

化 学

I. 注意事項

1. 問題はⅠからⅤまでである（全体で13ページ）。問題Ⅰと問題Ⅱはマークシート式解答用紙に、問題Ⅲから問題Ⅴは記述用解答用紙に解答を書き込むこと。解答の方法は以下の説明に従うこと。

2. マークシート式解答用紙

- ①解答用紙には「生物」（だいだい色）と「化学」（ピンク色）の解答欄がある。
 ②各問題の解答はマークシート「化学」（ピンク色）の該当するマーク欄をマークすること。

3. 記述用解答用紙

解答用紙に氏名、4けたの受験番号を記入し、各問題の解答はすべて解答欄の指定の位置に記入すること。

II. 解答に際しての注意事項

①必要があれば次の原子量および数値を用いよ。

H=1.0 C=12 N=14 O=16 Na=23 Al=27 S=32 Cl=35.5 K=39 Br=80

大気圧は 1.01×10^5 Pa、気体定数 $R = 8.31 \times 10^3$ [Pa · L / (K · mol)]

②気体を扱う計算では、すべて理想気体として考えよ。

問題Ⅰ 次の各問いに答えよ。ただし、問1～問12の答はすべてマークシート式解答用紙の1～12のマーク欄にマークせよ。

問1 次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① 原子が、電子を取り入れて1価の陰イオンになるときに必要なエネルギーを電子親和力という。
 ② 原子を1価の陽イオンにするために必要な最小のエネルギーを第1イオン化エネルギーという。
 ③ 同一周期に属する原子間では、原子番号が大きい原子の方が、第1イオン化エネルギーは必ず大きくなる。
 ④ 単原子の陰イオンの半径はもとの原子の半径より大きい。
 ⑤ 同じ希ガス型電子配置を持つイオンどうしを比較すると、原子番号が大きいほどイオン半径は小さい。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、③
 キ ①、④ ク ②、③ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ③、⑤

問2 次の記述①～⑤のうちから、正しい内容の記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① 2価の金属の酸化物を還元して、そのすべてを単体の金属にした。生成した単体の金属の質量が酸化物の60%であったとすれば、この金属の原子量は65である。
- ② 塩化水素分子の結合はイオン結合なので、水に溶けてイオンに解離する。
- ③ 金属結晶が変形可能なのは、外力で原子をずらしても、自由電子により原子どうしの結合が保たれるからである。
- ④ 典型元素、遷移元素のいずれにも金属元素と非金属元素が存在する。
- ⑤ 原子番号が4, 12, 20の元素は同族元素である。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
キ ①、④ ク ②、⑤ ケ ③、④ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問3 次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

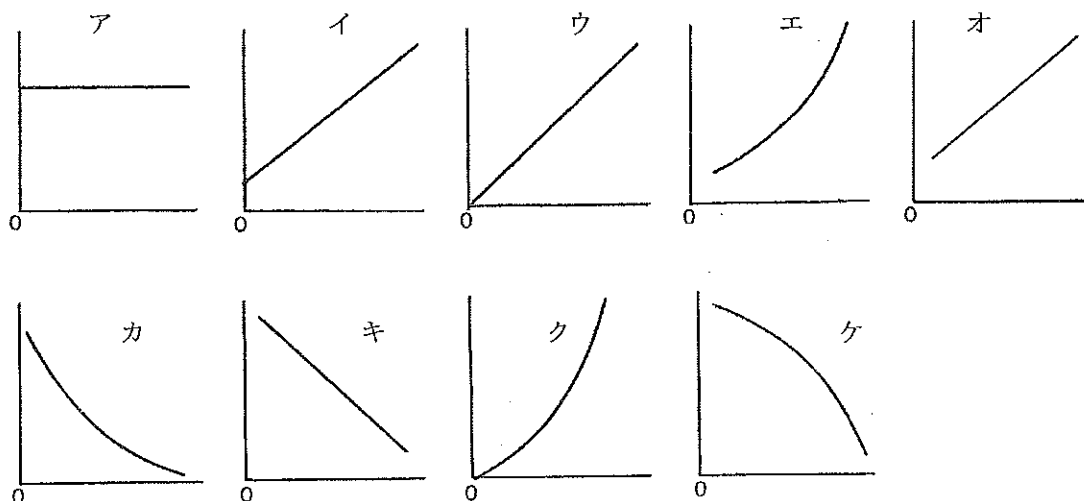
- ① 1価の酸よりも3価の酸の方が強い酸である。
- ② 酸無水物はすべて酸素原子を含んでいる。
- ③ 塩酸は、フッ化水素酸より強い酸である。
- ④ 塩基性塩には化学式中にOHを含まないものがある。
- ⑤ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ で表される反応において、水分子は塩基として作用している。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、③
キ ①、④ ク ②、④ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ③、⑤ シ ④、⑤

