帝京大学

2023 年度　一般選抜　化学

化学①

（2 科目　120 分）

1 次の文章を読み，以下の各問いに答えなさい。

物質の化学変化は，熱の出入りを伴って進むことが多い。物質のもつエネルギーを化学エネルギーといい，物質が変化すると化学エネルギーも変化する。化学変化に伴って発生または吸収する熱量を反応熱という。反応熱は，反応の種類によって，さまざまな名称でよばれる。(a) 化学反応においては，反応物から生成物ができるときに，複数の反応経路が考えられる場合があるが，一般に，反応熱と反応経路の間には，「反応熱の大きさは，反応の始めの状態と終わりの状態だけで決まり，反応の経路には無関係である。」という関係が成り立つ。これを [あ] の法則という。この法則を利用すると，実際に測定することが難しい反応の反応熱でも求めることができる。気体分子の結合を切るのに必要なエネルギーをその結合の結合エネルギーという。化学反応では，原子間の結合の組み換えが起こることが多い。気体の反応では，反応熱は，結合エネルギーの値から求めることができる。

反応物と生成物がもつ化学エネルギーの差，あるいはその一部が光として放出されることもある。この現象を [い] という。[う]（$C_8H_7N_3O_2$）は，塩基性条件下，鉄などの金属を触媒として過酸化水素などにより酸化されると，[X] 色の発光を示す。この反応は [う] 反応とよばれ，血液中の成分によっても反応が促進されるため，科学捜査における血痕の鑑識法として利用されている。緑色植物には葉緑体があり，光エネルギーを用いて，二酸化炭素と水から糖類を合成し，[え] を発生する。これを一般に，[お] という。[お] は，いくつかの反応が複雑に組み合わさって進行する生体内の化学反応である。

問 1　文中の空欄 [あ]〜[お] にあてはまる最適な語句を答えなさい。ただし，空欄 [あ]，[う] はカタカナで，空欄 [い]，[お] は漢字で，空欄 [え] は分子式で答えなさい。

問 2　文中の空欄 [X] にあてはまる色について，最も近いものを次の (ア)〜(キ) から一つ選び，記号で答えなさい。

(ア) 赤　(イ) 藍　(ウ) 紫　(エ) 青　(オ) 黄　(カ) 橙　(キ) 緑

問 3　文中の下線部 (a) について，溶解熱が負の値をとるものを次の (ア)〜(エ) からすべて選び，五十音順で記号で答えなさい。

(ア) 尿素　(イ) 硫酸　(ウ) 水酸化ナトリウム　(エ) 硝酸アンモニウム

問 4　文中の下線部 (a) について，次の①〜③の記述のうち正しいものの組み合わせを以下の (ア)〜(ク) から一つ選び，記号で答えなさい。

① 気体の水素の燃焼熱と液体の水の生成熱の値は等しい。

② 気体のエチレンの生成熱は，気体のエタンの生成熱よりも大きい。

③ 強酸と強塩基の希薄溶液どうしの中和熱は，酸や塩基の種類によらず一定である。

(ア) ①　(イ) ②　(ウ) ③　(エ) ①と②　(オ) ①と③　(カ) ②と③

(キ) ①と②と③　(ク) なし

問 5　メタンとエタンの混合気体 A を 0 ℃，1.013×10^5 Pa で 22.40 L とり，完全燃焼させたところ，2.600 mol の酸素が消費された。メタンの燃焼熱を 891.0 kJ/mol，エタンの燃焼熱を 1561 kJ/mol としたとき，以下の各問いに答えなさい。

① 混合気体 A 中のメタンとエタンの物質量の比を最も簡単な整数比で答えなさい。

② 混合気体 A が完全燃焼したとき，発生した熱量は何 kJ/mol になるか。算用数字で答えなさい。ただし，数値は指数表記（$a \times 10^n$）で表さず，必要ならば四捨五入して，有効数字 4 桁で答えなさい。

問 6　H-H，N-H，N≡N の結合エネルギーをそれぞれ 436 kJ/mol，391 kJ/mol，946 kJ/mol としたとき，アンモニアの生成熱はいくつか。算用数字で答えなさい。ただし，数値は指数表記（$a \times 10^n$）で表さず，必要ならば四捨五入して，有効数字 3 桁で答えなさい。

2 次の第 1 群に示された 10 種の金属イオンのうち，9 種 A，B，C，D，E，F，G，H，I の硝酸塩水溶液がある。また，試薬 a，b，c，d は第 2 群に示した化合物である。

次の (1)〜(7) の結果より，以下の各問いに答えなさい。ただし，試薬 a〜d を作用させる場合，水溶液は加えることにより，気体は通じることにより作用させるものとする。

