金沢大学

2018 年度　前期日程　化学

1 次の文章を読み，問 1〜問 10 に答えなさい。

単体の金属原子が，水または水溶液中で電子を放出して陽イオンになる性質を金属のイオン化傾向という。次に示すように，金属をイオン化傾向の大きなものから順に並べた列を，金属のイオン化列という。

$Li > K > Ca > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Ni > Sn > Pb > (H_2) > Cu > Hg > Ag > Pt > Au$

イオン化傾向の大きな Li，K，Ca，Na は，常温でも水と反応して水酸化物になり，水素を発生する。(a)Mg は沸騰水（熱水）と，Al，Zn，Fe は高温の水蒸気と反応して，水素を発生する。

一般に，(b) イオン化傾向が水素より大きな金属は，希硫酸や希塩酸と反応し，水素を発生する。(c)Cu，Hg，Ag などは，硝酸や加熱した濃硫酸（熱濃硫酸）のような酸化作用の強い酸と反応して溶け，水素以外の気体を発生する。(d)Pt や Au は，硝酸や熱濃硫酸とは反応しないが，王水には酸化されて溶ける。

問 1　下線部 (a) について，Mg と沸騰水および Fe と高温の水蒸気との反応を，それぞれ化学反応式で示しなさい。

問 2　下線部 (a) の Fe は，湿った空気中で酸化され，赤さびを生じる。Fe の腐食を防ぐため，Fe の表面を別の金属で覆う方法（めっき）がある。鋼板（Fe）の表面にめっきを施したものにトタンやブリキがある。トタンとブリキに使われている金属を金属のイオン化列から選び，それぞれ元素記号で答えなさい。

問 3　下線部 (b) の金属のうち，希硫酸や希塩酸に溶けにくい金属を，元素記号で 1 つ答えなさい。

問 4　下線部 (c) について，Cu と希硝酸および濃硝酸との反応で発生する気体を，それぞれ化学式で答えなさい。また，それぞれの気体の捕集方法を答えなさい。

問 5　下線部 (c) について，Ag と熱濃硫酸との反応を，化学反応式で示しなさい。

問 6　下線部 (c) で得られた Cu および Ag が溶けた水溶液に，それぞれ過剰の水酸化ナトリウムを加えて塩基性にすると，沈殿を生じた。生じた沈殿をそれぞれ化学式で答えなさい。また，生じた沈殿の色を答えなさい。

問 7　下線部 (c) の Hg は，多くの金属と合金をつくり，これらはアマルガムとよばれる。Hg と合金

をつくらない金属を金属のイオン化列から 1 つ選び，元素記号で答えなさい。

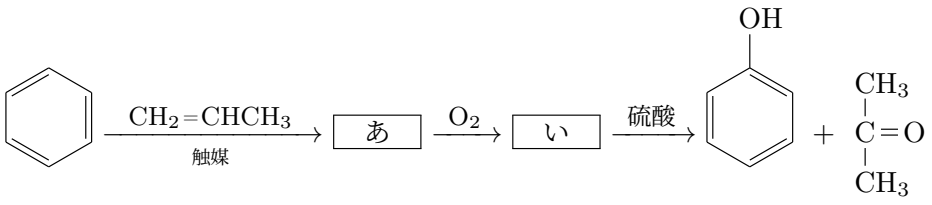
問 8　下線部 (d) の金属のほかに，濃硝酸に溶けにくい金属を金属のイオン化列から 3 つ選び，元素記号で答えなさい。

問 9　下線部 (d) の Pt を電極として，硝酸銀の水溶液を 0.500 A の電流で 1 時間 36 分 30 秒間電気分解した。陽極および陰極で起こる反応を，電子 e^- を含むイオン反応式で示しなさい。また，陽極および陰極で生成する物質の質量は何 g か，それぞれ小数点以下第 2 位まで答えなさい。

問 10　単体として自然界に存在している金属を金属のイオン化列から 5 つ選び，元素記号で答えなさい。

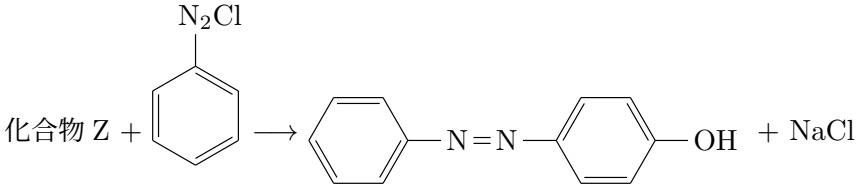
2 次の文章を読み，問 1〜問 6 に答えなさい。

フェノールは，医薬品や染料など身の回りの様々な物質の原料として利用される。フェノールは，ベンゼンとプロペンから以下の反応により合成できる。この反応では，同時に有機溶媒として有用な (a) アセトンが得られることも利点である。



