

滋賀医科大学  
平成 29 年度  
医学科一般入試(前期日程)

問題冊子

理 科

|     |              |
|-----|--------------|
| 物 理 | 1 ページ～ 6 ページ |
| 化 学 | 7 ページ～12ページ  |
| 生 物 | 13ページ～22ページ  |

(注 意)

1. 問題冊子は試験開始の合図があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほか 22 ページである。
3. 試験中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 問題は物理、化学、生物のうち 2 科目を選択し、選択した科目の解答用紙のすべてに受験番号及び氏名をはっきり記入すること。
5. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に明瞭に記入すること。
6. 解答に関係のないことを書いた答案は、無効にすることがある。
7. 選択しない科目の解答用紙は、試験開始 120 分後に監督者が回収するので、大きく×印をして机の左側に置くこと。
8. 本学受験票を机の右上に出しておくこと。
9. 試験時間は 150 分である。
10. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、解答用紙は持ち帰らないこと。

## 化 学 (3 問題)

Ⅰ 次の文章(i)と(ii)を読み、問 1～9 に答えよ。必要ならば、原子量としてナトリウム 23.0, 硫黄 32.0, 塩素 35.5, ファラデー定数  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ , 気体定数  $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$  を用いよ。(配点 32)

(i) 銅は遷移元素である。銅原子の最外殻 N 殻の電子は 1 個であり、それより内側のすべての電子殻は閉殻となっている。銅原子には、 $^{63}\text{Cu}$  と  $^{65}\text{Cu}$  の同位体のほかに多くの放射性同位体も存在し、それらの放射性同位体の半減期は、1 秒以下から数十時間の範囲である。

単体の銅は光沢をもった赤色の金属で、純銅は粗銅の電解精錬によって製造される。また、銅は古くからさまざまな合金の材料として使われてきた。弥生時代には青銅を用いて銅鐸が作られており、琵琶湖周辺地域からも出土している。

問 1 原子番号 113 の新たに発見された元素の名前が最近発表された。その元素名を書け。

問 2 次の元素の中から、典型元素であり金属元素でもあるものをすべて選び、イオン化傾向の大きいものから順に元素記号で書け。

アルミニウム, 鉄, 金, 亜鉛, クロム, リチウム, ヨウ素, 銀, カルシウム, ニッケル, 硫黄, マンガン

問 3  $^{63}\text{Cu}$  と  $^{65}\text{Cu}$  の中性子の数はそれぞれいくつか。

問 4  $^{64}\text{Cu}$  の半減期は 12.7 時間である。 $^{64}\text{Cu}$  の原子数が、現時点の 1 % になるのは何時間後か。 $\log_{10} 2 = 0.301$  として、有効数字 3 桁で求めよ。

問 5 粗銅板を陽極、薄い純銅板を陰極に用いて、低電圧で、硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)の水溶液 1.00 L を電気分解した。粗銅中には不純物として、亜鉛・鉄・鉛・金・銀・ニッケルが含まれているとして、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 電気分解前後で水溶液中の銅(Ⅱ)イオン濃度は増加したか、それとも減少したか。理由とともに書け。
- (2) 5.79 A の電流を 500 分間流した。このとき増加した純銅の質量はいくらか。有効数字 3 桁で求めよ。ただし、 $^{63}\text{Cu}$  と  $^{65}\text{Cu}$  の存在比はそれぞれ 70.0 % と 30.0 % とする。

- (3) (2)の電気分解により、粗銅が60.0 g 減少し、3.19 g の沈殿物が生じた。また、水溶液中の銅(Ⅱ)イオン濃度は  $3.46 \times 10^{-2}$  mol/L、硫酸イオン濃度は  $2.00 \times 10^{-3}$  mol/L それぞれ変化した。このとき、不純物の金属のうち何 g が粗銅から溶け出してイオンとして存在しているか。また、水溶液中の不純物の金属イオンの合計濃度は何 mol/L か。ただし、水溶液中の金属イオンはすべて2価の陽イオンとする。

問 6 青銅は、銅と何の合金か。元素記号で記せ。

- (ii) 生理食塩水は、ヒトの体液とほぼ同じ浸透圧を示し、医療現場で輸液や注射液に用いられている。生理食塩水 1.00 L 中には塩化ナトリウム 9.00 g が溶けている。生理食塩水とほぼ同じ浸透圧を示すグルコース水溶液も、輸液や注射液に用いられている。

水分子は通すが、溶質は通さない半透膜でできた袋がある。この半透膜の袋の中に水溶液を入れ、その袋を生理食塩水に沈めると、半透膜を通る水分子の移動が平衡に達するまで、袋内の水溶液の体積は変化する。ただし、袋外の生理食塩水の体積は十分に大きく、体積の変化は無視できるものとする。また、生理食塩水中での塩化ナトリウムの電離度は1.00 とし、浸透圧はファンツホッフの法則に従い、水溶液の体積は温度によって変化しないものとする。