第 1 群

ア：Ag^+　イ：Al^{3+}　ウ：Ca^{2+}　エ：Cd^{2+}

オ：Cu^{2+}　カ：Fe^{3+}　キ：Mg^{2+}　ク：Mn^{2+}

ケ：Pb^{2+}　コ：Zn^{2+}

第 2 群

サ：CO_2　シ：HCl　ス：H_2S　セ：NH_3

(1) A〜I の中で同族元素のイオンの組み合わせは，A と B および C と D だけである。また A〜D の

中で，A のみが炎色反応を示した。

(2) A〜I の溶液をそれぞれ試験管に取り，試薬 a を作用させると E の溶液のみ白色の沈殿を生じたが，加熱すると E から生じた沈殿は溶解した。

(3) A の溶液を 4 本の試験管に取り，それぞれにごく少量の試薬 b を作用させたのち，試薬 a〜d をそれぞれ作用させると，試薬 c を作用させたものだけに白色沈殿が生成した。

(4) A〜I の溶液をそれぞれ試験管に取り，試薬 d を十分に作用させると，C，E，I の溶液で，それぞれ黄色，黒色，黒色の沈殿を生じた。また F の入った試験管では，濁りのある淡緑色の溶液となった。これは F により，試薬 d が酸化されたためである。

(5) C，D，G の溶液をそれぞれ試験管に取り，ごく少量の試薬 b を作用させたのち，試薬 d を作用させると，それぞれ黄色，白色，淡赤色の沈殿を生じた。

(6) D，F，H，I の溶液をそれぞれ試験管に取り，試薬 b を少量作用させたところ，すべてに沈殿を生じた。さらに試薬 b を過剰に作用させると，D，I の入った試験管では沈殿が溶解した。F と H の場合は沈殿が残ったが，さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと，H の入った試験管では沈殿が溶解した。

(7) 少量の G の溶液を試験管に取り，硝酸と非常に強い酸化剤を加えて加熱すると，溶液の色が赤紫色に変化した。

問 1　A〜I にあてはまる最適な金属イオンを，第 1 群の選択肢から選び，カタカナで答えなさい。

問 2　a〜d にあてはまる最適な試薬を，第 2 群の選択肢から選び，カタカナで答えなさい。

問 3　(4) の下線部の変化を表す化学反応式は以下のように表される。

$$2\boxed{\ \ ①\ \ } + \boxed{\text{試薬 d の化学式}} \longrightarrow 2\boxed{\ \ ②\ \ } + \boxed{\ \ ③\ \ } + 2\,HNO_3$$

①，②，③にあてはまる化学式を答えなさい。

3 以下の各問いに答えなさい。

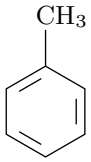
問 1　次の各問いに答えなさい。

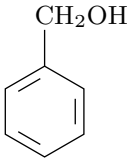
① 塩化鉄 (Ⅲ) 水溶液を加えると赤紫～青紫となる化合物を次の (ア)～(シ) からすべて選び，記号で五十音順に答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。

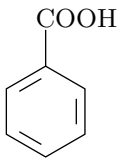
② 適当な溶媒に溶かしたものに，金属ナトリウムを加えても水素を発生しない化合物を次の (ア)～(シ) からすべて選び，記号で五十音順に答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。また，溶媒と金属ナトリウムは反応しないこととする。

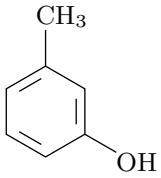
③ 適当な溶媒に溶かし，金属ナトリウムを加えると水素を発生するが，塩化鉄 (Ⅲ) 水溶液を加えても呈色しない化合物を次の (ア)～(シ) からすべて選び，記号で五十音順に答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。また，溶媒と金属ナトリウムは反応しないこととする。

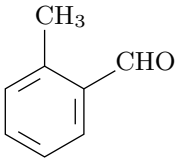
④ 炭酸水素ナトリウム水溶液に溶解する化合物を次の (ア)～(シ) からすべて選び，記号で五十音順に答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。

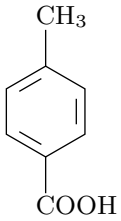
(ア) 

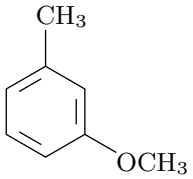
(イ) 

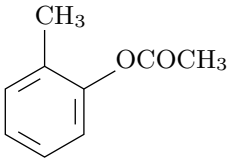
(ウ) 

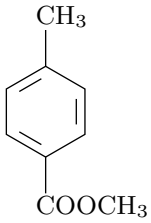
(エ) 

