

# 平成 24 年度 入学者選抜学力検査問題

## 理 科

### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

なお、解答用紙枚数過不足がある場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ～ 11	4
化 学	12 ～ 20	5
生 物	21 ～ 36	6
地 学	37 ～ 47	6

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ2箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は100点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

# 化 学

必要であれば、次の値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23

ファラデー定数  $F = 9.7 \times 10^4 \text{ C/mol}$

数値で答える場合には、特に指示がない限り、四捨五入して有効数字 2 桁で答えなさい。

1 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

周期表の 14 族に属する炭素は、生体を構成する最も重要な元素の一つである。炭素の単体には、ダイヤモンドや黒鉛(グラファイト)などがある。ダイヤモンドは非常に硬くて電気を導かない結晶である。一方、黒鉛は軟らかくて電気をよく導く結晶である。これらは炭素の  である。また、木炭やすすのように、はっきりした結晶状の外観を示さない  がある。このほか、1985 年にすすの中から発見された 60 個の炭素原子からなる分子、フラーレン(C<sub>60</sub>)や、1991 年に発見された、黒鉛の層を円筒状に巻いた構造をもつ  がある。これらも炭素の  であり、その性質が注目を集めている。また、ダイヤモンド結晶の炭素原子のうち 1% 程度をホウ素原子に置き換えると、電気をよく導くようになる。この導電性ダイヤモンドは、白金や黒鉛と同様に、電気分解のための電極として使用することができる。

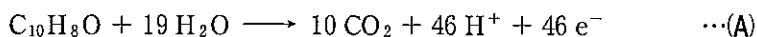
問 1 上記の文章中の空欄  ~  にあてはまる語句を、以下から一つ選び、文章を完成させなさい。

グラフェン、カーボンナノチューブ、無定形炭素、同族体、同位体、同素体

問 2 大気圧下、25℃における、グラファイトの燃焼熱は 393.5 kJ/mol、ダイヤモンドの燃焼熱は 395.4 kJ/mol とする。また、酸素の結合エネルギーは 493.6 kJ/mol、二酸化炭素の C=O 結合の結合エネルギーは結合一つあたり 799.0 kJ/mol とする。これらの値を用いて、以下の(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 大気圧下、25℃において、グラファイトがダイヤモンドに変化する熱化学方程式を書きなさい。熱量を計算する過程も示しなさい。
- (2) ダイヤモンドの炭素—炭素結合の結合エネルギーと、グラファイトの炭素—炭素結合の結合エネルギーを求めなさい。計算過程も示しなさい。それぞれの単体で、炭素—炭素結合以外の結合エネルギーは考慮しないものとする。
- (3) ダイヤモンドの炭素—炭素結合とグラファイトの炭素—炭素結合とではどちらが強いと考えられるか。強い結合をもつ単体名を答えなさい。

問 3 導電性ダイヤモンド電極上では、水の電気分解による酸素発生反応がおきにくい。このため、この電極では、酸素発生に阻害されることなく、水に溶けた有機物質を効率よく分解することができる。例えば、2-ナフトール(C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>O)<sup>①</sup>と硫酸を含む水溶液中に二つの導電性ダイヤモンド電極を浸し、電極間に電圧を加えると、陽極において以下の(A)式で表される反応がおこり、2-ナフトールを CO<sub>2</sub> へ酸化することができる。



下線部①の溶液の 2-ナフトールの濃度を  $1.0 \times 10^{-5}$  mol/L、硫酸の濃度を 1.0 mol/L とする。陽極に 10 mA の電流を流した場合、①の溶液 200 mL に含まれる 2-ナフトールを完全に分解するためには何秒間電流を流せばよいか答えなさい。計算過程も示しなさい。ただし、陽極では(A)式の反応のみがおこるものとする。

