

令和5年度 入学者選抜試験問題

一般選抜 令和5年1月29日

理 科 (120分)

I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は96ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
物理 4～37ページ
化学 38～65ページ
生物 66～96ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問 1 の 3 と表示のある問いに対して 2 と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の 2 をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号			

化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0 Li : 7.0 C : 12 N : 14 O : 16
Cl : 35.5 K : 39 Fe : 56 Co : 59 Cu : 64
Sn : 119 I : 127

標準状態 (0°C, 1.013×10^5 Pa) における気体 1 mol の体積 22.4 L

ファラデー定数 9.65×10^4 C/mol

1 次の問 1 ~ 10 に答えなさい。〔解答番号 ~ 〕

問 1 原子の構造に関する次の①~⑥の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

- ① 原子の直径は約 10^{-10} m である。
- ② 原子の直径は原子核の直径の約 $10^4 \sim 10^5$ 倍である。
- ③ 陽子の質量は電子の質量の約 1800 倍である。
- ④ 天然に安定同位体が存在しない元素もある。
- ⑤ 典型元素では、同族元素の最外殻電子数は等しい。
- ⑥ ケイ素原子の M 殻には 4 個の電子が存在する。

問2 医学における化学の役割に関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 2

- (a) 薬効のある天然物をそのまま、あるいは乾燥させて用いるとき、これを生薬というが、現在ではその有効成分や類似物質を合成した医薬品も用いるようになった。
- (b) 抗生物質によって多くの感染症の化学療法が可能となったが、抗生物質を多用しすぎると、その抗生物質に強い抵抗性をもつ耐性菌が出現するという問題がある。
- (c) アルキド樹脂などの生分解性高分子は生体吸収性を示し、手術用の縫合糸にも用いられている。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問3 トリチウム ${}^3\text{H}$ (三重水素) は β 崩壊してヘリウムに変化する。トリチウムの半減期は 12.3 年である。ここで、密閉容器内にトリチウムのみからなる水素が封入されているとき、容器内のトリチウムが現在の 1.0% に減少するまでに要する時間 [年] の値として最も近いものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、 $\log_{10}2 = 0.30$ とする。 3 年

- ① 40 ② 80 ③ 120
 ④ 200 ⑤ 400 ⑥ 600

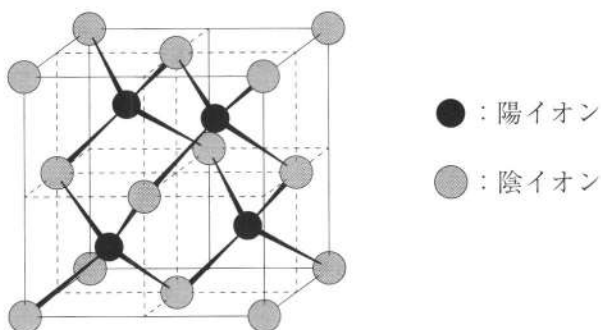
問4 次の表は、原子番号 1～20 のうちの 6 種類の元素について、第 1～第 4 イオン化エネルギー (単位は省略) を示したものである。元素 c の原子番号として最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。ただし、第 2～第 4 イオン化エネルギーはそれぞれ、一価～三価の陽イオンから一つずつ電子を取り去る際に必要なエネルギーとする。 4

表 イオン化エネルギー (単位省略)

元素	第 1	第 2	第 3	第 4
a	9.3	18.2	153.9	217.7
b	5.1	47.3	71.6	98.9
c	7.7	15.0	80.1	109.2
d	6.0	18.8	28.4	120.0
e	4.3	31.6	45.7	60.9
f	6.1	11.9	50.9	67.1

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 11
 ⑤ 12 ⑥ 13 ⑦ 19 ⑧ 20

問5 次の図は閃亜鉛鉱型の結晶構造の単位格子を表したものである。イオンを球と考えて、隣り合う異符号のイオンどうしが接し、かつ隣り合う同符号のイオンどうしが接するとき、陽イオン（半径 r ）と陰イオン（半径 R ）の半径の比 $\frac{r}{R}$ として最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、 $r < R$ とする。 5



