

高校化学プリント (過去問類似)

化学 I B (旧課程の過去問) No.6

名前

得点

/10

問1 水の蒸気圧曲線において、ある温度における蒸気圧が外部の大気圧と等しくなったとき、その温度で起こる現象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. 水が沸騰する 2. 水が凝固する 3. 水の蒸気圧が低下する 4. 水の蒸気圧が上昇する

問2 鉛蓄電池の放電反応において、電解液である希硫酸の濃度と密度が変化する理由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. 正極と負極の両方で硫酸が消費され、水が生成するため、電解液の密度が低下する。 2. 負極から溶出した鉛イオンが硫酸イオンと反応して沈殿し、電解液の密度が上昇する。 3. 放電に伴い硫酸イオンが電極から放出されるため、電解液の密度が上昇する。 4. 水の電気分解が進行して水が消費されるため、電解液の密度が低下する。

問3 標高が高く大気圧が0.80気圧である環境において、水の蒸気圧曲線に基づいた場合、水の沸点は何度になるか。なお、蒸気圧曲線において蒸気圧が0.80気圧を示す温度は94度である。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 94度 2. 100度 3. 106度 4. 110度

問4 希薄溶液の沸点上昇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. 溶質の粒子濃度が同じであれば、溶質の種類に関わらず沸点上昇度は一定である。 2. 電解質水溶液の沸点上昇度は、非電解質水溶液と比較して小さくなる傾向がある。 3. 沸点上昇度は、溶媒の種類によって異なる値をとる。 4. 溶液の沸点上昇度は、溶質のモル濃度に比例する。

問5 金属元素の酸化物に関する記述として、ナトリウムの酸化物とアルミニウムの酸化物の性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. ナトリウムの酸化物は水と反応して塩基性を示し、アルミニウムの酸化物は強塩基の水溶液に溶解する 2. ナトリウムの酸化物は水に溶けず、アルミニウムの酸化物は水と反応して酸性を示す 3. ナトリウムの酸化物は両性を示し、アルミニウムの酸化物は水と反応して中性を示す 4. ナトリウムの酸化物は強塩基に溶け、アルミニウムの酸化物は水と激しく反応して酸性を示す

問6 硫黄を含む物質が関与する以下の反応のうち、硫黄原子の酸化数の変化が最も大きいものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 単体の硫黄が燃焼して二酸化硫黄が生成する反応 2. 硫化水素がヨウ素と反応して単体の硫黄が生成する反応 3. 二酸化硫黄が水に溶けて亜硫酸が生成する反応 4. 硫酸と水酸化バリウムが反応して硫酸バリウムの沈殿が生成する反応

問7 二酸化炭素分子 (CO₂) の極性に関する説明として正しいものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 炭素と酸素の間に極性結合があるが、分子全体は直線型であるため無極性である。 2. 炭素と酸素の電気陰性度が等しいため、結合に極性がなく無極性である。 3. 分子全体が折れ線型構造をとるため、結合の極性が打ち消し合わず極性を持つ。 4. 酸素原子が炭素原子よりも電気陰性度が小さいため、分子全体として極性を持つ。

問8 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9 酸性塩の液性に関する説明として、最も適切なものを次の中から一つ選べ。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 酸性塩の水溶液の液性は、酸の電離定数と塩基の電離定数の大小関係によって決まる。 2. 酸性塩は、水溶液中で完全に電離して水素イオンを放出するため、常に酸性を示す。 3. 酸性塩が塩基性を示す場合は、それは塩基性の塩と分類されるため、酸性塩とは呼ばない。 4. 酸性塩は、強酸から誘導されたもののみが酸性を示し、弱酸から誘導されたものは中性を示す。

