

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で存在するため、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切なものはどれか。（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。

高校化学プリント（過去問類似）

化学 I（旧課程の過去問） No.2

名前

得点

/ 11

問1 粗銅を陽極、純銅を陰極として硫酸銅(II)水溶液中で電気分解を行う銅の電解精錬において、陽極の下に沈殿する陽極泥に含まれる金属として最も適切なものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 亜鉛 2. 鉄 3. 金 4. アルミニウム

問2 油脂の加水分解反応について、生成物として正しい組み合わせはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 脂肪酸とグリセリン 2. 脂肪酸とメタノール 3. グリセリンと二酸化炭素 4. 水素と脂肪酸

問3 メタンの完全燃焼を表す化学反応式 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ に関する記述として最も適切なものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. メタン1molが燃焼すると、酸素は2mol消費される。 2. メタン1molが燃焼すると、二酸化炭素は2mol生成される。 3. メタン1molが燃焼すると、水は1mol生成される。 4. メタンと酸素は、体積比1対1で反応する。

問4 ナイロンの化学的性質および用途に関する記述として、誤っているものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. ナイロンは合成繊維の中でも特に吸湿性が高く、天然繊維よりも水分を吸収しやすい。 2. ナイロンは強靱な性質を持つため、産業用ロープや漁網などの材料として適している。 3. ナイロンはポリアミド系の高分子化合物であり、アミド結合を介して分子鎖が連結している。 4. ナイロンは世界で初めて開発された合成繊維であり、その強度の高さから広く普及した。

問5 20世紀初頭、日本の科学者である鈴木梅太郎が米糠から抽出・発見し、脚気の予防に有効であることを明らかにした成分はどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. ビタミンB1 2. ナイロン 3. ダイナマイト 4. ベークライト

問6 水溶液の電気伝導性に関する記述として、誤っているものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. ショ糖水溶液は分子のまま溶けているため、電気をほとんど通さない。 2. エタノール水溶液は非電解質であり、水溶液中でイオンを生じない。 3. 水酸化カリウム水溶液は電解質であり、水溶液中で水酸化物イオンを生じる。 4. 硫酸銅水溶液は非電解質であり、水溶液中で銅原子がそのまま分散している。

問7 蒸留装置において、冷却器の冷却水を下から上へ流す主な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. 冷却器内を常に冷却水で満たし、冷却効率を最大化するため 2. 冷却水の流速を重力によって加速させ、冷却効果を高めるため 3. 冷却器内の圧力を下げて、蒸気の沸点を低下させるため 4. 冷却水中の不純物が冷却器の出口付近に溜まるのを防ぐため

問8 ドライアイス（固体二酸化炭素）の密度を 1.6 g/cm^3 としたとき、ドライアイスが昇華して標準状態の気体になる際、体積はおよそ何倍に膨張するか。なお、二酸化炭素の分子量は44とし、標準状態における気体1 molの体積を 22.4 L とする。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 320倍 2. 510倍 3. 640倍 4. 810倍

問9 原油の分留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. 分留は、各成分の沸点の差を利用して分離する操作である。 2. 分留は、各成分の溶解度の差を利用して分離する操作である。 3. 分留は、各成分の密度が等しいことを利用して分離する操作である。 4. 分留は、各成分の反応性の違いを利用して分離する操作である。

問10 海水中に溶存する金属元素の濃度に関する背景として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 海水中の金属元素はすべて同程度の濃度で存在する 2. ナトリウムは塩化ナトリウムとして多量に溶存している 3. 鉄は海水中で最も安定な金属元素であるため高濃度である 4. アルミニウムは海水中で沈殿しやすいため高濃度である

問11 中和滴定の実験により、吸収されたアンモニアの物質量が 0.010 mol であると算出された。このアンモニアが標準状態（0度、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）にあるとき、その体積は何リットルか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. 0.11 L 2. 0.22 L 3. 0.44 L 4. 2.24 L

