 위에 있으나 고체 가열 곡선 상 정확히 빨간 점에 위치한 경우입니다.



얼음의 가열 곡선이지만 상황은 같으니 참고로 보면 됩니다.

이 지점에서, 액체는 전부 기체가 되어 9번 문제의 (가) 기체 A로만 존재하는 상황을 만족하면서도,

70도에서의 기체 A의 압력과 증기 압력이 동일한 상황이 가능해집니다.

상평형 그래프에서는 증기 압력 곡선 위에 존재하는 상황입니다.

이와 같이 연속적인 가열 곡선 상 양 극단의 예외가 존재하고

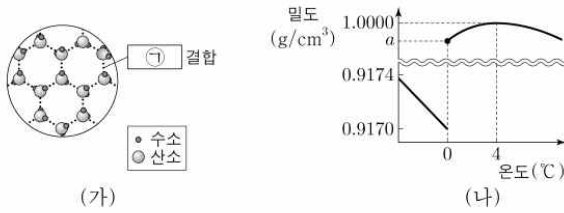
"평형 도달 후 액체, 기체가 공존하는 경우에는 온도 t에서 기체 A의 증기 압력은 기체 A의 압력과 동일하다"는 참이지만

그 역인 "기체 A의 증기 압력과 기체 A의 압력이 동일하면 평형 도달 후 액체, 기체가 공존한다"는 참이 아닙니다.

예외가 존재하기 때문입니다.

Q. 가열 곡선 양 극단은 너무 예외적인 경우 아닌가요?

2. 그림 (가)는 H₂O 분자와 관련된 결합 모형을, (나)는 1 atm에서 온도에 따른 H₂O의 밀도를 나타낸 것이다.



다음 중 ㉠과 0°C, 1 atm에서 밀도가 $a \text{ g/cm}^3$ 인 H₂O의 상태 (㉠)로 가장 적절한 것은? [3점]

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ㉠ | ㉡ | ㉢ | ㉣ |
| ① 수소 고체 | ② 공유 고체 | ③ 수소 액체 | ④ 공유 액체 |
| ⑤ 이온 액체 | | | |

당장 이번 6평 2번 문항부터 고체-액체 변화 구간에서 그 예외적인 경우를 출제했고 이미 수 없이 출제된 내용입니다.

ㄴ에서 대놓고 전부 액체가 되며 0도 1기압을 유지함을 정확히 제시하였고

증기 압력 곡선의 액체-기체 변화 구간과는 다른 고체-액체 변화 구간 문항이나 상태 변화하며 전부 액체/고체가 되면서 0도/1기압을 유지하는 예외 사례입니다.

따라서 이 선지의 정확한 정오는 "70도에서 A(l)의 증기 압력은 P1보다 크거나 같다"가 정확한 정답입니다.

ㄴ. 이 선지는 명확한 참입니다. P₁은 70도에서의 증기 압력보다 작거나 같고, P₂는 80도에서의 증기 압력과 같으므로 P₁ ≤ 70도에서의 A의 증기 압력 < P₂이기 때문에 P₁ < P₂입니다.

ㄷ. 이 논의의 끝에 결국 문제가 되는 것이 ㄷ입니다.

우선 일반적인 풀이는 손풀이 그래프처럼 생각하면 가장 마음 편할 것입니다.

(70°C, P₁), (80°C, P₂)으로 그려지는 A의 증기 압력 그래프보다 위쪽으로 B의 증기 압력 그래프를 그릴 수 있고, 끓는점은 B < A일 것입니다.

그러나 ㄱ의 결론에서, B가 전부 기체로 존재함에도 P₂ < B의 80도에서의 증기 압력인 경우 이외에

$P_2 = 80$ 도에서 B의 증기 압력인 경우로 가열 곡선 마지막에 존재하는 경우가 가능해집니다.

따라서 주어진 그림 상 B도 $P_2 = B$ 의 80도 증기 압력으로 A와 끓는점이 동일할 가능성이 생겼습니다.