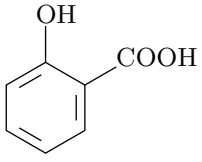
(オ) 

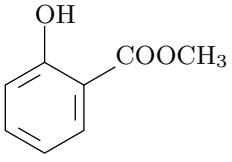
(カ) 

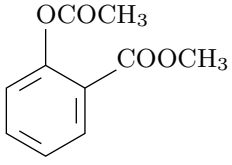
(キ) 

(ク) 

(ケ) 

(コ) 

(サ) 

(シ) 

問 2　炭素，水素，酸素からなる有機化合物 A（分子量 228）は，34.2 mg 量り取って完全燃焼させると，二酸化炭素 79.2 mg と水 27.0 mg を得ることができる。この化合物 A を水酸化ナトリウム水溶液に加え長時間煮沸後，十分に冷却してからエーテルを加え，エーテル層と水層の分離を行った。得られたエーテル層からはどちらも分子式が $C_4H_{10}O$ である化合物 B と化合物 C が得られた。化合物 B と化合物 C のそれぞれに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて加熱したところ，化合物 B からは銀鏡反応陽性化合物を生じたが，化合物 C は特に変化がみられなかった。また，加熱した濃硫酸を用いると化合物 B，化合物 C ともに分子内脱水させることができ，生じた化合物はどちらも同一のアルケン D だった。一方，得られた水層を酸性にすると化合物 E が析出した。この化合物 E を 160 ℃に加熱しても変化は何も起こらなかったが，化合物 E の幾何異性体である化合物 F を 160 ℃に加熱すると容易に脱水反応が起こった。次の各問いに答えなさい。

① 化合物 A の分子式を答えなさい。ただし，H = 1.00，C = 12.0，O = 16.0 とする。

② 化合物 B〜F の名称を答えなさい。

4 次の文章を読み，以下の各問いに答えなさい。

人工合成された高分子化合物の多くは熱や圧力によって用途に合った形に成形することができる。このような性質をもつ高分子化合物を [あ] あるいは合成樹脂という。合成樹脂は熱に対する性質から熱 [い] 性樹脂と熱 [う] 性樹脂に分類される。

熱 [い] 性樹脂の例としてフェノールと [え] を酸または塩基を触媒として加熱合成される [お] 樹脂，メラミンや [か] を [え] と加熱して合成されるアミノ樹脂などがある。

一方，ポリスチレンは [き] として利用されており，[く] の原料となるポリ酢酸ビニルは塗料や接着剤に利用されている。また，[け] として利用されている<u>ポリメタクリル酸メチル</u>(a)や家庭用電源ケーブルの被覆に利用されている [こ] などは熱 [う] 性樹脂の例である。

問 1　文中の空欄 [あ] に入る最も適切な語句をカタカナで答えなさい。

問 2　文中の空欄 [い]，[う] に入る最も適切な語句をそれぞれ漢字 2 文字で答えなさい。

問 3　文中の空欄 [え] に入る最も適切な化合物名を一つ選び，(ア)〜(カ) の記号で答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。

(ア) グリセリン

(イ) ホルムアルデヒド

(ウ) エチレングリコール

(エ) 酢酸

(オ) ビスフェノール A

(カ) 尿素

問 4　文中の空欄 [お] に入る最も適切な樹脂名を一つ選び，(ア)〜(カ) の記号で答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。

(ア) ポリプロピレン

(イ) フッ素

(ウ) アルキド

(エ) フェノール

(オ) ユリア

(カ) エポキシ

問 5　[お] 樹脂についての記述で正しいものをすべて選び，(ア)〜(エ) の記号で答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。

(ア) ベークライトともよばれる。

(イ) 電気伝導性に優れている。

(ウ) フェノールとアセトアルデヒドが付加縮合した樹脂である。

(エ) 網目状の立体構造である。

問 6　文中の空欄 [か] に入る最も適切な化合物名を一つ選び，(ア)〜(カ) の記号で答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。

(ア) プロピレン

(イ) フッ素

(ウ) イソプレン

(エ) フェノール

(オ) 尿素

(カ) エポキシ

問 7　文中の空欄 [き] に入る適切な語句をすべて選び，(ア)〜(エ) の記号で答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。

(ア) 発泡スチロール

(イ) 断熱材

(ウ) 消しゴム

(エ) 光ファイバー

問 8　文中の空欄 [く] に入る最も適切な化合物名を一つ選び，(ア)〜(カ) の記号で答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。

(ア) ナイロン 6

(イ) ポリエチレン

(ウ) ポリビニルアルコール

(エ) ポリアクリロニトリル

(オ) ポリエステル

(カ) ポリスチレン

問 9　文中の空欄 [け] に入る適切な語句をすべて選び，(ア)〜(エ) の記号で答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。

