

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数が増加し、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。

問1 同温・同圧において、混合気体中のある成分気体の体積百分率は、その気体の物質百分率（モル百分率をパーセントで表したものと）と等しくなる。この関係が成り立つ根拠となる法則として最も適当なものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. アボガドの法則 2. ボイルの法則 3. シャルルの法則 4. ヘンリーの法則

問2 光が溶液を通過するとき、光の吸収の強さと溶液の性質との関係を示す「ランベルト・ベールの法則」に関する記述として最も適当なものはどれか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. 透過率の常用対数の絶対値は、溶質の濃度および光が通過する層の長さ（光路長）に比例する。 2. 透過率は、溶質の濃度および光が通過する層の長さ（光路長）に比例する。 3. 透過率の常用対数の絶対値は、溶質の濃度に比例し、光が通過する層の長さ（光路長）に反比例する。 4. 透過率は、溶質の濃度に反比例し、光が通過する層の長さ（光路長）に比例する。

問3 コロイド粒子の凝析に関する記述として、シュルツェ・ハーディの法則に基づく説明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. コロイド粒子と同じ符号の電荷をもつイオンの価数が大きいほど、凝析が起こりやすい。 2. コロイド粒子と反対符号の電荷をもつイオンの価数が大きいほど、凝析に必要な電解質の濃度は小さくなる。 3. 電解質の濃度に関わらず、イオンの価数が大きければ必ず凝析が起こる。 4. グルコースのような非電解質を添加することで、コロイド粒子は容易に凝析する。

問4 アボガドの法則が成り立つ背景にある考え方として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 気体分子の大きさは無視できず、分子間力の影響が支配的であるため 2. 気体分子の運動エネルギーが絶対温度に比例し、分子の衝突回数が増えるため 3. 気体分子の大きさや分子間力を無視できる理想気体において、体積は分子の数にのみ依存するため 4. 化学反応における反応物と生成物の質量比が、原子の結合比によって一定に保たれるため

問5 0度、 1.013×10^5 Paにおいて、22.4 Lの酸素分子O₂と22.4 Lの窒素分子N₂をそれぞれ用意したとき、含まれる分子数の関係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. 酸素分子の方が窒素分子より多い 2. 窒素分子の方が酸素分子より多い 3. 酸素分子と窒素分子の数は等しい 4. 気体の種類が異なるため比較できない

問6 気体の水への溶解度に関する記述として、最も適当なものを次の中から一つ選べ。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 気体の溶解度は、温度が上昇すると一般に減少する。 2. 気体の溶解度は、温度が上昇すると一般に増加する。 3. 気体の溶解度は、温度が変化しても常に一定である。 4. ヘンリーの法則によれば、気体の溶解度は温度に依存せず圧力のみに比例する。

問7 二酸化炭素と水素から一酸化炭素と水が生成する反応（ $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ ）において、正反応が吸熱反応である場合、温度を変化させたときの結果として正しいものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

1. 温度を下げると、一酸化炭素の物質質量が増加する。 2. 温度を上げると、二酸化炭素の物質質量が増加する。 3. 温度を上げると、一酸化炭素の物質質量が増加する。 4. 温度を下げても、一酸化炭素の物質質量は変化しない。

問8 モル濃度に関する記述として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 溶液の体積が変化しても、溶質の物質質量は変化しない。 2. モル濃度は、溶媒1 kgあたりの溶質の物質質量で定義される。 3. 希釈によって溶液の体積を大きくすると、溶質の物質質量は減少する。 4. 溶液を加熱して溶媒を蒸発させると、溶液のモル濃度は小さくなる。

問9 気体分子の熱運動に関する記述として、最も適当なものを次のうちから一つ選べ。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 一定温度の気体において、すべての分子は同じ速さで運動している。 2. 気体分子は、温度が高くなるほど熱運動の平均の速さが増える。 3. 絶対零度では、気体分子は激しく熱運動を続けている。 4. 気体分子の熱運動は、分子同士の衝突によって完全に停止する。