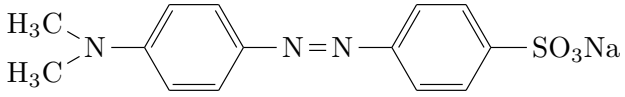
フェノールは弱い［　A　］であるため，水酸化ナトリウムと反応してフェノールの塩である (b) 化合物 Z を生成する。化合物 Z は，ベンゼンに鉄と塩素を反応させて得られる［　B　］を高温・高圧の水酸化ナトリウム水溶液と反応させることでも生成する。

また，化合物 Z の水溶液と塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を反応させると，以下の反応式によって橙赤色の *p*-フェニルアゾフェノールが生成する。このような反応を［　C　］という。



(c) 塩化ベンゼンジアゾニウムは低温の水溶液中では安定に存在するが，水温が高くなると分解してフェノールが生成する。そのため，この反応は低温において慎重に行う必要がある。

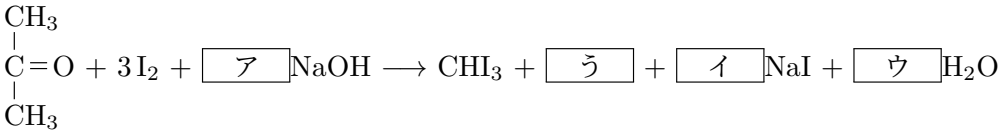
p-フェニルアゾフェノールに含まれる −N=N− 部分は［ D ］基とよばれ，これを含む芳香族化合物は一般に鮮やかな色を示すことが知られている。右に示す構造のメチルオレンジは，酸性溶液で［ E ］色，中性～塩基性溶液で［ F ］色を示すため中和滴定の指示薬として用いられている。



問 1　［ A ］～［ F ］に入る適切な語句または物質名を答えなさい。

問 2　［ あ ］および［ い ］に入る適切な物質をそれぞれ構造式で示しなさい。また，［ あ ］については物質名も示しなさい。

問 3　下線部 (a) のアセトンに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，以下の化学反応式によりヨードホルムが生成する。［ ア ］～［ ウ ］に適切な数字を記入しなさい。また，［ う ］には適切な構造式を記入しなさい。



問 4　下線部 (b) の化合物 Z の構造式および物質名を示しなさい。

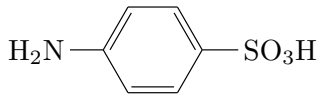
問 5　下線部 (c) について，次の (1)～(3) に答えなさい。

(1) 塩化ベンゼンジアゾニウムは，アニリンから合成できる。その化学反応式を示しなさい。

(2) 塩化ベンゼンジアゾニウムが分解してフェノールが生成する反応を，化学反応式で示しなさい。

(3) アニリン 13.0 g から塩化ベンゼンジアゾニウムを合成し，十分な量の化合物 Z と反応させたところ，*p*-フェニルアゾフェノールが 23.8 g 得られた。この時，反応中で塩化ベンゼンジアゾニウムの分解により生成したフェノールの重量を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。なお，アニリンはすべて塩化ベンゼンジアゾニウムになるものとする。また，分解しなかった塩化ベンゼンジアゾニウムはすべて *p*-フェニルアゾフェノールになるものとし，分解した塩化ベンゼンジアゾニウムはすべてフェノールになるものとする。

問 6　右に示す物質を原料として用いてメチルオレンジを合成することを考える。この時，必要なもうひとつの芳香族化合物として，どのようなものが考えられるか，その構造式を示しなさい。



3 次の文章を読み，問 1〜問 5 に答えなさい。

以下のようにして食酢中の酢酸の濃度を求めた。

操作 1　水酸化ナトリウムの固体を純水に溶かし，水酸化ナトリウム水溶液を調製した。さらに，この水溶液をビュレットから滴下できるように準備した。

操作 2　純度の高いシュウ酸二水和物を溶かした水溶液に，操作 1 で準備したビュレットから水酸化ナトリウム水溶液を滴下して中和滴定した。その結果，この水溶液中の水酸化物イオンの濃度が 0.102 mol/L であることがわかった。

