

Q 3 物 理

Q 4 化 学

この冊子は、**物理** と **化学** の問題を 1 冊にまとめてあります。

情報科学科と土木工学科は、物理または化学のどちらかを選択

工業化学科は化学指定

機械工学科は物理指定

物理の問題は、1 ページより 19 ページまであります。

化学の問題は、20 ページより 31 ページまであります。

〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号と志望学科をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえ、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。2 箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシート上部に記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

化 学

各設問の計算に必要ならば下記の数値を用いなさい。

原子量：H 1.0, C 12.0, O 16.0, S 32.0, Mg 24.3, Cu 63.5

ファラデー定数： 9.65×10^4 C/mol

アボガドロ定数： 6.02×10^{23} /mol

気体定数： 8.31×10^3 Pa·L/(K·mol)

標準状態における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

1 次の(1)～(4)の問に答えなさい。解答はすべて解答用マークシートにマークしなさい。ただし、同じ番号を何回用いてもよい。(16点)

(1) 次の記述のうち、誤っているものを過不足なく選んでいる番号をA欄より選びなさい。

(ア) 原子番号7と15の原子を比較すると、価電子の数は原子番号7の原子の方が多い。

(イ) 原子番号5と16の原子を比較すると、不対電子の数は原子番号5の原子の方が多い。

(ウ) 原子番号3と8の原子を比較すると、イオン化エネルギーは原子番号3の原子の方が大きい。

(エ) 原子番号9と17の原子を比較すると、電気陰性度は原子番号9の原子の方が大きい。

(2) 次の記述のうち、誤っているものを過不足なく選んでいる番号をA欄より選
びなさい。

- (ア) 二酸化炭素、硫化水素、二酸化硫黄の水溶液はすべて弱酸性である。
- (イ) 炭酸ナトリウムと塩化アンモニウムはともに正塩に分類され、それらの水
溶液はともに酸性を示す。
- (ウ) 0.10 mol/L の塩酸を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定す
るとき、メチルオレンジとフェノールフタレインのいずれを指示薬として用
いても中和点を知ることができる。
- (エ) 酸と塩基による中和反応は、すべて発熱反応である。

(3) 次の記述のうち、誤っているものを過不足なく選んでいる番号をA欄より選
びなさい。

- (ア) 水中に分散したコロイド粒子は、周囲の水分子が熱運動しコロイド粒子に
衝突するため、不規則な運動を行う。
- (イ) ゼラチン水溶液に少量の電解質を加えても沈殿は生じないが、多量の電解
質を加えれば沈殿が生じる。
- (ウ) 脂肪酸のナトリウム塩はセッケンと呼ばれ、酸性から塩基性までの幅広い
液性で洗浄力を有している。
- (エ) 硫酸ドデシルナトリウムは硬水(カルシウムイオンやマグネシウムイオン
を多く含む水)中で不溶性の塩を生成するため、洗浄力を維持できない。

(4) 次の記述のうち、誤っているものを過不足なく選んでいる番号をA欄より選びなさい。

- (ア) ホールピペットは一定体積の少量の溶液を量り取る器具であり、使用前には必ず加熱乾燥し、溶液の濃度変化を防ぐ必要がある。
- (イ) メスフラスコで一定濃度の溶液を調製する際、メスフラスコの内部がその純粋な溶媒でぬれていても、乾燥させずにそのまま使用してもよい。
- (ウ) 海水を入れた枝つきフラスコにリービッヒ冷却器を接続し、海水から水を蒸留により分離する際、冷却水はリービッヒ冷却器の下側から上側の向きに流さなければならない。
- (エ) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液とヘキサンを分液ろうとに入れて、振り混ぜた後に静置した。このとき、ヨウ素のほとんどは分液ろうと中の上側の液体に抽出される。

A 欄

- | | | |
|-----------|----------|----------|
| 1 (ア) | 2 (イ) | 3 (ウ) |
| 4 (エ) | 5 (ア)(イ) | 6 (ア)(ウ) |
| 7 (ア)(エ) | 8 (イ)(ウ) | 9 (イ)(エ) |
| 10 (ウ)(エ) | | |

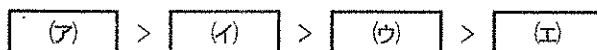
右のページは白紙です。

2 次の(1)～(2)の間に答えなさい。

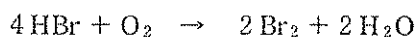
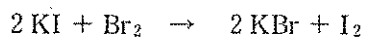
(10 点)

