

理 科(化学)

(2025)

- (注意事項)
- 1 問題文は14ページあります。
 - 2 解答は解答用紙の所定欄に記入してください。指示されたところでは解答の導き方についても記入してください。下書きは、問題冊子の余白を利用してください。ただし、回収はしませんので採点の対象とはなりません。
 - 3 定規を使用することができます。ただし、計算・メモ・通信などの機能をもった時計や電卓、携帯電話などは使用できません。
 - 4 解答は一部記述を含むマークセンス方式となっていますので、解答用紙の注意事項をよく読み解答してください。
 - 5 受験番号・氏名・フリガナは、監督者の指示に従って、解答用紙の所定欄に丁寧に記入してください。
 - 6 解答用紙にマークセンス方式の受験番号欄があります。受験番号をマークする際は濃く丁寧にぬってください。
 - 7 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページ落丁・乱丁及び解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。

必要ならば以下の数値を参照せよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, K = 39, Mn = 55, Br = 80

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

アボガドロ定数： $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

第1問 次の問い（問1～7）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 次の記述 a～e の中で、誤っているものの組合せとして、最も適切なものを下の①～⑩のうちから一つ選べ。

- a 原子は物質の構成要素となる粒子であり、中心にある原子核とその周りを取り巻くいくつかの電子からできている。
- b 水素を除く原子の原子核は陽子と中性子からできており、陽子と中性子の数の和を質量数という。
- c 陽子は正、電子は負の電荷を帯びた粒子であり、これらの電荷の絶対値は等しい。原子に含まれる陽子と電子の数は等しいため、原子全体として電氣的に中性である。
- d 原子には、原子番号は同じでも陽子の数が異なるため、質量数の異なるものがある。このような原子どうしを互いに同位体という。
- e 同素体のなかには、原子核が不安定で放射線とよばれる粒子や電磁波を放出して別の原子核に変わるものがある。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① a・b | ② a・c | ③ a・d | ④ a・e | ⑤ b・c |
| ⑥ b・d | ⑦ b・e | ⑧ c・d | ⑨ c・e | ⑩ d・e |

問2 次の記述 a～e の中で、誤っているものの組合せとして、最も適切なものを下の①～⑩のうちから一つ選べ。

2

- a 分子を化学式で表すときは、「 H_2O 」や「 CO_2 」のように含まれる原子の元素記号とその数を書いた組成式を用いる。
- b 共有結合からなる分子では、原子の最外殻電子を「 $\cdot$ 」として「 $\text{H}:\text{H}$ 」や「 $:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:$ 」のように電子式で表すことがある。
- c 「 CO_2 」を電子式で表すと「 $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$ 」となり、C原子とO原子の間には、それぞれ2組の共有電子対による共有結合ができていることがわかる。
- d 電子式における共有電子対「 $:$ 」を線「 $-$ 」で表した化学式を構造式という。
- e イオン結晶などイオンからなる物質を化学式で表すときは、その成分元素の原子の数を最も簡単な整数比にした結晶式を用いる。

- ① a・b ② a・c ③ a・d ④ a・e ⑤ b・c
⑥ b・d ⑦ b・e ⑧ c・d ⑨ c・e ⑩ d・e

問3 窒素 N_2 は、 20°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で、水 1.0 L に $6.8 \times 10^{-4} \text{ mol}$ 溶ける。 20°C 、 $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で、水 2.0 L に溶けている窒素の質量として、最も適切なものを下の①～⑩のうちから一つ選べ。

3

- ① 0.040 g ② 0.10 g ③ 0.19 g ④ 0.38 g ⑤ 0.57 g
⑥ 0.76 g ⑦ 0.95 g ⑧ 1.9 g ⑨ 3.8 g ⑩ 7.6 g

問4 100 g の水 H_2O に、ある化合物を 2.5 g 溶かした水溶液の凝固点を測定したところ、 -0.77°C であった。この化合物のモル質量として、最も適切なものを下の①～⑩のうちから一つ選べ。ただし、この化合物は非電解質であり、水の凝固点は 0.00°C であり、そのモル凝固点降下 K_f は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ である。

4

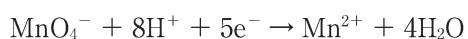
- ① 10 g/mol ② 20 g/mol ③ 30 g/mol ④ 40 g/mol ⑤ 50 g/mol
⑥ 60 g/mol ⑦ 70 g/mol ⑧ 80 g/mol ⑨ 90 g/mol ⑩ 100 g/mol