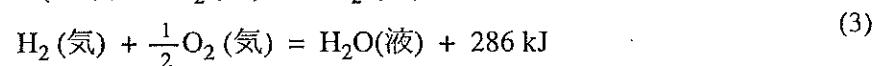
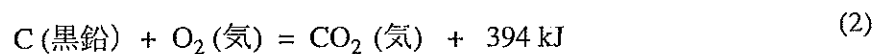
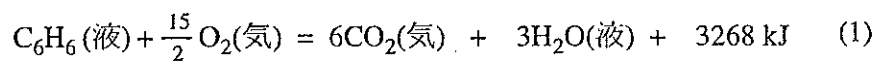
問4 アルミニウム粉末を酸素中で完全燃焼させたところ、酸化物6.12gが得られた。別に、同じ質量のアルミニウム粉末に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加温したところ、アルミニウムは完全に溶けて気体が発生した。この気体の体積は、標準状態で何Lか。最も近い数値をア～キから選べ。ただし、発生した気体は、水に溶けないものとする。

ア 0.67 イ 1.34 ウ 2.02 エ 2.69 オ 4.03 カ 5.38 キ 8.06

問 5 一定温度の条件のもとで、ある低分子化合物の希薄溶液の濃度を変えて、その浸透圧を測定したときの、溶液のモル濃度（横軸）に対する、溶液の浸透圧（縦軸）の関係を示した図を下図のア～ケから選べ。



問 6 ベンゼン、黒鉛、水素の燃焼熱はそれぞれ下記の(1)～(3)の熱化学方程式で表される。



ベンゼン(液)の生成熱 [kJ/mol] として最も近い数値を、ア～コから選べ。

ア -2874 イ -1506 ウ -680 エ -108 オ -46

カ +46 キ +108 ク +680 ケ +1506 コ +2874

問 7 酸化還元反応に関する次の記述①～⑤のうちから、正しい内容の記述をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ① 電池の放電にともなって、負極では還元反応、正極では酸化反応が進行する。
- ② 1分子あたりで受け取る電子数が多い物質ほど、強い酸化剤である。
- ③ ハロゲンの単体は、どれも酸化作用を持つ。
- ④ ヨウ化カリウム KI 水溶液にオゾン O_3 を通じると、ヨウ素 I_2 が析出する。したがって、酸化剤としての強さは $I_2 > O_3$ である。
- ⑤ 酸化還元反応では、反応後に酸化数が増加する原子の物質質量と酸化数が減少する原子の物質質量は常に等しくなる。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
キ ①、⑤ ク ②、③ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ③、⑤ シ ④、⑤

問 8 炭化水素に関する次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ① アセチレンに触媒の存在下で酢酸を付加させると、酢酸ビニルが生成する。
- ② 炭化カルシウムに水素を反応させると、アセチレンが生成する。
- ③ プロペンが付加重合してできた高分子化合物をポリプロピレンという。
- ④ アセチレン 1 分子に臭素 1 分子が付加して生成する化合物には、幾何異性体が存在する。
- ⑤ 鎖式炭化水素 A の 1 mol には、水素が最大で 1 mol 付加する。この炭化水素 A の 1.40 g に臭素を付加させたところ、臭素 4.0 g が付加した。炭化水素 A の分子量は 42 である。

