

化 学 401 その1

(注意) 第1問から第3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図1に示す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, O: 16.0, Na: 23.0, S: 32.0, Cl: 35.5, Ca: 40.0

4. 標準状態における1モルの理想気体の体積は22.4 Lとする。

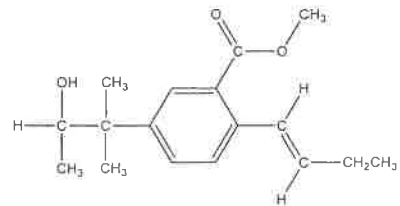


図1 構造式の例

第1問 次の文章を読み、下の問い(問1～7)に答えよ。

周期表の **A** 族元素の原子は、価電子を2個持っており2価の **ア** になりやすい。原子番号の小さい元素から **B** , **C** , カルシウム, ストロンチウム, **D** およびラジウムがある。
C は塩化物や硫酸塩として海水中に多く存在しており, (a) pH を高くすると沈殿を生じる。(b) 6元素のうちの2元素を除く4元素が **イ** とよばれ相互によく似た性質を示す。石灰岩や大理石の主成分である **E** は, 塩酸と反応して気体を発生する。また, 強熱すると気体を生じ **ウ** とよばれる **F** になる。これは, 水と反応して白色粉末の消石灰とよばれる **G** に変化する。消石灰の飽和水溶液は, 強い **エ** を示し, (c) これに二酸化炭素を吹き込むと白色沈殿を生じる。(d) その後も二酸化炭素を吹き込み続けると沈殿は再び溶解する。四国や中国地方にある鍾乳石や石筍が形成されている洞窟は, 大気中の **H** を溶かし込んだ水が石灰岩を溶かすことで形成された。石炭や **オ** などの化石燃料の中に含まれる硫黄分の燃焼によって発生する **I** は空気中でさらに **カ** され硫黄酸化物になり大気汚染の一因となることから, (e) 石炭火力発電所からの排気は **G** を用いた脱硫装置により浄化されている。また, (f) **オ** の精製から得られる硫黄から濃硫酸が工業的に生産できる。

周期表上の同族であり, 第6周期の **D** イオンを含む溶液を硫酸銅水溶液に加えると化学式 **J** で表される **キ** 色の水に溶けにくい沈殿が得られる。この化合物はエックス線を通しにくいので **ク** の造影剤として利用される。ストロンチウムの炎色反応は, **ケ** 色であるが, **C** の炎色反応は **コ** 色である。

問1 問題文中の **ア** ～ **コ** にあてはまる語句を, **A** にあてはまる整数を答えよ。また, **B** ～ **D** には元素名を, **E** ～ **I** には化合物名を, **J** には化学式を答えよ。

問1	ア	陽イオン	イ	アルカリ土類金属	ウ	生石灰	エ	塩基性
	オ	石油	カ	酸化	キ	白	ク	消化器
	ケ	紅	コ	無				
	A	2	B	ベリリウム	C	マグネシウム	D	バリウム
	E	炭酸カルシウム	F	酸化カルシウム	G	水酸化カルシウム	H	二酸化炭素
	I	二酸化イオウ	J	BaSO ₄				

(その2に続く)

小計	
----	--

受験番号	第	番
------	---	---

化 学 401 その2

(その1より続く)

問2 下線部 (a) の操作によって生成する沈殿の化学式を答えよ。また、これは金属単体と熱水からも生成する。そのときの化学反応式を示せ。

問2	沈殿の化学式	$Mg(OH)_2$	化学反応式	$Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$
----	--------	------------	-------	---

問3 下線部 (b) の2元素を元素記号で示せ。

問3	Be	Mg
----	----	----

問4 下線部 (c) および (d) の変化を化学反応式で示せ。

問4	(c)	$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$	(d)	$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$
----	-----	---	-----	--

問5 下線部 (e) について、どのように硫黄分が除去・回収されるのか。60字以内で説明せよ。(英数字は1マスに2文字書いてもよい)

問5	二酸化イオンを含む排気水を水酸化カルシウム水溶液中に通過させて中和し、生じた中和生成物を回収することによって硫黄分を除去する。	60
----	---	----

