

平成 17 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理	1 ページ～ 24 ページ
化 学	25 ページ～ 40 ページ
生 物	41 ページ～ 68 ページ
地 学	69 ページ～ 76 ページ

注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から解答を始めるよう合図があったら、まず最初に解答用紙の上部の所定欄には受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入しないでください。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認してください。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してください。
6. 退室の際には、解答用紙は記入の有無にかかわらず机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあつたら申し出てください。

化 学

注 意 1. 志望学部・学科別により，以下に示す番号の問題に解答すること。

志望する学部・学科	解答する問題番号			
教育学部 志望者のうち化学を選択する者	1	2	5	6
理学部 化学科を志望する者	2	3	4	5
	6	7	8	
理学部 地球科学科志望者のうち化学を選択する者	1	3	5	6
医学部 志望者のうち化学を選択する者	3	4	8	9
薬学部	3	4	7	9
看護学部 志望者のうち化学を選択する者	2	4	6	7
工学部 志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	5
	6	7		
園芸学部 志望者のうち化学を選択する者	1	3	6	8

2. 解答はすべて所定の解答用紙に記入すること。

3. 必要があれば次の数値を用いなさい。

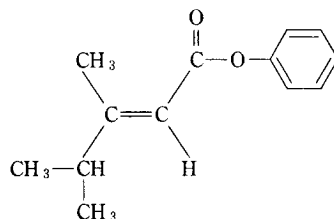
原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0

Al = 27.0, S = 32.1, Cl = 35.5, K = 39.1, Fe = 55.9,

Cu = 63.5, Ag = 108, I = 127

気体定数：R = 0.082 atm・l/(K・mol)

4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



1 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

銀、銅、鉄、アルミニウムの4つの純粋な単体からなる金属の塊がある。塊はすべてさびが除かれており、光沢を持っている。塊の重量はすべて2.0gである。これらの金属の塊に対し、以下の操作を行った。

- a. ここから灰白色の光沢とは異なる色の光沢を持つ塊を選び出した。
- b. 残りの3つの塊を濃水酸化ナトリウム水溶液に投入したところ、1つの塊は気体を発生して溶解した。
- c. 上のbで気体を発生しなかった残りの2つの塊を希硫酸水溶液に投入したところ、1つの塊は気体を発生して溶解した。
- d. 上のcで気体を発生しなかった残りの1つの塊を熱濃硝酸に投入したところ、気体を発生して溶解した。この溶液を水で希釈したのち、硫化水素を通じたところ、黒色の沈殿を生じた。

問1 下線部①について、色の違いから選び出された金属の名前をかきなさい。

問2 下線部②の気体の発生する反応の反応式をかきなさい。

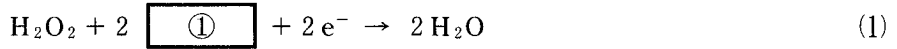
問3 下線部③で塊をすべて溶解させた。そのとき発生した気体を水上置換で捕集した。捕集した気体の20℃、1気圧での体積を、有効数字2けたで求めなさい。また、計算の過程も示しなさい。ただし、水の蒸気圧は無視し、この気体は理想気体としてふるまうものとする。

問4 下線部④の沈殿の化学式をかきなさい。

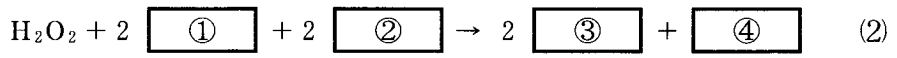
問5 下線部④の沈殿をろ過し、水で洗浄して乾燥させた。この沈殿の質量を有効数字2けたで求めなさい。また、計算の過程も示しなさい。

2 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

I 過酸化水素は、希硫酸溶液中で、式(1)に示すように他の物質から電子を奪う性質がある。



この反応式は、過酸化水素中の酸素原子が [ア] されることを表している。また、ヨウ化カリウム水溶液に過酸化水素の希硫酸溶液を加えると、ヨウ化物イオンが [イ] され、ヨウ素が生成する。このとき、過酸化水素は [イ] 剤として働いていて、反応式で表すと次のようになる。



