

化学

解答例・出題意図

1

【出題意図】

無機物質における元素を題材とする総合的な問題から、固体の構造や元素の特徴に係る基礎的知識、思考力、理解力について問うた。原子の相互作用と単体の性質や化学反応との関係について基礎的な理解ができているかを試験した。

【解答例】

(1)	ア	(第一)イオン化エネルギー	イ	貴ガス (希ガス、不活性ガス)	ウ	アルカリ金属	エ	イオン
	オ	4	カ	共有	キ	同素体	ク	ハロゲン
	ケ	7	コ	酸化力				
(2)	サ	ネオン	シ	8	ス	0		
(3)	(a)	ナトリウム	(b)	$\frac{\sqrt{3}a}{4}$	(c)	$\frac{2M}{a^3N_A}$		
(4)	黒鉛は電気伝導性を もつ							
	理由： 公表略							
(5)	沸点は 高くなる			力の名称： ファンデルワールス力 (分子間力)				
(6)	$2KI + Cl_2 \rightarrow 2KCl + I_2$							

※記述問題の正答例は開示していません。

2

【出題意図】

化学反応において、反応の速さに関する基礎的な理解を問うた。また、化学平衡、反応におけるエネルギー変化、反応エンタルピー、化学平衡と反応速度などの基礎的かつ重要な事項の理解を試すために、水素とヨウ素からヨウ化水素を生成する可逆反応を題材とした設問を課した。

【解答例】

(1)	ア	衝突	イ	回数	ウ	比例	エ	反応速度式	
(2)	計算過程： 公表略		答： $p = 2$ $q = 3$						
(3)	可逆反応								
(4)	183 kJ								
(5)	(a)	$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$							
	(b)	導出過程： 公表略							答： $K = \frac{k_1}{k_2}$
	(c)	H ₂ の物質質量： 0.030 mol				I ₂ の物質質量： 0.050 mol			
		平衡定数 K ： 60							
	(d)	0.30 mol							
(e)	k_1 が 60 倍大きい								
(6)	(a)	×	(b)	×	(c)	○	(d)	○	

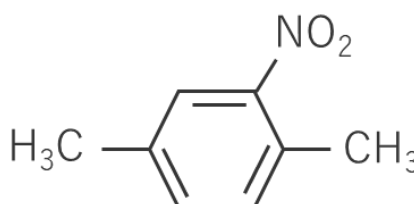
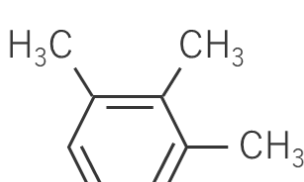
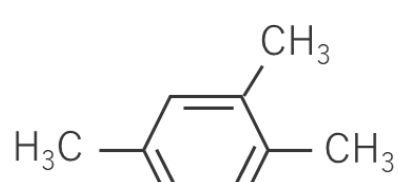
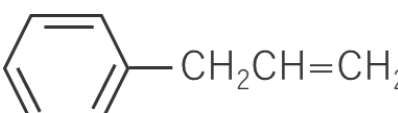
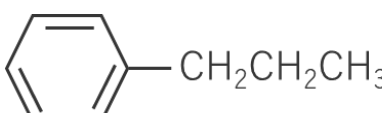
※記述問題の正答例は開示していません。

3

【出題意図】

芳香族炭化水素の構造決定を主な題材とし、有機化合物の構造や反応に関する基本的な知識を正しく習得できているかを問うた。また、有機化合物の各種異性体を構造式等により説明する力を試した。

【解答例】

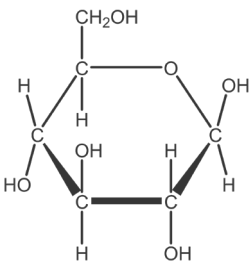
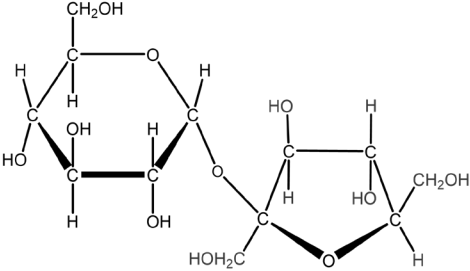
(1)	(a)	計算過程：公表略	組成式：C ₄ H ₆			
	(b)	計算過程：公表略	分子量：106			
	(c)	C ₈ H ₁₀				
(2)						
(3)	ア	濃硝酸	イ	構造 (位置)	ウ	シス-トランス (幾何)
(4)	<i>p</i> -キシレン (1,4-キシレン、 <i>p</i> -ジメチルベンゼン、1,4-ジメチルベンゼン)					
(5)	C			D		
	G			H		
(6)	(a)	L	(b)	I	(c)	K

