

令和 8 年度 「化学基礎+化学」 (04コア・03プラス)

試験開始の合図があるまでに、次の注意をよく読んで、間違いないように受験してください。

1. 試験開始の合図があるまで冊子を開かないでください。
2. この冊子は問題 12 ページです。別に、解答用紙(第 1 問)・(第 2 問)・(第 3 問) 3 枚をセットで配付します。
3. 試験開始の合図があったら、問題のページ数を確認し、解答用紙(第 1 問)・(第 2 問)・(第 3 問)をミシン目で折ってていねいに切り離し、すべての解答用紙に受験番号を記入してください。
4. 問題・解答用紙に落丁、乱丁、印刷不鮮明などの箇所がある場合には申し出てください。
5. 解答の記入は黒鉛筆(シャープペンシル可)に限ります。
6. 文字ははっきり、ていねいに書いてください。
7. 下書きには問題冊子の余白を使ってください。
8. 解答用紙の点数欄には何も記入しないでください。
9. 使用していない解答用紙は、机の上に裏返しにしておいてください。
10. 「化学基礎+化学」のコア試験の配点は 150 点、プラス試験の配点は 100 点です。
プラス試験の受験生の得点は、コア試験とプラス試験の配点比率に応じた調整を行います。
なお、各問題には、コア試験の配点のみ記載します。

受験番号				
------	--	--	--	--

1－1

(a)	1 番目	2 番目	(b)	
(c)				
(d)				
(e)				
(f)				

第 1 問小計

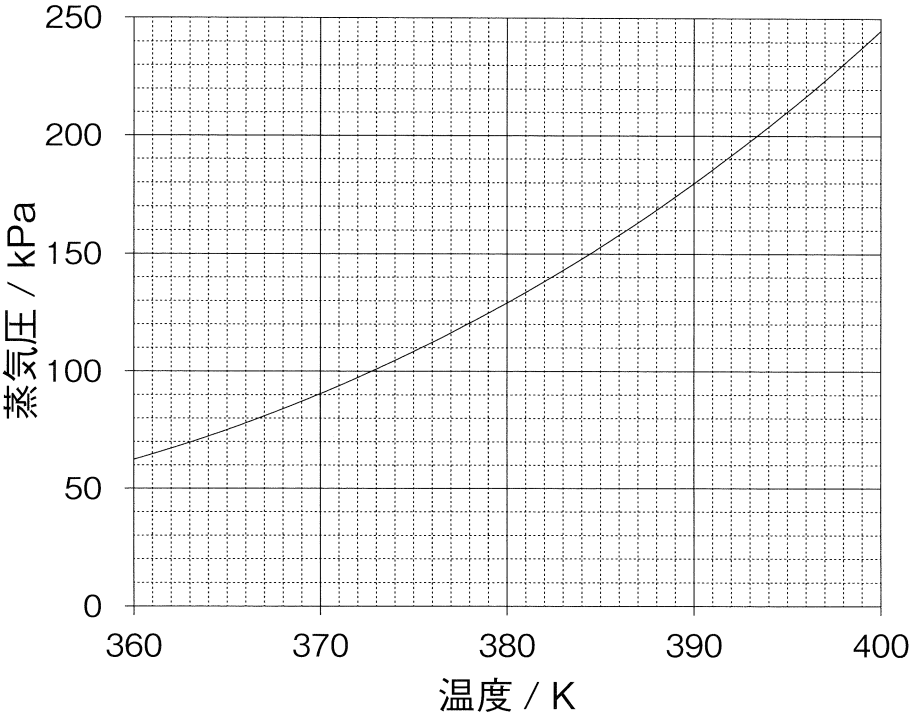
1－1

1－2

(a)	
(b)	
(c)	
(d)	
(e)	

1－2

2－1

(a)	水蒸気	kPa	(d)	
	空気	kPa		
(b)		kPa		
(c)				
(e)	P			
	T			
(f)	水蒸気 空気			
(g)				

第2問小計

2－1

2－2

(a)	
(b)	
(c)	
(d)	
(e)	

2－2

受験番号				
------	--	--	--	--

3－1

(a)		(b)	
(c)			
(d)		(e)	
(f)			
(g)			