II 硫黄は火山地帯に自然硫黄として産出するほか、石油の精製工程で得られる。硫黄には結晶構造をもつ斜方硫黄と単斜硫黄ならびに非晶質の [ウ] がある。前二者は環状の分子 S_8 から、後者は硫黄原子が鎖状に連なる分子からできているが、単体としては組成式 S で表される。

硫黄は空気中で点火すると青い炎をあげて燃え、気体に変化する。この気体は刺激臭のある無色の有毒気体であり、その還元性は羊毛などの漂白に利用され、水に溶けると酸性を示す。濃硫酸は、この気体と乾燥した空気との混合気体を触媒層に通して得た [エ] を濃硫酸に吸収させ、希硫酸と混合してつくられる。

熱濃硫酸は強い [イ] 作用があり、希塩酸や希硫酸には溶けない銅を溶解する。また、強い脱水作用があり、エタノールと反応させると反応温度に応じて [オ] またはエチレンが得られる。

問1 [ア] ～ [オ] にあてはまる語句を答えなさい。

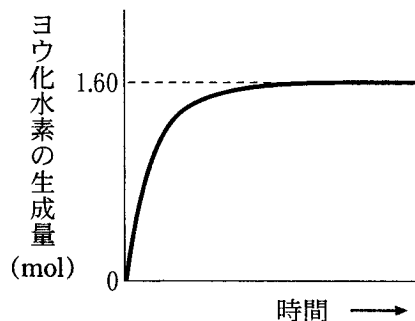
問2 [①] ～ [④] にあてはまる化学式を答えなさい。

問 3 0.020 mol/l ヨウ化カリウム水溶液 15 ml に 0.34 g/l の過酸化水素希硫酸溶液を加えて式(2)の反応を行うとき、反応が完結するのに上記の過酸化水素希硫酸溶液が最小限何 ml 必要か答えなさい。ただし、答えは有効数字 2 けたで示しなさい。また、計算の過程もかきなさい。

問 4 下線部⑤の反応を化学反応式でかきなさい。

3 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えなさい。

体積が一定の容器に1.00 molの水素 H_2 および1.00 molのヨウ素 I_2 を入れて、温度を $t_1^\circ\text{C}$ に保ったところ、 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ で表される反応が起き、下のグラフのようにヨウ化水素が生成した。ヨウ化水素が1.60 molに達したところで平衡状態になった。ただし、水素、ヨウ素、ヨウ化水素はすべて気体である。



問1 この反応の熱化学方程式は $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI} + 9\text{kJ}$ で表される。水素(H-H)の結合エネルギーは432 kJ/molで、ヨウ化水素(H-I)の結合エネルギーは295 kJ/molである。ヨウ素(I-I)の結合エネルギーを求めなさい。また、計算過程も示しなさい。

問2 ヨウ化水素の生成反応の速さを v_1 、分解反応の速さを v_2 とした場合、 v_1 と v_2 は平衡状態に近づくにつれてそれぞれどうなるか。正しいものを次から1つずつ選んで記号で答えなさい。同じ記号を2度選んでもよい。

(a)速くなる (b)遅くなる (c)変わらない

また、平衡状態での v_1 と v_2 の関係を式で示しなさい。

問3 この反応の温度 $t_1^\circ\text{C}$ における平衡定数を求めなさい。有効数字は2けたとし、計算過程も示しなさい。

問 4 この平衡状態の容器の温度を $t_1^\circ\text{C}$ に保ったまま水素 1.00 mol を追加した。新たな平衡状態に達したときに存在するヨウ化水素の物質量を求めなさい。有効数字は 2 けたとし、計算過程も示しなさい。なお、必要ならば次の数値を用いなさい。 $\sqrt{6} = 2.45$

問 5 この新しい平衡状態の容器の温度を $t_2^\circ\text{C}$ に上げると、平衡定数は温度を上げる前に比べて (a)大きくなる (b)小さくなる (c)変わらない。