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 1 アボガドロの法則	アボガドロの法則は「同温・同圧において、すべての気体は同体積中に同数の分子（同物質量）を含む」という法則である。この法則により、混合気体における各成分気体の体積の割合（体積百分率）は、そのまま分子の数の割合、すなわち物質量の割合（物質量百分率）に等しくなる。
問2	答え 1 透過率の常用対数の絶対値は、溶質の濃度および光が通過する層の長さ（光路長）に比例する。	ランベルト・ベールの法則において、吸光度（透過率の常用対数の絶対値、すなわち $-\log_{10}(\text{透過率})$ ）は、溶液中の溶質濃度および光が通過する光路長に比例する。透過率そのものは濃度や光路長に対して指数関数的に減少するため、比例関係にはならない。
問3	答え 2 コロイド粒子と反対符号の電荷をもつイオンの価数が大きいほど、凝析に必要な電解質の濃度は小さくなる。	シュルツェ・ハーディの法則は、コロイド粒子の凝析において、反対符号の電荷をもつイオンの価数が凝析能力に与える影響を規定している。価数が大きいイオンほど、コロイド粒子の電気二重層を圧縮して静電的な反発力を打ち消す能力が高いため、少量の添加で凝析が進行する。非電解質であるグルコースはイオンを生成しないため、凝析には寄与しない。
問4	答え 3 気体分子の大きさや分子間力を無視できる理想気体において、体積は分子の数にのみ依存するため	アボガドロの法則は、気体分子自身の体積や分子間の相互作用を無視できる理想気体のモデルにおいて成立します。この条件下では、気体の体積は分子が占める空間の広さではなく、分子が飛び回る空間の広さを意味し、その空間の大きさは分子の数によってのみ決定されるため、同温・同圧であれば体積と分子数は比例関係になります。
問5	答え 3 酸素分子と窒素分子の数は等しい	アボガドロの法則により、同温・同圧のもとでは気体の種類によらず、同体積の気体中には同数の分子が含まれます。したがって、酸素と窒素という気体の種類に関わらず、標準状態において同じ 22.4 L という体積であれば、含まれる分子数は等しくなります。このとき、分子数はどちらも約 6.02×10^{23} 個となります。
問6	答え 1 気体の溶解度は、温度が上昇すると一般に減少する。	気体が液体に溶ける現象は、多くの場合発熱反応である。ルシャトリエの原理に基づき、温度を上げると平衡は吸熱反応の方向、すなわち気体が液体から追い出される方向へ移動するため、溶解度は減少する。ヘンリーの法則は一定温度下での圧力と溶解度の関係を示すものであり、温度変化による溶解度の変動は、気体の種類や溶媒との相互作用に依存する。
問7	答え 3 温度を上げると、一酸化炭素の物質が増加する。	この反応は正反応が吸熱反応であるため、温度を上げると系は熱を吸収しようとして正反応が促進されます。その結果、生成物である一酸化炭素の物質が増加し、反応物である二酸化炭素の物質は減少します。逆に温度を下げると、発熱反応である逆反応が促進され、一酸化炭素の物質は減少します。ルシャトリエの原理に従い、系は温度変化という外部刺激を緩和する方向へ平衡を移動させます。
問8	答え 1 溶液の体積が変化しても、溶質の物質は変化しない。	モル濃度 (mol/L) は、溶液 1 L あたりの溶質の物質 (mol) で表される。溶液を希釈したり濃縮したりする場合、溶媒を加減しても溶質そのものの物質は保存される。したがって、溶液の体積が変化しても溶質の物質は変わらない。なお、溶媒 1 kg あたりの溶質の物質は質量モル濃度であり、モル濃度とは定義が異なる。また、溶媒を蒸発させると溶液の体積が減少するため、モル濃度は大きくなる。
問9	答え 2 気体分子は、温度が高くなると熱運動の平均の速さが大きくなる。	気体分子は一定温度であっても個々に異なる速度で不規則に運動しており、その速度分布は温度に依存する。温度が上昇すると分子の平均運動エネルギーが増大するため、平均の速さは大きくなる。絶対零度 (0 K) では分子の熱運動は理論上停止し、分子同士の衝突があっても熱運動そのものが止まることはない。

