

平成27年度入学試験問題

化学 401

(前期日程)

表紙も問題・解答用紙も全て
表面のみに印刷している。

(注意事項)

- 1 問題・解答用紙は、係員の指示があるまで開かないこと。
- 2 この表紙を除いて、問題・解答用紙は6枚、計算用紙は1枚である。
用紙の折り方は図のようになっているので注意すること。
- 3 解答は、問題・解答用紙の指定された解答箇所を書くこと。指定された
解答箇所以外に書いたものは採点しない。また、裏面に解答したのも採点しない。
- 4 解答開始後、各問題・解答用紙の「受験番号」欄に受験番号をはっきりと記入すること。
- 5 計算用紙を含め、配布した用紙はすべて回収する。



化 学 401 その1

(注意) 第1問から第4問の解答にあたっては、以下の注意事項に従うこと。

1. 数値は特に指示のない限り有効数字3桁で表すこと。
2. 有機化合物の構造式は右の図の例にならって表すこと。
3. 原子量は次の値を用いること。

H: 1.00, C: 12.0, N: 14.0, O: 16.0, Na: 23.0, P: 31.0, S: 32.1, Pb: 207

4. ファラデー定数は、 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

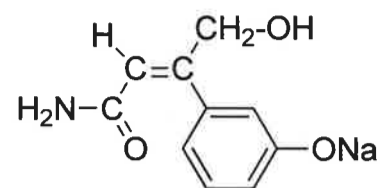


図 構造式の例

第1問 次の文章を読み、下の問いに答えよ。

分子内に3つのエステル結合が存在する分子式 $\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{O}_6$ の有機化合物Aについて、次のような実験を行った。

- 【実験1】 化合物Aを水酸化ナトリウム水溶液とおだやかに加熱した後、希塩酸を加えて酸性にしたところ、化合物B (分子式 $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2$)、化合物C (分子式 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) および化合物D (分子式 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) が生成した。
- 【実験2】 化合物Bを酸化したところ、化合物Eが生成した。得られた化合物Eを加熱したところ分子内縮合(脱水)が進行し、無水フタル酸が得られた。
- 【実験3】 化合物Cに対しヨードホルム反応を行ったところ、黄色の沈殿が生じた。また化合物Cに水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、中和反応が進行した。
- 【実験4】 化合物Dをアセチレンと反応させたところ付加反応が進行し、合成樹脂の原料として用いられる化合物Fが生成した。

問 一連の実験結果から推定される化合物A～Fの構造式をかけ。なお、光学異性体が存在する場合は立体的な構造を示す必要はないが、不斉炭素原子の左肩に* (例 *C) をつけて示すこと。

A				B			
C		D		E		F	

小 計	
-----	--

化 学 401 その2

第2問 電池に関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

鉛蓄電池やニッケル水素電池、リチウムイオン電池などは、放電により起電力が低下しても外部から放電時とは逆向きの電流を流すことにより起電力を回復させ、再使用が可能である。このような電池を **ア** 電池または蓄電池といい、起電力を回復させる操作を **イ** という。一方、マンガン乾電池など、**イ** ができない電池を **ウ** 電池という。19世紀に開発された鉛蓄電池は、いまも自動車のバッテリーなどに広く用いられ、負極活物質に **A**、正極活物質に **B**、電解液に薄い **C** が使用されている。この電池を放電すると、負極では **エ** 反応、正極では **オ** 反応が起こり、両極の表面にはともに **カ** 色の **D** という物質が付着し、同時に電解液の濃度は **キ** する。1990年に商品化されたニッケル水素電池は、**ク** 極に水素を結晶格子の隙間に水素原子の形で取り込む **ケ** 合金、**コ** 極にオキシ水酸化ニッケル(III)、電解液に **サ** 性の水溶液が使用されている。携帯電話やノートパソコンなどに使用されているリチウムイオン電池は、**シ** 極にリチウムを含む **E**、**ス** 極にコバルト(III)酸リチウムなどが主に用いられている。電解液に、ヘキサフルオロリン酸リチウムなどのリチウムの塩をエチレンカーボネートなどの有機化合物に溶かしたものが用いられている。リチウムはイオン化傾向の **セ** い金属であることから、リチウムを **シ** 極に用いることは、起電力の **ソ** い電池を作るのに適している。

問1 問題文中の **ア** ~ **ソ** にあてはまる語句を、**A** ~ **E** にあてはまる物質名を答えよ。

問1	ア	イ	ウ	エ	オ
	カ	キ	ク	ケ	コ
	サ	シ	ス	セ	ソ
	A	B	C	D	E

問2 鉛蓄電池の放電時において、負極および正極で起こる反応を、電子 e⁻ を含む反応式でそれぞれ示せ。

問2	負極の反応式
	正極の反応式

問3 鉛蓄電池、ニッケル水素電池およびリチウムイオン電池の3つの電池を比較して、起電力の大きな順にかけ。

問3	>	>
-----------	---	---

問4 鉛蓄電池から 3.00 Aの電流を 386 秒間取り出した。このとき流れた電気量は何クーロン (C) か求めよ。また、これは何モル (mol) の電子に相当するか求めよ。

