化　学　（その１）

必要があれば、H = 1.0、C = 12.0、O = 16.0 の原子量、水のイオン積$[H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}\,(mol/L)^2$を用いよ。

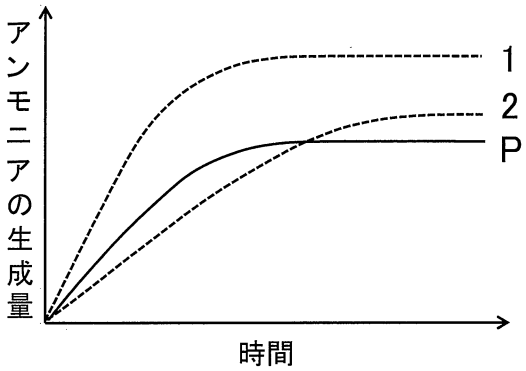
第１問　次の**問い**（**問１～８**）にもっとも適する答えを、それぞれの問いの下にあるもののなかから一つだけ選び、**ア、イ、ウ、・・・**の記号で答えよ。

問１　次のグラフの曲線**P**は、ある温度・圧力で窒素と水素を反応させたとき、時間経過とアンモニアの生成量の変化を示す。

$$N_2 + 3H_2 = 2NH_3 + 92\ kJ$$

この反応において、圧力あるいは温度を変化させたとき、曲線**1**、**2**のグラフが得られた。もっとも適切な組み合わせはどれか。

	曲線 1	曲線 2
ア	圧力を上げる	圧力を下げる
イ	圧力を上げる	温度を上げる
ウ	圧力を上げる	温度を下げる
エ	圧力を下げる	圧力を上げる
オ	圧力を下げる	温度を上げる
カ	圧力を下げる	温度を下げる
キ	温度を上げる	温度を下げる
ク	温度を上げる	圧力を上げる
ケ	温度を上げる	圧力を下げる
コ	温度を下げる	温度を上げる
サ	温度を下げる	圧力を上げる
シ	温度を下げる	圧力を下げる



問２　0.2 mol/L のアンモニア水と 0.1 mol/L の塩化アンモニウム水溶液を同量ずつ混合した溶液の pH の値はいくらか。ただし、アンモニアの電離定数は 2.0×10^{-5} mol/L とする。必要ならば、log 2 = 0.30 を用いよ。

ア 8.0　　**イ** 8.3　　**ウ** 8.6　　**エ** 9.0　　**オ** 9.3
カ 9.6　　**キ** 10.0　　**ク** 10.3　　**ケ** 10.6　　**コ** 11.0

化　学　(その2)

問3　市販の過塩素酸（$HClO_4$）を滴定したところ、その濃度は 9.2 mol/L であった。また、その密度を測定したところ、1.54 g/cm^3 であった。この過塩素酸の質量パーセント濃度の値はいくらか。ただし、$HClO_4$ の分子量を 100 とせよ。

ア 40　**イ** 45　**ウ** 50　**エ** 55　**オ** 60
カ 65　**キ** 70　**ク** 75　**ケ** 80　**コ** 85

問4　式 **A** + **B** → **C** + **D**（係数はいずれも 1）で表される、ある反応の反応速度は、式 $v=k$ [**A**][**B**]に合致した。この反応において、**A**、**B** それぞれ 1.0 mol/L、0.5 mol/L の濃度で反応を開始し、一定時間ののち、生成した **C** の濃度を測定したところ、0.2 mol/L であった。このときの反応速度は、反応開始時の何倍か。

ア 0.04　**イ** 0.08　**ウ** 0.20　**エ** 0.24　**オ** 0.30
カ 0.36　**キ** 0.48　**ク** 0.50　**ケ** 0.64　**コ** 0.80

問5　Ca^{2+}、Cu^{2+}、Fe^{2+} をそれぞれ 0.1 mol/L の濃度で含む混合水溶液から、Fe^{2+} のみを沈殿として除くのに適した操作はどれか。

a　希硫酸を加える。
b　水酸化ナトリウム水溶液を多量に加える。
c　アンモニア水を多量に加える。
d　弱酸性にして硫化水素を通じる。

ア a のみ　**イ** b のみ　**ウ** c のみ　**エ** d のみ　**オ** a と b
カ a と c　**キ** a と d　**ク** b と c　**ケ** b と d　**コ** c と d

問6　酸化還元反応はどれか。

a　硫酸鉄(Ⅱ)の水溶液にヘキサシアニド鉄(Ⅲ)カリウム水溶液を加えると、濃青色の沈殿ができる。
b　臭化銀はチオ硫酸ナトリウム水溶液に溶けて、無色の溶液になる。
c　二クロム酸カリウムの水溶液を塩基性にするとクロム酸カリウムになる。
d　臭化カリウムの水溶液に塩素を通じると赤褐色になる。