高校化学プリント（過去問類似）

物質の状態と平衡 No.8

名前

得点

/10

問1 ヘンリーの法則に関する記述として最も適当なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 一定温度において、液体に溶ける気体の物質量は、その気体の分圧に比例する。
2. 一定温度において、液体に溶ける気体の体積は、その気体の分圧に比例する。
3. 一定温度において、液体に溶ける気体の質量は、その気体の分圧の二乗に比例する。
4. 一定温度において、液体に溶ける気体の物質量は、溶媒の量に関係なく一定である。

問2 理想気体の状態方程式 $PV = nRT$ に関する記述として最も適当なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 気体定数 R は、気体の種類によらず常に一定の値をとる。
2. 物質量 n が一定であれば、圧力 P と体積 V の積は温度 T に反比例する。
3. 理想気体とは、分子間力や分子自身の体積を無視できると仮定した気体である。
4. 実際の気体は、高温・高圧の条件下で理想気体からのずれが最も大きくなる。

問3 混合気体の平均分子量の定義に関する説明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. 混合気体に含まれる各成分気体の分子量の算術平均である。
2. 混合気体全体の質量を、混合気体全体の物質量で割った値である。
3. 混合気体全体の体積を、混合気体全体の物質量で割った値である。
4. 混合気体に含まれる各成分気体の分子量のうち、最も大きい値と小さい値の和である。

問4 容積 10.0 L の容器に、ある気体 0.20 mol を封入し、温度を 27 °C に保った。このとき、容器内の気体の圧力は何 Pa か。ただし、気体定数を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とし、水蒸気の蒸気圧は無視できるものとする。（2004年 全国公立入試 類似）

1. $4.98 \times 10^4 \text{ Pa}$
2. $4.98 \times 10^5 \text{ Pa}$
3. $9.96 \times 10^4 \text{ Pa}$
4. $9.96 \times 10^5 \text{ Pa}$

問5 半透膜を用いた浸透現象に関する記述として、ファントホッフの法則に基づく説明として最も適切なものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. 浸透圧は溶媒の体積に比例し、温度には依存しない。
2. 浸透圧は溶質粒子のモル濃度と絶対温度の積に比例する。
3. 半透膜を通過できるのは溶質粒子のみであり、溶媒は通過できない。
4. 浸透圧は溶質の種類によって決まり、粒子の数には依存しない。

問6 一定温度において、液体に溶ける気体の物質量がその気体の圧力に比例するという法則を何というか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. ヘンリーの法則
2. ボイルの法則
3. シャルルの法則
4. ファラデーの法則

問7 質量パーセント濃度が49パーセント、密度が 1.4 g/cm^3 である硫酸溶液のモル濃度として最も適切な値はどれか。ただし、硫酸の分子量は98とする。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 3.6 mol/L
2. 5.0 mol/L
3. 7.0 mol/L
4. 8.6 mol/L

問8 同温・同圧において、混合気体中のある成分気体の体積百分率は、その気体の物質量百分率（モル分率をパーセントで表したもの）と等しくなる。この関係が成り立つ根拠となる法則として最も適当なものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. アボガドの法則
2. ボイルの法則
3. シャルルの法則
4. ヘンリーの法則

問9 物質が水に溶けて電流を流す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. 物質が水分子と反応して、電子を放出するからである。
2. 物質が水中で電離し、電荷を持つイオンが移動するからである。
3. 物質が水分子と結合して、大きな分子の塊を作るからである。
4. 物質が水中で熱運動を停止し、電気的な安定状態になるからである。

