富山大学

2026 年度　前期日程　化学

（2 科目　180 分）

（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］

塩	化	ナ	ト	リ	ウ	ム	は	,	水	に	溶	け	る	と	電	離	し	て	N
a	+	と	C	l	−	を	生	じ	る	。									

1 次の文章を読み，以下の問いに答えよ。必要があれば，次の値を用いよ。

$\sqrt{2} = 1.41$

周期表の［ a ］族に属する元素はハロゲンといわれ，価電子を［ b ］個もつため［ c ］価の陰イオンになりやすい。ハロゲン元素の単体はすべて［ d ］原子分子であるが，(i) 常温・常圧では元素により，気体・液体・固体と，さまざまな状態をとる。

塩素は工業的に重要な物質であり，主に(ii) 塩化ナトリウム水溶液の電気分解により製造されている。(iii) 塩素を水酸化ナトリウム水溶液に加えると，酸化力をもつ化合物を含んだ水溶液が得られる。この水溶液は強い酸化作用を示すため消毒剤や洗浄剤として用いられる。

溶液中の塩化物イオンの量を定めるために，いくつかの滴定法が用いられる。その一つとして沈殿生成反応を利用した［ e ］がある。(iv) ［ e ］はクロム酸カリウムを指示薬とし，塩化銀の沈殿生成を利用する滴定法である。

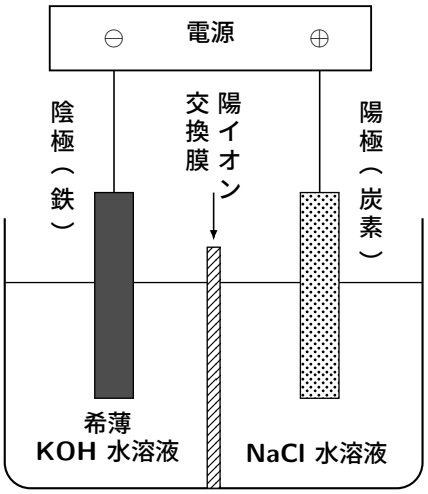
問 1　［ a ］～［ d ］にあてはまる数字，および［ e ］にあてはまる滴定法の名称を記せ。

問 2　下線部 (i) に関連し，25 °C，1.01×10^5 Pa で単体が液体であるハロゲンの元素記号をすべて記せ。

問 3　下線部 (ii) に示すように，塩素の単体は塩化ナトリウム水溶液の電気分解で得られる。(1)，(2) に答えよ。

(1) 塩化ナトリウム水溶液の電気分解を，右の図に示すような装置で行った。この装置では，陽極側と陰極側が陽イオン交換膜で隔てられている。この装置の陽極側に塩化ナトリウム水溶液を入れ，陰極側には希薄な水酸化カリウム水溶液を入れて電気分解を開始した。この装置で電気分解が進行する際に陽極および陰極で起こる酸化還元反応を半反応式（電子 e^- を含むイオ

ン反応式）で記せ。ただし，この電気分解では水の酸化反応は進行しないものとする。



(2) 電気分解後に陰極側の溶液を取り出し濃縮したところ，水酸化カリウム以外の固体も析出した。この固体の化学式を記せ。

問 4　下線部 (iii) で起こる反応を化学反応式で記せ。

問 5　下線部 (iv) の滴定法を用いて次の実験を行った。(1)，(2) に答えよ。なお，溶液の pH は，実験のあいだ適切に維持されたものとする。

［実験］ 濃度不明の塩化ナトリウム水溶液 30.0 mL をビーカーにとり，指示薬として適切な量のクロム酸カリウム K_2CrO_4 水溶液を加えた。そこに，0.100 mol/L の硝酸銀水溶液をビュレットで滴下すると，まず塩化銀 AgCl の白色沈殿が生成した。さらに滴下を続け，滴下した硝酸銀水溶液の量が 24.1 mL になったとき，はじめてクロム酸銀 Ag_2CrO_4 の赤褐（暗赤）色の沈殿が生じた。このとき塩化物イオンがすべて反応したと判断した。