- ① $\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ ② $\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$ ③ $\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{3}}$
 ④ $\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}}$ ⑤ $\sqrt{2}-1$ ⑥ $\sqrt{3}-1$

問6 ピストン付きの密閉容器に黒鉛と二酸化炭素を入れたところ、次式で表される可逆反応が起こった。この可逆反応において、正反応は吸熱反応である。この反応に関する下の文章(a)~(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを、下の①~⑧のうちから一つ選びなさい。

6



- (a) 温度一定で加圧しても平衡は移動しない。
- (b) 容積一定で温度を上げて、再び平衡状態になったとき、正反応の速度は逆反応の速度よりも大きくなる。
- (c) 温度一定で容積を十分に大きくすれば、気体はすべて一酸化炭素になる。ただし、黒鉛は過剰に存在するものとする。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問7 Zn^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ag^+ を含む混合水溶液がある。この混合水溶液に対して、次の実験1~3を行った。沈殿Cとして最も適切なものを、下の①~⑦のうちから一つ選びなさい。

実験1：混合水溶液に希塩酸を加えると沈殿を生じた。これをろ過して得られたろ液をAとする。

実験2：Aに硫化水素を十分に通じると沈殿を生じた。これをろ過して得られたろ液を煮沸した溶液をBとする。

実験3：Bにアンモニア水を過剰に加えると沈殿Cが生じた。

- ① AgCl ② Ag_2O ③ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ④ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
 ⑤ CuS ⑥ $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ⑦ $\text{Zn}(\text{OH})_2$

問8 分子式 C_6H_{12} の鎖式化合物には、種類の構造異性体が存在する。これらのうち、すべての炭素原子がつねに同一平面上に存在するものは、種類ある。文中の空欄 , に入る数値の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑨のうちから一つ選びなさい。ただし、シス-トランス異性体については区別しないものとする。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>
①	9	1
②	9	2
③	9	3
④	11	1
⑤	11	2
⑥	11	3
⑦	13	1
⑧	13	2
⑨	13	3

問9 タンパク質に関する次の①～⑥の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。 9

- ① すべてのタンパク質はビウレット反応に陽性である。
- ② タンパク質の三次構造の形成にはおもにイオン結合やジスルフィド結合などが関わっている。
- ③ 卵白に含まれるグロブリンは水に溶けにくいですが、塩化ナトリウム水溶液には溶ける。
- ④ カゼインは複合タンパク質で、牛乳に多く含まれる。
- ⑤ グルテリンは小麦粉や米などの穀類に含まれるタンパク質である。
- ⑥ タンパク質は一般にニンヒドリン反応を示さない。

問10 繊維に関する次の①～⑥の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。 10

- ① 芳香族ジカルボン酸や芳香族ジアミンを単量体に用いたポリアミド繊維を特にアラミド繊維という。
- ② ポリエチレンテレフタレートは1,2-エタンジオール（エチレングリコール）とテレフタル酸の縮合重合によって得られる。
- ③ ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の30～40%をアセタール化させた繊維がビニロンであり、ロープやネットなどに用いられる。
- ④ セロハンはビスコースレーヨンを膜状に加工したものである。
- ⑤ セルロースのヒドロキシ基を完全にアセチル化させたトリアセチルセルロースをアセトンに溶かし、それを原料としてアセテート繊維がつくられる。
- ⑥ 木綿をシュワイツァー試薬に溶かして、その溶液を細孔から希硫酸中に押し出して製造されるのが銅アンモニアレーヨンである。

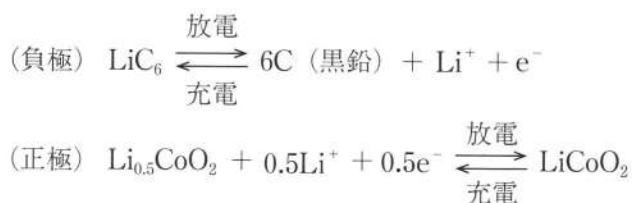
(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