問10 不揮発性の溶質を溶かした溶液の沸点が、純溶媒の沸点よりも高くなる理由として最も適当な記述を、次のうちから選べ。（2025年 全国公立入試 類似）

1. 溶質が溶けることで溶液の蒸気圧が下がり、蒸気圧が外圧と等しくなる温度が高くなるため。
2. 溶質が溶けることで溶液の蒸気圧が上がり、蒸気圧が外圧と等しくなる温度が高くなるため。
3. 溶質粒子が熱運動を妨げることで、溶媒分子の凝縮速度が蒸発速度を上回るため。
4. 溶質粒子と溶媒分子の間に働く引力により、溶媒の融解熱が減少するため。

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 1 一定温度において、液体に溶ける気体の物質量は、その気体の分圧に比例する。	ヘンリーの法則は、難溶性の気体が液体に溶ける際、その溶解度（物質量）が気体の分圧に比例するという法則である。体積は圧力によって変化するため、圧力に比例するのは体積ではなく物質量である点に注意が必要である。この法則は、気体の溶解平衡において、気相と液相の間で分子が移動する速度が等しくなることで成立する。
問2	答え 3 理想気体とは、分子間力や分子自身の体積を無視できると仮定した気体である。	理想気体は、分子間力や分子自身の体積を無視できると仮定したモデルである。気体定数 R は気体の種類によらず一定である。 $PV = nRT$ より、 n が一定なら PV は T に比例する。実際の気体は、分子間力が無視できなくなり、分子自身の体積が無視できなくなる低温・高圧の条件下で、理想気体からのずれが大きくなる。
問3	答え 2 混合気体全体の質量を、混合気体全体の物質量で割った値である。	平均分子量は、混合気体という系全体を一つの純物質と見なした際のモル質量に相当します。したがって、系全体の質量 (g) を系全体の物質量 (mol) で除することで定義されます。各成分の分子量の単純な平均ではない点に注意が必要です。各成分の物質量割合（モル分率）を重みとして加重平均することで求められます。
問4	答え 1 $4.98 \times 10^4 \text{ Pa}$	理想気体の状態方程式 $PV = nRT$ を用いる。温度 $T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$ 、物質量 $n = 0.20 \text{ mol}$ 、体積 $V = 10.0 \text{ L}$ 、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ を代入する。 $P = nRT / V = (0.20 \times 8.3 \times 10^3 \times 300) / 10.0 = 49800 = 4.98 \times 10^4 \text{ Pa}$ となる。
問5	答え 2 浸透圧は溶質粒子のモル濃度と絶対温度の積に比例する。	ファントホッフの法則は、希薄溶液の浸透圧が理想気体の状態方程式と類似の形式で表されることを示す。浸透圧 Π は、溶質粒子のモル濃度 c と絶対温度 T の積に比例し、 $\Pi = cRT$ という関係式が成り立つ。この法則は溶質の種類によらず、溶液中の溶質粒子の総数に依存する性質であるため、電離する物質の場合は電離度を考慮した粒子数を用いる必要がある。
問6	答え 1 ヘンリーの法則	ヘンリーの法則は、気体の溶解度に関する法則であり、一定温度において溶媒に溶ける気体の物質量は、その気体の分圧に比例するというものである。なお、この法則は溶解度が小さい気体に対してよく当てはまる。
問7	答え 3 7.0 mol/L	溶液 1 L (1000 cm^3) の質量は、密度 1.4 g/cm^3 より 1400 g となる。この溶液に含まれる硫酸の質量は、 $1400 \text{ g} \times 0.49 = 686 \text{ g}$ である。硫酸の分子量は 98 であるため、この溶液に含まれる硫酸の物質量は $686 \text{ g} / 98 \text{ g/mol} = 7.0 \text{ mol}$ となる。溶液の体積が 1 L であるため、モル濃度は 7.0 mol/L と算出される。
問8	答え 1 アボガドの法則	アボガドの法則は「同温・同圧において、すべての気体は同体積中に同数の分子（同物質量）を含む」という法則である。この法則により、混合気体における各成分気体の体積の割合（体積百分率）は、そのまま分子の数の割合、すなわち物質量の割合（物質量百分率）に等しくなる。
問9	答え 2 物質が水中で電離し、電荷を持つイオンが移動するからである。	水溶液に電流が流れるのは、水中で電離した陽イオンと陰イオンが、電極の極性に応じて移動することで電荷を運ぶためである。非電解質であるショ糖やエタノールは、水に溶けても分子のまま存在し、電荷を運ぶキャリアが存在しないため電流が流れない。
問10	答え 1 溶質が溶けることで溶液の蒸気圧が下がり、蒸気圧が外圧と等しくなる温度が高くなるため。	不揮発性の溶質を溶かすと、溶液の表面に存在する溶媒分子の割合が減少し、蒸発が抑制されるため、同じ温度における溶液の蒸気圧は純溶媒よりも低くなる（蒸気圧降下）。液体の沸騰は蒸気圧が外圧と等しくなったときに起こるため、蒸気圧が低下した溶液を沸騰させるには、純溶媒よりも高い温度まで加熱して蒸気圧を外圧まで高める必要がある。