問10 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

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 1 水が沸騰する	液体内部からの蒸発が活発になり、液体の蒸気圧が外部の大気圧と等しくなると、液体内部に気泡が生じて激しく蒸発する沸騰という現象が起こる。このときの温度を沸点と呼ぶ。蒸気圧曲線は温度と蒸気圧の関係を示しており、大気圧が変化すれば沸点も変化する。
問2	答え 1 正極と負極の両方で硫酸が消費され、水が生成するため、電解液の密度が低下する。	鉛蓄電池の放電反応では、正極でPbO ₂ が、負極でPbがそれぞれ硫酸と反応して硫酸鉛(PbSO ₄)に変化する。この過程で硫酸が消費され、同時に水が生成されるため、電解液である希硫酸の濃度は低下する。硫酸は水よりも密度が大きいため、濃度が低下すると電解液全体の密度も小さくなる。この密度の変化を測定することで、電池の放電状態を知ることができる。
問3	答え 1 94度	沸点は液体の蒸気圧が外部の大気圧と等しくなる温度として定義される。標準大気圧(1.0気圧)下では水の沸点は100度であるが、大気圧が0.80気圧に低下すると、より低い温度で蒸気圧が外部圧力と釣り合うため、沸点は100度よりも低い94度となる。
問4	答え 2 電解質水溶液の沸点上昇度は、非電解質水溶液と比較して小さくなる傾向がある。	電解質は水溶液中で電離して複数のイオンを生じるため、同じモル濃度の非電解質と比較して粒子濃度が大きくなる。沸点上昇度は粒子濃度に比例するため、電解質水溶液の方が沸点上昇度は大きくなる。したがって、電解質の方が小さくなるという記述は誤りである。
問5	答え 1 ナトリウムの酸化物は水と反応して塩基性を示し、アルミニウムの酸化物は強塩基の水溶液に溶ける	酸化ナトリウム(Na ₂ O)は水と激しく反応し、強塩基である水酸化ナトリウム(NaOH)を生じる。一方、酸化アルミニウム(Al ₂ O ₃)は水にはほとんど溶けないが、両性酸化物であるため、強塩基の水溶液には溶けてアルミン酸イオンを生じる性質がある。このため、ナトリウムとアルミニウムの酸化物はそれぞれ水や塩基に対する特有の反応性を示す。
問6	答え 1 単体の硫黄が燃焼して二酸化硫黄が生成する反応	酸化数は、原子が電子をどれだけ獲得または放出したかを示す指標である。単体の硫黄(S)の酸化数は0であり、二酸化硫黄(SO ₂)中の硫黄の酸化数は+4であるため、変化量は4である。一方、硫化水素(H ₂ S)から単体の硫黄への変化では-2から0への変化(変化量2)、二酸化硫黄から亜硫酸への変化や硫酸バリウムの生成反応では硫黄の酸化数は変化しない。したがって、燃焼反応における変化が最大となる。
問7	答え 1 炭素と酸素の間に極性結合があるが、分子全体は直線型であるため無極性である。	二酸化炭素は中心の炭素原子に対して2つの酸素原子が180度の角度で結合した直線型分子である。炭素と酸素の間には電気陰性度の差による結合の極性が存在するが、分子全体が対称な構造をしているため、それぞれの結合の極性が互いに打ち消し合い、分子全体としては無極性となる。
問8	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9	答え 1 酸性塩の水溶液の液性は、酸の電離定数と塩基の電離定数の大小関係によって決まる。	酸性塩の液性は、塩を構成する酸と塩基の強弱に依存する。多価の酸の水素原子が残っているからといって必ず酸性になるわけではない。水溶液中では、残った水素イオンの電離と、陰イオンの加水分解が競合し、その平衡定数のバランスによって最終的な液性が決定される。そのため、一律に酸性であると断定することはできない。
問10	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。

高校化学プリント（過去問類似）

化学 I B（旧課程の過去問） No.8

名前

得点

/12

問1 次の分子式で表される鎖状有機化合物のうち、構造異性体が存在しないものはどれか。ただし、二重結合や三重結合を含む場合も考慮すること。（2004年 全国公立入試 類似）

1. C₄H₁₀ 2. C₃H₆ 3. C₂H₆O 4. C₃H₄

問2 蒸留において、温度計の感温部を枝管の付け根よりも低い位置（液面近く）に設置した場合に起こる現象として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 蒸気以外の温度を測定してしまい、正しい沸点が得られない 2. 蒸気の流速が速くなり、冷却器の効率が向上する 3. フラスコ内の圧力が低下し、沸点が上昇する 4. 蒸留速度が一定に保たれ、分離精度が向上する

