

【I】 次の(1)～(4)の記述を読み, [ア]～[セ]に最も適当な語句または化学式を入れ, 文章を完成せよ。答は解答欄に記せ。(14点)

- (1) 原子を  ${}^a_b\text{M}$  と表記した場合, **M** は [ア] を, **a** は [イ] を, **b** は [ウ] を表す。
- (2) 原子から最外殻の電子1個を取り去るために必要なエネルギーを [エ] という。[エ] が小さいほど, 陽イオンになりやすい。一方, 原子が電子1個を取り込んで1価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを [オ] という。
- (3) アレーニウスによると, 酸は水溶液中で [カ] イオンを, 塩基は水溶液中で [キ] イオンを生じる物質である。ブレンステッドとローリーは [カ] イオンの授受に注目して, 酸と塩基の定義を拡大し, 酸は水溶液中で [カ] イオンを放出するイオンや分子, 塩基は水溶液中で [カ] イオンを受け取るイオンや分子であると定義した。例えば, アレーニウスの定義によれば,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  はともに酸であるが, ブレンステッドとローリーの定義によると, 次式に示す  $\text{HCl}$  と  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  の中和反応における酸は [ク], 塩基は [ケ] である。



- (4) 疎水性と親水性の両方の部分をもつ化合物を界面活性剤という。界面活性剤を水に溶解すると, 疎水性部分を内側に, 親水性部分を外側に向けて集合する。この集合体は [コ] とよばれる。高級脂肪酸のナトリウム塩は [サ] とよばれる界面活性剤であり, その水溶液は [シ] 性を示す。一方, アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムやアルキル硫酸ナトリウムは [ス] とよばれる界面活性剤であり, その水溶液は [セ] 性を示す。

解答欄

[ア]	[イ]	[ウ]
[エ]	[オ]	[カ]
[キ]	[ク]	[ケ]
[コ]	[サ]	[シ]
[ス]	[セ]	

(記入しないこと)

【Ⅱ】 次の記述を読み、問 1～4 の答を解答欄に記せ。ただし、原子量は  $H=1.0$ 、 $C=12.0$ 、 $O=16.0$  とする。(22 点)

2 種類以上の物質が混じり合ったものを混合物という。混合物を成分に分ける操作を〔ア〕といい、成分をさらに純粋にすることを〔イ〕という。液体の混合物を加熱して生じた気体を冷やし、液体の形で取り出す操作を〔ウ〕といい、特に 2 種類以上の液体の混合物から、わずかな沸点の違いを利用して各成分を分離する操作を〔エ〕という。

例えば、赤ワインを〔ウ〕すると、水より沸点が低くエタノールの濃度が高くなった液体が得られ、(a) 火をつけるとエタノールが燃える。エタノールは、赤ワインのように微生物のはたらきによってグルコースなどが分解（アルコール発酵）されて生じ、アルコール飲料をつくるのに用いられる。(b) エタノールは、ナトリウムの単体と反応して気体を発生することが知られている。エタノールは他にも、溶媒、(c) 消毒剤、合成原料、燃料など用途が広く、私たちの生活に欠くことのできない物質の 1 つである。

問 1 〔ア〕～〔エ〕に入る最も適当な語句を記せ。

問 2 (i) 下線部(a)の燃焼反応を化学反応式で記せ。


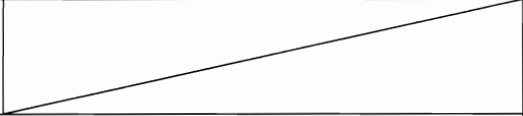

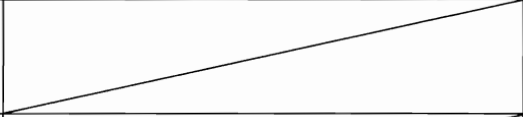

(ii) 赤ワインから得られた液体に含まれるエタノールは  $9.2 \text{ g}$  であった。このエタノールが燃焼したときに放出される熱量は  $25^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  において何  $\text{kJ}$  か。ただし、 $25^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  におけるエタノールの燃焼熱は  $1370 \text{ kJ/mol}$  とする。答は四捨五入して整数値で記せ。