操作 3　ホールピペットとメスフラスコを用いて，食酢を純水で 10.0 倍に希釈した。

操作 4　操作 3 で調製した希釈後の食酢 10.0 mL を，ホールピペットを用いてビーカーに入れ，これに操作 1 で準備したビュレットから水酸化ナトリウム水溶液を滴下して中和滴定した。滴定開始前と滴定終点でのビュレット内の水酸化ナトリウム水溶液の液面は，図 1 のようになっていた。なお，図 1 のビュレットの最小の目盛りは，0.1 mL である。

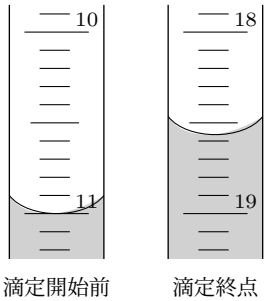


図 1

問 1　滴定開始前と滴定終点でのビュレットの目盛りを，それぞれ図 1 から読み取りなさい。

問 2　操作 1〜4 の結果から，希釈前の食酢中の酢酸の濃度を mol/L の単位で，有効数字 3 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

問 3　操作 4 のように，希釈した食酢に水酸化ナトリウム水溶液を滴下していくとき，ビーカー中の酢酸，酢酸イオン，ナトリウムイオン，水酸化物イオンの物質量は滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積によってどのように変化するか，最も適したグラフを図 2 の①〜⑥からそれぞれ選びなさい。ただし，図 2 の中の V_0 は，中和点に達したときの水酸化ナトリウム水溶液の体積を表す。希釈した食酢において，酢酸の電離度は約 0.01 であるとする。

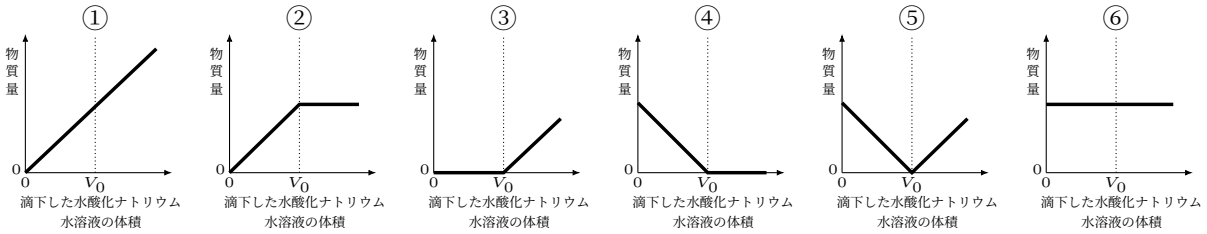


図 2

問 4　水酸化ナトリウムの固体は，空気中の二酸化炭素や水蒸気を吸収しやすい。このため，操作 2 を行って水溶液中の水酸化物イオンの濃度を調べた。水酸化ナトリウムの固体の性質や操作 2 について，次の (1)〜(3) に答えなさい。

(1) 水酸化ナトリウムの固体が空気中の二酸化炭素を吸収することによっておこる変化を，化学反応式で示しなさい。

(2) 水酸化ナトリウムの固体による水蒸気の吸収が進むと，水酸化ナトリウムの一部が水溶液になる。この変化を何とよぶか，答えなさい。

(3) 次の文章の［　ア　］〜［　エ　］に入る適切な語句を，下の (あ)〜(う) から選びなさい。

水酸化ナトリウムの固体が空気中の二酸化炭素や水蒸気を吸収すると，固体の質量は［　ア　］。したがって，ある質量の固体をはかりとったとき，二酸化炭素や水蒸気を吸収した固体に含まれる実際の水酸化物イオンの物質量は，固体が水酸化ナトリウムだけを含んでいると考えた場合より［　イ　］。このため，操作 2 でわかった水酸化物イオンの濃度は，固体が純粋な水酸化ナトリウムであると仮定して求めた水酸化物イオンの濃度よりも［　ウ　］。この結果，問 2 で求めた食酢中の酢酸の濃度は，操作 2 を行わずに求めた濃度よりも［　エ　］。

