

令和4年度入学試験問題(前期)

理 科(化 学)

【注 意 事 項】

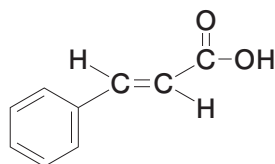
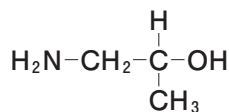
1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には、**1**から**4**までの全部で4問題が印刷されていて、合計9ページある。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. **1**から**4**の全ての問題に解答すること。
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名と受験番号を記入すること。
7. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配付された問題冊子は、持ち帰ること。

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。

C = 12.0 O = 16.0 Na = 23.0 Cl = 35.5 Ca = 40.0

なお，構造式は次の例にならって記せ。

(例)



- 1 エタノール($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，化合物A)と1-ドデカノール($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OH}$ ，化合物D)の反応，およびその生成物について，以下の各問いに答えよ。

問 1 化合物AとDをそれぞれ酸化したところ，図1のように，いずれも反応は二段階で進行した。化合物B，E，Fの示性式を答えよ。

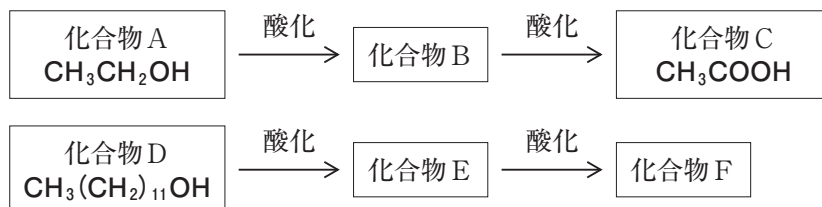


図1

問 2 化合物AからFのうち，室温の水によく溶解するものをすべて選び，あてはまるものを○で囲んで答えよ。なお，該当する化合物がない場合には，「該当なし」を○で囲むこと。

- 問 3 化合物 A から F のうち、室温の水にはほとんど溶解しないが、水酸化ナトリウム水溶液には、よくかき混ぜると室温でも溶解するものをすべて選び、あてはまるものを○で囲んで答えよ。なお、該当する化合物がない場合には、「該当なし」を○で囲むこと。
- 問 4 化合物 A から F のうち、フェーリング液に加えて加熱すると、変化が観察されるものをすべて選び、あてはまるものを○で囲んで答えよ。
- 問 5 問 4 において変化が観察される場合、どのような変化が観察されるか説明せよ。また、この反応で生成が観察される物質を化学式で答えよ。
- 問 6 化合物 A から C のうち、水酸化ナトリウムとヨウ素の混合水溶液に加えて加熱すると、変化が観察されるものをすべて選び、あてはまるものを○で囲んで答えよ。
- 問 7 問 6 において変化が観察される場合、どのような変化が観察されるか説明せよ。また、この反応で生成が観察される物質名を答えよ。
- 問 8 化合物 A と C を反応させてエステルを合成した。生成するエステルの構造式を記せ。
- 問 9 問 8 のエステルを合成する方法を具体的に説明せよ。
- 問 10 問 8 の反応が十分に進行し、エステルが合成されたことを視覚的に確認する方法を答えよ。
- 問 11 体積比 1 : 1 の化合物 A と D の混合物がある。この混合物から化合物 A を純物質として取り出す方法を説明せよ。

2 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

18世紀から19世紀にかけて、炭酸ナトリウム(炭酸ソーダ)の需要が高まり、工業的な製法が発明された。フランスの化学者ルブランは塩化ナトリウム(食塩)、硫酸および炭酸カルシウム(石灰石)から炭酸ナトリウムを得るルブラン法を開発した。しかし、製造時に硫化水素^①や塩化水素^②が生じ、深刻な大気汚染が引き起こされた。そのため、ルブラン法に変わって新たにソルベー法が開発された。

