

高校化学プリント（過去問類似）

物質の状態と平衡 No.6

名前

得点

/10

問1 分子量40の気体イと分子量20の気体アからなる混合気体において、気体アの物質量の割合が25%であるとき、この混合気体の平均分子量はいくらか。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. 25 2. 34 3. 35 4. 38

問2 質量パーセント濃度がx%、密度がd g/cm³である溶液100mLに含まれる溶質の物質量 (mol) を、溶質のモル質量をM g/molとして表す式として、正しいものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. $xd / 100M$ 2. xd / M 3. $100xd / M$ 4. $xdM / 100$

問3 27℃において、ピストン付きの密閉容器に窒素と水蒸気を入れ、体積を24.9 Lに調整したところ、全圧は 1.0×10^5 Pa、水蒸気の分圧は 3.0×10^3 Paであった。温度を27℃に保ったまま、容器の体積を8.3 Lまで圧縮した。このとき凝縮した水の物質量は何molか。ただし、27℃における水の飽和蒸気圧を 3.6×10^3 Pa、気体定数を $R = 8.3 \times 10^3$ Pa · L/(K · mol)とし、液体の水の体積は無視できるものとする。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 0.018 2. 0.012 3. 0.030 4. 0.18

問4 テングサから得られるコロイド溶液の状態変化に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. ゾル状態のコロイド溶液を乾燥させると、直接キセロゲルになる。
2. ゲル状態のコロイド溶液を加熱すると、再び流動性のあるゾルに戻る場合がある。
3. キセロゲルは、ゲルから水分を完全に除去した状態を指す。
4. エアロゾルは、テングサのコロイド溶液を冷却した際に生じる状態である。

問5 密閉容器内の液体と蒸気が動的平衡状態にあるとき、温度を上昇させると蒸気圧が変化する理由として最も適切なものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 温度上昇により分子の運動エネルギーが増大し、液体から気体へ飛び出す分子の割合が増えるため。
2. 温度上昇により分子間の衝突速度が増加し、気体分子が容器の壁面を押し広げる力が強まるため。
3. 温度上昇により分子の拡散速度が低下し、液体表面付近に気体分子が留まりやすくなるため。
4. 温度上昇により融解熱が吸収され、液体分子の結合が強固になることで蒸発が促進されるため。

問6 次の物質のうち、常圧下において昇華性を示すものとして最も適切な組み合わせを選べ。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. ヨウ素と二酸化炭素 2. 水と塩化ナトリウム 3. 鉄とアルミニウム 4. エタノールとナフタレン

問7 可逆反応が平衡状態に達したときの説明として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 正反応の速度と逆反応の速度が等しくなり、見かけ上反応が停止したように見える状態
2. 正反応の速度定数と逆反応の速度定数が等しくなった状態
3. 反応物と生成物のモル濃度がすべて等しくなった状態
4. 正反応のみが進行し、逆反応の速度が0になった状態

問8 ある物質の飽和溶液において、溶解平衡が成立している状態を説明する記述として、最も適切なものはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. マクロ的には変化が停止しているように見えるが、ミクロ的には溶質粒子が固体と溶液の間を絶えず移動している。
2. 溶液中の溶質粒子は、固体表面に吸着されることで固定されており、溶液中へ再溶解することはない。
3. 溶解平衡の状態では、溶質の溶解速度が析出速度よりも常に大きいため、固体は徐々に減少している。
4. 飽和溶液に少量の溶質を加えても、溶解平衡の状態にある限り、溶液中の溶質濃度は直ちに上昇する。

問9 二酸化硫黄と酸素から三酸化硫黄が生成する反応 $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ は発熱反応である。この反応が平衡状態にあるとき、ルシャトリエの原理に基づき、温度を上昇させた場合に起こる現象として最も適切なものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 平衡は左側に移動し、三酸化硫黄の濃度が減少する。
2. 平衡は右側に移動し、三酸化硫黄の濃度が増加する。
3. 平衡は移動せず、反応速度のみが変化する。
4. 平衡は右側に移動し、二酸化硫黄の濃度が減少する。

問10 物質が固体から液体へ状態変化する際に吸収する熱量を何と呼ぶか。最も適切なものを一つ選べ。 (2011年 全国公立入試 類似)