第3問小計

3－1

3－2

(a)						
(b)						
(c)	F		(d)	E		G
(e)						

3－2



問題は次のページより始まります。

第1問 (50点)

1-1 アルミニウムに関する以下の文章を読んで問いに答えなさい。数値で答える問題には計算の過程も書き、有効数字2桁で答えなさい。なお、ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol、原子量は Al : 27 とする。

アルミニウムは、地殻中の存在量が3番目に多い元素である。単体は柔らかくて軽い金属であり、空気中では表面に酸化アルミニウムの緻密な被膜を生じることで内部がそれ以上酸化されなくなり、濃硝酸や熱濃硫酸にも溶解しない。

天然においては、アルミニウムは単体としてほぼ存在していない。このため、工業的には、地殻の風化により形成された岩石で、酸化アルミニウムを主成分とした鉱物などからなるボーキサイトを精錬することにより、単体のアルミニウムを得る。精錬の工程は次の通りである。

工程1：ボーキサイト中の酸化アルミニウムを主成分とする鉱物を濃水酸化ナトリウム水溶液に溶解させる。

工程2：工程1で得られた水溶液をろ過し、ろ液の pH を調整することにより水酸化アルミニウムを沈殿させる。

工程3：取り出した水酸化アルミニウムを加熱することにより、高純度の酸化アルミニウムを得る。

工程4：酸化アルミニウムを氷晶石とともに加熱して融解させ、それを溶融塩電解することにより Al^{3+} を還元すると、高純度の単体のアルミニウムが得られる。

(a) 下線部(1)について、地殻中の存在量が1番目と2番目に多い元素を、カルシウム、ケイ素、酸素、水素、鉄の中からそれぞれ選び書きなさい。

(b) 下線部(2)に示される状態のことを何と呼ぶか書きなさい。

(c) 下線部(3)について、酸化アルミニウムを水酸化ナトリウム水溶液に溶解させたときに起こる反応を化学反応式で書きなさい。

(d) 下線部(4)の熔融塩電解の陰極側で生じている反応を電子を含むイオン反応式で書きなさい。

(e) 10.0 A の一定電流で熔融塩電解した場合、2.7 g のアルミニウムを生成するために必要な時間（秒）を求めなさい。

(f) アルミニウムの精錬において、電気分解に水溶液を用いない理由を説明しなさい。

1-2 0.050 mol/L の Na_2SO_4 水溶液 10.0 mL に 0.050 mol/L $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液を加えたところ、 BaSO_4 の白色沈殿が生じた。 BaSO_4 の溶解平衡が成り立っているとして、以下の問いに答えなさい。数値で答える問題には計算の過程を書き、有効数字2桁で答えること。ただし、 BaSO_4 の溶解度積 K_{sp} は $1.0 \times 10^{-10}(\text{mol/L})^2$ とする。

- (a) BaSO_4 の溶解平衡をイオン反応式で表しなさい。
- (b) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液を 5.0 mL 加えた後の水溶液中の SO_4^{2-} イオンの濃度を求めなさい。ただし、このとき水溶液中の Ba^{2+} イオンの濃度は、 SO_4^{2-} イオンの濃度に比べて非常に小さいと仮定してよい。
- (c) (b)で $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液を加えた後の水溶液中の Ba^{2+} イオンの濃度を求めなさい。
- (d) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液を合計 10.0 mL 加えた後の水溶液中の SO_4^{2-} イオンの濃度を求めなさい。
- (e) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液を合計 15.0 mL 加えた後の水溶液中の SO_4^{2-} イオンの濃度を求めなさい。

第2問 (50点)

2-1 以下の文章を読み、問いに答えなさい。(f), (g)については計算の過程を書き、有効数字2桁で答えること。ただし、空気および水蒸気は理想気体として扱う。また、温度変化や蒸発による水の体積変化は考慮しないものとする。

