

# 滋賀医科大学

令和4年度

医学科一般選抜(前期日程)

問題冊子

## 理 科

物 理	1 ページ～7 ページ
化 学	9 ページ～14 ページ
生 物	15 ページ～24 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 24 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 次の文章を読み、以下の問に答えよ。必要ならば、原子量として炭素 12.0、酸素 16.0、アルミニウム 27.0、鉄 56.0 を、また、 $\log_e 2 = 0.693$ 、 $\log_e 3 = 1.10$ 、 $\log_e 5 = 1.61$ 、 $\log_e 7 = 1.95$ 、 $\log_e 10 = 2.30$ 、 $\log_e 11 = 2.40$ 、 $\log_e 13 = 2.56$ 、 $\log_e 17 = 2.83$ 、 $\log_e 19 = 2.94$  を用いよ。(配点 33)

滋賀医科大学キャンパスがある瀬田丘陵には、源内峠(げんないとうげ)遺跡や木瓜原(ぼけわら)遺跡など、複数の古代の製鉄遺跡が存在する。これらは、瀬田丘陵の森林資源から作られた木炭と琵琶湖近郊で産出した磁鉄鉱などの鉄鉱石を用いて鉄を供給することにより、当時の古代国家の造営を支えた貴重な生産遺構である。

古代の製鉄方法は、たたら製鉄と呼ばれ、まず<sup>(イ)</sup>磁鉄鉱と木炭を粘土で作った炉に交互に積み上げる。次に、炉内に空気を送りながら 1500 °C 以下の温度で反応させ、炉底にたまった還元された鉄を利用する。現在の製鉄所では、連続操業が可能な溶鉄炉で、主に<sup>(ウ)</sup>赤鉄鉱を原料として、<sup>(エ)</sup>石灰石とコークスを加えて熱風を送りながら約 2000 °C で反応させる。得られた鉄は ① と呼ばれ、炭素などの不純物を多く含んでいる。

問 1 ① に当てはまる適切な語句を答えよ。

問 2 下線部 (イ) の磁鉄鉱、(ウ) の赤鉄鉱、(エ) の石灰石の主成分の化学式を答えよ。

問 3 鉄を得るための他の方法に、酸化鉄(III)とアルミニウムの微粉末を混合して反応させる方法がある。この方法は一般に ② 法と呼ばれ、レールの溶接などに利用されている。

(1) ② に当てはまる語句を答えよ。

(2) 16.0 g の酸化鉄(III)と、十分な量のアルミニウムの微粉末を混合して完全に反応させたとき、(i) 生じる鉄の質量[g]と、(ii) 発生する熱量[kJ]を、それぞれ有効数字 3 桁で答えよ。ただし、酸化鉄(III)と酸化アルミニウムの生成熱は、それぞれ 824 kJ/mol、1676 kJ/mol とする。

問 4 下線部 (ア) について、滋賀県大津市堂山などで産出される狼鉄鉱(ろうてっこう)には鉄の他にマンガンが含まれる。ここに  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、および  $\text{Na}^+$  を含む水溶液がある。図 1 の操作により、水溶液から各金属イオンを分離した。

(1) 沈殿 A の (i) 化学式、および (ii) 色を記せ。

(2) 沈殿 C の (i) 化学式、および (ii) 色を記せ。

(3) ろ液 D に含まれる金属イオンを確認する方法の (i) 名称、および (ii) 結果を記せ。

- (4) 溶液 E に含まれる金属イオンを確認するための反応を 3 種類考えて、それぞれの反応について (i) 加える物質の化学式、および (ii) 加えたときに生じる結果をそれぞれ記せ。