- (1) 次の記述の(ア)～(エ)にあてはまる最も適切な物質を A 欄より選び、その番号を
解答用マークシートにマークしなさい。

次の 3 つの酸化還元反応が起きることが知られている。これらの反応に基づ
いて O_2 、 S 、 Br_2 、 I_2 の酸化力の強さを推定すると、



の順となる。



A 欄

1 O_2

2 S

3 Br_2

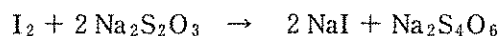
4 I_2

- (2) 次の記述の(i)にあてはまる数値を有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑ 小数点
 ↑ 正負の符号

濃度のわからない過酸化水素水 10 mL に希硫酸を加えて酸性にしたあと、0.10 mol/L ヨウ化カリウム水溶液 100 mL を加えて過酸化水素を全て反応させた。この溶液にデンプンを指示薬として加え、0.050 mol/L チオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液で滴定したところ、48 mL を要した。この結果から、過酸化水素水の濃度は (i) mol/L であることがわかる。ただし、 I_2 と $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ は次のように反応するものとする。



- 3 次の記述の(i)~(v)にあてはまる数値を有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。(20点)

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (1) 18 g のグルコース $C_6H_{12}O_6$ を水 400 g に溶かした。溶液中におけるグルコースの質量パーセント濃度は (i) % であり、モル濃度は (ii) mol/L である。ただし、この水溶液の密度を 1.1 g/cm^3 とする。
- (2) 水に対する硝酸カリウムの溶解度は、 60°C で 110、 20°C で 32 である。 60°C の硝酸カリウムの飽和水溶液 100 g を 20°C まで冷却すると (iii) g の硝酸カリウムの結晶が析出する。
- (3) 白金電極を用いて、1.0 A の直流電流を1時間36分30秒間流して、硫酸銅(II)水溶液を電気分解した。陰極に析出する固体の質量は (iv) g であり、陽極から発生する気体の体積(標準状態)は (v) L である。

右のページは白紙です。

4 次の(1)~(3)の間に答えなさい。

(17点)

- (1) 次の記述の(ア)~(キ)にあてはまる最も適当なものをA欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。ただし、同じ番号を何回用いてもよい。

Mg, Ca, Ba はいずれも周期表では (ア) に分類され、イオン化エネルギーが (イ) , イオン結晶の化合物を形成する。その1つである酸化カルシウム CaO は (ウ) 酸化物に分類され、水と反応して (エ) と呼ばれる Ca(OH)_2 を生じる。また、 Ca(OH)_2 の飽和水溶液に CO_2 を吹き込むと (オ) 色沈殿として (カ) が生じる。この反応から、 CO_2 が (キ) 酸化物に分類されることがわかる。

A 欄

01 1 族	02 2 族	03 3 族
04 アルカリ金属	05 アルカリ土類金属	06 大きく
07 小さく	08 酸性	09 中性
10 塩基性	11 生石灰	12 消石灰
13 黄	14 橙 赤	15 白
16 黒	17 $\text{Ca(HCO}_3)_2$	18 CaCO_3

- (2) 次の記述(i)にあてはまる数値を有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

酸化マグネシウム MgO の結晶構造をX線を用いて調べたところ、 NaCl 型であった。単位格子は、1辺の長さが $4.21 \times 10^{-8} \text{ cm}$ の立方体であった。この結晶の密度を求めると $\boxed{\text{(i)}}$ g/cm^3 となる。ただし、 $4.21^3 = 74.6$ を用いて計算しなさい。

- (3) Ca^{2+} を含む水溶液と Ba^{2+} を含む水溶液の両方にあてはまる記述を過不足なく選んでいる番号をB欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

- (ア) 塩基性で硫化水素 H_2S を通じると黒色沈殿を生じる。
 (イ) 希塩酸を加えると白色沈殿を生じる。
 (ウ) 硫酸イオン SO_4^{2-} と反応して白色沈殿を生じる。
 (エ) クロム酸イオン CrO_4^{2-} を加えても反応が起こらない。

B 欄

- | | | |
|-----------|----------|----------|
| 1 (ア) | 2 (イ) | 3 (ウ) |
| 4 (エ) | 5 (ア)(イ) | 6 (ア)(ウ) |
| 7 (ア)(エ) | 8 (イ)(ウ) | 9 (イ)(エ) |
| 10 (ウ)(エ) | | |

- 5 次の記述の(ア)~(ス)にあてはまる最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。(18点)

分子式が $C_4H_8O_2$ で構造が異なるエステルA, B, C, Dがある。A, Bを加水分解すると同一のカルボン酸EとアルコールF, Gがそれぞれ得られた。このカルボン酸Eは還元性を示した。アルコールF, Gは分子内脱水反応により同一化合物を生成する。この化合物を臭素水に通すと臭素水の色が無色になり、