問5 温度を一定に保ちながら、 $2.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ で 3.0 L の酸素 O_2 と $1.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ で 2.0 L の窒素 N_2 を 5.0 L の容器に入れて混合した。混合気体における酸素の分圧は a , 窒素の分圧は b および混合気体の全圧は c である。空欄 a ~ c に当てはまる値の組合せとして、最も適切なものを下の①~⑧のうちから一つ選べ。

5

	a	b	c
①	$4.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$1.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$5.0 \times 10^2 \text{ Pa}$
②	$4.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$2.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$6.0 \times 10^2 \text{ Pa}$
③	$6.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$2.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$8.0 \times 10^2 \text{ Pa}$
④	$6.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$4.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$1.0 \times 10^3 \text{ Pa}$
⑤	$1.2 \times 10^3 \text{ Pa}$	$4.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$1.6 \times 10^3 \text{ Pa}$
⑥	$1.2 \times 10^3 \text{ Pa}$	$6.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$1.8 \times 10^3 \text{ Pa}$
⑦	$2.4 \times 10^3 \text{ Pa}$	$6.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$3.0 \times 10^3 \text{ Pa}$
⑧	$2.4 \times 10^3 \text{ Pa}$	$8.0 \times 10^2 \text{ Pa}$	$3.2 \times 10^3 \text{ Pa}$

問6 濃度不明の過酸化水素水 10 mL を希硫酸 H_2SO_4 で酸性にして、 $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液で滴定したところ、 20 mL 加えたときに水溶液の赤紫色が消えなくなった。この過酸化水素水のモル濃度として、最も適切なものを下の①~⑧のうちから一つ選べ。なお、希硫酸中で過マンガン酸イオン MnO_4^- および過酸化水素 H_2O_2 は次のように働き、すべて酸化還元反応に使われるものとする。



6

- ① $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ② $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ③ $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$
 ④ $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ⑤ $5.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ⑥ $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$
 ⑦ $2.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ ⑧ $5.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$

問7 次の記述 a～e の中で、誤っているものの組合せとして、最も適切なものを下の①～⑩のうちから一つ選べ。

7

- a 化学反応が起こるために、最低限必要なエネルギーを活性化エネルギーという。
- b 反応物の粒子は活性化エネルギー以上のエネルギーを得ると、遷移状態を経て、生成物に変わる。
- c 反応物の濃度や温度が同じならば、活性化エネルギーが大きい化学反応ほど反応速度が大きい。
- d 一般的に、反応速度は温度を上げると大きくなるが、反応物の濃度には依存しない。
- e 触媒を用いると反応速度が大きくなるのは、化学反応の仕組みが変わり、活性化エネルギーがより小さい経路で反応が進むからである。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① a・b | ② a・c | ③ a・d | ④ a・e | ⑤ b・c |
| ⑥ b・d | ⑦ b・e | ⑧ c・d | ⑨ c・e | ⑩ d・e |

第2問 次の問い（問1～7）に答えよ。〔解答番号 8 ～ 14 〕

問1 次の原子やイオン a～j の中で、最外殻電子の数が同じものの組合せとして、最も適切なものを下の①～⑥のうちから一つ選べ。

8

a 水素 b ヘリウム c リチウム d ホウ素 e ネオン
f ナトリウムイオン g アルミニウム h ケイ素 i 塩化物イオン
j カリウム

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① a・b・c | ② a・c・e | ③ b・f・i |
| ④ d・h・j | ⑤ e・f・i | ⑥ g・h・j |

問2 次の記述 a～e の中で誤っているものの組合せとして、最も適切なものを下の①～⑩のうちから一つ選べ。

9

- a ダイヤモンドは非金属元素である炭素Cが共有結合により安定で巨大な結晶構造を形成している物質である。
- b 分子間に働く弱い引力をファンデルワールス力という。構造の類似した分子では、分子量が大きいほどファンデルワールス力が強く、融点や沸点が高い。
- c 共に非金属元素の陽イオンと陰イオンからなる塩化ナトリウム NaCl はイオン結晶であり、水に溶けやすい。
- d 金属結晶の内部では金属原子の価電子が原子から離れることができ、金属結晶内部を自由に動き回ることができる。
- e 金属元素の原子が金属結合している物質を金属といい、アルミニウム Al やケイ素 Si などがこれにあたる。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① a・b | ② a・c | ③ a・d | ④ a・e | ⑤ b・c |
| ⑥ b・d | ⑦ b・e | ⑧ c・d | ⑨ c・e | ⑩ d・e |

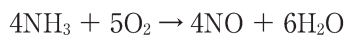
問3 次の記述 a～e の中で、誤っているものの組合せとして、最も適切なものを下の①～⑩のうちから一つ選べ。