問4	C	mol
-----------	---	-----

問5 問4の条件で、負極の質量は何 g 増加、または減少するか求めよ。また、解答に至るみちすじも示せ。

問5	答 _____
-----------	---------

小計	
-----------	--

化 学 401 その3

第3問 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。

アミノ酸は、分子内に酸性の **ア** 基と塩基性の **イ** 基の両方をもっている。水溶液中で、アミノ酸はイオンとして存在し、^(a)外部から酸を加えると **ウ** イオンとなり、塩基を加えると **エ** イオンとなる。このような化合物を **オ** という。1つのアミノ酸の **ア** 基と別のアミノ酸の **イ** 基との間で脱水縮合して生じた **カ** 結合により、アミノ酸が多数連なった高分子化合物は **キ** と称される。**キ** の一部であるタンパク質の多くは生体において重要な役割をもつ。特に生体内の化学反応の **ク** としての機能をもつタンパク質を **ケ** と呼ぶ。**ケ** は最適 pH と **コ** をもち、特定の物質に作用する **サ** といわれる性質をもつ。

生物は、外界から取り入れた物質を用いて生体に必要な複雑な物質を合成したり、逆に複雑な物質を分解したりしている。デンプンおよび油脂はいずれも体内に摂取された後、消化管内で **ケ** によって **シ** 反応を受け、それぞれ次のように最終生成物を生じる。



Aは **ス** , Cは **セ** と呼ばれる化合物である。一方、Bは化合物群であり、**ソ** と称される。また、葉緑体をもつ植物は、光合成によって ^(b)**タ** と水から **ス** を合成している。

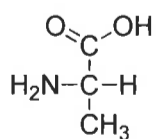
生物の遺伝に中心的役割を果たしているのは **チ** であり、**チ** はDNAとRNAに大別される。これらはともに高分子化合物で、ヌクレオチドとよばれる単位分子が多数つながった構造をとっている。ヌクレオチドは、**ツ** に **テ** と有機塩基が結合した化合物で、ヌクレオチドから **テ** がはずれた化合物は **ト** とよばれる。

スチレンと *p*-ジビニルベンゼンを共重合させると、立体網目状の合成樹脂が得られる。これを濃硫酸でスルホン化すると、ベンゼン環にスルホ基が導入される。このような合成樹脂を陽イオン交換樹脂という。

問1 問題文中の **ア** ～ **ト** にあてはまる語句を答えよ。

問1	ア		イ		ウ		エ	
	オ		カ		キ		ク	
	ケ		コ		サ		シ	
	ス		セ		ソ		タ	
	チ		ツ		テ		ト	

問2 下線部 (a) に示した条件でイオンとして存在するアラニンの構造式をかけ。なお、立体的な構造を示す必要はない。



アラニンの構造式

問2	酸を加えたとき	塩基を加えたとき

(その4に続く)

小計	
-----------	--

化 学 401 その4

(その3より続く)

問3 下線部 (b) に示した合成の化学反応式を記せ。

問3	
----	--

問4 DNA および RNA に含まれる元素のうち、必須アミノ酸に含まれない元素を元素記号でかけ。

問4	
----	--

問5 二重らせん構造を形成し、2本のポリヌクレオチド鎖の重合度が同じで、2種類の塩基のみが含まれている DNA を合成した。この DNA から得られた塩基の混合物について元素分析を行ったところ、炭素 46.0%、水素 4.21%、窒素 37.5%であった。この DNA に含まれる 2種類の塩基の名称をかけ。また、解答に至るみちすじも示せ。なお、DNA の 4種類の塩基の分子式は次のとおりである。

アデニン： $C_5H_5N_5$ 、グアニン： $C_5H_5N_5O$ 、シトシン： $C_4H_5N_3O$ 、チミン： $C_5H_6N_2O_2$

問5	<p style="text-align: center;">塩基の名称 _____ と _____</p>
----	--

問6 十分な量の陽イオン交換樹脂を円筒 (カラム) につめ、濃度未知の塩化ナトリウムの水溶液 15.0 mL を通し、得られた流出液を 0.0100 mol/L の水酸化ナトリウム溶液で滴定したら 24.0 mL を要した。この塩化ナトリウム溶液の濃度を求めよ。なお、解答に至るみちすじも示せ。

