

化 学

学 部	学 科(クラス)	配 点
理工学部	理工学科(化学クラス)	350 点
	理工学科(数理・物理クラス, 材料科学クラス, 情報系クラス, 電気電子・情報通信クラス, 機械知能航空クラス, 社会基盤・環境工学クラス)	200 点

注 意 事 項

1. 問題は, [1] と [2] の計 2 問です。
2. [1] と [2] のすべてを解答しなさい。
3. 解答用紙は, (3 の 1) から (3 の 3) までの計 3 枚です。解答は, すべて解答用紙の指定欄に記入しなさい。
4. 必ず解答用紙のすべてに, 本学の受験番号を記入しなさい。
5. 印刷不鮮明およびページの落丁・乱丁等に気づいた場合は, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してよい。
7. 試験終了後, 問題冊子および計算用紙は持ち帰りなさい。

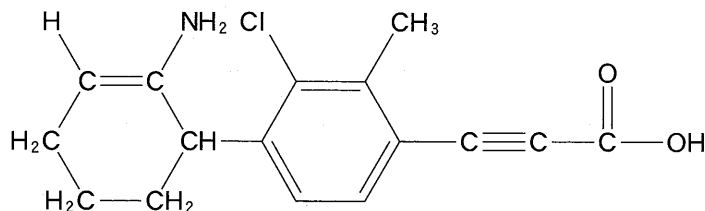
1) 必要なときは、次の原子量を用いよ。

H : 1.00 C : 12.0 O : 16.0 Na : 23.0 Cl : 35.5 Ca : 40.0

Br : 80.0

2) 構造式は例にならって書け。

(例)



1

次の〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕の文章を読み、問 1 ～問 10 に答えよ。

〔Ⅰ〕 3 個の炭素原子からなる炭化水素 **A**, **B**, **C**, **D** がある。光(紫外線)があたらない条件では、炭化水素 **A** に塩素を混合しても反応は進行しなかった。しかし、炭化水素 **A** と塩素の混合物に光を照射すると反応が進行し、分子内の^①水素原子が塩素原子に置換された生成物が得られた。 3 個の炭素原子間の結合角が小さく、構造のひずみが大きい炭化水素 **B** は反応性が高く、臭素と容易に反応して分子量が 160 増加した生成物を与えた。炭化水素 **C** は炭化水素 **B** と同じ分子式をもち、硫酸触媒の存在下で水を付加させると分子式 C_3H_8O をもつ 2 種類のアルコール **E** とアルコール **F** が生成した。 さらにアルコール **E** を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化するとケトン **G** が得られた。一方、炭化水素 **D** にニッケル触媒の存在下で水を付加させたところ、炭化水素 **C** を経由して最終的に炭化水素 **A** となった。また、炭化水素 **D** に硫酸水銀(Ⅱ)触媒の存在下で水を付加させたところ、不安定な中間生成物 **H** (エノール形) を経て、その異性体である安定なケトン **G** (ケト形) が主生成物として得られた。

- 問 1. 炭化水素 **A**～**D** の名称をそれぞれ書け。
- 問 2. 下線部①に関して，炭化水素 **A** の水素原子 2 個が塩素原子に置換された生成物のうち，不斉炭素原子を有するものの構造式を書け。不斉炭素原子には*印を付記せよ。
- 問 3. 下線部②に関して，炭化水素 **B** と臭素との反応を，構造式を用いた化学反応式で書け。
- 問 4. アルコール **E** およびアルコール **F** の構造式をそれぞれ書け。
- 問 5. ケトン **G** および中間生成物 **H** の構造式をそれぞれ書け。
- 問 6. 化合物 **A**～**G** の中からヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると特異臭をもつ黄色沈殿が生じるものを全て選び，記号で答えよ。

