

化 学

(1) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

ある鉱物の小片に希塩酸を注ぐと気体が発生した。(a)この気体を石灰水に通すと、溶液が白くにごった。これは石灰水中に(①)の白色沈殿が生成したためである。つまり、発生した気体は(②)であることがわかり、この鉱物には、成分元素として(③)と酸素が含まれていることがわかった。また、貝殻を細かくくだき、それに希塩酸を注ぐと、同様に気体が発生し、発生した気体を石灰水に通すと、溶液が白くにごった。貝殻と希塩酸が混じった(b)液体を白金線の先につけて、ガスバーナーの外炎の中に入れると、その炎は橙赤色になった。以上の結果より、貝殻には、成分元素として(③)と(④)と酸素が含まれていることがわかった。

(c)ある無色透明な液体に硝酸銀 AgNO_3 水溶液を加えると、(⑤)の白色沈殿が生じた。これにより、この液体には、成分元素として(⑥)が含まれていることがわかった。また、この液体を白金線の先につけて、ガスバーナーの外炎の中に入れると、その炎は黄色になった。これにより、この液体には、成分元素として(⑦)も含まれていることがわかった。

白色の硫酸銅(Ⅱ)無水塩 CuSO_4 に少量の水をつけると、反応して青色の(⑧)になる。この反応は水の確認に利用される。また、ある試料を燃焼させて生じた液体を硫酸銅(Ⅱ)無水塩につけて青色になった場合、もとの試料には、成分元素として(⑨)が含まれていることがわかる。

- 1) 文章中の(①)～(⑨)に最も適する化合物名または元素名を、それぞれ答えよ。
- 2) 文章中の下線部(a)の反応を、化学反応式で答えよ。
- 3) 文章中の下線部(b)のような反応を何というか、その反応の名称を答えよ。
- 4) 文章中の下線部(c)の液体は何と考えられるか、具体的に1つ、答えよ。

(2) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。ただし、 27.0°C における水の飽和蒸気圧は $3.60 \times 10^3 \text{ Pa}$ とし、反応により生じる液体の水の体積および生じる水への気体の溶解は無視できるものとする。なお、計算結果は有効数字3桁で示せ。また、必要があれば、原子量は $\text{H}=1.00$ 、 $\text{C}=12.0$ 、 $\text{O}=16.0$ を用いよ。さらに、気体定数は $R=8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、 $0^{\circ}\text{C}=273 \text{ K}$ とし、気体はすべて理想気体とする。

容積 8.31 L の容器にエタンと酸素を入れたとき、 27.0°C における分圧は、それぞれ、 $4.00 \times 10^3 \text{ Pa}$ および $1.68 \times 10^4 \text{ Pa}$ であった。その容器内でエタンを完全燃焼させた後、温度を 27.0°C に戻した結果、水滴が生じた。

- 1) エタンが完全燃焼するときの反応を、化学反応式で答えよ。
- 2) 文章中に示すエタンが完全燃焼した後の、水蒸気分圧は何 Pa か、答えよ。また、その理由も、簡潔に答えよ。
- 3) 文章中に示すエタンが完全燃焼した後の、混合気体の全圧は何 Pa か、答えよ。
- 4) 文章中に示すエタンが完全燃焼した後に、生じた液体の水の質量は何 g か、答えよ。
- 5) 文章中に示す、容器に入れたエタンの質量は何 g か、答えよ。
- 6) 容器に入れるエタンの質量を2倍にした場合、燃焼後の混合気体の全圧は何 Pa か、答えよ。なお、この燃焼反応では、二酸化炭素と水以外の物質は生じないものとする。

- (3) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。なお、計算結果は有効数字3桁で示せ。また、必要があれば、原子量は $O=16.0$ 、 $Fe=56.0$ を用いよ。