問6 下線部 (f) における濃硫酸の製造過程を下記のようにまとめた。() 内にあてはまる適切な語句あるいは化学式を答えよ。

問6	製造方法の名称：(接触法)
	製造過程：
	第一段階 石油精製の際に得られる硫黄を燃焼させる。 $S + O_2 \rightarrow SO_2$
	第二段階 (V_2O_5) を触媒に用いて SO_2 を (空気) 酸化する。 $2SO_2 + (O_2) \rightarrow 2SO_3$
	第三段階 濃硫酸に SO_3 を吸収させる。 $SO_3 + (H_2O) \rightarrow H_2SO_4$ (発煙硫酸)
	第四段階 発煙硫酸を (希硫酸) に加えて濃硫酸を得る。

問7 ここで製造した濃硫酸の3.00 gを取り出し、純水を用いメスフラスコで正確に500 mLに希釈した。この希釈した硫酸10.0 mLをホールピペットで取り出して0.100 mol/L水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定を行ったところ滴下量は12.0 mLであった。製造した濃硫酸の純度 (%) を求めよ。解答に至るみちすじも示せ。

問7	希釈した硫酸の濃度を C mol/L とすると、$C \times \frac{10}{1000} \times 2 = 0.1 \times \frac{12}{1000}$ これから $C = 0.06$ (mol/L) とする。 希釈した硫酸500 mL中には硫酸が $0.06 \times \frac{500}{1000} = 0.03$ (mol) つまり $0.03 \times 98 = 2.94$ (g) 含まれるので、 純度は $\frac{2.94}{3} \times 100 = 98$ (%) 答 98.0 %
----	--

小 計	
-----	--

化 学 401 その3

第2問 次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。

コロイドは、水との親和性の程度に応じて、疎水コロイドと親水コロイドに分類でき、金のコロイドは疎水コロイドである。金のコロイド溶液を限外顕微鏡で観察するとコロイド粒子が不規則に動いているのが分かる。このような粒子の動きを **ア** という。親水コロイドであるゼラチンなどは分子量が大きく、分子1個でコロイド粒子の大きさをもつ。このようなコロイドは **イ** コロイドとよばれる。一方、せっけん水のように、多数の分子が会合して形成するコロイドはミセルコロイドとよばれる。比較的高いゼラチン水溶液（3～5%程度）は、高温では流動性を持つ **ウ** であるが、冷却すると流動性を失い **エ** となる。硫黄のコロイド溶液に直流電圧をかけると、^(a) 硫黄のコロイド粒子が陽極へ移動した。この現象を **オ** という。

半透膜は、水のように小さい分子を自由に透過させるが、デンプンのように大きな分子は透過させない性質をもつ。純粋な水とスクロース水溶液とを半透膜で仕切ると、水分子が半透膜を通してスクロース水溶液のほうへ拡散していく。このように、半透膜を通して溶媒分子が溶液中に拡散する現象を **カ** という。

問1 問題文中の **ア** ～ **カ** に当てはまる適切な語句を答えよ。

問1	ア	ブラウン運動	イ	分子	ウ	ゾル	エ	ゲル
	オ	電気泳動	カ	浸透				

問2 下線部 (a) に関して、直流電圧をかけたとき硫黄のコロイド粒子が陽極へ移動した理由を説明せよ。

問2	硫黄のコロイド粒子が負の電気を帯びているから、
----	-------------------------

問3 硫黄のコロイド粒子を最も凝析させやすいイオンを以下から選び、その理由を説明せよ。

Cl^- SO_4^{2-} K^+ Ca^{2+} Al^{3+}

問3	イオン： Al^{3+}	理由： 反対符号のイオンで、その価数が大きい程凝析を起こす能力が強いから。
----	--------------------------	--

問4 以下に示すような不揮発性物質を完全に溶かした水溶液と純粋な水を、半透膜で仕切ったU字管の両側に両液面の高さが等しくなるように加え、しばらく放置した。このとき、両液面の高さの差が最も大きくなるものから順に記号で答えよ。