[Ⅱ] 単糖の一つであるグルコース $C_6H_{12}O_6$ は、水溶液中で 2 種類の環状構造^③ (α -グルコースおよび β -グルコース) と鎖状構造の平衡状態で存在し、その水溶液は還元性を示す。グルコースは動植物のエネルギー源として重要である。植物はエネルギー源としてのグルコースを光合成によりつくり、 α -グルコース^④ が縮合重合した多糖である (ア) ($C_6H_{10}O_5$)_n として体内に貯蔵している。 (ア) は、枝分かれ構造をもたず熱水に可溶な (イ) と枝分かれ構造をもち熱水に不溶な (ウ) の 2 成分から構成される。一方、 β -グルコースが縮合重合した多糖である (エ) ($C_6H_{10}O_5$)_n は植物の細胞壁の主成分であり、植物の生体構造を支える役割を担う。 (ア) や (エ) を希酸または酵素で加水分解すると、最終的にグルコースとなる。例えば、 (ア) を酵素 (オ) で加水分解すると、 (ア) よりも分子量の小さい^⑤ (カ) を経て二糖 (キ) $C_{12}H_{22}O_{11}$ が生じ、さらに (キ) に酵素 (ク) を作用させるとグルコースになる。 (ア) や (エ) を加水分解してグルコースとし、そのグルコースをアルコール発酵することによりエタノールが得られる。生物資源由来のエタノールは一般にバイオエタノールと呼ばれ、化石燃料に代わる新たな燃料の一つとして注目されている。

問 7. 文章中の空欄 (ア) ~ 空欄 (ク) に入る適切な語句を次の語群から選べ。

語群	セロピオース	グリコーゲン	マルトース	アミロペクチン
	インベルターゼ	デンプン	ラクトース	セロビアーゼ
	アミロース	アミラーゼ	デキストリン	ラクトース
	スクロース	マルターゼ	セルロース	セルラーゼ

問 8. 下線部③に関する次の設問(1)および設問(2)に答えよ。

- (1) 図 1 に示すように、水溶液中において α -グルコース(環状構造)と β -グルコース(環状構造)はグルコース(鎖状構造)を経由して相互に変換し、3種類の異性体が平衡状態にある。 α -グルコース(環状構造)の構造式を参考として、グルコース(鎖状構造)と β -グルコース(環状構造)の構造式を書け。

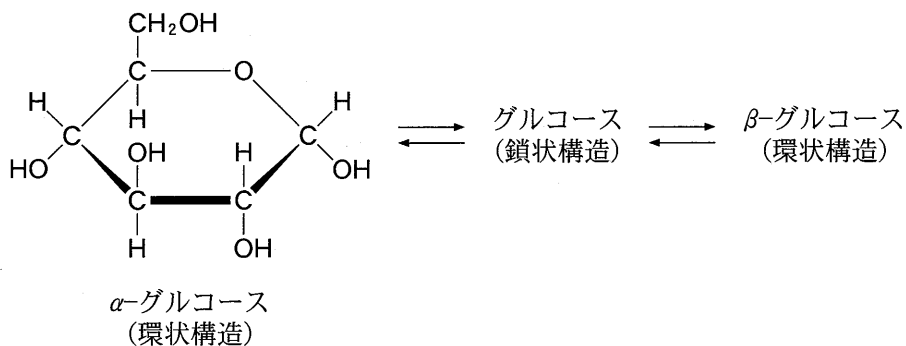


図 1 グルコースの水溶液中での平衡状態

- (2) グルコースの水溶液が還元性を示す理由を簡潔に説明せよ。

問 9. 下線部④に関して、光合成によってグルコースが生成する化学反応式を書け。ただし、グルコースの表記は $C_6H_{12}O_6$ と省略してよい。

問10. 下線部⑤に関する次の設問(1)および設問(2)に答えよ。

- (1) 32.4 g の ア を酵素により二糖 キ まで完全に加水分解したとき、何 g の キ が生成するか、有効数字 3 桁^{けた}で答えよ。計算過程も示せ。
- (2) 二糖 キ 51.3 g を酵素によりグルコースまで完全に加水分解した後、生じたグルコースを完全にアルコール発酵させると、何 g のエタノールが生成するか、有効数字 3 桁^{けた}で答えよ。計算過程も示せ。

2

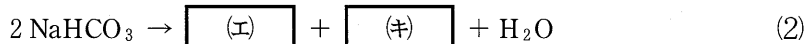
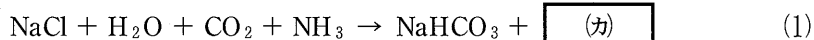
次の〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕の文章を読み、問1～問5に答えよ。

〔Ⅰ〕 水素を除く1族元素をアルカリ金属といい、その原子はすべて1個の価電子をもつため、1価の陽イオンになりやすい。アルカリ金属は、天然には塩として存在し、単体を得るためには化合物の〔ア〕という操作が必要である。