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 3 金	銅の電解精錬では、粗銅に含まれる金属のうち、銅よりもイオン化傾向が大きい金属は陽イオンとなって水溶液中に溶け出します。一方、銅よりもイオン化傾向が小さい金や銀などの金属は、陽極でイオン化することなく、陽極が崩れるとともにそのまま金属の状態に沈殿します。これが陽極泥です。亜鉛、鉄、アルミニウムは銅よりもイオン化傾向が大きいので、陽イオンとして水溶液中に溶け出します。
問2	答え 1 脂肪酸とグリセリン	油脂はエステル的一种であり、酸や塩基の触媒存在下で水と反応させると加水分解が進行する。この反応は、油脂の生成反応の逆反応にあたるため、分解によって元の成分である脂肪酸とグリセリンが生成される。この反応は、石鹼の製造プロセスである鹼化反応の基礎となる重要な化学変化である。
問3	答え 1 メタン1molが燃焼すると、酸素は2mol消費される。	化学反応式の係数は、反応に関与する物質の物質質量 (mol) の比を表す。CH ₄ の係数は1、O ₂ の係数は2であるため、メタン1molに対して酸素2molが反応する。生成物については、CO ₂ が1mol、H ₂ Oが2mol生成される。気体反応の法則により、同温・同圧下では気体の体積比は係数比と一致するため、メタンと酸素の体積比は1対2となる。
問4	答え 1 ナイロンは合成繊維の中でも特に吸湿性が高く、天然繊維よりも水分を吸収しやすい。	ナイロンは一般に吸湿性が低く、速乾性に優れるという特徴を持つ。吸湿性が高いのは綿や羊毛などの天然繊維である。ナイロンはアミド結合による水素結合が分子鎖間に働くため、非常に強靱で耐久性が高い。このため、衣料用だけでなく、その強度を活かした産業用ロープや工業用資材として幅広く活用されている。
問5	答え 1 ビタミンB1	鈴木梅太郎は、脚気の原因を解明する研究の過程で、米糠の中に脚気を予防する未知の栄養素が含まれていることを突き止め、これをオリザニンと命名しました。この物質は、後に世界的に定義されたビタミンB1と同一であることが判明しました。この発見は、特定の栄養素の欠乏が疾患を引き起こすという栄養学の世界に先駆けて提示した重要な業績です。
問6	答え 4 硫酸銅水溶液は非電解質であり、水溶液中で銅原子がそのまま分散している。	硫酸銅(CuSO ₄)は水溶液中で銅(II)イオン(Cu ²⁺)と硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)に電離する電解質である。したがって、硫酸銅水溶液が非電解質であるという記述は誤りである。他の選択肢はすべて電解質と非電解質の性質を正しく説明している。
問7	答え 1 冷却器内を常に冷却水で満たし、冷却効率を最大化するため	蒸留装置の冷却器において、冷却水を下から上へ流すのは、冷却器の内部を常に水で満たした状態に保つためである。上から下へ流すと、冷却器の内部に空気が溜まりやすく、蒸気と接触する冷却水の面積が減少して冷却効率が低下する。下から流すことで、重力に逆らって水が充填されるため、効率的な熱交換が可能となる。
問8	答え 4 810倍	まず、ドライアイス1 molあたりの体積を求めます。密度が1.6 g/cm ³ で分子量が44であるため、1 molあたりの体積は 44 g / 1.6 g/cm ³ = 27.5 cm ³ となります。次に、標準状態における気体1 molの体積は 22.4 L = 22400 cm ³ です。したがって、体積の膨張倍率は 22400 / 27.5 を計算することで約814.5となり、選択肢の中で最も近い810倍が適切です。
問9	答え 1 分留は、各成分の沸点の差を利用して分離する操作である。	原油の分留は、混合物に含まれる各炭化水素成分の沸点が異なることを利用した物理的な分離操作です。蒸留塔内で加熱された原油は気化し、塔の上部に行くほど温度が低くなるため、沸点の低い成分から順に凝縮して液体として取り出されます。この原理により、ナフサや灯油、軽油などが効率よく分離されます。
問10	答え 2 ナトリウムは塩化ナトリウムとして多量に溶存している	海水は塩化ナトリウムを主成分とする塩類を多量に含んでおり、ナトリウムイオンと塩化物イオンが溶存成分の大部分を占める。ナトリウムは水に対する溶解度が高く、海水中で安定して存在できるため、他の金属元素と比較して極めて高い濃度を示す。鉄やアルミニウムなどは、海水中の化学環境下では水酸化物として沈殿しやすく、溶存濃度は低くなる。
問11	答え 2 0.22 L	標準状態において、気体1 molの体積は22.4 Lである。したがって、0.010 molのアンモニアが占める体積は、0.010 mol × 22.4 L/mol = 0.224 Lとなる。有効数字を考慮すると、0.22 Lが適切な値である。