※記述問題の正答例は開示していません。

【出題意図】

天然高分子化合物のうち、糖および蛋白質に関して、その立体構造、性質、および化学反応に関する理解度を問うた。理解度を評価するため、基礎的な専門用語の知識を問うとともに、それらの概念について自らの言葉で説明する力や、関連する数値的処理を行う計算力も試した。

【解答例】

(1)	ア	構造	イ	5	ウ	スクラーゼ (インペルターゼ、サッカラーゼ)
	エ	基質	オ	活性部位 (活性中心)		
(2)				(3)		
(4)	(a)	× デンプンをマルトース (デンプンをデキストリン)	(b)	○	(c)	× 2 付近 (1.5)
	(d)	○	(e)	○		
(5)	公表略					
(6)	公表略					
(7)	反応式： $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$ 計算過程： 公表略 答： 20 g					

※記述問題の正答例は開示していません。

問題訂正 補足説明 「化学」

【問題冊子】

●問題訂正

4 ページ ① リード文 3行目

(誤) 「原子番号が 2, 10, 18 の元素は、いずれも原子番号が前後の元素より」

(正) 「原子番号が 2, 10, 18 の元素の原子は、いずれも原子番号が前後の元素の原子より」

5 ページ ① (3) (b)

(誤) 「原子半径を表せ。」

(正) 「原子半径 r [cm] を表せ。」

●補足説明

記述問題の場合、元素記号およびイオンの化学式は 1 マスに入れてください。

令和 8 年度入学試験問題

化 学

注 意 事 項

1. この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはいけません。
2. 解答用紙は問題冊子とは別になっているので、解答はすべて解答用紙の指定されたところに記入しなさい。また、解答用紙は問題ごとに別になっているので、注意すること。
3. 本学の受験番号をすべての解答用紙の指定されたところへ正しく記入しなさい。氏名を書き添えてはいけません。
4. この問題冊子は、表紙を含めて12ページあります。ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、監督者に申し出なさい。
5. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

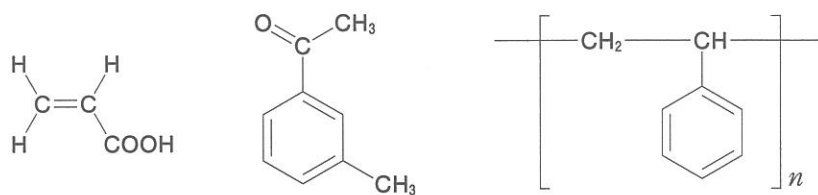
問題の解答に必要なならば、以下の数値を用いなさい。

原子量 H : 1.0 C : 12.0 O : 16.0

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

化合物の構造式を答える場合には、記入例にならって示しなさい。

(記入例)



1 次の文章を読み、設問(1)~(6)に答えよ。

原子から1個の電子を取り去って、1価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを、(ア)という。図1は、原子の(ア)の値と原子番号との関係を示したものである。

原子番号が2, 10, 18の元素は、いずれも原子番号が前後の元素より(ア)が大きくなっている。これらの元素は、空气中に単原子分子として少量含まれていて、(イ)と呼ばれる。(イ)の原子は他の原子と比べて①安定である。

原子番号が3, 11, 19の元素は、(ウ)と呼ばれ、その原子は1価の陽イオンになりやすく、②単体は酸素や塩素などと直接反応して(エ)結合の化合物をつくる。(ウ)は反応性に富むため、天然には単体として存在しない。

原子番号が6, 14の元素は、その原子がいずれも価電子を(オ)個もっていて、一般に他の原子と(カ)結合した化合物をつくる。ダイヤモンドと黒鉛は原子番号6の元素の単体である。これらは同じ元素でできていながら、③性質が異なるため、互いに(キ)という。