アルカリ金属の単体は、室温で酸素やハロゲンと反応して、酸化物やハロゲン化物を生成する。また、水と激しく反応するため、例えば金属ナトリウムは水と反応して水素を発生しながら溶け、陽イオンとなり〔イ〕水溶液となる。乾燥した〔イ〕は無色半透明の固体で、大気中に放置すると水分を吸収して溶ける。この現象を〔ウ〕という。固体の〔イ〕は大気中の二酸化炭素と反応し、〔エ〕と水を生じる。〔エ〕は水によく溶け、その水溶液は塩基性を示す。〔エ〕の水溶液を濃縮すると、無色の十水和物の結晶が析出する。さらにこの結晶を乾燥空气中で放置すると、結晶中の水が失われて粉末状の一水和物となる。この現象を〔オ〕という。

問 1. 文中の空欄〔ア〕，空欄〔ウ〕，空欄〔オ〕にあてはまる適切な語句，空欄〔イ〕，空欄〔エ〕にあてはまる適切な化学式を答えよ。

問 2. 〔エ〕の工業的製造法における原料は塩化ナトリウムであり、製造過程で生じる副生成物を再利用するための物質として炭酸カルシウムが用いられる。この製造過程は、塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを吸収させ、続いて二酸化炭素を吹き込んで沈殿してくる炭酸水素ナトリウムを取り出して熱分解し、〔エ〕を得るというものである。この時の一連の化学反応式は、



である。

式(1)で副生成物として生じた (カ) からアンモニアを生成し、式(1)の反応で再利用するため、炭酸カルシウムの加熱により得られる酸化カルシウムを水に溶かし、得られた水酸化カルシウムと (カ) を反応させる。このときの化学反応式は、



である。

次の設問(1)～設問(4)に答えよ。

- (1) 空欄 (カ) ～空欄 (ク) に当てはまる適切な物質の組成式を答えよ。
- (2) この工業的製造法の名称を答えよ。
- (3) この工業的製造法の全体をまとめた化学反応式を書け。
- (4) この工業的製造法により、(ク) が 111 kg が得られるとき、原料である塩化ナトリウムは何 kg 必要か求めよ。また、計算過程も示せ。ただし、製造および回収時の化学反応は過不足なく進行するものとする。

[Ⅱ] 炭素とケイ素はいずれも 14 族元素であり、共有結合により原子価が 4 の化合物をつくる。

炭素の単体には原子の結びつきや配列が異なるいくつかの が存在する。例えば、二次元結晶となる炭素の としてグラフェンがある。グラフェンは炭素原子が正六角形に規則正しく並んだ構造で、炭素原子 1 個分の厚さで平面状につながった二次元結晶であり、炭素原子がハチの巣状に並んでいる。グラフェンが層状に重なったものが黒鉛であり、筒状になったような構造をもつ やサッカーボール状の構造をもつ も発見されている。さらに、炭素の には三次元構造をもつダイヤモンドがある。ダイヤモンドは、各炭素原子が、 個の価電子により隣接する炭素原子とそれぞれ共有結合をつくって正四面体の形をとり、これが繰り返された立体構造をもつ。

ケイ素の単体は灰色で金属光沢があり、共有結合結晶はダイヤモンドと同様の正四面体構造である。ケイ素は、天然には石英や水晶の主成分である二酸化ケイ素として存在する。二酸化ケイ素の粉末をナトリウムの炭酸塩と混合し、1300℃で融解させると ^① が生成する。 に水を加えて長時間煮沸すると、粘性の大きい液体の水ガラスが得られる。水ガラス ^②は塩基性であり、塩酸を加えると種々の組成をもつ半透明ゲル状のケイ酸が得られる。ケイ酸を加熱しながら脱水するとシリカゲルが得られる。

問 3. 文中の空欄 ～空欄 にあてはまる適切な語句、または物質の組成式を答えよ。

問 4. 以下の設問(1)または設問(2)のいずれか 1 つを選択し、選択した設問番号を解答欄に明記したのち解答せよ。

(1) C(黒鉛) 1 mol から C(ダイヤモンド) 1 mol が生成するときの反応のエントルピー変化を付した化学反応式を書け。また、計算過程も示せ。ただし、C(黒鉛)とC(ダイヤモンド)の燃焼エンタルピーはそれぞれ -394 kJ/mol , -396 kJ/mol とする。

(2) C(黒鉛)からC(ダイヤモンド)が生成するときの反応の熱化学方程式を書け。また、計算過程も示せ。ただし、C(黒鉛)とC(ダイヤモンド)の燃焼熱はそれぞれ 394 kJ/mol , 396 kJ/mol とする。

問 5. 下線部①と下線部②で起こる化学反応の反応式を書け。