高校化学プリント（過去問類似）

化学 I（旧課程の過去問） No.3

名前

得点

/10

問1 化学結合における単結合の定義として最も適切なものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. 原子間で共有電子対を1組共有する結合
2. 原子間で共有電子対を2組共有する結合
3. 原子間で共有電子対を3組共有する結合
4. 陽イオンと陰イオンの間の静電的な引力による結合

問2 水素原子が共有結合によって水素分子を形成する際、各水素原子が目指す電子配置として正しいものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. ヘリウムと同じ電子配置
2. リチウムと同じ電子配置
3. ベリリウムと同じ電子配置
4. ホウ素と同じ電子配置

問3 炭酸水の栓を開けた際に気泡が発生する現象について、ヘンリーの法則に基づいた説明として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 気体の溶解度は圧力に比例するため、栓を開けて圧力が下がると溶解度が減少し、溶けきれなくなった二酸化炭素が気泡となる。
2. 気体の溶解度は圧力に反比例するため、栓を開けて圧力が下がると溶解度が増加し、気泡が発生する。
3. 気体の溶解度は温度に依存しないため、栓を開ける前後で溶解度は変化せず、気泡は単なる不純物の影響である。
4. 栓を開けることで水溶液の体積が増加し、二酸化炭素の濃度が上昇するため、飽和を超えて気泡が発生する。

問4 ベンゼンと塩素の反応において、光を照射した場合に生成する物質の名称として正しいものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. クロロベンゼン
2. ヘキサクロロシクロヘキサン
3. ベンゼンスルホン酸
4. ニトロベンゼン

問5 塩化ナトリウム水溶液中の塩化物イオン濃度を求めるために、0.050 mol/Lの硝酸銀水溶液を用いて滴定を行う。試料溶液10 mLを採取し、指示薬を加えて0.050 mol/Lの硝酸銀水溶液で滴定したところ、終点までに6.0 mLを要した。この試料溶液中の塩化ナトリウムのモル濃度として最も適切なものはどれか。なお、塩化物イオンと銀イオンは1対1の物質質量比で反応し、白色沈殿を生じるものとする。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 0.030 mol/L
2. 0.30 mol/L
3. 3.0 mol/L
4. 30 mol/L

問6 芳香族化合物の反応に関する記述として、誤っているものはどれか。（2010年 全国公立入試 類似）

1. フェノールに臭素水を加えると、2,4,6-トリブロモフェノールの白色沈殿が生じる。
2. ベンゼンに鉄粉を触媒として臭素を反応させると、置換反応によりプロモベンゼンが生じる。
3. アニリンに塩酸と亜硝酸ナトリウムを加えて冷却すると、ジアゾニウム塩が生成する。
4. ジアゾニウム塩とフェノールを塩基性条件下で反応させると、付加反応により飽和化合物が生成する。

問7 次の元素のうち、典型元素に分類されるものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. アルミニウム (Al)
2. 鉄 (Fe)
3. 銅 (Cu)
4. 銀 (Ag)

問8 次の化学反応式のうち、下線部の物質が酸化剤として働いている反応はどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ (Zn)
2. $2\text{KI} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{KBr} + \text{I}_2$ (Br₂)
3. $\text{SnCl}_2 + \text{Zn} \rightarrow \text{Sn} + \text{ZnCl}_2$ (Zn)
4. $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ (H₂O₂)

問9 粗銅を陽極、純銅を陰極として硫酸銅(II)水溶液中で電気分解を行う銅の電解精錬において、陽極の下に沈殿する陽極泥に含まれる金属として最も適切なものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 亜鉛
2. 鉄
3. 金
4. アルミニウム

問10 フェノールとサリチル酸の化学的性質の差異について、誤っている記述はどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. サリチル酸は炭酸水素ナトリウムと反応するが、フェノールは反応しない
2. フェノールとサリチル酸は、ともに塩化鉄(III)水溶液により呈色する
3. フェノールとサリチル酸は、ともに水酸化ナトリウムと反応して塩を生成する
4. サリチル酸はフェノール性ヒドロキシ基を持たないため、塩化鉄(III)と反応しない

