

アスパルテーム

次の文を読み、以下の各問に答えよ。

【1行目～3行目】

砂糖の代替甘味料として広く利用されている化合物Xは、分子式が $C_{14}H_{18}N_2O_5$ で与えられ、グリシン二分子からなるジペプチドの誘導体である。このXを加水分解したところ三種類の化合物A、B、Cが得られた。

【4行目～7行目】

Aの水溶液は中性であり、これに(問2) 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて温めたがとくに顕著な変化は観察されなかった。AにNa単体を加えると H_2 の発生が確認された。また、白金触媒を用いてAを空気中で酸化すると刺激臭のある気体が発生し、さらに酸化を行うと、(問4) もっとも強い酸性を示す脂肪酸が生成した。

【8行目～13行目】

BとCのそれぞれの水溶液に(イ)を加えて加熱したところ、溶液はいずれも青紫～赤紫色に変化した。また、これらの化合物は(問5) 酸ともアルカリとも反応して塩を生成した。一方、Bの等電点は5.5、Cの等電点はそれより小さい3.0であったことから、これらに含まれる(ロ)基の数は、Bが(ハ)個、Cが(ニ)個であるといえる。さらに詳しく調べてみると、BとCはともに光学異性体が存在するアミノ酸であり、Bはヒトの必須アミノ酸の一つであることがわかった。

【14行目～17行目】

Bを33.0mg分け取って元素分析を行った結果、二酸化炭素が79.2mg、水が19.8mg、窒素ガスが標準状態において2.24mL得られた。さらにBに(問6) 濃硝酸を加えて加熱したところ黄色に変化したことから、この化合物には(ホ)が含まれていることが明らかとなった。

【18行目～20行目】

AとBを混合させた後、酸触媒を用いて(ヘ)化を行った。さらに、この反応で得られた化合物とCを脱水縮合させたところ、これらが1:1の割合で反応した生成物が複数得られ、このうちの 하나가Xであることを確認した。

問1 (イ)～(ヘ)に適切な語句または数値を記入せよ。

問2 アセトンやエタノールに対してこの操作を行うと、黄色の結晶が析出する。この結晶の物質名を答えよ。

問3 化合物Aを示性式で示せ。

問4 この脂肪酸の名称を答えよ。

問5 このような性質を示す化合物を指す名称を答えよ。

問6 この反応の名称を答えよ。

問7 化合物Bの分子式と名称を答えよ。

問8 化合物X以外に考えられる生成物を一つ挙げ、構造式で示せ。

問9 化合物Xを構造式で示せ。また、不斉炭素原子をすべて○で囲め。

【1行目～3行目】

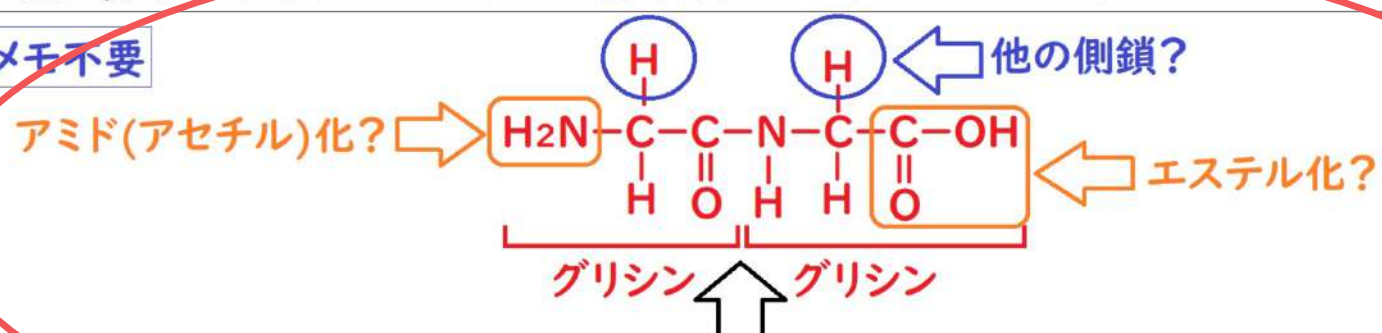
砂糖の代替甘味料として広く利用されている化合物Xは、分子式が $C_{14}H_{18}N_2O_5$ で与えられ、**グリシン二分子からなるジペプチドの誘導体**である。このXを加水分解したところ三種類の化合物A、B、Cが得られた。