(ア) 接着剤

(イ) 食品ラップ用フィルム

(ウ) 塗料

(エ) 有機ガラス

問 10　文中の空欄 [こ] に入る樹脂名をすべて選び，(ア)〜(エ) の記号で答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。

(ア) エポキシ樹脂

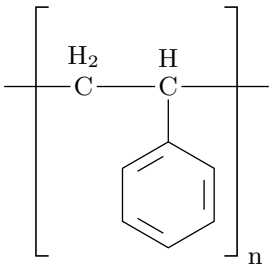
(イ) 不飽和ポリエステル樹脂

(ウ) ポリ塩化ビニル

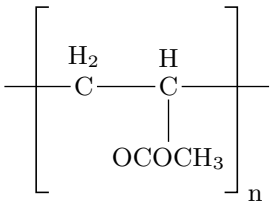
(エ) フェノール樹脂

問 11　文中の下線部 (a) のポリメタクリル酸メチルの構造式として正しいものを一つ選び，(ア)〜(カ) の記号で答えなさい。ただし，該当するものがない場合には解答欄に × を記入しなさい。

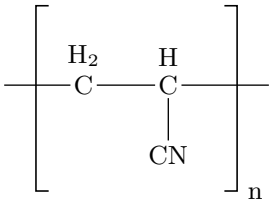
(ア)



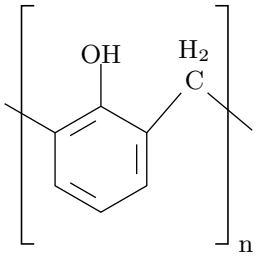
(イ)



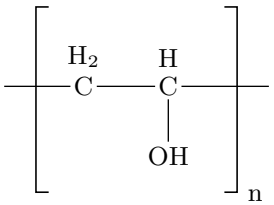
(ウ)



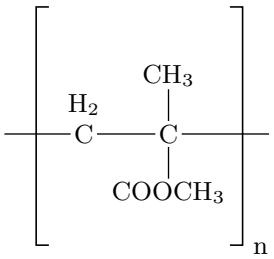
(エ)



(オ)



(カ)



化学②

（2 科目　120 分）

1 以下の各問いに答えなさい。

問 1　タンパク質の等電点は分子量と並ぶタンパク質の主要な物性値である。等電点は，血液疾患である鎌状赤血球症の原因が赤血球中のタンパク質ヘモグロビンの異常であることをつきとめた研究においても，重要な指標となった。等電点電気泳動は pH の勾配を利用して，等電点の異なる双性イオンを分離する方法であり，1910 年頃，うま味の成分がグルタミン酸であることを解明した池田菊苗博士の研究に，その原型を見ることができる。

今日行われている等電点電気泳動の概念図を図 1 に示す。細長い板状のゲルには，等電点電気泳動用のさまざまな電解質が含まれている。このゲルの両端に，図 1 のように直流電源を繋いで電位差を与えると，ほぼ一様な pH の勾配が生成されるようになっている。アミノ酸のような双性イオンをゲルに添加して電位差を与え続けると，そのアミノ酸は，等電点の位置まで泳動して止まる。なお，実際の装置は，ゲルの乾燥や，通電によるゲルの温度上昇を抑える仕組みを備えている。

図 1　A，B，C の位置でのゲル内の液性の組み合わせとして可能なものを次の (ア)〜(カ) から一つ選び，記号で答えなさい。

	A	B	C
(ア)	酸性	中性	塩基性
(イ)	酸性	塩基性	中性
(ウ)	中性	酸性	塩基性
(エ)	中性	塩基性	酸性
(オ)	塩基性	中性	酸性
(カ)	塩基性	酸性	中性