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 1 原子間で共有電子対を1組共有する結合	単結合とは、2つの原子が互いに電子を出し合い、共有電子対を1組（2個の電子）共有することで形成される共有結合を指す。共有電子対を2組共有すれば二重結合、3組共有すれば三重結合となる。一方、陽イオンと陰イオンの間の静電気的な引力による結合はイオン結合であり、共有結合とは区別される。
問2	答え 1 ヘリウムと同じ電子配置	水素原子は原子番号1であり、電子を1個持つ。共有結合によってもう1個の電子を共有することで、合計2個の電子を持つ状態となる。これは原子番号2であるヘリウムの電子配置と同じであり、最外殻が満たされた安定な状態である。他の選択肢は水素原子が目指す電子数よりも多いため、水素分子の形成過程としては不適切である。
問3	答え 1 気体の溶解度は圧力に比例するため、栓を開けて圧力が下がると溶解度が減少し、溶けきれなくなった二酸化炭素が気泡となる。	ヘンリーの法則によれば、一定温度において液体に溶ける気体の質量は、その気体の圧力に比例する。炭酸水の瓶内部は高い二酸化炭素分圧に保たれているが、栓を開けて大気圧に開放されると、分圧の低下に伴って二酸化炭素の溶解度が急激に低下する。その結果、溶けきれなくなった二酸化炭素が気泡として析出する。
問4	答え 2 ヘキサクロロシクロヘキサン	ベンゼンに光を照射しながら塩素を反応させると、ベンゼン環の二重結合に対して塩素がすべて付加し、C ₆ H ₆ Cl ₆ の組成式を持つヘキサクロロシクロヘキサンが生成する。一方、鉄粉を触媒として反応させた場合は、ベンゼン環の水素が塩素に置換され、クロロベンゼンが生成する。反応条件によって生成物が大きく異なるため、反応形式を正しく理解することが重要である。
問5	答え 1 0.030 mol/L	滴定の終点において、反応した銀イオンの物質量は 0.050 mol/L × 0.0060 L = 0.00030 mol である。反応比が1対1であるため、試料溶液10 mL中に含まれる塩化物イオンの物質量も 0.00030 mol となる。したがって、試料溶液のモル濃度は 0.00030 mol / 0.010 L = 0.030 mol/L と算出される。
問6	答え 4 ジアゾニウム塩とフェノールを塩基性条件下で反応させると、付加反応により飽和化合物が生成する。	ジアゾニウム塩とフェノール（または芳香族アミン）の反応はカップリング反応と呼ばれ、アゾ基（-N=N-）を介して二つの芳香環が結合する置換反応である。この反応により、共役系が発達したアゾ化合物が生成し、鮮やかな色を呈する。したがって、付加反応によって飽和化合物が生成するという記述は誤りである。
問7	答え 1 アルミニウム (Al)	アルミニウムは周期表の13族に属する典型元素である。一方、鉄 (Fe) は8族、銅 (Cu) は11族、銀 (Ag) は11族に属しており、これらはすべて遷移元素に分類される。遷移元素は3族から11族に位置し、典型元素とは区別される。
問8	答え 2 $2KI + Br_2 \rightarrow 2KBr + I_2$ (Br ₂)	酸化剤は、反応前後で自身の酸化数が減少する物質である。 $2KI + Br_2 \rightarrow 2KBr + I_2$ の反応では、Br ₂ の酸化数は0から-1に減少しており、電子を受け取って還元されているため酸化剤である。Zn + H ₂ SO ₄ ではZnが酸化され、SnCl ₂ + ZnではSnが還元されているが、この反応の主役である酸化剤はBr ₂ である。過酸化水素の分解反応は自己酸化還元反応であり、文脈により酸化剤にも還元剤にもなり得る。
問9	答え 3 金	銅の電解精錬では、粗銅に含まれる金属のうち、銅よりもイオン化傾向が大きい金属は陽イオンとなって水溶液中に溶け出します。一方、銅よりもイオン化傾向が小さい金や銀などの金属は、陽極でイオン化することなく、陽極が崩れるとともにそのまま金属の状態で底に沈殿します。これが陽極泥です。亜鉛、鉄、アルミニウムは銅よりもイオン化傾向が大きいので、陽イオンとして水溶液中に溶け出します。
問10	答え 4 サリチル酸はフェノール性ヒドロキシ基を持たないため、塩化鉄(III)と反応しない	サリチル酸はカルボキシ基とフェノール性ヒドロキシ基の両方を持つ化合物である。フェノール性ヒドロキシ基を持つ化合物は、塩化鉄(III)水溶液を加えると特有の呈色（紫色など）を示す。したがって、サリチル酸はこの呈色反応を示す。一方、炭酸水素ナトリウムは弱酸であるフェノールとは反応しないが、より酸性度の強いカルボキシ基を持つサリチル酸とは反応して二酸化炭素を発生させる。これらは有機化合物の官能基による性質の違いを問う典型的な事項である。

