

令和 7 年度 「化学基礎＋化学」 (04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. この冊子には問題 12 ページ，解答用紙(第 1 問)・(第 2 問)・(第 3 問) 3 枚がセットになっています。
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から冊子より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。

1-1

(a)	ア	イ	ウ	エ
	塩酸			
(b)	水酸化ナトリウム水溶液			
(c)				
	亜鉛板			
(d)	銅板			
(e)				

第1問小計

1-1

1-2

(a)	A				B													
(b)	ア			イ			ウ			エ			オ			カ		
(c)																		
(d)																		
(e)																		
(f)	元素名		理由															
	元素名		理由															

1-2

2-1

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

第2問小計

2-1

2-2

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

2-2



3-1

(a)	B		C		E	
(b)	名称 重合反応					
(c)						
(d)	A			G		

第3問小計

3-1

3-2

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

3-2

3-3

(a)	
(b)	
(c)	

3-3

問題は次のページより始まります。

第1問 (50点)

1-1 亜鉛に関する次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、気体は理想気体とみなし、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、原子量は $\text{Zn}:65$ とする。

亜鉛は周期表において(ア)族に属しており、単体は金属である。酸や塩基の水溶液のどちらとも反応するため(イ)金属であり、いずれの場合も反応によって気体Aが発生する。亜鉛と銅との合金は(ウ)と呼ばれ、楽器や硬貨の材料となっている。また、亜鉛はボルタ電池、ダニエル電池、および現在では生活必需品であるマンガン乾電池やアルカリマンガン乾電池において、(エ)活物質として用いられる。その他に、鉄を主成分とする鋼板の表面を亜鉛でメッキしたトタンは、屋外で使用する建築材、特に屋根材などに利用されている。

- (a) (ア)、(イ)、(ウ)、(エ)に入る適切な数字や言葉を書きなさい。
- (b) 下線部(1)について、亜鉛に塩酸を加えたとき、および水酸化ナトリウム水溶液を加えたときに起きる反応をそれぞれ化学反応式で書きなさい。
- (c) 1.3 g の亜鉛に塩酸を加えてすべて溶解させたとき、発生した気体Aの $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 27°C における体積を計算で求めなさい。
- (d) 下線部(2)のダニエル電池では、真ん中が素焼き板で隔てられた容器があり、一方には硫酸亜鉛水溶液が、もう一方には硫酸銅(Ⅱ)水溶液が入れている。硫酸亜鉛水溶液中には亜鉛板が、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中には銅板が浸されており、亜鉛板と銅板を導線で結ぶと電流が流れる。亜鉛板および銅板のそれぞれについて、浸されている水溶液との界面で起こる反応を電子を含むイオン反応式で書きなさい。

- (e) 下線部(3)について，トタン表面が傷付いて鋼材がむき出しになったところに雨などによる水分が付着したとき生じる現象をイオン化傾向から考え，屋根材としてトタンが用いられる理由を書きなさい。

1-2 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

K^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ の6種類の金属イオンのうち4種類を含む混合水溶液がある。それぞれのイオンを分離するために次の(i)~(iv)の分離操作を行い、得られた沈殿について確認反応を行った。

- (i) 混合水溶液に希塩酸を加えると (ア) 色の沈殿Aが生じたため、これをろ過した。
- (ii) (i)のろ液に硫化水素を通じると (イ) 色の沈殿Bが生じたため、これをろ過した。
- (iii) (ii)のろ液に含まれる硫化水素を煮沸により除去した後、硝酸を加えて加熱した。⁽¹⁾
この溶液を放冷した後、アンモニア水を加えると (ウ) 色の沈殿Cが生じたため、これをろ過した。
- (iv) (iii)のろ液に硫化水素を通じたが、反応は観察されなかった。次に、(iii)のろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えると (エ) 色の沈殿Dが生じたため、これをろ過した。このろ液について炎色反応を調べたが、反応は観察されなかった。

沈殿Aにアンモニア水を加えると、沈殿Aは溶けた。沈殿Bに硝酸を加えると、沈殿Bは溶け (オ) 色の溶液となった。この溶液にアンモニア水を加えると、濃青色と⁽²⁾なった。沈殿Cに塩酸を加えると、沈殿Cは溶けた。この溶液にヘキサシアニド鉄(II)酸カリウム水溶液を加えると、(カ) 色の沈殿が生じた。沈殿Dに塩酸を加えると⁽³⁾気体が発生した。

- (a) AとBの化合物を化学式で答えなさい。
- (b) (ア) ~ (カ) に当てはまる色を答えなさい。
- (c) 沈殿Cを得るために、下線部(1)ではなぜこのような操作をする必要があるのか、理由を答えなさい。

- (d) 下線部(2)で起こる反応を，イオン反応式で書きなさい。
- (e) 下線部(3)で起こる反応を，化学反応式で書きなさい。
- (f) 6種類の金属イオンのうち混合水溶液に含まれなかった2種類の金属イオンを元素名で答えなさい。また，なぜそう考えたのか理由をそれぞれ答えなさい。