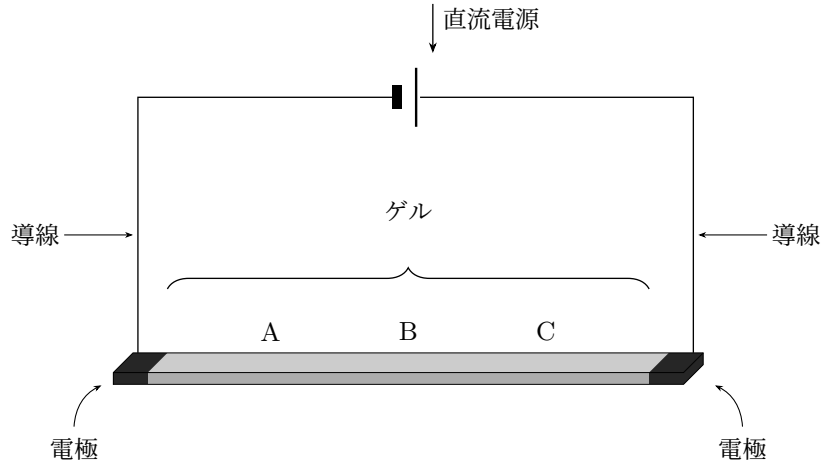
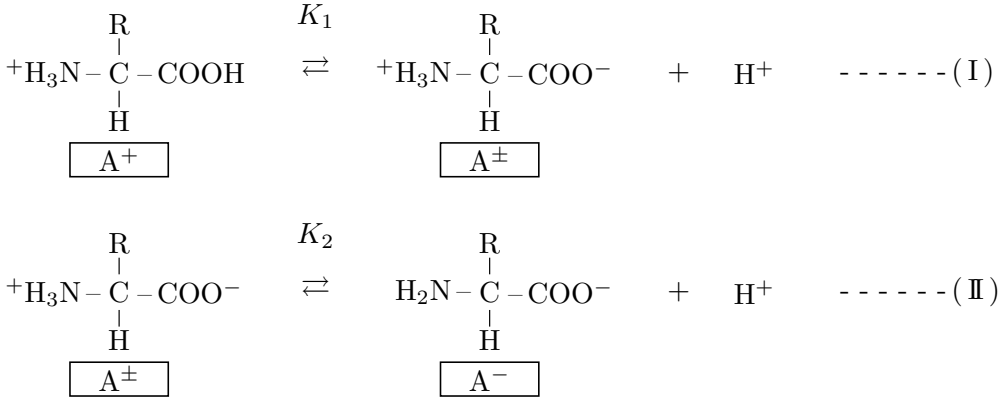


図 1　等電点電気泳動装置概念図

問 2　問 1 の図 1 のゲルに，アラニン，アスパラギン酸，リシンを添加し通電を続けたところ，ゲル内で各分子が分離された。分離された各分子の位置を A→B→C の方向に沿って正しく並べたものを次の (ア)〜(カ) から一つ選び，記号で答えなさい。

	A	→	B	→	C
(ア)	アラニン	→	アスパラギン酸	→	リシン
(イ)	アラニン	→	リシン	→	アスパラギン酸
(ウ)	アスパラギン酸	→	アラニン	→	リシン
(エ)	アスパラギン酸	→	リシン	→	アラニン
(オ)	リシン	→	アラニン	→	アスパラギン酸
(カ)	リシン	→	アスパラギン酸	→	アラニン

問３　カルボキシ基とアミノ基を一つずつもつアミノ酸の電離平衡に関して，陽イオンを A^+，双性イオンを $A^{\pm}$，陰イオンを A^- とすると，側鎖 R が電離しない場合，次のような一般式で表すことができる。



それぞれのイオンの濃度を $[A^+]$，$[A^{\pm}]$，$[A^-]$，水素イオン濃度を $[H^+]$ とし，式（I）の電離定数を K_1，式（Ⅱ）の電離定数を K_2 とすると，K_1，K_2 を次の式①，②のように表すことができる。

$$K_1 = \frac{(あ)}{(い)} \quad \text{---} \ ①$$

$$K_2 = \frac{(う)}{(え)} \quad \text{---} \ ②$$

(あ)〜(え) それぞれにあてはまる最も適切な語句を次の (ア)〜(ソ) から選び，記号で答えなさい。ただし，同じものを何度選んでもよい。

（ア）$[A^-]$　　（イ）$[A^+]$　　（ウ）$[A^{\pm}]$

（エ）$[H^+]^{-1}$　　（オ）$[H^+]$　　（カ）$[H^+]^2$

（キ）$[A^-][A^{\pm}]$　　（ク）$[A^-][A^+]$　　（ケ）$[A^-][H^+]$

（コ）$[A^{\pm}][A^+]$　　（サ）$[A^{\pm}][H^+]$　　（シ）$[A^+][H^+]$

（ス）$[A^-][H^+]^2$　　（セ）$[A^{\pm}][H^+]^2$　　（ソ）$[A^+][H^+]^2$

問 4　アミノ酸のもつ電荷の総和が 0 となる pH をアミノ酸の等電点と定義したとき，問 3 における等電点での $[H^+]$ を，K_1，K_2 で表したものとして最も適切なものを次の (ア)〜(ツ) から一つ選び，記号で答えなさい。