高校化学プリント（過去問類似）
化学 I（旧課程の過去問） No.4

名前

得点

/10

問1 ヨードホルム反応を示し、穏やかに酸化するとアセトンになる化合物Bの名称として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2010年 全国公立入試 類似）

1. 1-プロパノール 2. 2-プロパノール 3. エチルメチルエーテル 4. ジメチルエーテル

問2 強酸と強塩基から生じた塩の水溶液中における性質として、最も適切な記述はどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 水溶液中で加水分解を起こし、酸性を示す。 2. 水溶液中で加水分解を起こし、塩基性を示す。 3. 水溶液中で加水分解を起こさず、中性を示す。 4. 水溶液中で加水分解を起こし、強酸性を示す。

問3 質量パーセント濃度と密度を用いて溶液のモル濃度を求める際、計算過程で考慮すべき物理量として誤っているものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 溶質の分子量 2. 溶液の密度 3. 溶液の体積 4. 溶媒の沸点上昇度

問4 銅と濃硝酸を反応させた際に発生する気体と、その捕集方法および性質の組み合わせとして最も適当なものはどれか。（2010年 全国公立入試 類似）

1. 一酸化窒素が発生し、水上置換で捕集でき、酸素と反応して赤褐色になる。 2. 二酸化窒素が発生し、上方置換で捕集でき、水と反応して塩基性を示す。 3. 一酸化窒素が発生し、下方置換で捕集でき、水に溶けて硝酸を生じる。 4. 二酸化窒素が発生し、水上置換で捕集でき、常温で無色の気体として安定する。

問5 18族元素が常温・常圧で気体として存在する理由として、最も適切なものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 原子が安定な電子配置をとっており、原子間にはたらく分子間力が極めて小さいため。 2. 原子が金属結合を形成し、電子が自由に移動できるため。 3. 原子間で共有結合を形成し、巨大分子を構成しているため。 4. 原子間で強いイオン結合を形成し、結晶構造が安定しているため。

問6 天然染料であるインジゴに関する記述として、最も適当なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 植物から得られる染料であり、青色を呈する。 2. 動物から得られる染料であり、黄色を呈する。 3. 植物から得られる染料であり、赤色を呈する。 4. 動物から得られる染料であり、青色を呈する。

問7 油脂の生成反応において、3分子の脂肪酸と1分子のグリセリンが反応する際、副生成物として生じる物質はどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 水 2. メタノール 3. 水素 4. 二酸化炭素

問8 錯イオンの形成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. 中心金属イオンと配位子の間には、共有結合の一種である配位結合が形成されている。 2. テトラアンミン銅(II)イオンにおいて、中心の銅(II)イオンに配位しているのはアンモニウムイオンである。 3. 錯イオンの配位数は、中心金属イオンの種類によらず常に一定の値をとる。 4. ヘキサシアノ鉄(II)酸イオンにおける配位子は、シアン化物イオンではなくシアン分子である。

問9 塩化ナトリウムの結晶構造に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. ナトリウムイオンと塩化物イオンがイオン結合によって規則正しく配列している。 2. 分子内で原子同士が共有結合によって結びつき、分子結晶を形成している。 3. ケイ素と同様に、原子が共有結合で網目状に連なった共有結合結晶である。 4. 自由電子が結晶全体を移動するため、固体状態で電気伝導性を示す。

問10 次の化合物のうち、臭素を付加反応させたときに、不斉炭素原子を2つ持つ化合物が生成するものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 2-ブテン 2. プロペン 3. エテン 4. 1,2-ジブロモエテン