ア a のみ　**イ** b のみ　**ウ** c のみ　**エ** d のみ　**オ** a と b
カ a と c　**キ** a と d　**ク** b と c　**ケ** b と d　**コ** c と d

化　学　（その３）

問７　次の実験操作のうち、**誤っている**のはどれか。

a　アンモニア水を塩酸で滴定するために、メチルオレンジを指示薬として用いた。
b　実験室で発生させたアンモニアを塩化カルシウムで乾燥した。
c　実験室で発生させた一酸化窒素を水上置換で捕集した。
d　2 mol/L のスクロース水溶液を作るため、684 g のスクロース（分子量 342）を 316 g の水に溶かした。

ア　a のみ　　**イ**　b のみ　　**ウ**　c のみ　　**エ**　d のみ　　**オ**　a と b
カ　a と c　　**キ**　a と d　　**ク**　b と c　　**ケ**　b と d　　**コ**　c と d

問８　次の記述のうち、**誤っている**のはどれか。

a　同族の元素で比べると、原子番号が大きくなるほどイオン化エネルギーが大きい。
b　同じ電子配置をもつイオンで比べると、原子番号が大きくなるほどイオン半径は小さくなる。
c　電気陰性度は希ガスを除いて、周期表で右上ほど大きくなり、フッ素で最大となる。
d　水やアンモニアの沸点が分子量の割に高いのは、ファンデルワールス力が強くはたらくからである。

ア　a のみ　　**イ**　b のみ　　**ウ**　c のみ　　**エ**　d のみ　　**オ**　a と b
カ　a と c　　**キ**　a と d　　**ク**　b と c　　**ケ**　b と d　　**コ**　c と d

化　学　（その４）

第２問　次の文章を読み、以下の**問い**（**問１～６**）に答えよ。

(a) アルミニウムや亜鉛の単体は、酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも気体を発生して溶ける。このような酸とも強塩基とも反応する元素を（ **ア** ）という。

(b) アルミニウムの単体は、アルミニウムイオンを含む水溶液の電気分解では得ることができない。そこで、鉱石の（ **イ** ）を精製して純粋な酸化アルミニウムをつくり、(c) この酸化アルミニウムを氷晶石（Na_3AlF_6）を融解したものに溶かし、炭素電極を用いて電気分解してアルミニウムの単体を得る。このような電気分解を（ **ウ** ）という。

アルミニウムは、空気中では表面に酸化アルミニウムの被膜を生じる。内部の保護のため、アルミニウムの表面に人工的にこの被膜をつけた製品を（ **エ** ）という。宝石の（ **オ** ）は微量のクロムを、サファイアは微量の鉄やチタンを含む酸化アルミニウムの結晶で、極めて硬く、酸や強塩基の水溶液にもほとんど溶けない。アルミニウムに銅やマグネシウムなどを添加した合金を（ **カ** ）といい、軽くて強度が大きく、構造材などとして利用される。(d) アルミニウムの粉末と酸化鉄(Ⅲ)の粉末を混合して点火すると、激しく反応する。この反応は（ **キ** ）反応とよばれ、レールの溶接などに利用される。

問１　（ **ア** ）～（ **キ** ）にはいる適当な語句を答えよ。

問２　下線 (a) のうち、アルミニウムと水酸化ナトリウム水溶液との反応を化学反応式で書け。

問３　下線 (b) の理由は、アルミニウムのどのような性質のためかを10字以内で書け。

問４　下線 (c) で、氷晶石は酸化アルミニウムに対してどのように働くのかを 10 字以内で書け。

問５　下線 (c) で、電流 c〔A〕でアルミニウム w〔g〕を得るには何分かかるかを、アルミニウムの原子量を m、ファラデー定数を F〔C/mol〕として数字と記号を用いて答えよ。ただし、電流のすべてが電気分解反応に使われるものとする。

問６　下線 (d) の反応を化学反応式で書け。

化　学　（その５）

第３問　次の文章を読み、以下の**問い**（**問１～６**）に答えよ。

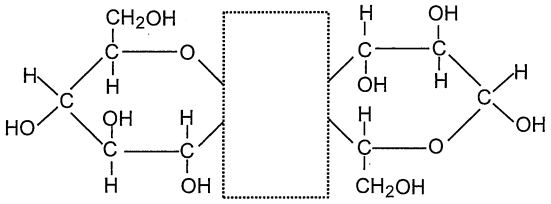
種子や地下茎などに蓄えられているデンプンは、α-グルコースが繰り返し縮合した構造をしている。構造の違いからアミロースとアミロペクチンに分類されるが、ともに鎖状部分は（ **ア** ）の構造をとる。

