

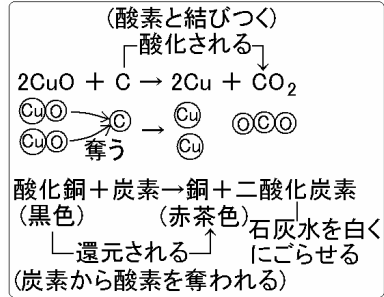
【】還元

【】酸化銅の還元：反応の様子

[解答 1](1) 白くにごる / CO<sub>2</sub> (2) ウ

[解説]

酸化銅(CuO)に炭素粉末の混合物を加熱すると、炭素(C)は酸化銅から酸素をうばって二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)となる。このような反応が起こるのは、銅と酸素が結びつく力よりも、炭素が酸素と結びつく力のほうが強いためである。発生した気体が二酸化炭素であることは、石灰水が白くにごることから確認できる。酸素をうばわれた酸化銅(CuO：黒色)は銅(Cu：赤茶色)に変わる。すなわち、酸化物である酸化銅は炭素によって酸素をうばわれて、酸素と結びつく前の



銅にもどる。このように、酸素をうばわれる反応を還元という。このとき、炭素は酸化されるので、還元と酸化が同時に起こっている。

[解答 2] 炭素 二酸化炭素 酸化銅 銅

[解答 3] 還元 酸化 酸素

[解答 4] 還元 酸化銅 同時

[解答 5] 酸化銅から酸素をうばうはたらき。

[解答 6] 酸化銅と炭素を混ぜたものを加熱する。 / 二酸化炭素

[解答 7](1) 還元 (2) エ

[解説]

(2) 鉄粉と少量の食塩水を混ぜ合わせると、鉄は空気中の酸素と結びついてさび(酸化鉄)ができる。

[解答 8] イ, オ

[解説]

石灰水を白くにごらせる気体は二酸化炭素である。

ア：うすい塩酸に亜鉛を入れると水素が発生する。

イ：うすい塩酸に石灰石を入れると二酸化炭素が発生する。

ウ：塩化アンモニウムと水酸化ナトリウムを混ぜ、水を加えるとアンモニアが発生する。

エ：オキシドール(うすい過酸化水素水)に二酸化マンガンを入れると酸素が発生する。

オ：炭酸水素ナトリウムを加熱すると二酸化炭素が発生する。

【】酸化銅の還元 : 化学反応式

[解答 9]  $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$

[解説]

この反応を、言葉で表すと、(酸化銅) + (炭素) (銅) + (二酸化炭素) である。これから化学反応式をつくる。

まず、 $\text{CuO} + \text{C} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}_2$  とおく。

Cu : 左辺 1 個, 右辺 1 個 O : 左辺 1 個, 右辺 2 個 C : 左辺 1 個, 右辺 1 個

O の個数が合わないので、少ない方の左辺の CuO を 2 倍にして、 $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}_2$

すると、今度は Cu の個数が合わなくなる(左辺 2 個, 右辺 1 個)ので、右辺の Cu を 2 倍して

$2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$

各原子の個数は、Cu : 左辺 2 個, 右辺 2 個 O : 左辺 2 個, 右辺 2 個

C : 左辺 1 個, 右辺 1 個で、両辺の原子の数が合致する。

[解答 10]                    +                    +

[解答 11](1) 還元 (2) 金属製の菜さじでこすると金属光沢がでる。(電気が通るかを調べると電気を通す。たたくと、よくのびる。) (3)  $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$

[解説]

金属に共通な性質は、電気や熱をよく通す。(ただし、鉛筆のしん(炭素)のように非金属で電気を通すものもある) みがくと光る。(金属光沢という) たたくとよくのびる。などである。磁石に引きつけられる性質は金属に共通の性質ではない。

【】酸化銅の還元 : 操作上の注意点

[解答 12] しばらくしてから 水の中からぬいたあとに

[解説]

