

選 択 科 目

(医 学 部)

— 2 月 6 日 —

物 理 }
化 学 } この中から 1 科目を選択して解答しなさい。
生 物 }

科 目	問 題 の ペ ー ジ
物 理	1 ~ 4
化 学	5 ~ 9
生 物	10 ~ 17

化 学

解答に必要があれば、つぎの値を用いなさい。

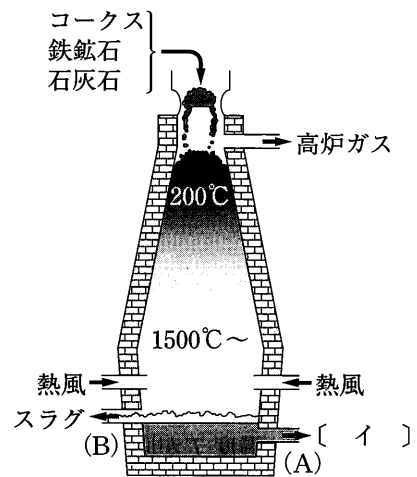
原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Cl = 35.5, Cu = 63.5, Ag = 108

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3$ [Pa · l / (K · mol)], ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4$ [C/mol]

1

図は鉄を製造するための溶鉱炉を示したものである。以下の各問いに答えなさい。

原料として用いた鉄鉱石 (赤鉄鉱 Fe_2O_3 , 磁鉄鉱 Fe_3O_4 など) は主に高温のコークスから発生する [ア] によって還元される。図の (A) から得られる鉄は [イ] と呼ばれ、多くの炭素を含んでおり、鋳物に用いられている。[イ] に転炉で [ウ] を吹き込んで不純物や炭素の含有量を低くしたものを [エ] と呼ぶ。[エ] は強靱で、鉄骨やレールなどに用いられる。



問1 文中の空欄 [ア] ~ [エ] にあてはまる物質名や名称を漢字で解答欄に書きなさい。

問2 図の (B) からは不純物であるスラグが排出される。このスラグの主成分は何か。a ~ e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 未反応の酸化鉄 (Ⅲ) b : 石灰石 c : 未反応のコークス
- d : 炭化カルシウム e : 鉄鉱石中のケイ酸塩と石灰石が反応したケイ酸カルシウム

問3 鉄に希硫酸を加えた場合の化学反応式を解答欄に書きなさい。

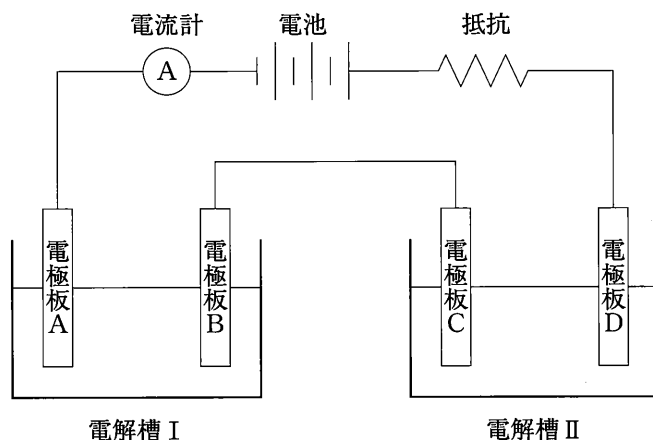
問4 鉄を濃硝酸で処理すると、表面に緻密な被膜をもつ [オ] となり、それ以上反応しなくなる。この空欄 [オ] にあてはまる語句を漢字で解答欄に書きなさい。

問5 下の表は、鉄 (Ⅱ) イオンおよび鉄 (Ⅲ) イオンを含む水溶液に、それぞれ水酸化ナトリウム水溶液などの種々の水溶液を加え、得られた水溶液や沈殿の色をまとめたものである。空欄 [カ] ~ [コ] にあてはまる語句を a ~ f の中から一つずつ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