ベルギーのソルベーが開発したソルベー法(アンモニアソーダ法)では、炭酸ナトリウムは図1のように製造される。

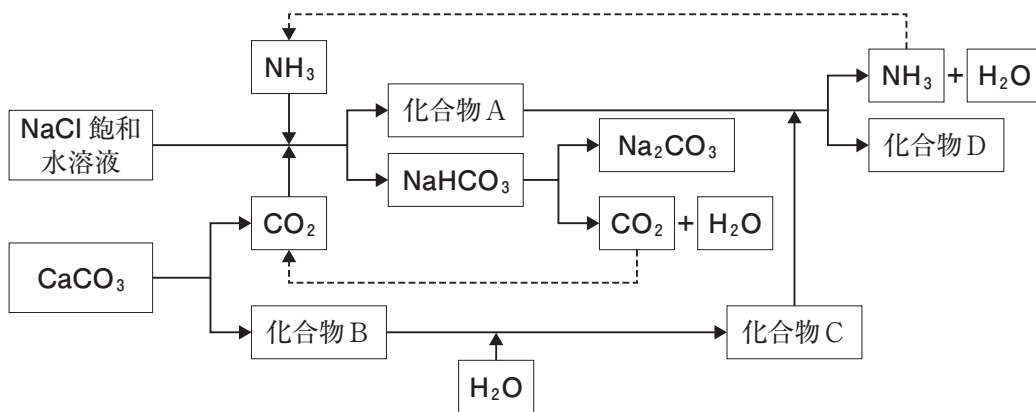


図1

炭酸ナトリウムは、ガラスやセッケンの製造などに使用されている白色の固体で、水溶液は塩基性を示す。水溶液から再結晶させると無色透明な結晶が得られるが、この結晶を空气中に放置すると白色の粉末となる^③。一方、炭酸水素ナトリウムは重曹とも呼ばれ、ベーキングパウダーや油火災の消火剤などに利用されている^⑤。

問1 下線①について、 Pb^{2+} を含む水溶液に硫化水素を通じると沈殿が生じた。この沈殿の化学式ならびに沈殿の色を答えよ。

問 2 下線②について、塩化水素に関わる以下の(1)から(3)の反応をそれぞれ化学反応式で答えよ。

- (1) 実験室では塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて塩化水素を発生させる。
- (2) 塩化水素に濃アンモニア水を近づけると白煙が生じる。
- (3) 高度さらし粉に塩化水素の水溶液を加えると塩素が生じる。

問 3 図 1 の化合物 A から D にあてはまる物質を化学式で答えよ。

問 4 ソルベール法をまとめると、 NaCl 、 CaCO_3 、 Na_2CO_3 および化合物 D のみを用いた化学反応式で表すことができる。この反応式を答えよ。

問 5 ソルベール法により、11.7 kg の塩化ナトリウムから炭酸ナトリウムを製造した。必要な炭酸カルシウムと製造された炭酸ナトリウムの質量をそれぞれ求めよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で記せ。

問 6 下線③のように、炭酸ナトリウムの水溶液が塩基性を示す理由について、適切なイオン反応式を用いて説明せよ。

問 7 下線④の現象を何と呼ぶか答えよ。また、この現象が起こる理由について説明せよ。

問 8 下線⑤について、炭酸水素ナトリウムがベーキングパウダーとして用いられる理由を、炭酸水素ナトリウムの性質に基づいて説明せよ。

3 〔Ⅰ〕, 〔Ⅱ〕の各問いに答えよ。

〔Ⅰ〕 以下の文章を読み, 各問いに答えよ。

スクロース水溶液を冷却したところ, 図1のような冷却曲線が得られた。ただし, 図1において, 冷却曲線の直線CD間の延長線とグラフの縦軸との交点の温度を t_1 , この延長線と曲線ABとの交点の温度を t_2 , 曲線BC間で最も高い温度を t_3 , 曲線AB間で最も低い温度を t_4 とする。