10

- a 水素は常温・常圧で無色・無臭の気体で、水によく溶けて酸としてはたらく性質がある。
- b 水素は非金属元素と共有結合によって様々な水素化合物を形成する。
- c 水素は地殻中に最も多く存在する元素である。
- d 水素は工業的には天然ガスから製造されるほか、水を電気分解する方法でも製造できる。
- e 水素はアンモニアやメタノールの合成に使われるほか、燃焼しても二酸化炭素を発生しないため石油を代替するエネルギー物質として期待されている。

- ① a・b ② a・c ③ a・d ④ a・e ⑤ b・c
⑥ b・d ⑦ b・e ⑧ c・d ⑨ c・e ⑩ d・e

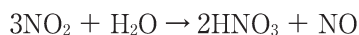
問4 硝酸は工業的には次の式に示すオストワルト法により製造される。アンモニアを空気と混合し、白金触媒を用いて 800～900℃ に加熱して酸化する。



生成した一酸化窒素をさらに酸化して二酸化窒素にする。



生成した二酸化窒素を水と反応させて硝酸を得る。このときともに生成する一酸化窒素は再び硝酸の製造に用いられる。



オストワルト法により 17 kg のアンモニアから硝酸を製造する場合、最大何 kg の硝酸を製造することができるか、最も適切なものを下の①～⑩のうちから一つ選べ。

11

- ① 17 kg ② 21 kg ③ 34 kg ④ 42 kg ⑤ 54 kg
⑥ 63 kg ⑦ 77 kg ⑧ 85 kg ⑨ 93 kg ⑩ 100 kg

問5 次の記述 a～e の中で、誤っているものの組合せとして、最も適切なものを下の①～⑩のうちから一つ選べ。

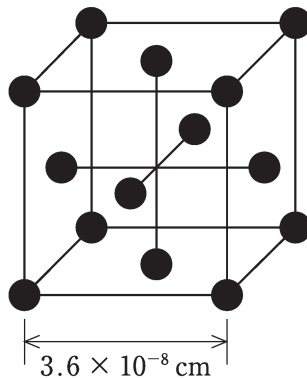
12

- a 自然界に大量に存在する石灰石や大理石などの主成分は炭酸カルシウムである。
- b 炭酸カルシウムを強熱すると酸性酸化物である生石灰を生成する。
- c 生石灰と水が反応すると水酸化カルシウムを生成する。また、生石灰と塩酸が反応すると塩化カルシウムを生成する。
- d 石灰水に二酸化炭素を通じると炭酸カルシウムの沈殿を生成するが、さらに二酸化炭素を通じ続けると炭酸水素カルシウムとなって溶解する。
- e 硝酸カルシウムはセッコウとも呼ばれ、建築材料やセッコウ像などに使われる。

- ① a・b ② a・c ③ a・d ④ a・e ⑤ b・c
 ⑥ b・d ⑦ b・e ⑧ c・d ⑨ c・e ⑩ d・e

問6 ある金属の結晶は下図に示す通り面心立方格子の構造である。単体格子の一辺の長さは 3.6×10^{-8} cm で、この金属の密度は 9.1 g/cm^3 である。この金属の原子量として最も適切なものを下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $3.6^3 = 47$ として計算せよ。

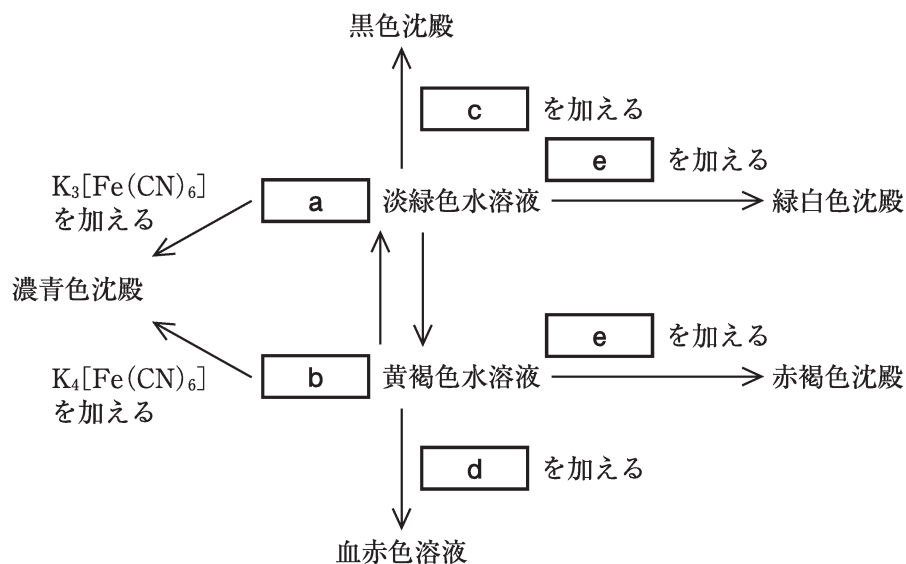
13



- ① 32 ② 43 ③ 51 ④ 64 ⑤ 77 ⑥ 86

問7 次の図は鉄イオンの反応についてまとめたものである。空欄 **a** ~ **e** に当てはまる物質の組合せとして、最も適切なものを下の①~⑧のうちから一つ選べ。

