

問1 炎色反応の原理において、金属元素が炎の中で特有の光を放出する過程の説明として最も適当なものはどれか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 金属原子が熱エネルギーを吸収して励起し、基底状態に戻る際に光を放出する。
2. 金属原子が炎中の酸素と激しく反応し、燃焼熱として光を放出する。
3. 金属原子が炎の中でイオン化し、その際に電子が放出されて発光する。
4. 金属原子が炎の熱で分解され、原子核が不安定化して光を放出する。

問2 金属の性質や合金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. 銀は銅よりも高い電気伝導性を持つ。
2. 水銀は他の金属を溶かしてアマルガムと呼ばれる合金を作る。
3. スズは強塩基の水溶液と反応して水素を発生させながら溶ける。
4. カルシウムは水と反応して水素を発生させるが、アルミニウムは水と反応して激しく水素を発生させる。

問3 0.1mol/Lの酢酸水溶液と0.1mol/Lの塩化水素水溶液の性質に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 酢酸の電離度は塩化水素の電離度よりも小さい
2. 酢酸の電離度は濃度を薄くしても変化しない
3. 塩化水素は弱酸であり、水溶液中でほとんど電離しない
4. 酢酸水溶液中の水素イオン濃度は塩化水素水溶液の水素イオン濃度と等しい

問4 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5 25℃において、ある水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ が $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ であるとき、この水溶液中の水酸化物イオン濃度 $[OH^-]$ は何 mol/L か。ただし、25℃での水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とする。（2004年 全国公立入試 類似）

1. $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
2. $1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$
3. $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$
4. $1.0 \times 10^{-17} \text{ mol/L}$

問6 ある反応において、反応物Aから生成物Cを得る経路が、AからBを経てCへ至るものとする。AからBの反応熱が100 kJ/mol、BからCの反応熱が-30 kJ/molであるとき、Aから直接Cを得る反応の反応熱は何kJ/molか。（2010年 全国公立入試 類似）

1. 70 kJ/mol
2. 130 kJ/mol
3. 30 kJ/mol
4. 100 kJ/mol

問7 酢酸とエタノールから酢酸エチルを合成する実験において、生成したエステルの性質に関する記述として誤っているものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. 生成した酢酸エチルは水に溶けにくく、水層と分離して上層に浮く。
2. 酢酸エチルは一般に果実のような芳香を持つ物質である。
3. 水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、加水分解が進行して均一な溶液になる。
4. 酢酸エチルは極性が非常に高いため、水と任意の割合で混ざり合う。

問8 化学反応において、反応物1.0 molを完全に反応させたとき、発生する気体の物質量が最も少なくなるものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 硫化鉄(II)と希硫酸の反応による硫化水素
2. 塩素酸カリウムの熱分解による酸素
3. 過酸化水素の分解による酸素
4. 炭酸水素ナトリウムと希硫酸の反応による二酸化炭素

問9 金属と酸の反応性について、以下の記述のうち誤っているものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. 銅は希硝酸と反応すると、酸化作用により一酸化窒素を発生して溶解する。
2. 亜鉛は塩酸や希硫酸などの非酸化性酸と反応し、水素を発生して溶解する。
3. 金は濃硝酸単独では溶けないが、王水を用いると酸化作用と塩化物イオンによる錯形成により溶解する。
4. 銀は希硝酸と反応して水素を発生し、硝酸銀を生成する。