(a)~(c)の中から正しいものを 1 つ選び記号で答え、その理由を 60 字以内で述べなさい。

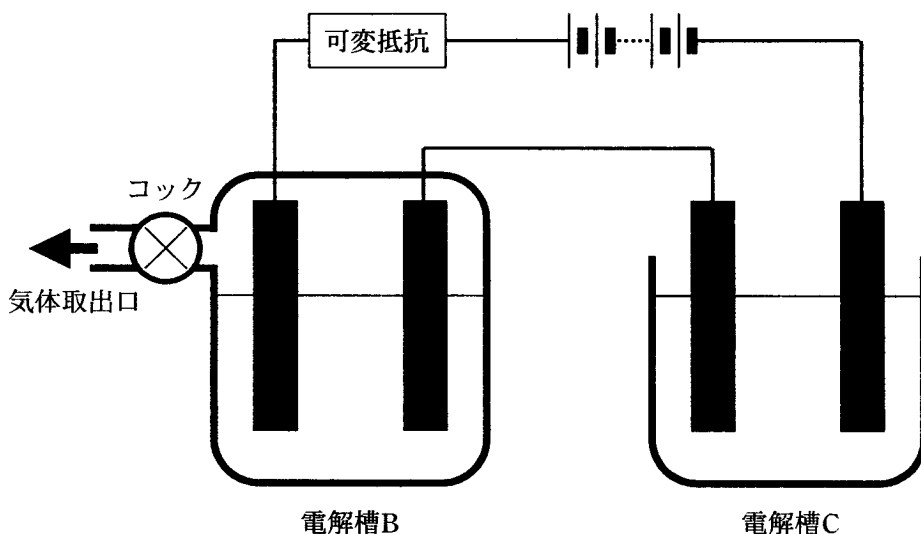
問 6 最初の文章で述べた実験を、触媒である白金粉末を入れて行った場合、平衡状態に達する時間は白金粉末がない場合に比べて (a)長くなる (b)短くなる (c)変わらない)。また、平衡状態でのヨウ化水素の生成量は 1.60 mol と比べて (a)大きくなる (b)小さくなる (c)変わらない)。

それぞれ(a)~(c)の中から正しいものを 1 つ選び記号で答えなさい。また、その理由を、“活性化エネルギー”の語句を用いて、45 字以内で述べなさい。

4 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

I 電気分解を用いて純粋な NaOH 水溶液を得るため、以下の実験を行った。
空の電解槽 A の中央を陽イオン交換膜で区切り、電解槽を二分した。一方に陽極として、また、もう一方に陰極として白金板を1枚ずつ入れ、陽極側、陰極側にそれぞれ液体を満した。十分に時間をおいた後、白金板を電極として電気分解を行うと陰極側から純粋な NaOH 水溶液を得ることができた。

II 次に、二つの容器を電解槽 B、電解槽 C として用意した。I から得られた NaOH 水溶液を電解槽 B に入れ、電解槽 C には硫酸銅水溶液を入れた。それぞれの電解槽に2本の白金電極を入れ、下図に示すように、電解槽 B と電解槽 C を直列につなぎ、電気分解を行った。電気分解中に電解槽 B で得られる気体をすべて集めて、その体積を測定したところ、1.0 気圧、52℃で1.0 l であった。気体は理想気体としてふるまい、すべて回収されるものとする。ただし、水の蒸気圧は無視する。



問 1 I の実験で最初に陽極側，陰極側に満たす液体を(a)～(e)の中から選びなさい。同じ記号を 2 度使ってもよい。

- (a) NaCl 水溶液 (b) KOH 水溶液 (c) 純 水
(d) 希塩酸 (e) KCl 水溶液

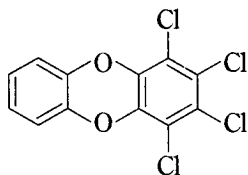
問 2 II の電解槽 B の陽極および陰極，電解槽 C の陽極で起こる反応の化学反応式を示しなさい。

問 3 II の電気分解中，電解槽を流れた電気量は何クーロンか。有効数字 2 けたで答えなさい。また，計算の過程も示しなさい。ただし，ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

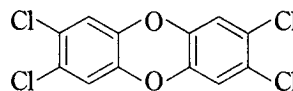
問 4 II の電気分解後，電解槽 C の陰極において銅は何 g 析出したか答えなさい。有効数字 2 けたで答えなさい。また，計算の過程も示しなさい。

