

問1 水が沸騰する際、蒸気圧と大気圧の関係について述べた文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. 液体の蒸気圧が大気圧と等しくなる
2. 液体の蒸気圧が大気圧より十分に低い
3. 液体の蒸気圧が大気圧より十分に高い
4. 大気圧に関わらず蒸気圧は一定である

問2 カルボン酸のエステル化反応の原理として、最も適切な説明はどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. カルボン酸とアルコールから、酸触媒を用いて水分子を脱離させることでエステル結合を形成する。
2. カルボン酸とアルコールから、塩基触媒を用いて水素分子を付加させることでエステル結合を形成する。
3. カルボン酸とアルコールから、酸化剤を用いて酸素原子を導入することでエステル結合を形成する。
4. カルボン酸とアルコールから、還元剤を用いて二酸化炭素を脱離させることでエステル結合を形成する。

問3 理想気体の状態方程式 $PV = nRT$ に関する記述として最も適切なものはどれか。（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4 0.050 mol/L のシュウ酸水溶液 10.0 mL を正確に量り取り、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和点までに 10.0 mL を要した。次に、この水酸化ナトリウム水溶液を用いて、濃度未知の塩酸 20.0 mL を滴定したところ、中和点までに 10.0 mL を要した。この塩酸のモル濃度として最も適切な数値を、次のうちから一つ選べ。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 0.025 mol/L
2. 0.050 mol/L
3. 0.10 mol/L
4. 0.20 mol/L

問5 水素結合が形成される条件として、分子内の結合状態に関する説明として最も適切なものを一つ選べ。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 炭素原子と水素原子が直接結合している必要がある。
2. 電気陰性度の大きい原子に水素原子が直接結合している必要がある。
3. 分子全体が非極性分子である必要がある。
4. 分子量が非常に大きい高分子化合物である必要がある。

問6 分子のルイス構造に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 共有電子対とは、2つの原子間で共有されずに一方の原子のみが持つ電子対のことである。
2. 非共有電子対とは、原子間の結合に関与している電子対のことである。
3. ルイス構造において、共有電子対と非共有電子対の合計数は、原子の最外殻電子数から算出される。
4. 硫化水素分子において、硫黄原子は結合に関与しない電子対を保持していない。

問7 水素結合に関する記述として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 水素結合は、共有結合よりも結合エネルギーが非常に大きい。
2. アンモニアの分子間には水素結合が形成される。
3. メタンの分子間には強い水素結合が働いている。
4. ベンゼンの分子間には水素結合が形成される。

問8 分子式が同一でありながら、原子の結合の仕方が異なるために生じる異性体の関係を何と呼ぶか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 構造異性体
2. 幾何異性体
3. 光学異性体
4. 鏡像異性体

問9 理想気体の状態方程式 $PV=nRT$ に関する記述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. 気体の圧力 P と体積 V の積は、絶対温度 T に比例し、物質質量 n に反比例する。
2. 気体の状態方程式は、実在気体であればどのような温度や圧力の条件下でも厳密に成立する。
3. 気体の圧力 P と物質質量 n の積は、体積 V と絶対温度 T の積に比例する。
4. 気体の圧力 P と体積 V の積は、物質質量 n と絶対温度 T の積に比例する。

問10 ダニエル電池の動作中に起こる現象として、最も適切な記述はどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 負極の亜鉛板は、亜鉛が溶け出すため質量が減少する。
2. 正極の銅板は、銅イオンが溶け出すため質量が減少する。
3. 負極では銅イオンが還元され、銅が析出する反応が起こる。
4. 正極では亜鉛が酸化され、亜鉛イオンが生成する反応が起こる。

