

平成 26 年度 日本医科大学入学試験問題

[理 科]

受験番号	
------	--

注 意 事 項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された 2 科目とし、変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙配布後、監督者の指示に従い、配布枚数の確認を行うこと。
(表紙を除き、問題冊子 24 ページ、うち 2 ページは計算用紙、解答用紙 物理 1 枚、化学 1 枚、
生物 1 枚)
落丁、乱丁、印刷の不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答時間は 14 時 10 分から 16 時 10 分までの 120 分。
解答が終わってもまたは試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. 机には、受験票と筆記用具および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。
6. 筆記用具は鉛筆、シャープペンシル、消しゴムのみとする。
(コンパス、定規等は使用できない。)
7. 止むを得ず下敷を使用する場合は、監督者の許可を得ること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白および計算用紙は草稿や計算に自由に用いてよい。
10. 耳栓の使用はできない。
11. 携帯電話等の電源は必ず切り、鞆の中にしまうこと。
12. 質問、用便、中途退室など用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
13. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
14. 退室時は、試験問題および解答用紙を裏返しにすること。

化 学

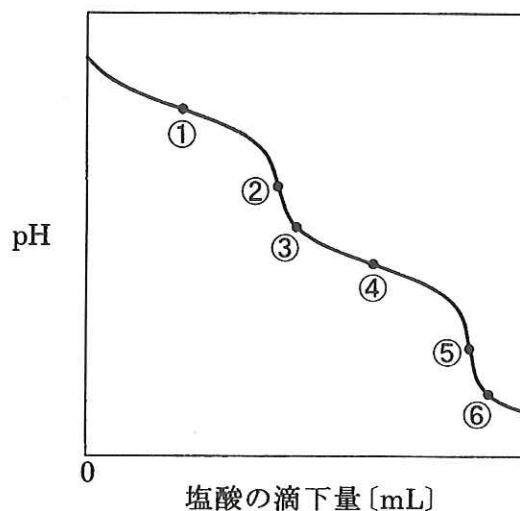
必要であれば、原子量として $H=1.00$, $C=12.0$, $N=14.0$, $O=16.0$, $Na=23.0$, $S=32.0$, $Cl=35.5$, $Cu=63.5$, $I=127$ を用いなさい。また、気体定数 R を $8.31 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{Pa}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とし、ファラデー定数 F を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

[I] A~C の文章を読んで、問いに答えなさい。

A. 炭酸ナトリウムの工業的製法であるソルベー法では、次のような反応が利用される。塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを十分に吸収させ、 を吹き込むと、 と が生じ、溶解度の低い が沈殿する。分離した を 270°C 以上に加熱すると無水炭酸ナトリウムが得られる。

B. 炭酸ナトリウムを用いて、塩酸の濃度を決定するために滴定を行った。

正確にはかり取った無水炭酸ナトリウムの結晶を蒸留水に溶かして に移し、一定体積に希釈して $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の標準溶液を調製した。この標準溶液の 20.0 mL を、 を用いてコニカルビーカーに取り、メチルオレンジ溶液を数滴加えた。この溶液に から塩酸を滴下した。溶液が変色したときの滴下量は 20.6 mL であった。また、滴定溶液の pH は下図のように変化した。



C. 炭酸ナトリウムの濃厚水溶液を室温で放置したら溶液が濃縮されて、炭酸ナトリウム水和物 **a** の無色透明な結晶が析出した。この結晶 8.58 g に過剰の希硫酸を加えて発生した気体のすべてを、塩化カルシウム管*、ソーダ石灰管*の順に通じたところ、ソーダ石灰管の質量が 1.32 g 増加した。

一方、炭酸ナトリウム水和物 **a** の結晶を室温で空气中に放置したら、水和水の一部を失って炭酸ナトリウム水和物 **b** の白色粉末にすべて変化した。この白色粉末の 3.10 g を 300°C に加熱して発生した気体のすべてを、塩化カルシウム管、ソーダ石灰管の順に通じたところ、塩化カルシウム管の質量が 0.45 g 増加し、ソーダ石灰管の質量に変化は見られなかった。

