化　　学　（その１）

必要ならば H ＝ 1.00，C ＝ 12.0，N ＝ 14.0，O ＝ 16.0，Na ＝ 23.0，Cl ＝ 35.5，Ca ＝ 40.0 を用いよ。

第１問　次の文章を読み，以下の**問い**（**問１** ～ **６**）に答えよ。

水素とヨウ素の気体の 1 mol ずつを圧力・容積一定の密閉した容器に封入し，高温に保つと，次の反応が起こり，平衡に達した。

$$H_2(気) + I_2(気) = 2HI(気) + 9\,kJ$$

水素の濃度［H_2］とヨウ素の濃度［I_2］は時間とともに減少し，ヨウ化水素の濃度［HI］は時間とともに増加する。

問１　反応が平衡に達するまでの［HI］の増加速度は，どうなるか。**ア** ～ **ウ**の記号で答えよ。

ア　時間とともに増大する　　**イ**　時間が経過しても変化しない
ウ　時間とともに減少する

問２　［H_2］の減少速度は，［HI］の増加速度に比べて何倍か。**ア** ～ **オ**の記号で答えよ。

ア　0.25 倍　　**イ**　0.5 倍　　**ウ**　1.0 倍　　**エ**　1.5 倍　　**オ**　2.0 倍

問３　右向きの反応速度を増大させる触媒は，左向きの反応速度をどうするか。**ア** ～ **ウ**の記号で答えよ。

ア　増大させる　　**イ**　変化させない　　**ウ**　減少させる

問４　反応初期における［HI］の増加速度は，容器の体積を 2 分の 1 にした場合，何倍になるか。**ア** ～ **オ**の記号で答えよ。

ア　0.25 倍　　**イ**　0.5 倍　　**ウ**　1.0 倍　　**エ**　2.0 倍　　**オ**　4.0 倍

問５　［HI］が平衡値に達するまでに要する時間は，温度を高めた場合どうなるか。**ア** ～ **ウ**の記号で答えよ。

ア　長くなる　　**イ**　短くなる　　**ウ**　変わらない

化　　学　（その２）

問６　**図１**に示す**実線 a** は，左記の文章中の条件におけるヨウ化水素の生成量と反応時間との関係を表している。反応条件を以下の（１），（２）のように変えると，ヨウ化水素の生成量と反応時間との関係を示す曲線は変化する。予想される曲線を図中の①，②，③ …の中から選び，それぞれ番号で答えよ。