따라서 이 선지도 정확한 정답은 P_2 에서 끓는점은 $B \leq A$ 가 되는 것입니다.

Q. A는 증기 압력 = 기체 압력이니까 A가 상평형 곡선 위에 존재하는 것이고, B는 기체로 존재하니까 "A와 B가 다른 기체라면 A, B의 증기 압력이 다르니"

B의 증기 압력 곡선이 A보다 작아야만 하는 것 아닌가요?

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

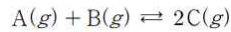
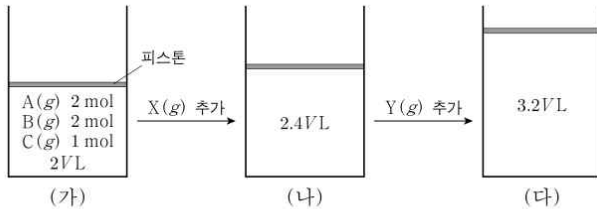


그림 (가)는 실린더에 A(g)~C(g)가 들어 있는 평형 상태를, (나)는 (가)의 실린더에 X(g)를 추가한 후 도달한 평형 상태를, (다)는 (나)의 실린더에 Y(g)를 추가한 후 도달한 평형 상태를 나타낸 것이다. X와 Y는 각각 A~C 중 하나이고, (다)에서 A(g)와 B(g)의 몰 분율은 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도와 외부 압력은 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 추가한 X(g)와 Y(g)의 양(mol)은 같다.
 - ㄴ. B(g)의 양(mol)은 (가)>(나)이다.
 - ㄷ. C(g)의 몰 분율은 (나)=(다)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

X와 Y, A와 B라고 해서 A와 B 기체가 다르다는 보장이 이제 없습니다.

물론 시험 풀 때에는 일반적으로 다르다고 보고 푸는 게 대부분의 경우에 좋겠지만요

그래서 결론적으로는 이게 의도된 것인지... ㄱ 선지와 ㄷ 선지가 둘다 틀린 선지로 출제됨에 따라 문항 오류는 아닌 문항이 되긴 했습니다.

아마도 의도라고 믿고 싶은데 이게 좀 중복 대응 등과 논리가 섞이다 보니까 좀 위험한 선이 있다 싶습니다.

당연히 시험을 보는 수험생 입장에서는 계속 이런것까지 생각하며 시험을 보기에 너무 어렵다고 생각은 들고

저도 실제로 1회 풀 때에는 ㄱ 정도만 이 가능성을 생각했지 ㄷ은 고려하지 않았었으니까요.. (최소한 A, B가 당연히 다를거라고 생각했어서)

특히 ㄷ에서 그래프로 문제 풀이하는 접근을 익히되 특수한 경우에 대해서는 분명 출제 가능성이 없지 않기 때문에 잘 알아두면 좋겠습니다.

[2027.06.10.]

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

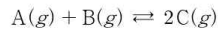


그림 (가)는 실린더에 A(g)~C(g)가 들어 있는 평형 상태를, (나)는 (가)의 실린더에 X(g)를 추가한 후 도달한 평형 상태를, (다)는 (나)의 실린더에 Y(g)를 추가한 후 도달한 평형 상태를 나타낸 것이다. X와 Y는 각각 A~C 중 하나이고, (다)에서 A(g)와 B(g)의 몰 분율은 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도와 외부 압력은 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 추가한 X(g)와 Y(g)의 양(mol)은 같다.
 - ㄴ. B(g)의 양(mol)은 (가)>(나)이다.
 - ㄷ. C(g)의 몰 분율은 (나)=(다)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[2026.11.14.]의 중복 대응 특성을 계승한 문항입니다.