原子番号が9, 17の元素は(ク)と呼ばれる。(ク)の原子は価電子を(ケ)個もち、電子を1個取り入れて1価の陰イオンになりやすい。(ク)の単体は、④いずれも二原子分子からなり、他の物質から電子を奪う力、すなわち(コ)が強い。

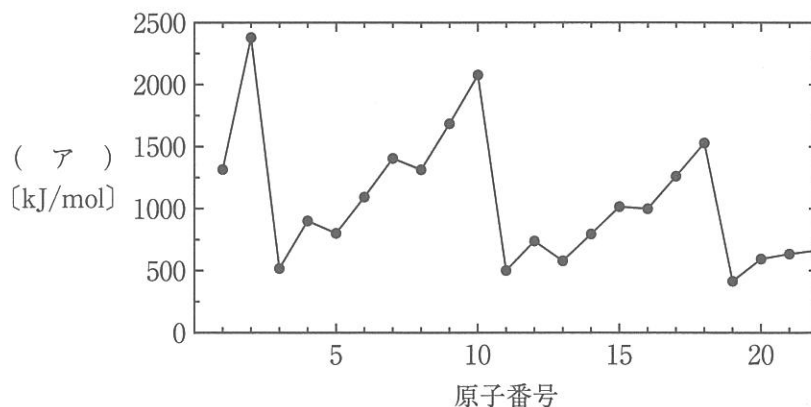


図1 原子番号に対する(ア)の関係

- (1) 空欄(ア)~(コ)にあてはまる適切な語句もしくは数字を記入せよ。
- (2) 下線部①について、原子番号10の元素の原子が安定である理由を、以下の文章で述べている。空欄(サ)~(ス)にあてはまる適切な語句もしくは数字を記入せよ。

「原子番号10の元素名は(サ)である。この原子の最外殻電子の数は(シ)、価電子の数は(ス)であり、この電子配置が安定であることによる。」

- (3) 下線部②について、原子番号 11 の元素の単体は体心立方格子からなる単位格子をつくる。この単体の単位格子の一辺を a [cm]、モル質量を M [g/mol]、アボガドロ定数を N_A [/mol] としたとき、次の問(a)~(c)に答えよ。
- (a) 原子番号 11 の元素名を答えよ。
- (b) 結晶中に球状の原子が互いに接して詰まっているとして、 a [cm] を用いてこの元素の原子半径を表せ。なお平方根は小数で近似せずに無理数のまま表せ。
- (c) この単体の密度 d [g/cm³] を、 a [cm]、 M [g/mol]、 N_A [/mol] を用いて表せ。
- (4) 下線部③について、黒鉛が電気伝導性をもつかもたないかについて、解答欄の正しい方を選び丸で囲め。また、その理由を、黒鉛の構造に使われる炭素原子の価電子の数に注目して、50 字以内で説明せよ。
- (5) 下線部④について、原子番号が大きいものほど、その沸点は低くなるか高くなるか変わらないかを、解答欄の正しいものを選び、丸で囲め。また、その原因となる力の名称を答えよ。
- (6) 下線部⑤に関連して、以下の 2 つの式のうち、反応が進むのはどちらか。解答欄の反応式を丸で囲め。



2 次の文章を読み、設問(1)~(6)に答えよ。

化学反応には、瞬時に進む速い反応から、時間をかけてゆっくり進む遅い反応までさまざまなものがある。化学反応の速さ(反応速度)は、単位時間あたりの反応物の減少量、または生成物の増加量で表される。

溶液中の化合物や気体が反応する場合の反応速度は、反応物のモル濃度(単位体積あたりの物質濃度[mol/L])を高くすると、大きくなる。例として、気体の化合物 A と B が反応し、化合物 C が生成する反応を考える。A と B との間で化学反応が起こるためには、A の分子と B の分子が(ア)する必要があり、単位時間あたりの(ア)の(イ)が、化合物 A のモル濃度に対しても化合物 B のモル濃度に対しても(ウ)するからである。