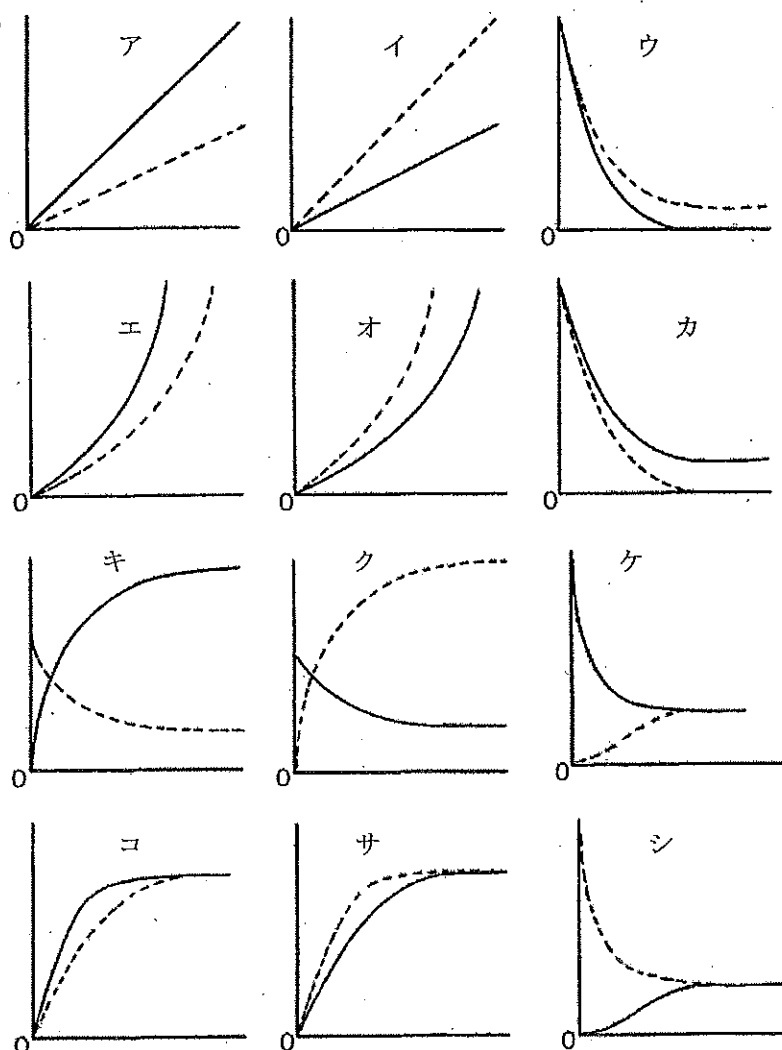
ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
キ ①、④ ク ②、④ ケ ②、⑤ コ ③、④ サ ③、⑤ シ ④、⑤

問9 次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① ジペプチドには2種類の、トリペプチドには3種類の構造異性体が存在する。
- ② タンパク質の二次構造は側鎖間の水素結合によって安定に保たれる。
- ③ ヘモグロビンは四次構造を形成したタンパク質である。
- ④ Pb^{2+} や Hg^{2+} のような重金属イオンには、タンパク質の立体構造を変える作用があり、生体にとって有害である。
- ⑤ アミラーゼは、デンプンには作用するがタンパク質には作用しない。これは、アミラーゼの基質特異性によるものである。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
 キ ①、③ ク ②、③ ケ ③、④ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問10 ヨウ素と水素を混合して反応させると一定時間後に平衡状態となる。この反応について時間（横軸）と反応速度（縦軸）の関係を表した図のパターンとして最も適切なものはどれか。解答は図ア～シから選べ。ただし、2本の曲線のうち実線は正反応を、点線は逆反応を示したものである。



