

問1 メタン、エタン、エタノールの沸点を比較したとき、沸点が最も高くなる物質とその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. メタンであり、分子量が最も小さいため分子間力が弱いから | 2. エタンであり、無極性分子の中で分子量が最も大きいから | 3. エタノールであり、分子間に水素結合を形成するため分子間力が強いから | 4. エタノールであり、分子量が最も大きいためファンデルワールス力が非常に強いから |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---|

問2 中和滴定において、用いる酸と塩基の組み合わせによって、中和点のpHやpHジャンプの範囲が異なるため、適切な指示薬を選択する必要がある。酸と塩基の反応における指示薬の選択に関する記述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. 強酸である塩酸を強塩基である水酸化ナトリウム水溶液で滴定する場合、中和点付近のpH変化が大きい。メチルオレンジとフェノールフタレインのどちらも指示薬として使用できる。 | 2. 弱酸である酢酸を強塩基である水酸化ナトリウム水溶液で滴定する場合、中和点が酸性側に偏るため、メチルオレンジを指示薬として使用する。 | 3. 強酸である塩酸を弱塩基であるアンモニア水で滴定する場合、中和点が塩基性側に偏るため、フェノールフタレインを指示薬として使用する。 | 4. 弱酸である酢酸を弱塩基であるアンモニア水で滴定する場合、中和点付近のpH変化が極めて大きい。任意の指示薬を使用できる。 |
|--|--|---|--|

問3 鉛イオンがクロム酸イオンと反応して沈殿を生じる一方で、ナトリウムイオンやカルシウムイオンが同様の条件下で沈殿を生じない理由として、最も適切なものはどれか。

(2005年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1. クロム酸鉛の溶解度積が非常に小さく、水溶液中でイオンとして存在しにくいから。 | 2. ナトリウムイオンやカルシウムイオンはクロム酸イオンと錯イオンを形成して溶解するため。 | 3. 鉛イオンはクロム酸イオンと共有結合を形成しやすく、他のイオンはイオン結合を形成するため。 | 4. クロム酸カリウム水溶液のpHが鉛イオンの沈殿生成にのみ適した値であるから。 |
|---|---|---|--|

問4 有機化合物の官能基と、その性質に関する記述として誤っているものはどれか。

(2004年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|-----------------------------------|--|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. カルボキシ基を持つ化合物は、水溶液中で電離し、弱酸性を示す。 | 2. カルボニル基を持つアセトンには、水や他の有機溶媒とよく溶け合う性質がある。 | 3. ヒドロキシ基を持つ化合物は、すべて水溶液中で強い塩基性を示す。 | 4. 官能基は、有機化合物の化学的性質を決定づける重要な原子団である。 |
|-----------------------------------|--|------------------------------------|-------------------------------------|

問5 次の化合物の中で、フェーリング液を還元して赤色沈殿を生じるものはどれか。

(2005年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|-------------|---------|-------|----------|
| 1. アセトアルデヒド | 2. アセトン | 3. 酢酸 | 4. エタノール |
|-------------|---------|-------|----------|

問6 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とするとき、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切なものはどれか。

(2004年 全国公立入試 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7 ヘスの法則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. 化学反応の反応熱は、反応の経路が複雑であるほど大きくなる。 | 2. 反応熱は、反応前後の物質の状態のみによって決まり、経路には依存しない。 | 3. 反応熱は、反応の経路によって決まるため、状態量としては扱われない。 | 4. 吸熱反応であっても、反応の経路を工夫すれば発熱反応に変えることができる。 |
|----------------------------------|--|--------------------------------------|---|

問8 ヘスの法則に基づき、固体水酸化ナトリウムが塩酸と反応して塩化ナトリウム水溶液と水が生じる反応の熱量を求めたい。固体水酸化ナトリウムの溶解熱が45 kJ/mol、水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の中和熱が101 kJ/molであるとき、この反応の反応熱は何kJ/molか。

(2004年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--------------|---------------|---------------|----------------|
| 1. 56 kJ/mol | 2. 146 kJ/mol | 3. -56 kJ/mol | 4. -146 kJ/mol |
|--------------|---------------|---------------|----------------|