酸化銅と炭素の粉末を混ぜるときは、酸化銅と炭素が反応しやすいように、よくかき混ぜることが必要である。混ぜ方が不十分だと酸化銅を完全に還元することができないからである。

よく混ぜ合わせた混合物を試験管に入れて加熱すると、(酸化銅) + (炭素) (銅) + (二酸化炭素) の反応がおこり、二酸化炭素が発生する。この二酸化炭素を試験管に集めるとき、加熱を初めてしばらくしてから集めるようにしなければならない。反応が始まった最初は、二酸化炭素とともに加熱される試験管内の空気がおし出されるためである。

加熱を終えるときは、ガラス管を石灰水から抜いてからガスバーナーの火を消さなければならない。加熱している試験管内は気圧が高くなっているが、火を消すと気圧が下がるので、ガラス管を石灰水に入れたままにしておくと、石灰水が吸い込まれて試験管内に逆流し、加熱部分に冷たい水がかかって試験管が割れてしまうことがあるからである。

[解答 13]酸化銅と炭素の粉末をよく混ぜること。

[解答 14]石灰水が逆流して試験管が割れるのをふせぐため。

[解答 15](1) 還元 (2) 水素(砂糖などの有機物) (3)  $\text{Cu}$   $\text{Cu}$   $\text{O}$   $\text{C}$   $\text{O}$  (4) 石灰水の中に入っているガラス管を石灰水から引き抜く。

[解説]

(2) 酸素と結びつきやすい性質をもつ炭素は還元剤として使われるが、炭素のほかに水素も酸素と結びつきやすい性質をもっている。酸化銅と水素を反応させると、水素は酸化銅から酸素をうばって水となり、酸化銅は還元されて銅になる。 $(\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O})$

[解答 16](1) 石灰水を入れた試験管からガラス管を取り出す。(2) 黄色 (3)  $\text{CuO}$

[解説]

二酸化炭素は水にとけると炭酸になり酸性の性質をもつ。BTB 溶液は酸性では黄色になる。(中性では緑色、アルカリ性では青色になる)

### 【】酸化銅の還元 : 計算問題

[解答 17]6.5g

[解説]

よく混ぜ合わせた混合物を試験管に入れて加熱すると、

(酸化銅) + (炭素) → (銅) + (二酸化炭素)  $(2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2)$  の反応がおこる。

(銅 Cu の質量) : (酸素 O の質量) = 4 : 1 なので、

(銅 Cu の質量) : (酸化銅  $\text{CuO}$  の質量) = 4 : (4 + 1) = 4 : 5 である。

(銅の質量) = 5.2g とすると、5.2 : (酸化銅の質量) = 4 : 5

比の内項の積は外項の積に等しいので、(酸化銅の質量)  $\times$  4 = 5.2  $\times$  5

よって、(酸化銅の質量) = 5.2  $\times$  5  $\div$  4 = 6.5(g)

[解答 18](1) 3.2g (2) 0.3g

[解説]

(1) 銅を加熱すると酸化銅ができるが、そのときの反応は、(銅) + (酸素) → (酸化銅) である。

グラフより、銅が 0.8g のときにできる酸化銅は 1.0g なので、銅 0.8g と結びつく酸素は 0.2g である。よって、酸化銅の中の銅と酸素の質量比は、(銅の質量) : (酸素の質量) = 0.8 : 0.2 = 4 : 1 である。