1. 融解熱 2. 蒸発熱 3. 昇華熱 4. 生成熱

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 3 35	混合気体の平均分子量は、各成分の分子量にモル分率を乗じて合計することで算出できる。気体アのモル分率が0.25、気体イのモル分率が0.75であるため、平均分子量は $20 \times 0.25 + 40 \times 0.75 = 5 + 30 = 35$ となる。グラフの直線的な減少関係からも、アの割合が25%の地点は40から20の間で計算可能である。
問2	答え 2 xd / M	溶液100mLの質量は、密度 $d \text{ g/cm}^3$ を用いて $100d \text{ g}$ と表される。この溶液に含まれる溶質の質量は、質量パーセント濃度 $x\%$ より、 $100d \times (x/100) = xd \text{ g}$ となる。物質量は質量をモル質量 $M \text{ g/mol}$ で割ることで求められるため、 $xd / M \text{ mol}$ が正解となる。溶液の体積をそのまま質量として計算しないよう注意が必要である。
問3	答え 1 0.018	圧縮前の水蒸気の物質量は、状態方程式より $(3.0 \times 10^3 \text{ Pa} \times 24.9 \text{ L}) / (8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}) = 0.030 \text{ mol}$ である。すべて気体と仮定した圧縮後の分圧は $9.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ となり飽和蒸気圧を超えるため、一部が凝縮する。圧縮後に気体として存在する水蒸気は、飽和蒸気圧 $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ において $(3.6 \times 10^3 \text{ Pa} \times 8.3 \text{ L}) / (8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}) = 0.012 \text{ mol}$ である。したがって、凝縮した水の物質量は $0.030 - 0.012 = 0.018 \text{ mol}$ となる。
問4	答え 3 キセロゲルは、ゲルから水分を完全に除去した状態を指す。	ゾルは流動性のあるコロイド溶液であり、冷却等により流動性を失ったものがゲルである。ゲルから水分を除去し、固体化したものがキセロゲルである。エアロゾルは気体中に液体や固体の微粒子が分散した系を指し、テングサの冷却過程とは無関係である。選択肢のうち、キセロゲルの定義に関する記述が最も正確である。
問5	答え 1 温度上昇により分子の運動エネルギーが増大し、液体から気体へ飛び出す分子の割合が増えるため。	温度が上昇すると、液体分子の平均運動エネルギーが大きくなる。その結果、分子間力を振り切って液体表面から飛び出す分子の割合が増加する。平衡状態を維持するためには、より多くの気体分子が液体に戻る必要があり、結果として気相の分子数が増え、蒸気圧は高くなる。
問6	答え 1 ヨウ素と二酸化炭素	昇華性を持つ物質は、分子間力が比較的弱い分子結晶に多く見られる。ヨウ素 (I_2) や二酸化炭素 (CO_2) は、常圧下で加熱すると液体状態を経ずに固体から直接気体へと変化する。一方、水は常圧下では融解して液体となり、塩化ナトリウムのようなイオン結晶や鉄のような金属結晶は、昇華させるためには極めて高い温度や特殊な圧力条件が必要であり、一般的な環境下では昇華性物質とは呼ばない。
問7	答え 1 正反応の速度と逆反応の速度が等しくなり、見かけ上反応が停止したように見える状態	可逆反応において平衡状態に達すると、正反応の速度と逆反応の速度が等しくなる。このとき、各物質の濃度は一定に保たれ、見かけ上は反応が停止したように見えるが、実際には両方向の反応が同じ速度で進行している（動的平衡）。反応速度定数や各物質のモル濃度が等しくなるとは限らない。
問8	答え 1 マクロ的には変化が停止しているように見えるが、ミクロ的には溶質粒子が固体と溶液の間を絶えず移動している。	溶解平衡は、飽和溶液中で溶質の固体が共存しているとき、溶解速度と析出速度が等しくなることで成立する。このとき、系全体としては変化がないように見えるが、個々の粒子レベルでは固体と溶液の間を絶えず移動している動的な平衡状態にある。したがって、移動が停止しているという記述や、速度に差があるという記述は誤りである。
問9	答え 1 平衡は左側に移動し、三酸化硫黄の濃度が減少する。	ルシャトリエの原理によれば、平衡状態にある系に変化を加えると、その変化を打ち消す方向に平衡が移動する。発熱反応において温度を上昇させると、系は熱を吸収する方向、すなわち逆反応（左側）へ進む。その結果、生成物である三酸化硫黄が消費され、濃度が減少する。なお、温度変化は平衡定数そのものを変化させるが、反応速度の増大倍率は反応式の係数から単純に導出することはできない。
問10	答え 1 融解熱	物質が固体から液体に変化する際に必要な熱量を融解熱と呼ぶ。一方、液体から気体に変化する際に必要な熱量は蒸発熱である。昇華熱は固体から直接気体になる際の熱量であり、生成熱は成分元素の単体から化合物1molが生成する際の熱量である。これらの用語は状態変化に伴うエネルギーの出入りを定義するものであり、混同しないよう注意が必要である。