水溶液	NaOH aq	$K_3 [Fe (CN)_6]$ aq	$K_4 [Fe (CN)_6]$ aq	KSCN aq
鉄 (Ⅱ) イオン	[カ]	[キ]	青色沈殿	[ケ]
鉄 (Ⅲ) イオン	赤褐色沈殿	褐色溶液	[ク]	[コ]

- a : 濃青色沈殿 (ターンプル青) b : 濃青色沈殿 (プルシアンブルー, 紺青) c : 血赤色溶液
- d : 緑白色沈殿 e : 黄色沈殿 f : 変化なし

2 すべての電極に白金電極板を用いて、下図のような装置で電気分解を行ったところ、電極板 A には 1.27 g の金属、電極板 C には 4.32 g の金属が析出した。電解槽 I および II には、1 mol/l の硝酸銀水溶液または 1 mol/l の塩化銅 (II) 水溶液のいずれかが電解液として入っている。以下の各問いに答えなさい。



問 1 電解槽 I および II の水溶液の組み合わせとして、最も適切なものを a ~ d の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 電解槽 I および II は、ともに硝酸銀水溶液である
- b : 電解槽 I は硝酸銀水溶液で、電解槽 II は塩化銅 (II) 水溶液である
- c : 電解槽 I は塩化銅 (II) 水溶液で、電解槽 II は硝酸銀水溶液である
- d : 電解槽 I および II は、ともに塩化銅 (II) 水溶液である

問 2 この電気分解の際に、2 A の電流が流れていたとすると、電気分解に要した時間 [s] として最も近い値を a ~ e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

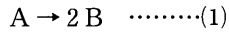
- a : 4.83×10^2 b : 5.65×10^2 c : 9.65×10^2 d : 1.93×10^3 e : 3.28×10^3

問 3 この電気分解の際に、電極板 D で生じる反応を、電子 (e^-) を含むイオン反応式で解答欄に書きなさい。

問 4 この電気分解の際に、電極板 B で発生する気体をすべて集めた場合、標準状態の体積 [l] として最も適切なものを a ~ e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、発生した気体は、水溶液中にまったく溶けないものとする。

- a : 0.336 b : 0.448 c : 0.560 d : 0.672 e : 0.896

3 つぎの化学式(1)で表される反応がある。



この式(1)の反応速度 v [mol/(l·s)] は式(2)で表される。ただし、 k は速度定数 [1/s], [A] は反応物 A の濃度 [mol/l] である。

$$v = k[A] \quad \dots\dots(2)$$

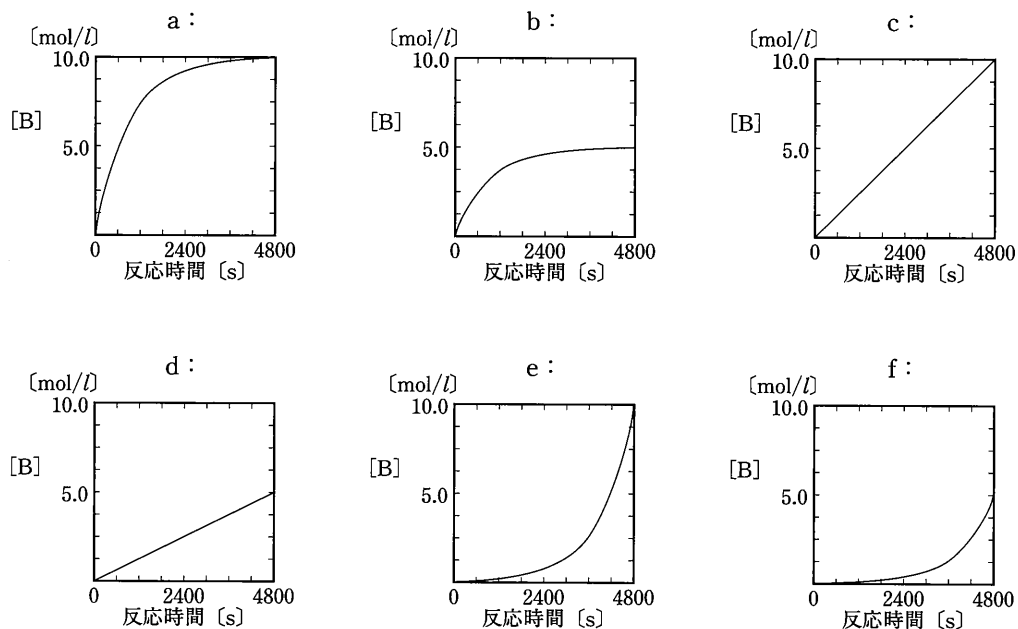
いま、反応物 A の濃度を 5.00 mol/l として、反応温度 50 °C で式(1)の反応を開始し、反応時間 [s] と反応物 A の濃度 [A] [mol/l] の関係を調べたところ、つぎの表に示す実験結果を得た。以下の各問いに答えなさい。

