

化 学

(化学基礎・化学)

(注意事項)

1. 解答開始の指示があるまで問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題冊子と解答用紙は別になっています。
3. 解答用紙の各ページの所定欄に受験番号、氏名を記入しなさい。
4. 計算の下書き等が必要な場合は問題冊子の余白を利用しなさい。
5. 試験終了後は問題冊子を持ち帰りなさい。

化学

[注意]

○ 計算問題では、結果のみでなく途中の計算過程も解答欄に記載しなさい。

第1問

問1 次の(1)～(3)の間に答えなさい。

(1) 次の文章を読み、空欄 A～G に当てはまる最も適切な語句を記しなさい。

2種類以上の元素からできている物質を , 1種類の元素からできている物質を という。酸素は原子番号が であり、極めて多くの元素と を形成できる性質を持つ元素である。酸素を含む は と呼ばれる。地球全体で見ると酸素は と並んで質量比でもっとも多く存在する元素である。そして、酸素のほとんどは として存在している。地球が誕生した 46 億年前の地球の大気には気体の酸素は存在せず、水蒸気や が多くを占めていた。光合成を行うことのできる藻類が 27 億年前に地球上に現れ、大気中の酸素は次第に増加していった。酸素の一部は太陽からの で化学反応を起こし、オゾンに変化した。オゾンが増えてくると地上約 20 km 付近に を吸収する濃い層状の部分が増えていった。 は生物にとって有害であるが、十分なオゾン層ができた 6 億年前ごろに生物は陸上に進出できるようになったと考えられている。

(2) 酸素とオゾンのような関係をなんというか。

(3) オゾン層のフロン(クロロフルオロカーボン)による破壊が問題となっている。フロンはどのような用途に用いられていたか。

化学

問2 元素記号を使って粒子や物質を表した式を総称して化学式という。以下に無機物におけるルールを示す。四角の中の物質について、化学式を答えなさい。

- ① 分子からなる物質は、分子量に相当する分子式を書く。
- ② 化学式には、電氣的に陽性の部分を先に書く。
- ③ 2種類の非金属元素からなる物質では以下の系列で順序が先の元素を先に書く。

B Si C P N H S O I Br Cl F

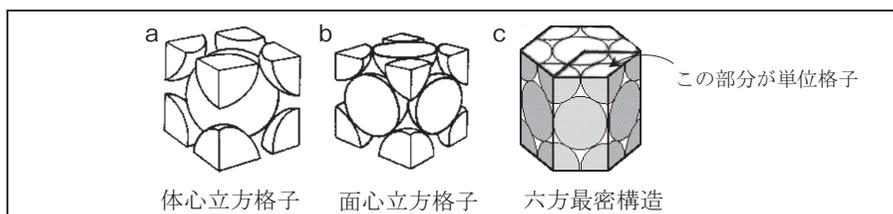
- ④ 3種類以上の元素からなる化合物では、HOCN (シアン酸) のように、実際に結合している順序に書く。ただし、多原子イオンを形成する H_2SO_4 、 H_2CO_3 などは例外とする。

アンモニア、塩化カルシウム、硫化水素、炭酸水素ナトリウム、
次亜塩素酸ナトリウム

化学

問3 金属マグネシウムの結晶構造は六方最密構造である。以下の(1)～(3)の問に答えなさい。

- (1) 一つのマグネシウム原子に接している他の原子の数はいくつか。
- (2) 金属結晶の主な構造を以下にしめす。それぞれの単位格子中に含まれる原子の数はいくつか。



- (3) 金属マグネシウムの六方最密構造単位格子 3 つからなる正六角柱の体積は $1.35 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$ である。マグネシウムの原子量を 24.3, アボガドロ定数を 6.0×10^{23} としてマグネシウムの結晶の密度は何 g/cm^3 か求めよ。有効数字 3 桁とすること。

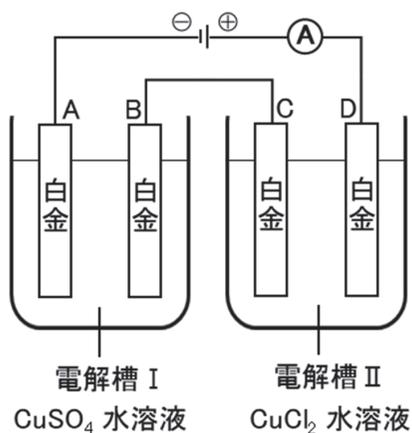
問4 次の(1)～(3)の問に答えなさい。

- (1) 空気の組成が体積パーセントで窒素 80 %, 酸素 20 % であるとき, 空気の平均分子量はいくらか。有効数字 3 桁とすること。
- (2) ある元素の二酸化物の気体分子の空気に対する比重が 2.22 であるとき, この気体分子の分子量はいくらか。有効数字 3 桁とすること。
- (3) 下線の物質などが雨に溶け, 化学反応を起こし pH が 5.6 よりも小さくなった雨をなんというか。