5 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

原子番号17の塩素原子には $^{35}_{17}\text{Cl}$ と $^{37}_{17}\text{Cl}$ が存在する。このように同じ元素の原子で **ア** 数の異なるものを同位体という。水素、酸素、炭素、硫黄などにも同位体が存在する。また、水素や酸素などの気体、水銀のような液体、金や銀のような固体は、1種の元素から構成されている。このように1種の元素からなる純物質を単体という。同じ元素で構成されていて性質の異なる単体を互いに **イ** という。 **イ** の例として固体ではダイヤモンドと黒鉛(グラファイト)、気体では酸素と **ウ** がある。さらに、下に示すように同じダイオキシンであっても、構造Aと比較して構造Bは極めて毒性が強い。このように **エ** が同じであってもその性質と構造が異なるものを互いに異性体であるという。



構造A



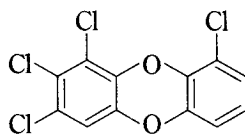
構造B

問1 上の文章中の **ア** ～ **エ** にあてはまるもっとも適切な語句をかきなさい。

問2 塩素の原子量を測定したところ35.5であった。この値が正しいとすると、 $^{35}_{17}\text{Cl}$ と $^{37}_{17}\text{Cl}$ の存在比は何%ずつになるか。有効数字2けたで答えなさい。計算の過程も示しなさい。ただし、 $^{12}_6\text{C}$ の質量を12としたときの $^{35}_{17}\text{Cl}$ と $^{37}_{17}\text{Cl}$ の相対質量は、それぞれ35と37に近似できるものとする。

問 3 ダイヤモンドは切削工具などに用いられ、黒鉛は鉛筆の芯などに用いられる。このように炭素 1 種のみ成分からできていてもダイヤモンドはかたく、黒鉛はやわらかい。その理由を、物質の構造の観点から 100 字程度で説明しなさい。

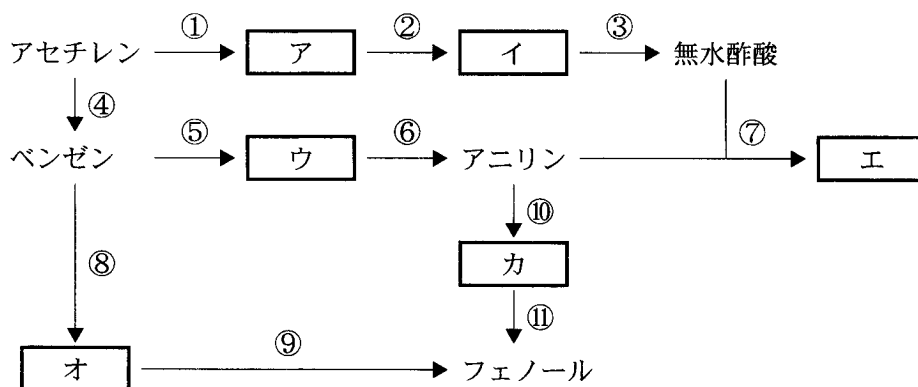
問 4 ダイオキシンの構造で、一方のベンゼン環に塩素原子が 3 個、もう一方のベンゼン環に塩素原子が 1 個結合している場合(例えば構造 C)、異性体は何通り考えられるか。構造 C 以外の異性体の構造式をすべてかきなさい。ただし、分子の構造は平面状であるとする。また、原子の同位体による違いは考えないものとする。



構造 C

6 次の文章を読んで、下の問い(問1～6)に答えなさい。

2個の炭素原子から成る炭化水素に、エタン、エチレン、およびアセチレンがある。エチレンおよびアセチレンは不飽和結合を有しているため、エタンにはみられない特徴的な反応性を示す。例えば、エチレンに臭素を反応させると (A) 反応によって、1,2-ジブromoエタンを与える。また、以下の図のように、アセチレンは、反応過程①～⑪を経て、無水酢酸、ベンゼン、アニリン、フェノール、及び化合物 **ア** ～ **カ** へと変換することができる。図の下の①～⑪の文は、図中の反応①～⑪の説明である。



