

令和5年度 公立学校教員採用候補者選考試験問題

理科(化学)

1 / 7 枚中

注意 答はすべて解答用紙の解答欄に記入すること。  
 必要があれば、次の値を使用せよ。  
 気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$   
 ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

第1問題 次の文章は、高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説「理科編 理数編」第1部 第1章 第3節「理科の目標」を示したものである。後の問に答えよ。

自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、をもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的にするために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

(1) 自然の事物・現象についての理解を深め、科学的にするために必要な観察、実験などに関する技能を身に付けるようにする。

(2) 観察、実験などを行い、科学的にする力を養う。

(3) 自然の事物・現象に主体的に関わり、科学的にしようとする態度を養う。

問1 、にあてはまる語を答えよ。

問2 (1)～(3)は、教育課程全体を通して育成を目指す資質・能力の三つの柱に沿って整理されている。三つの柱は何か、すべて答えよ。

問3 次の文章は、下線部を説明したものである。～に適する語を【語群】から選び、答えよ。なお、には、問1と同じ語が入る。

「理科の見方・考え方を働かせ」とあるのは、「自然の事物・現象を、・な関係や・な関係などの科学的な視点で捉え、したり、たりするなどの科学的にする方法を用いて考える」という「理科の見方・考え方」を働かせることを示している。

【語群】

論理的	質的	時間的	比較	統合的
量的	発展的	空間的	体系的	関係付け

第2問題 図1は、炭酸ナトリウムと塩化カルシウムを製造する過程を示したものである。後の問に答えよ。

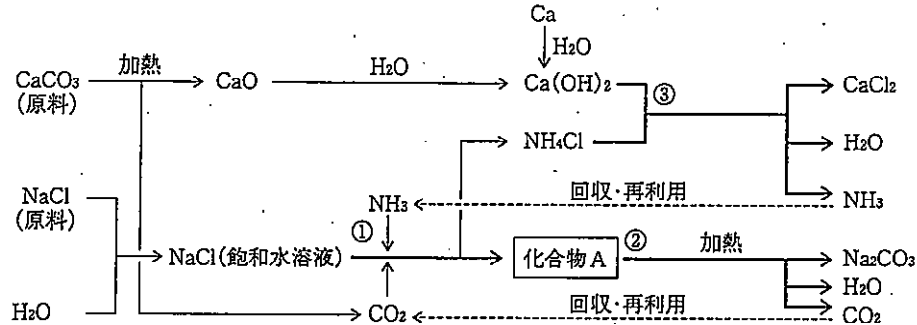


図1

問1 図1の化合物Aの化学式を答えよ。また、化合物Aに関する記述として誤っているものをa～eから一つ選び、記号で答えよ。

- 水にわずかに溶け、加水分解により弱塩基性を示す。
- 組成により分類した場合、水素塩（酸性塩）に分類される。
- 胃薬などの医薬品、ベーキングパウダー、入浴剤などに用いられる。
- カルボン酸と反応して二酸化炭素を発生する。
- 水溶液から再結晶させると、無色透明な水和物が得られる。

問2 次の文は、図1の①～③の反応について説明したものである。①～③の反応を化学反応式で表せ。

- NaCl 飽和水溶液に  $\text{NH}_3$  を吸収させてから  $\text{CO}_2$  を吹き込み、化合物Aを生成する。
- 沈殿した化合物Aを熱分解する。
- 塩化アンモニウムからアンモニアを回収する。

問3 次のa～eの化学反応式から、酸化還元反応の一つを選び、記号で答えよ。また、その反応で還元された元素名と酸化数の変化を答えよ。

- $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- $2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$
- $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$
- $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
- $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

問4 図1のカルシウム、炭酸カルシウム、二酸化炭素の各構成粒子間の結合、もしくは各構成粒子間に働く力として適当な組合せをa～eから一つ選び、記号で答えよ。

	カルシウム	炭酸カルシウム	二酸化炭素
a	共有結合	イオン結合	水素結合
b	金属結合	イオン結合	分子間力
c	イオン結合	共有結合	分子間力
d	金属結合	共有結合	水素結合
e	イオン結合	共有結合	水素結合

問5 図1のカルシウム、炭酸カルシウム、二酸化炭素の各結晶構造の種類として適当な組合せをa～eから一つ選び、記号で答えよ。

	カルシウム	炭酸カルシウム	二酸化炭素
a	金属結晶	イオン結晶	分子結晶
b	金属結晶	イオン結晶	共有結合結晶
c	イオン結晶	共有結合結晶	分子結晶
d	イオン結晶	分子結晶	共有結合結晶
e	分子結晶	イオン結晶	共有結合結晶

第3問題 燃料電池に関する説明文を読み、後の問に答えよ。

自動車用や家庭用として実用化が進んでいるのが、固体高分子型燃料電池である。運転温度が90℃以下で、これらの用途に適しており、触媒や部品の開発による製造コストの削減や、小型軽量化も進んでいる。

