
岐阜医療科学大学
東海地区薬学部対策講座
〈化学〉

田中 芳明

河合塾

名城大学 薬学部 過去2年間の出題内容

2022年 2月1日

- 1 無機 16族元素(酸素・硫黄)。
- 2 理論 希薄溶液の性質(凝固点降下, 冷却曲線)。
分子結晶(ナフタレン, ドライアイス, ヨウ素)。
- 3 理論 電気分解(硝酸銀・硫酸銅水溶液の直列電解槽)。
- 4 有機 アミド $C_{14}H_{13}NO$ の構造決定, 芳香族化合物の分離。
アニリンの性質。
- 5 高分子 アミノ酸(必須アミノ酸, 双性イオン)
タンパク質(検出反応, 食品中の含有量)。
- 6 高分子 ナイロン66, 高分子の分子量。

2022年 2月18日

- 1 理論 N_2 , NH_3 の構造。気体の溶解度。気体の法則, 蒸気圧。
- 2 理論 中和滴定(実験器具, 指示薬)。論述問題(20字)
- 3 無機 硝酸の製法(オストワルト法), 性質。
硫酸の製法(接触法), 性質。二酸化炭素, ケイ素の性質。
- 4 有機 エステル($C_5H_{10}O_2$)の構造決定。
- 5 高分子 糖(グルコース, トレハロース, デンプン, セルロース)。

2023年 2月1日

- 1 理論 コロイド。
- 2 理論 熱化学(混合気体の燃焼による反応熱の計算)。
- 3 無機 銀イオンの性質(沈殿, 錯イオン, 銀鏡反応)。
- 4 有機 エステル, アミドの構造決定($C_{20}H_{15}NO_3$)。
芳香族化合物の分離。安息香酸, アニリン, フェノール。
- 5 高分子 糖(デンプン, セルロース)。バイオエタノール。
- 6 高分子 合成樹脂(フェノール樹脂)。合成繊維(アラミド繊維)。

2023年 2月18日

- 1 無機 ハロゲン。
- 2 理論 反応速度, 化学平衡($H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$)。
- 3 有機 エステル($C_8H_8O_2$)の構造決定。
- 4 高分子 糖, タンパク質, 核酸。
- 5 高分子 ビニロン。

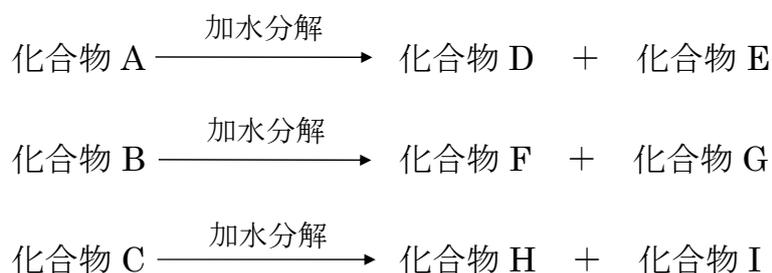
2023年 2月18日実施分

問題3 問1～問5. 次の文章を読み、各問の設問に答えなさい。

化合物A, 化合物B, 化合物Cは同一の分子式で表され, エステル結合をもつ芳香族化合物である。これらの構造を明らかにするため, 以下の実験を行った。

実験1. 化合物Aを6.80mgとり, 元素分析装置で完全燃焼させたところ, 二酸化炭素17.6mg, 水3.60mgを生じた。また, 化合物Aの分子量は100以上で, かつ150以下であった。これにより化合物Aの分子式はC \square アH \square イO \square ウである。

実験2. 化合物A, 化合物B, 化合物Cをそれぞれ完全に加水分解すると, 化合物Aからは化合物Dと化合物Eが, 化合物Bからは化合物Fと化合物Gが, 化合物Cからは化合物Hと化合物Iが, それぞれ得られた。



実験3. 実験2で得られた化合物の性質を調べると, 化合物E, 化合物F, 化合物H, 化合物Iは弱酸性を, 化合物Dと化合物Gは中性を示した。

実験4. a) 化合物Eをアンモニア性硝酸銀水溶液とともに試験管中で加熱すると内壁に銀が析出した。一方, 化合物Iをアンモニア性硝酸銀水溶液とともに試験管中で加熱しても, 変化は起こらなかった。

