

デザイン工学部A方式Ⅱ日程・理工学部A方式Ⅱ日程  
生命科学部A方式Ⅱ日程

## 3 限 理 科 (75 分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～16
生 物	18～23

## 〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 生物は生命科学部(生命機能学科植物医科学専修・環境応用化学科)を志望する受験生のみ選択できる。デザイン工学部(建築学科), 理工学部(電気電子工学科・経営システム工学科・創生科学科)を志望する受験生は選択できない。
4. 試験開始後の科目の変更は認めない。

# (化 学)

注意 1. 解答は、すべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。

2. 計算問題では、必要な式や計算も解答欄に記入せよ。

3. 原子量は、以下の値を用いよ。

H	C	O	Na	S	Ca	I
1.0	12	16	23	32	40	127

4. 気体定数は、 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

[ I ] 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

1. 硫酸は工業的に最も重要な化合物の一つであり、石油精製や銅などの製錬によって得られた硫黄の燃焼で作られる (ア) から触媒を用いた製法により合成される。

精製した (ア) を酸化バナジウム(V)  $\text{V}_2\text{O}_5$  などの触媒を用いて空気<sup>(a)</sup>で酸化し、(イ) とする。これを濃硫酸に吸収させて (ウ) 硫酸とし、さらに希硫酸で薄めて濃硫酸にする。

(1) (ア)、(イ)に適切な化合物を化学式で記し、(ウ)には適切な語句を記せ。さらに下線部(a)の硫酸の工業的製法の名称を記せ。

(2) 硫黄 2.00 kg を上記の製法ですべて硫酸に変えたとなると質量%濃度で 98 % の濃硫酸は何 kg 製造できるか。また、この製法で硫黄から硫酸ができるまで必要とされる空気は、標準状態で何  $\text{m}^3$  か。ただし、空気は、酸素と窒素が 1 : 4 の体積比で混合した気体とする。

2. 石灰岩や大理石の主成分である  $\boxed{\text{エ}}$  を加熱すると二酸化炭素を放出して分解し、生石灰  $\boxed{\text{オ}}$  になる。生石灰は水と反応して消石灰  $\boxed{\text{カ}}$  になる。この消石灰と硫酸水溶液を反応させると二水和物(結晶水)のセッコウ  $\boxed{\text{キ}}$  が得られる。セッコウを約  $140\text{ }^{\circ}\text{C}$  に加熱すると  $\frac{1}{2}$  水和物(半水和物)  $\xrightarrow{\text{(b)}}$  の焼きセッコウ  $\boxed{\text{ク}}$  になるので、セッコウはよい不燃材であり、建築材料に用いられている。

(1)  $\text{エ}$ ~ $\text{ク}$ に適切な化合物の化学式を記せ。

(2) 下線部(b)の過程で放出される結晶水の質量は、セッコウの質量の何%となるか。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み，下記の設問に答えよ。

煮物を作るために材料と水をなべに入れ，電気コンロにかけて加熱する時のなべの中の温度を考察したい。以下の計算では簡単のために 540 g の水だけがなべに入っているものとする。物質が受け取る熱量は比熱×質量×温度変化で求められる。なお，水の比熱は  $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ ，水の蒸発熱は  $4.1 \times 10^4 \text{ J/mol}$  とする。また，沸点未満の温度における蒸発は無視する。

1. 最初の水の温度は  $20^\circ\text{C}$  とする。電気コンロは 1 秒間に  $1000 \text{ J}$  の熱を発生し，その全ての熱がなべの中の水の加熱に利用できるとして，沸騰開始までにかかる時間を求めよ。
2. 設問 1. においてなべのふたをしていない場合，沸騰開始後 10 分間加熱した時，その 10 分間に蒸発した水の物質量を求めよ。
3. 設問 2. において，加熱を開始した時刻からの経過時間を横軸にし，水の温度を縦軸にしてグラフを描け。
4. 設問 2. において，なべの中の水の質量は加熱に伴い時間とともにどのように変化するかをグラフに描け。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

窓ガラスやガラス瓶などに用いられる普通のガラスはソーダ石灰ガラスと呼ばれ、ケイ砂と (ア) ，石灰を混合して融解したものである。ケイ砂の主成分は (イ) で、ソーダ石灰ガラスはSiとOとがつくる (A) 構造中に主に (a) イオンや (b) イオンが入った (B) の固体である。そのためソーダ石灰ガラスを粉末にして水に加えると、弱い (C) 性を示す。

ケイ砂とホウ砂を原料としてつくられる (D) ガラスは、ソーダ石灰ガラスよりかたく耐熱性と耐薬品に優れているので、試験管などの理化学器具に用いられている。さらに高純度の (イ) を高温で融解してつくられる (E) ガラスは光ファイバーの材料として用いられている。