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 1 金属原子が熱エネルギーを吸収して励起し、基底状態に戻る際に光を放出する。	炎色反応は、炎の熱エネルギーによって金属原子中の電子がより高いエネルギー準位（励起状態）へ遷移し、その後、元の低いエネルギー準位（基底状態）に戻る際に、そのエネルギー差に相当する波長の光を放出することで起こる。この波長は元素固有のものであるため、炎の色が元素によって異なる。
問2	答え 4 カルシウムは水と反応して水素を発生させるが、アルミニウムは水と反応して激しく水素を発生させる。	アルミニウムは表面に緻密な酸化被膜を形成するため、常温の水とはほとんど反応しない。したがって、アルミニウムが水と激しく反応するという記述は誤りである。銀は金属の中で最も電気伝導性が高い。水銀と他の金属の合金はアマルガムと呼ばれ、スズは両性金属として強塩基に溶ける性質を持つ。
問3	答え 1 酢酸の電離度は塩化水素の電離度よりも小さい	塩化水素は強酸であり、水溶液中ではほぼ完全に電離する（電離度約1）。一方、酢酸は弱酸であり、0.1mol/Lの濃度では電離度は非常に小さい。弱酸の電離度は濃度が薄くなるほど大きくなる性質があるが、同じ濃度で比較した場合、強酸である塩化水素の方が圧倒的に電離度が高く、水素イオン濃度も大きくなる。
問4	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5	答え 2 $1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$	水のイオン積の定義式 $K_w = [H^+][OH^-]$ に値を代入すると、 $1.0 \times 10^{-14} = (1.0 \times 10^{-3}) \times [OH^-]$ となる。これを $[OH^-]$ について解くと、 $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} / 1.0 \times 10^{-3} = 1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ と求められる。
問6	答え 1 70 kJ/mol	ヘスの法則によれば、反応経路が異なっても反応前後の状態が同じであれば、反応熱の総和は等しくなる。AからCへの反応熱をQとすると、 $Q = (AからBへの反応熱) + (BからCへの反応熱)$ という関係が成り立つ。したがって、 $Q = 100 \text{ kJ/mol} + (-30 \text{ kJ/mol}) = 70 \text{ kJ/mol}$ となる。
問7	答え 4 酢酸エチルは極性が非常に高いため、水と任意の割合で混ざり合う。	酢酸エチルは分子内にエステル結合を持つが、炭化水素基の疎水性が強いため水には溶けにくく、水層と分離します。水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、エステルは加水分解されて酢酸ナトリウムとエタノールになり、水溶性の物質に変化するため溶液は均一になります。
問8	答え 3 過酸化水素の分解による酸素	各反応の化学反応式を考えると、 $FeS + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2S$ より硫化水素は1.0 mol、 $2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$ より酸素は1.5 mol、 $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$ より酸素は0.5 mol、 $2NaHCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + 2CO_2$ より二酸化炭素は1.0 mol発生する。したがって、過酸化水素1.0 molから発生する酸素が0.5 molとなり、最も少ない。
問9	答え 4 銀は希硝酸と反応して水素を発生し、硝酸銀を生成する。	銀は水素よりもイオン化傾向が小さいため、塩酸や希硫酸などの非酸化性酸とは反応せず、水素を発生することはない。希硝酸のような酸化作用を持つ酸と反応する場合は、水素ではなく一酸化窒素などの窒素酸化物が発生する。他の選択肢は金属のイオン化傾向と酸の酸化作用に関する正しい記述である。

答え合わせ・解説 No.7

問1	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2	答え 1 消化酵素はペプチド結合の加水分解を触媒する。	タンパク質の消化とは、高分子であるタンパク質を構成単位であるアミノ酸まで分解する過程を指します。この過程では、アミノ酸同士をつなぐペプチド結合に水分子が反応して切断される「加水分解」が起こります。消化酵素はこの反応の活性化エネルギーを下げ、効率的に分解を進める触媒として機能します。アミノ酸自体は消化の過程で分解されるわけではなく、吸収された後に生体内で再利用されます。
問3	答え 4 40.0 gのメタン (CH ₄)	標準状態では、気体の体積は物質質量（モル数）に比例する。各気体のモル質量（H ₂ =2.0, He=4.0, CO ₂ =44.0, CH ₄ =16.0 g/mol）を用いて物質質量を計算すると、水素は1.0 mol、ヘリウムは1.0 mol、二酸化炭素は2.0 mol、メタンは2.5 molとなる。したがって、物質質量が最も大きいメタンの体積が最大となる。
問4	答え 1 窒素と水素	ハーバー・ボッシュ法は、空気中から得られる窒素と、天然ガスなどから得られる水素を、高温・高圧条件下で鉄を主成分とする触媒を用いて反応させ、アンモニアを合成する手法である。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、圧力を高くすることでアンモニアの収率を高める条件が選ばれる。
問5	答え 3 ナトリウムは水溶液中で3価の陽イオンとして安定に存在する。	ナトリウムはアルカリ金属であり、水溶液中では主に1価の陽イオン（Na ⁺ ）として安定に存在する。3価の陽イオン（Na ³⁺ ）は極めて不安定であり、通常の化学反応では生成されない。アルミニウムや鉄は3価の陽イオンとして安定に存在できるため、記述は正しい。
問6	答え 2 下方置換法	塩素は水にわずかに溶ける性質を持つため、水上置換法は適さない。また、塩素の分子量は約71であり、空気平均分子量である約29よりも大きいため、空気よりも重い気体である。気体捕集において、空気よりも重く水に溶けやすい性質を持つ気体は、下方置換法を用いて捕集するのが最も適切である。上方置換法はアンモニアのように空気よりも軽い気体に用いられる。
問7	答え 4 25	60度の硝酸カリウム飽和水溶液 105 g には、溶解度 110 より、水 50 g と硝酸カリウム 55 g が含まれます。蒸発後に残った水の質量を W [g] とすると、20度において水 W [g] に溶解できる硝酸カリウムの最大質量は $32 * (W / 100) = 0.32W$ [g] です。析出した結晶が 47 g であることから、 $55 - 0.32W = 47$ が成り立ち、これを解くと $W = 25$ g となります。はじめの水は 50 g であったため、蒸発した水の質量は $50 - 25 = 25$ g と求まります。
問8	答え 1 立体構造が変化することで活性部位の形状が変わり、基質と結合できなくなるため活性が失われる。	酵素はタンパク質から構成されており、その機能は特定の立体構造に依存している。特に基質と結合する活性部位は、精密な立体構造によって形成されているため、熱やpHの変化で変性が起こると、この部位の形状が崩壊する。その結果、基質が結合できなくなり、酵素としての触媒活性は失われることになる。変性は不可逆的な変化であることが多く、一度失われた活性は元に戻らない。
問9	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10	答え 1 ニトロニウムイオン (NO ₂ ⁺) の生成を促進する触媒として働く	ニトロ化反応において、濃硫酸は濃硝酸から親電子試薬であるニトロニウムイオン (NO ₂ ⁺) を生成させるための触媒として作用する。このニトロニウムイオンがベンゼン環を攻撃することで置換反応が開始される。濃硫酸は脱水作用を持つだけでなく、酸触媒として反応の進行に不可欠な役割を担っている。
問11	答え 2 陽極で塩素、陰極で水素	食塩水（塩化ナトリウム水溶液）の電気分解では、陽極において塩化物イオンが酸化されて塩素が発生し、陰極において水分子が還元されて水素が発生する。この際、溶液中にはナトリウムイオンと水酸化物イオンが残るため、水酸化ナトリウム水溶液が生成される。このプロセスはクロル・アルカリ工業として知られている。

