

令和4年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	① ~ ③	1 ~ 6
化学	① ~ ③	7 ~ 12
生物	① ~ ③	13 ~ 23
地学	① ~ ④	24 ~ 30

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙の2箇所に受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

化 学

必要であれば以下の値を用いよ。

原子量：Na = 23, Cl = 35.5

アボガドロ定数： 6.0×10^{23} /mol, ファラデー定数： 9.65×10^4 C/mol

二酸化炭素(気体)の生成熱：394 kJ/mol, 水(液体)の生成熱：286 kJ/mol

エタノール(液体)の生成熱：278 kJ/mol

硫酸(液体)の水への溶解熱：95 kJ/mol

1 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

周期表の1族元素のうち、水素を除く元素は **ア** である。これらの原子は価電子を1個もち、1価の陽イオンになりやすい。この傾向は、原子番号が大きくなるほど強くなる。

ア の単体は、反応性に富み、室温で酸素や塩素と直ちに化合し、水と激しく反応する。

また、常温で、密度の小さい銀白色の固体であり、比較的軟らかく、^{a)}融点は低い。**ア** は、イオン化傾向が大きいので、天然では単体として存在せず、イオン結合性の化合物をつくる。ナトリウムの多くは岩塩(塩化ナトリウム, NaCl)として存在する。

^{c)}塩化ナトリウム飽和水溶液にアンモニアを十分に溶かし、これに二酸化炭素を通じると、水に ^{d)}比較的溶けにくい沈殿が生成する。この沈殿を熱分解すると、炭酸ナトリウムが得られる。この

炭酸ナトリウムの工業的製法は、**イ** 法とよばれる。炭酸ナトリウム水溶液を加熱して濃縮すると無色の $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の結晶が析出する。結晶中で決まった位置を占め、一定の割合で存在している水分子を **ウ** という。また、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の結晶は、空気中で放置すると結晶中の水分子が蒸発し、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の白色粉末に変化する。この現象を **エ** という。

(問 1) 文中の **ア** ~ **エ** に入る適切な語句を記せ。

(問 2) **下線部 a)** について、ナトリウムと水の反応を化学反応式で示せ。

(問 3) **下線部 b)** について、1 族元素の中でもナトリウムの融点がリチウムの融点よりも低い理由を 20 字程度で説明せよ。

(問 4) **下線部 c)** の塩化ナトリウムの結晶について、以下の問いに答えよ。

(ア) 結晶中で、 Na^+ と Cl^- が互いに引き合う力の名称を答えよ。

(イ) 結晶中で、 Na^+ の配位数を答えよ。

(ウ) 結晶中で、 Na^+ を最も近い距離で取り囲んでいる Na^+ の数を答えよ。

(エ) 単位格子内に存在する Na^+ と Cl^- の数をそれぞれ答えよ。

(オ) 単位格子の 1 辺の長さは $5.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$ である。この結晶の密度 (g/cm^3) を有効数字 2 桁で求めよ。

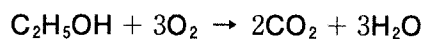
(問 5) **下線部 d)** の変化を化学反応式で示せ。

2 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

化学反応では多くの場合に、反応物の化学エネルギーの総和と生成物の化学エネルギーの総和が異なっている。両者のエネルギーの差が熱エネルギー、光エネルギー、電気エネルギーなどとして **ア** あるいは **イ** される。このように、エネルギーの変換が起こっても、その前後におけるエネルギーの総量は変わらない。酸化還元反応によって **ア** されるエネルギーを電気エネルギーに変換するための装置を電池という。電池の正極では **ウ** 反応が、負極では **エ** 反応が起こり、電池から電流を取り出すことを放電という。放電した電池に、放電とは逆方向の電流を外部から流し、^{a)}放電と逆の反応を起こすことを **オ** とよぶ。**オ** によって繰り返し使用できる電池を二次電池、再使用ができない電池を **カ** 電池とよぶ。また、電気分解では電気エネルギーを化学エネルギーに変換している。^{b)}

(問 1) 文中の **ア** ~ **カ** に入る適切な語句を記せ。

(問 2) 以下の反応におけるエタノール(液体) 1 mol あたりの反応熱を求めよ。また、この反応熱の名称を答えよ。なお、この反応式において、 C_2H_5OH と H_2O はどちらも液体であるとする。