その意味

【1行目～3行目】

グリシン二分子からなるジペプチドの誘導体ってことは『“N末端のアミノ基のアセチル化”とか“C末端のカルボキシル基のエステル化”とかかな？→文章末尾の注釈からは『“グリシンの側鎖（H部分）の置換”も考えられる。すなわち、私たちが的には（アミノ酸二分子からなるジペプチドの誘導体）ということですね』

メモ不要



ペプチド結合は α -炭素のカルボキシ基とアミノ基の結合に限られる(重要ポイント)。

【4行目～7行目】

Aの水溶液は中性であり、これに(問2) 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて温めたがとくに顕著な変化は観察されなかった。AにNa単体を加えるとH₂の発生が確認された。また、白金触媒を用いてAを空気中で酸化すると刺激臭のある気体が発生し、さらに酸化を行うと、(問4) もっとも強い酸性を示す脂肪酸が生成した。

【4行目～7行目:化合物Aについて】

中性ってことは『Aはアミノ酸じゃないし、カルボン酸でもない、多分、アルコールだろう』→ヨードホルム反応しないってことは『少なくともエタノールではない。また、メチル基をもつ第2級アルコールでもない』→Naと反応するってことは『アルコールに決定!』→酸化の様子から『Aは メタノール』

メモ不要

化合物A → 刺激臭のある気体 → 最も強い酸性を示す脂肪酸
メタノール ホルムアルデヒド ギ酸

【8行目～13行目】

BとCのそれぞれの水溶液は(イ)を加えて加熱したところ、溶液はいずれも青紫～赤紫色に変化した。また、これらの化合物は(問5)酸ともアルカリとも反応して塩を生成した。一方、Bの等電点は5.5、Cの等電点はそれより小さい3.0であったことから、これらに含まれる(ロ)基の数は、Bが(ハ)個、Cが(ニ)個であるといえる。さらに詳しく調べてみると、BとCはともに光学異性体が存在するアミノ酸であり、Bはヒトの必須アミノ酸の一つであることがわかった。

【8行目～13行目：化合物B、Cについて】

Aはアルコールだったので『BとCはアミノ酸』→両性化合物だから『アミノ酸に間違いはない』→等電点から分かることは『Bは Cは』→光学異性体が存在するってことは『Bは』

メモ不要	酸性アミノ酸	中性アミノ酸	塩基性アミノ酸
等電点	酸性側	中性(pH=6)付近	塩基性側

【8行目～13行目】

BとCのそれぞれの水溶液に (イ) を加えて加熱したところ、溶液はいずれも青紫～赤紫色に変化した。また、これらの化合物は(問5) 酸ともアルカリとも反応して塩を生成した。一方 Bの等電点は5.5、Cの等電点はそれより小さい3.0であったことから、これらに含まれる (ロ) 基の数は、Bが (ハ) 個、Cが (ニ) 個であるといえる。さらに詳しく調べてみると、BとCはともに光学異性体が存在するアミノ酸であり、Bはヒトの必須アミノ酸の一つであることがわかった。

【8行目～13行目：化合物B、Cについて】

Aはアルコールだったので『BとCは アミノ酸』→両性化合物だから『アミノ酸に間違いはない』→等電点から分かることは『Bは 中性アミノ酸 Cは _____』→光学異性体が存在するってことは『Bは _____』

メモ不要	酸性アミノ酸	中性アミノ酸	塩基性アミノ酸
等電点	酸性側	中性(pH=6)付近	塩基性側

【8行目～13行目】

BとCのそれぞれの水溶液に (イ) を加えて加熱したところ、溶液はいずれも青紫～赤紫色に変化した。また、これらの化合物は(問5)酸ともアルカリとも反応して塩を生成した。一方、Bの等電点は5.5、Cの等電点はそれより小さい3.0であったことから、これらに含まれる (ロ) 基の数は、Bが (ハ) 個、Cが (ニ) 個であるといえる。さらに詳しく調べてみると、BとCはともに光学異性体が存在するアミノ酸であり、Bはヒトの必須アミノ酸の一つであることがわかった。

【8行目～13行目：化合物B、Cについて】

Aはアルコールだったので『BとCは アミノ酸』→両性化合物だから『アミノ酸に間違いはない』→等電点から分かることは『Bは 中性アミノ酸、Cは 酸性アミノ酸』→光学異性体が存在するってことは『Bは _____』