2 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

塩酸や硝酸、硫酸などの酸は、化学工業における重要な原料であり、化学的に大量に合成されている。塩酸は塩化水素の水溶液である。塩化水素は、工業的には水素と塩素との直接反応により得られ、実験室では塩化ナトリウムに硫酸を加えて加熱することによって得られる。硝酸は、白金触媒を用いて空気中でアンモニアを酸化し、得られた **ア** をさらに空気中で酸化して **イ** とし、それを水に溶かすことによって合成される。この合成法を **ウ** 法という。硫酸は、硫黄と空気中の酸素から合成される。硫黄としては、おもに石油精製の際に副生成物として得られる単体が用いられる。硫黄を燃やすことによって、まず **エ** を得る。さらに酸化バナジウムなどの触媒を用いて **エ** を酸化させて **オ** とする。**オ** を濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、これを希硫酸で薄めると硫酸が得られる。この合成法を **カ** 法という。

酸は種々の金属や化合物と反応する。A、B、C、Dはそれぞれ、塩酸、臭化水素酸、硝酸、硫酸のいずれかの酸である。A、B、C、Dがどの酸かを判断するために、以下の実験を行った。

実験 1：それぞれの酸を少量とり、別々の試験管にとり分けた。それぞれの試験管に水を加えて酸を希釈した後、水酸化バリウム水溶液を加えたところ、

Aの酸を入れた試験管で白色沈殿が生じた。

①

実験 2：それぞれの酸を別々の試験管にとり分けて水で希釈し、硝酸銀水溶液を加えたところ、Bの酸が入っている試験管では淡黄色沈殿が生じ、Cの酸が入っている試験管では白色沈殿が生じた。

②

実験 3：それぞれの酸を別々の試験管にとり、水で希釈してから銅の粒を入れたところ、Dの酸により銅が溶け、溶液が青色になり、無色の気体が発生した。

③

実験 4：ガラス棒の先端にそれぞれの酸をつけ、濃アンモニア水を入れた試験管の上にかざすと、BとCの酸で白煙が生じた。

④

問 1 ア ~ カ にあてはまる適切な語句、化合物名または化学式を答えなさい。

問 2 下線部の①~④の反応を化学反応式で示しなさい。

問 3 酸と塩基の定義に関して、以下の(1), (2)に答えなさい。

(1) アレニウスの定義、およびブレンステッド・ローリーの定義をそれぞれ書きなさい。

(2) 下線部④の反応には、ブレンステッド・ローリーの定義は適用できるが、アレニウスの定義は適用できない。適用できない理由を二つ答えなさい。

3 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。ただし、硫酸銅(Ⅱ)の式量は 160、水の分子量は 18 とする。また、水の蒸発は無視するものとする。(配点 20)

水 100 g に対する無水硫酸銅(Ⅱ)の溶解度は、10℃で 15 g、30℃で 25 g である。無水硫酸銅(Ⅱ) 30 g を水 170 g に完全に溶解した、30℃の硫酸銅(Ⅱ)水溶液 A がある。水溶液 A を 120 g とると、その中の硫酸銅(Ⅱ)の質量は  g、水の質量は  g である。この 120 g の水溶液 A を 10℃まで冷却し、温度を 10℃に十分長い時間保ったところ、硫酸銅(Ⅱ)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  が析出した。析出する硫酸銅(Ⅱ)五水和物の質量を X g とすると、析出物中の硫酸銅(Ⅱ)および水の質量はそれぞれ  g、 g と表される。したがって、溶液中の硫酸銅(Ⅱ)の質量は ( - ) g、水の質量は ( - ) g となる。

問 1 溶解度の温度による違いを利用して物質を分離・精製する方法を何というか、答えなさい。

問 2 水溶液 A の 30℃における硫酸銅(Ⅱ)のモル濃度 (mol/L) を求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし、30℃の水溶液 A の密度を  $1.15 \text{ g/cm}^3$  とする。

問 3  と  にあてはまる適切な数値を有効数字 3 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

問 4  と  にあてはまる式を、以下の選択肢の中からそれぞれ一つ選び、(a)~(e)の記号で答えなさい。

(a)  $\frac{18}{160}X$    (b)  $\frac{90}{160}X$    (c)  $\frac{90}{250}X$    (d)  $\frac{160}{250}X$    (e)  $\frac{180}{250}X$