(ア) $K_1 + K_2$　　(イ) $K_1 - K_2$　　(ウ) $K_2 - K_1$

(エ) $K_1 K_2$　　(オ) $\dfrac{K_2}{K_1}$　　(カ) $\dfrac{K_1}{K_2}$

(キ) $\sqrt{K_1 + K_2}$　　(ク) $\sqrt{K_1 - K_2}$　　(ケ) $\sqrt{K_2 - K_1}$

(コ) $\sqrt{K_1 K_2}$　　(サ) $\sqrt{\dfrac{K_2}{K_1}}$　　(シ) $\sqrt{\dfrac{K_1}{K_2}}$

(ス) $(K_1 + K_2)^2$　　(セ) $(K_1 - K_2)^2$　　(ソ) $(K_2 - K_1)^2$

(タ) $(K_1 K_2)^2$　　(チ) $\left(\dfrac{K_2}{K_1}\right)^2$　　(ツ) $\left(\dfrac{K_1}{K_2}\right)^2$

問 5　グリシンにおいて，

$$K_1 = 45.7 \times 10^{-4},\ K_2 = 25.5 \times 10^{-11}\text{（単位省略）}$$

として，グリシンの等電点を計算し，必要であれば四捨五入して，小数第 2 位まで求めなさい。ただし，$\log_{10} 45.7 = 1.66$，$\log_{10} 25.5 = 1.41$ とする。

2 セラミックスに関連した以下の各問いに答えなさい。

問 1　ガラスはセラミックスの 1 つであり，たとえばソーダ石灰ガラスは窓ガラスや液体を保存する瓶に利用されている。次の①〜③に答えなさい。

① ソーダ石灰ガラスの構造は，結晶とは異なり，構成粒子が規則性をもたずに配列している。このような構造をもった固体は [あ] 質とよばれる。文中の空欄 [あ] にあてはまる語句を漢字 2 文字で答えなさい。

② ソーダ石灰ガラスにフッ化水素の水溶液を塗ると，ガラス表面が白く濁る変化が起きた。この変化に関係する化学反応によって得られる生成物のうち，フッ素を含む化合物の化学式を答えなさい。

③ ソーダ石灰ガラスは水に溶けないが，水に長期間接触しているとガラス中に含まれるイオンである [あ] や [い] がわずかに水に溶け出す。これらのイオンが含まれた水に空気中の二酸化炭素が溶け込むと [あ] から [う] と [え] が生成され，[い] から [お] が生成される。これらの生成物が水の蒸発によってガラス表面に付着したものを，私たちはガラスの曇りとして見ている。[う] は水の蒸発により水和物として析出するが，空気中で一部の水和

水が失われて粉末状になる。この現象を [か] という。文中の空欄 [あ], [い] にあてはまるイオン式, [う]〜[お] にあてはまる水和水を含まない化学式, [か] にあてはまる漢字 2 文字の語句を，それぞれ答えなさい。

問 2　陶器は多少の吸水性があるため，うわぐすりを塗って焼き，表面にガラス質の皮膜をつける。うわぐすりに金属酸化物などを加えると，陶器に着色することができる。次の①，②に答えなさい。

① べんがらは主要発色成分が鉄の酸化物で，うわぐすりの着色剤に利用されている赤褐色の粉末である。べんがらの主要発色成分である鉄の酸化物を化学式で答えなさい。

② 酸化銅 (Ⅱ) の粉末の色は [あ] であるが，酸化銅 (Ⅱ) を含むうわぐすりを塗って不完全燃焼した炎で焼きつけると酸化銅 (Ⅱ) は [い] に変化し，[う] に着色した陶器をつくることができる。文中の空欄 [あ], [う] にあてはまる色として最も近いものを以下の (ア)〜(オ) から一つずつ選び，記号で答えなさい。また，空欄 [い] にあてはまる化学式を答えなさい。

(ア) 白色　(イ) 黒色　(ウ) 赤色　(エ) 青色　(オ) 緑色

問 3　ガラスや陶器のような従来のセラミックスに加えて，近年では高温超伝導体や電子材料として利用可能な優れた性能をもった新しいセラミックスも開発されている。次の①〜③に答えなさい。

① 新しいセラミックスをつくる際には，高い純度の原料を使用して化学組成や構造などを精密に制御している。このような新しいセラミックスは [あ] セラミックスとよばれる。文中の空欄 [あ] にあてはまる語句をカタカナ 4 文字で答えなさい。

② ヒドロキシアパタイト $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ は，新しいセラミックスの一つである。ヒドロキシアパタイトに含まれるカルシウムとリンの質量比は Ca : P =[あ]: 1 である。比例式中の空欄 [あ] にあてはまる数値として最も近いものを次の (ア)〜(カ) から一つ選び，記号で答えなさい。ただし，H = 1.01，O = 16.0，P = 31.0，Ca = 40.1 とする。