反応時間 [s]	0	605	1192	2408	3602	4800
反応物 A の濃度 [A] [mol/l]	5.00	2.48	1.26	0.31	0.08	0.02

問1 反応を開始して反応時間 605 s から 1192 s の間で、反応物 A が分解する平均の反応速度 [mol/(l·s)] はいくらか。最も近い値を a ~ e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 1.1×10^{-3} b : 2.1×10^{-3} c : 3.1×10^{-3} d : 4.1×10^{-3} e : 5.1×10^{-3}

問2 生成物 B の濃度 [B] [mol/l] と反応時間 [s] の関係を表す最適なグラフを a ~ f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。



問3 この反応の温度を 60 °C に上げたところ、反応速度は 50 °C の時と比較しておよそ 3 倍になった。温度 60 °C で、反応開始 0 s から 605 s の間に、反応物 A が分解する反応の速度定数 [1/s] として最も近い値を a ~ e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 1.1×10^{-3} b : 3.3×10^{-3} c : 4.2×10^{-3} d : 8.3×10^{-3} e : 2.1×10^{-2}

4 1.01×10^5 Pa の空気が 0°C で水と接している時、水 10.0 l に対して、酸素は 103 ml 、窒素は 186 ml を溶解していた。空気は酸素および窒素のみで構成され、その物質量の比を酸素：窒素 = $1 : 4$ として、以下の各問いに答えなさい。

問1 1.01×10^5 Pa の純酸素（酸素 100%）が 0°C で水 10.0 l と接している時に、溶解する酸素の物質量 [mol] はいくらか。有効数字 3 桁で解答欄に書きなさい。

問2 2.02×10^5 Pa の純窒素（窒素 100%）が 0°C で水 10.0 l と接している時に、溶解する窒素の体積 [ml] はいくらか。有効数字 3 桁で解答欄に書きなさい。

5 つぎの有機化合物に関する文を読み、以下の各問いに答えなさい。

炭素、水素、酸素からなり、分子量が 150 以下の化合物 A がある。この化合物 A 29.0 mg を完全に燃焼し、発生した気体を、塩化カルシウムを詰めた吸気管 I と〔ア〕を詰めた吸気管 II に吸収させた。その結果、水が 27.0 mg 、二酸化炭素が 66.6 mg 発生したことがわかった。一方、化合物 A に希硫酸を加え加熱すると、モノカルボン酸 B と第 2 級アルコール C が得られた。アルコール C を、水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と加熱すると、特有のにおいを持つ黄色結晶が析出した。
①

問1 文中の空欄〔ア〕の物質として最も適しているものを a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : 炭酸ナトリウム b : ソーダ石灰 c : 水 d : 濃硫酸 e : 塩化ナトリウム

問2 吸気管 I と II を接続する順番について最も適切なものを a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 発生した気体の出口から吸気管 I、吸気管 II の順番に接続する
- b : 発生した気体の出口から吸気管 II、吸気管 I の順番に接続する
- c : 吸気管 I、吸気管 II の接続する順番は、どちらでも良い
- d : 吸気管 I と吸気管 II に吸収させる実験は、必ず別に行う
- e : 吸気管 I と吸気管 II の長さによって決まり、接続する順番は、どちらでも良い