安全弁を持つ容器に水と空気が入っている(図2-1)。安全弁は、容器内の全圧が 300 kPa に達すると開いて容器内の気体を外に排出する。排出される気体の成分比は容器内の気体と同じである。安全弁が開くと容器内の全圧は瞬時に 200 kPa に下がり、安全弁は閉じる。そのとき温度は変化しない。最初、この容器および容器内の水、水蒸気、空気は 300 K であり、容器内の全圧は 100 kPa であった。空気は水に溶解しないものとして、この容器全体を加熱していった時の変化について考察する。なお、容器内の水がすべてなくなることはないものとする。

- (a) 300 Kにおける水の蒸気圧を 3.6 kPa とする。最初の状態における、容器内の水蒸気と空気の分圧を求めなさい。
- (b) 容器全体を加熱し、容器内の全圧が 300 kPa になったときの温度を T K (ケルビン) とする。この瞬間(安全弁が開く前)の容器内の空気分圧を T で表す式を求めなさい。
- (c) 温度が T K (ケルビン) のときの水の蒸気圧を P kPa とする。このとき容器内の全圧が 300 kPa であることを用いて、 P を T で表しなさい。
- (d) P と T の値を、作図によって求める。問題(c)で得られた P と T の関係式を表すグラフを、解答用紙にある水の蒸気圧曲線の図の中に示しなさい。
- (e) 問題(d)のグラフと水の蒸気圧曲線の交点から、 P および T を有効数字3桁で読み取りなさい。

(f) 温度が T K (ケルビン) になり、安全弁が働いて容器内の全圧が 200 kPa になったときの容器内の水蒸気と空気の分圧をそれぞれ求めなさい。

(g) 安全弁が閉じた後、温度を T K (ケルビン) に保った。十分な時間経過した後の容器内の気体の全圧を求めなさい。

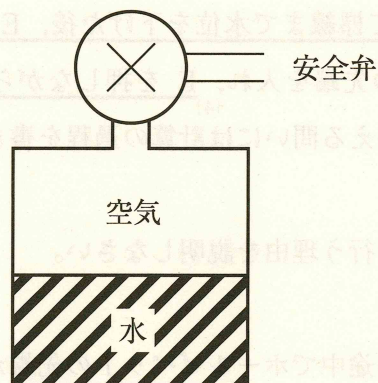


図 2 - 1

2-2 化学実験で用いる安全ピペッターは弾性のあるゴムでできており、図2-2に示す A, S, E のいずれかの部分を押すとゴムと内部のガラスのボールの間に隙間ができて経路が開き、離すと閉じるようになっている。この安全ピペッターをホールピペットに装着して水を計量した。まず、A を押しながら X 部分をつぶした後、A を離した。次に、ピペットの先端を水面より下に入れ、S を押しながら標線より上まで水を吸い上げた。S を離しピペットの先端を水面から上げてまっすぐ持ち、E を押して標線まで水位を下げた後、E を離した。その後移動先の容器にホールピペットの先端を入れ、E を押しながら水を排出した。以下の問いに答えなさい。数値で答える問いには計算の過程を書き有効数字2桁で答えること。

- (a) 下線部(1)の操作を行う理由を説明しなさい。
- (b) 下線部(2)の操作の途中でホールピペットの先端が水面より上がったらどのようなことが起こるか説明しなさい。
- (c) 下線部(2)の操作の最中に、水位が図2-2の矢印Yで示した位置まで上昇したところでSを離した。 $h = 0.080 \text{ m}$ として図2-2のグレーで示した部分の圧力を求めなさい。水の密度を 1000 kg/m^3 、大気圧を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、重力加速度を 9.8 m/s^2 とし、力のつり合いを考える際、重力と空気の圧力以外は考慮しなくてよい。なお、高さ h の液柱がおよぼす圧力は、液体の密度を ρ 、重力加速度を g とすると ρgh で表すことができる。
- (d) 下線部(3)の操作により水位を下げる理由を説明しなさい。
- (e) 下線部(4)の操作を行ったところ、ホールピペット先端に少量の水が残ってしまった。この水を排出するために、どのような操作が有効と考えられるか書きなさい。