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 2 2-プロパノール	アセトンはケトンであり、二次アルコールの酸化によって得られる。炭素数3のケトンであるアセトン (CH_3COCH_3) に対応する二次アルコールは2-プロパノール ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$) である。2-プロパノールはヨードホルム反応に必要な $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$ の構造を持つため、ヨードホルム反応を示す。
問2	答え 3 水溶液中で加水分解を起こさず、中性を示す。	強酸 (HCl や H_2SO_4 など) と強塩基 (NaOH や KOH など) から生じた塩は、水溶液中で完全に電離し、生成したイオンは水分子と反応して水素イオンや水酸化物イオンを生成しません。これを加水分解を起こさないと表現します。したがって、これらの塩の水溶液は中性を示します。一方、弱酸や弱塩基から生じた塩は、イオンが水と反応して液性を変化させる加水分解反応を起こします。
問3	答え 4 溶媒の沸点上昇度	モル濃度は、溶液1 Lあたりの溶質の物質質量 (mol) として定義される。質量パーセント濃度と密度から溶液の質量を求め、そこから溶質の質量、物質質量へと換算する過程では、溶質の分子量、溶液の密度、溶液の体積が不可欠である。溶媒の沸点上昇度は、溶液の凝固点降下や沸点上昇を扱う際に用いる値であり、濃度算出の直接的な計算要素ではない。
問4	答え 1 一酸化窒素が発生し、水上置換で捕集でき、酸素と反応して赤褐色になる。	銅と濃硝酸の反応では二酸化窒素が生じるが、希硝酸との反応では一酸化窒素が発生する。一酸化窒素は水に溶けにくいいため水上置換で捕集可能であり、空気中の酸素と速やかに反応して赤褐色の二酸化窒素に変化する。二酸化窒素は水と反応して硝酸を生じ、常温では四酸化二窒素と平衡状態にある。
問5	答え 1 原子が安定な電子配置をとっており、原子間にはたらく分子間力が極めて小さいため。	18族元素の原子は、最外殻電子が閉殻構造となっており、極めて安定である。そのため、原子同士で共有結合や金属結合を形成することなく、単原子分子として存在する。原子間にはたらく力はファンデルワールス力のような弱い分子間力のみであるため、常温・常圧では気体として振る舞う。
問6	答え 1 植物から得られる染料であり、青色を呈する。	インジゴは古くから藍などの植物から抽出されてきた代表的な植物染料であり、その特徴的な色は青色である。一方、アリザリンなどは植物由来の赤色染料として知られるが、インジゴとは化学的性質や呈色が異なる。天然染料の分類において、インジゴは植物由来の青色染料として明確に定義される。
問7	答え 1 水	油脂の生成は、カルボン酸である脂肪酸と多価アルコールであるグリセリンとの間で行われる脱水縮合反応である。エステル結合が1つ形成されるごとに1分子の水が生成されるため、3つのエステル結合を持つ油脂が生成される際には、合計で3分子の水が副生成物として生じる。この脱水反応は、化学平衡の観点からも重要な反応である。
問8	答え 1 中心金属イオンと配位子の間には、共有結合の一種である配位結合が形成されている。	錯イオンは、中心金属イオンに配位子が配位結合によって結合したイオンである。テトラアンミン銅(II)イオンにおいて配位しているのはアンモニア分子であり、アンモニウムイオンではない。また、配位数は中心金属イオンや配位子の種類によって異なり、ヘキサシアノ鉄(II)酸イオンの配位子はシアン化物イオンである。したがって、配位結合に関する記述のみが正しい。
問9	答え 1 ナトリウムイオンと塩化物イオンがイオン結合によって規則正しく配列している。	塩化ナトリウムは、陽イオンであるナトリウムイオンと陰イオンである塩化物イオンが、静電的な引力 (クーロン力) であるイオン結合によって結びついたイオン結晶です。イオン結晶は分子を形成しないため、共有結合は含まれません。一方、ケイ素は共有結合結晶であり、二酸化炭素やアセチレンなどの分子は共有結合によって構成されています。イオン結晶は固体では電気を通じませんが、融解したり水に溶けたりするとイオンが自由に動けるようになり、電気伝導性を示します。
問10	答え 1 2-ブテン	2-ブテンに臭素が付加反応すると、2,3-ジブromobutanが生成する。この分子の2位と3位の炭素原子は、それぞれ水素原子、メチル基、臭素原子、およびもう一方の炭素を含む基 ($-\text{CHBr}-\text{CH}_3$) という4つの異なる原子または原子団と結合しているため、ともに不斉炭素原子となる。したがって、不斉炭素原子を2つ持つ化合物が得られる。

高校化学プリント (過去問類似)

化学 I (旧課程の過去問) No.5

名前

得点

/10

問1 不飽和脂肪酸を多く含む常温で液体の油脂に、触媒を用いて水素を付加させる反応に関する記述として最も適当なものはどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. 炭素間の二重結合が単結合に変化し、融点が増加して常温で固体になる。 | 2. 炭素間の単結合が二重結合に変化し、融点が増加して常温で固体になる。 | 3. 炭素間の二重結合が単結合に変化し、融点が増加して常温で液体になる。 | 4. 炭素間の単結合が二重結合に変化し、融点が増加して常温で液体になる。 |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|