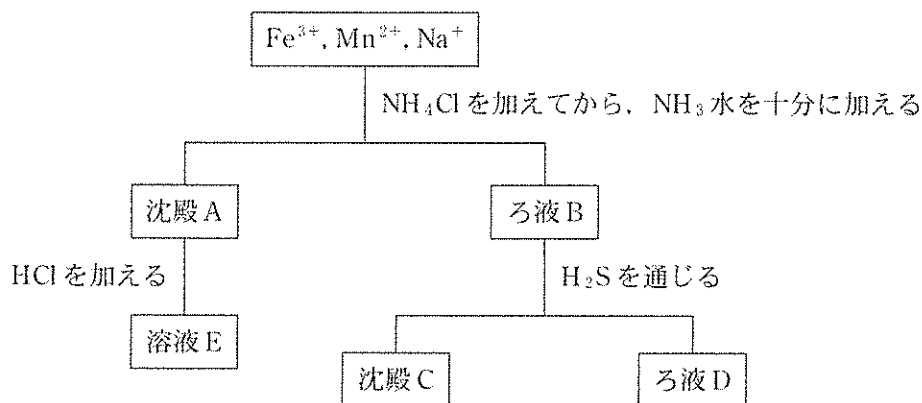


図1 金属イオンの分離操作

問 5 鉄は湿った空気中では腐食しやすい。腐食を防止するための方法として、ステンレス鋼などのように合金にする方法や、トタンやブリキなどのように表面をめっきする方法がある。ステンレス鋼は、鉄、, ニッケル、炭素などを主成分とする合金で、が  ため腐食しにくい。このような状態を  と呼ぶ。

- (1) ,  に当てはまる適切な語句を答えよ。
- (2)  に当てはまる適切な文を 15 字以内で答えよ。
- (3) トタンの表面に傷がついたとき、内部の鉄が腐食しにくい理由を答えよ。

問 6 古代遺跡から出土した鉄塊の年代測定法に、不純物として含まれる木炭由来の  $^{14}\text{C}$  を利用する方法がある。大気中の  $^{14}\text{C}$  の割合は年代によらずほぼ一定であり、植物が光合成により体内に取り込む  $^{14}\text{C}$  の割合は大気中の割合と同じになる。一方、植物が枯れると  $^{14}\text{C}$  の取り込みは途絶え、体内の  $^{14}\text{C}$  は壊変により減少し続けるため、試料中の  $^{14}\text{C}$  の割合から木炭が作られた年代を推定できる。時刻  $t$  [年] における  $^{14}\text{C}$  の数  $N(t)$  は、 $t = 0$  での数を  $N(0)$  とすると、

$$N(t) = N(0)e^{-kt}$$

と表される。ただし、 $k$  [1/年] は定数であり、 $^{14}\text{C}$  の数がはじめの半分になる時間である半減期は 5730 年である。

- (1)  $k$  [1/年] を求め、有効数字 2 桁で答えよ。
- (2) 源内峠遺跡から出土した鉄塊に含まれる  $^{14}\text{C}$  の割合を測定したところ、大気中に含まれる値の 0.85 倍であった。鉄塊は現在から何年前のものと推定されるか。有効数字 2 桁で答えよ。

II 次の文章を読み、以下の問に答えよ。ただし、水の凝固点は $0^{\circ}\text{C}$ 、水のモル凝固点降下は $1.9\text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ 、酢酸の凝固点は $17.0^{\circ}\text{C}$ 、酢酸のモル凝固点降下は $3.9\text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ 、水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14}\text{ mol}^2/\text{L}^2$ とする。必要ならば、原子量として水素1.0、炭素12、酸素16、また、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $10^{0.2} = 1.58$ 、 $10^{0.3} = 2.00$ を用いよ。(配点34)

純粋な酢酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  は冬期に凝固する性質があることから、① とも呼ばれる。中和滴定の実験に使う酢酸の水溶液を作るために、酢酸 2.4 g を正確にはかりとり、実験器具 X に移して、さらに水を加えて全量を正確に 1.0 L にした。次に、この酢酸水溶液 10 mL を、実験器具 Y を用いてコニカルビーカーに入れ、0.040 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を実験器具 Z で滴下し、② を pH 指示薬として中和滴定を行った。 $v$  mL 滴下した時点で、中和点に達した。

問 1 ① , ② に入る適切な物質名を答えよ。

問 2 下線部 (ア) について、酢酸 2.4 g に水 0.10 g を加えたときの液体の凝固点は何 $^{\circ}\text{C}$ か。有効数字 2 桁で答えよ。