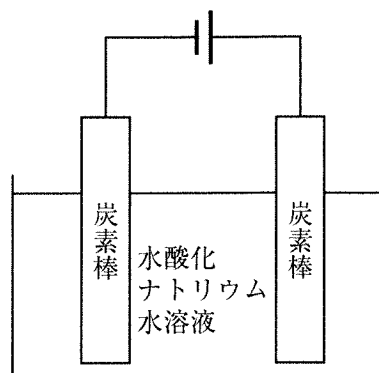
(問 3) 硫酸(液体)の水への溶解熱を熱化学方程式で示せ。この過程における液温の変化を選択肢の中から選び丸で囲め。また、濃硫酸を希釈する際には濃硫酸に水を加えるべきではない。その理由を説明せよ。

(問 4) 化学反応におけるエネルギーの変換過程で光が発生することがある。この現象の名称を答えよ。

(問 5) 下線部 a) について、亜鉛板と銅板を希硫酸溶液に浸した電池における正極と負極の反応をそれぞれ電子 e^- を用いた式で示せ。

(問 6) 下線部 b) について、右図のように炭素棒を陽極と陰極に用いて、水酸化ナトリウム水溶液を 1.00 A の電流で 32 分 10 秒電気分解した。以下の問いに答えよ。なお、数値を答える際には有効数字 3 桁で記せ。

- (ア) この電気分解で流れた電子は何 mol か求めよ。
- (イ) 陽極で発生する気体の標準状態における体積を求めよ。なお、発生する気体は水溶液に溶解しないものとする。

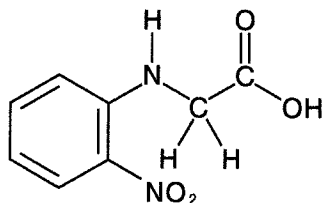


- (ウ) 水酸化ナトリウム水溶液の代わりに、以下の電解質の水溶液を用いて、同じ条件で電気分解を行った。水酸化ナトリウム水溶液の場合と同じ気体が発生する電解質を以下の選択肢からすべて選び、その番号を答えよ。

- ①塩化水素 ②硝酸 ③硫酸ナトリウム ④塩化ナトリウム ⑤水酸化カリウム

3

次の文章を読み、以下の各問に答えよ。なお、構造式は次の例にならって記せ。



カルボキシ基をもつ有機化合物は酸性を示すことから、カルボン酸とよばれる。カルボン酸の沸点は、同程度の分子量をもつアルコールの沸点よりも高い。ギ酸や酢酸などの分子量の小さなカルボン酸は、水に溶けやすい。これは、カルボキシ基が親水基であることによる。水に溶けたカルボン酸の一部は電離し、カルボン酸の陰イオンとオキソニウムイオンとの平衡混合物を生じる。これに対して、炭素数の多い炭化水素基をもつ分子量の大きなカルボン酸は、炭化水素基が疎水基であるため、水に溶けにくい。

α -アミノ酸はカルボン酸の一種であり、同一の炭素原子にカルボキシ基とアミノ基を有する。 α -アミノ酸の結晶はイオン結晶であり、有機溶媒に溶けにくく、水に溶けやすいものが多い。水に溶けると、 α -アミノ酸は様々なイオンに電離する。

(問 1) 下線部 a) について、以下の問いに答えよ。

(ア) カルボキシ基以外の官能基を 1 つもつ芳香族化合物のうち、安息香酸よりも酸性が強いものの構造式を答えよ。

(イ) ベンゼンを出発原料として、(ア) で答えた化合物の合成法を化学反応式で示せ。

(問 2) 下線部 b) について、その理由を説明せよ。

(問 3) 下線部 c) に関連して、カルボン酸の陰イオンは、カルボキシ基が結合している置換基に電子を引きつける力が強い官能基をもつものほど安定である。酢酸 CH_3COOH (A)、フルオロ酢酸 FCH_2COOH (B)、クロロ酢酸 ClCH_2COOH (C) について、同じモル濃度の水溶液の pH が小さい方から大きい方へ並べて記号で答えよ。

(問 4) 下線部 d) について、 α -アミノ酸がそのような溶解性を示す理由を、 α -アミノ酸分子の結晶中の構造と溶媒和現象を関連付けて説明せよ。

(問 5) カルボン酸およびその誘導体に関する以下の問いに答えよ。

(ア) シクロペンテン C_5H_8 に過マンガン酸カリウムと硫酸を作用させて得られた生成物を加熱すると、酸無水物 $C_5H_6O_3$ が生成した。この酸無水物の構造式を答えよ。

(イ) 不斉炭素原子をもたないカルボン酸無水物 $C_6H_8O_3$ とアニリン $C_6H_5NH_2$ を反応させると、不斉炭素原子をもつカルボン酸 $C_{12}H_{15}NO_3$ が生成した。このカルボン酸は不斉炭素原子上にメチル基と水素原子を1つずつもつ。このカルボン酸の構造式を答えよ。