

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 1.0×10^5 Pa、水蒸気分圧は 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、 $(32+44)/(3 \times 22.4) = 76/67.2 \approx 1.13 \text{ g}$ となり、選択肢の中で最も近い値は1.1gである。