（１）温度を下げる　　（２）触媒として白金を共存させる

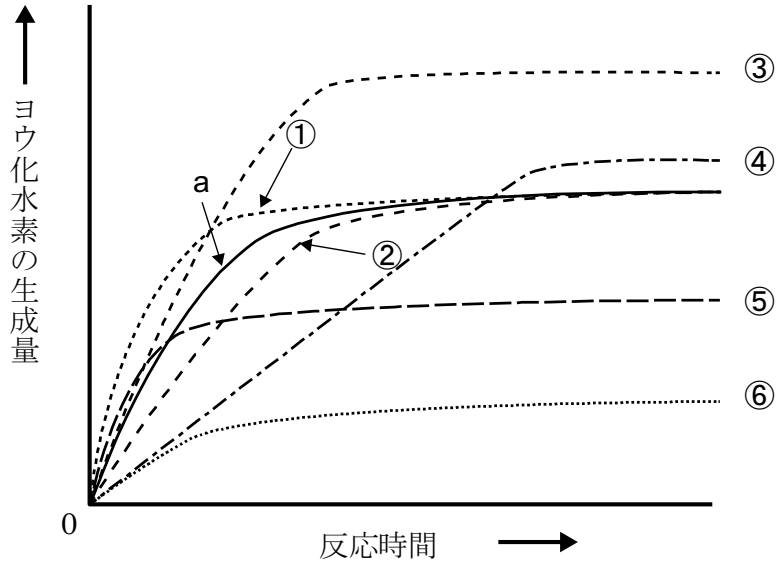


図１

化　学　（その３）

第２問　以下の**問い**（問１ ～ ４）に答えよ。

問１　以下の（１），（２）では，列挙した物質のうちの１つを除外して，残りのすべてを組み合わせると化学反応式が成立する。その化学反応式を書け。

（１）Al，$AlCl_3$，HCl，Al_2O_3，H_2O
（２）NaCl，HCl，NaOH，H_2SO_4，$NaHSO_4$

問２　以下のＡ ～ Ｅのうち<u>誤っている</u>のはどれか。以下の①，②，③ … の中から選び，番号で答えよ。

Ａ　3 族から 11 族の元素はすべて遷移元素である。
Ｂ　すべての元素の原子量は，自身より小さい原子番号の元素の原子量より大きい。
Ｃ　一般に金属元素は周期表の左下にいくほど陽性が強く，18 族を除く非金属元素は周期表の右上にいくほど陰性が強くなる。
Ｄ　電気陰性度がもっとも大きい元素はフッ素である。
Ｅ　第一イオン化エネルギーがもっとも大きい原子は水素である。

①　Ａ	②　Ｂ	③　Ｃ	④　Ｄ	⑤　Ｅ
⑥　ＡとＢ	⑦　ＡとＣ	⑧　ＡとＤ	⑨　ＡとＥ	⑩　ＢとＣ
⑪　ＢとＤ	⑫　ＢとＥ	⑬　ＣとＤ	⑭　ＣとＥ	⑮　ＤとＥ

問３　以下のＡ～Ｄの物質を 500 g の水に溶解させたときに，沸点がもっとも高くなるのはどれか。以下の①，②，③ … の中から選び，番号で答えよ。

Ａ　塩化ナトリウム…… 1.17 g　　Ｂ　硝酸カルシウム‥ 1.64 g
Ｃ　乳酸…… 0.90 g　　Ｄ　尿素…… 1.80 g

①　Ａ	②　Ｂ	③　Ｃ	④　Ｄ	⑤　ＡとＢ
⑥　ＡとＣ	⑦　ＡとＤ	⑧　ＢとＣ	⑨　ＢとＤ	⑩　ＣとＤ

問４　以下のＡ ～ Ｄの中で，**ア**と**イ**の固体の両方が分子結晶であるのはどれか。以下の①，②，③ … の中から選び，番号で答えよ。

	ア	イ
Ａ	グルコース	ヨウ素
Ｂ	酸化バリウム	タリウム
Ｃ	ドライアイス	氷
Ｄ	ダイヤモンド	ミョウバン

①　Ａ	②　Ｂ	③　Ｃ	④　Ｄ	⑤　ＡとＢ
⑥　ＡとＣ	⑦　ＡとＤ	⑧　ＢとＣ	⑨　ＢとＤ	⑩　ＣとＤ

化　　学　（その４）

第３問　以下の［A 群］の**ア** ～ **コ**にあげた物質の中で，塩酸と反応して気体を発生するものを **4 つ選び**，化学式で答えよ。次に，発生する気体の化学式を書き，さらにその気体の性質を［B 群］の①，②，③ … の中から **1 つだけ**選び，番号で答えよ。

［A 群］

ア	亜鉛	**イ**	塩化鉄(Ⅲ)	**ウ**	塩化ナトリウム	**エ**	酸化マンガン(Ⅳ)
オ	硝酸銀	**カ**	水酸化カルシウム	**キ**	炭酸カルシウム	**ク**	硫化鉄(Ⅱ)
ケ	硫酸銅(Ⅱ)	**コ**	リン酸ナトリウム				

［B 群］

① 水溶液はガラスを腐食する。
② 空気と混合したものに点火すると爆発する。
③ 酸素中で赤褐色の気体に変化する。
④ 酢酸鉛(Ⅱ)水溶液に通じると黒色沈殿が生じる。
⑤ 塩化マグネシウム水溶液に通じるとマグネシウムが沈殿する。
⑥ ヨウ化カリウム水溶液に通じるとヨウ素が遊離する。
⑦ 赤色リトマス紙を青くする。
⑧ 水酸化バリウム水溶液に通じると白濁する。
⑨ 空気中で点火するとススの多い炎をあげて燃える。

化　　学　（その５）

第４問　次の文章を読み，以下の**問い**（**問１ ～ ５**）に答えよ。

濃度未知のシュウ酸水溶液を V_o〔mL〕とり，硫酸酸性とし，加温しながら濃度 c_m〔mol/L〕の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。過マンガン酸カリウム水溶液を V_m〔mL〕加えたところで，過マンガン酸カリウム水溶液の（　**ア**　）が消えなくなった。