(1) この実験で用いた塩化ナトリウム水溶液のモル濃度〔mol/L〕を有効数字 3 桁で求めよ。

(2) この滴定法では試料溶液が AgCl の飽和水溶液となるときに Ag_2CrO_4 の沈殿生成が始まることが望ましい。このためには指示薬である K_2CrO_4 の濃度を適切な値に調整することが重要である。試料溶液が AgCl の飽和水溶液となり，Ag_2CrO_4 の沈殿生成が始まったときの K_2CrO_4 のモル濃度〔mol/L〕を有効数字 2 桁で求めよ。導出過程も記せ。ただし，滴定の際の液温は一定で，その温度において AgCl の溶解度積 $K_{sp(AgCl)}$ は 2.0×10^{-10} $(mol/L)^2$,

Ag_2CrO_4 の溶解度積 $K_{sp(Ag_2CrO_4)}$ は $2.4 \times 10^{-12}\,(\mathrm{mol/L})^3$ とする。

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。

$\log_{10} 2.0 = 0.30$，$\log_{10} 2.7 = 0.43$，$\log_{10} 3.0 = 0.48$

(I) 弱酸とその塩，あるいは弱塩基とその塩の混合水溶液は，少量の酸や塩基を加えても，pH が変化しにくい。このような溶液を［ a ］液という。

弱酸である酢酸は，水溶液中で一部が電離しており，式 (1) のような電離平衡が成り立つ。

$$CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+ \qquad (1)$$

酢酸水溶液のモル濃度〔mol/L〕を c，酢酸の電離度を α，電離定数〔mol/L〕を K_a とすると，電離平衡に達したときの酢酸および各イオンのモル濃度は，$[CH_3COOH] =$［ b ］，$[CH_3COO^-] =$［ c ］，$[H^+] =$［ d ］となる。したがって，$K_a =$［ e ］と表される。酢酸の電離度 α は 1 に比べて非常に小さいので，$K_a =$［ f ］と近似でき，$[H^+] =$［ g ］と求めることができる。この近似を用いると，c が 0.20 mol/L のとき，pH は［ h ］となる。この酢酸水溶液 1.0 L に，酢酸ナトリウムの結晶 0.60 mol を完全に溶解させると，$[H^+]$ は［ i ］mol/L に，pH は［ j ］となる。

問 1 ［ a ］にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2 ［ b ］～［ f ］にあてはまる適切な式を c，α を用いて記せ。

問 3 ［ g ］にあてはまる適切な式を c，K_a を用いて記せ。

問 4 ［ h ］～［ j ］にあてはまる数値を求めよ。ただし，［ h ］，［ j ］は小数第 1 位まで，［ i ］は有効数字 2 桁で記せ。温度は 25 °C，酢酸の電離定数を $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$ mol/L とし，結晶の溶解により溶液の体積は変化せず，酢酸ナトリウムは水溶液中で完全に電離しているものとする。

(II) 植物は，式 (2) に示す通り，グルコース（$C_6H_{12}O_6$）を二酸化炭素と水から合成している。

$$［\ k\ ］CO_2(気) + ［\ l\ ］H_2O(液) \rightarrow C_6H_{12}O_6(固) + ［\ m\ ］O_2(気)$$

$$\Delta H = 2807\,\mathrm{kJ} \qquad (2)$$

ただし，式 (2) の ΔH（エンタルピー変化）は 25 °C，1.013×10^5 Pa での値である。式 (2) の酸化還元反応では，［ k ］個の二酸化炭素分子が合計［ n ］個の電子を受け取ることで，1 分子のグルコースが生じる。植物内では［ o ］エネルギーを利用することで式 (2) の反応が起

こり，そのエンタルピー変化に相当するエネルギーが［ p ］エネルギーとして蓄積される。また，植物は体内の水分を水蒸気として葉から放出し，気化熱によって体温調節を行っている。(i)