2 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

タブレット端末やスマートフォンなどに広く用いられているリチウムイオン電池は、正極活物質にコバルト(Ⅲ)酸リチウム LiCoO_2 などの金属酸化物、負極活物質に黒鉛(グラファイト)に取り込まれたリチウム、電解液にリチウム塩を溶かした有機化合物を用いた二次電池である。正極・負極ともに層状の構造をもち、各層の間にはリチウムイオンを挿入させたり、脱離させたりすることができる。電池の充電時には、リチウムイオンが電解液を経由して正極から負極に移動し、放電時には逆向きに移動することで電位差が生じ、電流が流れる。

標準的なリチウムイオン電池の負極では、充電時に黒鉛の層間にリチウムイオンが挿入された状態になり、そのときの負極の組成を LiC_6 と表す。また、正極では充電により LiCoO_2 からリチウムイオンが脱離した状態になり、このときの正極の組成を $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ ($0 < x < 1$) と表す。ただし、満充電になるまでに正極の約半分のリチウムイオンが負極に移動するが、残りの約半分は満充電でも正極に残る。正極から負極に移動するリチウムイオンと、正極内に残るリチウムイオンとが等しい量 ($x = 0.5$) である場合、この電池の負極と正極で起こるそれぞれの反応について、反応式は次のように表せる。



なお、正極で起こる反応の反応式において、左辺が充電率100% (満充電)、右辺が充電率0%の状態に対応している。

問1 次の(a)~(d)の電池のうち、リチウムイオン電池と同様に、充電できる電池をすべて選んだものとして最も適切なものを、下の①~⑧のうちから一つ選びなさい。

- (a) ニッケル・水素電池 (b) 空気亜鉛電池 (空気電池)
(c) アルカリマンガン乾電池 (d) リチウム電池

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ aとb
⑥ bとc ⑦ cとd ⑧ aとc ⑨ bとd ⑩ aとd

問2 満充電されたリチウムイオン電池を充電率40.0%まで使用した。このときのリチウムイオン電池に関する次の(1), (2)に答えなさい。

(1) このとき、正極活物質 $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ の式量として最も適切なものを、次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。

- ① 92.4 ② 93.1 ③ 93.8 ④ 94.5
⑤ 95.2 ⑥ 95.9 ⑦ 96.6 ⑧ 97.1

(2) この電池の負極の黒鉛が1.20 gであるとき、満充電から充電率40.0%まで使用することで電池から放電された電気量[C]の値として最も適切なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 C

- ① 6.43×10^2 ② 9.65×10^2 ③ 1.61×10^3
④ 6.43×10^3 ⑤ 9.65×10^3 ⑥ 1.61×10^4

問3 負極に黒鉛を 1.20 g 用いたリチウムイオン電池で、負極が蓄えられる電気量（充電容量）と等しい電気量を正極でも蓄えられるようにするとき、必要な正極活物質 LiCoO_2 の質量 [g] の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 g

- ① 0.980 ② 1.63 ③ 1.96
 ④ 3.27 ⑤ 3.92 ⑥ 6.53

問4 リチウムイオン電池を用いて、次の(a)～(d)の水溶液の電気分解を行った。これらの水溶液に関する下の(1)、(2)に答えなさい。

- (a) 水酸化ナトリウム水溶液（白金電極）
 (b) 塩化銅(Ⅱ)水溶液（炭素電極）
 (c) 硝酸銀水溶液（炭素電極）
 (d) 硫酸銅(Ⅱ)水溶液（銅電極）

(1) 陽極と陰極のいずれからも気体が発生しないものをすべて選んだものとして最も適切なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ aとb
 ⑥ bとc ⑦ cとd ⑧ aとc ⑨ bとd ⑩ aとd

(2) 陽極から発生する気体の物質量が、電気分解に用いたリチウムイオン電池の内部で移動するリチウムイオンの物質量の $\frac{1}{4}$ であるものをすべて選んだものとして最も適切なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ aとb
 ⑥ bとc ⑦ cとd ⑧ aとc ⑨ bとd ⑩ aとd