14



	a	b	c	d	e
①	Fe^{2+}	Fe^{3+}	KSCN	H_2S	NaOH
②	Fe^{2+}	Fe^{3+}	KSCN	H_2S	HCl
③	Fe^{2+}	Fe^{3+}	H_2S	KSCN	NaOH
④	Fe^{2+}	Fe^{3+}	H_2S	KSCN	HCl
⑤	Fe^{3+}	Fe^{2+}	KSCN	H_2S	NaOH
⑥	Fe^{3+}	Fe^{2+}	KSCN	H_2S	HCl
⑦	Fe^{3+}	Fe^{2+}	H_2S	KSCN	NaOH
⑧	Fe^{3+}	Fe^{2+}	H_2S	KSCN	HCl

第3問 次の問い（問1～4）に答えよ。〔解答番号 15 ～ 21 〕

問1 酸化するとケトンを生じる $C_4H_{10}O$ の分子式を持つアルコール **A** について、下の問い (1), (2) に答えよ。

(1) このアルコール **A** の記述 a～e の中で誤っているものの組合せとして、最も適切なものを下の①～⑩のうちから一つ選べ。 15

- a **A** には鏡像異性体が存在する。
- b **A** は第1級アルコールである。
- c **A** を酸化して得られたケトン **B** は銀鏡反応を示す。
- d **A** と酢酸を混合した後、濃硫酸を加えて加熱すると、エステルが生成する。
- e **A** と同じ分子式を持つエーテルと沸点を比べると、**A** の沸点の方が高い。

- ① a・b ② a・c ③ a・d ④ a・e ⑤ b・c
 ⑥ b・d ⑦ b・e ⑧ c・d ⑨ c・e ⑩ d・e

(2) アルコール **A** に対して加熱した濃硫酸を反応させると、分子内で脱水反応が進行し、アルケン **B** が生成した。**B** にはシス・トランス異性体（幾何異性体）が存在する。**B** に塩素を反応させて得られた塩素付加体 **C** は、分子内に不斉炭素原子を持つ。**C** を表す構造として最も適切なものを下の①～⑥のうちから一つ選べ。 16

- ① $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{Cl}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$

③ $\text{CH}_3-\overset{\text{Cl}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$

⑤ $\text{CH}_3-\overset{\text{Cl}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\underset{\underset{\text{Cl}}{|}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$

② $\text{CH}_3-\overset{\text{Cl}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$

④ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$

⑥ $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$

問2 次の文章はフェノールの製法と反応に関するものである。下の(1)、(2)の問いに答えよ。

フェノールの工業的な合成法であるクメン法では、触媒存在下でベンゼンと **ア** を反応させてクメンを得る。その後、 **イ** を用いて酸化することによりクメンヒドロペルオキシドが生成し、これを硫酸で分解するとフェノールが得られる。a) フェノールは単体のナトリウムと反応し、水素と **ウ** が生成する。 **ウ** の水溶液を塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液と反応させると、ジアゾカップリングが進行し、アゾ化合物が生成する。芳香族アゾ化合物は黄色や赤色を示す染料や顔料として広く用いられている。

- (1) 上の記述の空欄 **ア** ～ **ウ** に当てはまる用語の組合せとして、最も適切なものを下の①～⑧のうちから一つ選べ。

17

	ア	イ	ウ
①	プロパン	酸素	アセトン
②	プロパン	酸素	ナトリウムフェノキシド
③	プロパン	酸素	ナトリウムメトキシド
④	プロパン	酸化マンガン(IV)	アセトン
⑤	プロペン	酸素	ナトリウムフェノキシド
⑥	プロペン	酸素	ナトリウムメトキシド
⑦	プロペン	酸素	アセトン
⑧	プロペン	酸化マンガン(IV)	ナトリウムメトキシド

- (2) 下線部 a) の反応について次の問いに答えなさい。

フェノール 9.4 g に単体のナトリウムを反応させた後、塩化ベンゼンジアゾニウムと反応させて得られるアゾ化合物の質量として最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。なお、各反応は全て過不足なく完全に進行するものとする。