問3 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4 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5 等電子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. 総電子数が等しい分子やイオンは、化学的性質が完全に一致する。 2. メタン（CH₄）と水（H₂O）は、構成する原子の総電子数が等しいため等電子構造である。 3. 等電子構造を持つ分子は、必ず同じ分子量を持つ。 4. 等電子構造を持つ分子は、必ず同じ幾何学的構造を持つ。

問6 分子式がC₄H₁₀で表される鎖状の飽和炭化水素には、直鎖状のブタンと枝分かれのある2-メチルプロパンが存在する。このように、分子式が同じで原子の結合の仕方が異なる化合物同士の関係を何と呼ぶか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 構造異性体 2. 幾何異性体 3. 鏡像異性体 4. 共鳴構造

問7 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8 金属イオンの分離操作において、酸性条件下で硫化水素を通じた際に黒色沈殿を生じるイオンとして正しいものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 亜鉛イオン 2. アルミニウムイオン 3. 銅イオン 4. カルシウムイオン

問9 酢酸ナトリウムを水に溶かした水溶液の液性として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 強酸性 2. 弱酸性 3. 中性 4. 弱塩基性

問10 アルデヒド基を持つ化合物とフェーリング液を混合して加熱した際に起こる現象として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 酸化銅(I)の赤色沈殿が生じる 2. 酸化銅(II)の黒色沈殿が生じる 3. 銀鏡反応により銀が析出する 4. 気体が発生し溶液が発泡する

問11 鎖式飽和炭化水素の性質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. 炭素原子間に二重結合や三重結合を含まない。 2. 炭素原子と水素原子のみから構成される。 3. 分子内の水素原子の数は必ず偶数となる。 4. 炭素数が奇数の場合、水素原子の数も奇数となる。

問12 ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混酸を加えて加熱した際に起こる反応として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. ベンゼン環の水素原子がニトロ基に置き換わる置換反応 2. ベンゼン環の二重結合にニトロ基が付加する付加反応 3. ベンゼン環の水素原子が水酸基に置き換わる酸化反応 4. ベンゼン環の炭素骨格が切断される分解反応

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 4 C3H4	C4H10にはブタンと2-メチルプロパン、C3H6にはプロペンとシクロプロパン（環状）、C2H6Oにはエタノールとジメチルエーテルといった構造異性体が存在する。一方、C3H4（プロピンまたはプロパジエン）は、炭素数が少なく、結合の組み換えによる安定な異性体の生成が制限されるため、提示された選択肢の中では最も構造の多様性が低い。
問2	答え 1 蒸気以外の温度を測定してしまい、正しい沸点が得られない	温度計の感温部が枝管の付け根から外れ、液面近くにあると、蒸気そのものの温度ではなく、液面付近の不均一な温度や液体の飛沫の影響を受ける可能性がある。蒸留の目的は特定の沸点を持つ成分を分取することにあるため、枝管を通る蒸気の温度を測定できない設置位置では、分離の指標となる正確な沸点を確認することができない。
問3	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4	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5	答え 2 メタン (CH4) と水 (H2O) は、構成する原子の総電子数が等しいため等電子構造である。	等電子構造は、分子やイオンに含まれる総電子数が等しい状態を指す。メタン (CH4) は炭素の6個と水素の1個×4で計10個、水 (H2O) は酸素の8個と水素の1個×2で計10個の電子を持つため、定義上等電子構造である。ただし、電子数が等しくても分子量や幾何学的構造、化学的性質が一致するとは限らない。例えば、メタンは正四面体型だが、水は折れ線型であり、構造や性質は大きく異なる。
問6	答え 1 構造異性体	分子式が同一でありながら、原子の結合順序や骨格構造が異なる化合物を構造異性体と呼ぶ。C4H10の場合、炭素鎖が直鎖状のブタンと、炭素鎖が枝分かれした2-メチルプロパン（イソブタン）の2種類が存在する。これらは物理的・化学的性質が異なるため、別の物質として扱われる。
問7	答え 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。	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8	答え 3 銅イオン	金属イオンの系統的分析において、硫化水素を通じる操作は、溶液の液性によって沈殿する金属イオンが異なることを利用している。酸性条件下で硫化水素を通じた際に黒色沈殿を生じるのは銅イオンである。一方で、亜鉛イオンは酸性条件下では沈殿せず、塩基性条件下でのみ硫化亜鉛として沈殿する。アルミニウムイオンやカルシウムイオンは、硫化水素を通じても沈殿を生じない。
問9	答え 4 弱塩基性	酢酸ナトリウムは、弱酸である酢酸と強塩基である水酸化ナトリウムから生じる塩である。水溶液中では完全に電離し、生じた酢酸イオンが水と反応して加水分解を起こす。この際、水酸化物イオンが生成されるため、水溶液は弱塩基性を示す。酸の電離度や強酸の希釈によるpH変化とは異なる原理に基づいている。
問10	答え 1 酸化銅(I)の赤色沈殿が生じる	フェーリング反応は、アルデヒド基を持つ化合物がフェーリング液中の銅(II)イオンを還元する反応である。この過程で銅(II)イオンは電子を受け取り、酸化数+1の酸化銅(I)へと変化する。酸化銅(I)は水に難溶であり、特有の赤色沈殿として観察されるため、アルデヒド基の検出に利用される。
問11	答え 4 炭素数が奇数の場合、水素原子の数も奇数となる。	鎖式飽和炭化水素の一般式は C_nH_{2n+2} である。この式において、水素原子の数は $2n+2$ であり、n がどのような整数であっても $2(n+1)$ と表せるため、水素原子の数は常に偶数となる。したがって、炭素数が奇数であっても水素原子の数は必ず偶数であり、選択肢の記述は誤りである。飽和炭化水素は化学的に比較的安定な性質を持つ。
問12	答え 1 ベンゼン環の水素原子がニトロ基に置き換わる置換反応	芳香族化合物であるベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混酸を作用させると、ベンゼン環上の水素原子がニトロ基 (-NO2) に置換される親電子置換反応が進行する。この反応はニトロ化と呼ばれ、ニトロベンゼンが生成される。エタンやエタノールのような脂肪族化合物では、同様の条件下でニトロ化は進行しない。