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

銀は周期表_(a) 第11族に属し、単体は電気伝導性や熱伝導性が非常に大きい金属である。銀はイオン化傾向が水素より小さいので塩酸とは反応しないが、_(b) 酸化力の強い酸である硝酸や熱濃硫酸とは反応して溶解する。銀を硝酸に溶かして得られた硝酸銀水溶液は光に当たると_(c) 還元され、銀の単体を生じるため褐色瓶で保存する必要がある。また、硝酸銀水溶液にフッ化物イオンを除くハロゲン化物イオンを加えるとハロゲン化銀の沈殿が観察される。

問1 下線部(a)について、銀と周期表の同族に位置し、その単体が金属の中で最も展性、延性に富む元素の元素記号として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① Au ② Cu ③ Hg ④ Pt ⑤ Zn

問2 下線部(b)について、銀の単体を濃硝酸、希硝酸、熱濃硫酸と反応させるとそれぞれ異なる気体が発生する。同じ物質の銀の単体を濃硝酸、希硝酸、熱濃硫酸に完全に溶かしたとき、おもに発生する気体の物質質量が大きい順に並べたものとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、銀の単体を濃硝酸、希硝酸、熱濃硫酸と反応させたとき発生する気体は、銅の単体を同様に反応させたとき発生する気体と同じものである。

- ① 濃硝酸 > 希硝酸 > 熱濃硫酸 ② 濃硝酸 > 熱濃硫酸 > 希硝酸
③ 希硝酸 > 濃硝酸 > 熱濃硫酸 ④ 希硝酸 > 熱濃硫酸 > 濃硝酸
⑤ 熱濃硫酸 > 希硝酸 > 濃硝酸 ⑥ 熱濃硫酸 > 濃硝酸 > 希硝酸

問3 下線部(c)について、硝酸銀水溶液に加えて加熱したとき、銀の単体が得られる操作として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 3

- ① 硫酸で十分に酸性にしたのち、過マンガン酸カリウム水溶液を加える。
- ② 酢酸に酢酸ナトリウム水溶液を混合したものを加える。
- ③ アンモニア水を十分に加えたのち、グルコース水溶液を加える。
- ④ 薄い水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加える。
- ⑤ 濃硝酸と濃塩酸を体積比1:3で混ぜたものを加える。

問4 塩化物イオンが 1.0×10^{-2} mol/L, ヨウ化物イオンが 1.0×10^{-4} mol/L だけ溶解している水溶液がある。ここに, 硝酸銀水溶液を滴下していくと, はじめ 色の沈殿が生じ, さらに滴下すると 色の沈殿が生じはじめた。次の(1), (2)に答えなさい。なお, 溶解度積の値は, 塩化銀 $K_{sp}(\text{AgCl}) = 3.2 \times 10^{-10}$ (mol/L)², ヨウ化銀 $K_{sp}(\text{AgI}) = 1.6 \times 10^{-16}$ (mol/L)² であるとする。また, 滴下した硝酸銀水溶液の体積は無視できるものとする。

- (1) 文中の空欄 , に入る語句の組合せとして最も適切なものを, 次の①~⑨のうちから一つ選びなさい。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>
①	白	青
②	白	赤
③	白	黄
④	青	白
⑤	青	赤
⑥	青	黄
⑦	黄	白
⑧	黄	赤
⑨	黄	青

- (2) 色の沈殿が生じはじめたときの水溶液中の塩化物イオン濃度 $[\text{Cl}^-]$ とヨウ化物イオン濃度 $[\text{I}^-]$ の比 $\frac{[\text{Cl}^-]}{[\text{I}^-]}$ の値として最も適切なものを, 次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。