問 11 金属 A～E に関する次の記述①～⑤を読み、A と E のそれぞれに該当する金属を下記の金属群から選べ。解答はア～クから選べ。

- ① A、B、C、D のイオン化傾向は水素より大きく E のイオン化傾向は水素より小さい。
- ② A、B、D は希硫酸に浸すと溶けるが、C はほとんど溶けない。
- ③ 同じ物質量の A、B、D をそれぞれ希硫酸に溶かすと、発生する水素の物質量は D の場合が最も多い。
- ④ B、C、E は濃硝酸に浸すと溶けるが、A、D はほとんど溶けない。
- ⑤ C、E それぞれの硝酸塩水溶液に希塩酸を加えると、いずれからも白色沈殿を生じる。

金属群： Pb Au Ag Pt Fe Cu Zn Al

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク
A	Al	Zn	Fe	Pb	Al	Zn	Fe	Pb
E	Ag	Cu	Ag	Ag	Cu	Ag	Au	Pt

問 12 次の記述①～⑤のうちから、正しい内容の記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① 油脂を構成する脂肪酸は、自然界では炭素数 20 のものが炭素数 18 のものより多い。
- ② オレイン酸のみで構成される油脂 1 mol に付加できる水素は最大で 3 mol である。
- ③ マーガリンの原料には、主に植物性油脂から作った硬化油が用いられる。
- ④ 大豆油を構成する脂肪酸は、不飽和脂肪酸より飽和脂肪酸の方が多い。
- ⑤ 脂肪酸の融点は、炭素原子数が同じならば、C=C 結合が多いほど高くなる。

ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
 キ ②、③ ク ②、⑤ ケ ③、④ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問題Ⅱ 次の文を読んで以下の問いに答えよ。ただし、問 13～問 17 の答はすべてマークシート式解答用紙の 13～17 のマーク欄にマークせよ。

濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を、次のようにシュウ酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) を用いる滴定により求めた。シュウ酸二水和物 6.30 g を水に溶かして 500 mL 用の^(あ)メスフラスコに入れ、水を加えて 500 mL とし、^(イ)シュウ酸水溶液を調製した。この溶液 25.0 mL をコニカルビーカーにとり、^(ウ)3 mol/L の硫酸を 25 mL 加えて酸性にした後、70°C に加温した。この溶液が温かいうちに、^(エ)ビュレットを用いて過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、20.2 mL で過マンガン酸カリウム水溶液の赤紫色が消えなくなったので、これを滴定終点とした。

問 13 下線部 (あ)、(え) の器具を実験の直前に純水で洗浄した。その後の実験操作における各器具の適切な扱い方を①～③から選べ。解答はア～ケから選べ。

- ① そのまま使用する。
- ② 加熱・乾燥してから使用する。
- ③ 使用する水溶液で数回すすいで使用する。

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ
(あ)	①	①	①	②	②	②	③	③	③
(え)	①	②	③	①	②	③	①	②	③

問 14 下線部 (い) のシュウ酸水溶液 25.0 mL 中には、何 g のシュウ酸が含まれているか。

ア～コの中から最も近い数値を選べ。

- | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ア 3.15×10^{-1} | イ 2.25×10^{-1} | ウ 3.10×10^{-2} | エ 2.25×10^{-2} | オ 2.20×10^{-2} |
| カ 2.00×10^{-2} | キ 4.20×10^{-3} | ク 3.10×10^{-3} | ケ 3.00×10^{-3} | コ 2.00×10^{-3} |

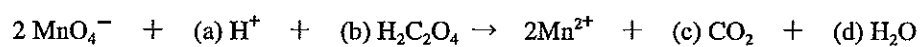
問 15 下線部 (う) に関連した次の記述①～⑤のうちから内容に誤りのある記述をすべて選べ。