酸化銅と炭素の混合物を加熱すると、(酸化銅) + (炭素) → (銅) + (二酸化炭素) の反応が起こる。

(酸化銅の質量) : (銅の質量) = 1.0 : 0.8 = 5 : 4

酸化銅の質量が 4g なので、4 : (銅の質量) = 5 : 4

比の内項の積は外項の積に等しいので、(銅の質量)  $\times 5 = 4 \times 4$

よって、(銅の質量)  $= 4 \times 4 \div 5 = 3.2(\text{g})$  となる。

(2) (1)より(銅の質量)  $= 3.2\text{g}$  で、(銅の質量) : (酸素の質量)  $= 4 : 1$  なので、

(酸素の質量)  $= 3.2(\text{g}) \div 4 = 0.8(\text{g})$

発生した二酸化炭素は  $1.1\text{g}$  なので、この中の炭素の質量は、 $1.1 - 0.8 = 0.3(\text{g})$  である。

[解答 19](1)酸化 : C 還元 : CuO (2)  $0.3\text{g}$  (3)  $0.37\text{g}$   $1.07\text{g}$

[解説]

(2) (酸化銅) + (炭素) (銅) + (二酸化炭素) ( $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ )の反応が起こる間は、試験管には銅のみが残る。銅(Cu)の質量は酸化銅(CuO)の質量( $4.0\text{g}$ )より酸素原子の分だけ小さいので、酸化銅が残っていて反応が起こる間は、加えた炭素の質量が多いほど加熱後の試験管の質量は小さくなる。しかし、酸化銅がすべて反応してしまった後は、それ以上反応が起こらないために、加えた炭素の分だけ質量は増加する。図 2 より、炭素が  $0.3\text{g}$  までは質量が減少し、それ以降は増加しているので、酸化銅  $4.0\text{g}$  と過不足なく反応する炭素は  $0.3\text{g}$  であると判断できる。

(3) 加熱すると、(酸化銅) + (炭素) (銅) + (二酸化炭素) の反応が起こり、二酸化炭素は気体となって空気中に逃げていくので、その分だけ質量が減少する。したがって、発生した二酸化炭素の質量は、 $4.0 + 0.1 - 3.73 = 0.37(\text{g})$ であることがわかる。

酸化銅  $4.0\text{g}$  と過不足なく反応する炭素は  $0.3\text{g}$  であるので、酸化銅  $4.0\text{g}$  と炭素  $0.1\text{g}$  を混合し

て十分に加熱すると、酸化銅  $4.0\text{g}$  の  $\frac{1}{3}$  の  $\frac{4}{3}\text{g}$  だけが反応する。酸化銅(CuO)は銅原子と酸素原子

が  $1 : 1$  で結びついた化合物で、銅原子 1 個と酸素原子 1 個の質量の比は  $4 : 1$  なので、

(銅の質量) : (酸化銅の質量)  $= 4 : (4 + 1) = 4 : 5$  となる。したがって、反応した酸化銅  $\frac{4}{3}\text{g}$  からは、

$\frac{4}{3}(\text{g}) \times \frac{4}{5} = \frac{16}{15} = \text{約 } 1.07(\text{g})$  の銅ができる。

[解答 20]  $1.60\text{g}$

[解説]

グラフより、酸化銅  $4.00\text{g}$  と過不足なく反応する炭素は  $0.3\text{g}$  である。したがって、 $0.15\text{g}$  の炭素と反応すると、酸化銅  $2.00\text{g}$  のみが反応して、銅と二酸化炭素になる。試験管に残るのは、反応せずに残った酸化銅  $2.00\text{g}$  と銅で、その質量の合計は  $3.60\text{g}$  なので、

$2.00 + (\text{銅の質量}) = 3.60$  となる。よって、(銅の質量)  $= 3.60 - 2.00 = 1.60(\text{g})$  となる。

[解答 21]0.96g

[解説]