18

- ① 12 g ② 20 g ③ 28 g ④ 36 g ⑤ 42 g ⑥ 50 g

問3 エチレンに関する記述 a～d の中で正しいものの組合せとして、最も適切なものを下の①～⑥のうちから一つ選べ。

19

- a エチレンは白金触媒の存在下で、水素と混合すると重合反応が進行し、ポリエチレンを与える。
- b 過剰のエチレンを臭素水に通じると、臭素の付加反応が進行し、臭素が付加した褐色の化合物が生成する。
- c エチレンを重合して得られるポリエチレンのうち低密度ポリエチレンは、透明なポリ袋の原料などに用いられる。
- d エタノールに濃硫酸を加え 160～170℃ で加熱すると、脱水反応が進行してエチレンが生成する。

① a・b ② a・c ③ a・d ④ b・c ⑤ b・d ⑥ c・d

問4 アルキン D 16.4 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 52.8 mg、水が 18.0 mg 得られた。また、a) D と臭素を反応させると、臭素が付加した化合物 E が得られた。化合物 D に含まれる炭素数は 5 から 8 の間であることがわかっている。化合物 D、E に関する下の(1)、(2)の問いに答えよ。

(1) D の組成式を下の①～⑤のうちから一つ選べ。

20

① C_3H_5 ② C_3H_5O ③ $C_3H_5O_2$ ④ C_6H_{12} ⑤ $C_6H_9O_2$

(2) 下線部 a) の反応が完全に進行するとして、2.80 g の D から生成する化合物 E の質量として最も適切な値を下の①～⑥のうちから一つ選べ。

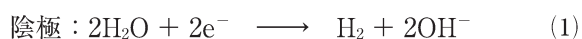
21

① 3.8 g ② 4.6 g ③ 5.2 g ④ 6.4 g ⑤ 8.3 g ⑥ 14 g

第4問 次の文章を読んで下の問い（問1～3）に答えよ。答は解答用紙裏面の記述式解答記入欄1に記せ。計算問題は計算過程も記し，解答は有効数字2桁で答えよ。

記述式解答記入欄1

白金電極を用いて，水酸化ナトリウム NaOH 水溶液の電気分解を行った。このときの陰極および陽極反応はそれぞれ下のように表される。



問1 この反応の全体の化学反応式を書け。

問2 ある大きさが一定の直流電流でこの電気分解を行ったところ，水溶液の質量が3.6 g 減少した。このとき，発生した水素 H_2 および酸素 O_2 の体積はそれぞれ 0°C ， $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で何 L か求めよ。ただし，このとき流れる電流はすべて式(1)および(2)の反応だけに使われたものとし，また発生した気体は水溶液に溶解しないものとする。また，この条件での気体のモル体積は 22.4 L/mol とする。

問3 問2の反応で通じた電気量 $[\text{C}]$ を求めよ。

第5問 コニカルビーカーに 0.050 mol/L の希硫酸 H_2SO_4 10 mL がある。この溶液を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で中和滴定を行った。希硫酸，水酸化ナトリウム水溶液は水溶液中で完全に電離する。下の問い（問1～3）に答えよ。答は解答用紙裏面の記述式解答記入欄2に記せ。計算過程も記し，解答は小数第1位まで答えよ。

記述式解答記入欄2

問1 水酸化ナトリウム水溶液を滴下する前の希硫酸の pH を求めよ。

問2 水酸化ナトリウム水溶液の滴下量が 8.1 mL のときの溶液の pH を求めよ。ただし，中和による体積変化は無視できるものとする。

問3 溶液の pH が 7.0 になるときの水酸化ナトリウム水溶液の滴下量を求めよ。

第6問 次の文章は合成高分子化合物に関するものである。下の問い（問1～3）に答えよ。

答は解答用紙裏面の記述式解答記入欄3に記せ。計算問題は計算過程も記し，解答は有効数字2桁で答えよ。

記述式解答記入欄3

問1 環状アミドである ϵ -カプロラクタムに少量の水を加えて加熱すると，アミド結合の部分で開環し，ナイロン6が得られた。この反応の化学反応式を下の例にならって記せ。

例)



問2 問1の反応において ϵ -カプロラクタム20gからナイロン6が14.4g得られた。このとき用いた ϵ -カプロラクタムの何%がナイロン6の原材料として反応したか答えよ。

問3 ナイロン6などのポリアミドは高い強度を持ち，耐摩耗性や弾性に優れた丈夫な繊維となる。この理由を30字以内で答えよ。