

【I】次の記述を読み、問1～6の答を解答冊子の解答欄に記せ。ただし、原子量はH=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, K=39.0, Cu=64.0, Br=80.0, Ag=108.0とする。(33点)

元素の周期表において11族に属する元素の銅や銀は、その単体がいずれも展性・延性に富むため古くから日常生活で用いられてきた。また、電気や熱の伝導性が大きいことから工業的にも広く利用されている。これらの金属はイオン化傾向が水素より小さく、硝酸などの酸化力の強い酸と反応して水素 H_2 以外の気体を発生する。銅Cuおよび銀Agを用いて次の実験①～③を行った。

実験① (a) 銅Cuに希硝酸を加えると、気体Aを発生しながら溶解した(溶液B)。溶液Bにアンモニア水を加えると青白色の沈殿Cが生じた。さらにアンモニア水を過剰に加えると沈殿Cは溶解し、深青色の溶液が得られた(溶液D)。

実験② 銀Agに希硝酸を加えると、気体Aを発生しながら溶解した(溶液E)。溶液Eにアンモニア水を加えると褐色の沈殿Fが生じた。さらにアンモニア水を過剰に加えると沈殿Fは溶解し、無色の溶液が得られた(溶液G)。また、(b) 溶液Eに臭化カリウム水溶液を加えると淡黄色の沈殿が生じた。

実験③ 銅Cuあるいは銀Agに濃硝酸を加えると、いずれの金属も(c) 二酸化窒素を発生しながら溶解した。

問1 下線部(a)でおこる化学反応の反応式を記せ。また、気体①の名称を記せ。

問2 沈殿③および沈殿④の化学式を記せ。

問3 溶液⑤および溶液⑥では錯イオンが生成している。それぞれの錯イオンのイオン式を記せ。

問4 溶液⑥を試験管に取り、グルコース水溶液を加え、加熱して反応させた。この反応ではグルコースが還元剤としてはたらく。次の問に答えよ。

(i) 水溶液中でグルコース分子が還元性を示す理由を簡潔に記せ。

(ii) この操作の結果、試験管の内壁にはどのような視覚的変化がおこるか。簡潔に記せ。

問5 下線部(b)について、次の問に答えよ。

(i) 下線部(b)で沈殿が生じる化学反応のイオン反応式を記せ。

(ii) 生じた沈殿に光をあてると分解して固体の物質⑧が析出した。物質⑧の化学式を記せ。

問6 下線部(c)に関連して、次の問に答えよ。

(i) 二酸化窒素が冷水と反応すると、硝酸と亜硝酸 HNO_2 が生成する。この化学反応の反応式を記せ。

(ii) 二酸化窒素の捕集法として最も適切なものを次の (A) ~ (C) より1つ選び、記号を記せ。また、その理由を簡潔に記せ。

(A) 水上置換 (B) 下方置換 (C) 上方置換

【 I 】 (33 点)

解答欄

問 1	反応式 →	
	気体Ⓐ	
問 2	沈殿Ⓒ	沈殿Ⓔ
問 3	溶液Ⓓ中の錯イオン	溶液Ⓕ中の錯イオン
問 4	(i)	
	(ii)	
問 5	(i) →	(ii)
問 6	(i) →	
	(ii) 捕集法	(ii) 理由

(記入しないこと)			

(記入しないこと)

【Ⅱ】次の記述を読み、問1～5の答を解答冊子の解答欄に記せ。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12.0$ 、 $N=14.0$ 、 $O=16.0$ 、 $Na=23.0$ 、 $Cl=35.5$ 、ファラデー定数 F は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。(33点)

水酸化ナトリウムは白色の固体で、発熱しながら水に溶ける。物質 1 mol が多量の溶媒に溶けて希薄溶液になるとき、発生または吸収する熱量を [ア] とよび、広い意味で反応熱の 1 つに分類されている。水酸化ナトリウムを空气中に放置すると、空气中の水分を吸収して溶ける。この現象を [イ] という。また、(a) 水酸化ナトリウムは、空气中の二酸化炭素と反応して、炭酸ナトリウムを生成する。

