

問題・解答
用紙番号

26

の解答用紙に解答しなさい。

化 学

〈受験学部・学科〉

理工学部、薬学部、看護学部、
農学部(農業生産学科・応用生物科学科・食品栄養学科)

問題は100点満点で作成しています。

解答にあたっては、下記の注意事項に従うこと。

数字をマークするように求められたときは、次の例に従ってマークせよ。

例1. 問題に $\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$ とあるとき、

計算結果が 7.103 ならば、四捨五入して $\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$
0 7 1 0 をそれぞれマークせよ。

例2. 問題に $C \boxed{a} H \boxed{b} \boxed{c} N \boxed{d} O \boxed{e}$ とあるとき、

答えが $C_2H_7NO_2$ ならば、 $\boxed{a} \boxed{b} \boxed{c} \boxed{d} \boxed{e}$
2 0 7 1 2 をそれぞれマークせよ。

上の例のように、0や1もマークし、空欄を残さないこと。

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Mg = 24.0, Cl = 35.5,

Ca = 40.0

気体定数 $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

I 次の文を読み、問1～8に答えよ。(19点)

酸素 O は、周期表の **A** 族に属する典型元素で、原子は **B** 個の価電子をもち、**ア** に次いで電気陰性度が大きく、**C** 価の陰イオンになりやすい。酸素は、空気や水、岩石、有機化合物などの構成元素であり、地殻中で最も存在量の多い元素である。

単体の酸素 O₂ は、空気中に体積比で 21% 存在し、生物の呼吸に不可欠である。実験室では水の電気分解のほか、過酸化水素水の分解などで発生させ **イ** で捕集する。酸素 O₂ の **ウ** のオゾン O₃ は、酸素 O₂ への紫外線照射や、無声放電により生じる。オゾンは特異臭をもつ **エ** 色の毒性が強い気体で、分解されやすく、強い酸化作用を示すことから、殺菌や繊維の漂白などに利用される。

問1 **A** ～ **C** に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問2 **ア** に該当する元素を a～e から選んでマークせよ。

a. 硫黄 b. 塩素 c. 臭素 d. フッ素 e. ヨウ素

問3 **イ** に最も適する気体の捕集方法を a～c から選んでマークせよ。

a. 下方置換 b. 上方置換 c. 水上置換

問4 **ウ** に該当する語句を a～e から選んでマークせよ。

a. 異性体 b. 重合体 c. 同位体 d. 同素体 e. 同族体

問5 **エ** に最も適する色を a～e から選んでマークせよ。

a. 黄緑 b. 赤褐 c. 淡黄 d. 淡青 e. 無

問6 27°Cにおける空気10Lの質量を $\boxed{a}\boxed{b}$ gと表すとき、aおよびbに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、空気には、体積比で酸素21%と窒素79%が含まれているものとし、大気圧は 1.0×10^5 Paとする。

問7 カッコ内に示す電極を用いた電気分解により酸素が発生する水溶液をa～eからすべて選んでマークせよ。

- a. CuCl_2 水溶液 (C 電極) b. NaCl 水溶液 (C 電極)
c. NaOH 水溶液 (Pt 電極) d. CuSO_4 水溶液 (Pt 電極)
e. 希硫酸 (Pt 電極)

問8 オゾン O_3 の電子式として最も適するものをa～dから選んでマークせよ。

- a. $:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:$ b. $:\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{O}}:$ c. $:\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:$ d. $:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:$

Ⅱ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(20点)

酸化還元反応において、相手の物質を [1] する物質を酸化剤、[2] する物質を還元剤という。酸化剤自身は [3] されやすく、還元剤自身は [4] されやすい。

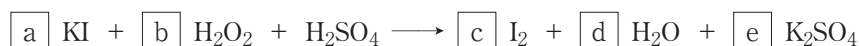
過酸化水素は、反応する相手によって、酸化剤としてはたらいたり、還元剤としてはたらいたりする。例えば、① 硫酸酸性のヨウ化カリウム水溶液に過酸化水素を加えたときは、過酸化水素は酸化剤としてはたらし、ヨウ素が生じて褐色の溶液となる。一方、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液のような酸化剤との反応では過酸化水素は還元剤としてはたらく。

消毒に用いるオキシドールは、過酸化水素を含む水溶液である。オキシドールに含まれる過酸化水素の濃度を調べるために以下の操作を行った。オキシドール 1.00 mL を正確にはかり取り、水で 10.0 mL に希釈後、硫酸酸性のヨウ化カリウム水溶液を過剰量加えてしばらく放置した。次に、この水溶液の滴定を 0.100 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液を用いて開始し、溶液の色が薄くなったところで指示薬として [A] を少量加えてさらに滴定を続けたところ、チオ硫酸ナトリウム水溶液を 17.0 mL 滴下したところで ② 滴定の終点 となった。