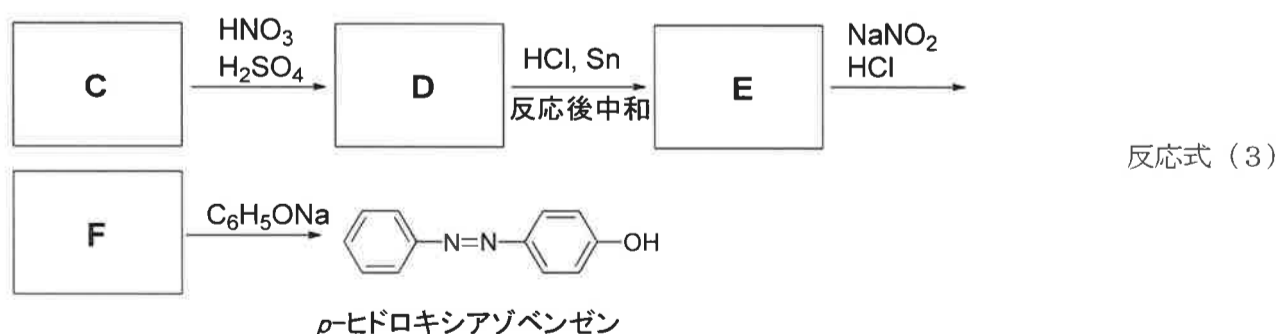
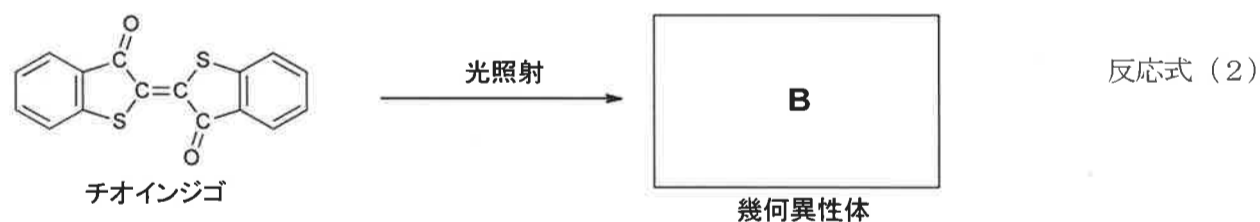
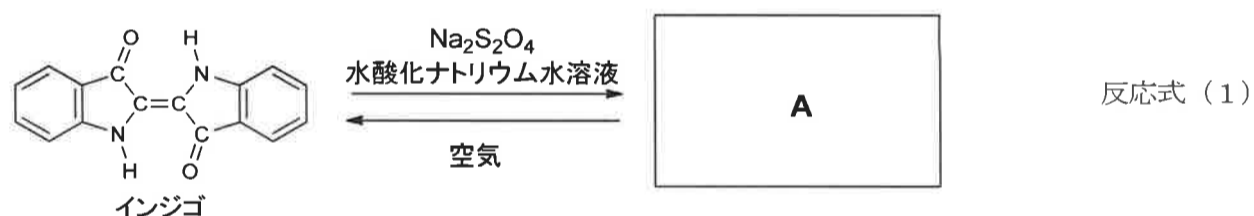
問6	<p style="text-align: center;">塩化ナトリウム溶液の濃度 _____</p>
----	---

小 計	
-----	--

化 学 401 その5

第4問 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

水や有機溶媒に溶け、繊維の染色などを目的として用いる色素を染料といい、ア と イ に分類される。ア の代表的なものとしてタデアイの葉から得られるインジゴ(分子式 $C_{16}H_{10}N_2O_2$)があり、徳島の伝統工芸である藍染は、このインジゴを染料として用いた染色法である。インジゴは水に対する溶解性が ウ いため、繊維に均一に行き渡らせ、吸着させる方法として建て染めが行われている。建て染めとはインジゴを還元して エ 性の化合物へ変換して染める方法である。まず、インジゴに水酸化ナトリウム水溶液と亜ジチオン酸ナトリウム($Na_2S_2O_4$)を加えると、黄色の化合物A(分子式 $C_{16}H_{10}N_2O_2Na_2$)が生成する[反応式(1)]。この化合物Aは、オ 塩であり、エ 性が高い。これを繊維にしみこませた後、空気中の酸素で カ させると元の青色のインジゴに戻り、繊維に吸着されるので染色することができる[反応式(1)]。チオインジゴはインジゴに類似した化学構造をもち、人工的に作られた イ である。チオインジゴに特定の波長の光を照射すると幾何異性体Bへ変化することが知られている[反応式(2)]。一方、インジゴに対し、同様に光を照射しても幾何異性体はほとんど生成しない。^(a)これはインジゴがチオインジゴより安定であることに起因する。その他、イ として広く用いられているものに、分子内に キ 基をもつ キ 化合物がある。キ 化合物には、メチルオレンジ、クリソイジン、*p*-ヒドロキシアゾベンゼンなどがあり、たとえば、*p*-ヒドロキシアゾベンゼンは、反応式(3)に示すように、化合物Cより4段階の反応を経て化学合成される。この合成において、化合物Fが他の芳香族化合物と反応し キ 化合物をつくる反応を ク という。



(その6に続く)

化 学 401 その6

(その5より続く)

問1 問題文中の ア ~ ク にあてはまる語句を答えよ。

問1	ア		イ		ウ		エ	
	オ		カ		キ		ク	

問2 反応式(1)~(3)の空欄A~Fにあてはまる化合物の構造式をかけ。

問2	A					B			
	C		D		E		F		

問3 下線部(a)に関して、インジゴがチオインジゴより安定で変化しにくいと考えられる理由を、インジゴの構造式を用いて説明せよ。

問3	構造式	説明

小計	
----	--

計 算 用 紙