解答はア～サから選べ。

- ① 酸性条件下では過マンガン酸カリウムの酸化力が強くなる。
- ② 硫酸を加えないで過マンガン酸カリウム水溶液を滴下すると、黒褐色(黒色)沈殿が生じる。
- ③ 加温するのは、常温ではシュウ酸と過マンガン酸カリウムとの反応の速度が小さいからである。
- ④ 硫酸の代わりに 6 mol/L の塩酸を 25 mL 加えても、滴定値 20.2 mL は変わらない。
- ⑤ 加温する温度を 90°C にしても、滴定値はかわらない。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①、②
 キ ①、⑤ ク ②、④ ケ ③、④ コ ③、⑤ サ ④、⑤

問 16 次の反応式は硫酸酸性下の過マンガン酸イオンとシュウ酸との反応をイオン反応式で示したものである。空欄(b)と(d)の係数の組み合わせとして適切なものをア～クから選べ。ただし、()内の数字は(b)、(d)の順に並んでいる。



ア (3, 4) イ (3, 5) ウ (4, 6) エ (4, 8) オ (5, 6)

カ (5, 8) キ (6, 8) ク (6, 10)

問 17 この過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は、何 mol/L か。ア～キの中から最も近い数値を選べ。

ア 0.500 イ 0.310 ウ 0.250 エ 0.155 オ 0.050 カ 0.031 キ 0.025

問題 III 化合物 A、B はいずれも分子量が 120 以下の同一の分子式を持つ脂環式炭化水素で、A、B ともに分子内に五員環構造を有している。

この化合物 A と B について実験を行い、次の【1】～【4】に示す結果を得た。

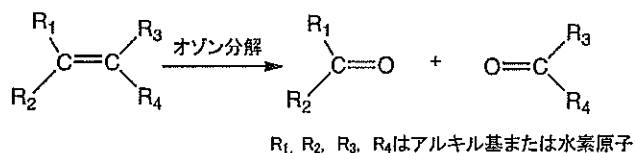
【1】 A と B それぞれ 4.8 mg を正確にはかりとり完全燃焼させたところ、いずれの場合も、二酸化炭素 15.4 mg、水 5.4 mg を生じた。

【2】 A と B それぞれに臭素水を少量加えると、いずれの場合も臭素水の色が脱色された。

【3】 A に適当な触媒を用いて水素を付加させると、化合物 C が得られた。

【4】 A と B をそれぞれオゾン分解したところ、A からは D と E が、また、B からは F のみが得られた。

*オゾン分解とは、以下の式に示したように、アルケンの C=C 二重結合にオゾンを反応させ、カルボニル化合物に分解する反応である。この反応は、鎖状および環状構造のいずれのアルケンにも適用できる。



また、化合物 D、E および F について追加実験をしたところ、次の【5】～【7】に示す結果を得た。

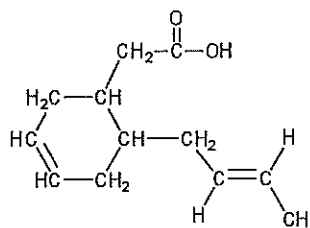
【5】 E はメタノールを空气中で酸化することによっても得られた。

【6】 D と E のそれぞれにフェーリング液を加えて加熱したところ、いずれから赤色沈殿が生じた。

【7】 F に水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加え加温すると、特異臭をもった黄色沈殿が生じた。この反応が完全に進行したとすると、理論的には 1 mol の F から 2 mol の黄色沈殿が生成する。