問1 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数が増加し、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2 混合気体の平均分子量の定義に関する説明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. 混合気体に含まれる各成分気体の分子量の算術平均である。 | 2. 混合気体全体の質量を、混合気体全体の物質で割った値である。 | 3. 混合気体全体の体積を、混合気体全体の物質で割った値である。 | 4. 混合気体に含まれる各成分気体の分子量のうち、最も大きい値と小さい値の和である。 |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|

問3 ランベルト・ベールの法則において、透過率そのものではなく、透過率の常用対数の絶対値（吸光度）が濃度や光路長に比例する理由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. 光が物質を通過する際、各薄層で吸収される光の割合（減少率）が入射光の強度に比例し、光強度の減少が指数関数的になるため。 | 2. 光が物質を通過する際、光のエネルギーが溶質分子の熱運動にすべて変換され、光強度の減少が一次関数的になるため。 | 3. 溶質分子の濃度が高くなると、分子同士の衝突によって光の散乱が急激に増加し、透過光が急激に減少するため。 | 4. 光路長が長くなると、光の速度が溶液中で遅くなり、単位時間あたりに検出器に到達する光子が減少するため。 |
|--|---|--|---|

問4 グルコース、砂、トリブシンを水に分散させた混合物について、ろ紙および半透膜（セロハン膜）の透過性に関する記述として最も適切なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. ろ紙はグルコースと砂を通過させるが、トリブシンは通過させない。 | 2. 半透膜はグルコースとトリブシンの両方を通過させるが、砂は通過させない。 | 3. ろ紙はグルコースのみを通過させ、半透膜はトリブシンのみを通過させる。 | 4. 半透膜はグルコースと砂の両方を通過させ、トリブシンは通過させない。 |
|------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|

問5 密度が1.2 g/cm³、質量パーセント濃度が10%の水酸化ナトリウム水溶液100mLに含まれる水酸化ナトリウム（モル質量40 g/mol）の物質は何molか。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------|------------|------------|-----------|
| 1. 0.03 mol | 2. 0.3 mol | 3. 3.0 mol | 4. 30 mol |
|-------------|------------|------------|-----------|

問6 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1.0×10⁵ Pa、水蒸気分圧は3.0×10³ 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は何molか。ただし、27℃における水の飽和蒸気圧を3.6×10³ Pa、気体定数をR = 8.3×10³ 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7 溶液の質量パーセント濃度、密度、および溶質のモル質量を用いて、溶液の体積Vから溶質の物質nを求める手順として正しい記述を、次のうちから一つ選べ。（2009年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. 溶液の質量を密度で割り、質量パーセント濃度を掛けてからモル質量で割る | 2. 溶液の体積に密度を掛け、質量パーセント濃度を掛けてからモル質量で割る | 3. 溶液の体積に密度を掛け、モル質量を掛けてから質量パーセント濃度で割る | 4. 溶液の質量を密度で掛け、質量パーセント濃度を割り、モル質量を掛ける |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|