(ア) 2.15　(イ) 2.51　(ウ) 3.24　(エ) 4.22

(オ) 10.6　(カ) 12.9

③ 生体中には，ヒドロキシアパタイトと同じ構造だがカルシウムイオンが水素イオンによって置換されたカルシウム欠損アパタイトが存在する。あるカルシウム欠損アパタイトに含まれるカルシウムとリンの質量比が Ca : P = 1.94 : 1 のとき，このカルシウム欠損アパタイトの化学式は $Ca_{[あ]}H_{[い]}(PO_4)_6(OH)_2$ で表される。化学式中の空欄 [あ], [い] にあてはまる数値を答えなさい。ただし，H = 1.01，O = 16.0，P = 31.0，Ca = 40.1 として，数値は必要ならば四捨五入して，自然数で答えなさい。また，数値が 1 であっても省略せずに解答欄に 1 を記入すること。

3 次の文章を読み，以下の各問いに答えなさい。

炭化カルシウムに水を加えると，カルシウム化合物とともに化合物 A が生成する。化合物 A にさまざまな化合物を付加させると，合成樹脂の原料として重要な化合物が得られる。たとえば，シアン化水素を反応させると [あ] が得られる。化合物 A に硫酸水銀 (Ⅱ) などを触媒として水を付加させると，不安定なビニルアルコールを経て，ただちに化合物 B に変わる。化合物 B はエタノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液に加えて加熱しても得られる。化合物 B は工業的には塩化パラジウム (Ⅱ) と塩化銅 (Ⅱ) の水溶液を触媒にして，エチレンを酸化してつくる。化合物 B に(a)ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると，特有の臭気をもつ黄色の [い] が生成する。化合物 B をさらに酸化すると，化合物 C が得られる。化合物 C を水酸化カルシウムと反応させた後，熱分解（乾留）すると，カルシウム化合物と化合物 D が得られる。化合物 D は，2-プロパノールの酸化や，化合物 E とプロペンを原料とした [う] の工業的手法においても [う] と同時に生成する。化合物 C とエタノールの混合物に少量の濃硫酸を加えて加熱すると，化合物 F と水が生じる。また，化合物 C を適切な脱水剤と加熱すると，化合物 G が得られる。化合物 G は，半合成繊維である [え] 繊維の原料として重要である。化合物 A を赤熱した鉄に触れさせると，化合物 E になる。

油脂は高級脂肪酸とグリセリンのエステルであり，植物や動物の体内に存在する。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると，グリセリンと脂肪酸のナトリウム塩（セッケン）を生じる。セッケンは，水になじみにくい疎水性の炭化水素基と水になじみやすい親水性の原子団 $-COO-$ からなる。セッケンを水に溶かすと，疎水基の部分を内側に向け，親水基の部分を外側に向けて集まり，コロイド粒子をつくる。これを [お] という。セッケンは水の表面で，親水基を水中に，疎水基を空気中に向けて並び，水の表面張力を小さくするはたらきをもつ。したがって，セッケン水は水よりも繊維のすき間にしみこみやすい。セッケンが油汚れに触れると，セッケンの疎水基が油のまわりを取り囲み，水中に分散する。このような作用をセッケンの [か] 作用という。これらの総合的な作用により，セッケンは洗浄作用を示す。

問 1　文中の空欄 [あ]〜[か] にあてはまる最適な語句を答えなさい。ただし，空欄 [あ][う][え][お] はカタカナで，空欄 [い] は分子式で，空欄 [か] は漢字で答えなさい。

問 2　ある純度の炭化カルシウム 2.0 g に多量の水を加えて発生した化合物 A に，臭素を十分に反応させたところ，7.8 g の臭素が反応した。このとき用いた炭化カルシウムの純度（%）として，最も近い数値を以下の (ア)〜(カ) から一つ選び，記号で答えなさい。ただし，原子量は，C = 12，Ca = 40，Br = 80，不純物は全く反応しないものとする。

（ア）50　（イ）60　（ウ）70　（エ）80　（オ）90　（カ）100

問 3　化合物 D および化合物 F に水を加えてふり混ぜた後，静置したときの状態について，それぞれ次の (ア)〜(ウ) から一つずつ選び，記号で答えなさい。ただし，同じものを何度選んでもよい。