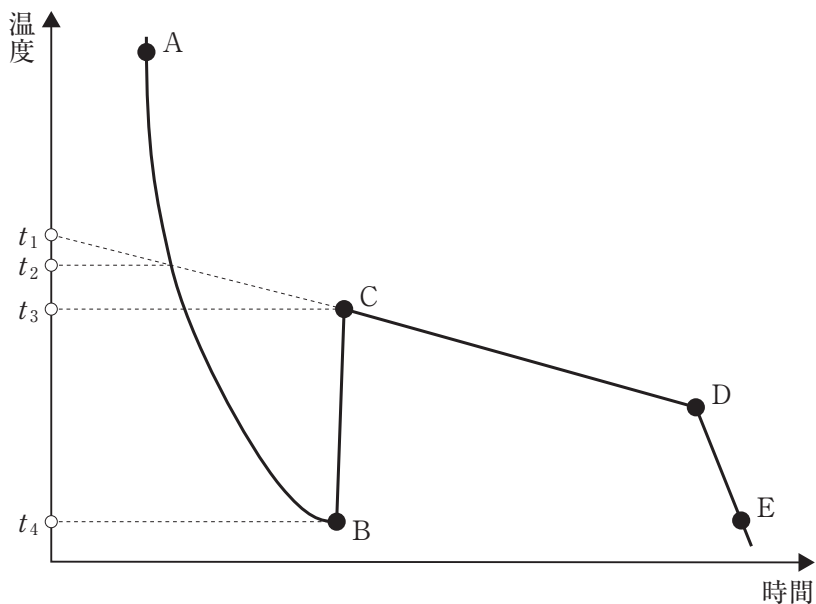


図1

問1 図1において, AB間, BC間, CD間, DE間における状態を答えよ。

問2 図1において, 固体が生じ始める温度と凝固点を t_1 から t_4 より, それぞれ選び, 答えよ。

問3 図1において, 冷却曲線のBC間で温度が上がる理由を説明せよ。

問4 図1において, 冷却曲線のCD間で徐々に温度が下がる理由を説明せよ。

〔Ⅱ〕 以下の各問いに答えよ。

問 1 ベンゼンにナフタレンを溶解した濃度の異なる 4 種類の質量モル濃度のベンゼン溶液をつくり、それぞれの凝固点を測定した。表 1 はその結果である。以下の(1)、(2)の各問いに答えよ。

表 1

質量モル濃度[mol/kg]	0.1	0.3	0.6	0.9
凝固点[℃]	5.0	4.0	2.5	1.0

- (1) 縦軸を凝固点、横軸を質量モル濃度としてグラフを破線(---)で作図せよ。
- (2) このグラフからベンゼンの凝固点およびモル凝固点降下を求めよ。

問 2 安息香酸はベンゼン溶液中で図 2 のように水素結合によって二分子が会合した状態で存在する。ベンゼン溶液中の安息香酸はすべて会合しているものとして、安息香酸のベンゼン溶液の凝固点と質量モル濃度の関係を実線(—)で作図せよ。ただし、作図は問 1(1)の解答欄に行うこと。

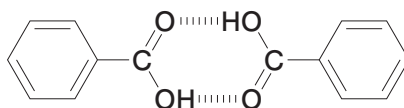


図 2

問 3 ベンゼン 100 g に非電解質 A を 2.4 g 溶解した溶液がある。この溶液の凝固点が 4.7℃ の場合、問 1(2) で得られたベンゼンの凝固点とモル凝固点降下を用いて、非電解質 A の分子量を求めよ。ただし、計算の過程を示し、有効数字 2 桁で答えること。なお、非電解質 A はベンゼン溶液中で会合しないものとする。

