

問1 分子間で水素結合を形成する物質の組み合わせとして、最も適当なものを一つ選べ。（2004年 全国公立入試 類似）

1. アンモニアとメタン 2. アンモニアと水 3. ベンゼンとエタン 4. メタンとエタン

問2 次の酸化物のうち、強塩基の水溶液と反応して塩を生成する酸性酸化物はどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 十酸化四リン 2. 酸化ナトリウム 3. 酸化マグネシウム 4. 酸化カルシウム

問3 アンモニアの工業的製法であるハーバー・ボッシュ法において、原料として用いられる物質の組み合わせとして正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 窒素と水素 2. 窒素と酸素 3. 水素と酸素 4. 炭素と窒素

問4 二酸化硫黄 SO_2 と硫化水素 H_2S が反応して硫黄 S が生成する反応式「 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 」において、還元剤として働いている物質はどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. 二酸化硫黄 SO_2 2. 硫化水素 H_2S 3. 生成した硫黄 S 4. 生成した水 H_2O

問5 遷移元素の性質に関する記述として、誤っているものを次のうちから一つ選べ。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 遷移元素の化合物には、酸化数がプラス4を超えるものも存在する。
2. 遷移元素の化合物には、水溶液中で無色を示すものも存在する。
3. 遷移元素は、周期表の3族から11族に位置する金属元素である。
4. 遷移元素はすべて典型元素に分類され、価電子数が族番号の下一桁と一致する。

問6 0.010モル毎リットルの水酸化カルシウム水溶液100ミリリットルに、十分な量の塩酸を加えて完全に中和させたときに発生する熱量は何キロジュールか。ただし、中和熱は56.5キロジュール毎モルとし、水酸化カルシウムの電離は完全に進むものとする。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 0.057キロジュール 2. 0.113キロジュール 3. 0.565キロジュール 4. 1.130キロジュール

問7 p-エトキシアニリン（分子量137）と無水酢酸（分子量102）を反応させてフェナセチン（分子量179）を合成する際、13.7gのp-エトキシアニリンと15.3gの無水酢酸を完全に反応させたときに得られるフェナセチンの理論上の最大質量は何gか。ただし、反応は1対1の物質質量比で進行するものとする。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 15.3g 2. 17.9g 3. 20.6g 4. 26.9g

問8 ダニエル電池において、素焼き板の役割として最も適切なものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 両側の水溶液を混合させずに、イオンのみを通過させて電気的な中性を保つ。
2. 外部回路の抵抗を減らし、より大きな電流を取り出せるようにする。
3. 硫酸銅水溶液中の銅イオンが亜鉛板へ直接移動するのを防ぐ。
4. 電池内部の温度上昇を抑え、反応速度を一定に保つ。

問9 メタン分子中の炭素原子がもつ価標の数として最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 1 2. 2 3. 3 4. 4

問10 水溶液が電気を流す仕組みと非電解質の性質に関する説明として、誤っているものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 非電解質が水に溶けると、溶液中に電荷を運ぶイオンが生成されるため電流が流れる。
2. 電解質が水に溶けると、陽イオンと陰イオンに電離し、それらが移動することで電流が生じる。
3. 非電解質は水溶液中で分子の状態が存在するため、電気的な中性が保たれ電流は流れない。
4. 水溶液の電気伝導性は、溶質が水中でイオンに電離するかどうかによって依存している。

問11 天然繊維および化学繊維の性質に関する記述として最も適当なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 羊毛や絹の主成分はタンパク質であり、一般に吸湿性が大きい。
2. ナイロンは合成繊維であり、木綿と比較して吸湿性が非常に大きい。
3. 麻の主成分はタンパク質であり、熱に対して非常に強い性質を持つ。
4. ポリエステルは合成繊維であり、シワになりやすく形態安定性が低い。