(あ) 小さくなると予測される　　(い) 大きくなると予測される

(う) 小さくなるか大きくなるか予測できない

問 5　操作 4 で用いたホールピペットとビーカーについて，次の (1) および (2) に答えなさい。

(1) ホールピペットとビーカーの内部が純水で濡れたままになっていたとき，それぞれどのような処理をして実験に使用したら良いか，適切な処理を次の (A)〜(E) から選びなさい。

(A) そのまま使用する。

(B) 操作 1 で調製した水酸化ナトリウム水溶液で共洗いする。

(C) 操作 2 で使用したシュウ酸水溶液で共洗いする。

(D) 希釈前の食酢で共洗いする。

(E) 操作 3 で調製した，希釈後の食酢で共洗いする。

(2) ホールピペットとビーカーそれぞれについて，(1) で (A) を選んだ場合は，× を記しなさい。さらに，内部が純水で濡れたままでよい理由を，30 字以内で記しなさい。また，(1) で (B)〜(E) を選んだ場合は，選んだ処理を行わずに中和滴定を行ったとき酢酸の濃度はどのようになるか，次の (a)〜(c) からそれぞれ選びなさい。さらに，その記号を選んだ理由を，30 字以内で記しなさい。

(a) 実際の酢酸の濃度よりも小さくなると予測される。

(b) 実際の酢酸の濃度よりも大きくなると予測される。

(c) 実際の酢酸の濃度よりも小さくなるか大きくなるか予測できない。

4 次の文章を読み，問 1〜問 6 に答えなさい。

病気の治療に用いられる医薬品は，体内でさまざまな変化を引き起こす。これを［ 1 ］作用という。(a)1-ブタノールの［ ア ］である (b) ジエチルエーテルは，［ 2 ］作用がある。ジエチルエーテルは，二分子の (c) エタノールの［ 3 ］により合成される。

炭酸水素ナトリウムは，胃酸過多に対する［ 4 ］作用があり，胃炎や胃潰瘍等の治療に使用される。また，水酸化マグネシウムにも同様の作用がある。

(d) アスコルビン酸は，分子内にエンジオール構造をもち，［ 5 ］作用を示すため，例えば，お茶などの清涼飲料水に［ 6 ］防止剤として加えられている。アスコルビン酸は，ヒトの生存・生育に必要な栄養素であり，［ イ ］とよばれている。

(e) ニトログリセリンは，狭心症発作の対症療法薬として用いられる。これは，ニトログリセリンが体内で吸収，分解されて［ ウ ］を放出し，［ ウ ］が血管を拡張させる作用による。また，解熱鎮痛作

用をもつ (f) アセチルサリチル酸や，消炎鎮痛作用をもつ (g) サリチル酸メチルなども発熱時や頭痛，歯痛時に使用する対症療法薬である。

第二次世界大戦中に破傷風から多くの人命を救った (h) ペニシリンは，1928 年，繁殖したアオカビから発見された。ペニシリンは，β-ラクタム構造を有しており，細菌の［　エ　］を合成する酵素と反応し，［　エ　］の形成を妨げることにより，［　1　］作用を示す。

2015 年にノーベル生理学・医学賞を受賞した，日本の天然物化学者である［　7　］は，エバーメクチンを発見し，その後の研究により，イベルメクチンが抗寄生虫薬として開発された。イベルメクチンは，オンコセルカ症やフィラリア症に優れた効果を示し，感染症の撲滅に貢献している。

問 1　［　1　］～［　7　］に入る最も適切な語句を，次の (あ)～(せ) からそれぞれ選びなさい。

(あ) 薬理　(い) 副　(う) 水和　(え) 縮合　(お) 酸化　(か) 還元

(き) 中和　(く) 制酸　(け) 麻酔　(こ) 殺虫　(さ) 山中　伸弥　(し) 大村　智

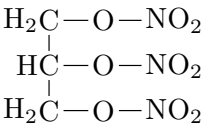
(す) 鈴木　章　(せ) 大隅　良典

問 2　［　ア　］～［　エ　］に入る適切な語句または物質名を記入しなさい。

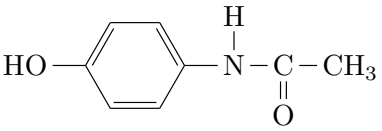
問 3　下線部 (a)～(c) のうち，最も沸点の低いものはどれか，物質名で答えなさい。