ㄱ. 우선 반응물과 생성물의 계수가 동일한 평형 반응식으로, 전체 몰수가 동일하므로 X는 1몰, Y는 2몰이어야 합니다. (X)

ㄴ. 이제 X, Y가 동일할 수 없다는 편견을 버리고 생각하면 사실 조건 해석이 굉장히 직관적입니다. A, B의 몰수가 (가)와 (다)에서 동일하려면 A, B의 몰수를 동일하게 추가해야 하는데, X, Y의 몰수가 다르므로 X, Y는 그 어떤 경우에서도 A, B일 수 없습니다. 따라서 X, Y는 전부 C여야 합니다.

그래서 이 문항 역시 X, Y가 각각 다를 것이라고 생각하고 풀기 시작했다면 인지적 부조화를 고치는 데에 시간이 꽤 오래 걸렸을 것입니다. 개인적으로는 이러한 국어적 가능성을 늘 생각해야 한다는 것이 과학의 입장에서 맞나 싶지만... 이미 이렇게 출제가 되었음에 따라 앞으로 도 열린 가능성으로 문항을 바라보아야 할 필요가 생겼습니다.

아무튼 ㄴ의 경우 몰수가 증가하더라도 A, B의 몰수가 (가)->(나)->(다)에서 같은 한 A, B, C의 몰수비는 2:2:1을 계속 유지하고, 전체 몰수가 증가했으므로 B 역시 (가)<(나)입니다. (X)
 ㄷ. C의 몰분율도 따라서 (가)=(나)=(다)입니다. (O)

[2027.06.11.]

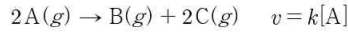
25 75

11. 25% A(aq)의 몰랄 농도(m)는 3a이다. 이 수용액 100 g에 물 w g을 추가한 A(aq)의 몰랄 농도(m)는 a이다.
 w는? (단, A의 화학식량은 100이다.)
 ① 100 ② 125 ③ 150 ④ 175 ⑤ 200

용질은 25g, 용매는 75g인 상황으로 용질은 그대로이고 용매가 3배가 되면 되므로 w = 150입니다.

[2027.06.12.]

12. 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다. k는 반응 속도 상수이다.



그림은 온도 T에서 강철 용기에 A(g)와 B(g)를 넣은 초기 상태를 나타낸 것이고, 표는 반응이 진행될 때 B(g)의 질량 백분율에 대한 자료이다.



| 반응 시간 | 0 | t | 2t |
|-----------------|----|----|----|
| B(g)의 질량 백분율(%) | 10 | 30 | 40 |

Handwritten calculations:
 $2 \times \frac{4}{2} = 3$
 $1 \times \frac{4}{1} = 4$

$\frac{0 \sim 2t \text{ 동안 } C(g) \text{의 평균 반응 속도}}{t \sim 2t \text{ 동안 } B(g) \text{의 평균 반응 속도}}$ 는? (단, 온도는 T로 일정하고, 역반응은 일어나지 않는다.)

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7

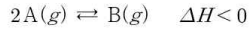
1차 반응이고 0→t→2t일 때 증가량이 20에서 10으로 절반 되었으므로 반감기는 t입니다.

C 0→2t일 때 반응물은 $\frac{3}{4}$ 배 반응하고, 계수 2와 2t를 고려하면 $2 \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2t}$.

t→2t일 때 반응물은 $\frac{1}{4}$ 배 반응하고, 계수 1과 t를 고려하면 $1 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{t}$ 에서 답은 3이고 1번입니다.

[2027.06.13.]

13. 다음은 A(g)로부터 B(g)가 생성되는 반응의 열화학 반응식이다.



표는 부피가 같은 2개의 진공 강철 용기에 각각 B(g) 1 mol을 넣고, 서로 다른 온도에서 반응이 진행되어 도달한 평형 상태 I 과 II에 대한 자료이다.

| 평형 | 온도(K) | A(g)의 양(mol) | B(g)의 질량 백분율(%) |
|----|-------|--|-----------------|
| I | T_1 | $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ | x |
| II | T_2 | 1 $\frac{1}{2}$ | y |

다음 중 T_1 과 T_2 의 크기 비교(㉠)와 $\frac{x}{y}$ (㉡)로 옳은 것은?