植物の細胞壁の主成分であるセルロースは、β-グルコースが直鎖状に縮合した構造をしており、平行に並んだ分子間には（ **イ** ）結合が形成されている。分子量は数十万～数千万であり、多くの溶媒に溶けにくい。セルロースを酵素セルラーゼと反応させると、以下の図に示す二糖類（ **ウ** ）となる。

セルロースを濃い水酸化ナトリウム水溶液に浸してアルカリセルロースとし、これを二硫化炭素と反応させた後、薄い水酸化ナトリウム水溶液に溶かすと（ **エ** ）という赤橙色のコロイド溶液になる。この（ **エ** ）を細孔から希硫酸中に押し出し、セルロースを再生させると（ **オ** ）という繊維が得られる。また、セルロースをシュワイツァー試薬に溶かして粘性の大きな溶液にして、これを細孔から希硫酸中に押し出し、セルロースを再生させると（ **カ** ）が得られる。(a) セルロースに（ **キ** ）を酢酸と少量の濃硫酸と共に十分に反応させると溶媒に溶けにくい（ **ク** ）が生成する。これは半合成繊維である（ **ケ** ）の原料となる。

このようにセルロースは化学繊維の原料として用いられてきたが、最近で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、稲わら等の非食用原料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。(b) このように作られたグルコースは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。

二糖類（ **ウ** ）の構造



問１　（ **ア** ）～（ **ケ** ）にはいる適当な語句を入れよ。

問２　二糖類（ **ウ** ）の構造はどうなっているか。点線で囲まれた空白部分を補い構造を完成させよ。

問３　下線 (a) の化学変化を化学反応式で示せ。示性式を用いること。

化　学　（その６）

問４　下線 (a) の化学変化により 20 kg のセルロースを完全に反応させた場合、何 kg の（ **ク** ）を生成することができるか。次の数値から選べ。

13.5　15.9　19.3　25.2　29.6　35.6　40.0　45.0

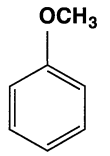
問５　下線 (b) の化学変化を化学反応式で示せ。

問６　分子量 1,000,000 のセルロースをグルコースに加水分解した後、下線 (b) の方法を用いて 50 kg のエタノールを製造する計画を立てた。セルロースからグルコースへの変換効率が 90%、グルコースからエタノールへの変換効率が 90%である場合、必要となるセルロースは何 kg か。次の数値から選べ。

54　60　98　109　121　217　242　368

化　学　(その7)

第4問　**A** ～ **H** の8種の未知化合物がある。これらは[I 欄]に示す（**ア**）～（**ツ**）の化合物のどれかである。今、この化合物についてその性状を調べたところ、[II 欄]の表に示された **A** ～ **H** の物理化学的性状、および (1) ～ (7) のような結果を得た。この未知化合物 **A** ～ **H** の**構造式**を答えよ。ただし、**構造式**は例にならって書け。



構造式の例

[I 欄]

（**ア**）アセチルサリチル酸	（**イ**）アセトアニリド	（**ウ**）アニリン
（**エ**）エタノール	（**オ**）塩化ナトリウム	（**カ**）*o*-キシレン
（**キ**）ギ酸	（**ク**）酢酸	（**ケ**）酢酸ナトリウム
（**コ**）サリチル酸メチル	（**サ**）メチルアミン	（**シ**）トルエン
（**ス**）ナフタレン	（**セ**）フェノール	（**ソ**）フマル酸
（**タ**）1-ブタノール	（**チ**）ホルムアルデヒド	（**ツ**）マレイン酸

[II 欄]

	室温での性状	融点	沸点	臭い	水に対する溶解度
A	液体	17℃	118℃	刺激臭	よく溶ける
B	液体	− 114℃	78℃	特有な臭い	よく溶ける
C	固体	320℃以上で分解	−	−	よく溶ける
D	液体	8℃	101℃	刺激臭	よく溶ける
E	液体	− 6℃	184℃	特有な臭い	溶けにくい
F	液体	− 8℃	222℃	強い芳香	溶けにくい
G	固体	133℃	−	−	よく溶ける
H	固体	81℃	218℃	特有な臭い	溶けにくい

(1) **A** に **B** と触媒量の濃硫酸を加えて加熱すると、果実臭のある揮発性の液体が得られた。

(2) 水溶液にリトマス紙を入れると、赤色試験紙が青色になるのは **C** のみであった。

(3) これら 8 種の化合物にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めると、**D** のみが銀を生じた。

(4) 元素分析の結果によると、これら 8 種の物質はいずれも、炭素、水素を含むが、窒素を含むものは **E** のみであった。

(5) これら8種の物質の水溶液に塩化鉄(III)水溶液を加えると、**F** のみが赤紫色の呈色反応を示した。

(6) **G** を加熱すると、脱水反応した化合物が得られた。

(7) **H** は室温で徐々に昇華した。