第2問

問1 一般家庭から出るごみの元素組成分析を行った結果、炭素 C は 24 % (重量パーセント) であった。ごみ 1 kg を完全燃焼する場合、地球温暖化の大きな要因と言われる二酸化炭素は標準状態で何 L 発生するか。また、この時の燃焼熱を求めなさい。ただし、炭素の燃焼熱は 394 kJ/mol とする。

問2 下図の電解槽 I に十分な量の硫酸銅水溶液、電解槽 II に 1.0 mol/L 塩化銅 (II) 水溶液 200 mL を入れて電気分解を行ったところ、極板 A に 3.2 g の銅が析出した。次の問に答えなさい。ただし、原子量は $\text{Cu} = 64$ 、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。



- (1) この電気分解で流れた電気量は何 C か答えなさい。
- (2) 通電時間が 32 分 10 秒だとすると、電流は平均何 A か有効数字 2 桁で答えなさい。
- (3) 極板 A, B で起こる変化を、それぞれ e^- を用いたイオン反応式で示しなさい。
- (4) 電気分解後、電解槽 II の塩化銅 (II) は何 mol 残るか有効数字 2 桁で答えなさい。

化学

問3 密閉容器に水素 0.50 mol とヨウ素 0.50 mol を入れ、ある一定温度に保つと全部気体となり、ヨウ化水素 0.80 mol が生じて平衡状態に達した。次の問いに答えなさい。

- (1) この温度における $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$ の平衡定数はいくらか。
- (2) 同じ容器に、さらに H_2 0.50 mol, I_2 0.50 mol を加え新たな平衡状態になったとき、HI は何 mol 生成しているか。有効数字 2 桁で答えなさい。

問4 次の水溶液の pH を小数第 1 位まで求めなさい。ただし、 $\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 2.7 = 0.43$ とする。

- (1) 0.0010 mol/L の H_2SO_4 水溶液 (電離度は 1.0 とする。)
- (2) 0.10 mol/L の CH_3COOH 水溶液 (電離定数は $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$ mol/L とする。)

第3問 次の問に答えなさい。

問1 元素の周期表に関する(1)～(3)の問に答えなさい。

- (1) 18族元素を総称して何と呼ぶか。
- (2) 3～11族元素を総称して何と呼ぶか。
- (3) 3～11族元素は、族が異なるにもかかわらず互いに性質のよく似た元素としてまとめられる。この理由を20字程度で答えなさい。

問2 以下の文章の(A)～(E)の空欄に最も適当な語句や数字を答え、さらに(1)～(2)の問に答えなさい。

非金属元素である(A)とケイ素とともに14族の元素であり、原子は(B)個の価電子を持つ。(A)は酸素による酸化を受けると、酸化数が+2である(C)や、+4である(D)となる。(A)は逆に水素による還元を受け、酸化数が-4の(E)となる。(D)や(E)は温室効果をもつことも知られている。

- (1) (C)はギ酸 HCOOH に加熱した濃硫酸を反応させることによって得ることができる。このときの化学反応式を答えなさい。
- (2) (D)は石灰石などの炭酸カルシウムに希塩酸を反応させて得ることができる。このときの化学反応式を答えなさい。

化学

問3 ハロゲン元素に関する次の文章を読み、問に答えなさい。

周期表の17族に属するフッ素 F, 塩素 Cl, 臭素 Br, ヨウ素 I などの元素をハロゲンという。これらの原子は7個の価電子をもち、一価の陰イオンになりやすい。ハロゲン元素の単体はすべて二原子分子であり、有色で強い毒性を持つ。

(ア) の単体は黄緑色で常温で気体である。① (イ) のカリウム塩の水溶液に (ア) を通じると、溶液が赤褐色となる。これは (ア) の酸化力が (イ) よりも強いためである。(ウ) は水と激しく反応して酸素を生じる。(イ) は常温で黒紫色の固体であり、昇華性を持つ。また、ハロゲンの単体は、水素と反応して② ハロゲン化水素 を生成する。いずれも無色・刺激臭の気体で水によく溶ける。

- (1) (ア) ~ (ウ) にあてはまる元素名を答えなさい。
- (2) 下線部①の反応の化学反応式を答えなさい。
- (3) 下線部②のハロゲン化水素のうち、フッ化水素は蛍石 (CaF₂) に濃硫酸を加えて加熱することで行われる。この反応の化学反応式を答えなさい。
- (4) 次の(A), (B)のうち変化が起こるものを選び、その反応の化学反応式を答えなさい。
 - (A) 臭化カリウム水溶液と塩素
 - (B) 塩化カリウム水溶液と臭素水