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 1 液体の蒸気圧が大気圧と等しくなる	沸騰は液体内部で気化が起こる現象であり、液体内部の蒸気圧が周囲から押さえつける大気圧に打ち勝つ必要がある。そのため、蒸気圧が大気圧と等しくなった時点で、液体内部から気泡が発生し沸騰が開始される。大気圧が低くなれば、より低い蒸気圧で沸騰が可能となるため、沸点は低下する。
問2	答え 1 カルボン酸とアルコールから、酸触媒を用いて水分子を脱離させることでエステル結合を形成する。	エステル化反応は、カルボン酸のカルボキシ基とアルコールのヒドロキシ基の間で水分子が脱離する縮合反応である。通常、濃硫酸などの酸触媒を用いることで反応が促進される。この反応は可逆反応であり、平衡を生成物側にずらすために過剰のアルコールを用いるか、生成する水を系外へ除去する工夫がなされることが多い。
問3	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4	答え 2 0.050 mol/L	シュウ酸は二価の酸、水酸化ナトリウムは一価の塩基である。中和の量的関係より、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を C とすると、 $2 * 0.050 \text{ mol/L} * 10.0 \text{ mL} = 1 * C * 10.0 \text{ mL}$ が成り立ち、 $C = 0.10 \text{ mol/L}$ となる。次に、塩酸は一価の酸であるため、塩酸の濃度を C' とすると、 $1 * C' * 20.0 \text{ mL} = 1 * 0.10 \text{ mol/L} * 10.0 \text{ mL}$ が成り立ち、 $C' = 0.050 \text{ mol/L}$ と求まる。
問5	答え 2 電気陰性度の大きい原子に水素原子が直接結合している必要がある。	水素結合は、電気陰性度が非常に大きい原子 (F, O, N など) に水素原子が共有結合しているとき、その水素原子が正の電荷を帯び、他の分子内の電気陰性度の大きい原子と静電的に引き合うことで生じる。この結合の強さはファンデルワールス力よりも強く、物質の沸点や融点を著しく上昇させる要因となる。炭素と水素の結合では、電気陰性度の差が小さいため水素結合は形成されない。
問6	答え 3 ルイス構造において、共有電子対と非共有電子対の合計数は、原子の最外殻電子数から算出される。	ルイス構造は、分子内の価電子 (最外殻電子) を共有電子対と非共有電子対に振り分けることで描かれる。共有電子対は原子間の結合を形成する電子対であり、非共有電子対は結合に関与せず特定の原子上に存在する電子対である。硫化水素の硫黄原子は、結合に使われない電子対を2つ保持しており、この定義に合致する。
問7	答え 2 アンモニアの分子間には水素結合が形成される。	水素結合は、電気陰性度の大きい原子 (主にF, O, N) に結合した水素原子が、近接する他の分子の電気陰性度の大きい原子と静電的に引き合う分子間力である。アンモニア (NH_3) は窒素原子に水素原子が結合しているため、分子間で水素結合を形成する。一方、メタンやベンゼンは電気陰性度の差が小さく、水素結合を形成しない。水素結合は分子間力の一種であり、共有結合よりも結合エネルギーは小さい。
問8	答え 1 構造異性体	構造異性体は、分子式が同じであっても原子同士の結合順序や結合の仕方が異なる化合物の関係を指します。一方、幾何異性体や光学異性体は立体異性体の一種であり、原子の結合順序は同じですが、空間的な配置が異なるものを指します。これらは化学的・物理的性質が異なる場合が多く、有機化学において化合物の多様性を理解する上で重要な概念です。
問9	答え 4 気体の圧力 P と体積 V の積は、物質量 n と絶対温度 T の積に比例する。	理想気体の状態方程式 $PV = nRT$ において、 R は気体定数である。この式は、気体の圧力 P 、体積 V 、物質量 n 、絶対温度 T の関係を示しており、 PV は n と T の積に比例する関係にある。実在気体は、高温・低圧の条件下では理想気体に近づくが、極端な条件下では分子間力や分子自身の体積の影響により、この式から逸脱する。
問10	答え 1 負極の亜鉛板は、亜鉛が溶け出すため質量が減少する。	ダニエル電池の負極では、金属亜鉛が電子を放出して亜鉛イオンとなり水溶液中に溶け出すため、亜鉛板の質量は減少する。正極では銅イオンが電子を受け取って銅として析出するため、銅板の質量は増加する。負極での酸化反応と正極での還元反応が分離して進行することで、外部回路に電流が流れる仕組みとなっている。