しかし、実際の反応は複雑で、いくつかの反応が組み合わさって進むことがある。この場合、反応速度は単純に各反応物の濃度に対して(ウ)するとは限らない。A と B が反応し C が生成する反応において、化合物 C が生成する反応速度(生成速度) v_C は、定数 k を用いて以下の(エ)と呼ばれる式で表される。

$$v_C = k[A]^p[B]^q$$

ただし、 $[A]$ と $[B]$ はそれぞれ A と B のモル濃度であり、 p と q は実験によって求められる。

水素 H_2 とヨウ素 I_2 を密閉容器に入れて高温に保つと、 I_2 はすべて気体となり、 H_2 と I_2 が反応してヨウ化水素 HI を生成する。HI の生成速度 v_1 は、定数 k_1 を用いて

$$v_1 = k_1[H_2][I_2]$$

となることが実験で確かめられている。また、HI を密閉容器に入れて高温に保つと、HI が分解して H_2 と I_2 を生成する。HI の分解速度 v_2 は、定数 k_2 を用いて

$$v_2 = k_2[HI]^2$$

となることがわかっている。

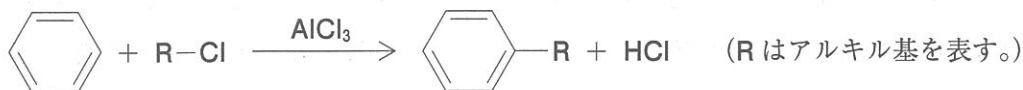
- (1) 空欄(ア)~(エ)にあてはまる適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部①について、 p と q を求めるため下記のような実験をおこなった。実験結果から p と q をそれぞれ求めよ。計算過程を示すこと。

反応開始時における A と B のモル濃度(初濃度)がそれぞれ $[A]_0$ と $[B]_0$ であるとき、ある温度における反応開始直後の C の生成速度(初期生成速度)は v_{C0} であった。次に、ほかの条件は変更せず、A と B の初濃度をどちらも 2 倍にして実験したところ、C の初期生成速度は v_{C0} の 32 倍になった。一方、B の初濃度のみを 2 倍にしたところ、初期生成速度は 8 倍になった。

- (3) 下線部②および③のように、どちら向きにも進む反応は何と呼ばれるか答えよ。
- (4) 下線部②の反応において、1 mol の H_2 と 1 mol の I_2 が反応して 2 mol の HI が生成する反応の活性化エネルギーを 174 kJ, エンタルピー変化 ΔH を -9 kJ とする。下線部③の反応において、2 mol の HI が分解して 1 mol の H_2 と 1 mol の I_2 が生成する反応の活性化エネルギー [kJ] を求め、整数で答えよ。
- (5) 0.180 mol の H_2 と 0.200 mol の I_2 を容積 10.0 L の容器に入れて密閉し高温に保った。長時間経過すると容器内は化学平衡の状態に達した。以下の問(a)~(e)に答えよ。ただし、容器内には H_2 , I_2 および HI のみが存在し、それ以外の物質は存在しないものとする。また、この温度では容器内の物質はいずれも気体である。
- (a) 下線部②の反応 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ の平衡定数 K を各成分のモル濃度 $[\text{H}_2]$, $[\text{I}_2]$, $[\text{HI}]$ を用いて表せ。
- (b) 下線部②の反応の平衡定数 K を k_1 と k_2 を用いて表せ。導出過程を示すこと。
- (c) 生成した HI の物質量は 0.300 mol であった。このときの容器内の H_2 および I_2 の物質量 [mol] と、平衡定数 K を求めよ。有効数字 2 桁の数値で答えよ。
- (d) 最初の H_2 と I_2 の物質量と温度を変えないで反応に用いる容器の容積を 10.0 L から 5.0 L としたときの、平衡状態における容器内の HI の物質量 [mol] を有効数字 2 桁の数値で答えよ。
- (e) (d)において、 k_1 と k_2 のうち大きいほうを解答欄の k_1 と k_2 のどちらかを丸で囲み答えよ。また、大きいほうは小さいほうの何倍かを有効数字 2 桁の数値で、解答欄の下線を引かれた空欄に答えよ。
- (6) 化学反応に関する以下の(a)~(d)の文または文章について、それぞれの正誤を答えよ。なお、正しい場合は○を、誤っている場合は×を用いること。
- (a) 発熱反応では、反応温度を低くすると反応速度が大きくなる。
- (b) 反応速度を大きくする触媒は、反応エンタルピーを大きくする。
- (c) 化学反応は反応途中にエネルギーの高い状態を経て進行するが、この状態を遷移状態という。
- (d) 反応物が気体のとき、ほかの条件は変えずに、反応容器の容積を小さくすることで反応容器内の気体の圧力を高くすると反応速度は大きくなる。しかし、容器の容積は変えず反応に関与しない気体を加えて反応容器内の気体の圧力を高くしても、反応速度は変わらない。