- ㉠ ㉡
 ① $T_1 < T_2$ $\frac{3}{4}$ ② $T_1 > T_2$ $\frac{4}{3}$
 ③ $T_1 < T_2$ $\frac{4}{3}$ ④ $T_1 > T_2$ $\frac{3}{2}$
 ⑤ $T_1 < T_2$ $\frac{3}{2}$

- - +

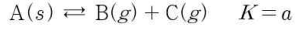
I대비 II에서 역반응이 더 많이 진행 $K(-)$ $\Delta H(-)$ 으로 $\Delta T(+)$ 이므로 $T_1 < T_2$ 입니다.

계수비를 고려해서 계산하면 I에서는 B $\frac{2}{3}$ 몰이 남고, II에서는 $\frac{1}{2}$ 몰이 남은 상황입니다.

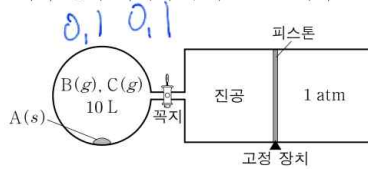
초기 B 1몰 대비 B의 몰수가 곧 B의 질량백분율이 되고, $x = \frac{2}{3}, y = \frac{1}{2}$ 으로 ㉡은 $\frac{4}{3}$ 입니다.

[2027.06.14.]

14. 다음은 $A(s)$ 로부터 $B(g)$ 와 $C(g)$ 가 생성되는 반응의 화학 반응식과 온도 T 에서 농도로 정의되는 평형 상수(K)이다.



그림은 진공 강철 용기에 $A(s)$ 0.3 mol을 넣고 반응이 진행되어 도달한 평형 상태 I을 나타낸 것이고, 이때 용기 속 전체 기체의 양은 0.2 mol이다. 꼭지를 열고 고정 장치를 제거한 후 도달한 새로운 평형 상태 II에서 전체 기체의 부피는 20 L이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도와 외부 압력은 각각 T 와 1 atm으로 일정하고, 고체의 부피와 증기 압력 및 연결관의 부피와 피스톤의 마찰은 무시한다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. $a = 1 \times 10^{-4}$ 이다.

ㄴ. $A(s)$ 의 양(mol)은 I에서가 II에서의 2배이다.

ㄷ. II에서 $C(g)$ 의 부분 압력은 $\frac{1}{2}$ atm이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

한편 이 문항은 [2026.11.14.]에서 상평형의 상황을 계승한 문항이라고도 볼 수 있습니다.

$A(s)$ 로 사실상 고체 승화의 증기 압력 평형과 동일한 상황입니다.

문항의 의도대로 따라가면 큰 이상은 느끼지 못했을 것일지만, 실제 이 문항을 제대로 파악하고 푼 학생이 많을지는 모르겠습니다. 후에 어렵게 출제될 수 있는 매우 중요한 지점들이 있습니다.

ㄱ. 주어진 대로 0.1몰, 10L인 점을 대입하면 $a = 10^{-4}$ 입니다. (O)

ㄴ. 이 문항에 대해 두 가지 관점에서 볼 수 있는데, 먼저 처음 접할 때 풀이의 시각에서 보겠습니다.

중간 과정에 상관없이 꼭지를 열고 고정 장치를 제거하고 평형에 도달했을 때, 전체 20L가 유지되고 있으므로 ㄱ의 $K = 10^{-4}$ 에 맞게 A, B의 몰수는 각각 0.2몰이어야 할 것입니다.