問1 ポリエステル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. エステル結合を主鎖に持つ高分子化合物であり、衣類などの繊維や飲料用容器として利用される。
2. 炭素原子間の二重結合を多く含むため、ポリスチレンと同様に非常に高い電気伝導性を示す。
3. ポリプロピレンの一種であり、主にゴム弾性を利用した工業用部品として製造されている。
4. 分子内にエステル結合を持たないため、熱可塑性を示さず、一度成形すると再加熱しても溶融しない。

問2 金属イオンの系統分離において、硝酸酸性水溶液に塩酸を加えた際に沈殿が生じる金属イオンとして、最も適切なものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 銀イオン
2. 鉄(III)イオン
3. アルミニウムイオン
4. カルシウムイオン

問3 分子からなる物質の性質に関する記述として、誤っているものはどれか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 分子からなる物質は、構成する原子間に共有結合が存在する。
2. 分子からなる物質は、一般にイオン結晶よりも融点が高い傾向がある。
3. 分子からなる物質は、固体の状態では常に電気伝導性を示す。
4. 分子からなる物質には、常温常圧で気体、液体、固体のいずれの状態をとるものも存在する。

問4 次の物質のうち、水に溶かした際に電離して水溶液に導電性を与える物質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. サリチル酸
2. グリセリン
3. ホルムアルデヒド
4. エタノール

問5 ケイ素およびその化合物の性質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. 光ファイバーは、高純度の二酸化ケイ素からなる結晶状の物質である。
2. 二酸化ケイ素を炭素とともに電気炉で加熱還元することで、ケイ素の単体が得られる。
3. シリカゲルは二酸化ケイ素の多孔質体であり、乾燥剤として利用されるが吸湿性は低い。
4. ケイ素は金属元素に分類され、常温で電気を非常によく通す性質を持つ。

問6 フロンが大気環境に与える影響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. 成層圏において紫外線により分解され、オゾン層を破壊する
2. 対流圏で光化学反応を起こし、光化学スモッグの原因となる
3. 水に溶けやすく、酸性雨の主成分として土壌を酸性化する
4. 温室効果が極めて低いいため、地球温暖化への影響は無視できる

問7 水素、ヘリウム、リチウムの第1イオン化エネルギーの大小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. ヘリウム > 水素 > リチウム
2. リチウム > ヘリウム > 水素
3. 水素 > ヘリウム > リチウム
4. ヘリウム > リチウム > 水素

問8 炭素数3の鎖式飽和一価カルボン酸であるプロパン酸の分子式として正しいものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. C₃H₆O₂
2. C₃H₈O
3. C₃H₆O
4. C₃H₄O₂