- (A) CaCl_2 55.5 mg を溶かした 100 mL の水溶液
 (B) NaCl 23.4 mg を溶かした 100 mL の水溶液
 (C) 分子量 1.00×10^4 のタンパク質 500 mg を溶かした 100 mL の水溶液
 (D) グルコース ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 225 mg を溶かした 100 mL の水溶液

問4	$A > D > B > C$
----	-----------------

小 計	
-----	--

化 学 401 その4

第3問 次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

分子式 $C_9H_{12}O$ で表され、ベンゼンの一つの水素を別の基で置換した構造を有する構造異性体である有機化合物群 X に関し、次のような実験を行った。

【実験1】 化合物群 X の化合物に金属ナトリウムを加え、反応しない化合物群 A と、反応して気体を発生する化合物群 B とに分類した。

【実験2】 化合物群 X の化合物をニクロム酸カリウムと硫酸を用いておだやかに酸化して、反応しない化合物群 C と、酸化される化合物群 D とに分類した。また、化合物群 D の酸化で得られた生成物を化合物群 E と分類した。

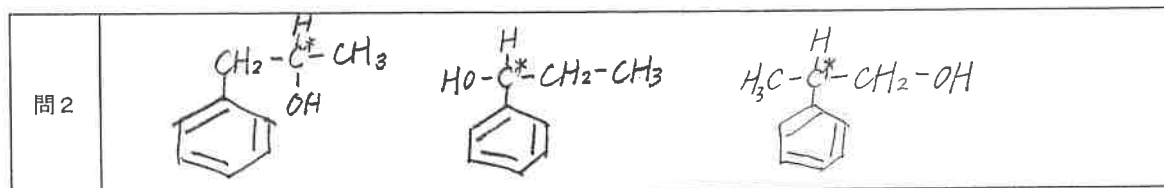
【実験3】 化合物群 E の化合物にアンモニア性硝酸銀溶液を加えてあたためたときに、銀を析出した化合物を化合物群 F と分類した。

【実験4】 化合物群 E の化合物にヨウ素と水酸化ナトリウムを加えてあたためたときに、特有のにおいを持つ黄色結晶を生じた化合物を化合物群 G と分類した。

問1 【実験1】で発生する気体の名称をかけ。また、化合物群 B の化合物 2.00 g に金属ナトリウム 0.400 g を加えてじゅうぶんに反応させたときに発生する気体の標準状態での体積を求めよ。解答に至るみちすじも示せ。

問1	気体の名称： <u>水素</u>
	発生する気体の体積： 化合物群 B はアルコールと考えられるので $C_9H_{11}OH$ (分子量 136) とする $2C_9H_{11}OH + 2Na \rightarrow H_2 + 2C_9H_{11}ONa$ $272g \quad 46g \quad 22.4L (\text{標準状態})$ 上式で化合物と Na の質量比は、ほぼ 6:1 なので、化合物 2.00g と Na 0.400g では Na が過剰に存在する（と仮定）、化合物 2.00g が全て反応すると仮定する $\therefore 22.4 \times \frac{2}{272} = 0.1647 \dots$ 答 <u>0.165</u> L

問2 化合物群 B の化合物のうち、不斉炭素を持つ化合物の構造式をかき、不斉炭素原子には*印を付けよ。ただし、不斉炭素原子に結合している置換基の立体的な配置は無視してよい。該当するものが複数ある場合はすべて答えよ。



(その5に続く)