第2問 (50点)

2-1 以下の文章を読み、問いに答えなさい。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、大気圧、気体定数はそれぞれ $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ であり、原子量は、H:1, C:12, O:16, Na:23 とする。また、気体は理想気体として扱い、液体および固体の体積は考慮しなくてよい。

バルブを介してシリンダー・ピストンに接続された反応容器(図2-1左)を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の圧力下に設置した。反応容器の容積は 18 mL である。この装置を用いて以下の実験を行った。実験開始前にはシリンダーの容積は 0 mL にした。ピストンに荷重をかけない場合、シリンダー内の圧力は外圧と等しい。なお、シリンダー・ピストンと反応容器を接続する管の体積は無視できるものとする。

- (1) 反応容器に 0.84 g の炭酸水素ナトリウムを入れ、バルブ A を開けて真空中に排気した。
 - (2) バルブ A を閉じてからバルブ B を開け、反応容器をシリンダー・ピストンごと 600 K まで加熱したところ、すべての炭酸水素ナトリウムが分解して二酸化炭素と水を生成した。(図2-1右)
 - (3) バルブ B を閉じ、反応容器をシリンダー・ピストンごと 250 K に冷却した。
 - (4) 反応容器とピストンの温度を 250 K に保ったままピストンを圧縮した。
-
- (a) 炭酸水素ナトリウムが熱分解して二酸化炭素と水を生成する反応の化学反応式を答えなさい。
 - (b) 過程(2)を終えたときのシリンダーの容積を答えなさい。
 - (c) 過程(3)を終えたときのシリンダーの容積を答えなさい。

- (d) 図 2 - 2 に示す二酸化炭素の相図（相の名称は省略してある）を参照し、過程 (4) の途中で二酸化炭素が液化する直前のシリンダーの容積を答えなさい。