高校化学プリント（過去問類似）
化学 I B（旧課程の過去問） No.9

名前

得点

/10

問1 金属イオンの分離操作において、酸性条件下で硫化水素を通じた際に黒色沈殿を生じるイオンとして正しいものはどれか。

(2005年 全国公立入試 類似)

1. 亜鉛イオン 2. アルミニウムイオン 3. 銅イオン 4. カルシウムイオン

問2 鎖式飽和炭化水素の性質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. 炭素原子間に二重結合や三重結合を含まない。 2. 炭素原子と水素原子のみから構成される。 3. 分子内の水素原子の数は必ず偶数となる。 4. 炭素数が奇数の場合、水素原子の数も奇数となる。

問3 銅イオンを含む酸性水溶液に硫化水素を通じた際に生じる沈殿の色と、その化学反応の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. 白色沈殿が生じ、これは塩基性条件下でのみ生成される 2. 黒色沈殿が生じ、これは酸性条件下でも生成される 3. 黄色沈殿が生じ、これは亜鉛イオンと共通の反応である 4. 赤褐色沈殿が生じ、これは酸化還元反応ではなく中和反応である

問4 アルミニウムが水酸化ナトリウム水溶液と反応して水素を発生させる反応において、反応式 $2Al + 2NaOH + 6H_2O \rightarrow 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$ に基づき、0.15 molの水素が発生したときに反応したアルミニウムの物質質量として正しいものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 0.05 mol 2. 0.10 mol 3. 0.15 mol 4. 0.20 mol

問5 二酸化硫黄と硫化水素が反応する際、二酸化硫黄が酸化剤として働くことで生成される物質の組み合わせ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. 水と硫黄 2. 硫酸と水素 3. 亜硫酸と硫化水素 4. 酸化硫黄と水酸化物

問6 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7 アルデヒド基を持つ化合物とフェーリング液を混合して加熱した際に起こる現象として、最も適切なものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 酸化銅(I)の赤色沈殿が生じる 2. 酸化銅(II)の黒色沈殿が生じる 3. 銀鏡反応により銀が析出する 4. 気体が発生し溶液が発泡する

問8 分子やイオンにおいて、構成する原子の総電子数が等しい状態を等電子構造という。メタン (CH₄) と等電子構造の関係にある分子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. 水 (H₂O) 2. 一酸化炭素 (CO) 3. 一酸化窒素 (NO) 4. 塩化水素 (HCl)