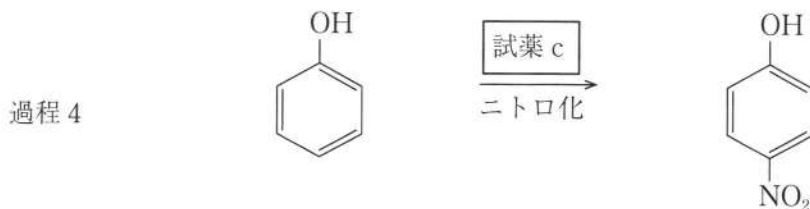
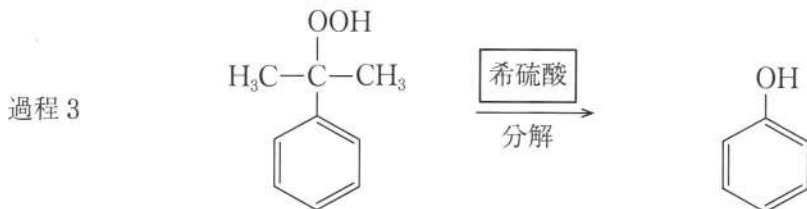
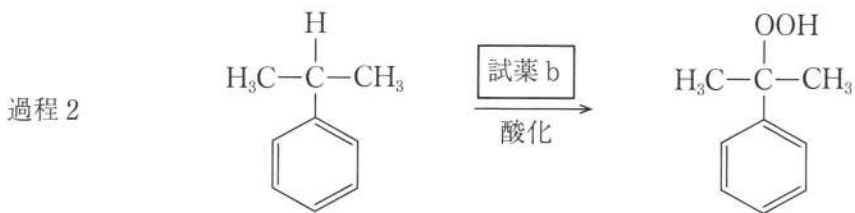
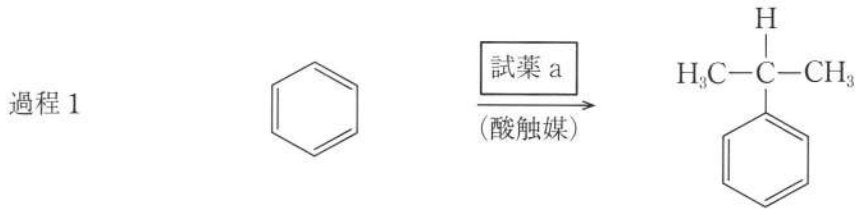
- ① 5.0×10^{-7} ② 1.0×10^{-2} ③ 0.50
 ④ 2.0 ⑤ 1.0×10^2 ⑥ 2.0×10^6

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

4 次の文章を読み、下の問1～6に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

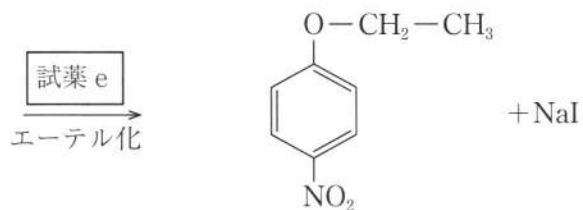
次の過程1～9は、かつて解熱鎮痛剤として用いられていたフェナセチンを、ベンゼンから合成するときの合成過程の一つである。ただし、生成物の一部は省略している。



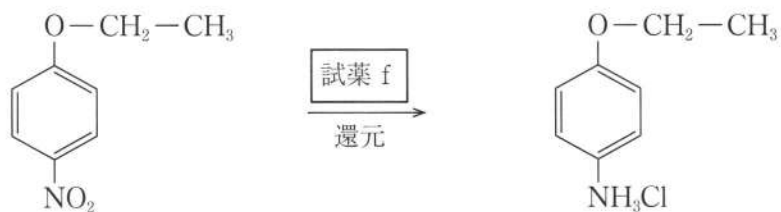
過程 5



過程 6



過程 7



過程 8



過程 9



問1 試薬 a, b, d, g, hのうち、同じ物質でよいものの組合せとして最も適切なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

