

科目	化学
----	----

理学部・医学部・薬学部・工学部・都市デザイン学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は、全部で 11 ページです。解答用紙は 7 枚、計算用紙は 2 枚で、問題冊子とは別になっています。試験開始の合図があつてから確認してください。
3. 問題冊子あるいは解答用紙に、文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁、汚れなどがあつた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 試験開始後に、すべての解答用紙（7 枚）上部の指定欄に志望学部を記入し、受験番号欄（2 カ所）に算用数字で受験番号を記入してください。氏名を書いてはいけません。
5. 解答は、解答用紙の所定欄に明瞭に記入してください。解答用紙の所定欄以外に記入した解答は、採点の対象としません。
6. すべての解答用紙（7 枚）を提出してください。
7. 問題は **1** ～ **4** の 4 問です。すべての問題を解答してください。
8. 問題冊子、計算用紙は持ち帰ってください。

(注意) 字数を指定している設問の解答では、1マスに1つの文字を書きなさい。アルファベット、数字、句読点、括弧、符号などは、[例]のようにすべて1字とみなしなさい。

[例]

1	1	族	の	銅	の	錯	イ	オ	ン	に	は	[C	u	(N	H	3)
4]	2	+	が	あ	る	。												

- 1 次の文章 (I), (II) を読み、以下の問いに答えよ。必要があれば、次の値を用いよ。
 原子量および式量 $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$, $Na = 23$, $Mg = 24$, $Fe = 56$, $CO_3^{2-} = 60$, $SiO_4^{4-} = 92$
 アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ $\log_{10} 5.0 = 0.70$

(I) ケイ素は地殻中で酸素に次いで二番目に多く含まれている元素である。⁽ⁱ⁾火成岩はその大部分がケイ素の酸化物を主成分とした化合物からなっている。高純度の二酸化ケイ素を原料として製造される石英ガラスは、光ファイバーなどに利用されている。一方、二酸化ケイ素と炭酸ナトリウム、炭酸カルシウムを主な原料としてつくられるソーダ石灰ガラスは、板ガラスやガラス瓶など、日常生活の中で広く用いられている。

問1 下線部 (i) に関連して、火成岩に含まれるかんらん石は、組成式 $(Fe_xMg_{1-x})_2SiO_4$ で表され、 x は 0 から 1 までの値をとる。また、かんらん石の結晶は、単位格子に 4 個の SiO_4^{4-} を含んでいる。あるかんらん石の x が 0.125、単位格子の体積が $2.9 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$ であるとき、このかんらん石の密度は何 g/cm^3 か、有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も記せ。

問2 ガラスに関する次の記述 (あ) ~ (う) から正しいものをすべて選び、記号で記せ。

- (あ) 石英ガラスは、ケイ素原子と酸素原子が交互に結合した共有結合の結晶である。
- (い) ガラスの主成分である二酸化ケイ素は、酸性酸化物である。
- (う) ソーダ石灰ガラスは、石英ガラスと比較して耐熱性が高い。

(次のページへ続く)

(II) 炭酸ナトリウムは、アンモニアソーダ法（ソルベー法）によって製造される。次の図1はアンモニアソーダ法の概略を示したものである。この製造方法では、アの飽和水溶液にアンモニア、二酸化炭素の順に気体を吹き込んで得られる炭酸水素ナトリウムを熱分解して、炭酸ナトリウムを製造する。また製造過程で生じた二酸化炭素とアンモニアは回収されて、図中破線の経路で再利用される。

また炭酸ナトリウムは、⁽ⁱⁱ⁾トロナ鉱石とよばれる鉱物の熱分解によってもつくられる。トロナ鉱石の主成分は $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と表される複塩である。この複塩はセスキ炭酸ナトリウムとよばれ、水に溶けやすく⁽ⁱⁱⁱ⁾その水溶液は塩基性を示し、家庭で洗剤として用いられる。