また、ケイ砂をNaOHと高温で融解して得られる生成物に水を加えて熱すると水ガラスになる。これに (ウ) を加えると半透明のコロイド状物質が生成し、さらに熱して脱水すると乾燥剤などに用いられるシリカゲルができる。

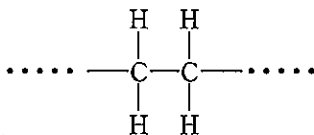
1. (ア)、(イ)には適切な化合物名、(ウ)および(A)~(E)には適切な語句をそれぞれ記せ。  
また、(a)と(b)には適切なイオンをイオン式で、(a)には一価のイオン、(b)には二価のイオンを記せ。
2. ソーダ石灰ガラス中の(a)イオンや(b)イオンの存在を確認する簡便な方法を記せ。
3. (イ)の透明な結晶である水晶の用途として、宝石装飾品以外の電子部品としての重要な用途を1つ記せ。
4. 下線部の化学反応で、1 molの(イ)と2 molのNaOHとを反応させた時の生成物の化学式および名称を記せ。

〔IV〕 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

酢酸と (A) との付加反応を行うと酢酸ビニルが生成する。この酢酸ビニルを付加重合するとポリ酢酸ビニルが生成する。これを加水分解することで、ポリビニルアルコールが得られる。ポリビニルアルコールをホルムアルデヒド水溶液で処理すると、一部のヒドロキシ基が反応して  $-O-CH_2-O-$  結合を形成し、合成繊維 (B) ができる。これは初の国産合成繊維である。

1. 化合物(A)、および合成繊維(B)の名称を記せ。
2. 下記のポリエチレンの例にならって、ポリ酢酸ビニルの化学式を完成させよ。

(例)ポリエチレン



3. 同じく上記の例にならって、合成繊維(B)の化学式を完成させよ。なお、ポリビニルアルコールに含まれるヒドロキシ基2つから、ホルムアルデヒド水溶液で処理すると1つの  $-O-CH_2-O-$  結合が生成する。
4. 原料のポリ酢酸ビニルの平均分子量が  $8.6 \times 10^4$  であるとき、生成した合成繊維(B)の平均分子量を求めよ。ただし、加水分解反応は完全に進行し、ポリビニルアルコールに含まれるヒドロキシ基の30%がホルムアルデヒドと反応して  $-O-CH_2-O-$  結合を生成したとする。

[V] 次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

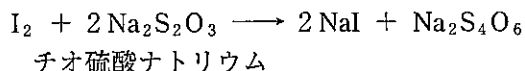
ヨウ素は資源の乏しい我国にあって、日本が世界第2位の生産量を誇っている。日常的な身近なものとして、ヨウ素を含むうがい薬がある。

そこで、ヨウ素を含む市販うがい薬で清涼飲料水中のビタミンCの濃度をヨウ素液の酸化力を利用して測定する実験を行った。

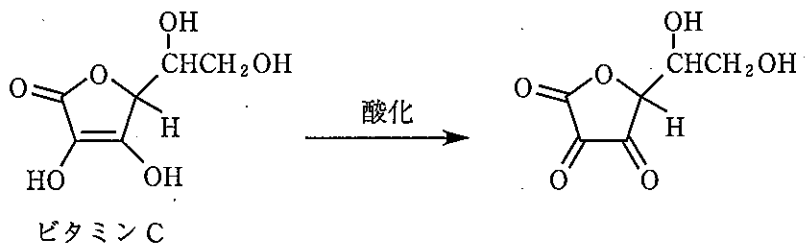
市販うがい薬のヨウ素濃度を求めるために、ヨウ素( $I_2$ )とチオ硫酸ナトリウム( $Na_2S_2O_3$ )の反応を利用して (A) 水溶液を指示薬として滴定した。その結果、0.010 mol/Lチオ硫酸ナトリウム水溶液 50 mLに対して、滴定の終点までにうがい薬を 10.0 mL要した。このことから、うがい薬 1 mL当り (B) mgのヨウ素が含まれていることが分かった。

うがい薬中のヨウ素濃度が決定できたことから、市販清涼飲料水中のビタミンC濃度を求めるために、清涼飲料水を、(A) 水溶液を指示薬としてうがい薬で滴定した。その結果、清涼飲料水 10 mLを蒸留水で 100 mLに希釈した溶液に対して、終点までのうがい薬を 4.0 mL要した。このことから、清涼飲料水 100 mL中に (C) mgのビタミンCが含まれていることが分かった。

1. (A)に適切な物質名を記せ。
2. 下線部(a)の反応式は、下記の酸化還元反応式で示される。(B)の値を計算で求めよ。



3. 下線部(b)におけるビタミンCは $I_2$ により酸化されると次ページの式のように変化する。ビタミンCとヨウ素の反応式を記せ。なお、解答欄には係数を含めて化合物を化学式で記せ。



4. (C)の値を計算で求めよ。



(白 紙)