問1 [1] ～ [4] に該当する語句を a または b からそれぞれ選んでマークせよ。ただし、選択肢は繰り返し選ぶこと。

- a. 還元 b. 酸化

問2 下線部①の反応式を以下のように表すとき、a～e に該当する数字をそれぞれマークせよ。



問3 過酸化水素の酸素原子の酸化数を a～g から選んでマークせよ。

- a. -3 b. -2 c. -1 d. 0 e. +1 f. +2 g. +3

問4 [A] に該当する指示薬を a～d から選んでマークせよ。

- a. 過マンガン酸カリウム水溶液 b. デンプン溶液
c. フェノールフタレイン溶液 d. メチルオレンジ溶液

問5 下線部②の滴定の終点での水溶液の色の変化として最も適切なものをa～eから選んでマークせよ。

- a. 淡褐色から赤色に変わる。
- b. 淡赤紫色から無色に変わる。
- c. 青紫色から無色に変わる。
- d. 褐色から無色に変わる。
- e. 赤色から黄色に変わる。

問6 オキシドールに含まれる過酸化水素の濃度を $\boxed{a}.\boxed{b}\boxed{c} \times 10^{-\boxed{d}}$ mol/L と表すとき、a～dに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、チオ硫酸ナトリウムとヨウ素の反応は、下式のとおりである。



Ⅲ 次の文を読み、問1～5に答えよ。(20点)

水の硬度は、水1Lに溶けている Ca^{2+} と Mg^{2+} の物質量を、これに相当する CaCO_3 の質量(mg)に換算して表される。硬度が高い水を硬水という。硬水でセッケンを使うと、 Ca^{2+} や Mg^{2+} がセッケンと反応して不溶性の塩を形成し、泡立たなくなる。この反応を利用して、以下の操作により、ある天然水の硬度を測定した。

操作Ⅰ：セッケン $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa}$ 2.78 gを精製水に溶かして全量を1.00 Lとし、セッケン水を調製した。

操作Ⅱ： MgO をビーカーにとり、精製水10.0 mLを加えた後、10%塩酸を滴下して完全に溶かした。反応液を蒸発乾固し、残留物を精製水に溶かして全量を1.00 Lとし、溶液Aを調製した。

操作Ⅲ：操作Ⅱで調製した溶液A 10.0 mLを50 mLの三角フラスコに入れ、操作Ⅰで調製したセッケン水を少しずつ加えてよく振り混ぜた。5分間放置しても泡が消えなくなるまでに要したセッケン水の量は3.70 mLであった。

操作Ⅳ：天然水 10.0 mLを50 mLの三角フラスコに入れ、操作Ⅲと同様に試験したところ、要したセッケン水の量は2.55 mLであった。

問1 カルシウムとマグネシウムに共通する特徴として正しいものをa～eから2つ選んでマークせよ。

- a. 自然界には単体で存在せず、化合物の形で存在する。
- b. 原子は2個の価電子をもつ。
- c. イオン化傾向はナトリウムよりも大きい。
- d. 単体は、冷水と反応して水素を発生する。
- e. 炎色反応を示さない。

問2 操作Ⅲの反応式を以下のように表すとき、a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。



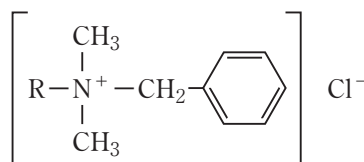
問3 溶液A中の Mg^{2+} のモル濃度は、 $\boxed{a}.\boxed{b}\boxed{c} \times 10^{-\boxed{d}}$ mol/Lである。a～dに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、 Mg^{2+} とセッケン水は完全に反応するものとする。

問4 1 L の溶液 A 中に含まれる Mg^{2+} の物質量を、これに相当する CaCO_3 の質量に換算すると、 mg である。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、 Mg^{2+} とセッケン水は完全に反応するものとする。

問5 1 L 中に 1 mg の CaCO_3 に相当する Ca^{2+} と Mg^{2+} が含まれる水の硬度を 1 度と表すとき、操作Ⅳの天然水（下線部）の硬度は 度である。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、天然水中の Ca^{2+} と Mg^{2+} はセッケン水と完全に反応するものとする。

Ⅳ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(21点)