** 여기서 ㄴ의 해설이 끝났다면 운이 좋아 이번 문항을 맞춘 것입니다. $A(s)$ 와 같은 증기 압력 평형 식에서는 반드시 평형상수 K 에 도달하는 것이 아닙니다. 평형 도달 후 $A(s)$ 가 남아 있어야 or $A(s)$ 를 평형 도달 시점에 전부 반응했어야 평형 상수 K 에 도달하는 것입니다. 따라서 중간 과정에 상관없이 꼭지를 열고 고정 장치를 제거하고 평형에 도달했을 때, 전체 20L가 유지되고 있으므로 “ $A(s)$ 가 남았다면” ㄱ의 $K = 10^{-4}$ 에 맞게 A, B의 몰수는 각각 0.2몰이어야 할 것이고, 이때 실제로 $A(s)$ 가 0.1몰 남으므로 성립합니다.

볼드체 두 부분 중 하나는 반드시 생각했어야 하며 이를 고려하지 않은 것은 다음에 틀릴 가능성이 있는 우연한 풀이에 가깝습니다.

추가로 여기에 +) 왜 A가 전부 반응한 경우는 가능할 수 없는지?에 대해서도 파악하면 좋은데, 우선 앞서 계산한 $K=10^{-4}$ 의 경우에 맞는 사례가 존재함에 따라 A가 추가로 반응했다고 가정한 사례는 반드시 $K > 10^{-4}$ 가 되어 불가능한 사례가 되고

($K < 10^{-4}$ 는 A가 부족한 경우에 정반응이 불가하여 가능한 경우이나, $K > 10^{-4}$ 의 경우 B, C의 존재로 역반응이 항상 가능하므로 불가능한 경우)

이를 더 한 수 위의 시선으로 바라보면 초기 A 0.3몰이 0.2몰로 반응한 초기 평형에서 10L인데 0몰까지 반응하면 총 30L로, 문제에서 제시된 전체 부피가 30L 이후인 경우에 가능한 상황임을 알 수 있습니다.

다만 이 과정은 앞선 “A(s)가 남았는지 여부”와는 다르게 논리상 필수적인 과정까지는 아닙니다. 앞서 풀이과정에서 함축적으로 결정되는 내용이기 때문입니다.

아무튼 이에 따라 c 자체도 쉽게 풀리는데, 해당 상황에서 외부 압력과 평형을 유지하고 있으므로 실린더 내부 전체 압력은 1기압이고, B, C 각각은 0.5기압이어야 합니다.

이제 중간 과정에서의 풀이를 살펴봅시다.

II에 대한 서술을 매우 꼼꼼히 잘 읽어야 합니다. 먼저 ‘꼭지를 열고’ 이후에 ‘고정 장치를 제거’하도록 되어 있습니다.

꼭지를 연 후에는 진공 공간까지 열리면서 일시적으로 Q가 감소하고, K(=증기 압력)에 도달하기 위해 정반응이 추가로 진행되게 됩니다.

고정장치 제거 이전 실린더의 부피가 얼마인지는 모르므로 이 정반응이 A가 남는 선에서 진행될 수도 있고, A가 전부 없어지는 선까지 진행될 수도 있습니다.

그러나 앞서 A가 전부 반응한 경우는 가능할 수 없는지에 대한 계산 과정과 마찬가지로, 반응 후 20L라는 지점에서 몰수 조건을 만족하지 못해 가능한 경우는 B, C 0.2몰이 된 경우 하나만이 성립합니다.

또한 이때 우연히 B, C의 압력 합이 정확히 1기압이어야만 이 평형이 유지될 수 있습니다. 1기압보다 조금이라도 작다면 증기 압력 < 외부 압력 상황으로 B, C의 압력 합이 항상 외부 압력보다 작으므로 계속 피스톤이 밀려 꼭지 부근까지 밀리는 상황이 될 것이며, 1기압보다 조금이라도 크다면 1기압보다 크게 평형에 도달하려는 성질에 의해 B, C가 전부 반응한 이후 $PV = nRT$ 에 따라 30L 이상의 구간 어딘가에서 정지하게 될 것입니다.

그러니 고정 장치를 해제하기 전 실린더의 부피 역시 반드시 10L이어야만 이 문제의 상황처

럼 전체 기체가 20L가 되는 상황임을 이끌어 낼 수 있습니다.