問 3 (i) 下線部(b)の反応を化学反応式で記せ。

(ii) エタノール  $9.2 \text{ g}$  とナトリウムの単体が完全に反応する場合に生じる気体の物質量は何  $\text{mol}$  か。答は四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

問 4 下線部(c)について、消毒のためエタノールを浸み込ませた脱脂綿で皮膚をふくと冷たく感じるが、これはエタノールが蒸発するとき周りの熱を奪うためである。 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  においてエタノール  $99 \text{ g}$  が蒸発することで、 $1.0 \text{ kg}$  の水の温度を最大で何 $^\circ\text{C}$ 下げることができるか。ただし、水  $1.0 \text{ g}$  の温度が  $1.0^\circ\text{C}$  変化するとき出入りする熱量は、 $4.2 \text{ J/(g}\cdot^\circ\text{C)}$  であり、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  におけるエタノールの蒸発熱は  $39 \text{ kJ/mol}$  とする。また、熱量はエタノールと水の間のみで出入りするものとする。答は四捨五入して整数値で記せ。

解答欄

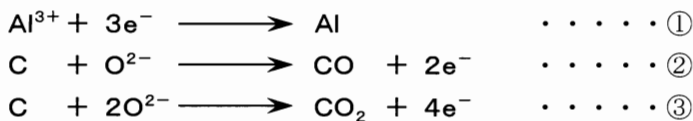
問 1	[ア]	[イ]	[ウ]	[エ]
問 2	(i) 			
	(ii)	kJ		
問 3	(i) 			
	(ii)	mol		
問 4	°C			

(記入しないこと)

【Ⅲ】 次の記述を読み、問 1 ～ 5 の答を解答欄に記せ。ただし、原子量はC=12.0, O=16.0, Al=27.0, ファラデー定数は  $9.6 \times 10^4$  C/mol とする。 (22 点)

鉱石の 1 つであるボーキサイトはアルミニウムの単体の原料として知られており、その主成分からアルミナをつくる。アルミナからアルミニウムの単体を得るには、炭素電極を用いた〔ア〕を行う。アルミナの融点は  $2054^\circ\text{C}$  と高いため、融解した多量の氷晶石を溶媒とし、そこにアルミナを混合することにより約  $950^\circ\text{C}$  で融解するようにしている。

アルミナが融解している状態で、(a) 炭素電極を用いて電流を通じると、電極上で酸化還元反応が進む。〔イ〕極では融解したアルミニウムの単体が生成する反応①がおり、〔ウ〕極では炭素が消費してCOが発生する反応②と、CO<sub>2</sub>が発生する反応③がおこる。



得られたアルミニウムの単体は、酸や強塩基と反応して水素を発生する。このように、酸や塩基のいずれとも反応する金属を〔エ〕とよぶ。

問 1 〔ア〕～〔エ〕に入る最も適当な語句を記せ。

問 2 アルミナおよび氷晶石の組成式を記せ。

問 3 アルミニウムの単体と塩酸との反応、およびアルミニウムの単体と水酸化ナトリウム水溶液との反応をそれぞれ化学反応式で記せ。

問 4 上記の方法において、80 A の電流で反応を行った場合、アルミニウムの単体を 54 g 製造するために必要な時間は何分か。答は四捨五入して整数値で記せ。

問 5 下線部(a)において、5.0 mol の電子が流れたとき、電極上で発生したCOとCO<sub>2</sub>との物質量の比が 1 : 2 とすると、反応した炭素は何 g か。答は四捨五入して整数値で記せ。

解答欄

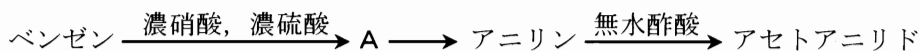
問 1	[ア]	[イ]
	[ウ]	[エ]
問 2	アルミナ	氷晶石
問 3	塩酸	→
	水酸化ナトリウム水溶液	→
問 4	分	/
問 5	g	

(記入しないこと)