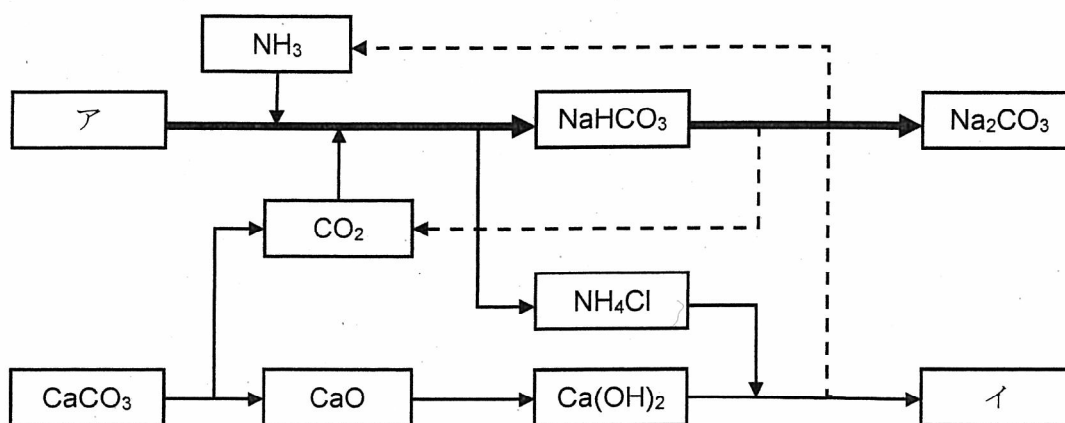


図1

(H₂Oは省略してある)

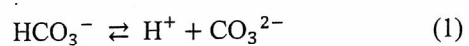
問3 ア、イにあてはまる化合物の化学式を記せ。また、次の記述(あ)～(う)から正しいものをすべて選び、記号で記せ。

- (あ) アの飽和水溶液に気体を吹き込む順番を、最初に二酸化炭素、次にアンモニアとすると、炭酸ナトリウムの生成量が減少する。
- (い) アンモニアソーダ法では、炭酸水素ナトリウムは沈殿として得られる。
- (う) イの水溶液の凝固点は、同じ質量モル濃度のアの水溶液の凝固点より高い。

問4 下線部(ii)に関連して、11.3 kgのトロナ鉱石から最大何kgの無水炭酸ナトリウムが得られるか、有効数字3桁で求めよ。ただし、トロナ鉱石は複塩 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ のみを含むものとする。

(次のページへ続く)

問5 下線部 (iii) に関連して、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の水溶液中では、炭酸水素イオン HCO_3^- と炭酸イオン CO_3^{2-} との間に次の電離平衡が成り立っている。



この電離平衡の 25°C における電離定数は $5.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ である。このとき、濃度 0.10 mol/L の $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 水溶液の pH を、小数第二位まで求めよ。ただし、式 (1) 以外の HCO_3^- に関する電離平衡の影響は無視できるものとする。

(以下 余 白)

2 は次のページから始まります。

2 次の文章 (I), (II) を読み, 以下の問いに答えよ。必要があれば, 次の値を用いよ。

気体定数 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

原子量 $\text{H} = 1.0, \text{C} = 12, \text{O} = 16$

(I) 内容積 2.8 L の密閉容器内に, 温度 27°C で全圧 $2.00 \times 10^4 \text{ Pa}$ のプロパンと酸素の混合気体を入れた。容器内のプロパンをすべて完全燃焼させた後, 容器内に残った気体の温度を 27°C まで徐々に下げたところ, 全圧は $1.46 \times 10^4 \text{ Pa}$ を示し, 水滴が生じた。

なお, 温度によって容器の内容積は変化しないものとする。また, 生成した水滴の体積は無視できるものとし, 気体成分はそれぞれ理想気体としてふるまい, 水に溶解しないものとする。 27°C における水の飽和蒸気圧は $0.36 \times 10^4 \text{ Pa}$ とする。

問 1 プロパンの完全燃焼を表す化学反応式を記せ。

問 2 CO_2 (気), H_2O (液), およびプロパン (気) の生成熱がそれぞれ 394 kJ/mol , 286 kJ/mol , および 105 kJ/mol のとき, プロパン (気) の燃焼熱は何 kJ/mol か, 有効数字 3 桁で求めよ。

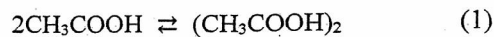
問 3 燃焼前のプロパンと酸素の分圧を, それぞれ $x \text{ [Pa]}$, $y \text{ [Pa]}$ とするとき, 燃焼後の 27°C における容器内の全圧を x と y を含む数式で表せ。