(酸化銅 0.80g) + (炭素 0.06g) (銅 0.64g) + (二酸化炭素 0.22g)なので、

(酸化銅) : (炭素) : (銅) = 0.80 : 0.06 : 0.64 = 80 : 6 : 64 = 40 : 3 : 32 である。…

したがって、1.20g の酸化銅と反応する炭素は、 $1.20 \times \frac{3}{40} = 0.09$  (g) である。…

また、0.20g の炭素と反応する酸化銅は、 $0.20 \times \frac{40}{3} = 2.67$  (g) であるが、酸化銅は 1.20g しか

ないので、この反応は起こらない。

よって、 の反応が起こり、酸化銅 1.20g と炭素 0.09g が反応する。

より、(酸化銅) : (銅) = 40 : 32 = 5 : 4 であるので、酸化銅 1.20g を還元すると、

$1.20 \times \frac{4}{5} = 0.96$  (g) の銅ができる。

[解答 22]0.08g

[解説]

銅 1.2g の粉末を加熱すると酸化銅 1.5g ができるが、その反応は、(銅) + (酸素) (酸化銅) と表すことができる。したがって、(銅の質量) : (酸素の質量) = 1.2 : (1.5 - 1.2) = 1.2 : 0.3 = 4 : 1 である。

酸化銅と炭素の粉末とをよく混ぜて試験管に入れて十分に加熱すると、

(酸化銅) + (炭素) (銅) + (二酸化炭素) ( $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ ) の反応が起こる。

炭素(C)の粉末 0.50g で、発生した二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )が 0.28g なので、酸化銅がすべて反応して、炭素はその一部しか使われなかったと考えられる(もしすべての炭素が使われたならば、二酸化炭素の質量は炭素の質量より大きくなるはずである)。

(銅の質量) : (酸素の質量) = 4 : 1 なので、酸化銅 1.0g 中の酸素の質量は、 $1.0 \times \frac{1}{4+1} = 0.2$  (g)

となる。酸化銅の中の酸素 0.2g と炭素が結びついて二酸化炭素 0.28g が発生しているので、このとき反応した炭素は  $0.28 - 0.2 = 0.08$  (g) と計算できる。

## 【】鉄鉱石（酸化鉄）の還元

[解答 23] 二酸化炭素 還元

[解説]

鉄の原料になる鉄鉱石は、鉄と酸素が化合してできた酸化鉄である。鉄鉱石から鉄を得るには、これを還元して酸素を取り除かなければならない。このときに使われる還元剤は、コークスである。コークスは、石炭を蒸し焼きにして得られるもので、その主成分は炭素である。

製鉄所では、鉄鉱石をコークスとともに溶鉱炉の中に入れ、熱風を吹き込んで、  
(酸化鉄：鉄鉱石) + (炭素：コークス) (鉄) + (二酸化炭素)  
の反応を起こさせて、鉄を得ている。

[解答 24] 強い 還元しにくい

[解説]

酸化銀は酸素との結合が弱く、加熱するだけで「酸化銀 銀 + 酸素」のように分解反応が起こる。酸化銅や酸化鉄は加熱するだけでは酸素を取り除くことはできない。炭素と混ぜて加熱すると、炭素が還元剤としてはたらし、酸素を取り除くことができる。

[解答 25] 酸化鉄

[解答 26] 砂鉄を還元する働き。

[解答 27] 酸化物が酸素を奪われること

[解答 28] 鉄

## 【】水素を使った還元

[解答 29] (1) 黒 赤茶色 (2) 塩化コバルト紙をつける。 (3)  $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

[解説]

炭素のほかに水素も酸素と結びつく力が強いので、還元剤として使われる。図のように、酸化銅を加熱しながら水素を送りこむと、水素( $\text{H}_2$ )は酸化銅( $\text{CuO}$ )から酸素をうばって、水( $\text{H}_2\text{O}$ )になる。反応が進むにつれて、試験管内の黒色の酸化銅は、還元されて、しだいに赤茶色の銅に変化し、うばわれた酸素の分だけ質量は小さくなる。水素は酸化されて水になるが、これは水滴として試験管の口の部分に付着する。水であることは、塩化コバルト紙を使って確認できる。塩化コバルト紙は水にふれると赤色に変化する。