鉄は、地殻中においてアルミニウムの次に多く存在する金属元素であり、おもに赤鉄鉱 Fe_2O_3 など鉄の酸化物からなる鉄鉱石として採掘されている。採掘後の鉄鉱石は、炭素を主成分とするコークス、炭酸カルシウムを主成分とする石灰石とともに溶鉱炉に入れ、これに熱風を吹き込むことで、コークスの燃焼で生じた (a)一酸化炭素 CO によって鉄の酸化物は段階的に還元され、最終的に (①) と呼ばれる鉄が得られる。この (①) には約4%の炭素が含まれており、硬くてもろい。また、石灰石の熱分解で生じる酸化カルシウムは、鉄鉱石中の不純物である二酸化ケイ素と反応してケイ酸カルシウムとなり、これはガラス状の (②) として溶鉱炉から取り除かれる。次いで、融解した (①) は転炉に移し、これに酸素を吹き込むことで、炭素を0.02~2%に減少させた (③) と呼ばれる鉄がつくられる。この (③) は、硬くてねばり強く、建築材料や鉄道のレールなどに利用されている。

鉄の単体は灰白色の光沢のある金属であり、(b)イオン化傾向が比較的大きい。そのため、塩酸や希硫酸と反応して (④) を発生しながら鉄(II)イオンとなるが、濃硝酸と反応させると表面に緻密な酸化被膜が生じ、それ以上反応が進まない (⑤) と呼ばれる状態となる。

- 1) 文章中の (①) ~ (⑤) に最も適する語句を、それぞれ答えよ。
- 2) 文章中の下線部(a)について、鉄鉱石に含まれる赤鉄鉱 Fe_2O_3 が一酸化炭素 CO で段階的に還元されて鉄 Fe になるまでの三段階の反応を、それぞれ、化学反応式で答えよ。
- 3) 文章中の下線部(b)について、鉄よりもイオン化傾向が小さい金属を、以下の (ア) ~ (オ) からすべて選び、記号で答えよ。
 (ア) 亜鉛 (イ) 銅 (ウ) ニッケル (エ) マグネシウム
 (オ) 鉛
- 4) 赤鉄鉱 Fe_2O_3 を質量パーセントとして80.0%含む鉄鉱石から 1.00×10^3 kg の鉄 Fe を得るためには何 kg の鉄鉱石が必要とされるか、答えよ。ただし、鉄鉱石中の Fe はすべて Fe_2O_3 として存在し、鉄鉱石中のすべての Fe_2O_3 は Fe に還元されて得られたものとする。

(4) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。なお、計算結果は有効数字3桁で示せ。また、必要があれば、原子量は $H=1.00$, $C=12.0$, $O=16.0$ を用いよ。

酢酸ビニルの (①) 重合によって、ポリ酢酸ビニルが得られる。ポリ酢酸ビニルの (②) 結合を水酸化ナトリウム水溶液で加水分解すると、ポリビニルアルコールが得られる。このような塩基を用いた加水分解を、特に (③) という。

ポリビニルアルコールはヒドロキシ基-OHを多くもつので、水に溶けやすい。濃いコロイド溶液をつくり、細孔から硫酸ナトリウム水溶液中に押し出すと、(④) により固まる。これを紡糸し、乾燥させた後、ホルムアルデヒドと反応させると、一部の-OH HO-が-O-CH₂-O-に変化して水に溶けにくくなり、合成繊維である (⑤) が得られる。このような、一部の-OH HO-が-O-CH₂-O-に変化する反応を (⑥) という。

(⑥) により、ポリビニルアルコールに含まれる-OHの30~40%が-O-CH₂-O-に変化する。親水基である-OHが多く残っているので、(⑤) は適度な吸湿性と綿に似た感触をもつ。また、強度が高く、耐薬品性にも優れるので、漁網や産業資材などに広く用いられている。

- 1) 文章中の (①) ~ (⑥) に最も適する語句および物質名を、それぞれ答えよ。
- 2) ポリビニルアルコール分子に含まれるヒドロキシ基の割合は、質量比で何%か、答えよ。
- 3) ポリビニルアルコール 88.0 g を 15.0%ホルムアルデヒド水溶液で処理したところ、ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の40.0%が (⑥) され、(⑤) が得られた。この得られた (⑤) の質量は何 g か、答えよ。
- 4) 3) で必要なホルムアルデヒド水溶液の質量は最低でも何 g か、答えよ。