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 2 アンモニアと水	水素結合は、F, O, Nなどの電気陰性度が大きい原子に水素原子が直接結合している場合に形成されやすい。アンモニア (NH ₃) は窒素原子に水素が結合しており、水 (H ₂ O) は酸素原子に水素が結合しているため、両者とも分子内に水素結合を形成する部位を持つ。メタン (CH ₄)、エタン (C ₂ H ₆)、ベンゼン (C ₆ H ₆) は、炭素と水素の電気陰性度の差が小さく、分子間で水素結合を形成しない。
問2	答え 1 十酸化四リン	酸性酸化物は、水と反応して酸を生じ、塩基と反応して塩を生成する性質を持つ。十酸化四リン (P ₄ O ₁₀)は非金属元素であるリンの酸化物であり、酸性酸化物に分類されるため、強塩基の水溶液と反応してリン酸塩を生成する。酸化ナトリウム、酸化マグネシウム、酸化カルシウムは塩基性酸化物であり、これらは酸と反応して塩を生成するが、塩基とは反応しない。
問3	答え 1 窒素と水素	ハーバー・ボッシュ法は、空气中に豊富に存在する窒素と、天然ガスなどを原料として得られる水素を直接反応させてアンモニアを合成するプロセスである。化学反応式は $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ と表される。この反応は可逆反応であり、ルシャトリエの原理に基づき、平衡を右側にずらすために高温・高圧条件と鉄を主成分とする触媒が用いられる。
問4	答え 2 硫化水素 H₂S	各原子の酸化数の変化を確認する。SO ₂ 中の硫黄の酸化数は+4から0に減少しているため、SO ₂ は酸化剤である。一方、H ₂ S中の硫黄の酸化数は-2から0に増加している。酸化数が増加した物質は電子を放出して酸化されているため、この反応においてH ₂ Sは還元剤として働いている。
問5	答え 4 遷移元素はすべて典型元素に分類され、価電子数が族番号の下一桁と一致する。	遷移元素は典型元素とは区別されるグループであり、価電子数が族番号の下一桁と一致するという規則は主に典型元素に適用される。遷移元素の化合物には、過マンガン酸カリウムのように高い酸化数を持つものや、亜鉛イオンのように水溶液中で無色を示すものも存在する。これらは遷移元素の多様な化学的性質を反映している。
問6	答え 2 0.113キロジュール	水酸化カルシウムCa(OH) ₂ は2価の塩基である。溶液中のCa(OH) ₂ の物質量は、0.010モル毎リットル×0.100リットル=0.0010モルである。中和反応ではCa(OH) ₂ 1モルあたり2モルのH ⁺ と反応して2モルの水が生じるため、生成する水の物質量は0.0010モル×2=0.0020モルとなる。したがって、発生する熱量は56.5キロジュール毎モル×0.0020モル=0.113キロジュールとなる。
問7	答え 2 17.9g	化学反応式に基づき、まず各物質の物質量を求める。13.7gのp-エトキシアニリンは0.1mol、15.3gの無水酢酸は0.15molである。反応比が1対1であるため、物質量の少ないp-エトキシアニリンが制限反応物となり、生成するフェナセチンは最大で0.1molとなる。フェナセチンの分子量は179であるため、生成する質量は0.1mol × 179g/mol = 17.9gと計算される。
問8	答え 1 両側の水溶液を混合させずに、イオンのみを通して電気的な中性を保つ。	ダニエル電池で素焼き板を使用する主な目的は、亜鉛板と硫酸銅水溶液が直接接触して銅が亜鉛板上に析出する「置換反応」を防ぐことである。素焼き板は微細な穴を持ち、両側の水溶液が混ざり合うのを防ぎつつ、イオンの移動を許容することで、回路全体で電気的な中性を維持し、持続的な放電を可能にしている。
問9	答え 4 4	原子の価標とは、その原子が他の原子と共有結合を形成する際の結合手の数を示す。メタン分子 (CH ₄) において、中心の炭素原子は4つの水素原子とそれぞれ単結合を形成しているため、炭素原子の価標の数は4となる。これは炭素の最外殻電子が4個であり、オクテット則を満たすために4個の電子を共有する必要があることに起因する。
問10	答え 1 非電解質が水に溶けると、溶液中に電荷を運ぶイオンが生成されるため電流が流れる。	非電解質は水に溶けてもイオンに電離しないため、溶液中に電荷を運ぶ粒子が存在せず、電流を流さない。したがって、非電解質がイオンを生成して電流を流すという記述は誤りである。電解質は水中で電離し、イオンが移動することで電流が流れる。
問11	答え 1 羊毛や絹の主成分はタンパク質であり、一般に吸湿性が大きい。	羊毛や絹は動物性繊維であり、主成分はタンパク質である。これらは親水性の基を多く含むため、吸湿性に優れている。一方、ナイロンは合成繊維であり、木綿 (セルロース) に比べて吸湿性は小さい。麻の主成分はセルロースでありタンパク質ではない。また、ポリエステルは合成繊維の中でも特にシフになりにくく、形態安定性に優れるという特徴がある。