別に，このシュウ酸水溶液を V_o〔mL〕とり，硫酸酸性とし，濃度 c_c〔mol/L〕の二クロム酸カリウム水溶液と過不足なく反応させた。このとき必要な二クロム酸カリウム水溶液は（　**イ**　）〔mL〕であった。この反応では，二クロム酸カリウム水溶液の（　**ウ**　）は緑色に変化した。

二クロム酸カリウム水溶液を別にとり，塩基性にすると，（　**エ**　）に変化した。これを酸性にすると，（　**ウ**　）に戻った。

問１　**ア**，**ウ**，**エ**にあてはまる色を，以下の①，②，③ … の中から１つだけ選び，番号で答えよ。

①　褐色　　②　赤紫色　　③　橙赤色　　④　黄色　　⑤　淡緑色
⑥　青色　　⑦　青紫色

問２　シュウ酸と過マンガン酸カリウムとの反応において，C 原子と Mn 原子の酸化数は反応の前後でそれぞれどのように変化したか。例にならって答えよ。

例：＋2 → －1

問３　シュウ酸と二クロム酸カリウムとの反応を，イオン反応式で表せ。

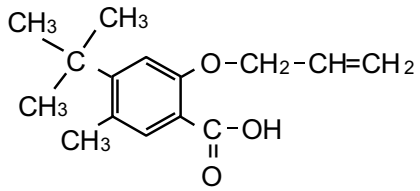
問４　**イ**を c_m, c_c, V_o, V_m の中から必要な記号を用い，もっとも簡単な分数の形で答えよ。

問５　二クロム酸カリウム水溶液を塩基性にしたときに，二クロム酸イオンにどのような変化が生じたか。その変化をイオン反応式で表せ。

化　　学　（その６）

第５問　次の文章を読み，以下の**問い**（**問１ ～ ５**）に答えよ。
構造式を解答する際は，構造式の例にならって書け。

構造式の例



炭素，水素および酸素からなり，分子量 250 の化合物 A がある。化合物 A を水酸化ナトリウム水溶液を用いて加水分解し，塩酸で酸性にすると，中性の化合物 B，C および，酸性の化合物 D が得られた。

化合物 B は分子内に 1 つの酸素原子と 1 つの不斉炭素原子を持っており，B を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いて穏やかに酸化させると，化合物 E を生じた。化合物 E は分子内に 1 つの不斉炭素原子を持ち，フェーリング液を還元させた。

化合物 C は水と任意の割合で混ざりあう性質を持つ沸点 65 ℃の液体であり，C を触媒存在下で空気酸化させると，化合物 F を生じた。F をさらに酸化すると，無色で刺激臭を持つ液体の化合物 G を生じた。化合物 G の沸点は 101 ℃であった。

化合物 D は $C_4H_3O_2$ の組成式（実験式）をもつ化合物であった。D を 230 ℃に熱すると，分子内で脱水反応をおこし，酸無水物 H を生じた。

問１　100 mg の化合物 A を完全燃焼させると，二酸化炭素 246 mg と水 65 mg を生じた。化合物 A の組成式（実験式）を答えよ。

問２　化合物 F の性質として正しいものを，以下の①，②，③… の中から<u>すべて</u>選び，番号で答えよ。

① アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めると，金属を生じる。
② 常温では気体であり，無色で刺激臭をもつ。
③ 濃硫酸と濃硝酸を加えて加熱して反応させると，爆発性の黄色の結晶を生じる。
④ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させると，CHI_3 の黄色の結晶を生じる。
⑤ 高圧で白金触媒存在下，水素と反応させると，シクロヘキサンを生成する。

問３　化合物 E，F，G の構造式を書け。

問４　H は分子式 $C_{10}H_8$ の芳香族炭化水素 I を酸化バナジウム（V）を触媒として用いて，空気酸化することによっても得られる。化合物 H と I の構造式を書け。