問8 モル濃度の定義として最も適切なものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1. 溶質の物質質量(mol)を溶媒の質量(kg)で割った値 | 2. 溶質の物質質量(mol)を溶液の体積(L)で割った値 | 3. 溶質の質量(g)を溶液の体積(L)で割った値 | 4. 溶質の物質質量(mol)を溶液の質量(kg)で割った値 |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|

問9 標準状態において、メタンと二酸化炭素の体積比が2対1である混合気体1.0Lの質量として最も近い値はどれか。ただし、メタンの分子量を16、二酸化炭素の分子量を44とし、標準状態における気体1molの体積を22.4Lとする。（2018年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------|---------|---------|---------|
| 1. 0.71g | 2. 1.1g | 3. 1.5g | 4. 2.2g |
|----------|---------|---------|---------|

答え合わせ・解説 No.9

問1	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2	答え 2 混合気体全体の質量を、混合気体全体の物質質量で割った値である。	平均分子量は、混合気体という系全体を一つの純物質と見なした際のモル質量に相当します。したがって、系全体の質量 (g) を系全体の物質質量 (mol) で除することで定義されます。各成分の分子量の単純な平均ではない点に注意が必要です。各成分の物質質量割合 (モル分率) を重みとして加重平均することで求められます。
問3	答え 1 光が物質を通過する際、各薄層で吸収される光の割合 (減少率) が入射光の強度に比例し、光強度の減少が指数関数的になるため。	光が均一な媒体を通過するとき、微小な厚さを通過する間に吸収される光の強度の減少量は、その位置における光の強度に比例する。この微分方程式を解くと、透過光の強度は光路長に対して指数関数的に減少する。この両辺の常用対数をとることで、吸光度が濃度および光路長に比例する関係が得られる。
問4	答え 1 ろ紙はグルコースと砂を通過させるが、トリプシンは通過させない。	ろ紙の細孔は比較的大きく、分子であるグルコースや懸濁物である砂は通過できるが、コロイド粒子であるトリプシンは通過できない。一方、半透膜であるセロハン膜は、分子であるグルコースは通過させるが、コロイド粒子であるトリプシンや、より大きな懸濁物である砂は通過させない。この性質の違いを利用して、コロイド溶液の精製を行う透析が行われる。
問5	答え 2 0.3 mol	溶液100mLの質量は $1.2 \text{ g/cm}^3 \times 100 \text{ cm}^3 = 120 \text{ g}$ である。このうち溶質の質量は $120 \text{ g} \times 0.10 = 12 \text{ g}$ となる。水酸化ナトリウムのモル質量は 40 g/mol であるため、物質質量は $12 \text{ g} / 40 \text{ g/mol} = 0.3 \text{ mol}$ と計算できる。密度の単位と体積の積が溶液全体の質量になることを理解しておくことが重要である。
問6	答え 1 0.018	圧縮前の水蒸気の物質質量は、状態方程式より $(3.0 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot 24.9 \text{ L}) / (8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})) \cdot 300 \text{ K} = 0.030 \text{ mol}$ 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 $(3.6 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot 8.3 \text{ L}) / (8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})) \cdot 300 \text{ K} = 0.012 \text{ mol}$ である。したがって、凝縮した水の物質質量は $0.030 - 0.012 = 0.018 \text{ mol}$ となる。
問7	答え 2 溶液の体積に密度を掛け、質量パーセント濃度を掛けてからモル質量で割る	溶液の体積に密度を掛けると溶液全体の質量が得られる。これに質量パーセント濃度を掛けることで溶質の質量が算出され、最後に溶質のモル質量で割ることで物質質量 (モル数) が求められる。この手順は溶液の濃度計算における基本的なプロセスであり、単位の整合性を確認することで論理的に導き出せる。
問8	答え 2 溶質の物質質量(mol)を溶液の体積(L)で割った値	モル濃度は、溶液1Lあたりに含まれる溶質の物質質量(mol)を表す濃度単位である。単位はmol/Lを用いる。溶媒の質量で割るものは質量モル濃度であり、溶液の質量で割るものは質量パーセント濃度に関連する指標となるため、定義を混同しないよう注意が必要である。
問9	答え 2 1.1g	標準状態において、気体1.0Lの物質質量は $1/22.4 \text{ mol}$ である。体積比が2対1であるため、混合気体中のメタンの物質質量は $(2/3) \times (1/22.4) \text{ mol}$ 、二酸化炭素の物質質量は $(1/3) \times (1/22.4) \text{ mol}$ となる。それぞれの質量は、メタンが $(2/3) \times (1/22.4) \times 16 \text{ g}$ 、二酸化炭素が $(1/3) \times (1/22.4) \times 44 \text{ g}$ である。これらを合計すると、 $(32+44)/(3 \times 22.4) = 76/67.2 \text{ 約} 1.13 \text{ g}$ となり、選択肢の中で最も近い値は1.1gである。