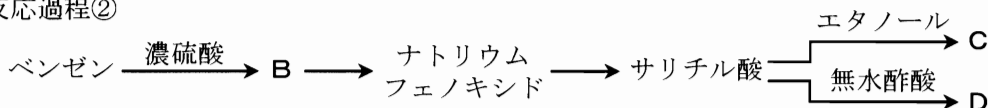
【IV】 次の記述を読み、問 1～5 の答を解答欄に記せ。ただし、原子量は  $H=1.0$ ,  $C=12.0$ ,  $N=14.0$ ,  $O=16.0$ ,  $Na=23.0$  とする。 (26 点)

下に示す反応過程①, ②にしたがって実験を行った。反応過程①では、ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を反応させることにより化合物Aとし、さらにスズと塩酸を用いて還元することでアニリンを生成した。そして (a) アニリンに無水酢酸を反応させてアセトアニリドを得た。反応過程②では、ベンゼンに濃硫酸を反応させることにより化合物Bとした。そして化合物Bを水酸化ナトリウムで融解することによりナトリウムフェノキシドとし、さらに高温・高圧で二酸化炭素と反応させてサリチル酸を生成した。次に、濃硫酸を触媒としてサリチル酸にエタノールを反応させたところ化合物Cが得られた。一方、濃硫酸を触媒としてサリチル酸に無水酢酸を反応させたところ化合物Dが得られた。

反応過程①

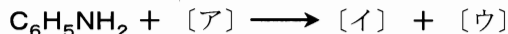


反応過程②

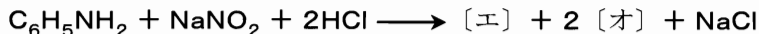


問 1 化合物Aの名称を記せ。

問 2 下線部(a)に関する次の化学反応式の [ア], [イ] には示性式を, [ウ] にはアセトアニリドの構造式を入れて反応式を完成せよ。ただし, 構造式は例にならって記せ。

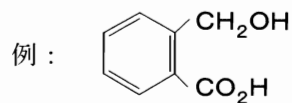


問 3 アニリンに関する次の化学反応式の [エ] には構造式を, [オ] には組成式を入れて反応式を完成せよ。また, この反応の名称を記せ。ただし, 構造式は例にならって記せ。



問 4 化合物B, Cの名称と構造式を記せ。ただし, 構造式は例にならって記せ。

問 5 反応過程②において、ベンゼン 156 g から化合物Dが 288 g 得られた。この化合物Dの量は、ベンゼンから化合物Dへの化学反応が完全に進んだ場合に得られる量の何%か。答は四捨五入して整数値で記せ。



解答欄

問 1				
問 2	[ア]	[イ]	[ウ]	
問 3	[エ]		[オ]	
			反応の名称	
問 4	化合物 B	名称	化合物 C	名称
		構造式		構造式
問 5			%	

(記入しないこと)

【V】実験室での注意事項に関する次の（１）～（４）の記述を読み，問１～４の答を解答欄に記せ。（16点）

- （１）メスフラスコやホールピペットを乾燥させる際には高温で加熱しないこと。
- （２）水酸化ナトリウムの質量を測定するときは，手早く行うこと。
- （３）フッ化水素酸を保存する際にはガラス製の試薬びんを使用しないこと。
- （４）実験者が吐いた胃液を含む胃内容物で実験台や床が汚染された場合，次亜塩素酸ナトリウムの水溶液で消毒する際には換気すること。

問１ （１）について，高温で加熱してはいけない理由を１つ記せ。

問２ （２）について，手早く測定する理由を１つ記せ。

問３ （３）について，根拠となる化学反応式とともに，使用してはいけない理由を１つ記せ。

問４ （４）について，根拠となる化学反応式とともに，換気する理由を１つ記せ。

解答欄

問 1	
問 2	
問 3	<p>化学反応式</p> <p style="text-align: center;">→</p> <hr/> <p>理由</p>
問 4	<p>化学反応式</p> <p style="text-align: center;">→</p> <hr/> <p>理由</p>

(記入しないこと)