問 4 燃焼前のプロパンと酸素の分圧はそれぞれ何 Pa か, 有効数字 2 桁で求めよ。

問 5 燃焼前のプロパンの物質量は何 mol か, 有効数字 2 桁で求めよ。

(次のページへ続く)

(II) 酢酸は気相中で二量体を形成し、式 (1) で表される平衡状態になる。



平衡状態において、酢酸の単量体と二量体の分圧をそれぞれ P_A [Pa]、 P_B [Pa] とすると、圧平衡定数 K_p [Pa⁻¹] は式 (2) のように表される。

$$K_p = \frac{P_B}{P_A^2} \quad (2)$$

酢酸蒸気には単量体と二量体のみが存在するものとする。また、酢酸蒸気は理想気体としてふるまうものとする。

問6 酢酸の二量体において、単量体の間に形成される結合の名称を記せ。

問7 次の図1は酢酸蒸気について、体積一定の容器内における温度に対する圧平衡定数の変化を示したものである。式 (1) の右向き反応に関する記述として、正しいものを次の (あ) ~ (え) のうちから1つ選び、記号で記せ。

- (あ) 発熱反応であり、温度の上昇とともに二量体のモル分率が増える。
- (い) 発熱反応であり、温度の上昇とともに二量体のモル分率が減る。
- (う) 吸熱反応であり、温度の上昇とともに二量体のモル分率が増える。
- (え) 吸熱反応であり、温度の上昇とともに二量体のモル分率が減る。

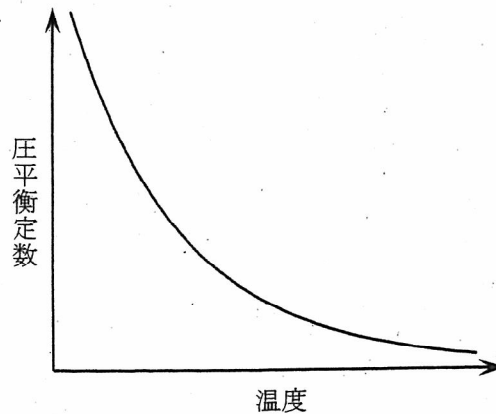


図1

問8 二量体のモル分率を x とするとき、平衡状態にある酢酸蒸気の平均分子量 \bar{M} を、 x を用いる数式で表せ。

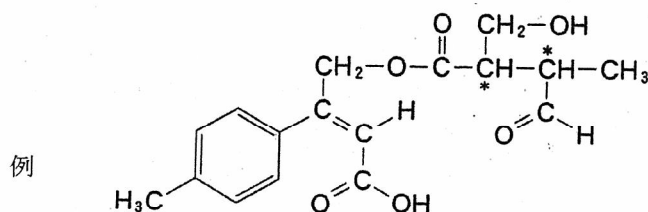
問9 1.0×10^5 Pa, 118°C における酢酸蒸気の密度が 3.2 g/L であるとする。二量体の分圧は何 Pa か、有効数字2桁で求めよ。計算過程も記せ。

(以下余白)

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。構造式は以下の例にならって記せ。

ただし、*は不斉炭素原子を表す。必要があれば、次の原子量を用いよ。

H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0, I = 127



化合物 A の分子式は $C_{16}H_{22}O_4$ である。1 mol の化合物 A を加水分解すると化合物 B, 化合物 C, 化合物 D がそれぞれ 1 mol ずつ生成した。化合物 C と化合物 D の分子式は、どちらも $C_4H_{10}O$ であった。化合物 B は (i)キシレンの一つである化合物 E を酸化することにより得られる。化合物 B を加熱すると、酸無水物である化合物 F が生成した。化合物 F は、 V_2O_5 触媒を用いたナフタレンの高温での酸化反応によっても得られる。 (ii)化合物 C と化合物 D は、どちらも単体のナトリウムと反応して同じ気体を発生した。化合物 C を酸化すると化合物 G が生成した。化合物 C と化合物 G のそれぞれに水酸化ナトリウム水溶液を加え、さらにヨウ素も加えて加熱すると、どちらからも化合物 H が黄色沈殿として生成した。化合物 D を 170°C で濃硫酸と反応させると 2-メチルプロペンが生じた。また化合物 D を酸化すると、化合物 I が生成した。 (iii)化合物 I をフェーリング液に加えて加熱すると、 Cu_2O の沈殿が生じた。