問 5　［ k ］～［ n ］にあてはまる数字を記せ。

問 6　［ o ］，［ p ］にあてはまる最も適切な語を次の (ア)～(オ) から一つずつ選び，その記号を記せ。

(ア) 熱　　(イ) 電気　　(ウ) 光　　(エ) 化学　　(オ) 運動

問 7　水の蒸発は，25 °C，1.013×10^5 Pa においてエンタルピー変化が 44 kJ/mol の吸熱反応だが，下線部 (i) のように，私たちの身のまわりでは自発的に起こる。このように，吸熱反応にもかかわらず水が自発的に蒸発する理由を，エンタルピーとエントロピーという二つの用語を使って 150 字以内で説明せよ。

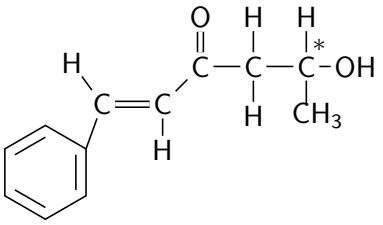
問 8　CO_2(気)，H_2O(気) の 25 °C，1.013×10^5 Pa における生成エンタルピーは，それぞれ −394 kJ/mol，−242 kJ/mol である。これらの値と，**問 7** に示した水の蒸発エンタルピーを用いて，$C_6H_{12}O_6$(固) の 25 °C，1.013×10^5 Pa における生成エンタルピーを計算せよ。導出過程も記せ。

3 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。

$\sqrt{3} = 1.732$

構造式は次の［例］にならって記し，不斉炭素原子が存在する場合には炭素原子の右上に「∗」を記せ。

［例］



(I)　地中から掘り出されたままの精製されていない石油を原油とよび，原油を分留すると，ナフサ，灯油，軽油，重油などの石油製品が得られる。ナフサの分留や熱分解により，分子式 C_2H_4，C_4H_8(i)，C_5H_{10}(ii) などの有機化合物が得られる。分子式 C_2H_4 で表される化合物は，実験室では［ a ］に濃硫酸を加えて 160 ～ 170 °C で加熱することで得られる。

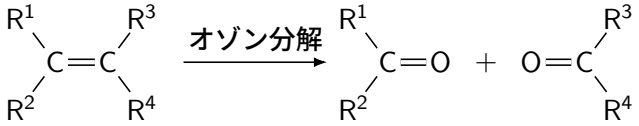
石油の精製過程ではベンゼンも得られる。ベンゼンは鉄触媒を用いて，3 分子の［ b ］から合成することもできる。ベンゼンは不飽和結合をもつが，アルケンとは異なり，［ c ］反応を起こしやすい。例えば，ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させると，ベンゼンの水素原子が［ d ］基で［ c ］された［ d ］ベンゼンを生じる。［ d ］ベンゼンにスズと塩酸を作用させて還元するとアニリン塩酸塩が得られる。アニリンの希塩酸溶液に，［ e ］を加え，室温で反応させると，窒素とフェノール(iii)を生じる。

問 1　［ a ］～［ e ］にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2　下線部 (i) について，分子式 C_4H_8 で表される化合物には全部でいくつの異性体があるか，数字で記せ。

問 3　下線部 (ii) について，分子式 C_5H_{10} で表される，ある化合物 A を用いて以下の**実験 1**，**2** を行った。化合物 A，B，および，C の構造式を記せ。

［実験 1］ 化合物 A をオゾン分解すると，ホルムアルデヒドと化合物 B が生じた。化合物 B にヨウ素と水酸化ナトリウムを加えて加熱すると，黄色沈殿が生じた。オゾン分解とは，アルケンに低温でオゾンを作用させたのち亜鉛などで処理し，2 種類のカルボニル化合物へと変換する反応のことをいい，次のような反応が進行する。



［実験 2］ 化合物 A に臭素を作用させると，不斉炭素原子をもつ化合物 C が生じた。

問 4　下線部 (iii) に関連して，以下の**実験 3**～**5** を行った。化合物 D の化学式，化合物 F および I の構造式を記せ。

［実験 3］ フェノールに化合物 D の水溶液を加えたところ反応し，青～赤紫色を呈した。

［実験 4］ 2.5 mol のフェノールに対し，2.5 mol の臭素を作用させたところ，2 種類の化合物 E および F が，物質量として 9 : 1 の比で得られた。化合物 E および F の分子式は同じであり，どちらにも臭素原子は 1 つしか含まれていなかった。