固体高分子型燃料電池は、電解質として固体高分子膜を用いている。負極では水素  $H_2$  が電子  $e^-$  を失い、水素イオン  $H^+$  となる。電子は外部回路を通して正極へ移動し、 $H^+$  は固体高分子膜を通して正極へ移動する。正極では酸素  $O_2$  と移動してきた電子や  $H^+$  が反応する。

いま、標準状態において、毎分負極で水素 672mL、正極で酸素 336mL を反応させた。

問1 負極及び正極で起こる反応を、電子  $e^-$  を用いたイオン反応式で表せ。

問2 この燃料電池を2時間運転したときに得られる電気量は何Cか、答えよ。

## 第4問題 次の文章を読み、後の問に答えよ。

酸素は、色やにおいがなく、水に溶けにくい気体である。ものを燃やす働き（助燃性）があり、体積で空気の約2割を占めている。酸素は、過酸化水素水に触媒の二酸化マンガンを触れさせると発生する。

0.50mol/Lの過酸化水素水200mLを二酸化マンガんに触れさせたところ酸素が発生した。一定時間、水上置換法で酸素を捕集し、捕集容器内の水位と水槽の水位を一致させて体積を測定した。捕集した酸素の体積は900mLであった。なお、実験は27℃、 $1.01 \times 10^5$  Paの下で行った。27℃での飽和水蒸気圧は、 $3.6 \times 10^3$  Paである。

- 問1 水上置換法で捕集した酸素の物質量は何 mol か、記せ。
- 問2 下線部のように捕集容器内の水位と水槽の水位を一致させる理由を簡潔に答えよ。
- 問3 酸素捕集後の過酸化水素水のモル濃度は何 mol/L か、答えよ。ただし、水溶液の体積は反応後192mLになったものとする。
- 問4 0.50mol/Lの過酸化水素水20mLに希硫酸を加え酸性にした。この水溶液を0.40mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、無色の水溶液が赤紫色に呈色し、反応の終点に達した。反応の終点までに滴下した過マンガン酸カリウム水溶液の体積は何 mL か、答えよ。
- 問5 表1は、過酸化水素水のモル濃度  $[\text{H}_2\text{O}_2]$  と反応時間  $t$  [min] の関係を表したものである。過酸化水素が、水と酸素に分解する反応の0minから2.0minの間における平均反応速度は何 mol/(L·min) か、答えよ。

表1

$t$ [min]	$[\text{H}_2\text{O}_2]$ [mol/L]
0	0.50
2.0	0.40
4.0	0.31
6.0	0.24

- 問6 過酸化水素の分解反応は、 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  で表される。この分解反応の反応速度  $v$  が  $v = k[\text{H}_2\text{O}_2]$  で表されるとき、表1を用いて  $k$  の値を求めよ。
- 問7 過酸化水素の生成エンタルピーが  $-187.8$  kJ/mol、水の生成エンタルピーが  $-285.8$  kJ/mol であるとき、過酸化水素1 mol が分解し、水と酸素が生成する反応の反応熱は何 kJ/mol か、答えよ。

第5問題 酢酸の中和反応に関する、次の【実験操作】を行った。後の問に答えよ。

## 【実験操作】

- ① 0.010mol/Lの酢酸20mLをビーカーにとり、水溶液Aとした。  
 ② 水溶液Aに0.010mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を10mL加え、水溶液Bとした。  
 ③ 次に、0.010mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液をさらに10mL加え、ちょうど中和させた。  
 なお、酢酸の電離定数  $K_a = 2.0 \times 10^{-5}$  mol/L、水のイオン積  $K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$  (mol/L)<sup>2</sup>、 $\log_{10} 2.0 = 0.30$  とする。

問1 実験操作①の水溶液AのpHを答えよ。ただし、電離度は1より十分に小さいものとする。

問2 実験操作②の水溶液BのpHを答えよ。

問3 実験操作③で中和点に達した水溶液のpHを答えよ。ただし、加水分解するイオンの割合は1より十分に小さいものとする。

問4 実験操作③で中和した水溶液が示す液性の原因を、イオン反応式を用いて説明せよ。

問5 水溶液Aの凝固点が $-0.018^\circ\text{C}$ のとき、水溶液の質量モル濃度は何 mol/kgか、答えよ。なお、水のモル凝固点降下を  $1.85\text{K} \cdot \text{kg/mol}$  とする。