+ 이것도 또 엄밀하게 문장을 읽으면, 꼭지를 열고 (~~평형에 도달한 후~~) 고정장치를 해제했다는 취소선 부분의 내용이 없기 때문에 다양한 경우가 가능하지만 일단 이것까진 넘어가도 좋을 것 같습니다.

만약 고정 장치 해제 전 부피가 5L든, 15L였든, 그 상황에서 이미 고정장치 내부 기체 B, C는 $K=10^{-4}$ 에 따라 1기압을 유지했을 것이며 양측의 기압이 1기압으로 같은 상황에서 고정장치를 해제해도 피스톤의 위치는 변하지 않기 때문입니다.

그래서 1) 먼저 ‘꼭지를 열고’ 2) 이후에 ‘고정 장치를 제거’하도록 되어 있다는 이 조건이 정말 이 문제만을 위한 것만큼 아주 의미심장한 문장이 되는데

만약 1) “고정 장치를 제거” 후 2) “꼭지를 열었다”는 상황이 되면

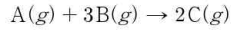
1)에서 진공이던 부분은 전부 밀려서 꼭지 쪽으로 피스톤이 밀착하게 될 것이며

2) 이후 꼭지를 열었다고 해도 강철 용기 내 압력이 1기압이면 피스톤을 밖으로 밀어낼 힘은 없기 때문에 밀착된 상황으로도 출제될 수 있었던 것입니다.

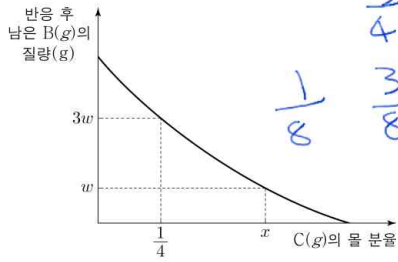
기본적인 문항 세팅 자체는 최근 트렌드에 해당하는 [2026.11.14.]와 같이 증기 압력 = 외부 압력인 상황을 묻고 있으나, 이 문항이 점점 응용됨에 따라 이 상황에 대한 깊은 이해가 필요 하겠습니다.

[2027.06.15.]

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



그림은 진공 강철 용기에 A(g)와 B(g)의 양(mol)을 달리하여 넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 후 남은 B(g)의 질량을 C(g)의 몰 분율에 따라 나타낸 것이다. 반응 전 넣어 준 A(g)와 B(g)의 양의 합은 n mol로 일정하다.



x는? (단, 온도는 일정하다.)

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

Handwritten blue calculations: $\frac{1}{1} \frac{3}{3} \frac{2}{2}$ and a checkmark.

문항 자체는 문항을 따라가면 쉽게 풀립니다.

반응 후 C의 몰분율 $\frac{1}{4}$ 일 때 B의 몰분율은 $\frac{3}{4}$ 이고,

반응 계수에 맞게 역산하면 A $\frac{1}{8}$, B $\frac{9}{8}$ 로 A:B=1:9이므로 A 1몰, B 9몰인 상황에 해당합니다.

이때 남은 B의 몰수는 6몰이었으므로 x의 경우에는 B가 2몰이 남아야 하는 상황입니다.

이때 A 2몰, B 6몰 반응, B 2몰 남는 상황이므로 반응 후 C의 몰수는 4몰이고 $x = \frac{2}{3}$ 입니다.

다만 x축이 C의 몰분율인 것에서, 이 그래프가 조금 애매한 느낌이 있습니다. 모든 실험을 B만 남도록 진행했다면 말이 되기는 하는데, A만 남는 경우가 존재한다면 C의 몰분율 $\frac{1}{4}$ 인 경우

우에 A 7몰, B 3몰 반응한 경우와 같은 경우도 그래프에 $(\frac{1}{4}, 0)$ 과 같이 표기되어야 합니다.