問 4　下線部 (d)〜(h) の有機化合物の構造を，次の (A)〜(F) からそれぞれ選びなさい。

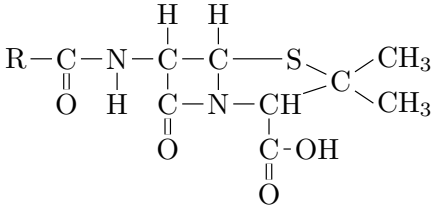
(A)



(B)

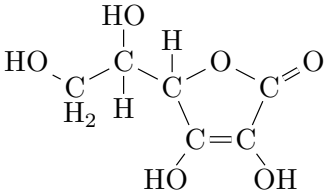


(C)

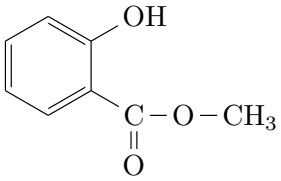


R= ベンジル基など

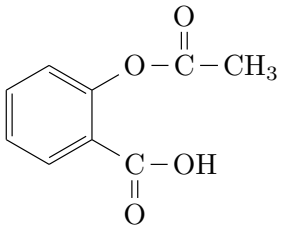
(D)



(E)



(F)



問 5　下線部 (f) のアセチルサリチル酸と下線部 (g) のサリチル酸メチルは，適切な呈色試薬により識別することができる。次の (1)〜(3) に答えなさい。

(1) 適切な呈色試薬を答えなさい。

(2) どちらの医薬品が呈色するか，物質名で答えなさい。

(3) 呈色した時の色を答えなさい。

問 6　ペニシリンのように，微生物が生産し，病原菌の活動を阻止する医薬品を一般に何とよぶか，答えなさい。

5 次の文章を読み，問 1〜問 8 に答えなさい。

相手の物質を酸化する物質を酸化剤といい，相手の物質を還元する物質を還元剤という。酸化剤や還元剤は身近な用途も広く，漂白剤の主成分に使われている (a) 次亜塩素酸ナトリウムは，酸化剤としてはたらく。パーマネントウェーブでは，毛髪のケラチンのジスルフィド結合を切る還元剤としてチオグリコール酸アンモニウムなどが使われ，ジスルフィド結合を再生する酸化剤として (b) 臭素酸ナトリウムや過酸化水素などが使われる。

(c) 濃度のわかっている酸化剤または還元剤の水溶液（標準液）を用いて，還元剤または酸化剤の水溶液の濃度を実験により求めることができる。(d) 過マンガン酸カリウムの酸性水溶液は，強い酸化作用を示し，反応の際の色の変化が明瞭なので，この実験によく使われる。(e) 過マンガン酸カリウムは，中性や塩基性水溶液中でも酸化剤としてはたらくが，酸化マンガン（IV）の黒色沈殿が生じる。

酸化マンガン（IV）は，マンガン乾電池の正極活物質として利用されているほか，(f) 過酸化水素から酸素を発生させる触媒としても用いられる。

問 1　下線部 (a) について，次亜塩素酸イオンが酸化剤としてはたらく反応を，電子 e^- を含むイオン反応式で示しなさい。

問 2　次亜塩素酸は，4 種類の塩素のオキソ酸の一つである。4 種類の塩素のオキソ酸のうち，酸の強さが最も強い塩素のオキソ酸を，化学式で答えなさい。また，そのオキソ酸の塩素の酸化数を答えなさい。

問 3　下線部 (b) の臭素酸ナトリウムを，化学式で書きなさい。また，臭素の酸化数を答えなさい。

問 4　下線部 (c) の実験を何とよぶか答えなさい。

問 5　下線部 (d) について，過マンガン酸カリウムの水溶液を酸性にする場合，一般に硫酸が用いられ，塩酸は用いられない。塩酸が用いられない理由を，25 字以内で説明しなさい。

問 6　下線部 (e) について，過マンガン酸イオンが酸化剤としてはたらく反応を，電子 e^- を含むイオン反応式で示しなさい。

問 7　下線部 (f) について，濃度が 0.500 mol/L の過酸化水素水溶液 100 mL に少量の酸化マンガン（IV）を加え，酸素を発生させる実験を行った。発生した酸素の標準状態における体積は，反応開始から 1.7 分後には 112 mL，2.7 分後には 168 mL であった。次の (1)〜(3) に答えなさい。答えは，すべて有効数字 3 桁で求めなさい。