以下の問いに答えよ。

構造式の例

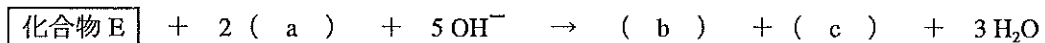


問 1 化合物 A の分子式を示せ。

問 2 化合物 A、B、F の構造式を上記の例にならって書け。

問3 化合物 C、E の名称を書け。

問4 次の反応式は実験結果【6】において、化合物 E がフェーリング液と反応して赤色沈殿を生じたときの式である。空欄(a)～(c)を埋めて反応式を完成せよ。ただし(b)と(c)の順序は問わない。



問5 実験結果【7】における黄色沈殿の分子式を示せ。

問6 実験結果【3】において、2.88 g の化合物 A に適当な触媒を用いて水素を付加させて化合物 C を得た。このときに消費した水素は、標準状態で何 mL か。有効数字 3 桁で答えよ。

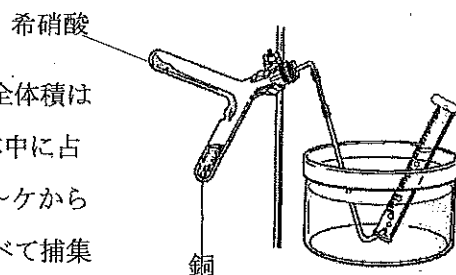
問7 化合物 C と同じ分子式をもつ構造異性体のうち、五員環構造を有するものは、化合物 C を除いて何個あるか。

問題Ⅳ 次の文章を読んで、問1～7に答えよ。

下図の様な装置で気体【A】を発生させ、^①水上置換で捕集した。得られた^②気体【A】は、空気中で気体【B】に変化した。また、気体【B】を容積可変の密閉容器に入れて放置したところ、一部が、気体【C】に変化し、^③気体【B】と気体【C】は平衡状態になった。

問1 この実験で気体【A】を発生させる反応の反応式を書け。

問2 下線部①で、メスシリンダー中に捕集された気体の全体積は 27.0°C 、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 500 mL だった。捕集された気体中に占める気体【A】の物質質量 [mol] に最も近い数値をア～ケから選べ。ただし、発生した気体【A】は水に溶けず、すべて捕集されたものとする。また、同温度における水の飽和蒸気圧は $3.00 \times 10^3 \text{ Pa}$ として計算せよ。



- | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ア 2.22×10^{-1} | イ 2.01×10^{-1} | ウ 1.95×10^{-1} | エ 2.22×10^{-2} | オ 2.01×10^{-2} |
| カ 1.95×10^{-2} | キ 2.22×10^{-3} | ク 2.01×10^{-3} | ケ 1.95×10^{-3} | |

問3 下線部①でメスシリンダー中に捕集された混合気体の平均分子量を、有効数字3桁で求めよ。

問4 下線部②の化学反応式を書け。

問5 下線部③の化学反応式を書け。

問6 下線部③で、この密閉容器に、体積が $1/2$ になるまで外から圧力をかけたとき、

ア. 気体【B】が減少し、気体【C】が増加する。

イ. 気体【C】が減少し、気体【B】が増加する。

のいずれになるか。記号で答えよ。

問7 気体【B】を温水に吸収させたときに起こる化学変化を化学反応式で示せ。

問題Ⅴ 次の文章を読んで、問1～3に答えよ。

多糖類にはデンプンやグリコーゲン、(ア)などがある。これらの物質の分子式は、すべて(イ)で表され、また示性式は(ウ)で表される。(ア)は植物の細胞壁の主成分であり、β-グルコースがC1位の(エ)基と、隣接するグルコースのC4位の(エ)基の間で脱水縮合した構造、すなわちβ-1,4-(オ)結合とよばれる結合で連なった構造をしている。この(ア)は、近年バイオ燃料の原料としても注目されている。(ア)を加水分解によってグルコースに変え、そのグルコースを(カ)菌の作用によってアルコールに変換できるからである。例えば、810gの(ア)を完全に加水分解すれば、理論上(キ)gのグルコースが得られる。このグルコースのすべてを(カ)菌によりアルコールに変換できたとすれば理論上(ク)gのエタノールを得ることができる。