問3 化合物 A の組成式（実験式）を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$ b : $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ c : $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}$ d : $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ e : $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2$

問4 文中の下線部 ① にある黄色結晶の化合物の名称を解答欄に書きなさい。

問5 化合物 A は銀鏡反応を示した。化合物 A の構造式を解答欄に書きなさい。

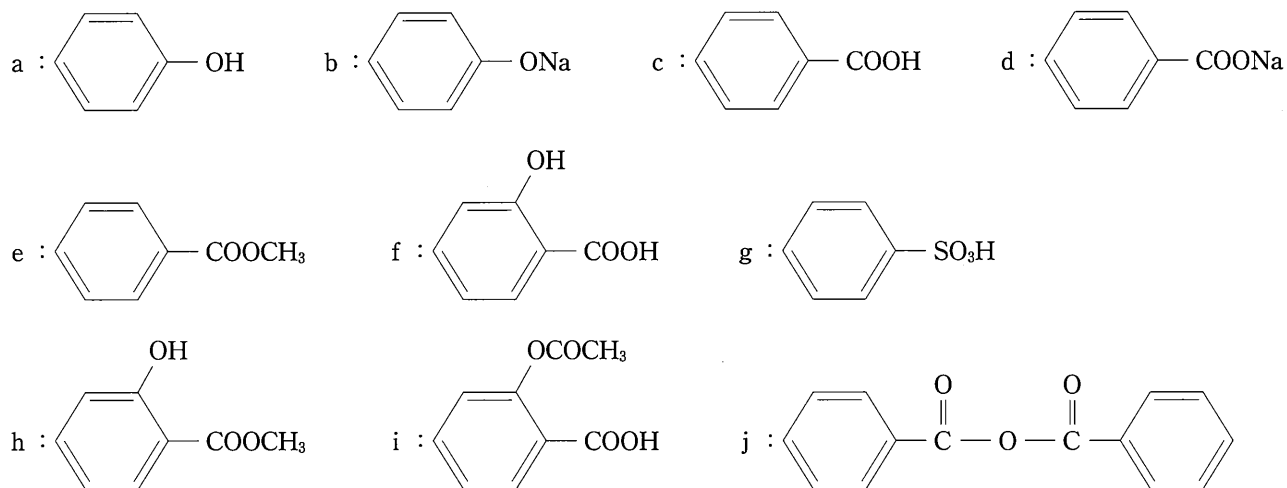
6

つぎの有機化合物の化学反応に関するア～エの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

- ア. 分子式 C_7H_6O である芳香族化合物〔Ⅰ〕を空气中に放置すると、酸化されて化合物〔Ⅱ〕が結晶として得られる。一方、化合物〔Ⅰ〕を還元すると化合物〔Ⅲ〕が油状物質として得られる。この化合物〔Ⅲ〕は、金属ナトリウムと反応して①気体を発生する。
- イ. 化合物〔Ⅱ〕のメタノール溶液に少量の濃硫酸を加えて加熱すると、化合物〔Ⅳ〕が油状物質として得られる。
- ウ. 化合物〔Ⅱ〕を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると、②気体を発生して溶解し、この水溶液から、化合物〔Ⅴ〕が白色粉末として得られる。
- エ. 化合物〔Ⅱ〕を十酸化四リンと共に加熱すると、化合物〔Ⅵ〕が油状物質として得られる。

問1 化合物〔Ⅰ〕～〔Ⅲ〕の名称を解答欄に書きなさい。

問2 化合物〔Ⅳ〕～〔Ⅵ〕の構造式を下の a～jの中から一つずつ選び、解答欄の記号にマークしなさい。



問3 文中の下線部①および②の気体の名称を解答欄に書きなさい。

問4 イで起こる反応は一般に何と呼ばれるか。反応の名称を解答欄に書きなさい。

問5 化合物〔Ⅲ〕と化合物〔Ⅵ〕の等モルを少量の濃硫酸とともに混合すると、二種類の芳香族化合物が生成する。一方の生成物は化合物〔Ⅱ〕であるが、もう一方の生成物の構造式を解答欄に書きなさい。