問9 製鋼工程において、溶融した銑鉄に酸素を吹き込む主な目的として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 鉄中の炭素を酸化させて二酸化炭素として除去し、鋼の性質を改善するため。
2. 鉄中の硫黄を酸化させて硫化物として除去し、鋼の強度を高めるため。
3. 鉄をさらに還元して純度を高め、融点を上昇させるため。
4. 鉄中のケイ素を還元して単体として取り出し、合金の材料とするため。

問10 強酸と弱酸の性質に関する記述として、誤りを含むものを次のうちから一つ選べ。（2007年 全国公立入試 類似）

1. 0.1 mol/Lの希塩酸と0.1 mol/Lの酢酸水溶液では、希塩酸の方が水素イオン濃度が大きい。
2. 強酸である希硫酸は、水溶液中で2段階にわたって電離するが、いずれの段階も電離度は1に近い。
3. 弱酸の電離度は、酸の濃度を希釈して薄くしていくと、次第に大きくなる。
4. 強酸と弱酸を比較する場合、酸の強さは電離度ではなく、酸の価数によって決まる。

問11 次の物質のうち、水に溶かした際に水溶液が電気を流さない物質として、正しいものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. スクロース
2. 塩化ナトリウム
3. 水酸化ナトリウム
4. 硫酸

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 1 エステル結合を主鎖に持つ高分子化合物であり、衣類などの繊維や飲料用容器として利用される。	ポリエステルは、分子鎖の中にエステル結合 (-COO-) を繰り返し単位として持つ高分子化合物の総称である。代表的なポリエチレンテレフタレート (PET) は、衣類などの合成繊維としてだけでなく、その成形加工の容易さから飲料用容器としても広く利用されている。熱可塑性を持つため、加熱により軟化し、成形加工が可能であるという特徴がある。
問2	答え 1 銀イオン	金属イオンの系統分離において、塩酸を加える操作は、塩化物として沈殿する銀イオン、鉛(II)イオン、水銀(I)イオンを分離するためのものである。鉄(III)イオン、アルミニウムイオン、カルシウムイオンの塩化物は水溶性が高く、この条件では沈殿しない。
問3	答え 3 分子からなる物質は、固体の状態では常に電気伝導性を示す。	分子からなる物質は、分子間力によって集合しているため、共有結合そのものを切断する必要がない融解や昇華は比較的低い温度で起こる。また、分子は電氣的に中性であり、固体状態では自由電子やイオンが存在しないため、電気伝導性を示さないのが一般的である。したがって、常に電気伝導性を示すという記述は誤りである。
問4	答え 1 サリチル酸	物質が水溶液中で電流を流すためには、イオンに電離する必要がある。サリチル酸は弱酸として振る舞い、水溶液中で一部が電離してイオンを生じるため電解質である。これに対し、グリセリン、ホルムアルデヒド、エタノールは、いずれもヒドロキシ基やアルデヒド基を持つ分子性物質であるが、水溶液中でイオンに解離することなく、非電解質として分類される。
問5	答え 2 二酸化ケイ素を炭素とともに電気炉で加熱還元することで、ケイ素の単体が得られる。	ケイ素の単体は、二酸化ケイ素を炭素とともに電気炉で加熱還元することで製造される。光ファイバーの主成分である二酸化ケイ素は、結晶ではなくガラス状の非晶質である。シリカゲルは二酸化ケイ素の多孔質体であり、表面積が非常に大きいため高い吸湿性を示す。ケイ素は半導体であり、金属と非金属の中間的な性質を持つ。
問6	答え 1 成層圏において紫外線により分解され、オゾン層を破壊する	フロンは対流圏では分解されずに成層圏まで到達します。成層圏では強い紫外線を受けて塩素原子などを放出し、これが触媒となってオゾン層を破壊する連鎖反応を引き起こします。また、フロンは二酸化炭素に比べて非常に強力な温室効果を持つ物質としても知られており、地球温暖化の原因物質の一つでもあります。
問7	答え 1 ヘリウム > 水素 > リチウム	イオン化エネルギーは、周期表の右側に行くほど、また原子番号が小さいほど大きくなる傾向がある。ヘリウムは希ガスであり、電子配置が極めて安定しているため、第1周期の水素や第2周期のリチウムよりもイオン化エネルギーが著しく大きい。リチウムはアルカリ金属であり、最外殻電子を放出しやすいため、これら3元素の中で最もイオン化エネルギーが小さい。
問8	答え 1 C ₃ H ₆ O ₂	鎖状飽和一価カルボン酸の一般式はC _n H _{2n} O ₂ です。炭素数n=3をこの式に代入すると、C ₃ H _{2×3} O ₂ となり、分子式はC ₃ H ₆ O ₂ となります。プロパン酸はプロパンの末端の水素がカルボキシ基に置き変わった構造を持ち、飽和炭化水素基とカルボキシ基から構成されるため、この一般式に従います。
問9	答え 1 鉄中の炭素を酸化させて二酸化炭素として除去し、鋼の性質を改善するため。	銑鉄には約4%程度の炭素が含まれており、このままでは脆いため、製鋼工程で酸素を吹き込む。これにより、鉄中の炭素は酸化されて二酸化炭素 (CO ₂) や一酸化炭素 (CO) となり、気体として除去される。この操作によって炭素含有量を適切に減らすことで、強靱な鋼が得られる。
問10	答え 4 強酸と弱酸を比較する場合、酸の強さは電離度ではなく、酸の価数によって決まる。	酸の強さは、水溶液中での電離のしやすさ (電離度) によって決まります。価数は酸1分子から生じる水素イオンの数を示すものであり、酸の強弱とは直接関係ありません。強酸は電離度が1に近く、弱酸は電離度が非常に小さい値をとります。また、弱酸の電離度はオストワルトの希釈律に従い、濃度を薄くすると増加します。
問11	答え 1 スクロース	スクロース (ショ糖) は非電解質であり、水に溶けてもイオンに電離しないため、水溶液は電気を伝導しない。一方、塩化ナトリウム、水酸化ナトリウム、硫酸はすべて電解質であり、水中でイオンに電離するため、水溶液は電気を流す性質を持つ。