問 3 実験器具 X~Z について以下の問に答えよ。

- (1) 実験器具 X~Z に当てはまる適切な器具の名前を答えよ。
- (2) 実験器具 X~Z のうち、純粋な水で洗った直後に用いる場合に、使用する溶液で共洗いしてから使うものはどれか。X~Z の記号を用いて、当てはまるものをすべて答えよ。

問 4 酢酸の水溶液中における酢酸分子と酢酸イオンについて、それぞれのモル濃度 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ および $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ の割合と水溶液の pH との関係を図 2 に示す。

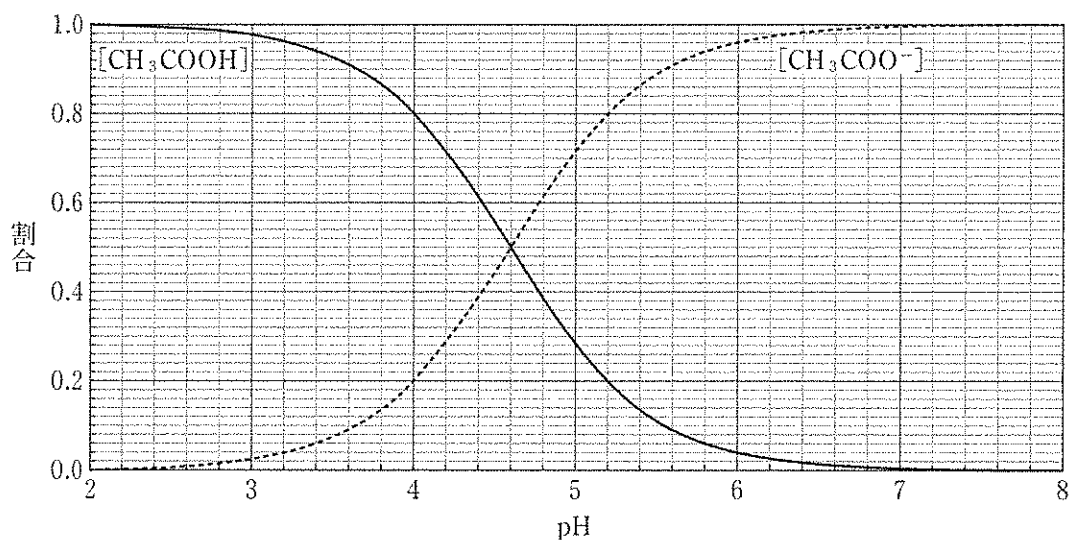
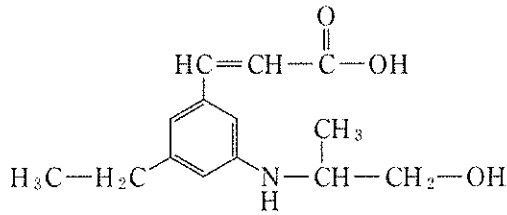


図 2  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ および $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ の割合と水溶液の pH との関係

- (1) 酢酸の電離定数  $K_a$  [mol/L] はいくらか。グラフから数値を読み取って計算し、有効数字 2 桁で答えよ。
- (2)  $v$  [mL] の値を求め、整数で答えよ。
- (3) 水酸化ナトリウム水溶液を、(A) 0 [mL]、(B)  $0.5v$  [mL]、(C)  $v$  [mL]、(D)  $2v$  [mL] 滴下した時点でのコニカルビーカー内の溶液の pH はいくらになるか。それぞれ小数点以下第 1 位まで求めよ。
- (4) 下線部 (イ) について、このときの中和滴定曲線の概要をグラフに表せ。ただし、水酸化ナトリウム水溶液の滴下量 [mL] が 0,  $0.5v$ ,  $v$ ,  $2v$  のときを、それぞれ点 A, B, C, D としてプロットし、それぞれの位置がわかるようにグラフの曲線上に示せ。

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問に答えよ。原子量として水素 1.0、炭素 12、窒素 14、酸素 16、塩素 35 を用いよ。なお、構造式は例にならって記せ。(配点 33)

例)