問 7 下線部について、袋の中に純水を入れたとき、袋内の水はどのようなになるか。理由とともに書け。

問 8 37°C において、グルコース  $9.00 \times 10^{-1}$  g を溶かした水溶液 10.0 mL について下線部の操作を行った。平衡状態での袋内の水溶液の浸透圧と体積はいくらか。それぞれ有効数字2桁で求めよ。

問 9 グルコース  $9.00 \times 10^{-1}$  g とスクロース 6.84 g を溶かした水溶液 100 mL に酵素インベルターゼを加えて、スクロースの一部を加水分解させたのち、適切な方法でインベルターゼを除いた。この過程では、水溶液の体積は変化しないものとする。この水溶液 10.0 mL について下線部の操作を行ってみたところ、袋内の水溶液の体積は変化しなかった。袋内に存在しているグルコースの質量はいくらか。有効数字2桁で求めよ。

Ⅲ 次の文章を読み、問1～4に答えよ。(配点34)

塩化水素やアンモニアは、工業的には単体の気体を直接反応させてつくられ、それらの水溶液である塩酸やアンモニア水とともに、その用途は多岐にわたる。たとえば、アンモニアは、二酸化炭素と反応させて尿素をつくったり、アンモニウム塩や硝酸などをつくる原料として多量に使われる。また、塩酸やアンモニア水は、化学の実験において代表的な試薬である。

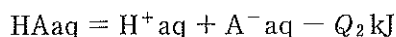
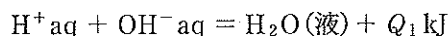
問1 硝酸を工業的に製造する場合、まずアンモニアを、白金を触媒として高温で空気中の酸素と反応させて無色の気体にする。このとき起こる反応を化学反応式で示せ。

問2 ピストン付きのシリンダー内にアンモニアを入れ、ある温度で、全圧を  $7.2 \times 10^7 \text{ Pa}$  に保って平衡に到達させたところ、アンモニアの  $\frac{1}{2}$  が窒素と水素に分解した。次の(1)、(2)に答えよ。ただし、気体は理想気体としてふるまうものとする。

(1) 平衡時のアンモニアの分圧は何 Pa か。

(2) 同じ温度で、全圧を変えて同様な実験を行ったところ、平衡時でのアンモニアの分圧は全圧の  $\frac{1}{5}$  であった。全圧を何 Pa に変えて実験をしたか。

問3 次の熱化学方程式を用いて、下の(1)、(2)に答えよ。ただし、発生する熱量とは、滴下開始からの熱量であり、希釈による熱量は考慮しない。また、塩化水素、水酸化ナトリウム、反応によって生じる塩は、水溶液中で完全に電離しているとする。



(1)  $c \text{ mol/L}$  の塩酸  $V \text{ mL}$  に  $2c \text{ mol/L}$  の水酸化ナトリウム水溶液を  $V \text{ mL}$  まで滴下した。滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積と発生する熱量との関係をグラフに描け。

(2) 塩酸に代えて  $c \text{ mol/L}$  の1価の酸 HA の水溶液(HA の電離度は  $\alpha$ )  $V \text{ mL}$  に(1)と同じ水酸化ナトリウム水溶液を  $V \text{ mL}$  まで滴下した。このとき発生する熱量はいくらか。

問 4  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  の 4 種類と,  $\text{Ba}^{2+}$  または  $\text{Ca}^{2+}$  のいずれか 1 種類の, 計 5 種類の金属陽イオンを含む試料水溶液がある。この水溶液からそれぞれの金属陽イオンを分離・確認するために, 次の手順 a ~ f を計画した。下の(1)~(6)に答えよ。必要ならば, 表 1 を参考にせよ。

手順 a 試料水溶液に塩酸を加え, 生じた沈殿 A をろ過する。

手順 b 手順 a のろ液に硫化水素を通じ, 生じた沈殿 B をろ過する。

手順 c 手順 b のろ液を煮沸して硫化水素を追い出したのち硝酸を加える。冷えてから塩化アンモニウム水溶液とアンモニア水を加え, 生じた沈殿 C をろ過する。

手順 d 手順 c のろ液に硫化水素を通じ, 生じた沈殿 D をろ過する。

手順 e 手順 d のろ液を煮沸して硫化水素を追い出したのち炭酸アンモニウム水溶液を加え, 生じた沈殿 E をろ過する。

手順 f 手順 e で生じた沈殿 E を溶かし, 炎色反応を調べる。

表 1 水酸化物の溶解度積 ( $\text{mol}^3/\text{L}^3$  または  $\text{mol}^4/\text{L}^4$ )

| $\text{Cd}(\text{OH})_2$ | $\text{Fe}(\text{OH})_2$ | $\text{Fe}(\text{OH})_3$ | $\text{Mn}(\text{OH})_2$ | $\text{Pb}(\text{OH})_2$ | $\text{Ba}(\text{OH})_2$ | $\text{Ca}(\text{OH})_2$ |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $2.6 \times 10^{-14}$    | $1.2 \times 10^{-12}$    | $2.8 \times 10^{-39}$    | $9.4 \times 10^{-11}$    | $1.1 \times 10^{-20}$    | $6.9 \times 10^{-2}$     | $3.3 \times 10^{-5}$     |