このときの反応を言葉で表すと、(酸化銅) + (水素) (銅) + (水) である。化学式で表すと、  
 $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$  である。それぞれの原子数を調べると、Cu：左辺 1 個，右辺 1 個，  
O：左辺 1 個，右辺 1 個，H：左辺 2 個，右辺 2 個 で個数が一致する。

[解答 30]  $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

[解答 31]  $\text{H}_2\text{O}$

[解答 32] (1)  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$  (2) 還元 (3) 気体 液体 水素

[解答 33] (1)  $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$  (2) 2.0g

[解説]

図の実験では、(酸化銅) + (水素) → (銅) + (水) ( $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ )の反応が起こる。

酸化銅は銅と酸素の質量比が 4 : 1 で結びついているので、

(酸化銅) : (銅) = (4 + 1) : 4 = 5 : 4 である。

例えば、酸化銅 5g を完全に反応させると銅 4g ができ、1g 減少するので、

(反応した酸化銅) : (減少した質量) = 5 : 1 である。

ステンレスの皿におかれた酸化銅 8.0g は、反応後 6.8g になったので、 $8.0 - 6.8 = 1.2\text{g}$  減少している。したがって、

(反応した酸化銅) : (減少した質量) = (反応した酸化銅) : 1.2 = 5 : 1

比の外項の積は内項の積と等しいので、(反応した酸化銅) × 1 = 1.2 × 5

よって、(反応した酸化銅) = 6.0g で、未反応の酸化銅は、 $8.0 - 6.0 = 2.0\text{g}$  である。

[解答 34] 200 個

[解説]

銅の粉末<sup>ふんまつ</sup>をステンレス皿にうすく広げて加熱すると、銅が酸素と化合して酸化銅<sup>さんかどう</sup>ができる。その化学反応式は、 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO} \cdots$  である。

酸化銅を太いガラス管に入れ水素を通しながら十分に加熱すると、酸化銅は水素によって還元<sup>かんげん</sup>されて銅にもどる。その化学反応式は、 $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \cdots$  である。

と の  $\text{CuO}$  の個数をあわせるために を 2 倍にすると、  
 $2\text{CuO} + 2\text{H}_2 \rightarrow 2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{O} \cdots$  となる。

と より、酸素 1 分子、水素 2 分子の割合であることがわかる。

したがって、酸素分子が 100 個のとき、水素分子は  $100 \times 2 = 200$ (個)となる。

### 【】有機物を使った還元

[解答 35](1) ウ (2) 二酸化炭素 (3) C, H

#### [解説]

有機物<sup>ゆうきぶつ</sup>はもとをただせば、植物が光合成<sup>こうごうせい</sup>によって作り出したものである。光合成は、太陽の光のエネルギーを使って二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と水(H<sub>2</sub>O)を原料として糖<sup>とう</sup>(デンプン)を作り出すはたらきである。その糖が形を変えたものが有機物で、砂糖、デンプン、小麦粉、ロウなどさまざまなものがある。CO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>Oを原料としていることからわかるように、有機物を構成する原子は炭素(C)、水素(H)、酸素(O)である。石油や石炭などの化石燃料も大昔の生物の化石なので有機物の一種である。

酸化銅<sup>さんかどう</sup>と有機物であるロウを混ぜたものを加熱すると、ロウの中の炭素(C)が酸化銅(CuO)から酸素を奪い取って二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)になる。問題の実験で石灰水<sup>せっかいすい</sup>が白くにごるのは二酸化炭素が発生したためである。また、ロウの中の水素(H)は酸化銅(CuO)から酸素を奪い取って水(H<sub>2</sub>O)になる。問題の実験で発生した水は、加熱部付近では水蒸気(気体)であるが、試験管 B の口元までくると冷やされて水滴(液体)になって、試験管に付着する。この液体が水であることを確認するためには塩化コバルト紙を使う。青色の塩化コバルト紙<sup>えんか</sup>は水に触れると桃色(赤色)になる。ロウの中の炭素と水素によって酸素を奪われた酸化銅は還元<sup>かんげん</sup>されて銅になる。