問1 酸化還元反応において、酸化剤として働く物質の定義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. 相手の物質から電子を奪い、自身は酸化される物質
2. 相手の物質を酸化させ、自身は還元される物質
3. 相手の物質に電子を与え、自身は酸化される物質
4. 相手の物質を還元させ、自身は還元される物質

問2 硫酸鉛(II)の水溶液に硫化水素を通じる反応において、沈殿が生じる理由として最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 硫化鉛(II)の溶解度積が非常に小さいため
2. 硫酸鉛(II)が強酸と反応して分解するため
3. 硫化水素が還元剤として働き金属鉛が析出するため
4. 硫酸イオンが硫化物イオンと置換反応を起こすため

問3 アンモニアの捕集において、水上置換法が適さない理由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. アンモニアは空気よりも密度が大きいため、水上置換では逃げってしまうから。
2. アンモニアは水に非常に溶けやすく、水に溶けてしまうから。
3. アンモニアは水と激しく反応し、爆発的な燃焼を引き起こすから。
4. アンモニアは水中で分解して窒素と水素に変化してしまうから。

問4 中和滴定において、器具を水ですすいだ後、濡れたまま使用すると測定値に誤差が生じるため、あらかじめ使用する溶液で内部を洗い流す操作（共洗い）が必要な器具がある。次の器具のうち、共洗いを行わずに、水で濡れたまま使用しなければならない器具の組み合わせ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. コニカルビーカーとメスフラスコ
2. ホールピペットとビュレット
3. ビュレットとコニカルビーカー
4. ホールピペットとメスフラスコ

問5 ミョウバンの水溶液に関する記述として、誤りを含むものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. ミョウバンは硫酸アルミニウムカリウム十二水和物という組成を持つ
2. 水溶液中でアルミニウムイオンが加水分解するため、水溶液は酸性を示す
3. アンモニア水を過剰に加えると、生成した白色ゲル状沈殿は再溶解して透明になる
4. 水酸化アルミニウムは両性水酸化物であり、酸とも強塩基とも反応する

問6 重金属化合物が環境汚染物質として問題視される主な理由として、最も適切な説明はどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 環境中で分解されにくく、食物連鎖を通じて生物濃縮されるため
2. 水に極めて溶けやすく、大気中へ容易に揮発して拡散するため
3. 生体内で速やかに代謝・排出されるため、毒性が蓄積しないため
4. 光合成を促進し、生態系のバランスを急激に変化させるため

問7 エタノールの脱水反応において、加熱温度を130から140度から約170度に上げた場合に生成する主生成物として正しいものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. ジエチルエーテル
2. エチレン
3. アセトアルデヒド
4. 酢酸

問8 酢酸2.0 molとエタノール8.0 molを混合して反応させたところ、酢酸エチルが88 g生成した。このエステル化反応における酢酸の収率として最も適切なものはどれか。ただし、酢酸エチルの分子量は88とする。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 42%
2. 44%
3. 50%
4. 83%

問9 炭素数が6で、二重結合を1つ持つ環状炭化水素（シクロアルケン）の1分子に含まれる水素原子の数として最も適切な数値を、次のうちから一つ選べ。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 10
2. 12
3. 14
4. 8