* 塩化カルシウムまたはソーダ石灰の粒子を充填した管

問 1 A の ~ に適した化学式を書きなさい。

問 2 B の ~ に適したガラス器具の名称を書きなさい。

問 3 B の滴定に用いた塩酸のモル濃度を有効数字 3 桁で求めなさい。

問 4 B において、溶液が変色したのは滴定曲線上のどの位置か。最も近い点を①~⑥の番号で答えなさい。

問 5 B において、滴定溶液の pH が 8.00 になるのは塩酸を何 mL 滴下したときか。小数第 2 位を四捨五入して求めなさい。ただし、炭酸の電離定数を $K_1=1.00 \times 10^{-6}$ mol/L および $K_2=1.00 \times 10^{-10}$ mol/L とする。

問 6 C の下線部の現象を一般に何とよぶか。

問 7 C の下線部において、炭酸ナトリウム水和物 **a** から失われた水和水の物質量は炭酸ナトリウム水和物 **b** に含まれる水和水の物質量の何倍か。

[II] 図 1 のような容器に 200 mL の硫酸銅水溶液を入れ、陽極と陰極に白金板を用いて電解を行った。開始からしばらくの間は、陰極からの気体の発生はなかったが、陽極からは気体が発生した。電解を続けると、やがて陰極からも陽極からも気体が発生したので、しばらく気体が発生させた後、電解を終えた。陽極と陰極から発生した気体は、断面積 17.4 cm^2 のシリンダーの中に水上置換によってすべて一緒に捕集した。27.0°Cにおける水上置換の結果は図 2 に示されている通りである。電解終了後、陰極として用いた電極を取り出して蒸留水で洗浄し、それを別の容器に入った希硝酸の中に完全に沈めたところ、電極表面から無色の気体が発生した。このとき発生した気体の物質量は 0.01467 mol であった。気体はすべて理想気体の状態方程式にしたがうと仮定して、問いに答えなさい。ただし、大気圧は $1.0000 \times 10^5 \text{ Pa}$ であり、27.0°Cにおける飽和水蒸気圧は $350 \text{ mmH}_2\text{O}$ である。 mmH_2O とは、水銀柱のかわりに、水柱の高さ[mm]によって圧力を表す単位であり、ここでは $1 \text{ mmH}_2\text{O} = 10 \text{ Pa}$ と換算しなさい。また、気体の水への溶解は無視しなさい。なお、特に指示がなければ数値の答えは有効数字 3 桁で書きなさい。ただし、有効数字を 3 桁とれない場合は、それより少ない桁数で答えてよい。

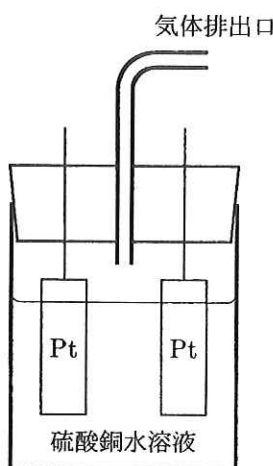


図 1

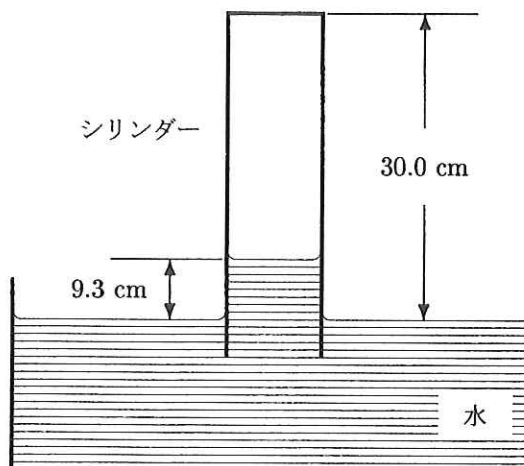
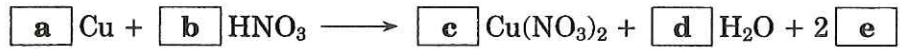