実験5. 化合物Dの溶液に, 塩化鉄(III)水溶液を滴下しても, 呈色しなかった。一方, 化合物Hの溶液に, 塩化鉄(III)水溶液を滴下すると, 紫色に呈色した。

実験6. 化合物Dを硫酸酸性のニクロム酸カリウム水溶液で完全に酸化すると, 化合物Fが得られた。

実験 7. 化合物 F は炭酸水素ナトリウム水溶液と反応し，気体 が発生した。一方，化合物 H は炭酸水素ナトリウム水溶液と反応しなかった。

実験 8. 化合物 H の水溶液に，十分量の水素水を滴下すると白色沈殿である化合物 J が生じた。

実験 9. 化合物 G は単体のナトリウムと反応し，気体 が発生した。

問 1 空欄 ～ に最も適する数値を，それぞれ解答欄にマークしなさい。

問 2 空欄 , に最も適するものを，次の①～⑤から選び，それぞれ解答欄にマークしなさい。

- ① 水 ② 酸素 ③ 一酸化炭素
④ 二酸化炭素 ⑤ 窒素

問3 下線部 a)の反応について説明した以下の文章の空欄 **カ** ～ **サ** に入るものの最も適する組み合わせを、次の①～⑧から選び、解答欄にマークしなさい。

銀は、金や白金と並んでイオン化傾向が **カ** 金属であり、その陽イオンは電子を **キ** されやすい。一方、化合物 E に含まれる **ク** 基は **ケ** されやすい。したがって、本反応では、 **コ** のある銀イオンと **サ** のある **ク** 基による酸化還元反応が起こり、銀が析出する。

	カ	キ	ク	ケ	コ	サ
①	大きい	受け取って還元	カルボキシ	酸化	酸化力	還元性
②	大きい	与えて酸化	カルボキシ	還元	還元性	酸化力
③	大きい	受け取って還元	ホルミル	酸化	酸化力	還元性
④	大きい	与えて酸化	ホルミル	還元	還元性	酸化力
⑤	小さい	受け取って還元	カルボキシ	酸化	酸化力	還元性
⑥	小さい	与えて酸化	カルボキシ	還元	還元性	酸化力
⑦	小さい	受け取って還元	ホルミル	酸化	酸化力	還元性
⑧	小さい	与えて酸化	ホルミル	還元	還元性	酸化力

問4 化合物 D～化合物 I に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥から二つ選び、同じ解答欄にマークしなさい。

- ① 化合物 D は、ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えることで得られる。
- ② 化合物 E は、炭酸水素ナトリウム水溶液と反応し、気体が発生する。
- ③ 化合物 F はトルエンを過マンガン酸カリウム水溶液と反応することで得られる。
- ④ 化合物 G は、水と任意の割合で混じりあう。
- ⑤ 化合物 H は、ホルムアルデヒドと重合し、熱硬化性樹脂の原料となる。
- ⑥ 化合物 I は、ホルムアルデヒドを酸化することで得られる。

問5 化合物 A, 化合物 B, 化合物 C, 化合物 J の構造式を書きなさい。

問題の解説

実験 1 【元素分析】

化合物 A 中の炭素の質量は $17.6 \times (12/44) = 4.80\text{mg}$ 。水素の質量は $3.60 \times (2/18) = 0.40\text{mg}$ 。酸素の質量は $6.80 - (4.80 + 0.40) = 1.60\text{mg}$ 。
物質比 C : H : O = 4 : 4 : 1 分子量 100 以上 150 以下より、
分子式は $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$

実験 2 【エステル加水分解】

加水分解で生じたカルボン酸とアルコール(またはフェノール類)が何であるか、以下の実験から特定して、エステルの構造式を決定する。

実験 3 【有機化合物の液性】

カルボン酸、フェノール類は弱酸性。アルコールは中性。
化合物 D と G がアルコールなので、化合物 E と F はカルボン酸である。

実験 4 【アルデヒドの検出反応】

アルデヒドは自身が酸化されてカルボン酸になるので還元性を示す。
化合物 E はアルデヒドの性質をもち、またカルボン酸でもある。したがって、化合物 E はホルミル基(アルデヒド基)とカルボキシ基を持つ。
還元性を示すカルボン酸と言えば？

