

問1 銅と酸素が反応する際の質量の関係を調べる実験を行った。加熱前の銅の質量が0.4gのとき、十分に加熱したあとの酸化銅の質量は0.5gであった。同様の実験を、加熱前の銅の質量を0.8g、1.2gと増やして行った場合、それらを完全に反応させるために必要な酸素の質量の組み合わせとして適切なものはどれか。（2015年 埼玉公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. 銅0.8gに対し酸素0.2g、銅1.2gに対し酸素0.3g | 2. 銅0.8gに対し酸素0.2g、銅1.2gに対し酸素0.4g | 3. 銅0.8gに対し酸素0.4g、銅1.2gに対し酸素0.6g | 4. 銅0.8gに対し酸素1.0g、銅1.2gに対し酸素1.5g |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|

問2 酸化銅9.0gと炭素粉末0.6gを試験管に入れて加熱したところ、二酸化炭素が発生し、一方の物質が反応せずに残りました。このとき、発生した二酸化炭素の中に含まれている「酸素の質量」は何gですか。ただし、酸化銅に含まれる銅と酸素の質量の比は4：1、酸化銅と炭素が過不足なく反応するときの質量の比は40：3であるものとします。（2017年 愛知公立入試 類似）

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 1. 1.6g | 2. 1.8g | 3. 2.2g | 4. 0.8g |
|---------|---------|---------|---------|

問3 鉄粉と硫黄の粉末を混ぜ合わせただけの混合物と、それを加熱して化学変化させた後の物質があります。これらそれぞれに磁石を近づけたときの反応の組み合わせとして正しいものを答えなさい。（2021年 徳島公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. 混合物は磁石に引きつけられるが、加熱後の物質は磁石に引きつけられない。 | 2. 混合物は磁石に引きつけられないが、加熱後の物質は磁石に引きつけられる。 | 3. 混合物も加熱後の物質も、どちらも磁石に引きつけられる。 | 4. 混合物も加熱後の物質も、どちらも磁石に引きつけられない。 |
|--|--|--------------------------------|---------------------------------|

問4 ふたのない容器で気体が発生する化学変化を行ったところ、反応後の全体の質量が反応前よりも減少していました。この現象における質量保存の法則の解釈として、最も適切な説明はどれですか。（2024年 山口公立入試 類似）

- | | | | |
|---|---|--|--|
| 1. 外へ逃げ出した気体の質量を合わせれば、反応前後の全体の質量は変化しておらず、法則は成立している。 | 2. 気体が発生して質量が減少するような反応においては、質量保存の法則は適用されない。 | 3. 密閉された容器で実験を行わない限り、質量保存の法則が成立することを確認することはできない。 | 4. 化学変化によって物質の一部がエネルギーに変換されたため、質量の総和が減少した。 |
|---|---|--|--|

問5 二酸化炭素を満した集気瓶の中に、火のついたマグネシウムを入れると、マグネシウムは激しく光を出して燃え続け、瓶の内側には白い粉末と黒い物質が付着しました。この実験結果から説明できる、マグネシウム、炭素、銅の3つの物質における「酸素との結びつきやすさ」の順序として正しいものはどれですか。（2017年 大分公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1. マグネシウム > 炭素 > 銅 | 2. 炭素 > マグネシウム > 銅 | 3. 銅 > 炭素 > マグネシウム | 4. マグネシウム > 銅 > 炭素 |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|

問6 試験管に入れた黒色の酸化銅と炭素の混合物を加熱し、発生した気体を石灰水に通す実験を行いました。このときの試験管内の物質の変化と、石灰水の変化の組み合わせとして正しいものはどれですか。（2023年 三重公立入試 類似）

- | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1. 試験管内の粉末が赤色の銅に変化し、石灰水が白く濁る | 2. 試験管内の粉末が青色の物質に変化し、石灰水は変化しない | 3. 試験管内の粉末が白色の物質に変化し、石灰水が白く濁る | 4. 試験管内の粉末には変化がなく、石灰水だけが白く濁る |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|

問7 酸化銅と炭素粉末を混ぜ合わせたものを試験管に入れ、ガスバーナーで加熱する実験を行いました。このとき、試験管から伸びるガラス管の先を石灰水に浸したところ、気体が発生して石灰水に変化が見られました。この実験の観察結果と化学変化の組み合わせとして正しいものはどれですか。（2015年 埼玉公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 1. 石灰水が白く濁り、炭素が酸化されて二酸化炭素が発生したことがわかる。 | 2. 石灰水が白く濁り、酸化銅が酸化されて酸素が発生したことがわかる。 | 3. 石灰水に変化はなく、酸化銅が還元されて水素が発生したことがわかる。 | 4. 石灰水が青色に変化し、炭素が還元されて二酸化炭素が発生したことがわかる。 |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|

問8 炭酸水素ナトリウムを試験管に入れて加熱し、発生した気体を水槽の中の水で満した試験管に集める実験において、気体が集まったあとに「ガスバーナーの火を消す前」に必ず行わなければならない操作とその理由として適切なものはどれですか。（2019年 岐阜公立入試 類似）