問10 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11 次の物質のうち、水に溶かした際に水溶液が電気を流さない物質として、正しいものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. スクロース
2. 塩化ナトリウム
3. 水酸化ナトリウム
4. 硫酸

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 2 相手の物質を酸化させ、自身は還元される物質	酸化還元反応は電子の授受を伴う反応であり、相手から電子を奪う（相手を酸化させる）物質を酸化剤と呼ぶ。酸化剤は電子を受け取るため、自身の酸化数は減少する。一方、相手に電子を与える物質は還元剤と呼ばれ、自身は酸化される。この定義は酸化還元反応の基本であり、酸化数の変化を確認することで酸化剤と還元剤を判別できる。
問2	答え 1 硫化鉛(II)の溶解度積が非常に小さいため	難溶性の塩が沈殿するのは、溶液中のイオン濃度の積がその物質の溶解度積を上回るためである。硫化鉛(II)は溶解度積が極めて小さく、わずかな硫化物イオンの存在下でも飽和濃度を超過して沈殿を形成する。これは沈殿滴定や定性分析における典型的な現象であり、化学平衡の法則に基づいている。
問3	答え 2 アンモニアは水に非常に溶けやすく、水に溶けてしまうから。	気体の捕集法を選択する際は、その気体の水への溶解性と密度を考慮する必要がある。アンモニアは極めて水に溶けやすい性質を持つため、水上置換法を用いると気体が水に吸収されてしまい、捕集することができない。そのため、水に溶けにくく、かつ空気との密度差を利用できる置換法を選択する必要がある。
問4	答え 1 コニカルビーカーとメスフラスコ	コニカルビーカーやメスフラスコは、内部に純水が残っていても、量り取る、あるいは反応させる溶質の物質質量自体は変化しないため、濡れたまま使用する。共洗いをしてしまうと、壁面に付着した溶液の分だけ溶質の物質質量が増えてしまい、誤差の原因となる。一方、ホールピペットやビュレットは、内部が水で濡れていると、量り取る溶液の濃度が薄まってしまうため、共洗いが必要である。
問5	答え 3 アンモニア水を過剰に加えると、生成した白色ゲル状沈殿は再溶解して透明になる	水酸化アルミニウムの白色ゲル状沈殿は、強塩基である水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると、テトラヒドロキシドアルミニウム酸イオンを形成して再溶解する。しかし、弱塩基であるアンモニア水を過剰に加えても、水酸化アルミニウムは再溶解せず、沈殿の状態が維持される。したがって、アンモニア水による再溶解に関する記述が誤りである。
問6	答え 1 環境中で分解されにくく、食物連鎖を通じて生物濃縮されるため	重金属化合物は、有機物のように微生物によって容易に分解されることが少なく、環境中に長期間残留します。これらが水系や土壌に放出されると、プランクトンから小魚、大型魚へと食物連鎖を経て体内に取り込まれ、高次消費者ほど濃度が高まる生物濃縮が発生します。この性質により、水銀化合物のように微量でも長期間の摂取で人体に深刻な健康被害をもたらす物質は、厳格な管理対象となっています。
問7	答え 2 エチレン	エタノールと濃硫酸の混合物を加熱する際、130から140度では分子間脱水によりジエチルエーテルが生成しますが、170度付近まで温度を上げると分子内脱水が優先的に起こり、エチレンが生成します。温度条件は反応経路を決定する重要な因子です。
問8	答え 3 50%	エステル化反応は可逆反応であり、酢酸とエタノールから酢酸エチルと水が生成される。生成された酢酸エチル88 gは、分子量が88であることから1.0 molに相当する。反応前の混合物において、酢酸2.0 molとエタノール8.0 molのうち、酢酸が制限反応物となる。したがって、理論上の最大生成量は2.0 molであり、実際に生成した1.0 molとの比をとると、収率は50%と算出される。
問9	答え 1 10	二重結合を1つ持つ環状炭化水素（シクロアルケン）は、環の形成によって水素原子が2個、二重結合の形成によってさらに水素原子が2個減少するため、一般式は C_nH_{2n-2} となる。炭素数 $n = 6$ を代入すると、水素原子の数は $2 * 6 - 2 = 10$ となる。なお、環状で二重結合を持たないシクロヘキサンの場合は C_6H_{12} となる。
問10	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11	答え 1 スクロース	スクロース（ショ糖）は非電解質であり、水に溶けてもイオンに電離しないため、水溶液は電気を伝導しない。一方、塩化ナトリウム、水酸化ナトリウム、硫酸はすべて電解質であり、水中でイオンに電離するため、水溶液は電気を流す性質を持つ。