実験 5 【フェノール類の検出反応】

塩化鉄(Ⅲ)水溶液で呈色するのはフェノール類。この反応はアルコールとの識別反応として用いられる。化合物 D は炭素数 7 の芳香族アルコール。

実験 6 【アルコールの酸化】

第 1 級アルコールをニクロム酸カリウムで酸化すると、アルデヒドを経てカルボン酸になる。化合物 F は炭素数 7 の芳香族カルボン酸。したがって、化合物 G は炭素数 1 のアルコール。

実験 7 【カルボン酸の検出反応】

カルボン酸は弱酸ではあるが、炭酸よりは強い酸なので、炭酸水素ナトリウムと反応して二酸化炭素を発生する。この反応はカルボン酸の検出反応、もしくはカルボン酸とフェノール類の分離反応として用いられる。(2月1日 問題4. 実験2を参照)

実験 8 【フェノールの検出反応】

フェノールに臭素水を加えるとオルト・パラの位置で置換反応(ハロゲン化)が起きて、2,4,6-トリブロモフェノールの白色沈殿が生じる。
化合物 I は炭素数 2 のカルボン酸。

実験 9 【ヒドロキシ基の検出反応】

ヒドロキシ基をもつ化合物にナトリウムを加えると水素を発生する。

設問の解説

- 問1 分子式 $C_8H_8O_2$ の芳香族化合物はエステルまたはカルボン酸。
- 問2 カルボン酸に炭酸水素ナトリウムを加えると二酸化炭素を発生する。
アルコールにナトリウムを加えると水素を発生する。
各官能基の検出反応を確認しておこう。
- 問3 アルデヒドの検出反応として、銀鏡反応とフェーリング液の還元がある。
- 問4 ① ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸を作用させると、ニトロベンゼンが得られる。ベンゼンの置換反応(ニトロ化)。
② カルボン酸の検出反応(実験7参照)。
③ 芳香族炭化水素に過マンガン酸カリウムを作用させると、炭化水素基が酸化されてカルボン酸になる(側鎖の酸化)。この反応は、炭化水素基の数や位置関係を決定するときに用いられる。
④ メタノールやエタノールなどの低級アルコールは水によく溶ける。
⑤ フェノールとホルムアルデヒドの縮重合によって熱硬化性樹脂であるフェノール樹脂が得られる。
⑥ エタノールを酸化するとアセトアルデヒドが生じる。ホルムアルデヒドを酸化するとギ酸になり、さらに酸化されて二酸化炭素になる。
- 問5 化合物 D~I が決定したので、エステル A, B, C の構造式が決定する。
A はギ酸とベンジルアルコールからなるギ酸ベンジル。
B は酢酸とフェノールからなる酢酸フェニル。
C は安息香酸とメタノールからなる安息香酸メチル。

解答

- 問1 ア ⑧ イ ⑧ ウ ②
問2 エ ④ オ ①
問3 ⑦
問4 ①, ⑥
問5 略

2023年 2月1日実施分

問題4 問1～問6. 次の文章を読み、各問の設問に答えなさい。

化合物Aはエステル結合およびアミド結合をもち、分子式 $C_{20}H_{15}NO_3$ で表される。化合物Aの構造を明らかにするため、次の実験1～5をおこなった。