図 2

- 問 1 電解中に陽極と陰極から発生した気体をそれぞれ化学式で書きなさい。
- 問 2 シリンダー内にある気体は、水蒸気と 2 種類の捕集気体である。このうち 2 種類の捕集気体の分圧の和は何 Pa か。有効数字 4 桁で書きなさい。
- 問 3 シリンダー内の捕集気体の総物質量 [mol] を答えなさい。

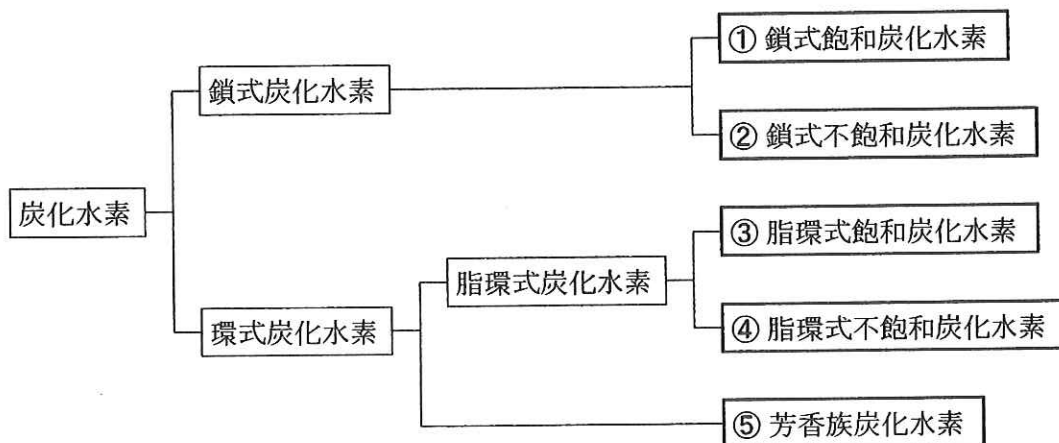
問4 次の反応式は、電解終了後に取り出した電極を希硝酸に浸けた際に生じた反応を示している。空欄に係数または化学式を入れて反応式を完成させなさい。係数が1の場合は省略せずに1と書きなさい。



問5 電解を行う前の硫酸銅水溶液の濃度はいくらか。硫酸銅のモル濃度を答えなさい。

問6 電解によって陽極と陰極から発生した気体の物質質量〔mol〕をそれぞれ答えなさい。

[III] 炭素と水素からなる化合物は炭化水素とよばれ、炭素原子の結合の仕方によって以下の①～⑤のように分類される。この分類に関して、問1～3に答えなさい。



問1 ①～⑤に分類されるものを、下記の化合物 a～i の中からすべて選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-------------|------------|------------|
| a. ヘキサン | b. シクロヘキサン | c. アセチレン |
| d. エチレン | e. ナフタレン | f. シクロヘキセン |
| g. ジエチルエーテル | h. エタノール | i. トルエン |

問2 C_5H_{12} の分子式で表される化合物は①～⑤のどれに分類されるか。該当する番号をすべて答えなさい。

問3 C_5H_{10} の分子式で表される化合物は①～⑤のどれに分類されるか。該当する番号をすべて答えなさい。

化合物 A は C_6H_{12} の分子式で表され、②に分類される。化合物 A に対して次の実験を行い、化合物 B～E を得た。この実験に関して、問4～8に答えなさい。

【実験】 化合物 A に水を付加したところ、主生成物の化合物 B と副生成物の化合物 C が生じた。化合物 B は不斉炭素原子をもたず、酸化剤とも反応しなかった。また、化合物 C はヨードホルム反応に陽性であった。一方、化合物 A に臭素を付加したところ不斉炭素原子をもつ化合物 D が生成したが、化合物 A に水素を付加して得られた化合物 E は不斉炭素原子をもたなかった。