- ① a, b ② a, d ③ a, g ④ a, h ⑤ b, d
⑥ b, g ⑦ b, h ⑧ d, g ⑨ d, h ⑩ g, h

問2 試薬 c は混酸である。混酸のつくり方として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 濃塩酸に濃硫酸を、加熱しながらゆっくりと加える。
② 濃塩酸に濃硝酸を、加熱しながらゆっくりと加える。
③ 濃硝酸に濃硫酸を、加熱しながらゆっくりと加える。
④ 濃塩酸に濃硫酸を、冷却しながらゆっくりと加える。
⑤ 濃塩酸に濃硝酸を、冷却しながらゆっくりと加える。
⑥ 濃硝酸に濃硫酸を、冷却しながらゆっくりと加える。

問3 一般的に、ベンゼンのニトロ化の温度条件は60℃程度である。過程4の温度条件とその理由として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

3

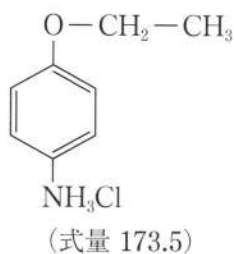
- ① ベンゼンのニトロ化の温度条件よりも高温にしないと、反応が起こりにくいので、100℃程度で行う。
- ② ベンゼンのニトロ化の温度条件よりも高温にしないと、メタ位でニトロ化が起きるので、100℃程度で行う。
- ③ ベンゼンのニトロ化の温度条件よりも高温にしないと、収率が小さくなるので、100℃程度で行う。
- ④ ベンゼンのニトロ化の温度条件と同じ温度でないと、収率が小さくなるので、60℃程度で行う。
- ⑤ ベンゼンのニトロ化の温度条件と同じ温度でないと、反応しないので、60℃程度で行う。
- ⑥ ベンゼンのニトロ化の温度条件と同じ温度でないと、メタ位でニトロ化が起きるので、60℃程度で行う。
- ⑦ ベンゼンのニトロ化の温度条件よりも低温にしないと、2ヶ所あるいは3ヶ所にニトロ基が結合した生成物ができ、危険なので、20℃程度で行う。
- ⑧ ベンゼンのニトロ化の温度条件よりも低温にしないと、メタ位でニトロ化が起きるので、20℃程度で行う。

問4 過程6のエーテル化の反応はウィリアムソンのエーテル合成とよばれる反応である。試薬eとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

4

- ① I_2
- ② CHI_3
- ③ CH_3I
- ④ CH_3COOH
- ⑤ CH_3CH_2OH
- ⑥ CH_3CH_2I
- ⑦ CH_3OH
- ⑧ $CH_3CH_2CH_2I$
- ⑨ $CH_3CH_2CH_2OH$

問5 過程7の還元は、試薬fとして濃塩酸を、還元剤としてスズまたは鉄を用いる。



上記の物質を 34.7 g 得るために最低限必要なスズあるいは鉄の質量 [g] をそれぞれ、 M_{Sn} 、 M_{Fe} としたとき、 M_{Sn} と $\frac{M_{\text{Sn}}}{M_{\text{Fe}}}$ の値の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。ただし、スズと鉄はともに純度 100% の単体を使うこととし、それらが還元剤としてはたらくとき、スズは酸化数 + 4、鉄は酸化数 + 3 になるまで完全に酸化されるものとする。

5

	M_{Sn}	$\frac{M_{\text{Sn}}}{M_{\text{Fe}}}$
①	35.7 g	1.59
②	35.7 g	2.12
③	35.7 g	3.23
④	53.6 g	1.59
⑤	53.6 g	2.12
⑥	53.6 g	3.23
⑦	71.4 g	1.59
⑧	71.4 g	2.12
⑨	71.4 g	3.23

問6 現在、フェナセチンはアセトアニリドと同様にチアノーゼや呼吸困難などの副作用を生じるので、一般には使われていない。一方で、フェナセチンの置換基の一つを別の置換基に置換したアセトアミノフェンは現在でも広く用いられている解熱鎮痛剤である。フェナセチンのもとの置換基と置き換えた後の置換基の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