問4 以下の問に答えなさい。

- (A) 酸化マンガン(IV)(固体)に過酸化水素水を滴下する。
- (B) 銅(固体)に濃硫酸を加えて加熱する。
- (C) 食塩に濃硫酸を加えて加熱する。

(1) (A)～(C)の化学反応式を答えなさい。

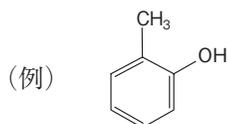
(2) (A)～(C)の反応で発生する気体のうち、酸性気体を分子式ですべて答えなさい。

(3) (A)～(C)の反応で発生する気体のうち、刺激臭のある気体を分子式ですべて答えなさい。

(4) (A)～(C)の反応で発生する気体の捕集方法を水上置換、上方置換、下方置換のいずれを用いるのが適切か書きなさい。

化学

第4問 以下の問に答えなさい。なお、構造式は例にならって答えなさい。



問1 ベンゼンを濃硝酸と濃硫酸の溶液に加えるとニトロベンゼンが生成する。ニトロベンゼンをスズを含む塩酸溶液で還元し、続けて水酸化ナトリウムを加えると物質 B が生じる。物質 B の希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると塩化ベンゼンジアゾニウムが生じた。塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液にナトリウムフェノキシドの水溶液を加えると *p*-ヒドロキシアゾベンゼンが生成した。

- (1) 下線部を化学反応式で示しなさい。
- (2) 塩化ベンゼンジアゾニウムから *p*-ヒドロキシアゾベンゼンをつくる反応を何というか答えなさい。
- (3) 物質 B の名称を答えなさい。
- (4) この実験でニトロベンゼンが 30.75 g 生成したとき、はじめに用いたベンゼンは何 mL だったか。ベンゼンの比重を 0.9、ニトロベンゼンの分子量を 123、ベンゼンの 78 % が反応するものとして有効数字 2 桁で答えなさい。

問2 以下はセッケンについての性質を表している。(1)～(4)の問に答えなさい。

- (1) 油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、セッケンが生ずるとともに、ある物質も生成する。この物質とは何か答えなさい。
- (2) カルシウムイオンを多く含む水中でセッケンを使用すると、水に不溶性の塩が沈殿し、洗浄力が落ちる。この水に不溶性の塩の示性式を書け。なお塩の炭化水素基は R と記すこと。

化学

- (3) セッケンを水に溶かすと、コロイド状のミセルをつくった。この時のセッケン分子の状態を 30 字程度で説明せよ。
- (4) セッケンが油汚れに触れると、油汚れは繊維の表面からはがされ、やがてセッケンのミセルの内側に取り込まれて、微粒子となって水中に分散する。この作用を何というか答えなさい。

問 3 高分子化合物について以下の問に答えなさい。

- (1) 高分子化合物は大別すると と に分けられ、さらに は と に分けられる。 には植物細胞壁を構成するセルロースなどが含まれ、 にはナイロンなどが含まれる。

~ に当てはまる語句を書きなさい。

- (2) 高分子化合物の一般的な構造には、分子が密に規則正しく並んだ部分と、不規則になっている部分とがある。不規則に並んだ部分が多い高分子化合物は少ないものに比べてどう違うか。10 字程度で説明しなさい。
- (3) 高分子化合物は、加熱すると柔らかくなり、流動性をもつようになる。その場合、さらに加熱するとどうなるか 20 字程度で説明しなさい。
- (4) 高分子化合物は溶媒に溶けにくいものが多いが、一部は溶解するものもある。その場合、分子が溶液中に分散した状態となるが、この溶液を何というか。

化学

問4 以下について答えなさい。

生物の細胞には核酸という高分子化合物が存在する。核酸は生物の遺伝に中心的な役割を果たす をつくりだす。核酸の単量体に相当する構造を という。

は窒素を含む有機塩基 1 つと糖が結合したヌクレオシドに が結合した構造をもち、 どうしが鎖状に したものは とよばれる。

核酸には と の 2 種類があり、 は分子内にアデニン、グアニン、 , チミンの 4 種類の塩基をもつ一方、 は塩基の部分チミンではなく となっている。 はらせん状になった 2 本の分子間の塩基どうしが し、二重らせん構造を形成している。

~ に当てはまる語句を以下の (ア) ~ (コ) から選びなさい。

- | | | | |
|----------|--------------|----------|----------|
| (ア) DNA | (イ) ヌクレオチド | (ウ) シトシン | (エ) リン酸 |
| (オ) ウラシル | (カ) 遺伝子 | (キ) 水素結合 | (ク) 縮合重合 |
| (ケ) RNA | (コ) ポリヌクレオチド | | |