問9 蒸留を行う際、フラスコ内に沸石を入れる主な目的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. 液体の突沸を防ぎ、沸騰を安定させるため | 2. 冷却器の冷却効率を向上させるため | 3. 蒸留液の純度を化学的に高めるため | 4. フラスコ内の温度上昇を速めるため |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 3 エタノールであり、分子間に水素結合を形成するため分子間力が強いから	沸点は分子間力の強さに依存する。エタノールは分子内にヒドロキシ基を持ち、分子間で水素結合を形成するため、他の2つに比べて分子間力が著しく強い。一方、メタンとエタンは無極性分子であり、分子間力はファンデルワールス力のみである。分子量が大きいほどファンデルワールス力は強くなるため、沸点はエタノール、エタン、メタンの順に低くなる。
問2	答え 1 強酸である塩酸を強塩基である水酸化ナトリウム水溶液で滴定する場合、中和点付近のpH変化が大きいため、メチルオレンジとフェノールフタレインのどちらも指示薬として使用できる。	強酸と強塩基の滴定では、中和点付近でpHが大きく変化するため、変色域が酸性側にあるメチルオレンジと、塩基性側にあるフェノールフタレインのどちらも指示薬として適している。弱酸と強塩基の滴定では中和点が塩基性側になるためフェノールフタレインが適し、強酸と弱塩基の滴定では中和点が酸性側になるためメチルオレンジが適している。弱酸と弱塩基の滴定ではpH変化が緩やかなため、指示薬による判定は困難である。
問3	答え 1 クロム酸鉛の溶解度積が非常に小さく、水溶液中でイオンとして存在しにくいから。	沈殿の生成は、溶液中のイオン濃度の積が溶解度積を超えたときに起こる。クロム酸鉛は溶解度積が極めて小さいため、わずかな濃度の鉛イオンとクロム酸イオンが存在するだけで沈殿が析出する。対照的に、ナトリウムイオンやカルシウムイオンのクロム酸塩は水に対する溶解度が大きく、通常の実験条件下では沈殿を生じない。
問4	答え 3 ヒドロキシ基を持つ化合物は、すべて水溶液中で強い塩基性を示す。	ヒドロキシ基を持つアルコール類は、水溶液中で中性を示すものがほとんどであり、塩基性を示すわけではありません。カルボキシ基は酸性を示し、アセトンのカルボニル基は極性を持つため水と混ざりやすい性質があります。官能基が化学的性質を決定づけるという定義は正しい。
問5	答え 1 アセトアルデヒド	フェーリング反応は、分子内にアルデヒド基を持つ化合物に特有の反応である。選択肢のうち、アセトアルデヒドはアルデヒド基を持つため反応を示す。一方、アセトンはケトン、酢酸はカルボン酸であり、これらは通常フェーリング液を還元しない。エタノールはアルコールであり、同様にこの反応を示さない。
問6	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 molであれば水素は2n molとなる。
問7	答え 2 反応熱は、反応前後の物質の状態のみによって決まり、経路には依存しない。	ヘスの法則は、化学反応における反応熱が、反応の出発物質と生成物質の状態さえ決まれば、その経路に関係なく一定であるという法則である。これはエネルギー保存の法則に基づいた状態量の性質であり、反応熱が経路に依存しないことを示している。したがって、反応の経路を工夫しても、反応前後の状態が同じであれば総反応熱は変化しない。
問8	答え 2 146 kJ/mol	ヘスの法則によれば、反応熱は経路によらず始状態と終状態で決まる。固体水酸化ナトリウムが溶ける反応 ($\text{NaOH(固)} + \text{aq} = \text{NaOHaq} + 45 \text{ kJ}$) と、その水溶液が塩酸と中和する反応 ($\text{NaOHaq} + \text{HClaq} = \text{NaClaq} + \text{H}_2\text{O} + 101 \text{ kJ}$) を足し合わせると、目的の反応 ($\text{NaOH(固)} + \text{HClaq} = \text{NaClaq} + \text{H}_2\text{O} + Q \text{ kJ}$) が得られる。したがって、反応熱Qは $45 + 101 = 146 \text{ kJ/mol}$ となる。
問9	答え 1 液体の突沸を防ぎ、沸騰を安定させるため	蒸留装置において、液体が沸点を超えても沸騰せず、ある瞬間に急激に沸騰する現象を突沸という。沸石は多孔質の小石であり、その微細な孔に空気が含まれているため、加熱時にそこから気泡が連続的に発生する。この気泡が沸騰の核となることで、液体の急激な沸騰を抑制し、安全に蒸留を行うことが可能となる。