- ① 触媒を用いてアセチレンに水を反応させ、化合物 **ア** を得る。
- ② 化合物 **ア** をニクロム酸カリウムで酸化し、化合物 **イ** を得る。
- ③ 化合物 **イ** に五酸化ニリンを加えて加熱し、脱水反応により無水酢酸を合成する。
- ④ アセチレンを赤熱した鉄管に通し、ベンゼンを得る。
- ⑤ ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加え、50～60℃で反応させ、化合物 **ウ** を得る。
- ⑥ 化合物 **ウ** に粒状のスズと塩酸を加え約70℃で反応させ、アニリンを得る。

- ⑦ 無水酢酸とアニリンを混合し、化合物 **エ** を合成する。
- ⑧ 触媒を用いてベンゼンとプロペンを反応させ、化合物 **オ** を合成する。
- ⑨ 化合物 **オ** を酸化して得られる化合物を希硫酸で分解し、フェノールを得る。
- ⑩ アニリンに塩酸を加えて塩を作った後、水で冷やしながら亜硝酸ナトリウムを加えることにより、化合物 **カ** を得る。
- ⑪ 化合物 **カ** の水溶液に希硫酸を加え、温めることにより、フェノールを得る。

問 1 文章中の(A)に適切な語句をかきなさい。

問 2 炭化カルシウム(カーバイド)に水を作用させてアセチレンが生成する過程の化学反応式をかきなさい。

問 3 次の化合物中の炭素—炭素結合の結合距離に関して、長い順に並べなさい。

エタン、エチレン、アセチレン、ベンゼン

問 4 文章中の下線部●と同様の反応により、アセチレンに対して臭素を反応させた場合に生じる3つの化合物の構造式をかきなさい。

問 5 図中の化合物 **ア** ~ **カ** の構造式をかきなさい。

問 6 アニリン、フェノール、および化合物 **ウ** の3つの化合物を含むジエチルエーテル溶液から、希塩酸及び水酸化ナトリウム水溶液によって抽出される化合物の名称をかきなさい。また、抽出される理由を述べなさい。

7 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

動物や植物の体内に存在する油を油脂という。油脂は、と脂肪酸のである。油脂に水酸化カリウム水溶液を加えてけん化すると、とセッケン^①が生成する。

セッケンは分子内にの部分(R-)との部分(-COOK)をもっているため、洗浄作用がある。

油脂を構成する脂肪酸に、不飽和結合が多く存在すると、その油脂は室温で液体のものが多い。油脂に含まれる不飽和結合に水素を反応させることによって、油脂の性質を変化させることができる。また水素の代わりにヨウ素を反応させることによって、油脂に含まれる脂肪酸の不飽和結合の数を計算できる。

問1 ～に適切な語句を答えなさい。

問2 油脂を構成する脂肪酸が、すべてリノレン酸 $C_{17}H_{29}COOH$ である油脂がある。この油脂 100 g について、下線部①の反応を行った場合、反応の完結に必要な水酸化カリウムの質量を有効数字 2 けたで求めなさい。計算過程も示しなさい。

問3 下線部①で生成したセッケン(R-COOK)を水に溶解したとき、その水溶液の液性は酸性となるか、あるいは塩基性となるか、反応式を用いて説明しなさい。

問4 セッケンが、硬水とよばれるカルシウムやマグネシウムを多く含む水や海水の中では、洗浄効果が低下する理由を説明しなさい。

問5 1種類の脂肪酸 X(分子量 304)でのみ構成される油脂(分子量 950) 100 g にヨウ素(I_2)を反応させたところ、320 g を消費した。この脂肪酸 X には何個の不飽和結合が含まれるか整数で答えなさい。ただし、すべての不飽和結合は二重結合とする。また計算過程も示しなさい。

8 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

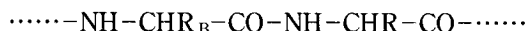
2種類の天然の α -アミノ酸A($\text{NH}_2\text{-CHR}_A\text{-COOH}$)と α -アミノ酸B($\text{NH}_2\text{-CHR}_B\text{-COOH}$)から成るペプチドCがある。ペプチドCの性質を調べるため次のような実験を行った。ペプチドCにはアミノ酸の側鎖(-R)に由来するペプチド結合はない。

