

全問をとおして、必要があれば次の原子量を用いよ。

H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Al = 27, Cl = 35.5, Ca = 40, Ni = 59, Zn = 65, Ag = 108

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

0.10 mol/L 硫酸に電極 A, B を浸し接続した。電極 A として金属 a~d を使い、電極 B として Pt を使用して起電力の測定をしたところ、右表の結果となった。ただし、金属 a~d は Ag, Al, Ni, Zn のいずれかである。なお、気体は理想気体かつ標準状態として扱い、数値を問う設問に関しては特に指定がない限り有効数字 2 桁で答えよ。必要な場合は、 $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$ を使用すること。

条件	電極 A	電極 B	起電力 [V]
1	a	Pt	1.68
2	b	Pt	0.76
3	c	Pt	0.26
4	d	Pt	0.00

- (1) 条件 1 ~ 3 のすべてにおいて Pt 電極で気体が生じた。この時、Pt 電極上で起こっている反応を電子 e^- を用いた反応式で示せ。
- (2) 条件 4 では起電力が生じなかった。その理由を簡潔に記せ。
- (3) 電極 A として金属 a を使い、電極 B として金属 c を使用したところ、電池が形成された。この時、ア) 正極となる電極 (A または B)、イ) 正極に使われた金属の名称、ウ) 起電力、エ) 電池全体の反応式を答えよ。
- (4) (3) の電池において、放電後しばらくすると電圧が低下した。この現象を何と呼ぶか。
- (5) 条件 1 の電池において、Pt 電極から 112 mL の気体が生じるまで放電を行った。電解質溶液の体積は 80 mL であり、反応によって体積は変化しなかった。また、反応後の電極 A の質量が減少した。この時、ア) 電池から取り出せる電子の物質量、イ) 電極 A の質量の減少量、ウ) 反応後の電解質溶液の pH を答えよ。なお pH は小数第一位まで答えること。

2 炭酸ナトリウムはガラス製品等に使われる重要な物質で、①~⑤に示す方法で工業的に製造される。以下の問いに答えよ。

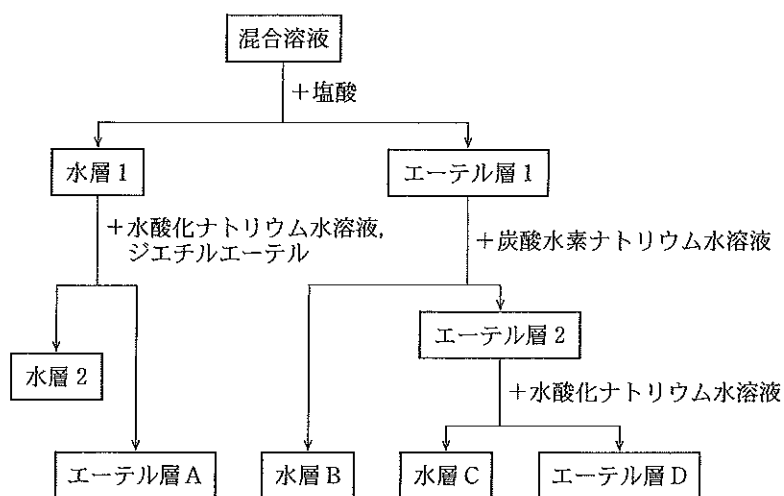
- ① 物質 A を熱分解して、酸化カルシウムと物質 B を得る。
- ② 物質 C の飽和水溶液にアンモニアを十分に吸収させてから物質 B を吹き込むと物質 D と物質 E が生成し、そのうち物質 D は沈殿物として得られる。
- ③ 沈殿した物質 D を分離して加熱すると炭酸ナトリウムが得られる。この熱分解の際に生成した物質 B は②の反応に利用される。
- ④ ①の反応で生成した酸化カルシウムと水を反応させ、物質 F を得る。
- ⑤ ②の反応で生成した物質 E と④の反応で生成した物質 F とを反応させ、アンモニアを回収する。

- (1) 物質 A, C, F の名称を答えよ。
- (2) ③と⑤の化学反応式を書け。
- (3) ②の反応系には 4 種のイオンが共存する。その 4 種のイオンの化学式を書け。また、そのイオンの組み合わせのうち、物質 D だけが沈殿する理由を物質 D の化学式とともに簡潔に記せ。
- (4) 物質 D には胃薬としての用途がある。これは、物質 D のどのような性質を利用したものかを簡単に説明し、その要因となる化学反応式を書け。

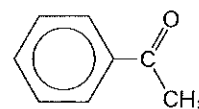
化 学 (全2の2)

- (5) 水溶液より結晶化させた炭酸ナトリウムは無色透明の水和物である。この結晶を空气中に放置すると水和水の大部分を失い、白色の粉末となる。このような現象を何と呼ぶか。
- (6) 物質 C を 2340 kg 使用するとき、得られる製品の炭酸ナトリウムは何 kg か。また、その量の炭酸ナトリウムを製造するのに必要なアンモニアの体積は 300 K, 1.00×10^5 Pa で何 L か。すべての反応は完全に進行するものとして、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、アンモニアは理想気体として扱い、気体定数は $R = 8.31 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol) とする。また、炭酸ナトリウムはすべて無水塩(無水物)とする。

3 アニリン、*o*-キシレン、*o*-クレゾール、サリチル酸を 0.1 L のジエチルエーテルに溶解させた混合溶液について、下図に示す順序で分離操作を行った。以下の問いに答えよ。ただし、構造式は例にならって記すこと。



構造式の例



- (1) この分離操作に用いる主要な実験器具の名称を答えよ。
- (2) A~Cの各層には、どの化合物がどのような状態で含まれているか。構造式で答えよ。
- (3) A層からジエチルエーテルを蒸発させたのち、残った液体に無水酢酸を加えて反応させ生成物を得た。下線部の反応を化学反応式で示せ。
- (4) B層に塩酸を加えてからろ過し、白色固体を得た。これをメタノールに溶解し、少量の濃硫酸を加えてから加熱して生成物を得た。下線部の反応を化学反応式で示せ。
- (5) 混合溶液の作成に用いた4種類の化合物のうち、単独で塩化鉄(III)水溶液に加えたときに青~赤紫色に呈色しないものをすべて選び名称を答えよ。また、その理由を簡潔に記せ。
- (6) D層からジエチルエーテルを蒸発させたのち、残った液体に酸化バナジウム(V)を加えてから加熱して生成物を得た。得られた化合物の名称を答えよ。
- (7) 図と同様の操作を、次の化合物を溶解したジエチルエーテル溶液に対して行くと、それぞれはどの層に分離されるか。A~Dの記号で答えよ。

① 1-ナフトール	② シクロヘキサン	③ 安息香酸
-----------	-----------	--------