［実験 5］ **実験 4** で得られた化合物 E に過剰な量の臭素を作用させたところ，化合物 G を経て，最終的に化合物 H が生じた。一方，化合物 F に過剰な量の臭素を作用させたところ，2 種

類の化合物 G および I を経て，最終的に化合物 H が生じた。化合物 G および I は臭素原子を 2 つもっていた。また，化合物 H は臭素原子を 3 つもっていた。

(II) 8 個の炭素原子が立方体の頂点に位置し，各炭素原子から外側へ 1 個ずつ水素原子が突き出している分子（C_8H_8）をキュバンとよぶ。キュバンの構造を図 1 に示す。キュバンの 8 個の炭素原子からなる立方体構造（キュバン構造）を医薬品に応用する研究が盛んに進められている。キュバン構造の対角の炭素原子 $C^{①}$ および $C^{②}$ と結合するそれぞれの水素原子を，置換基 X および Y で置き換えた分子を図 2 に示す。この分子は，ベンゼン環に置換基 X および Y を持つパラ異性体と生物学的によく似た作用を示すと考えられている(iv)。その理由の一つとして，キュバン構造の $C^{①}$ と $C^{②}$ の炭素原子間の距離と，ベンゼン環の最も離れた炭素原子間の距離が，ほぼ等しいことが挙げられている。

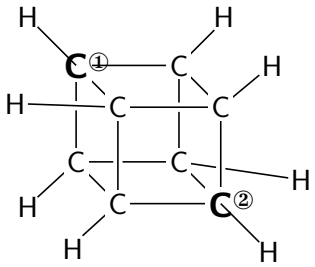


図 1

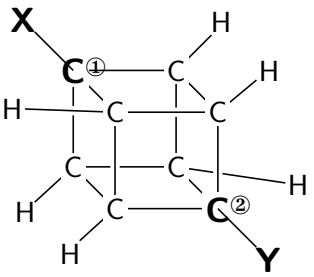
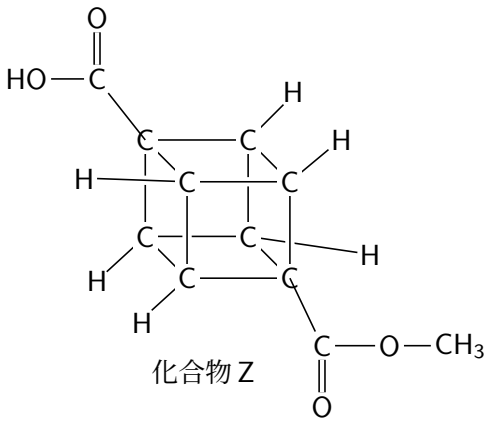


図 2

問 5　下線部 (iv) の考えをもとに，ある化合物 J のベンゼン環をキュバン構造で置き換えた化合物 Z を合成した。化合物 Z を以下に示す。化合物 J の構造式を記せ。



化合物 Z

問 6　ベンゼン環を正六角形，キュバン構造を立方体とみなし，ベンゼン環の最も離れた炭素原子間の距離〔nm〕，および，キュバン構造の $C^{①}$ と $C^{②}$ の炭素原子間の距離〔nm〕をそれぞれ小数第 3 位まで求めよ。なお，炭素 – 炭素原子間の結合距離を以下の通りとする。

ベンゼン環：0.1397 nm，キュバン構造：0.1572 nm

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 = 1.00，C = 12.0，O = 16.0，F = 19.0

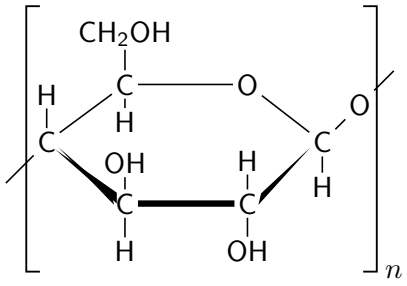
(I)　代表的な単糖であるグルコースは水溶液中で［ a ］をもつ環状の異性体と，［ b ］をもつ鎖状の異性体が平衡状態で存在する。そのためグルコースの水溶液は［ c ］により赤（褐）色沈殿を生じる。二糖である［ d ］を希硫酸で加水分解するとグルコースとフルクトースの等量混合物が得られる。この等量混合物を［ e ］糖という。［ d ］の水溶液は還元性を示さないが，［ e ］糖の水溶液は還元性を示す。