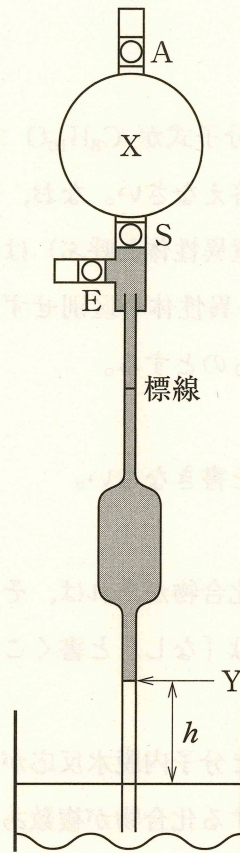


図 2 - 2

第3問 (50点)

3-1 ベンゼン環をもち、分子式が $C_8H_{10}O$ である化合物の構造異性体の性質・反応に関するつぎの問いに答えなさい。なお、ベンゼン環上の置換基の位置の違いに由来する構造異性体（位置異性体と呼ぶ）は考慮しないものとする（例えばキシレンであれば、*o*-, *m*-, *p*-異性体を区別せずに1つの化合物として考える）。また、鏡像異性体も考えないものとする。

- (a) 考えられる化合物の数を書きなさい。
- (b) 不斉炭素原子を有する化合物があれば、その構造式をすべて書きなさい。該当する化合物が無い場合には「なし」と書くこと。
- (c) 硫酸を加えて加熱すると分子内脱水反応が進行しうる化合物の構造式をすべて書きなさい。また、該当する化合物が複数ある場合には、それらを区別するために有効な実験方法と予想される結果を文章で記しなさい。
- (d) (c)で答えた化合物の分子内脱水反応により生成する化合物の構造式を書きなさい。
- (e) ある構造異性体はナトリウム Na と反応して気体を発生する。その気体の物質名を答えなさい。
- (f) ナトリウム Na と反応しないベンゼンの一置換体の構造式をすべて書きなさい。
- (g) 塩化鉄(Ⅲ) $FeCl_3$ の水溶液を加えると青～紫色に呈色する、ベンゼンの二置換体および三置換体の構造式をそれぞれ1つずつ書きなさい（例えばキシレンであれば、*o*-, *m*-, *p*-異性体のうち1つだけを書けばよい）。

3-2 つぎの文章を読み、下の問いに答えなさい。原子量は、H:1, C:12 とする。

エテン（エチレン）に酸触媒の存在下で水を反応させると、二重結合の炭素の一方に水素Hが、もう一方の炭素にヒドロキシ基 OH が付加することでエタノールが生じる（この反応を水和反応という）。この水和反応を非対称な構造のアルケンで行うと、二重結合のどちらの炭素に OH が付加するかによって、2種類の構造異性体が生成することになる。なお、以下の問いにおいて、アルケンの水和反応により2種類の構造異性体が生成する場合、その生成比は1:1であるとする。また、立体異性体は考えないものとする。

(a) プロペンの水和反応を行った場合に生成すると考えられるすべての化合物を、構造式で書きなさい。

同じ分子式をもち、分子量が100以下の2種類の鎖状アルケンA、Bが物質質量比1:1で混ざった試料がある（混合物Cとよぶ）。この混合物C 14.0 g を、触媒を用いて十分な量の水素と反応させたところ、ただ1種類の飽和炭化水素D 14.4 g が得られた。一方、混合物Cに臭素を作用させると2種類の生成物が得られたが、これらはいずれも不斉炭素原子を1つだけもつ化合物であった。

つぎに、混合物Cに対し、上で示した水和反応を行ったところ、3種類のアルコールE、F、Gが物質質量比1:2:1で生成した。これらのうち、化合物Eは酸化されにくいことがわかった。また、化合物Fに十分な量のヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えると黄色沈殿と塩Hが生じ、この塩Hに塩酸を加えると、化合物Iが得られた。さらに、化合物Gと化合物Iを混合し、少量の硫酸を加えて加熱したところ、果実のようなにおいがする無色透明の化合物が得られた。

(b) アルケンAの分子式を求めなさい。解答に至る過程も含めて書くこと。

(c) 化合物Fの構造式を書きなさい。

(d) 化合物**E**および**G**の構造式を書きなさい。

(e) 下線部の反応を化学反応式で書きなさい。なお、有機化合物はすべて構造式で書くこと。