一方、水酸化ナトリウムは、工業的には、塩化ナトリウム水溶液を電気分解して製造される。電極として、陽極に黒鉛（炭素）、陰極に鉄を用いて電気分解すると、(b) 陽極では気体ⓧが発生し、陰極では水溶液が中性から塩基性の場合、気体Ⓨが発生する。陰極側の水溶液を濃縮することで、水酸化ナトリウムが得られるが、より純度の高い水酸化ナトリウムを得るために、通常、陽イオン交換膜を用いて両極の間を仕切っている。これにより、[ウ] は陽極側から陰極側にイオン交換膜を通過して移動できるが、[エ] は移動できないので陽極側にとどまる。このような水酸化ナトリウムの製造法をイオン交換膜法という。

この方法に基づいて次のような実験を行った。陽極と陰極の間を陽イオン交換膜で仕切った水槽があり、陽極側には 5.00 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 500 mL を、陰極側には純水 500 mL をそれぞれ入れた。陽極に炭素電極、陰極に鉄電極を用いて、(c) 5.00 A の電流を $16 \text{ 分 } 5 \text{ 秒}$ 間流して電気分解を行った。ただし、電気エネルギーはすべて電気分解に使われており、電気分解で溶液の体積は変わらないものとする。また、本電気分解で発生した気体は水に溶けず、水と反応もしないものとする。

問1 [ア] および [イ] には最も適当な語句を, [ウ] および [エ] には最も適当なイオンのイオン式を記せ。

問2 下線部(a)について, この化学反応の反応式を記せ。

問3 下線部(b)について, 次の問に答えよ。

(i) 陽極および陰極でおこる反応を, 電子 e^- を含むイオン反応式で記せ。

(ii) 室温における気体⑩と気体⑪の性質として最も適当なものを, 次の記述 (A) ~ (E) より1つずつ選び, 記号を記せ。

(A) 無色・無臭の気体で, 空気の体積の約 21% を占める。

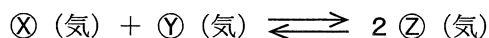
(B) 無色・無臭の気体で, 空気の体積の約 78% を占める。

(C) 無色・無臭の気体で, すべての気体の中で密度が最も小さい。

(D) 黄緑色の有毒な気体で, 刺激臭がある。

(E) 無色の有毒な気体で, 腐卵臭がある。

問4 下線部(b)に関連して, 気体⑩ 0.100 mol と気体⑪ 0.100 mol を容積 10.0 L の密閉容器に入れ, ある温度に保つと, 下に示す化学反応で気体⑫ 0.160 mol が生成し, 平衡状態になった。ただし, この化学反応は光などに配慮し安全に反応が進行する条件下で行っており, 気体は理想気体としてふるまうものとする。



(i) この化学反応式における平衡定数 K はいくらか。答は四捨五入して小数第1位まで記せ。

(ii) 上記の可逆反応の平衡状態において, 温度一定で加圧すると, 平衡状態はどうか。次の (A) ~ (C) より1つ選び, 記号を記せ。また, その理由を簡潔に記せ。

(A) 左向きに移動

(B) 移動しない

(C) 右向きに移動

(iii) ⑫ (気) に, アンモニア水をつけたガラス棒を近づけると白煙が生じる。この化学反応の反応式を記せ。

問5 下線部(c)について, 次の問に答えよ。

(i) 電気分解した後, 陽極側の塩化物イオンの濃度は何 mol/L となるか。答は四捨五入して小数第2位まで記せ。

(ii) 電気分解した後, 陰極側の水溶液の 25°C での pH はいくらか。答は四捨五入して小数第1位まで記せ。なお, 25°C での水のイオン積 K_w は, $1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。

【Ⅱ】(33点)

解答欄

問1	[ア]		[イ]
	[ウ]		[エ]
問2	→		
問3	(i) 陽極		→
	(i) 陰極		→
	(ii) ⊗の性質		(ii) ⊙の性質
問4	(i)		/
	(ii) 平衡状態	(ii) 理由	
	(iii)		
問5	(i)	mol/L	(ii)

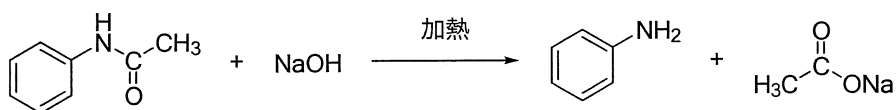
(記入しないこと)

(記入しないこと)

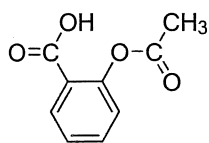
【Ⅲ】 次の記述を読み、問 1～7 の答を解答冊子の解答欄に記せ。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12.0$ 、 $N=14.0$ 、 $O=16.0$ 、 $Na=23.0$ 、 $S=32.0$ とする。有機化合物の構造式は解答冊子の解答欄の上に示す例にならって記せ。(34 点)