問５　化合物 A の構造式を書け。

化　　学　（その７）

第６問　次の（１）～（３）の文章を読み，以下の**問い**(**問１ ～ ７**）に答えよ。

（１）水溶液中のイオンを交換する多孔性の合成樹脂がイオン交換樹脂である。一般にスチレンと *p*−ジビニルベンゼンの共重合体をもとにしてつくられ，**図２**に示す置換基 X によってイオン交換樹脂の性質が異なる。

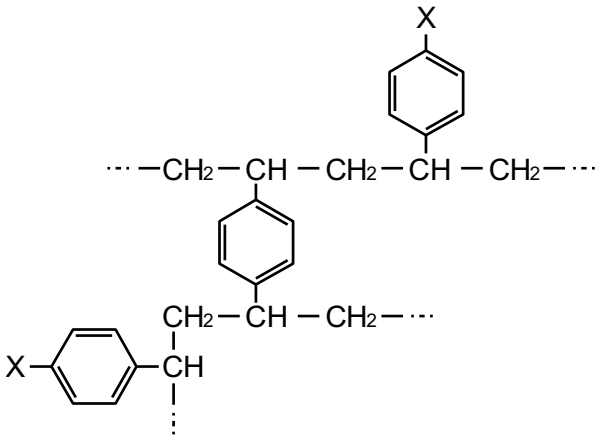


図２

問１　*p*−ジビニルベンゼンの構造式を書け。

問２　**図２**の X にスルホ基をもつ陽イオン交換樹脂があり，この陽イオン交換樹脂は 100 g 中に 0.40 mol のスルホ基を含んでいる。この陽イオン交換樹脂を用いて 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 30 mL を中和するには，このイオン交換樹脂が何 g 必要となるか。**有効数字２桁**で求めよ。

（２）不斉炭素原子を持たない分子量 75 のもっとも簡単なアミノ酸であるグリシン，酸性アミノ酸で分子量 147 のグルタミン酸，塩基性アミノ酸で分子量 146 のリシンからなるトリペプチドがある。

問３　このトリペプチドの 33.2 g を十分量の塩酸に溶かして加熱すると，加水分解が起こり，グリシン，グルタミン酸，リシンの 3 つのアミノ酸に分かれた。これを濃縮して過剰の塩酸と水を完全に除くと，アミノ基と塩酸が反応したアミノ酸塩酸塩の混合物が生じる。何 g のアミノ酸塩酸塩の混合物が生じるか。**有効数字３桁**で求めよ。

問４　**問３**で生じたアミノ酸塩酸塩の混合物を pH 2 の希塩酸に溶解し，陽イオン交換樹脂に通して 3 つのアミノ酸すべてを吸着させた。次いで，緩衝液を用いて pH を段階的に上昇させて，吸着したアミノ酸を順次溶出させた。溶出されるアミノ酸を溶出の順番の早い方から答えよ。

化　　学　（その８）

（３）セルロースはβ−グルコースが（　ア　）結合で縮合重合した直鎖状構造をとり，この分子が平行に並んで分子間に多くの（　イ　）結合が形成されるため丈夫な繊維となる。セルロースは還元性を（　ウ　），ヨウ素デンプン反応を示さない。酵素のセルラーゼによって二糖の（　エ　）を生じる。

セルロースはそのヒドロキシ基を化学的に処理することで，社会活動に有用な様々な物質を作るための原料として利用されている。例えば，セルロースに濃硝酸と濃硫酸の混合物を反応させると，トリニトロセルロースが得られ，無煙火薬の原料として使われている。

また，最近では，セルロースは燃料用バイオエタノールの原料としても注目されている。例えば，植物中に含まれるセルロースを，加水分解を経て最終的にグルコースに変換する技術が開発されている。このグルコースが，酵母菌を用いたアルコール発酵によりエタノールに変換される。

問５　（　ア　）～（　エ　）に適切な語句を入れよ。

問６　セルロースからトリニトロセルロースを生成する反応について，適切な示性式を用いて化学反応式を書け。

問７　平均分子量 150 万のセルロース 50.0 kg を加水分解してグルコースを得た後，アルコール発酵してエタノールを製造したい。セルロースからグルコース，グルコースからエタノールへの変換効率が両方とも 90.0 %と仮定した場合，何 kg のエタノールが製造できることになるか。**有効数字３桁**で求めよ。