6

	もとの置換基	置き換えた後の置換基
①	$-\text{NHCOCH}_3$	$-\text{NHSOCH}_3$
②	$-\text{NHCOCH}_3$	$-\text{OCH}_2\text{CH}_3$
③	$-\text{NHCOCH}_3$	$-\text{NH}_2$
④	$-\text{NHCOCH}_3$	$-\text{NO}_2$
⑤	$-\text{NHCOCH}_3$	$-\text{OCOCH}_3$
⑥	$-\text{OCH}_2\text{CH}_3$	$-\text{NHSOCH}_3$
⑦	$-\text{OCH}_2\text{CH}_3$	$-\text{NH}_2$
⑧	$-\text{OCH}_2\text{CH}_3$	$-\text{NO}_2$
⑨	$-\text{OCH}_2\text{CH}_3$	$-\text{OCOCH}_3$
⑩	$-\text{OCH}_2\text{CH}_3$	$-\text{OH}$

5 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

糖類と脂質は、生体構成物質として重要な役割を果たしている。

脂質のうち、リン脂質や糖脂質は、細胞膜の構成成分である。細胞膜は脂質二重層になっており、性部位である炭水素鎖は脂質二重層のに、性部位であるリン酸や糖は脂質二重層のに存在している。この細胞膜中に存在するタンパク質や糖類は、物質輸送や情報伝達などにおいて重要な役割を担っている。

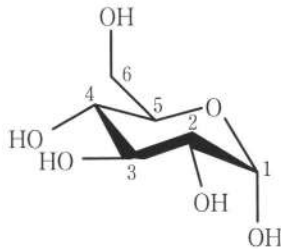
また、脂質である油脂はグリセリンに高級脂肪酸が3分子結合したもの（TG：トリグリセリド）がヒトの体内で中性脂肪として存在するほか、脂質の代謝の中間体として脂肪酸が1分子結合したもの（MG：モノグリセリド）や2分子結合したもの（DG：ジグリセリド）が少量存在する。

TGに属する大豆油やアマニ油はとよばれ、オリーブ油やヤシ油はとよばれている。また、DGの一つであるグリセリン1分子に2分子の脂肪酸と1分子の糖が結合した化合物をグリセロ糖脂質とよぶ。次のデータはアマニ油とオリーブ油を構成する主要脂肪酸の組成に関するものであり、構成する脂肪酸の全物質質量に対する各脂肪酸の物質質量の割合を百分率（モル百分率）で表している。

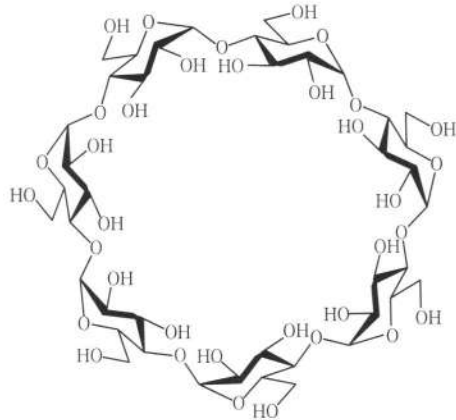
	アマニ油	オリーブ油
パルミチン酸 $C_{15}H_{31}COOH$ 分子量：256	6.0	10.0
ステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ 分子量：284	4.0	3.0
オレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$ 分子量：282	20.0	80.0
リノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$ 分子量：280	15.0	6.0
リノレン酸 $C_{17}H_{29}COOH$ 分子量：278	55.0	1.0

2種類の油脂を構成する主要脂肪酸組成の概算値（モル％）

問1 糖類の一つに、次に示すβ-シクロデキストリンがある。ただし、炭素原子に付した数字は炭素の位置番号を表している。



α-グルコースの構造



β-シクロデキストリンの構造

β-シクロデキストリンはα-グルコースが1,4-グリコシド結合により結合して環状になった化合物である。

このβ-シクロデキストリン 1.00 mol を加水分解し、フェーリング液と反応させると、赤色沈殿が252 g生じた。加水分解されたシクロデキストリンの物質量の割合〔%〕として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。ただし、加水分解されたシクロデキストリンはすべてグルコースにまで分解されたものとし、グルコース 1.0 mol をフェーリング液と反応させると、赤色沈殿が 144 g 生じるものとする。