問6 次の文章の□アにあてはまる語を答えよ。

酢酸をベンゼンに溶かすと、酢酸の一部は2分子間で水素結合が形成され、1分子のようにふるまう。このような現象を「会合によって□アが形成された」という。

□アが形成されるため、酢酸のベンゼン溶液の凝固点降下度は、ベンゼンのモル凝固点降下  $K_f$  と溶液の質量モル濃度から計算した凝固点降下度より小さくなる。

第6問題 図2は、ベンゼンからフェノールを合成する三つの反応経路を示したものである。後の問に答えよ。

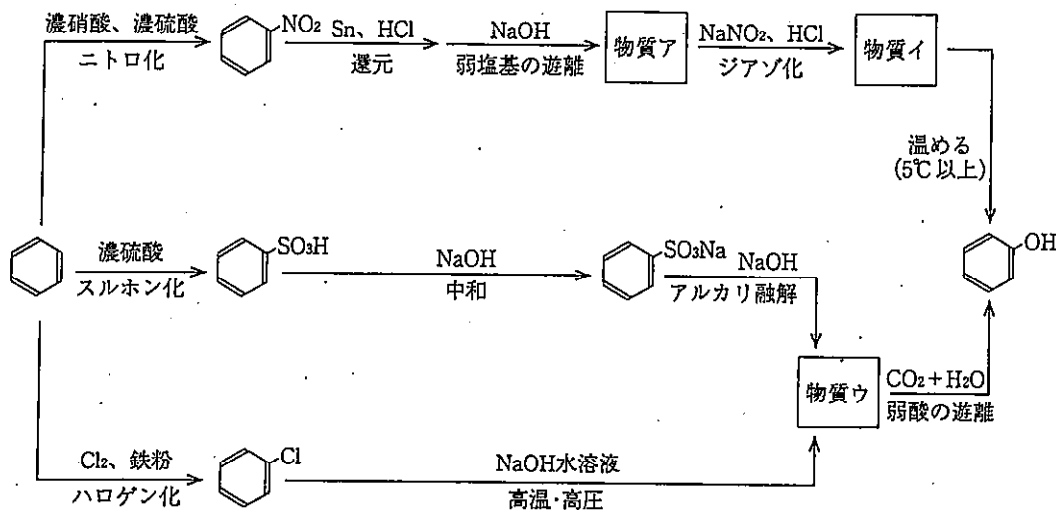


図2

問1 物質ア～ウの構造式を答えよ。

問2 物質アの性質として誤っているものを、a～eから一つ選び、記号で答えよ。

- a 乳白色・油状の物質である。
- b 空気中に放置すると徐々に酸化され赤褐色に変化する。
- c さらし粉水溶液で酸化すると赤紫色を呈する。
- d 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると黒色の物質ができる。
- e 水にはほとんど溶けないうが弱塩基性を示し、酸の水溶液には塩をつくってよく溶ける。

問3 フェノールの性質として誤っているものを、a～eから一つ選び、記号で答えよ。

- a 酸とエステルを生成する。
- b 水溶液中で弱酸性を示す。
- c NaOHなどの強い塩基と反応してナトリウムフェノキシドをつくる。
- d 二酸化炭素水溶液よりは強い酸である。
- e カルボン酸よりは、弱い酸である。

第7問題 次の文章を読んで、化合物A、B、C、Dの構造式を答えよ。

化合物Aは、分子式 $C_6H_{12}O_2$ で、構造内に一つのエステル結合を有している。化合物Aを加水分解した結果、酸性を示す化合物Bと中性を示す化合物Cが得られた。化合物C内には不斉炭素が存在し、酸化するとケトンが得られた。化合物Bを十酸化四リン $P_4O_{10}$ と加熱すると、化合物Dが得られた。化合物Dは、刺激臭のある無色の液体(沸点 $140^{\circ}C$ )で、医薬品などの原料として使われている。

第8問題 表2は、熱可塑性樹脂の名称、構造、用途の例をまとめたものである。後の問に答えよ。

表2

名称	構造	用途の例
ポリエチレン	$\left[ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$	エ
ア	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	シート、板、管、容器
イ	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	透明容器、日用品、包装材料、断熱材
メタクリル樹脂	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\   \\ \text{COOCH}_3 \end{array} \right]_n$	オ
ウ	$\left[ \text{O} - (\text{CH}_2)_2 - \text{O} - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\    \end{array} \text{C}_6\text{H}_4 \begin{array}{c} \text{O} \\    \end{array} \text{C} \right]_n$	飲料の容器、磁気テープ
ナイロン66	$\left[ \begin{array}{c} \text{N} - (\text{CH}_2)_6 - \text{N} - \text{C} - (\text{CH}_2)_4 - \text{C} \\   \quad \quad \quad   \quad \quad \quad    \quad \quad \quad    \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \text{O} \quad \quad \quad \text{O} \end{array} \right]_n$	カ

問1 ア～ウにあてはまる樹脂の名称を答えよ。

問2 エ～カにあてはまる用途の例を、a～eから一つずつ選び、記号で答えよ。

- 接着剤、塗料
- フィルム、容器、袋、電気絶縁材料、家電製品
- 釣り糸、ラケット、機械部品
- ライニング(内張り)、防汚塗料
- 風防ガラス、プラスチックレンズ、ボタン