高校化学プリント（過去問類似）

化学 I（旧課程の過去問） No.10

名前

得点

/9

問1 水酸化ナトリウム水溶液の電気分解において、一定時間電流を流したときに発生する気体について、陽極で発生する酸素の物質量を n とすると、陰極で発生する水素の物質量と、その反応の原理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）

国公立入試 類似

1. 水素の物質量は n であり、陽極では水分子が還元されている。
2. 水素の物質量は $2n$ であり、陽極では水分子が酸化されている。
3. 水素の物質量は n であり、陰極では水酸化物イオンが酸化されている。
4. 水素の物質量は $2n$ であり、陰極では水酸化物イオンが還元されている。

問2 化合物B（2-プロパノール）の性質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。（2010年 全国公立入試 類似）

1. 分子内に $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$ の構造を持つ二次アルコールであるため、ヨードホルム反応を示し、酸化されるとアセトンになる。
2. 分子内に $\text{CH}_3\text{CO}-$ の構造を持つ一次アルコールであるため、ヨードホルム反応を示し、酸化されるとプロピオンアルデヒドになる。
3. 分子内に $-\text{CH}_2\text{OH}$ の構造を持つ一次アルコールであるため、ヨードホルム反応は示さず、酸化されるとアセトンになる。
4. 分子内に $-\text{O}-$ の構造を持つエーテルであるため、ヨードホルム反応は示さず、酸化されても変化しない。

問3 炭素原子数 n の鎖式飽和炭化水素の分子式として、正しいものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. C_nH_n
2. C_nH_{2n}
3. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
4. $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

問4 硫酸銅(II)五水和物を水に溶かした際に生じる錯イオンの構造と配位子に関する説明として、誤っているものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

全国公立入試 類似

1. 水溶液中で銅(II)イオンは水分子と配位結合を形成し、ヘキサアクア銅(II)イオンとして存在する。
2. テトラアンミン銅(II)イオンは、硫酸銅(II)水溶液に過剰のアンモニア水を加えることで生成する。
3. テトラアンミン銅(II)イオンにおいて、銅(II)イオンに対するアンモニア分子の配位数は6である。
4. 錯イオンの形成は、中心金属イオンの空の軌道に配位子の非共有電子対が提供されることで起こる。

問5 過マンガン酸カリウムの硫酸酸性水溶液と過酸化水素水の反応に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

試 類似

1. 過酸化水素は還元剤として働き、酸素分子に酸化される
2. 硫酸の硫黄原子の酸化数がプラス6からプラス4に変化する
3. 反応の進行に伴い、溶液中にオゾンが発生する
4. マンガン原子の酸化数がプラス7からプラス6に変化する

問6 ポリエステル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. エステル結合を主鎖に持つ高分子化合物であり、衣類などの繊維や飲料用容器として利用される。
2. 炭素原子間の二重結合を多く含むため、ポリスチレンと同様に非常に高い電気伝導性を示す。
3. ポリプロピレンの一種であり、主にゴム弾性を利用した工業用品として製造されている。
4. 分子内にエステル結合を持たないため、熱可塑性を示さず、一度成形すると再加熱しても溶融しない。

問7 アンモニアの工業的製法であるハーバー・ボッシュ法に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 窒素と水素を高温・高圧下で反応させるプロセスである
2. 鉄を主成分とする触媒を用いず、常温・常圧で進行する
3. この反応は酸化還元反応を含まない可逆反応である
4. 原料として空気中の酸素と水素を直接反応させる

問8 気体や固体の水分を除去するために用いられる乾燥剤に関する記述として、最も不適切なものを一つ選べ。（2010年 全国公立入試 類似）

似

1. シリカゲルは、多孔質の構造を持ち水分を吸着するため、乾燥剤として広く利用される。
2. 濃硫酸は、強力な脱水作用を持つため、酸性の気体を乾燥させる際に用いられることがある。
3. 硫酸バリウムは、水に対する溶解度が極めて低く、吸湿性を持たないため乾燥剤には適さない。
4. ソーダ石灰は、塩基性を示すため、酸性の気体である二酸化炭素を乾燥させる目的で用いられる。

問9 原子がイオンになるときの電子配置やイオン半径の変化に関する記述として、最も適当なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 陽イオンになると、電子間の反発が減少するため、原子半径よりもイオン半径は小さくなる。
2. 陰イオンになると、電子殻の数が増加するため、原子半径よりもイオン半径は小さくなる。
3. 等電子的なイオンにおいて、原子番号が大きいほど、核電荷が小さいためイオン半径は大きくなる。
4. 希ガス元素の原子は、電子を放出して陽イオンになりやすいため、イオン化エネルギーは非常に小さい。