[解答 36](1) Cu / エ (2) 酸化銅から酸素をうばうはたらき。

#### [解説]

ロウは有機物で、炭素や水素原子から成り立っている。酸化銅とろうの混合物を加熱すると、ロウの中の炭素や水素は酸化銅から酸素をうばって、二酸化炭素や水になる。酸化銅は還元されて銅になる。銅は金属<sup>こうたく</sup>であるので、電気や熱を通しやすく、金づちでたたくとすくのびる。また、こすると金属光沢<sup>こうたく</sup>がでる。

[解答 37] 炭素 還元

#### [解説]

石油や石炭などの化石燃料も大昔の生物の化石なので有機物の一種である。また、ポリエチレンなどの石油を原料として作られたものも有機物で、炭素(C)、水素(H)などの原子からできている。酸化銅と有機物であるポリエチレンを加熱すると、ポリエチレンの中の炭素(C)は酸化銅から酸素を奪って二酸化炭素になる。酸化銅は還元されて銅になる。

[解答 38](1) 還元 (2)  $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$  (3) 砂糖, デンプン

[解説]

(3) ポリエチレンは炭素と水素からなる有機物である。酸化銅とポリエチレンを試験管に入れて加熱すると、ポリエチレンを構成する炭素が酸化銅から酸素をうばう反応が起きる。酸素をうばわれた酸化銅は還元されて銅になる。

砂糖とデンプンも炭素や水素からなる有機物で、ポリエチレンと同じように、酸化銅を還元するはたらきがある。銀(Ag), 食塩(NaCl), 硫黄(S)は炭素(C)を含まない無機物むきぶつなので、酸化銅を還元するはたらきはない。

[解答 39](1) C (2) 黒色から赤かっ色 減少した

[解説]

(1) 小麦粉・砂糖・ロウなどは有機物であり、炭素原子や水素原子などの化合物である。有機物中の炭素(C)も水素(H)も酸化物から酸素を取り除く還元剤かんげんざいとしてはたらく。したがって、酸化銅と小麦粉の混合物を加熱すると、小麦粉をつくっている炭素は酸化銅から酸素をうばって二酸化炭素になり、水素も酸化銅から酸素をうばって水になる。二酸化炭素が発生したことは石灰水が白くにごることで確認できる。

(2) 酸化銅(黒色)は小麦粉をつくっている炭素や水素によって酸素をうばわれ(還元され)、赤かっ色(赤茶色)の銅になる。加熱後の物質の質量は、発生した二酸化炭素や水(水蒸気)の分だけ小さくなる。

【】マグネシウムを使った二酸化炭素の還元

[解答 40](1) 酸化マグネシウム (2)1)a 酸素 b 酸化 c 還元 2)  $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$

[解説]

炭素の酸素と結びつく力は非常に強いが、マグネシウムは炭素よりも酸素と結びつく力が強い。

したがって、二酸化炭素の入っている集気びんしゅうきの中に火をつけたマグネシウムリボンを入れると、マグネシウムは二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )から酸素をうばって、自らは酸化マグネシウム(MgO)になる。二酸化炭素は酸素をうばわれ炭素になる。すなわち、二酸化炭素は還元かんげんされて炭素になり、マグネシウムは酸化されて酸化マグネシウムになる。

このときの反応を言葉で表すと、(マグネシウム)+(二酸化炭素) (酸化マグネシウム)+(炭素)である。そこでまず、 $\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{MgO} + \text{C}$  とおく。

Mg : 左辺 1 個, 右辺 1 個 C : 左辺 1 個, 右辺 1 個 O : 左辺 2 個, 右辺 1 個

酸素 O の原子数が合わないので、少ない右辺の MgO を 2 倍して、 $\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$