- (1) 手順 a でろ過して得られる沈殿 A を熱水に溶かし, それに含まれる金属陽イオンをクロム酸カリウム水溶液を用いて確認することにした。どのようなことが観察されるか。また, この確認のための反応をイオン反応式で示せ。
- (2) 手順 b で生じる沈殿 B は何か。その名称と色を書け。
- (3) 手順 c で, 硝酸を加えるのはなぜか。また, 加えなければどのような問題が生じるか。
- (4) 手順 c で, 塩化アンモニウムはどのようなはたらきをするか。また, 加えなければどのような問題が生じるか。
- (5) 手順 e で, 硫酸アンモニウムではなく炭酸アンモニウムを使うのはなぜか。
- (6) 手順 f の炎色反応で, どのようなことが観察されるか。

Ⅲ 次の文章(i)と(ii)を読み、問1～9に答えよ。(配点34)

- (i) ある測定装置Xは、分子中の環境の異なる炭素原子をそれぞれ区別することができる。たとえば、下の図1のように、ヘキサンでは3種類の炭素(a, b, c)が、ジイソプロピルエーテルでは2種類の炭素(d, e)が観測される。ただし、炭素a～eはそれぞれ複数個あるが分子の対称性や炭素—炭素結合の自由な回転のため、個々の原子は区別できない。

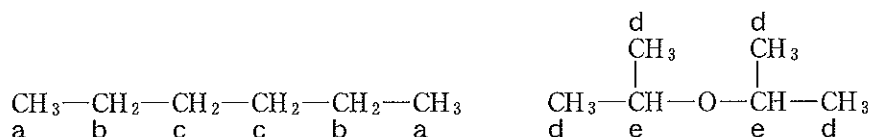


図1 ヘキサン(左)とジイソプロピルエーテル(右)

分子式  $\text{C}_{14}\text{H}_{24}\text{O}_4$  のエステルである化合物Aの1molを加水分解すると、カルボン酸である化合物Bが1molと炭素数が5のアルコールである化合物Cが2mol得られた。化合物Bを加熱すると分子内で脱水反応が起こり、化合物Dに変化した。化合物Dに白金触媒の存在下で水素を付加させると化合物Eが得られた。1-ドデカノール( $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{11}-\text{OH}$ )と化合物Eは速やかに反応し、化合物Fになった。化合物Bと化合物Cは測定装置Xにより、それぞれ、2種類と4種類の炭素原子をもつことが示された。また、化合物Cは適切な酸化剤によりカルボン酸になることがわかった。

問1 分子式  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  で表される炭化水素化合物の中で、測定装置Xで2種類の炭素原子が観測される異性体の構造式を書け。

問2 化合物Bと化合物Cの分子式と構造式をそれぞれ書け。

問3 化合物Cの異性体のうち、アルコールは化合物C以外に何種類あるか。その中で、測定装置Xで4種類の炭素原子が観測されるものの構造式をすべて書け。ただし、立体異性体は考慮しなくてよい。

問4 化合物Eと化合物Fの構造式を書け。

問5 化合物Fの0.10 mol/kgのベンゼン溶液の凝固点降下度を測定したところ、0.26 Kであった。このような結果になった理由について説明せよ。なお、ベンゼンのモル凝固点降下は  $5.1 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$  とする。

問 6 化合物 F に大過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、無色透明の水溶液になった。

この水溶液に横から強い光を当てると光路が明るく輝いて見えた。室温で十分に長い時間放置しておくと、水溶液の上部に白色の不溶物が生じ、横から強い光を当てても光路が見えなくなった。化合物 F に起こっている変化を説明せよ。

- (ii) タンパク質は、多数のアミノ酸が鎖状に結合した分子であり、1 様々な高次構造を形成している。タンパク質の一種である酵素は生体内で化学反応を促進する (ア) としてはたらく。酵素はそれぞれ決まった化合物にしか作用しないことが多い。その化合物を (イ) という。このように酵素に (ウ) がみられるのは、酵素の反応に関与する部分である (エ) の立体構造に適合する (イ) だけが (オ) をつくり、酵素の作用を受けるからである。また、酵素反応は通常の化学反応とは異なり、多くの酵素は、ある温度を超えると 2 変性 し、急激に反応速度が低下する。

問 7 文中の (ア) ~ (オ) に適切な語句を入れよ。

問 8 下線部 1 について、タンパク質の高次構造を形成するのに使われている結合や相互作用を 3 つ挙げよ。

問 9 下線部 2 について、タンパク質を変性させる方法を加熱以外に 3 つ挙げよ。