問9 蒸留操作における冷却器の適切な使用方法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. 冷却水は、冷却器の下側の口から入れ、上側の口から出す。 2. 冷却器の内部を常に水で満たすことで、冷却効率を維持する。 3. 冷却水を上から下へ流すと、冷却器内に空気が溜まりやすくなる。 4. 冷却効率を高めるために、冷却水の流路を上から下へ設定する。

問10 塩の水溶液が酸性または塩基性を示す理由として、加水分解の観点から最も適切な説明はどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 強酸と強塩基の塩は、水分子から水素イオンを奪うため加水分解する。 2. 弱酸と強塩基の塩では、弱酸の陰イオンが水分子から水素イオンを引き抜き、水酸化物イオンが生じるため塩基性となる。 3. 強酸と弱塩基の塩では、強酸の陽イオンが水分子から水酸化物イオンを引き抜き、水素イオンが生じるため塩基性となる。 4. すべての塩は水溶液中で加水分解を起こし、構成する酸と塩基の強弱に応じて液性が決まる。

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 3 銅イオン	金属イオンの系統的分析において、硫化水素を通じる操作は、溶液の液性によって沈殿する金属イオンが異なることを利用している。酸性条件下で硫化水素を通じた際に黒色沈殿を生じるのは銅イオンである。一方で、亜鉛イオンは酸性条件下では沈殿せず、塩基性条件下でのみ硫化亜鉛として沈殿する。アルミニウムイオンやカルシウムイオンは、硫化水素を通じても沈殿を生じない。
問2	答え 4 炭素数が奇数の場合、水素原子の数も奇数となる。	鎖式飽和炭化水素の一般式は C_nH_{2n+2} である。この式において、水素原子の数は $2n+2$ であり、 n がどのような整数であっても $2(n+1)$ と表せるため、水素原子の数は常に偶数となる。したがって、炭素数が奇数であっても水素原子の数は必ず偶数であり、選択肢の記述は誤りである。飽和炭化水素は化学的に比較的安定な性質を持つ。
問3	答え 2 黒色沈殿が生じ、これは酸性条件下でも生成される	銅イオン(Cu^{2+})は、酸性水溶液中で硫化水素(H_2S)と反応し、硫化銅(CuS)の黒色沈殿を生じる。この反応は硫化物イオンを用いた金属イオンの系統的分析において重要であり、酸性条件下でも沈殿を形成する性質を利用して、亜鉛イオン(Zn^{2+})などの他の金属イオンと分離することが可能である。亜鉛イオンは酸性条件下では硫化水素と反応して沈殿を生じないため、この反応は銅の検出に特異的である。
問4	答え 2 0.10 mol	反応式の係数比に注目すると、アルミニウム(Al)と水素(H_2)の物質質量比は2:3である。したがって、発生した水素が0.15 molのとき、反応したアルミニウムの物質質量は $0.15 \text{ mol} \times (2/3) = 0.10 \text{ mol}$ となる。この反応はアルミニウムが両性金属であるために起こるもので、強塩基性条件下でテトラヒドロキシドアルミニウム(III)酸ナトリウムが生成される。
問5	答え 1 水と硫黄	二酸化硫黄(SO_2)と硫化水素(H_2S)の反応式は、 $SO_2 + 2H_2S \rightarrow 3S + 2H_2O$ と表される。この反応において、二酸化硫黄中の硫黄原子は酸化数+4から0へ減少し、硫化水素中の硫黄原子は酸化数-2から0へ増加する。したがって、二酸化硫黄は電子を受け取る酸化剤として働き、生成物として単体の硫黄と水が生じる。
問6	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7	答え 1 酸化銅(I)の赤色沈殿が生じる	フェーリング反応は、アルデヒド基を持つ化合物がフェーリング液中の銅(II)イオンを還元する反応である。この過程で銅(II)イオンは電子を受け取り、酸化数+1の酸化銅(I)へと変化する。酸化銅(I)は水に難溶であり、特有の赤色沈殿として観察されるため、アルデヒド基の検出に利用される。
問8	答え 1 水 (H_2O)	等電子構造とは、分子やイオンに含まれる総電子数が等しい状態を指す。メタン (CH_4) の総電子数は、炭素原子の6個と水素原子4個の合計で10個である。選択肢のうち、水 (H_2O) は酸素原子の8個と水素原子2個の合計で10個となり、メタンと総電子数が等しい。一方、一酸化炭素は14個、一酸化窒素は15個、塩化水素は18個の総電子数を持つため、これらはメタンと等電子構造ではない。
問9	答え 4 冷却効率を高めるために、冷却水の流路を上から下へ設定する。	冷却器の冷却水は下から上へ流すのが原則である。上から下へ流すと、冷却器の内部に空気が溜まりやすく、冷却器の表面全体を水で覆うことができなくなるため、冷却効率が低下する。したがって、冷却効率を高めるために上から下へ流すという記述は誤りである。
問10	答え 2 弱酸と強塩基の塩では、弱酸の陰イオンが水分子から水素イオンを引き抜き、水酸化物イオンが生じるため塩基性となる。	加水分解とは、塩を構成するイオンが水と反応して水素イオンや水酸化物イオンを生じる現象です。弱酸と強塩基の塩（例：酢酸ナトリウム）では、弱酸由来の陰イオンが水分子から水素イオンを引き抜き、結果として溶液中に水酸化物イオンが過剰に存在するため塩基性を示します。強酸と強塩基の塩は、このような反応が起こらないため中性となります。