즉 C의 몰분율 -> 남은 후 B의 질량이라는 일대일 대응 관계가 아닌 일대다 대응 관계가 될 수도 있습니다.

앞서 말한 것처럼 모두 B만 남도록 진행했다고 하면 할 말은 없긴 한데... 뭐 그런 문제만을 위한 문항같은 느낌입니다.

아무튼 그래서 이 문항은 그래프를 구할 수도 있는데 시험 중에는 구할 필요가 없겠지만 한번 계산해봅시다.

반응 후 B의 몰분율을 $1-x$, C의 몰분율이 x 이면 반응 전 A, B의 몰수비는 $\frac{x}{2}:1-x+\frac{3}{2}x = \frac{x}{2}:\frac{x}{2}+1$ 입니다.

반응 전 A, B 몰수 합이 10몰이므로 반응 전 A, B 몰수비 합 반응 전 A, B의 전체 몰수가 10몰이므로 반응 전 A, B의 몰수는 $\frac{\frac{x}{2} \times 10}{x+1}$, $\frac{(\frac{x}{2}+1) \times 10}{x+1}$ 이고, 몰수비 $1-x$ 에 해당하는 반응 후 B의 몰수는 $\frac{1-x}{x+1} \times 10$ 에 해당합니다.

이에 대해 적당한 계수 B의 분자량을 고려하면 되고, 개형 자체는 $y = \frac{10-10x}{x+1} = \frac{20}{x+1} - 10$

의 그래프의 개형대로 따라간다고 보면 되겠습니다.

마찬가지로 A가 남는 상황도 있다고 하다면 이와 비슷한 그래프가 y축이 음전된 양상으로 반응 후 남은 A의 질량 그래프가 그려져야 하는 것이며 이 역시 비슷한 곡선 양상을 따라갈 것입니다.

[2027.06.16.]

16. 표는 25℃에서 1 M 약산 HA(aq) 200 mL에 1 M KOH(aq)의 부피를 달리하여 혼합한 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

| 혼합 수용액 | (가) | (나) |
|----------------------------|------------------------------|-----------------|
| 혼합한 1 M KOH(aq)의 부피(mL) | 40 | x 50 |
| [K ⁺](M) | $\frac{1}{6}$ | y $\frac{1}{5}$ |
| $\frac{[A^-]}{[HA]+[A^-]}$ | $\frac{4}{5}a$ $\frac{1}{5}$ | a |

$x \times y$ 는? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하고, 혼합 수용액의 부피는 혼합 전 각 수용액의 부피의 합과 같다.) [3점]

- ① 6 ② 8 ③ 10 ④ 12 ⑤ 14

적정 전 [K⁺] 1M에서 적정 후 (가)에서 $\frac{1}{6}$ M이 되었으므로 $\frac{1}{1+5}$ 에서 (가)의 KOH 부피는 40mL입니다.

또한 HA와 KOH가 5:1로 반응하였으므로 $\frac{4}{5}a = \frac{1}{5}$ 으로 $a = \frac{1}{4}$ 입니다.

따라서 $x = 50$, $y = \frac{50}{50+200} = \frac{1}{5}$ 으로 $xy = 10$ 입니다.

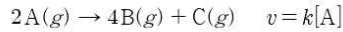
$2C(s) + 2H_2(g) \rightarrow C_2H_4(g)$ 에서 H-H 항을 알아야 하므로 주어진 생성 엔탈피 c 까지 활용하여 $C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$ 와 빼주면 $C(s) + CH_4(g) \rightarrow C_2H_4(g)$, $\Delta H = d - c$ 로 적절한 식이 완성됩니다.

이제 이를 $\Delta H = b$ 식에서 빼주면 $C_4H_{10}(g) \rightarrow C_2H_6(g) + C(s) + CH_4(g)$, $\Delta H = b - d + c$ 가 되고 $C(s)$ 역시 결합 에너지 a 와 같이 계산하면 $2(C-C) - a = b - d + c$ 로 $(C-C) = \frac{a + b + c - d}{2}$ 가 됩니다.