4 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

塩酸の濃度を知るため、図1に示すガラス器具AからDを用いて水酸化ナトリウム水溶液による中和滴定を行った。

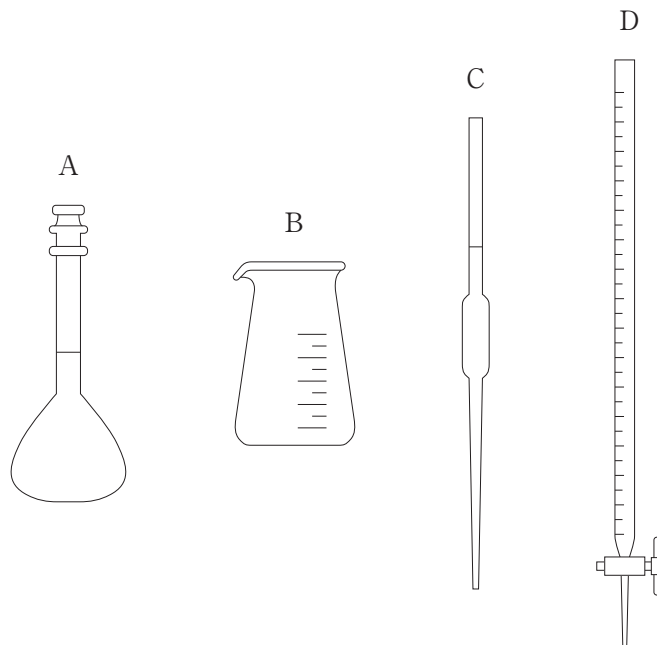


図1

問1 ガラス器具AからDの名称を記せ。

問2 ガラス器具A、CおよびDの用途を次の(a)から(c)の中からそれぞれ選べ。

- (a) 一定の体積の溶液を正確にはかり取る
- (b) 正確な濃度の溶液をつくる
- (c) 滴下した溶液の体積をはかる

問3 ガラス器具AからDのうちで、純水で洗浄後にぬれたまま使用できる器具をすべて答えよ。なお、該当するものがない場合は、「該当なし」と答えること。

問 4 ガラス器具Dに溶液を入れたときの様子を図2に示す。以下の(1), (2)の各問いに答えよ。

- (1) 目盛りを読むときの目の位置で適切なのはどれか, 図2のアからウの中から選べ。
- (2) 図2のときの液面の目盛り[mL]を読み取れ。

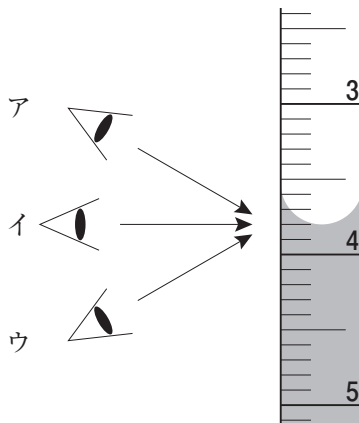


図 2

問 5 固体の水酸化ナトリウムを計り取り, 水に溶かして水酸化ナトリウム水溶液をつくっても, 目的の濃度の溶液を得るのは困難である。この理由を答えよ。

問 6 シュウ酸標準水溶液による中和滴定により, つくった水酸化ナトリウム水溶液の濃度が 0.100 mol/L であることがわかった。この水酸化ナトリウム水溶液を用いて, 濃度未知の塩酸 10.0 mL の滴定を行った。水酸化ナトリウム水溶液を滴下していったとき, 溶液の pH は図3のように変化した。塩酸の濃度を求めよ。計算の過程を示し, 答えは有効数字3桁で求めよ。

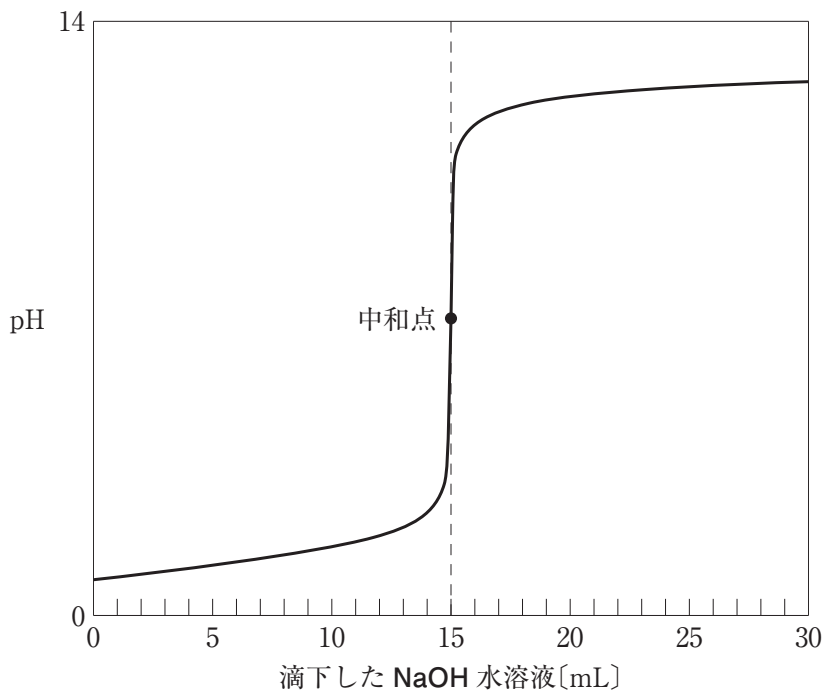


図 3

問 7 図 3 の滴定曲線から、溶液の pH が中和点の前後で大きく変化していることがわかる。この中和滴定における pH の変化を計算により求めたい。以下の(1)、(2)の各問いに答えよ。なお、答えは小数点以下第 1 位まで記せ。また、水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$ とし、 $[\text{H}^+] = m \times 10^{-n}$ では、 $\text{pH} = n - \log_{10} m$ となる。必要があれば次の値を使うこと。

$$\log_{10} 2.4 = 0.38, \log_{10} 4.2 = 0.62$$

- (1) 中和点における pH はいくつか。
- (2) 水酸化ナトリウム水溶液を 14.0 mL 滴下したときの溶液の pH を求めよ。計算の過程を示すこと。