インフルエンザなどの感染症の予防には、手洗いが有効である。医師など医療従事者は手洗いの後、さらに医薬品の手指消毒液を用いて消毒を行う。一般的な手指消毒液 100 mL 中にはエタノール 83.0 mL と塩化ベンザルコニウム (図) 0.200 g が含まれており、これらが主な薬効成分である。このうち塩化ベンザルコニウムは、セッケンと同様、水の表面張力を低下させる **ア** である。**ア** としてはたらく部分がセッケンでは **イ** イオンであるのに対して、塩化ベンザルコニウムでは **ウ** イオンであることから、塩化ベンザルコニウムは **エ** とよばれる。塩化ベンザルコニウムは、この性質により細菌の細胞膜を破壊して殺菌作用を示す。



R は炭素数 8～18 のアルキル基

図 塩化ベンザルコニウムの一般式

問1 **ア**～**エ** に最も適する語句をそれぞれ a～j から選んでマークせよ。

- | | | | |
|----------|----------|-----------|---------|
| a. 陰 | b. 界面活性剤 | c. 逆性セッケン | d. 合成洗剤 |
| e. 酸化防止剤 | f. 中性洗剤 | g. 非 | h. 陽 |
| i. 両性 | j. 両性電解質 | | |

問2 下線部の手指消毒液中のエタノールおよび塩化ベンザルコニウムの質量パーセント濃度をそれぞれ **a** **b** % および **c** . **d** **e** % と表すとき、a～e に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、エタノールおよび下線部の手指消毒液の密度は、それぞれ 0.790 g/cm^3 および 0.860 g/cm^3 とする。

問3 エタノールの性質として正しいものを a～d から すべて選んで マークせよ。

- アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると銀が析出する。
- ナトリウムを加えると酸素が発生する。
- 水と任意の割合で混ざる。
- ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加温すると、特異臭をもつ黄色沈殿が生じる。

問4 エタノールはグルコース ($C_6H_{12}O_6$) を原料としてアルコール発酵によっても作られている。アルコール発酵によりエタノール 46 g を得るには最低 g のグルコースが必要である。a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問5 塩化ベンザルコニウムの構造式中の R はアルキル基で、一般式 C_nH_{X} で表される。 に該当するものを a ~ e から選んでマークせよ。

a. $2n - 2$ b. $2n - 1$ c. $2n$ d. $2n + 1$ e. $2n + 2$

問6 ある塩化ベンザルコニウム (分子量 367.5) 367.5 mg を完全燃焼させたとき、二酸化炭素 1012 mg, 水 378 mg を生じた。この塩化ベンザルコニウムのアルキル基 R の炭素数は である。a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。

V 次の文を読み、問1～6に答えよ。(20点)

デンプンを塩酸で完全に加水分解すると [1] になる。[1] に [2] 液を加えて加熱すると、赤色の ① 沈殿が生じる。これは水溶液中で [1] 分子が還元性を示す [3] 基をもつためである。この反応は還元糖の定量に利用できる。また、デンプンを酵素Aで加水分解すると、還元性をもつ二糖類の [4] が生成する。[4] は酵素Bによりさらに加水分解されると [1] になる。

いま、スクロースと [4] を含む水溶液 I がある。[2] 液を用いて還元性を調べたところ、水溶液 I には 1.0 mol の還元糖が含まれていることがわかった。また、② 水溶液 I を希塩酸で完全に加水分解すると、その水溶液には 11 mol の還元糖が含まれていることがわかった。 したがって、水溶液 I には [X] mol のスクロースが含まれていたことになる。スクロースを酵素Cで加水分解すると、[1] と [5] の混合物を生じ、この混合物は [6] とよばれる。

問1 [1] ～ [6] に該当する語句を a～k からそれぞれ選んでマークせよ。

- | | | |
|-----------------|-----------|-----------|
| a. アルデヒド (ホルミル) | b. カルボキシ | c. グルコース |
| d. 転化糖 | e. ニンヒドリン | f. ビウレット |
| g. ヒドロキシ | h. フェーリング | i. フルクトース |
| j. マルトース | k. ラクトース | |

問2 酵素A～Cに該当するものを a～e からそれぞれ選んでマークせよ。

- | | | |
|----------|------------|----------|
| a. アミラーゼ | b. インベルターゼ | c. トリプシン |
| d. マルターゼ | e. リパーゼ | |

問3 下線部①の沈殿に該当するものを a～d から選んでマークせよ。

- | | | | |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|
| a. Ag | b. Cu ₂ O | c. CuSO ₄ | d. PbSO ₄ |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|

問4 下線部②に含まれる還元糖を a～f からすべて選んでマークせよ。

- | | | |
|-----------|----------|----------|
| a. ガラクトース | b. グルコース | c. スクロース |
| d. フルクトース | e. マルトース | f. ラクトース |

問5 [X] を [a] . [b] mol と表すとき、a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問6 水溶液 I に酵素Cを作用させると、最大で [a] [b] mol の還元糖が得られる。a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。