(ア) 均一に混和し，2 層に分かれない。

(イ) 2 層に分かれ，水が上層になる。

(ウ) 2 層に分かれ，水が下層になる。

問 4　下線部 (a) の反応について，化合物 B と同じ結果になるものを次の (ア)〜(カ) から一つ選び，記号で答えなさい。

(ア) 化合物 A　(イ) 化合物 C　(ウ) 化合物 D

(エ) 化合物 E　(オ) 化合物 F　(カ) 化合物 G

問 5　化合物 F の構造異性体のうち，化合物 F と同じ官能基をもち，アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めると，銀の単体が析出するものは，何種類あるか。算用数字で答えなさい。

問 6　次の①〜③の記述のうち正しいものの組み合わせを以下の (ア)〜(ク) から一つ選び，記号で答えなさい。

① ステアリン酸，オレイン酸，リノール酸の炭素数は，いずれも 18 である。

② 一般に油脂の融点は，不飽和結合が多いほど低くなる。

③ セッケンおよび合成洗剤（硫酸アルキルナトリウム）は水溶液中で加水分解して弱塩基性を示す。

(ア) ①　(イ) ②　(ウ) ③　(エ) ①と②　(オ) ①と③

(カ) ②と③　(キ) ①と②と③　(ク) なし

4 次の文章を読み，以下の各問いに答えなさい。ただし，H = 1.00，C = 12.0，O = 16.0 とする。

合成高分子化合物は，おもに比較的簡単な構造の低分子量の化合物（単量体）を重合することで製造され，合成繊維・合成樹脂・合成ゴムなどの材料に利用されている。中でも，合成繊維は単量体を重合させて合成した鎖状の高分子を [あ] することにより得られる。たとえば，ポリビニルアルコールはビニルアルコールの [い] 重合体としての構造をもつ。しかしながら，ビニルアルコールは [う] 形とよばれる不安定な構造をしているので，すぐに [え] 形とよばれる安定な構造をした異性体である [お] に変化するため，ビニルアルコールを [い] 重合させてポリビニルアルコールを得ることはできず，実際には単量体の酢酸ビニルを [い] 重合した後に塩基で [か] 化することでポリビニルアルコールを得ている。ポリビニルアルコールは分子中に多数の [き] 基をもち，水に溶けやすい。そこで，水溶性のポリビニルアルコールを [く] で処理することで，[き] 基同士をメチレン基（$-CH_2-$）で結びつけ，親水性の低い [け] 構造に変えたものが水に不溶な繊維である [こ] で，この操作を [さ] 化という。この [さ] 化は部分的に行われるので，[こ] には [き] 基が多く残る。そのため，[こ] は適度に吸湿性を示すので，木綿に似た性質を示す。[こ] は 1939 年，桜田一郎が発明した日本初の合成繊維で，耐摩耗性や耐薬品性に優れ，防災ネット，ロープ，漁網，テントなどに用いられている。

問 1　空欄 [あ]，[い]，[か]，[け] にあてはまる最も適切な語句を漢字またはひらがな 2 文字で答えなさい。

問 2　空欄 [う]〜[お]，[き]，[く]，[こ]，[さ] にあてはまる最も適切なカタカナの語句を答えなさい。

問 3　文中の下線部の反応に関して正しいものを次の (ア)〜(エ) から一つ選びなさい。

(ア) この塩基で行う反応は酸で行う加水分解反応と同様に可逆反応である

(イ) この塩基で行う反応は酸で行う加水分解反応と同様に不可逆反応である

(ウ) この塩基で行う反応は酸で行う加水分解反応とは異なり可逆反応である

(エ) この塩基で行う反応は酸で行う加水分解反応とは異なり不可逆反応である

問 4　酢酸ビニル 10 g から理論的には何 g のポリビニルアルコールが得られるか，指数表記（$a \times 10^n$；$1 \leqq a < 10$）で表さず，有効数字 2 桁で答えなさい。

問 5　ポリビニルアルコール（重合度 2.80×10^3）の [き] 基の 30.0 % を [さ] 化した [こ] の分子量を有効数字 3 桁の指数表記（$a \times 10^n$；$1 \leqq a < 10$）で答えなさい。

問 6　平均分子量 1.10×10^4 のポリビニルアルコールを質量パーセント濃度で 15.0 % の [く] 水溶

液で処理すると平均分子量 1.16×10^4 の [こ] が得られた。このとき，ポリビニルアルコールの [き] 基の何 % が [く] と反応したか，指数表記（$a \times 10^n$；$1 \leqq a < 10$）で表さず，有効数字 3 桁で答えなさい。また，このポリビニルアルコールが 22.0 g あったとすると 15.0 %[く] 溶液は何 g 必要だったか，指数表記（$a \times 10^n$；$1 \leqq a < 10$）で表さず，有効数字 3 桁で答えなさい。ただし，この反応は 100 % の収率で進行すると仮定する。