3 次の文章を読み、設問(1)~(6)に答えよ。

ベンゼン環にアルキル基が結合した化合物を、アルキルベンゼンという。ベンゼンに塩化アルミニウムを触媒としてクロロアルカン(塩化アルキル)を反応させると、以下のように反応しアルキルベンゼンが得られる。この反応では、ベンゼン環に複数のアルキル基が導入された化合物も生じる。



塩化アルミニウムの存在下でベンゼンにクロロメタン CH_3Cl を反応させたところ、トルエンの他に、複数のメチル基が導入された化合物 A, B, C, D が得られた。化合物 A は、炭素を 90.6% (質量%) 含み、^① 温度 167℃、圧力 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ において気体であり、密度が 2.90 g/L であった。化合物 B は化合物 A の異性体であることがわかった。化合物 A, B を (ア) と濃硫酸の混合物で処理し、^② ベンゼン環の水素原子 1 つをニトロ基で置換すると、化合物 A からは 1 種類の生成物、化合物 B からは 2 種類の (イ) 異性体が得られた。

また、化合物 C, D の組成を調べたところ、分子式はどちらも C_9H_{12} であった。化合物 C, D の水素原子 1 つを塩素原子で置き換えたとき、化合物 C では生じる (イ) 異性体が 4 種類であったのに対し、化合物 D では生じる (イ) 異性体が 6 種類であった。

ベンゼンの一置換体 E, F, G がある。それぞれ 1 mol の化合物 E, F, G は、パラジウム触媒の存在下で 1 mol の水素と反応し、いずれも化合物 C の異性体である同一の化合物 H を与えた。化合物 E, G が互いに (イ) 異性体の関係にあったのに対し、化合物 E, F は互いに立体異性体の 1 つである (ウ) 異性体の関係にあった。

(1) 以下の問(a)~(c)に答えよ。

(a) 下線部①の結果より、化合物 A の組成式を求めよ。計算過程も示せ。

(b) 下線部②の結果より、化合物 A の分子量を有効数字 3 桁の数値で求めよ。計算過程も示せ。ただし A の気体は理想気体としてふるまうものとする。

(c) 化合物 A の分子式を求めよ。

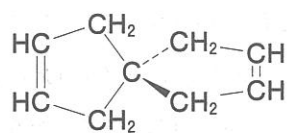
(2) 下線部③の反応で、化合物 A から生成する化合物の構造式を示せ。

(3) 空欄 (ア) ~ (ウ) にあてはまる適切な語句を記せ。

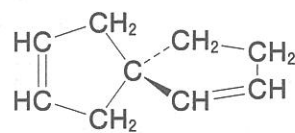
(4) 化合物 A の化合物名を記せ。(イ) 異性体の区別ができるように記すこと。

(5) 化合物 C, D, G, H の構造式をそれぞれ示せ。

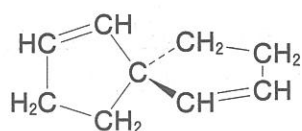
- (6) 以下の図2に示す化合物は、いずれも化合物Cの異性体である。これらの化合物について、以下の問(a)~(c)に答えよ。なお図中で、五員環をつなぐ炭素原子から伸びる4本の結合のうち、実線で示す2本の結合は紙面上に、くさび形太線(▲)で示す結合は紙面の手前に、破線(---)で示す結合は紙面の奥に、それぞれ存在する。



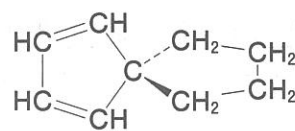
化合物 I



化合物 J



化合物 K



化合物 L

図2 化合物Cの異性体

- (a) 化合物がもつ2つの五員環のうち、いずれかが同一平面上に環の構成原子のすべてを含むものを1つ選び、I~Lの記号で答えよ。
- (b) 水素原子を1つだけ塩素原子に置き換えたとき、3種類以下の異性体を与える化合物を1つ選び、I~Lの記号で答えよ。
- (c) 鏡像異性体をもつ化合物を1つ選び、I~Lの記号で答えよ。