問2 標準状態において、パルミチン酸1.00 molを完全に酸化させるために必要な酸素の体積として最も適当な数値を、次のうちから一つ選べ。ただし、標準状態における気体のモル体積は22.4 L/molとする。 (2004年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|----------|----------|----------|-----------|
| 1. 358 L | 2. 515 L | 3. 717 L | 4. 1030 L |
|----------|----------|----------|-----------|

問3 二種類以上の金属を混ぜ合わせた合金が、成分金属単体と比較して示す一般的な性質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. 成分金属単体よりも融点が高くなる | 2. 成分金属単体よりも密度が大きくなる | 3. 成分金属単体よりも電気抵抗が小さくなる | 4. 成分金属単体よりも化学的に安定する |
|---------------------|----------------------|------------------------|----------------------|

問4 ハロゲン化銀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。 (2006年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|-------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1. 塩化銀は白色の沈殿を生じる。 | 2. 臭化銀は光によって分解し、銀が遊離する性質がある。 | 3. ヨウ化銀は水に溶けにくい性質を持つ。 | 4. フッ化銀は水に溶けにくく、沈殿を生じる。 |
|-------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|

問5 塩化ナトリウムと濃硫酸から塩化水素を発生させる実験において、気体の捕集方法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. 水に溶けやすいため、下方置換法で捕集する | 2. 水に溶けにくいいため、水上置換法で捕集する | 3. 空気より軽いいため、上方置換法で捕集する | 4. 反応性が高いため、注射器を用いて密閉容器に捕集する |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|

問6 有機化合物の元素分析において、試料を酸素気流中で完全燃焼させた際、生成した水と二酸化炭素をそれぞれ吸収させるための適切な吸収剤の組み合わせとして正しいものはどれか。 (2009年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1. 水：塩化カルシウム、二酸化炭素：ソーダ石灰 | 2. 水：ソーダ石灰、二酸化炭素：塩化カルシウム | 3. 水：セッコウ、二酸化炭素：塩化カルシウム | 4. 水：塩化カルシウム、二酸化炭素：セッコウ |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|

問7 次の物質のうち、構成する陽イオンと陰イオンの価数の組み合わせが、硫酸銅(II)と異なるものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|-----------|--------|-------------|-------------|
| 1. 炭酸カリウム | 2. 硝酸銀 | 3. 水酸化ナトリウム | 4. 塩化アンモニウム |
|-----------|--------|-------------|-------------|

問8 鉛蓄電池を放電させたとき、負極および正極の質量変化と、それぞれの電極で生成する物質の組み合わせとして最も適当なものはどれか。 (2007年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--|---|---|---|
| 1. 負極は質量が増加し、正極も質量が増加する。両極ともに硫酸鉛(II)が生成する。 | 2. 負極は質量が増加し、正極は質量が減少する。負極では硫酸鉛(II)が生成し、正極では鉛が生成する。 | 3. 負極は質量が減少し、正極は質量が増加する。負極では鉛が生成し、正極では硫酸鉛(II)が生成する。 | 4. 負極は質量が減少し、正極も質量が増加する。両極ともに二酸化鉛が生成する。 |
|--|---|---|---|

問9 弱塩基と強酸からなる塩の水溶液が酸性を示す理由として、最も適切な説明はどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---|---|--|---|
| 1. 塩を構成する陽イオンが水と反応し、水素イオンを生じる加水分解が起こるため | 2. 塩を構成する陰イオンが水と反応し、水酸化物イオンを生じる加水分解が起こるため | 3. 塩が水中で完全に電離し、強酸由来の水素イオンがそのまま水溶液中に放出されるため | 4. 塩が水中で完全に電離し、弱塩基由来のアンモニウムイオンが水分子と結合するため |
|---|---|--|---|

問10 炭素の同位体である炭素14原子において、陽子数と中性子数の比として正しいものはどれか。 (2014年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1. 1対1 | 2. 3対4 | 3. 3対2 | 4. 4対3 |
|--------|--------|--------|--------|