問1 空欄(ア)、(エ)、(オ)、(カ)、(キ)、(ク)には当てはまる語句または数字を、(イ)には分子式を、(ウ)には示性式を記入せよ。ただし重合度はnとせよ。

問2 化合物(ア)からグルコースを得る方法として、希硫酸を用いる方法と酵素を用いる方法がある。後者の場合は、まず、^aある酵素を(ア)に作用させて^b二糖類に加水分解することから始まる。

- (1) 下線部 a に該当する酵素の名称をカタカナで書け。
- (2) 下線部 b に該当する二糖類の名称をカタカナで書け。
- (3) 図1に示したα-グルコースの構造を参考にして、下線部 b の二糖類の構造のうち、β型のもを図2の(あ)～(お)から選べ。

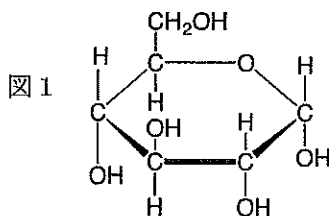
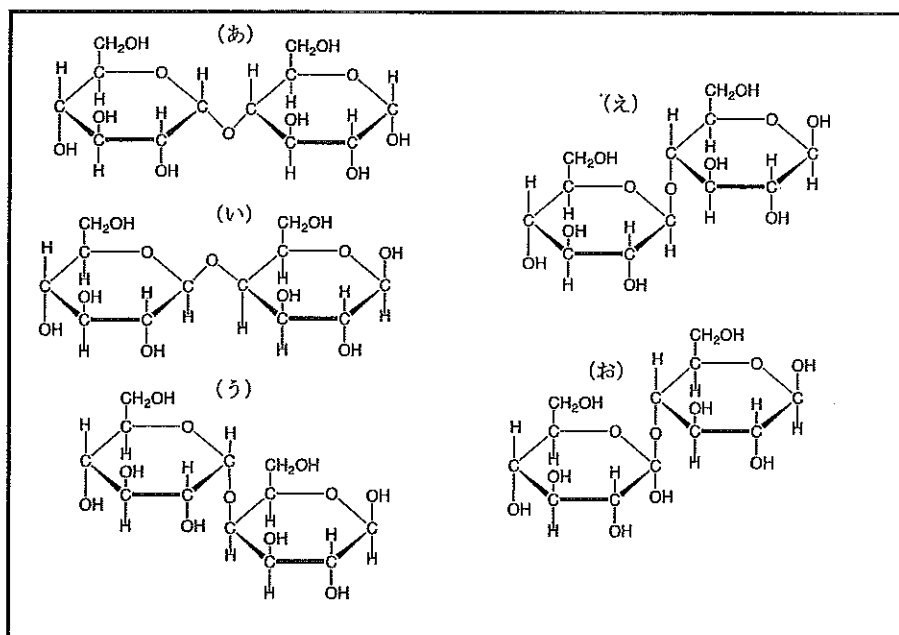


図2



問3 (ア)に関する記述の正誤の組み合わせとして、最も適当なものをa~iから選べ。

- ① 分子全体では直線状の構造をしているので、ファンデルワールス力によって分子どうしが結びつき強い繊維状の物質を形成しやすい。
- ② 平均分子量の大きさは、デンプンより小さい。
- ③ セロハン、アセテート繊維、および無煙火薬の原料となる。
- ④ 水や有機溶媒などの多くの溶媒に溶けにくいですが、水酸化銅(II)を濃アンモニア水に溶かした溶液には溶ける。
- ⑤ 自然界に最も多量に存在する炭水化物である。

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
①	正	正	正	正	正	誤	誤	誤	誤
②	正	正	誤	正	誤	正	正	誤	誤
③	誤	正	正	正	正	誤	正	正	正
④	正	誤	正	誤	正	正	正	正	正
⑤	正	正	正	誤	誤	誤	正	正	誤