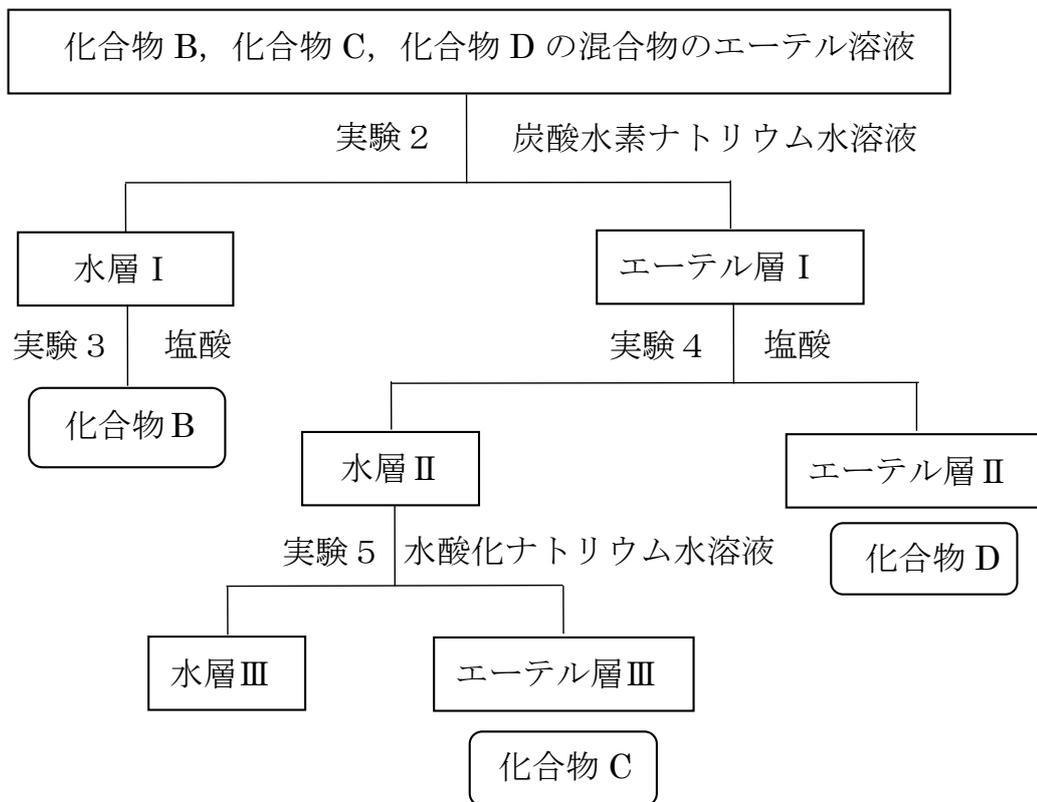
実験1. 化合物Aを完全に加水分解したところ、化合物B、化合物C、化合物Dが得られた。これらの化合物はいずれもベンゼン環をもっていた。

実験2. 実験1で得られた化合物B、化合物C、化合物Dの混合物のジエチルエーテル溶液に十分量の炭酸水素ナトリウム水溶液を加えた。この混合溶液を分液ろうとに入れ、よく振り混ぜた後、水層Iとエーテル層Iに分離した。

実験3. 実験2で得られた水層Iに十分量の塩酸を加えると、化合物Bが得られた。

実験4. 実験2で得られたエーテル層Iに十分量の塩酸を加えてよく振り混ぜた後、水層IIとエーテル層IIに分離した。エーテル層IIからは化合物Dが得られた。

実験5. 実験4で得られた水層IIに水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性とした。この混合溶液を分液ろうとに入れ、ジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜた後、水層IIIとエーテル層IIIに分離した。エーテル層IIIからは化合物Cが得られた。



つづいて、分離した化合物 B, 化合物 C, 化合物 D について調べたところ、次の結果 a~d が得られた。

結果 a. 1mol の化合物 A から化合物 B, 化合物 C, 化合物 D が各 1mol 得られた。

結果 b. 化合物 B を 16.6mg とり、乾いた酸素を通しながら酸化銅(II)を用いて完全燃焼させ、発生した気体を の入ったガラス管と の入ったガラス管に通したところ、それぞれ水 5.40mg と二酸化炭素 35.2mg が吸収された。これにより化合物 B の化学式は $C_{\text{ウ}}H_{\text{エ}}O_{\text{オ}}$ である。また、化合物 B を加熱すると分子内脱水がおり、化合物 E が得られた。

結果 c. 化合物 C は化合物 B より炭素原子が 2 つ少ないことが分かった。

結果 d. 化合物 D の溶液に、塩化鉄(III)水溶液を滴下すると、紫色に呈色した。

問1 空欄 **ア** , **イ** に最も適するものを, それぞれ解答欄にマークしなさい。

- ① 酸化亜鉛 ② グラファイト ③ ソーダ石灰
④ ナフタレン ⑤ 塩化カルシウム ⑥ チオ硫酸ナトリウム

問2 空欄 **ウ** ~ **オ** に最も適する数値を, それぞれ解答欄にマークしなさい。

問3 化合物 **B** に関する記述として最も適するものを, 次の①~⑤から一つ選び, 解答欄にマークしなさい。

- ① 弱塩基性を示す。
② 構造異性体は存在しない。
③ エチレングリコールと重合して得られる高分子化合物は, ペットボトルの原料となる。
④ α -キシレンを過マンガン酸カリウムで酸化すると得られる。
⑤ 無水酢酸と反応し, アセチル化される。