(1) 1.7 分〜2.7 分の間における過酸化水素の分解の平均の反応速度〔mol/(L·min)〕を答えなさい。

(2) 1.7 分〜2.7 分の間における過酸化水素の平均の濃度〔mol/L〕を答えなさい。

(3) 過酸化水素の分解の反応速度 $\boldsymbol{v}$〔mol/(L·min)〕は，反応速度定数 $\boldsymbol{k}$〔/min〕と過酸化水素の濃度 $[H_2O_2]$〔mol/L〕を用いて，$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{k}[H_2O_2]$ のように表すことができる。(1) および (2) で算出した値を用いて，過酸化水素の分解反応の反応速度定数〔/min〕を求めなさい。

問 8　生体内でも酵素が触媒としてはたらき，下線部 (f) の反応は起こる。下線部 (f) の反応を触媒する酵素名を答えなさい。

6 次の文章を読み，問 1〜問 5 に答えなさい。

我々が健康を維持するために摂取することが必要な食品の構成成分は，タンパク質，糖類，油脂に大別され，これらを合わせて三大栄養素という。

生物の生命活動の中心的な役割を担っているタンパク質は，多数のアミノ酸が一定の順序で脱水縮合し，(a) ペプチド結合によりつながった高分子化合物である。タンパク質中のアミノ酸の配列順序を［　ア　］構造という。生体のタンパク質を構成するアミノ酸は約 20 種類ある。このうち，ヒトの体内で合成されないか，合成されにくいアミノ酸は，外部から摂取する必要がある。このようなアミノ酸を［　イ　］とよぶ。

糖類は，自然界に最も多く存在する天然有機化合物である。糖類の分子式は，$C_m(H_2O)_n$ の一般式で表されるので［　ウ　］ともよばれる。糖類は，(b) 単糖，二糖，多糖に分類される。米やパンなどの主成分である多糖のデンプンは，植物中で［　エ　］と［　オ　］から光合成によってつくられる。デンプンは，単糖である α-(c) グルコースがグリコシド結合で連結した高分子化合物であり，α-グルコースが直鎖状に連結した構造の［　カ　］と，枝分かれをもって連結した構造の［　キ　］とがある。

油脂は，動物の体内や植物の種子の中に多く含まれる栄養素の一つであり，牛脂のように常温で固体の脂肪と，大豆やオリーブ油のように常温で液体の脂肪油に大別される。油脂を水酸化ナトリウムあるいは水酸化カリウムで加水分解する反応は［　ク　］とよばれ，3 価アルコールである［　ケ　］と脂肪酸の塩が生成する。生成する脂肪酸の塩のうち，特に高級脂肪酸の塩をセッケンという。(d) セッケンは，洗浄力の優れた洗剤として利用されるが，セッケン水溶液は［　コ　］性を示すので，絹や羊毛などの洗濯には適さない。

問 1　［　ア　］〜［　コ　］に入る最も適切な語句または物質名を記入しなさい。

問 2　下線部 (a) について，次の (1) および (2) に答えなさい。

(1) グリシン 2 分子がペプチド結合により鎖状につながったジペプチドの構造式を示しなさい。

(2) アラニン，フェニルアラニン，バリンのそれぞれ 1 分子がペプチド結合により鎖状につながったトリペプチドには何種類の異性体があるか，答えなさい。ただし，アミノ酸の光学異性体は考慮しないものとする。

問 3　下線部 (b) の糖類のうち，次の (1)〜(4) に該当する糖を下の (A)〜(E) からすべて選びなさい。あてはまるものがない場合は，× を記しなさい。

(1) 単糖であるもの。　(2) 加水分解によって異なる単糖を生じるもの。

(3) 銀鏡反応を示すもの。　(4) インベルターゼで加水分解されるもの。

(A) セルロース　(B) スクロース　(C) フルクトース　(D) マルトース　(E) セロビオース

問 4　下線部 (c) のグルコースは，酵母菌に含まれる酵素の作用によってエタノールと二酸化炭素に変化する。この反応を化学反応式で示しなさい。ただし，反応式中のグルコースは分子式で示しなさい。また，この反応の名称を答えなさい。

問 5　下線部 (d) について，セッケンを硬水中で使用すると洗浄力が低下してしまう。この理由を 40 字以内で説明しなさい。