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 1 炭素間の二重結合が単結合に変化し、融点が増加して常温で固体になる。	油脂の構成脂肪酸に含まれる炭素間の二重結合に水素を付加させる反応は、水素添加（硬化）と呼ばれます。この反応により、分子内の不飽和度が低下して飽和結合が増えることで、分子間の相互作用が強まり、融点が増加します。その結果、常温で液体であった油脂が固体（硬化油）へと変化します。この原理はマーガリンなどの製造に広く利用されています。
問2	答え 2 515 L	パルミチン酸1 molの完全酸化には23 molの酸素が必要である。標準状態における気体のモル体積は22.4 L/molであるため、必要な酸素の体積は、23 molに22.4 L/molを乗じて、 $23 \times 22.4 = 515.2$ Lと計算される。有効数字3桁で表すと515 Lとなる。
問3	答え 1 成分金属単体よりも融点が増加する	合金は、異なる原子が混ざり合うことで結晶構造に乱れが生じます。この構造の乱れにより、固体から液体へ相転移する際のエネルギー障壁が低下するため、単体金属よりも融点が増加する性質があります。この特性は、電子部品の接合に用いられるハンダなど、特定の温度で溶かして加工する必要がある場面で広く利用されています。
問4	答え 4 フッ化銀は水に溶けにくく、沈殿を生じる。	ハロゲン化銀のうち、塩化銀、臭化銀、ヨウ化銀は水に溶けにくい、フッ化銀は水によく溶けるという例外的な性質を持つ。また、臭化銀や塩化銀は感光性を持ち、光によって分解して銀が遊離する反応は写真フィルムの原理として利用されてきた。
問5	答え 1 水に溶けやすいため、下方置換法で捕集する	塩化水素は分子量が約36.5であり、空気（平均分子量約28.8）よりも重い気体である。また、水に対して非常に高い溶解度を持つため、水上置換法を用いることはできない。したがって、水に溶けにくく、かつ空気よりも重いという性質を利用して、下方置換法によって捕集するのが実験室における標準的な手法である。
問6	答え 1 水：塩化カルシウム、二酸化炭素：ソーダ石灰	元素分析装置では、燃焼生成物を定量するために適切な吸収剤を用いる。水は乾燥剤である塩化カルシウムに吸収され、二酸化炭素は酸性気体であるため塩基性物質であるソーダ石灰に吸収される。このとき、水が先に吸収されるように管を接続し、それぞれの質量増加分から水素と炭素の含有量を算出する。セッコウは吸収剤として適さない。
問7	答え 1 炭酸カリウム	硫酸銅(II)は、2価の陽イオン(Cu^{2+})と2価の陰イオン(SO_4^{2-})からなる1対1の塩である。選択肢のうち、硝酸銀(Ag^+ と NO_3^-)、水酸化ナトリウム(Na^+ と OH^-)、塩化アンモニウム(NH_4^+ と Cl^-)は、いずれも1価の陽イオンと1価の陰イオンからなる。一方、炭酸カリウム(K_2CO_3)は、1価の陽イオン(K^+)2個と2価の陰イオン(CO_3^{2-})1個から構成されており、価数の組み合わせが硫酸銅(II)とは異なる。
問8	答え 1 負極は質量が増加し、正極も質量が増加する。両極ともに硫酸鉛(II)が生成する。	鉛蓄電池の放電反応において、負極では単体の鉛が硫酸鉛(II)に変化し、正極では二酸化鉛が硫酸鉛(II)に変化する。鉛のモル質量は207 g/mol、二酸化鉛は239 g/mol、硫酸鉛(II)は303 g/molであるため、放電によって負極、正極ともに質量が増加する。また、両極で生成する物質はともに硫酸鉛(II)である。
問9	答え 1 塩を構成する陽イオンが水と反応し、水素イオンを生じる加水分解が起こるため	弱塩基と強酸からなる塩（例：塩化アンモニウム）は、水中で電離して生じた弱塩基由来の陽イオン（例： NH_4^+ ）が水分子と反応し、水素イオン (H^+) を生じる加水分解反応を起こす。この結果、水溶液中の水素イオン濃度が高まり、酸性を示す。一方、弱酸と強塩基からなる塩では、陰イオンが加水分解して水酸化物イオンを生じるため塩基性を示す。
問10	答え 2 3対4	原子番号は陽子数と等しく、炭素の場合は6である。質量数は陽子数と中性子数の和であるため、炭素14の中性子数は14から6を引いた8となる。したがって、陽子数6と中性子数8の比は6対8であり、これを簡約すると3対4となる。同位体は陽子数が同じで中性子数が異なる原子のグループを指す。