

高校化学プリント（過去問類似）

化学 I（旧課程の過去問） No.7

名前

得点

/11

問1 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2 タンパク質の消化に関する記述として、化学的な観点から最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 消化酵素はペプチド結合の加水分解を触媒する。 2. 消化酵素はタンパク質をエステル結合で結合し直す。 3. 消化はタンパク質の立体構造を強固にする過程である。 4. 消化酵素はタンパク質を構成するアミノ酸をさらに分解する。

問3 標準状態において、次の気体のうち、体積が最も大きくなるものはどれか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 2.0 gの水素 (H₂) 2. 4.0 gのヘリウム (He) 3. 88.0 gの二酸化炭素 (CO₂) 4. 40.0 gのメタン (CH₄)

問4 工業的にアンモニアを合成するハーバー・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最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 窒素と水素 2. 窒素と酸素 3. アルゴンと水素 4. オゾンと窒素

問5 金属元素のイオン化傾向と水溶液中での安定性に関する記述として、誤っているものを次の中から一つ選べ。（2009年 全国公立入試 類似）

1. アルミニウムは水溶液中で3価の陽イオンとして安定に存在する。 2. 鉄は水溶液中で3価の陽イオンとして安定に存在することができる。 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。 4. カルシウムは水溶液中で2価の陽イオンとして安定に存在する。

問6 実験室において塩素を捕集する際、最も適切な方法はどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 水上置換法 2. 下方置換法 3. 上方置換法 4. ろ過法

問7 60度における硝酸カリウムの溶解度（水 100 g に溶ける溶質の最大質量）を 110、20度における溶解度を 32 とする。60度の硝酸カリウム飽和水溶液 105 g から水の一部を蒸発させ、20度まで冷却したところ、硝酸カリウムの結晶が 47 g 析出した。蒸発させた水の質量は何 g か。最も適当な数値を、次のうちから一つ選べ。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 6 2. 12 3. 14 4. 25

問8 タンパク質の変性が酵素の活性に与える影響について、最も適切な説明はどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

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。 2. 変性によってタンパク質がより安定な構造をとるため、酵素反応の速度が著しく上昇する。 3. 変性は一次構造を変化させるため、酵素の基質特異性が高まり、反応効率が向上する。 4. 変性しても活性部位の構造は維持されるため、酵素としての触媒機能は変化しない。

問9 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10 芳香族化合物のニトロ化反応において、濃硫酸が果たす役割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. ニトロニウムイオン (NO₂⁺) の生成を促進する触媒として働く 2. 反応系内の水分を除去してニトロ基の反応性を低下させる 3. ベンゼン環の炭素原子を還元して反応しやすくする 4. 反応温度を急激に下げて副反応を抑制する冷却剤として働く

問11 食塩水の電気分解において、陽極と陰極で生成される物質の組み合わせとして正しいものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 陽極で水素、陰極で塩素 2. 陽極で塩素、陰極で水素 3. 陽極で水酸化ナトリウム、陰極で塩素 4. 陽極で塩化ナトリウム、陰極で水酸化ナトリウム

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。