アルコールに酸無水物を反応させると脱水縮合反応が進行し、[ア] とよばれる化合物が得られる。例えば、(a) エタノールと無水酢酸を少量の硫酸存在下で反応させると、酢酸エチルが得られる。また、得られた [ア] 結合をもつ化合物に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると加水分解反応が進行し、アルコールとカルボン酸の塩が生じる。この反応は特に [イ] とよばれている。

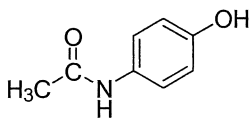
アルコールの代わりに、アミンに酸無水物を作用させるとアミド結合をもつ化合物が生成する。アミド結合 ($-NH-CO-$) をもつ化合物は [ア] と同様に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱することにより加水分解反応が進行し、アミンとカルボン酸の塩を与える。例えば、(b) アセトアニリドと水酸化ナトリウム水溶液との反応は以下のように示される。



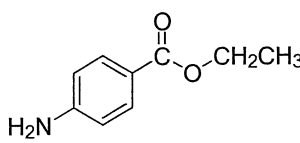
薬学太郎さんは下に示す 4 種類の薬品を用いた実験を行っていたが、ある時、薬品ビンのラベルが読めなくなってしまった。そこで太郎さんは、それぞれの薬品ビンに入っている薬品を薬品 ①～④ とし、次の実験 ①～④ によりそれぞれの薬品ビンにどの薬品が入っているかを調べることにした。



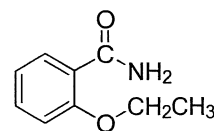
アスピリン
(分子量：180)



アセトアミノフェン
(分子量：151)



アミノ安息香酸エチル
(分子量：165)



エテンザミド
(分子量：165)

実験① ある質量の薬品 ① を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 40.0 mg、水が 10.0 mg 生成した。

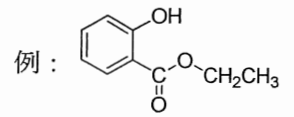
実験② 薬品 ①～④ を別々の試験管にとり、塩化鉄 (Ⅲ) 水溶液を加えて振り混ぜると、薬品 ③ を入れた試験管の溶液は青紫色に呈色した。

実験③ 薬品 ①～④ を同じ質量ずつ別々の試験管にとり、1.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し反応させた。水酸化ナトリウム水溶液はそれぞれの試験管において消費されなくなるまで加えた。その結果、薬品 ③ または ④ に加えた水酸化ナトリウム水溶液の量は、薬品 ① または ② に加えた量より多かった。

実験④ 実験③ において薬品 ① を用いた試験管からは (c) 気体の発生が観察された。そこで、その気体に湿らせた赤色リトマス紙を触れさせたとところ青色に変化した。

- 問1 [ア] および [イ] に入る最も適当な語句を記せ。
- 問2 下線部(a)について、このときおこる化学反応の反応式を記せ。ただし、有機化合物については構造式で記せ。
- 問3 下線部(b)について、この反応後の混合物にうすい硫酸を加えていくと、分子量が 80 以下の刺激臭のある化合物が生成した。この化合物の構造式を記せ。
- 問4 実験①の結果より導かれる薬品①の構造中に含まれる炭素原子と水素原子の数の比を最も簡単な整数の比で記せ。
- 問5 実験③に関連して、次の問に答えよ。
- (i) 薬品③または④を用いたときに、より多くの水酸化ナトリウム水溶液が必要となるのはなぜか。簡潔に記せ。
 - (ii) 薬品③を用いたときにおこる化学反応の反応式を記せ。ただし、有機化合物については構造式で記せ。
 - (iii) 薬品③ 755 mg との反応に必要な 1.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液は最低何 mL か。答は四捨五入して整数値で記せ。
- 問6 下線部(c)について、発生した気体の分子式を記せ。
- 問7 アスピリン、アセトアミノフェンおよびエテンザミドは薬品①～④のそれぞれどれか。記号を記せ。

【Ⅲ】 (34点)



解答欄

問1	[ア]	[イ]
問2	硫酸 \longrightarrow	
問3	問4	C : H = :
問5	(i)	
	(ii)	
	\longrightarrow	
	(iii)	mL
問6	\diagup \diagdown	
問7	アスピリン	アセトアミノフェン エテンザミド

(記入しないこと)

--	--	--	--

(記入しないこと)

--