合成高分子化合物は医療を含む様々な分野で利用され、現代社会になくてはならない存在である。

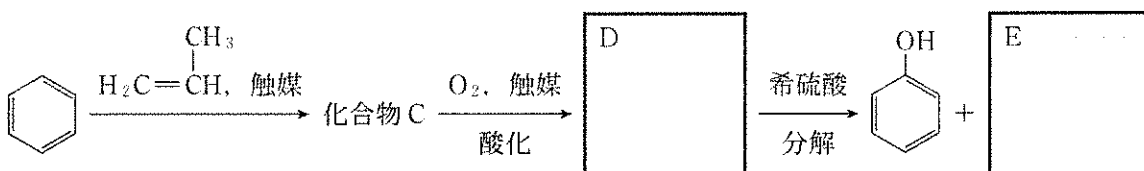
衣類などに用いられるナイロン 66 は、アジピン酸とヘキサメチレンジアミンの  により得られる世界初の合成繊維である。アジピン酸はベンゼンから合成される。ベンゼンからはフェノールや化合物 A も合成され、それぞれフェノール樹脂や高分子化合物 B の原料になる。フェノール樹脂はフェノールとホルムアルデヒドの  により得られる。高分子化合物 B は化合物 A の  により得られる。

医療用手袋として用いられるニトリルゴムは、アクリロニトリルと 1,3-ブタジエンの共重合により得られる。アクリロニトリルはシアン化水素をアセチレンに付加することで得られ、工業的にはプロピレンとアンモニアから合成されている。不織布マスクやウイルス感染防止用の防護服には、プロピレンの  により得られるポリプロピレンが使用されている。アクリロニトリルと塩化ビニルの共重合体はアクリル繊維として利用されている。塩化ビニルの  により得られるポリ塩化ビニルは血液バッグやカテーテルなどに用いられている。

問 1  ~  に当てはまるもっとも適切な重合方法の名称を記せ。

問 2 下線部 (ア) について、ベンゼンとエタノールは均一に混ざりあい、沸点が近いことから蒸留で分離することができない。ベンゼンとエタノールの混合液からベンゼンを取り出すにはどうすればよいか。実験操作の手順を記せ。

問 3 下線部 (イ) について、下記の反応式の  ,  に当てはまる構造式をそれぞれ記して反応式を完成させよ。



問 4 炭素と水素のみからなる化合物 A はベンゼンの一置換体であり、その分子量は 120 より小さい。化合物 A を臭素水に加えると色が消えた。また、化合物 A に 1 分子の水を付加させると、化合物 F が得られた。化合物 F にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させると黄色沈殿が生じた。

- (1) 18.3 mg の化合物 F を完全燃焼させると、52.8 mg の二酸化炭素と 13.5 mg の水が生成した。化合物 F の分子式を答えよ。
- (2) 化合物 F の構造式を答えよ。
- (3) 化合物 F の構造異性体のうち、ベンゼンの一置換体の構造式をすべて示せ。
- (4) 下線部 (ウ) について、高分子化合物 B の名称を記せ。

問 5 0.86 g の高分子化合物 B を、適当な溶媒に溶かして 0.10 L にした希薄溶液の浸透圧は、27 °C において  $6.0 \times 10^3$  Pa であった。この高分子化合物 B の平均分子量はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。なお、ファンツホッフの法則における定数  $R$  は  $8.3 \times 10^3$  Pa·L/(K·mol) とする。

問 6 下線部 (エ) について、フェノールに臭素水を十分に加えると生じる沈殿の (i) 色と (ii) 構造式を記せ。

問 7 下線部 (オ) について、化学反応を利用してホルムアルデヒドを確認するための (i) 実験操作の手順、および (ii) 結果を記せ。

問 8 下線部 (カ) について、アセチレンに水が付加すると、不安定な化合物 G を経てただちに構造異性体である化合物 H に変わる。化合物 G と化合物 H の構造式を記せ。

問 9 下線部 (キ) について、アクリロニトリルと塩化ビニルの物質量の比が 7 : 3 で含まれる共重合体の平均分子量が  $5.57 \times 10^4$  であった。この共重合体の 1 分子中に、平均して何個の塩素原子が含まれるか。有効数字 2 桁で答えよ。なお、共重合体の平均分子量は十分大きいので、両末端の構造は無視できるものとする。