%

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① 15 | ② 20 | ③ 25 | ④ 30 | ⑤ 40 |
| ⑥ 50 | ⑦ 65 | ⑧ 75 | ⑨ 80 | ⑩ 90 |

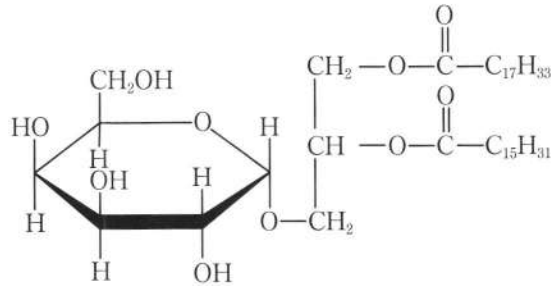
問2 文中の空欄 **ア** ~ **エ** に入る語句の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 **2**

	ア	イ	ウ	エ
①	親油	内側	疎水	外側
②	親油	外側	疎水	内側
③	疎水	内側	親水	外側
④	疎水	外側	親水	内側
⑤	親水	内側	親油	外側
⑥	親水	外側	親油	内側

問3 文中の空欄 **オ** , **カ** に入る語句の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑨のうちから一つ選びなさい。必要ならば、アマニ油とオリーブ油を構成する油脂の平均分子量はそれぞれ、872、876 を用いなさい。なお、油脂 100 g に付加するヨウ素の質量[g]をヨウ素価とよぶ。また、不乾性油はヨウ素価が 100 未満、半乾性油はヨウ素価が 100 以上 130 未満、乾性油はヨウ素価が 130 以上の油脂である。 **3**

	オ	カ
①	不乾性油	不乾性油
②	不乾性油	半乾性油
③	不乾性油	乾性油
④	半乾性油	不乾性油
⑤	半乾性油	半乾性油
⑥	半乾性油	乾性油
⑦	乾性油	不乾性油
⑧	乾性油	半乾性油
⑨	乾性油	乾性油

問4 次に示す化合物は、ある微生物に含まれるグリセロ糖脂質の一つである。このグリセロ糖脂質に関する記述として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 4



- ① フェーリング液と反応させると、赤色沈殿が生じる。
- ② 不斉炭素原子が6個存在する。
- ③ 四塩化炭素溶媒中の臭素溶液に加えても臭素の赤褐色の濃さに変化はない。
- ④ 1分子を十分に加水分解すると、グルコース1分子、グリセリン1分子、脂肪酸2分子に分解する。
- ⑤ ニッケル触媒を用いて炭素間不飽和結合に水素付加を行うと、脂質1 mol に対して、標準状態で 44.8 L の水素が付加する。

問5 TGである純物質の油脂Aの構造を決定するために次の実験1~5を行ったところ、次のような結果が得られた。油脂Aの構造式として最も適切なものを、下の①~⑨のうちから一つ選びなさい。なお、油脂Aを構成する脂肪酸は、アミノ油やオリーブ油を構成する脂肪酸のいずれかである。 5

実験1：油脂A 1.00 gを完全にけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量を測定し、有効数字3桁で表すと 1.90×10^2 mgであった。その反応溶液を酸性にすると、2種類の脂肪酸BとCが得られた。

実験2：油脂Aに対し、平面偏光に対する旋光性の有無を調べる実験を行うと旋光性を有することがわかった。

実験3：油脂A 1 molをニッケル触媒存在下で十分な量の水素と反応させたところ、油脂Dが生じた。油脂Dを酸で加水分解するとグリセリンと脂肪酸Bのみが得られた。

実験4：脂肪酸と第一級アルコールとのエステル結合のみ加水分解するリパーゼを用いて、油脂Aを加水分解すると、MGが得られた。このMGはニッケル触媒存在下で水素と付加反応を起こした。

実験5：過マンガン酸カリウムで次式に示す酸化開裂反応を行うと、脂肪酸Cからヘキサン酸 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ 、ノナン二酸 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ 、プロパン二酸 $\text{HOOCCH}_2\text{COOH}$ が同物質質量ずつ得られた。