小 計	
-----	--

受験番号

第

番

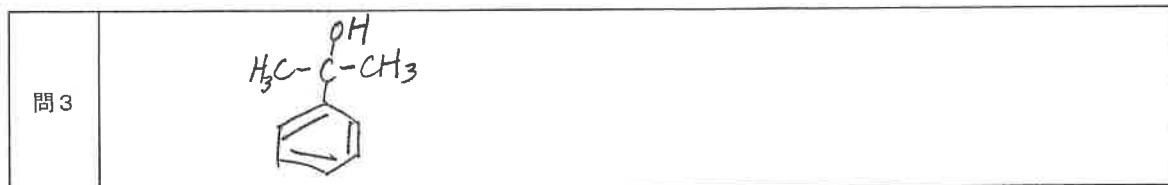
化 学

4 0 1

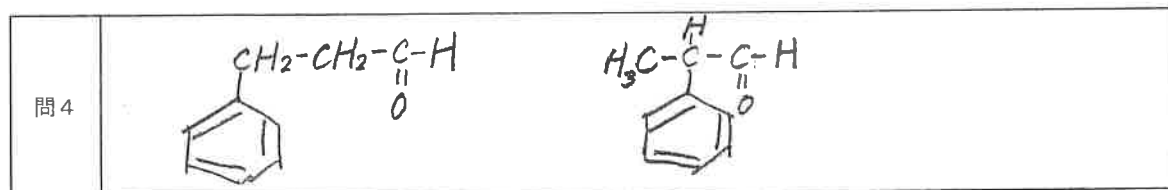
その5

(その4より続く)

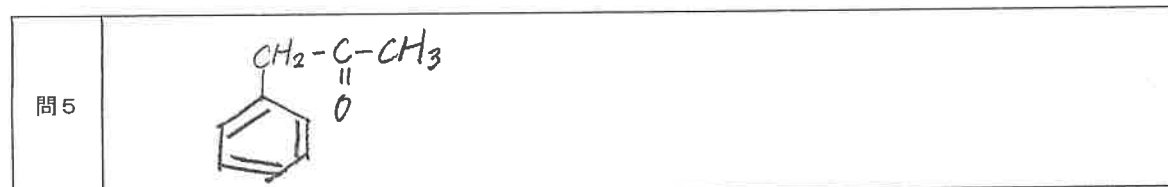
問3 化合物群Bと化合物群Cの両方に含まれる化合物の構造式をかけ。該当するものが複数ある場合はすべて答えよ。



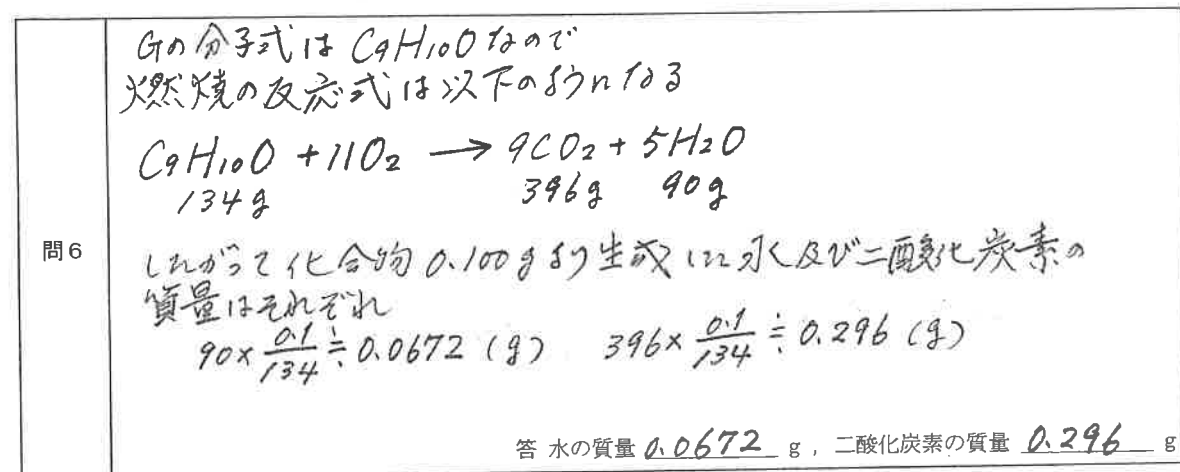
問4 化合物群Fに含まれる化合物の構造式をかけ。該当するものが複数ある場合はすべて答えよ。



問5 化合物群Gに含まれる化合物の構造式をかけ。該当するものが複数ある場合はすべて答えよ。



問6 化合物群Gの化合物0.100 gを燃焼管に入れて、酸化銅(Ⅱ)とともに乾燥した酸素によって完全燃焼させた。生じた水(水蒸気)を塩化カルシウムに吸収させ、二酸化炭素をソーダ石灰に吸収させて、質量の増加分を正確に測定した。生成した水および二酸化炭素の質量を求めよ。解答に至るみちすじも示せ。



小 計