(実験1) 電荷をもつコロイド粒子と同様に、電気泳動することによりアミノ酸やペプチドがどのような電荷をもっているかがわかる。pH 7.0の水溶液中で電気泳動した結果、アミノ酸Aはほとんど移動しなかったが、アミノ酸Bは陰極側に移動した。

(実験2) 酵素Xはアミノ酸Bのカルボキシル基側のペプチド結合のみを加水分解することがわかっている*¹。そこで、酵素XをペプチドCに作用させ、完全に加水分解を行った。その結果、1 molのCからジペプチド1 molとトリペプチド*² 2 molが生成した。得られたジペプチドは同じアミノ酸が2分子結合したものであった。なお、他のペプチドやアミノ酸は生成しなかった。また、加水分解に用いた酵素X自身は全く分解を受けなかった。

*¹(例)

酵素Xによる加水分解部位



*²アミノ酸が3分子結合したペプチド

(実験3) pH 7.0の水溶液中で電気泳動した結果、実験2で生成したジペプチドはほとんど移動しなかったが、トリペプチドは陰極側に移動した。

(実験4) 実験2で得られた加水分解物からジペプチドだけを取り出した。ジペプチド0.240 gに含まれる窒素の量を測定した。ジペプチド中の窒素を全てアンモニアとし、これを0.0500 mol/lの硫酸50.0 mlに吸収させた後、残っている酸を0.100 mol/lの水酸化ナトリウム水溶液中で中和したところ20.0 mlを要した。

- 問 1 ペプチド C をアミノ酸 A または B と区別できる化学反応名をかき，その理由を簡潔に述べなさい。
- 問 2 実験 1 と 3 から，pH 7.0 でアミノ酸 A，B，ジペプチド，トリペプチドの電荷はどのようになっているか答えなさい。
- 問 3 実験 4 の結果を用いて，ジペプチドの分子量を有効数字 3 けたで求めなさい。その計算過程も示しなさい。
- 問 4 問 3 で得られた分子量から推定されるジペプチドの構造式をその理由とともにかきなさい。また，不斉炭素原子に*印をつけなさい。
- 問 5 ペプチド C はアミノ酸 A と B がどのような配列で結合しているか推定し，例にならって示しなさい。また，その理由を述べなさい。
(例) (アミノ基側)A-B-A(カルボキシル基側)

9 次の文章 I, II を読み, 下の問い(問 1 ~ 6)に答えなさい。

I ある高分子化合物は炭素, 水素, 酸素, 窒素だけから構成されている。この高分子化合物を加水分解したところ, 1 種類の直鎖状分子が生じた。生じた分子の元素分析結果は, 炭素が 54.96 %, 水素が 9.92 %, 窒素が 10.69 % であった。

問 1 加水分解で生じた直鎖状分子の示性式をかきなさい。

また, 計算過程も示しなさい。

問 2 もとの高分子化合物の示性式と名称をかきなさい。

ただし, 重合度を n としなさい。

問 3 この高分子化合物の分子量は 4.5×10^4 であった。この高分子化合物 1 分子を加水分解すると, 直鎖状分子が何個生じるかをかきなさい。答えは有効数字 2 けたで示し, 計算過程も示しなさい。

問 4 この高分子化合物を工業的に製造する際に用いられる単量体の名称と構造式をかきなさい。

II 6,6-ナイロンの合成方法について, 実験書には, 水酸化ナトリウムを含むヘキサメチレンジアミンの水溶液にアジピン酸ジクロリド $\text{ClCO}(\text{CH}_2)_4\text{COCl}$ のヘキサン溶液を静かに注ぐと, 水とヘキサンの界面に 6,6-ナイロンが生じると記載されている。実際に合成を試みたが, 水酸化ナトリウムを加えるのを忘れてしまった。ところが, 界面で 6,6-ナイロンが生成した。

問 5 下線部①で起こる反応を化学反応式で示しなさい。

問 6 下線部②で起こった反応において, ヘキサメチレンジアミンの役割を 100 字以内で答えなさい。