問1 物質の性質と水溶液の電気伝導性に関する説明として、最も適切なものはどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

1. 硫酸バリウムは水にほとんど溶けないため、水溶液の電気伝導性は極めて低い。 2. 電離する物質はすべて水に溶けやすいという性質を持つ。 3. ショ糖は水に溶けるとイオンに分かれるため、電気をよく通すようになる。 4. 塩化ナトリウムは水に溶けても分子のまま存在するため、電気を通さない。

問2 標準状態において、密度が 1.60 g/cm^3 であるドライアイス（固体二酸化炭素） 1.10 cm^3 を完全に昇華させて気体にしたとき、その気体が占める体積として最も適切なものはどれか。ただし、二酸化炭素のモル質量を 44 g/mol とし、標準状態における気体 1 mol の体積を 22.4 L とする。（2025年 全国公立入試 類似）

1. 0.560 L 2. 0.896 L 3. 1.41 L 4. 39.4 L

問3 化学平衡状態にある系において、ルシャトリエの原理に基づき平衡が移動する条件として、最も適切なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

1. 反応に関与しない不活性気体を、体積一定のまま加える。 2. 反応の正反応が吸熱反応であるとき、系全体の温度を上昇させる。 3. 気体の分子数が変化しない反応において、系全体の圧力を上昇させる。 4. 固体触媒を加えて、反応速度を速める。

問4 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数が増加し、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5 固体が液体を経ずに直接気体になる、あるいは気体が液体を経ずに直接固体になる現象を何というか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 融解 2. 蒸発 3. 昇華 4. 凝縮

問6 標高が高く大気圧が 0.80 気圧である環境において、水の蒸気圧曲線に基づいた場合、水の沸点は何度になるか。なお、蒸気圧曲線において蒸気圧が 0.80 気圧を示す温度は 94 度である。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 94 度 2. 100 度 3. 106 度 4. 110 度

問7 溶液の質量パーセント濃度、密度、および溶質のモル質量を用いて、溶液の体積 V から溶質の物質質量 n を求める手順として正しい記述を、次のうちから一つ選べ。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 溶液の質量を密度で割り、質量パーセント濃度を掛けてからモル質量で割る 2. 溶液の体積に密度を掛け、質量パーセント濃度を掛けてからモル質量で割る 3. 溶液の体積に密度を掛け、モル質量を掛けてから質量パーセント濃度で割る 4. 溶液の質量を密度で掛け、質量パーセント濃度を割り、モル質量を掛ける

問8 光が溶液を通過するとき、光の吸収の強さと溶液の性質との関係を示す「ランベルト・ベールの法則」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. 透過率の常用対数の絶対値は、溶質の濃度および光が通過する層の長さ（光路長）に比例する。 2. 透過率は、溶質の濃度および光が通過する層の長さ（光路長）に比例する。 3. 透過率の常用対数の絶対値は、溶質の濃度に比例し、光が通過する層の長さ（光路長）に反比例する。 4. 透過率は、溶質の濃度に反比例し、光が通過する層の長さ（光路長）に比例する。