- | | | | |
|---|--|--|--|
| 1. ガラス管を水の中から出す。火を消したあとに試験管内の圧力が下がり、水槽の水が逆流して試験管が割れるのを防ぐため。 | 2. ガラス管を水の中から出す。水槽の水が試験管に入り込むことで、集めた気体の純度が下がるのを防ぐため。 | 3. 試験管の口をゴム栓でふさぐ。発生した気体が空気中に逃げて、実験結果の正確性が失われるのを防ぐため。 | 4. ガスバーナーの炎を大きくする。試験管内の温度を一定以上に保ち、気体の発生を最後まで継続させるため。 |
|---|--|--|--|

答え合わせ・解説

- 問1** **答え 1**
銅0.8gに対し酸素0.2g、銅1.2gに対し酸素0.3g
- 銅0.4gを加熱して酸化銅0.5gができたことから、結びついた酸素の質量は「 $0.5g - 0.4g = 0.1g$ 」となります。このことから、銅と酸素の質量比は $0.4 : 0.1$ 、すなわち $4 : 1$ であることがわかります。銅が0.8g (0.4gの2倍) のときは、酸素も $0.1g \times 2 = 0.2g$ 必要になります。同様に、銅が1.2g (0.4gの3倍) のときは、酸素も $0.1g \times 3 = 0.3g$ 必要となります。これは、物質の質量が変わっても、反応する成分の比率は変わらないという定比例の法則に基づいています。
- 問2** **答え 1**
1.6g
- 定比例の法則により、反応する物質の質量比は常に一定です。まず、酸化銅と炭素が反応する比率 ($40 : 3$) から、炭素0.6gと過不足なく反応する酸化銅の質量を計算すると、 $0.6g \times (40 / 3) = 8.0g$ となります。用意された酸化銅は9.0gであるため、8.0gが反応し、1.0gが未反応のまま残ります。酸化銅 (CuO) に含まれる銅と酸素の質量の比が $4 : 1$ であることから、酸化銅と酸素の比は $5 : 1$ です。反応した8.0gの酸化銅に含まれていた酸素の質量は、 $8.0g \times (1 / 5) = 1.6g$ となります。この酸素が炭素と結びついて二酸化炭素 (CO₂) となるため、二酸化炭素に含まれる酸素の質量は1.6gです。
- 問3** **答え 1**
混合物は磁石に引きつけられるが、加熱後の物質は磁石に引きつけられない。
- 混合物の状態では、鉄粉がそのまま含まれているため磁石に引きつけられるという鉄本来の性質を示します。しかし、加熱して化学変化が起こると、鉄とは異なる性質を持つ別の物質である硫化鉄に変化するため、磁石には引きつけられなくなります。
- 問4** **答え 1**
外へ逃げ出した気体の質量を合わせれば、反応前後の全体の質量は変化しておらず、法則は成立している。
- 質量保存の法則は、どのような化学変化においても常に成立します。ふたのない容器で質量が減少したように見えるのは、生成物である気体が容器の外に移動したためであり、反応に関わったすべての物質 (逃げた気体を含む) の質量を合計すれば、反応前後で変化はありません。
- 問5** **答え 1**
マグネシウム > 炭素 > 銅
- マグネシウムが二酸化炭素の中で燃え続けるのは、マグネシウムが炭素よりも酸素と結びつきやすい性質を持つため、二酸化炭素から酸素を奪うことができるからです。また、炭素は銅から酸素を奪うことができる (酸化銅を還元できる) ため、酸素との結びつきやすさはマグネシウムが最も強く、次いで炭素、最も弱いのが銅という順になります。
- 問6** **答え 1**
試験管内の粉末が赤色の銅に変化し、石灰水が白く濁る
- 酸化銅から酸素が取り除かれて還元が起こると、黒色の酸化銅は赤色の銅へと変化します。一方、酸化銅から奪われた酸素は炭素と結びついて二酸化炭素となり、これが石灰水を白く濁らせます。
- 問7** **答え 1**
石灰水が白く濁り、炭素が酸化されて二酸化炭素が発生したことがわかる。
- 炭素は酸化銅から酸素を奪う性質があり、酸素と結びついた炭素は酸化されて二酸化炭素になります。発生した二酸化炭素がガラス管を通して石灰水と反応することで、石灰水が白く濁ります。これは二酸化炭素の検出方法として基礎的な観察ポイントです。
- 問8** **答え 1**
ガラス管を水の中から出す。火を消したあとに試験管内の圧力が下がり、水槽の水が逆流して試験管が割れるのを防ぐため。
- 加熱を止めると試験管内の空気が冷えて収縮し、気圧が下がります。もしガラス管を水に入れたままにしていると、外気圧に押された水槽の水が試験管内へと逆流し、加熱されていた熱い試験管が急冷されて破損する恐れがあります。この事故を防ぐために、必ず消火前にガラス管を水から抜く操作が必要です。