問 1 化合物 A~I の構造式をそれぞれ記せ。立体異性体は区別しなくてよいが、不斉炭素原子には*をつけよ。

問 2 0.100 mol の化合物 A を完全燃焼させるために最小限必要な酸素の質量は何 g か、有効数字 3 桁で求めよ。

問 3 下線部 (i) に関連して、キシレンはベンゼン環に 2 つのメチル基をもち、それらの結合する位置により 3 種類の異性体 (*o*-, *m*-, *p*-キシレン) が存在する。これらの異性体を位置異性体という。ナフタレン環に 2 つのメチル基をもつジメチルナフタレンのすべての位置異性体を、構造式で記せ。

(次のページへ続く)

問4 下線部 (ii) で生じた気体の名称を記せ。また、化合物 C と単体のナトリウムとの反応を、示性式を用いた化学反応式で記せ。

問5 下線部 (iii) の操作に関連し、フェーリング液の色と Cu_2O の沈殿の色として、最も適切なものを次の (あ) ~ (お) からそれぞれ1つ選び、記号で記せ。

(あ) 緑 (い) 青 (う) 赤 (え) 黄 (お) 白

(以 下 余 白)

4 次の文章 (I) , (II) を読み、以下の問いに答えよ。必要があれば、次の原子量を用いよ。

H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, P = 31, S = 32

(I) 核酸は生物の細胞に存在する高分子化合物である。DNA を構成する単量体 (DNA モノマー) の化学構造の 1 つを図 1 に示した。DNA モノマーは、デオキシリボースの 1 位の炭素 (C¹) に核酸塩基、5 位の炭素 (C⁵) にリン酸がそれぞれ結合した化合物である。⁽ⁱ⁾ 核酸塩基は構造中に窒素を含む環状構造の塩基であり、DNA の核酸塩基にはチミン (T) , アデニン (A) , シトシン (C) , グアニン (G) が存在し、括弧内に示した略号で表す。これらのうち、A, C, G は塩基性の官能基をもつが、酸性の官能基をもたない。

また、大学などで行われる核酸に関する研究では、DNA モノマーにも略号を用いることが多い。例えば、リン酸を小文字の p で示し、糖は示さず、核酸塩基を前述の略号で示す。この場合、T が結合した図 1 の DNA モノマーは pT と表され、他の核酸塩基が結合した DNA モノマーはそれぞれ pA, pC, pG で表される。そしてこれらの DNA モノマーの略号を用いて、例えば、⁽ⁱⁱ⁾ pT と pA が縮合したヌクレオチド鎖を pTpA と表す。このような略号でヌクレオチド鎖を表すと、DNA モノマーの縮合順が、核酸塩基のアルファベットの並びで容易に把握できる。ヌクレオチド鎖における核酸塩基の並びを塩基配列といい、遺伝情報を担っている。

近年、ある塩基配列が複数回繰り返したヌクレオチド鎖の配列 (反復配列) の生物学的重要性が解明されてきており、核酸の反復配列が注目されている。⁽ⁱⁱⁱ⁾ pCpApCpApGpGpG は 7 つの DNA モノマーが縮合したヌクレオチド鎖であるが、これが n 回反復した 1 本の長いヌクレオチド鎖は、合成高分子化合物と同様に重合度 n を用いて、[pCpApCpApGpGpG]_n のように表すことができる。

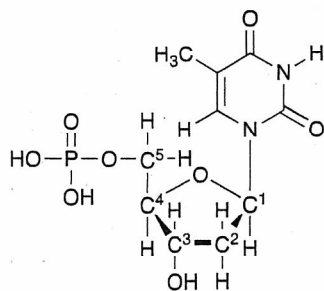


図 1 DNA モノマー pT

(C¹ ~ C⁵ の炭素原子に付した上付き数字は、デオキシリボース中の炭素原子の位置番号を示す)

(次のページへ続く)

問1 DNAの二重らせん構造を発見した業績によりノーベル賞を受賞した人物を、次の人名群から2名を選び、記号で記せ。

- (あ) アボガドロ (い) シャルル (う) ケクレ (え) クリック (お) リービッヒ
 (か) サンガー (き) ワトソン (く) ウェーラー (け) ヘス (こ) ルシャトリエ