問1 電気分解において、電極で反応（析出または減少）する物質の物質量和、流れた電気量およびイオンの価数との関係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. 物質量は流れた電気量に比例し、イオンの価数に反比例する。 2. 物質量は流れた電気量に比例し、イオンの価数にも比例する。 3. 物質量は流れた電気量の2乗に比例し、イオンの価数に反比例する。 4. 物質量は流れた電気量に関わらず一定であり、イオンの価数のみ反比例する。

問2 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3 通常の水（H₂O）と、水素の同位体である重水素（D）を含む重水（D₂O）がある。これらを用いてカルシウムと反応させ、水素（H₂）または重水素（D₂）を発生させる実験を行う。同温・同圧の条件下で、同じ質量（1.0g）のH₂OとD₂Oをそれぞれ完全に反応させたとき、発生する気体の体積比（H₂ : D₂）として最も適切なものはどれか。ただし、原子量はH=1.0, D=2.0, O=16とする。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 1 : 1 2. 1 : 2 3. 9 : 10 4. 10 : 9

問4 分子式がC₄H₁₀で表される鎖状の飽和炭化水素には、直鎖状のブタンと枝分かれのある2-メチルプロパンが存在する。このように、分子式が同じで原子の結合の仕方が異なる化合物同士の関係を何と呼ぶか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 構造異性体 2. 幾何異性体 3. 鏡像異性体 4. 共鳴構造

問5 金属Mの塩化物二水和物 MCl₂・2H₂O を加熱して無水物 MCl₂ を得る実験において、加熱が不十分で結晶水の一部が残ってしまった。このとき、実験データから算出される金属Mの原子量は、真の値と比べてどのように変化するか。最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 算出される結晶水の質量が真の値より小さくなるため、金属の原子量は真の値より大きく算出される。 2. 算出される結晶水の質量が真の値より小さくなるため、金属の原子量は真の値より小さく算出される。 3. 算出される結晶水の質量が真の値より大きくなるため、金属の原子量は真の値より大きく算出される。 4. 算出される結晶水の質量が真の値より大きくなるため、金属の原子量は真の値より小さく算出される。

問6 硫酸アルミニウムカリウム十二水和物であるミョウバンを水に溶かした水溶液の性質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. 水溶液は酸性を示し、アンモニア水を加えると白色ゲル状沈殿を生じる 2. 水溶液は塩基性を示し、アンモニア水を加えると白色ゲル状沈殿を生じる 3. 水溶液は酸性を示し、アンモニア水を加えても沈殿は生じない 4. 水溶液は中性を示し、アンモニア水を加えると黒色沈殿を生じる

問7 メタン、エタン、エタノールの沸点の大小関係として正しいものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. メタン > エタン > エタノール 2. エタノール > エタン > メタン 3. エタン > メタン > エタノール 4. エタノール > メタン > エタン