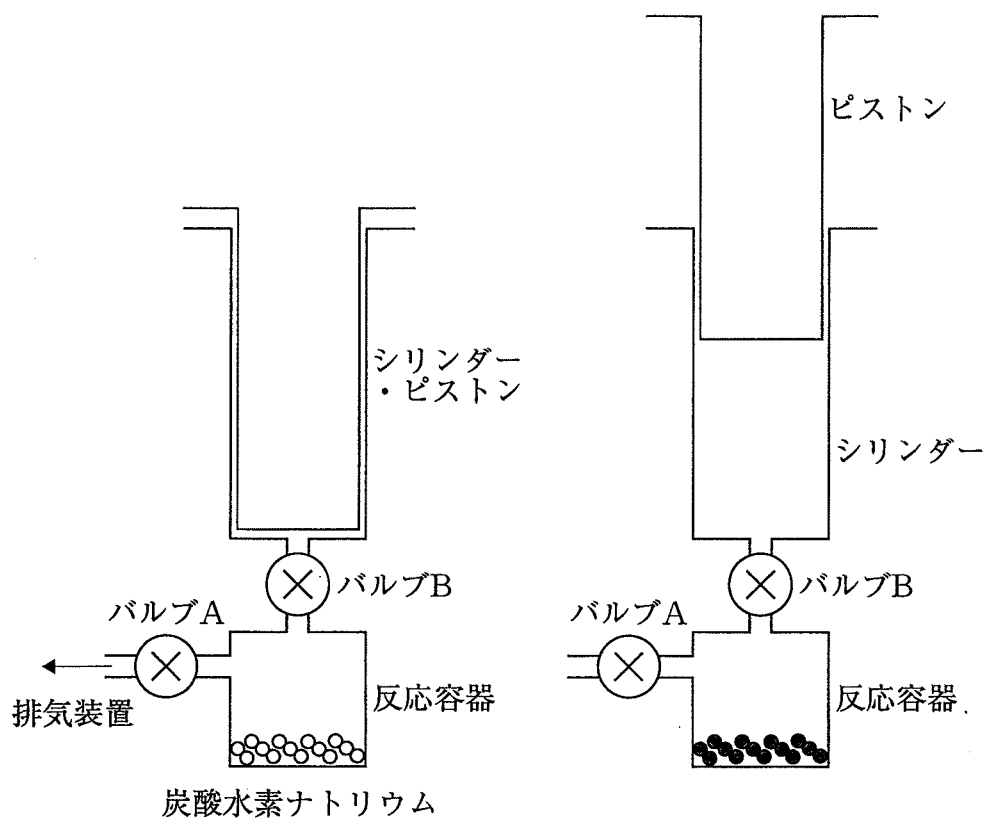


図 2 - 1

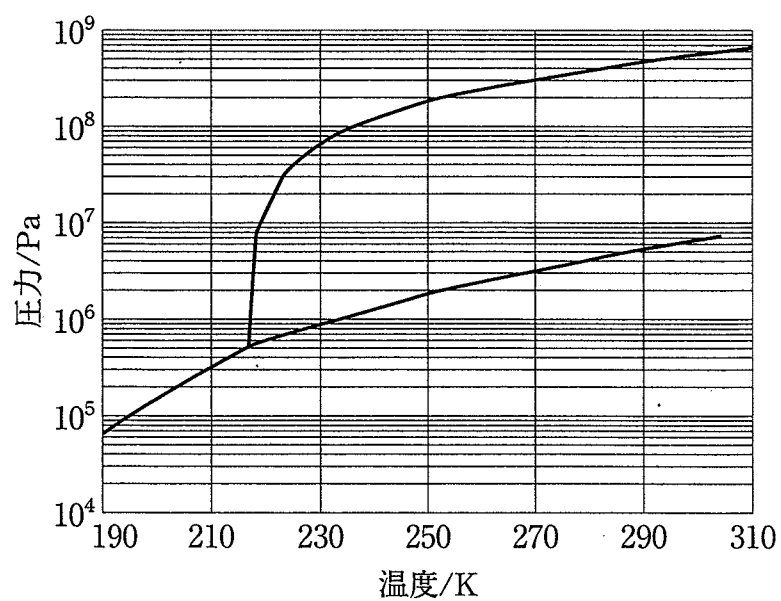


図 2 - 2

2-2 重合度が未知の高分子 1.0 g を水に溶解させ 100 mL とした水溶液がある。温度 300 K でこの水溶液の浸透圧を測定したところ、250 Pa であった。以下の問いに答えなさい。気体定数を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 、重力加速度を 9.8 m/s^2 とする。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) この水溶液の濃度 (mol/L) を求めなさい。
- (b) この水溶液に含まれる高分子がすべて同一重合度であると仮定して、分子量を求めなさい。
- (c) この高分子を構成する単量体の分子量を 44 として、重合度を求めなさい。
- (d) 圧力 250 Pa は高さ何 cm の水柱が生み出す圧力に相当するか。水の密度を 1.0 g/cm^3 として求めなさい。
- (e) 水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ である。この高分子の分子量を測定する方法として「浸透圧測定」と「凝固点降下度測定」のどちらが適切か、理由とともに答えなさい。

第3問 (50点)

3-1 炭素、水素、酸素から構成される化合物A～Dに関する以下1)～10)の文を読み、問いに答えなさい。原子量は、H:1, C:12, O:16 とする。

- 1) 化合物Aを加水分解すると、化合物B, C, Dが生成する。
- 2) 化合物Bを濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)と反応させると2,4,6-トリニトロフェノール(ピクリン酸)が生成する。
- 3) 化合物Bにホルムアルデヒドと酸を加えて反応させ、硬化剤とともに加熱すると、電気絶縁性に優れた樹脂が得られる。
- 4) 化合物Cは化合物Bの不飽和結合に水素が付加した化合物である。
- 5) 化合物Cを硫酸とともに加熱すると脱水反応が起こり、シクロアルケンEが生成する。
- 6) 化合物Dの炭素と水素と酸素の原子数は等しい。
- 7) 化合物Dの0.10 mol/Lの水溶液は酸性を示し、この溶液10 mLを完全に中和するためには、0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液が20 mL必要である。
- 8) 化合物Dのシス-トランス異性体である化合物Fを160℃で加熱すると分子内から水1分子の脱離(脱水反応)が起こり、化合物Gが生成するが、化合物Dを加熱しても脱水反応が起こらない。
- 9) 化合物Dに臭素を反応させると、化合物Dと同じ物質量の臭素が付加する。
- 10) 化合物Gの分子量は化合物Cの分子量より小さい。

(a) 化合物B, C, Eの構造式を書きなさい。

(b) 3)で生成する熱硬化性樹脂の名称を書きなさい。さらに、この樹脂が生成する重合反応を何というか、もっとも適切な語句を答えなさい。

(c) 化合物D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。

(d) 化合物 **A**, **G** の構造式を書きなさい。

3-2 以下の文の下線部に誤りがある場合には、例にならって修正しなさい。誤りがない場合には「正しい」と書きなさい。

例 ブタンの炭素数は5である。

解答： 4

- (a) デンプンに酸を加えて加水分解することにより、スクロースが得られる。
- (b) グリシンを除く α -アミノ酸には光学異性体が存在し、L 体と D 体のうち天然に存在するのはほぼ D 体のみである。
- (c) アミノ酸にキサントプロテイン水溶液を加えて加熱すると「青紫色～赤紫色」になる。
- (d) 脂肪族アルコールの沸点は、同じ分子式を有するエーテルの沸点よりも低い。
- (e) 分子式 C_8H_{10} の芳香族化合物の異性体は3種類存在する。

3-3 以下の操作で起こる化学変化を化学反応式で書きなさい。ただし、有機化合物は構造式を用いること。

(a) エタノールにナトリウムを加える。

(b) 酢酸カルシウムを乾留する。

(c) ベンゼンに臭素と鉄粉を加える。