問 5 硫酸銅(Ⅱ)の10℃における溶解度は水100gに対して15gであるので、  
次式の関係が成立する。

$$\frac{(\text{ア} - \text{ウ})\text{g}}{(\text{イ} - \text{エ})\text{g}} = \frac{15\text{g}}{100\text{g}}$$

X の値を求めなさい。

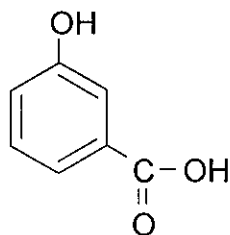
4 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

炭素、水素、酸素からなる芳香族化合物A、B、Cがある。Aは分子量が94であり、特有の臭いをもち水によく溶ける固体で、水溶液は弱い酸性を示す。Aに  を作用させると、青紫色を呈する。BおよびCは水にあまり溶けない固体であるが、その水溶液はやはり弱い酸性を示す。BおよびCのカリウム塩は、*p*-および*o*-キシレンをそれぞれ過マンガン酸カリウムなどで酸化することにより得られる。Bは合成繊維や合成樹脂の原料として利用されている。BとCをそれぞれ加熱すると、Cについてのみ分子内での脱水反応が進行し、化合物Dが得られる。

BとCは異性体の関係にある。異性体には様々な種類がある。2-ブテンの2種の異性体、メチル基が二重結合に対して同じ側にある  型と異なる側にある  型とでは、物理的性質や化学的性質が異なる。これに対して、不斉炭素原子に結合している原子や原子団の配置の違いによる異性体は  異性体と呼ばれ、ほとんどの物理的性質や化学的性質は同じであるが、生体内での反応性やある種の  的性質は異なる。

問 1 化合物A、B、C、Dの構造式を、例にならって書きなさい。

例)



問 2  にあてはまる言葉を下の(a)~(c)から一つ選び、記号で答えなさい。

(a) さらし粉

(b) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液

(c) フェーリング液



問 3 化合物Aの工業的製法は何と呼ばれるか，名称を記しなさい。また，その方法により副生する化合物は何か，化合物名で答えなさい。

問 4 化合物Bとエチレングリコールを重合することにより生成する高分子の名称を答えなさい。

問 5  ～  にあてはまる語句を答えなさい。

5 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

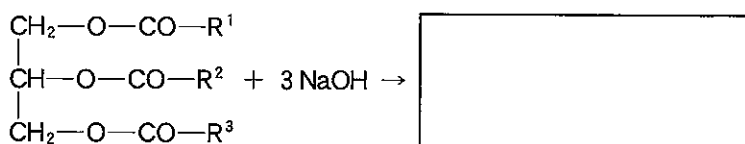
油脂は、グリセリン1分子と脂肪酸3分子が **ア** 結合した化合物で、  
**①** に溶けにくく **②** によく溶ける。常温(25℃)で固体の油脂を脂肪、液体の油脂を **イ** という。また、アルキル基に二重結合—CH=CH—  
 が1個以上含まれる脂肪酸を **ウ** , 単結合だけの脂肪酸を **エ** という。

問 1 **ア** ~ **エ** にあてはまる語句を答えなさい。

問 2 **①** と **②** にあてはまる語句の組み合わせのうち、適切なものを(a)~(d)から一つ選び、その記号を書きなさい。

- (a) ① 酸性水溶液                      ② アルカリ性水溶液  
 (b) ① アルカリ性水溶液              ② 酸性水溶液  
 (c) ① 有機溶媒                        ② 水  
 (d) ① 水                                ② 有機溶媒

問 3 油脂を水酸化ナトリウムでけん化したときの化学反応式を完成させなさい。



問 4 構成脂肪酸がパルミチン酸  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$  (分子量 256) およびリノール酸  $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$  (分子量 280) のみである油脂を考える。その油脂における構成脂肪酸の比は、パルミチン酸 1.0 mol に対してリノール酸 1.5 mol とする。以下の(1), (2)に答えなさい。

- (1) この油脂の平均分子量を求めなさい。計算過程も示しなさい。  
 (2) この油脂 100 g をけん化するために必要な水酸化ナトリウムの質量を求めなさい。計算過程も示しなさい。