デンプンはアミロースとアミロペクチンから構成されている。アミロースは［ f ］がグリコシド結合でつながっており，らせん構造をとる。デンプン水溶液に［ g ］を加えると青〜紫色を呈する。一方，セルロースは［ h ］がグリコシド結合で直鎖状に重合した高分子で，植物の細胞壁や繊維の主成分である。

問 1　［ a ］〜［ h ］にあてはまる最も適切な語句を次の (ア)〜(ソ) から一つずつ選び，その記号を記せ。

(ア) カルボキシ基	(イ) ホルミル基	(ウ) ヘミアセタール構造
(エ) 希硝酸	(オ) フェーリング液	(カ) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液
(キ) ニンヒドリン溶液	(ク) スクロース	(ケ) マルトース
(コ) ガラクトース	(サ) 乳化	(シ) 転化
(ス) けん化	(セ) α-グルコース	(ソ) β-グルコース

問 2　右図はセルロースをくり返し単位を用いて示したものである。(1)，(2) に答えよ。



(1) セルロースのくり返し単位の式量を求め，小数第 1 位まで記せ。

(2) 平均分子量が 2.00×10^5 のセルロースの平均重合度を有効数字 3 桁で求めよ。なお，このセルロースの平均分子量は十分に大きく，末端構造は考慮しなくてよい。

問 3　アセテートはセルロースを原料に作られる。セルロースに比べてアセテートは成形しやすい。この理由を，セルロースとアセテートの官能基の違いを述べたうえで 100 字以内で説明せよ。

(II) 合成高分子化合物は，その用途や性質の違いから，合成繊維，合成樹脂，合成［ i ］に分類される。合成繊維とは，合成高分子化合物を紡糸したものであり，合成樹脂とは，熱や圧力を加えることで目的の形に成形できるものをいう。また，合成［ i ］は，室温で大きく伸び縮みし，柔らかくよく弾む性質（弾性）をもつ合成高分子化合物である。

合成繊維または合成樹脂として用いられるポリエチレンテレフタラートやナイロン 66 は，［ j ］重合反応によって合成される。ポリエチレンテレフタラートのように［ k ］結合をくり返しもつ高分子をポリ［ k ］といい，ナイロン 66 のようにアミド結合をくり返しもつ高分子をポリアミドという。

合成樹脂として用いられるポリメタクリル酸メチルやポリスチレンは，それぞれの単量体中に重合反応に関わる官能基として［ l ］基を 1 つもち，［ m ］重合反応によって合成される。2 種類以上の単量体を混合して重合することで得られる重合体を共重合体とよぶ(i)。共重合体は，それぞれの単量体のみからなる重合体とは異なる性質を示す。

合成［ i ］の多くは，分子内の炭素鎖に［ n ］結合をくり返しもち，高い弾性を示す。これらの合成［ i ］は，硫黄を加えて加熱し，架橋構造(ii)を形成させることで，より高い弾性を示す。

問 4　[i]～[n]にあてはまる最も適切な語句を記せ。

問 5　下線部 (i) に関連して，次の問いに答えよ。

テトラフルオロエチレン（分子量 100）とエチレン（分子量 28）の共重合体を元素分析したところ，テトラフルオロエチレン由来の構成単位とエチレン由来の構成単位の数の比が 1.0 : 1.0 で含まれていることがわかった。この共重合体におけるフッ素の含有量を％（質量百分率）で有効数字 2 桁で求めよ。なお，この共重合体の平均分子量は十分に大きく，末端構造は考慮しなくてよい。

問 6　下線部 (ii) に関連して，次の問いに答えよ。

架橋構造をもつアクリル酸のナトリウム塩からなる重合体は，高い吸水性を示す。その理由を，次の 3 つの用語をすべて使って，100 字以内で説明せよ。

用語：立体網目構造・電離・浸透圧