4 次の文章を読み、設問(1)~(7)に答えよ。

グルコースやフルクトースは単糖類である。水溶液中でグルコースは、六員環の環状構造の α -グルコース、 β -グルコースと鎖状構造のグルコースの3種類の異性体が平衡状態で存在する(図3)。フルクトースはグルコースの(ア)異性体であり、水溶液中では六員環の環状構造、鎖状構造、または五員環の環状構造の、合計(イ)種類の異性体混合物として存在する。スクロースは二糖類であり、 α -グルコースのC¹に結合した-OHと、五員環構造の β -フルクトースのC²に結合した-OHとの間で縮合したものである。スクロースは^①酵素である(ウ)の作用により^②加水分解される。酵素が触媒として作用する物質を(エ)といい、(エ)は酵素の(オ)に特異的に結合し触媒作用を受ける。多くの場合、酵素の反応速度は温度が上がると大きくなるが、ある温度以上では逆に反応速度は低下し始め、^③さらに温度を上げると酵素が失活し、反応は全く進行しなくなる。多糖類の^④デンプンは、数百~数万個の α -グルコースが繰り返し縮合した高分子化合物である。

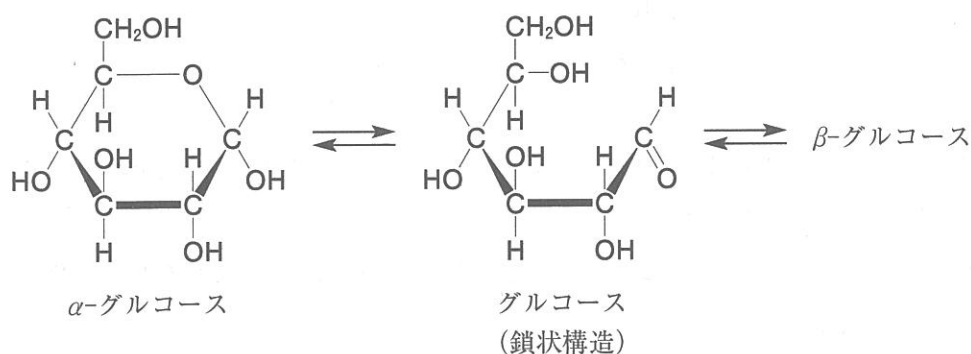
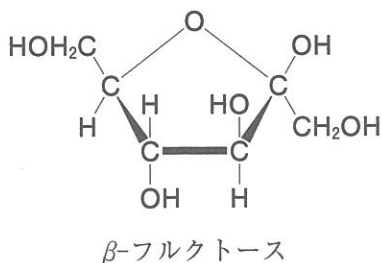


図3 水溶液中のグルコースの構造変換

- (1) 空欄(ア)~(オ)にあてはまる適切な語句または数字を答えよ。
- (2) 図3の構造式にならい、 β -グルコースの構造式を書け。
- (3) 次の β -フルクトースの構造式を参考にし、解答用紙の図に原子または原子団を記入してスクロースの構造式を完成させよ。



- (4) 下線部①について記した次の(a)~(e)の文中で、下線部が正しい場合は○を、誤っている場合は×を記せ。また、誤っている場合は下線部の内容を修正せよ。
- (a) だ液に含まれるアミラーゼはタンパク質をアミノ酸に分解する。
 - (b) 酵素の高次構造として、 α -ヘリックスや β -シートとよばれる二次構造がある。
 - (c) 加水分解酵素であるペプシンの最適 pH は7付近である。
 - (d) 酵素水溶液に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
 - (e) 酵素を構成するアミノ酸のうち、リシンを pH 6.0 の水溶液中で電気泳動したら、陰極に移動した。
- (5) 下線部②のスクロースの加水分解について、反応の前後で糖類の構造と還元性はどのように変化するか。90字以内で答えよ。
- (6) 下線部③の理由を、25字以内で答えよ。
- (7) 下線部④について、デンプンを完全に加水分解するとグルコースとなる。この反応を化学反応式で示せ。デンプンの重合度は n と表記せよ。また、この反応によって 18.0 g のデンプンから何 g のグルコースが生成するか有効数字 2 桁の数値で求めよ。計算過程も示せ。