(ア) 異性体を有する化合物が得られた。また、4種のエステルの中で、B, Cを加水分解して得られるアルコールG, Iのみがヨードホルム反応を示した。C, Dを加水分解して得られるカルボン酸H, Jを適切な脱水剤とともに加熱すると、水に溶けにくい (イ) 性の化合物が得られる。このカルボン酸Hから得られる (イ) 性の化合物を濃硫酸存在下でサリチル酸と反応させると (ウ) 化が進行して (エ) を生成し、この化合物は (オ) に用いられる。エステルDを加水分解して得られるアルコールKは溶媒、燃料、化学工業の原料として広く用いられ、工業的には (カ) を触媒とともに加熱・加圧して製造される。このアルコールKをサリチル酸と濃硫酸存在下で反応させると (キ) 化が進行して (ク) を生成し、この化合物は (ケ) として用いられる。

以上の記述から、エステルAは (コ) , Bは (サ) , Cは (シ) , Dは (ス) であることがわかる。

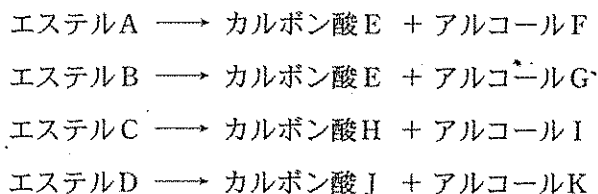
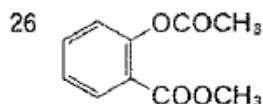
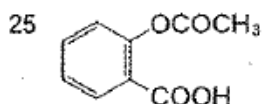
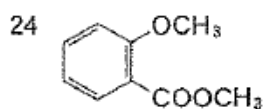
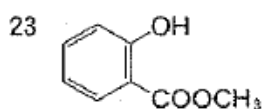
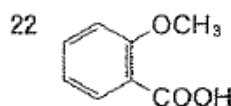
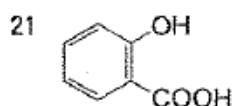
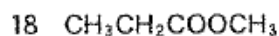
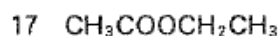


図 エステルA, B, C, Dの加水分解

A 欄

- | | | | |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|
| 01 幾何 | 02 鏡像 | 03 酸 | 04 塩基 |
| 05 中 | 06 アセタール | 07 エステル | 08 アセチル |
| 09 エーテル | 10 消炎鎮痛剤 | 11 解熱鎮痛剤 | 12 CO, H ₂ |
| 13 CO ₂ , H ₂ | 14 CO, CH ₄ | 15 CO ₂ , CH ₄ | 16 H ₂ O ₂ , CH ₄ |



- 6 次の記述の(ア)～(タ)にあてはまる最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。(19点)

デンプンは (ア) が縮合重合した (イ) 状の構造をもつ高分子化合物で、温水に可溶な (ウ) と、温水に不溶な (エ) という2つの成分から構成されている。デンプンの水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると (オ) に呈色する。これを (カ) 反応という。また、(ア) の縮合重合した高分子化合物で動物の肝臓や筋肉に多く貯蔵されているものを (キ) という。(キ) を (カ) 反応させると (ク) に呈色する。

セルロースは (ケ) が縮合重合した (コ) 状の構造をもつ高分子化合物で、(サ) によって加水分解されセロビオースになる。セルロースを構成する (ケ) 単位には (シ) 基が (ス) 個ある。この (シ) 基を化学処理することで日常生活に必要な有用物質に変換することができる。例えば、セルロースを無水酢酸と反応させると (セ) が生成する。(セ) の (ソ) 結合の一部を加水分解した後、有機溶媒であるアセトンに溶解し、細孔から押し出しよく乾燥させると絹の様な光沢をもつ (タ) が得られる。

A 欄

01 アセタール	02 アセテート	03 アミド
04 アミノ	05 アミラーゼ	06 アミロース
07 アミロペクチン	08 アルブミン	09 エステル
10 ガラクトース	11 キサントプロテイン	12 グリコーゲン
13 α -グルコース	14 β -グルコース	15 グルテニン
16 ジアセチルセルロース	17 シート	18 セロビアーゼ
19 セルラーゼ	20 トリニトロセルロース	
21 トリアセチルセルロース		22 ナイロン
23 ニトロ	24 ニンヒドリン	25 ビスコース
26 ヒドロキシ	27 フェーリング	28 フルクトース
29 マルターゼ	30 ヨウ素デンプン	31 レーヨン
32 銀 鏡	33 直 線	34 球
35 らせん	36 白 色	37 青紫色
38 赤褐色	39 黄 色	40 1
41 2	42 3	43 4
44 5	45 6	