問 4 化合物 B は第何級アルコールか。

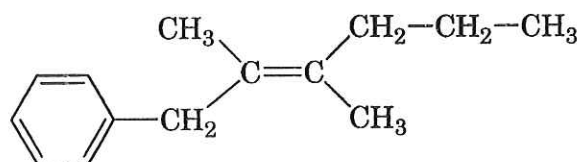
問 5 化合物 C の不斉炭素原子の数を答えなさい。

問 6 化合物 D の不斉炭素原子の数を答えなさい。

問 7 化合物 E の構造式を、例にならって簡略化して書きなさい。

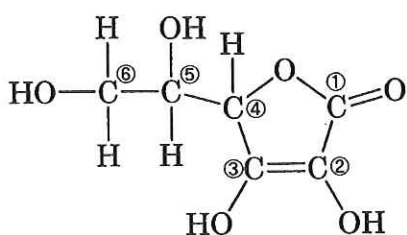
問 8 化合物 A にあてはまる構造式の 1 つを、例にならって簡略化して書きなさい。

【例】

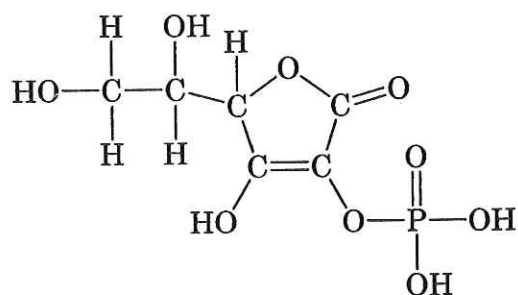


〔IV〕 文章を読んで、問いに答えなさい。

ビタミンCとして知られるアスコルビン酸は、下に示す構造式で表される。強い還元力をもつ物質であるため、酸化防止剤として食品などにしばしば添加される。しかし、水溶液中のアスコルビン酸は酸化されやすいために、そのままでは不安定である。そこで、化粧品などに添加する際には、アスコルビン酸を安定化させる目的で、下に示す構造のアスコルビン酸誘導体1を用いることがある。この誘導体は皮膚から吸収されると、細胞内の酵素により徐々にリン酸エステル結合が切断され、ゆっくりとアスコルビン酸に変化していくことにより、アスコルビン酸の効力を持続させる。



アスコルビン酸 (ビタミンC)



アスコルビン酸誘導体1

【実験1】 アスコルビン酸 3.52 g を水に溶かして正確に 500 mL とし、アスコルビン酸標準溶液をつくった。0.0100 mol/L の FeCl_3 および少量のサリチル酸を含む水溶液を正確に 100 mL はかり取ったものに、このアスコルビン酸標準溶液を滴下したところ、12.5 mL 滴下したところで溶液が赤紫色から無色になった。

【実験2】 実験1 で用いたアスコルビン酸標準溶液 100 mL を正確にはかり取り、少量のデンプン水溶液を加えた。これに 0.0250 mol/L のヨウ素を含む溶液を滴下して、溶液が青紫色になったところを終点とした。

問1 アスコルビン酸の構造式中の炭素原子①～⑥のうち不斉炭素原子をすべて番号で答えなさい。

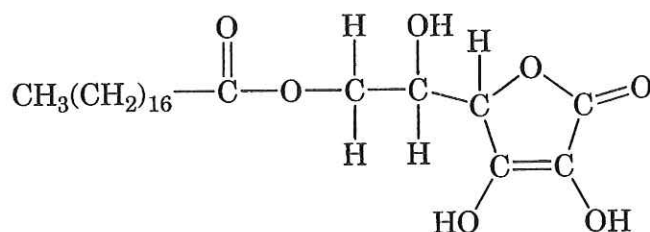
問2 実験1 で溶液の色が変化した理由について、50 字以内で説明しなさい。英数字と記号は、解答欄の1マスあたり2文字を目安にして書きなさい。

問3 実験2 で終点までに要したヨウ素溶液の滴下量 [mL] を求めなさい。

問4 アスコルビン酸が還元剤としてはたらくとき、1分子のアスコルビン酸から何個の電子が放出されるか答えなさい。

問5 アスコルビン酸が酸化されるとどのような化合物になるか推測し、構造式を書きなさい。

問6 下に示すアスコルビン酸誘導体2もさまざまな用途で使われている。どのような効果を期待してこの誘導体2がつくられたのか推測し、50字以内で述べなさい。英数字と記号は、解答欄の1マスあたり2文字を目安にして書きなさい。



アスコルビン酸誘導体2