メモ不要	酸性アミノ酸	中性アミノ酸	塩基性アミノ酸
等電点	酸性側	中性(pH=6)付近	塩基性側

【8行目～13行目】

BとCのそれぞれの水溶液に (イ) を加えて加熱したところ、溶液はいずれも青紫～赤紫色に変化した。また、これらの化合物は(問5) 酸ともアルカリとも反応して塩を生成した。一方、Bの等電点は5.5、Cの等電点はそれより小さい3.0であったことから、これらに含まれる (ロ) 基の数は、Bが (ハ) 個、Cが (ニ) 個であるといえる。さらに詳しく調べてみると、BとCはともに光学異性体が存在するアミノ酸であり、Bはヒトの必須アミノ酸の一つであることがわかった。

【8行目～13行目：化合物B、Cについて】

Aはアルコールだったので『BとCは アミノ酸』→両性化合物だから『アミノ酸に間違いはない』→等電点から分かることは『Bは 中性アミノ酸 Cは 酸性アミノ酸』→光学異性体が存在するってことは『Bはグリシンではない。』

メモ不要	酸性アミノ酸	中性アミノ酸	塩基性アミノ酸
等電点	酸性側	中性(pH=6)付近	塩基性側

【14行目～17行目：化合物Bの詳細について】

元素分析の結果（以下に示す）から『Bの分子式は_____』→濃硝酸との反応の結果と前述の分子式から『Bは_____』→

_____ Bの分子式の考察 _____

B 33.0mg 中には、炭素： $79.2 \times \frac{12}{44} = 21.6(\text{mg})$ 水素： $19.8 \times \frac{2}{18} = 2.2(\text{mg})$

窒素： $\frac{2.24}{22.4 \times 10^3} \times 28 \times 10^3 = 2.8(\text{mg})$ 酸素： $33.0 - 21.6 - 2.2 - 2.8 = 6.4$

が含まれており、各元素の物質質量比は、

$$\text{C} : \text{H} : \text{N} : \text{O} = \frac{21.6}{12} : \frac{2.2}{1} : \frac{2.8}{14} : \frac{6.4}{16} = 1.8 : 2.2 : 0.2 : 0.4 =$$

メモ不要 組成式は _____、Xの分子式(-N₂-)から考えて、分子式も _____

_____ 考察終了 _____

【14行目～17行目：化合物Bの詳細について】

元素分析の結果（以下に示す）から『Bの分子式は_____』→濃硝酸との反応の結果と前述の分子式から『Bは_____』→

_____ Bの分子式の考察 _____

$$\text{B } 33.0\text{mg 中には, 炭素 : } 79.2 \times \frac{12}{44} = 21.6(\text{mg}) \quad \text{水素 : } 19.8 \times \frac{2}{18} = 2.2(\text{mg})$$

$$\text{窒素 : } \frac{2.24}{22.4 \times 10^3} \times 28 \times 10^3 = 2.8(\text{mg}) \quad \text{酸素 : } 33.0 - 21.6 - 2.2 - 2.8 = 6.4$$

が含まれており、各元素の物質質量比は、

$$\text{C : H : N : O} = \frac{21.6}{12} : \frac{2.2}{1} : \frac{2.8}{14} : \frac{6.4}{16} = 1.8 : 2.2 : 0.2 : 0.4 = \mathbf{9 : 11 : 1 : 2}$$

メモ不要 組成式は _____、Xの分子式(-N₂-)から考えて、分子式も _____

_____ 考察終了 _____

【14行目～17行目：化合物Bの詳細について】

元素分析の結果（以下に示す）から『Bの分子式は_____』→濃硝酸との反応の結果と前述の分子式から『Bは_____』→

Bの分子式の考察

$$\text{B } 33.0\text{mg 中には, 炭素 : } 79.2 \times \frac{12}{44} = 21.6(\text{mg}) \quad \text{水素 : } 19.8 \times \frac{2}{18} = 2.2(\text{mg})$$

$$\text{窒素 : } \frac{2.24}{22.4 \times 10^3} \times 28 \times 10^3 = 2.8(\text{mg}) \quad \text{酸素 : } 33.0 - 21.6 - 2.2 - 2.8 = 6.4$$

が含まれており、各元素の物質質量比は、

$$\text{C : H : N : O} = \frac{21.6}{12} : \frac{2.2}{1} : \frac{2.8}{14} : \frac{6.4}{16} = 1.8 : 2.2 : 0.2 : 0.4 = \mathbf{9 : 11 : 1 : 2}$$