問8 物質の結晶構造と昇華性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. ヨウ素のような分子結晶は、分子間力が弱いため昇華しやすい。 2. ダイヤモンドのような共有結合結晶は、分子間力が弱いため昇華しやすい。 3. 酸化カルシウムのようなイオン結晶は、静電的な引力が弱いため昇華しやすい。 4. 鉄のような金属結晶は、自由電子による結合が弱いため昇華しやすい。

問9 次の有機化合物のうち、分子内に不斉炭素原子を持ち、光学異性体が存在するものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 2-アミノプロパン酸（アラニン） 2. プロパン 3. 2-メチルプロパン 4. 2-ブテン

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 1 物質量は流れた電気量に比例し、イオンの価数に反比例する。	ファラデーの電気分解の法則によると、電極で反応する物質の物質量は流れた電気量に比例する。また、物質1 molが反応する際に必要な電子の物質量はイオンの価数に比例するため、同じ電気量を流したときに得られる物質の物質量はイオンの価数に反比例する。
問2	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3	答え 4 10 : 9	H ₂ Oの分子量は18.0、D ₂ Oの分子量は20.0である。1.0gの各物質の物質量は、H ₂ Oが1.0/18.0 mol、D ₂ Oが1.0/20.0 molとなる。化学反応式 $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$ より、反応する水の物質量の半分が気体の物質量となる。したがって、発生する気体の物質量比は $(1/18.0)/2 : (1/20.0)/2 = 20 : 18 = 10 : 9$ となる。同温・同圧では気体の体積は物質量に比例するため、体積比も10 : 9となる。
問4	答え 1 構造異性体	分子式が同一でありながら、原子の結合順序や骨格構造が異なる化合物を構造異性体と呼ぶ。C ₄ H ₁₀ の場合、炭素鎖が直鎖状のブタンと、炭素鎖が枝分かれした2-メチルプロパン（イソブタン）の2種類が存在する。これらは物理的・化学的性質が異なるため、別の物質として扱われる。
問5	答え 1 算出される結晶水の質量が真の値より小さくなるため、金属の原子量は真の値より大きく算出される。	加熱が不十分で結晶水が残ると、減少した質量（＝算出される結晶水の質量）は真の値よりも小さく測定される。このとき、無水物として測定される加熱後の質量は真の値よりも大きくなる。原子量の計算において、結晶水の質量に対する無水物の質量の比が大きくなるため、算出される無水物の式量、および金属の原子量は真の値よりも大きくなる。
問6	答え 1 水溶液は酸性を示し、アンモニア水を加えると白色ゲル状沈殿を生じる	ミョウバンは水溶液中でアルミニウムイオンが加水分解し、水素イオンを生じるため酸性を示す。また、アルミニウムイオンを含む水溶液にアンモニア水を加えると、両性水酸化物である水酸化アルミニウムが生成され、これは白色のゲル状沈殿として観察される。なお、硫化物イオンと反応して黒色沈殿を生じるのは鉛イオンなどであり、アルミニウムイオンとは反応しない。
問7	答え 2 エタノール > エタン > メタン	沸点は分子間力の強さに比例する。エタノールは水素結合により強い分子間力を持つため、最も沸点が高い。メタンとエタンはともに無極性分子であり、分子量が大きいほどファンデルワールスカが強くなる。メタン(分子量16)よりもエタン(分子量30)の方が分子量が大きいので、沸点はエタンの方が高くなる。したがって、エタノール、エタン、メタンの順となる。
問8	答え 1 ヨウ素のような分子結晶は、分子間力が弱いため昇華しやすい。	昇華は、固体内部の粒子が熱運動によって結晶から離脱し、気体になる現象である。分子結晶であるヨウ素は、分子間力が弱いため比較的容易に気体分子として放出される。これに対し、共有結合結晶、イオン結晶、金属結晶は、それぞれ共有結合、イオン結合、金属結合という非常に強い結合で粒子が結びついているため、常温・常圧で昇華することはほとんどない。
問9	答え 1 2-アミノプロパン酸（アラニン）	アラニン（CH ₃ CH(NH ₂)COOH）は、中心の炭素原子に水素原子、メチル基、アミノ基、カルボキシ基の4つの異なる基が結合しているため、不斉炭素原子を持つ。一方、プロパンや2-メチルプロパンは不斉炭素原子を持たず、2-ブテンは幾何異性体を持つが光学異性体は持たない。