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 2 水素の物質量は $2n$ であり、陽極では水分子が酸化されている。	電気分解の反応において、陽極では電子を放出する酸化反応が起こり、陰極では電子を受け取る還元反応が起こる。水酸化ナトリウム水溶液の電気分解では、水分子が陽極で酸化されて酸素が発生し、陰極で還元されて水素が発生する。電子の移動量から計算すると、酸素 1mol に対して水素は 2mol 発生するため、酸素が $n\text{ mol}$ であれば水素は $2n\text{ mol}$ となる。
問2	答え 1 分子内に $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$ の構造を持つ二次アルコールであるため、ヨードホルム反応を示し、酸化されるとアセトンになる。	2-プロパノールは、ヨードホルム反応の呈色条件である $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$ の構造を持つ。また、ヒドロキシ基が結合している炭素原子に水素原子が1個結合している二次アルコールであるため、酸化されると水素分子を失ってケトンであるアセトン (CH_3COCH_3) を生じる。
問3	答え 3 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	鎖式飽和炭化水素（アルカン）は、炭素原子間に二重結合や三重結合を含まないため、水素原子の数が最大化された構造をとる。炭素原子1個につき2個の水素原子が結合し、さらに鎖の両端にそれぞれ1個ずつ水素原子が加わるため、一般式は $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ となる。不飽和結合を持つ炭化水素と比較して、水素原子の割合が最も高いことが特徴である。
問4	答え 3 テトラアンミン銅(II)イオンにおいて、銅(II)イオンに対するアンモニア分子の配位数は6である。	テトラアンミン銅(II)イオンの名称が示す通り、アンモニア分子の配位数は4である。銅(II)イオンが水溶液中で水分子と形成するヘキサアクア銅(II)イオンの配位数は6であるが、アンモニアが配位した場合は配位数が4となる。錯イオンの形成原理は、配位子から中心金属イオンの空軌道への電子対の供与である。
問5	答え 1 過酸化水素は還元剤として働き、酸素分子に酸化される	この酸化還元反応において、過マンガン酸イオンは酸化剤として働き、過酸化水素は還元剤として働く。過酸化水素 (H_2O_2) 中の酸素の酸化数はマイナス1であるが、反応後に酸素分子 (O_2) となり、酸化数は0に増加する。硫酸は酸性条件を維持するために用いられるが、硫黄の酸化数は変化しない。また、オゾンが発生する反応ではない。
問6	答え 1 エステル結合を主鎖に持つ高分子化合物であり、衣類などの繊維や飲料用容器として利用される。	ポリエステルは、分子鎖の中にエステル結合 ($-\text{COO}-$) を繰り返し単位として持つ高分子化合物の総称である。代表的なポリエチレンテレフタレート (PET) は、衣類などの合成繊維としてだけでなく、その成形加工の容易さから飲料用容器としても広く利用されている。熱可塑性を持つため、加熱により軟化し、成形加工が可能であるという特徴がある。
問7	答え 1 窒素と水素を高温・高圧下で反応させるプロセスである	ハーバー・ボッシュ法は、窒素と水素を高温・高圧条件下で、鉄を主成分とする触媒を用いてアンモニアを合成する手法である。この反応では窒素分子中の窒素原子の酸化数が0から-3に変化するため、酸化還元反応に分類される。他の選択肢は、触媒の有無や反応条件、酸化還元の種類において事実と異なる。
問8	答え 4 ソーダ石灰は、塩基性を示すため、酸性の気体である二酸化炭素を乾燥させる目的で用いられる。	乾燥剤は対象となる気体と反応しないものを選ぶ必要がある。ソーダ石灰は水酸化ナトリウムと酸化カルシウムの混合物であり、強い塩基性を示す。そのため、酸性気体である二酸化炭素と反応して炭酸塩を生成してしまうため、二酸化炭素の乾燥には適さない。他の選択肢にあるシリカゲル、濃硫酸、塩化カルシウムなどは乾燥剤として一般的であり、硫酸バリウムは化学的に安定で吸湿性を持たないため乾燥剤としては機能しない。
問9	答え 1 陽イオンになると、電子間の反発が減少するため、原子半径よりもイオン半径は小さくなる。	陽イオンは電子を失うことで電子殻が減るか、残った電子間の反発が弱まり、核による引きつけが強くなるため半径が小さくなる。陰イオンは電子を受け取ることで電子間の反発が増し、半径は大きくなる。等電子的なイオンでは、原子番号が大きいほど核電荷が大きく電子を引きつける力が強いので、イオン半径は小さくなる。希ガスは電子配置が安定しており、電子を放出させるには非常に大きなエネルギーを要する。