問2 下線部 (i) に関連して、DNAの二重らせん構造を形成する2本のヌクレオチド鎖の間では、核酸塩基が相補的な塩基対を形成している。チミンとアデニンの塩基対形成に関わる官能基を、次の(あ)～(え)の語句群から1つを選び、記号で記せ。

- (あ) カルボキシ基 (い) スルホ基 (う) フェノールのヒドロキシ基 (え) アミノ基

問3 下線部 (ii) の縮合は、図2のように、pTの3位の炭素(C³)に結合した-OHと、pAの5位の炭素(C⁵)に結合したリン酸の-OHとの間の縮合である。また、この縮合は、カルボン酸とアルコールからエステルが生成する反応と同様の脱水縮合である。解答欄の破線の枠内に必要な構造を記し、pTpAの分子構造を完成させよ。

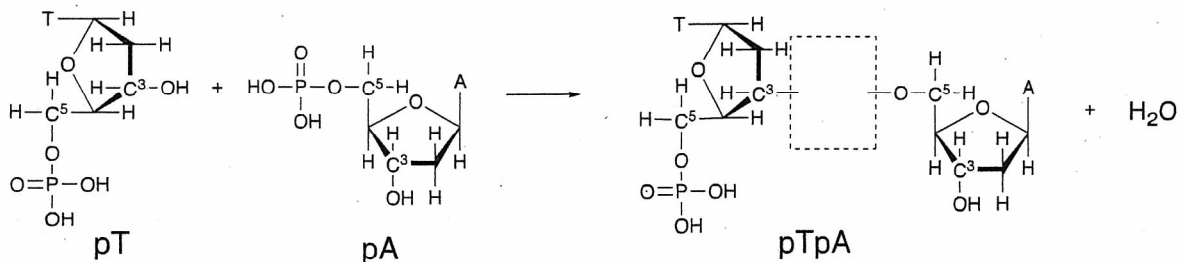


図2

問4 下線部 (iii) について、重合度が10のとき、 $[pCpApCpApGpGpG]_{10}$ で示される1本のヌクレオチド鎖の分子量を整数で求めよ。また、同じ塩基配列をもつ1本鎖のRNAの分子量を整数で求めよ。それぞれ計算過程も記せ。必要があれば、DNAモノマーには次の分子量を用いよ。

$$pT = 322, pA = 331, pC = 307, pG = 347$$

問5 下線部 (iii) について、 $[pCpApCpApGpGpG]_n$ で示される1本のヌクレオチド鎖が、別の1本のヌクレオチド鎖と、2本鎖構造のDNA(二重らせん構造)を形成した。この2本鎖DNAでは、すべての核酸塩基は相補的な塩基対を形成していた。この2本鎖DNAの核酸塩基の総数に対するシトシンとチミンの割合はそれぞれ何%か、有効数字3桁で求めよ。なお、重合度 n は自然数とする。

(次のページへ続く)

(Ⅱ) セルロースの分子中に存在するヒドロキシ基を化学的に処理することで、種々の有用な化合物が合成できる。例えば、セルロースに濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)を反応させることで得られる **ア** セルロースは無煙火薬の原料として使われる。また、セルロースを **イ** と反応させてヒドロキシ基をすべてアセチル化するとトリアセチルセルロースが生成する。その一部のエステル結合を加水分解したものがジアセチルセルロースである。**ウ** は、ジアセチルセルロースを加工したものである。このように天然高分子を化学的に処理し、官能基の一部を化学変化させて作られる繊維を **エ** 繊維と総称する。

問6 **ア**～**エ**にあてはまる最も適切な語句を次の語句群から選び、記号で記せ。

- | | | |
|-----------|-----------|---------------|
| (あ) トリニトロ | (い) トリクロロ | (う) トリスルホ |
| (え) 過酸化水素 | (お) 二硫化炭素 | (か) 無水酢酸 |
| (き) アクリル | (く) アセテート | (け) ビスコースレーヨン |
| (こ) 再生 | (さ) 半合成 | (し) 誘導 |

問7 32.4 gのセルロースをある条件で **イ** と反応させたとき、反応は完全には進行せず、質量が18.9 g増加した。この反応においてアセチル化されたヒドロキシ基は、もとのセルロースのヒドロキシ基の何%か、有効数字2桁で求めよ。計算過程も記せ。