すると、今度は Mg の数が合わなくなるので少ないほうの左辺の Mg を 2 倍して、

$2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$  となる。

[解答 41](1)  $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$  (2) 35 個

【】酸素との結びつきの強さの順位

[解答 42]C, Cu, Ag

[解説]

銀(Ag)が酸素と結びつく力は比較的に弱いので、加熱しただけで(酸化銀) (銀)+(酸素)の分解反応が起こる。これに対し、銅(Cu)は酸素と結びつく力がより強いので、加熱しただけでは分解反応は起こらない。このことから、銀と銅では銅の方が酸素と結びつく力が強いことがわかる。いっぽう、酸化銅と炭素(C)を混ぜて加熱したとき、炭素が酸化銅から酸素を奪う反応が起こるが、これは、炭素の方が酸素と結びつく力が強いのである。以上より、銀、銅、炭素を、酸素と結びつきやすい順に並べると、炭素(C)、銅(Cu)、銀(Ag)となる。

[解答 43]炭素、銅、銀

[解答 44]酸化マグネシウムは、そのまま加熱しても、炭素粉末を加えて加熱しても変化しなかったから。

[解説]

酸化銀、酸化マグネシウム、酸化銅をそれぞれ加熱する(A, B, C)と、表のように、酸化銀だけが、(酸化銀) (銀)+(酸素)の分解反応を起こす。酸化銀は酸素との結びつきが比較的に弱いので、加熱しただけで、銀は酸素をはなしてしまう。これに対し、銅やマグネシウムは酸素との結びつきが強いので、加熱しただけでは分解反応は起こらない。

銅とマグネシウムがそれぞれ酸素と結びつく力を比較するために、酸素と結びつく力が比較的に強い炭素を混合して加熱する。Dのように、酸化銅に炭素を混ぜて加熱すると、炭素が酸化銅からうばう反応がおこる(酸化銅+炭素 銅+二酸化炭素)。このことより、酸素と結びつく力は、炭素の方が銅よりも大きいことがわかる。これに対し、Eのように酸化マグネシウムに炭素を混ぜて加熱しても反応はおこらない。これは、酸素と結びつく力は、マグネシウムの方が炭素より強いのである。

以上より、銀、銅、マグネシウム、炭素を、酸素と結びつく力の強い順に並べると、マグネシウム、炭素、銅、銀 となることがわかる。

[解答 45]ウ

[解説]

ア：酸化銀 銀+酸素 の反応がおこり、銀を取り出すことができる。

イ：酸化鉄+炭素(コークス) 鉄+二酸化炭素 の反応がおこり、鉄を取り出すことができる。

ウ： $MgO + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O$  の反応は起こるが、マグネシウムを取り出すことはできない。

エ：酸化銅+水素 銅+水 の反応がおこり、銅を取り出すことができる。

[解答 46](1)X : 酸化銅 / Y : 酸化銀 / Z : 酸化マグネシウム (2) Z X Y

[解説]

(1) 酸化銀，酸化マグネシウム，酸化銅のうち，白っぽい Z は酸化マグネシウムで，黒っぽい X と Y は酸化銀が酸化銅である。加熱したときに分解反応が起こって酸素が発生するのは酸化銀である。(反応式は， $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$ ) このとき，試験管内には銀が残る。銀は金属であるので薬さじでこすると金属光沢が出る。したがって，Y は酸化銀である。残りの X は酸化銅である。酸化銅と炭の粉を混ぜて試験管内で加熱すると，酸化銅は炭素によって還元されて銅になり，炭素は二酸化炭素となる。

(2) 加熱しただけで分解して酸素が発生する酸化銀(Y)は酸素との結びつきが弱い。酸化マグネシウム，酸化銅のうち，炭素を加えて加熱したときに酸素をうばわれる酸化銅(X)の方が酸素との結びつきが弱い。炭素によっても酸素をうばわれない酸化マグネシウム(Z)は酸素との結びつきが非常に強い。