問4 化合物 **C** に関する記述として適するものを, 次の①~⑤から二つ選び, 同じ解答欄にマークしなさい。

- ① ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えることで得られる。
② ニトロベンゼンを酸化することで得られる。
③ さらし粉水溶液で呈色する。
④ ヨードホルム反応を示す。
⑤ 硫酸酸性ニクロム酸カリウムにより黒色物質を生成する。

問5 化合物 **D** に関する記述として誤っているものを, 次の①~⑤から一つ選び, 解答欄にマークしなさい。

- ① 化合物 **D** の水溶液に臭素水を加えると白色沈殿を生じる。
② クメン法で合成される。
③ 皮膚を侵し, 有毒である。
④ 単体のナトリウムと反応する。
⑤ フェーリング液とともに加熱すると赤色沈殿を生じる。

問6 化合物 **A** と化合物 **E** の構造式を書きなさい。

問題の解説

実験1 【エステル・アミドの加水分解】

アミドを加水分解するとカルボン酸とアミンが生じる。化合物 B, C, D でカルボキシ基 2 個, ヒドロキシ基 1 個, アミノ基 1 個もつことが分かる。B, C, D はいずれも芳香族化合物でありであり, 水に溶けずにジエチルエーテルに溶解する。(結果 a)

実験2 【カルボン酸の分離】

カルボン酸は炭酸水素ナトリウムと反応してナトリウム塩の水溶液になる。(水層 I に分離) (2月18日 問題3. 実験7を参照)

実験3 【カルボン酸の遊離】

カルボン酸のナトリウム塩に, 強酸である塩酸を加えると, 弱酸であるカルボン酸が遊離する。B はカルボン酸。

実験4 【アミンの分離】

塩酸と反応するのは塩基性のアミン。C は塩酸塩となって水層 II に移動する。D はベンゼン環をもつアルコールまたはフェノール類。

実験5 【アミンの遊離】

アミンの塩酸塩に強塩基の水酸化ナトリウムを加えると, 弱塩基のアミンが遊離する。C はアミン(エーテル層 III に分離)。

設問の解説

- 問 1 化合物 B の完全燃焼によって生じた水は塩化カルシウムに、二酸化炭素はソーダ石灰に吸収される。
- 問 2 結果 b より、化合物 B 中の炭素の質量は $35.2 \times (12/44) = 9.60\text{mg}$ 。水素の質量は $5.40 \times (2/18) = 0.60\text{mg}$ 。酸素の質量は $16.6 - (9.60 + 0.60) = 6.40\text{mg}$ 。物質比 C : H : O = 4 : 3 : 2。化合物 B は芳香族カルボン酸なので分子式は $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$ 。加熱によって分子内脱水するので、B はフタル酸。
- 問 3 ③ ペットボトルの原料となるのはテレフタル酸。
- 問 4 結果 c より、化合物 C は炭素数 6 のアニリン。
① ベンゼンのニトロ化により、ニトロベンゼンが得られる。
② ニトロベンゼンを還元するとアニリンが得られる。
③ アニリンにさらし粉によって赤紫色になる(アニリンの検出反応)。
⑤ アニリンは硫酸酸性のニクロム酸カリウムによって酸化され、黒くなる(アニリンブラック)。
- 問 5 結果 d より、化合物 D はフェノール類(2月18日問題3.実験5を参照)。化合物 A は炭素数 20 なので、化合物 D は炭素数 6 のフェノール。
⑤ フェーリング液を加えて加熱して赤色沈殿が生じるのはアルデヒド。
- 問 6 化合物 A はフタル酸の二つのカルボキシ基がそれぞれ、フェノールとエステル結合、アニリンとアミド結合して生じる化合物。
化合物 E はフタル酸の分子内脱水によって生じる無水フタル酸。

解答

- 問 1 ア ⑤ イ ③
- 問 2 ウ ⑧ エ ⑥ オ ④
- 問 3 ④
- 問 4 ③, ⑤
- 問 5 ⑤
- 問 6 略