問9 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

問10 アボガドロの法則が成り立つ背景にある考え方として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 気体分子の大きさは無視できず、分子間力の影響が支配的であるため 2. 気体分子の運動エネルギーが絶対温度に比例し、分子の衝突回数が体積に依存するため 3. 気体分子の大きさや分子間力を無視できる理想気体において、体積は分子の数にのみ依存するため 4. 化学反応における反応物と生成物の質量比が、原子の結合比によって一定に保たれるため

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 1 硫酸バリウムは水にほとんど溶けないため、水溶液の電気伝導性は極めて低い。	物質が水溶液中で電気を通すためには、溶質が電離してイオンが存在する必要がある。硫酸バリウムは難溶性塩であり、水にほとんど溶けないため、イオンが水溶液中にほとんど放出されず、電気伝導性は極めて低い。ショ糖は非電解質であり、塩化ナトリウムは強電解質であるという基本的な性質を理解することが重要である。
問2	答え 2 0.896 L	ドライアイスの質量は、密度 1.60 g/cm^3 に体積 1.10 cm^3 を乗じて 1.76 g と求められる。二酸化炭素のモル質量は 44 g/mol であるため、物質量は $1.76 \text{ g} / 44 \text{ g/mol} = 0.04 \text{ mol}$ となる。標準状態において気体 1 mol は 22.4 L を占めるため、 0.04 mol の気体は $0.04 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 0.896 \text{ L}$ となる。
問3	答え 2 反応の正反応が吸熱反応であるとき、系全体の温度を上昇させる。	ルシャトリエの原理によれば、平衡状態にある系に外部から変化を加えると、その変化を打ち消す方向に平衡が移動します。温度を上昇させると、系は熱を吸収する吸熱反応の方向へ進みます。一方、不活性気体の添加や圧力変化は、気体分子数の総和が変化しない反応系においては平衡移動を引き起こしません。また、触媒は反応速度を速めますが、正逆両方の反応速度を等しく加速させるため、平衡位置自体は変化させません。
問4	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5	答え 3 昇華	物質の状態変化において、固体から直接気体、または気体から直接固体へと変化する現象を昇華という。融解は固体から液体への変化、蒸発は液体から気体への変化、凝縮は気体から液体への変化を指す。ドライアイスやヨウ素は、常圧下でこの昇華という性質を示す代表的な物質である。
問6	答え 1 94度	沸点は液体の蒸気圧が外部の大気圧と等しくなる温度として定義される。標準大気圧（ 1.0 気圧 ）下では水の沸点は 100 度 であるが、大気圧が 0.80 気圧 に低下すると、より低い温度で蒸気圧が外部圧力と釣り合うため、沸点は 100 度 よりも低い 94 度 となる。
問7	答え 2 溶液の体積に密度を掛け、質量パーセント濃度を掛けてからモル質量で割る	溶液の体積に密度を掛けると溶液全体の質量が得られる。これに質量パーセント濃度を掛けることで溶質の質量が算出され、最後に溶質のモル質量で割ることで物質量（モル数）が求められる。この手順は溶液の濃度計算における基本的なプロセスであり、単位の整合性を確認することで論理的に導き出せる。
問8	答え 1 透過率の常用対数の絶対値は、溶質の濃度および光が通過する層の長さ（光路長）に比例する。	ランベルト・ベールの法則において、吸光度（透過率の常用対数の絶対値、すなわち $-\log_{10}(\text{透過率})$)は、溶液中の溶質濃度および光が通過する光路長に比例する。透過率そのものは濃度や光路長に対して指数関数的に減少するため、比例関係にはならない。
問9	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 1 mol 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。
問10	答え 3 気体分子の大きさや分子間力を無視できる理想気体において、体積は分子の数にのみ依存するため	アボガドロの法則は、気体分子自身の体積や分子間の相互作用を無視できる理想気体のモデルにおいて成立します。この条件下では、気体の体積は分子が占める空間の広さではなく、分子が飛び回る空間の広さを意味し、その空間の大きさは分子の数によってのみ決定されるため、同温・同圧であれば体積と分子数は比例関係になります。