問8 ジアセチルセルロースはトリアセチルセルロースよりも繊維として加工することが容易であり、また得られる繊維の吸湿性はより高い。ジアセチルセルロースの方が加工しやすい理由(理由1)、および繊維の吸湿性が向上する理由(理由2)をそれぞれ40字以内で記せ。

(以下余白)

令和4年度富山大学一般選抜（前期日程）追試験「化学」
試験問題の入試過去問題利用について

令和4年度富山大学一般選抜（前期日程）追試験「化学」の試験問題の作成にあたり、
以下のとおり入試過去問題を利用しました。

大問3

山形大学 2016年度 前期日程 化学 大問5を改変

見本

受験番号							

化学	小計
(7-1)	

科目	化学
----	----

志望学部	受験番号
学部	

小計

解答用紙

(7枚中の第1枚)

1

問1	計算過程
密度	
g/cm ³	

採点

問2	正しい記述の記号

採点

問3	化学式		正しい記述の記号
	ア	イ	

採点

問4	kg
----	----

採点

問5	
----	--

採点

見本

受 験 番 号						

化 学	小 計
(7-4)	

科目	化 学
----	-----

志 望 学 部	受 験 番 号
学部	

小 計

解 答 用 紙

(7枚中の 第4枚)

3

問 1	構造式	A	B
		C	D
		E	F
		G	H
		I	

採 点

問 2	g
-----	---

採 点

見本

受 験 番 号						

化 学	小 計
(7-5)	

科目	化 学
----	-----

志 望 学 部	受 験 番 号
学部	

小 計

解 答 用 紙

(7枚中の 第5枚)

3

問3	構造式	

採 点

問4	気体の名称	
	化学反応式	

採 点

問5	フェーリング液	記号		Cu ₂ O 沈殿	記号	
----	---------	----	--	-------------------------	----	--

採 点

受験番号						

見本

化学	小計
(7-6)	

科目	化学
----	----

志望学部	受験番号
学部	

小計

解答用紙

(7枚中の第6枚)

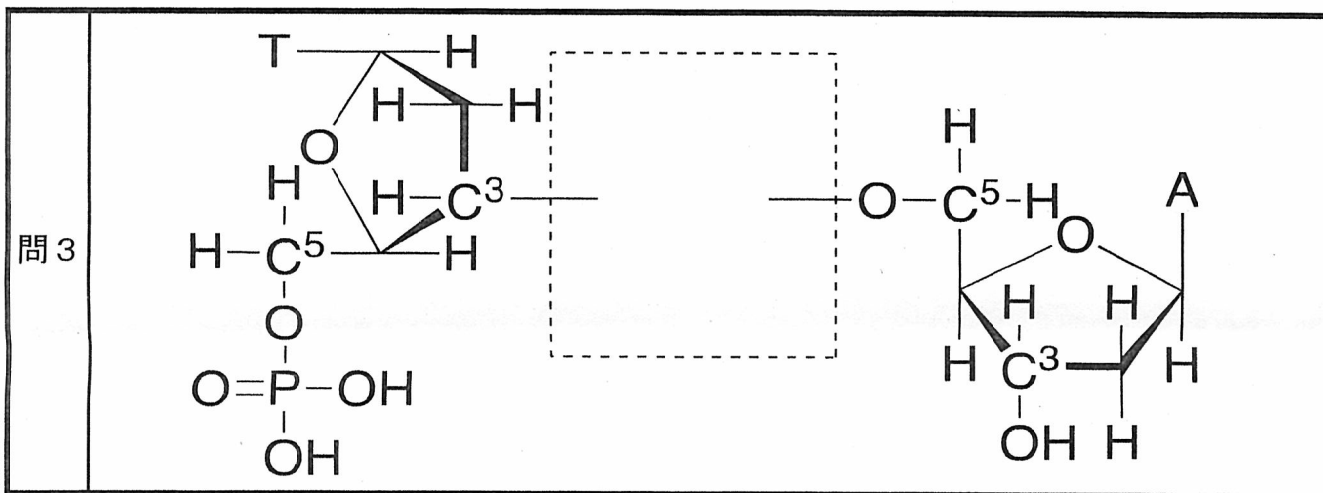
4

問1	記号		
----	----	--	--

採点

問2	記号	
----	----	--

採点



採点

問4	計算過程	ヌクレオチド鎖の分子量
問4	計算過程	RNAの分子量

採点

見本

計算用紙

見本

計算用紙