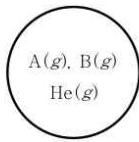
처음부터 식을 작성하는 것을 완벽하게 예측하고 풀 수는 없으나 결합에너지의 소거항을 이용해 식을 잘 작성해야 하는 문제이니, 잘 확인해 두셨으면 좋겠습니다.

[2027.06.19.]

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



그림은 온도 T 에서 강철 용기에 A(g), B(g), He(g)을 넣은 초기 상태를 나타낸 것이고, 표는 반응이 진행될 때 용기 속 기체에 대한 자료이다.



| 반응 시간 | 0 | t | $2t$ | $3t$ |
|--------------------------|-----|-----|------|------|
| 전체 기체의 압력 (상댓값) | 8 | 12 | | 15 |
| $\frac{[A] + [B]}{[He]}$ | x | | 8 | |

x 는? (단, 온도는 T 로 일정하고, 역반응은 일어나지 않는다.) [3점]

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7

22 / 32

1차 반응이고 전체 기체의 압력이 8 → 12 → ? → 15로 변화하는 양상이므로 $2t$ 에서 전체 기체의 압력은 14이고 반감기가 t 인 반응식이 됩니다. 반응 완결 시 $t = \infty$ 에서 최종 전체 기체의 압력은 16이 될 것입니다.

반응물의 계수는 2, 생성물과 반응물의 계수 차이는 3이므로 초기 A는 $(16 - 8) \times \frac{2}{3} = \frac{16}{3}$ 이

어야 합니다. He를 a 라고 하면 초기 B는 $\frac{8}{3} - a$ 가 될 것입니다.

2차례 반감 이후 $2t$ 에서 A는 $\frac{4}{3}$ 가 되고 B는 8만큼 추가로 생성되며, $8 = \frac{12 - a}{a}$ 에서 $a = \frac{4}{3}$

이고, $x = \frac{8-a}{a} = \frac{\frac{20}{3}}{\frac{4}{3}} = 5$ 입니다.

[2027.06.20.]

20. 다음은 기체 반응에 대한 실험이다.

[화학 반응식]
 $4A(g) + 3B(g) \rightarrow 2C(g) + 6D(g)$

[실험 과정]
 (가) 온도 T 에서 꼭지로 분리된 강철 용기와 실린더 I, II에 $A(g)$, $B(g)$, $He(g)$ 을 그림과 같이 넣는다.
 (나) 꼭지를 열어 반응을 완결시키고 충분한 시간이 흐른 후 꼭지를 닫는다.
 (다) 고정 장치를 제거하고 충분한 시간 동안 놓아둔다.

[실험 결과]
 ○ 각 과정 후 I에서 $A(g)$ 의 부분 압력(P_A)

| 과정 | (나) | (다) |
|-------------|---------------|---------------|
| P_A (atm) | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{4}$ |

P_2 는? (단, 온도는 T 로 일정하고, 연결관의 부피와 피스톤의 질량 및 마찰은 무시한다.)

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

$2.25 = 3P_2$

주어져 있는 정보가 많아서 그대로 따라가면 20번 기체 반응식 문제 치고 허무하게 풀립니다. (나)에서 A 의 $PV=4P_1-16$, C 는 $PV=8$, D 의 $PV=24$ 가 됩니다. 전체 부피가 8L이므로

$P_A = \frac{1}{2}$ 에서 $4P_1-16=4$, $P_1=5$ 가 됩니다. 또한 전체 기체 압력은 4.5기압입니다.

(다)에서 P_A 가 절반 되었으므로 고정 장치 해제 후 I의 영역 4L가 총 8L가 되는 것이고, II는 2L, $3P_2$ 가 됩니다. I 전체의 압력이 4.5기압에서 2.25기압이 되고, $3P_2 = 2.25$ 기압이 되므로 $P_2 = 0.75$ 입니다.