メモ不要 組成式は $\mathbf{C_9H_{11}NO_2}$ 、Xの分子式($-N_2-$)から考えて、分子式も

考察終了

【14行目～17行目：化合物Bの詳細について】

元素分析の結果（以下に示す）から『Bの分子式は_____』→濃硝酸との反応の結果と前述の分子式から『Bは_____』→

_____ Bの分子式の考察 _____

$$\text{B } 33.0\text{mg 中には, 炭素 : } 79.2 \times \frac{12}{44} = 21.6(\text{mg}) \quad \text{水素 : } 19.8 \times \frac{2}{18} = 2.2(\text{mg})$$

$$\text{窒素 : } \frac{2.24}{22.4 \times 10^3} \times 28 \times 10^3 = 2.8(\text{mg}) \quad \text{酸素 : } 33.0 - 21.6 - 2.2 - 2.8 = 6.4$$

が含まれており、各元素の物質質量比は、

$$\text{C : H : N : O} = \frac{21.6}{12} : \frac{2.2}{1} : \frac{2.8}{14} : \frac{6.4}{16} = 1.8 : 2.2 : 0.2 : 0.4 = \text{9 : 11 : 1 : 2}$$

メモ不要 組成式は $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$ 、Xの分子式($-\text{N}_2-$)から考えて、分子式も $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$

_____ 考察終了 _____

【14行目～17行目：化合物Bの詳細について】

元素分析の結果（以下に示す）から『Bの分子式は $C_9H_{11}NO_2$ 』→濃硝酸との反応の結果と前述の分子式から『Bは 』→

Bの分子式の考察

B 33.0mg 中には、炭素： $79.2 \times \frac{12}{44} = 21.6(\text{mg})$ 水素： $19.8 \times \frac{2}{18} = 2.2(\text{mg})$

$$\text{奎素: } \frac{2.24}{22.4 \times 10^3} \times 28 \times 10^3 = 2.8(\text{mg}) \quad \text{酸素: } 33.0 - 21.6 - 2.2 - 2.88 = 6.4$$

が含まれており、各元素の物質質量比は、

$$\text{C} : \text{H} : \text{N} : \text{O} = \frac{21.6}{12} : \frac{2.2}{1} : \frac{2.8}{14} : \frac{6.4}{16} = 1.8 : 2.2 : 0.2 : 0.4 = 9 : 11 : 1 : 2$$

メモ不要

✖モ不要 組成式は $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$ 、Xの分子式($-\text{N}_2-$)から考えて、分子式も $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$

考察終了

【14行目～17行目：化合物Bの詳細について】

元素分析の結果（以下に示す）から『Bの分子式は $C_9H_{11}NO_2$ 』→濃硝酸との反応の結果と前述の分子式から『Bは **フェニルアラニン** 』→

Bの分子式の考察

$$B\ 33.0\text{mg}\ \text{中には},\ \text{炭素} : 79.2 \times \frac{12}{44} = 21.6(\text{mg}) \quad \text{水素} : 19.8 \times \frac{2}{18} = 2.2(\text{mg})$$

$$\text{窒素} : \frac{2.24}{22.4 \times 10^3} \times 28 \times 10^3 = 2.8(\text{mg}) \quad \text{酸素} : 33.0 - 21.6 - 2.2 - 2.8 = 6.4$$

が含まれており、各元素の物質質量比は、

$$C : H : N : O = \frac{21.6}{12} : \frac{2.2}{1} : \frac{2.8}{14} : \frac{6.4}{16} = 1.8 : 2.2 : 0.2 : 0.4 = \mathbf{9 : 11 : 1 : 2}$$

メモ不要 組成式は $C_9H_{11}NO_2$ 、Xの分子式($-N_2-$)から考えて、分子式も $C_9H_{11}NO_2$

考察終了

【18行目～20行目：化合物Cの詳細について】

A, B, Cからの化合物Xの合成の流れについての考察（以下に示す）から『Cの分子式は _____』→酸性アミノ酸であるから『Cは _____』
_____ Cの分子式の考察 _____

メモ不要

_____ 考察終了 _____

【18行目～20行目：化合物Cの詳細について】

A, B, Cからの化合物Xの合成の流れについての考察（以下に示す）から『Cの分子式は _____』→酸性アミノ酸であるから『Cは _____』

_____ Cの分子式の考察 _____



メモ不要

_____ 考察終了 _____

【18行目～20行目：化合物Cの詳細について】

A, B, Cからの化合物Xの合成の流れについての考察（以下に示す）から『Cの分子式は _____』→酸性アミノ酸であるから『Cは _____』

_____ Cの分子式の考察 _____



よって、 $\text{C} = \text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_4$

メモ不要

_____ 考察終了 _____

【18行目～20行目：化合物Cの詳細について】

A, B, Cからの化合物Xの合成の流れについての考察（以下に示す）から『Cの分子式は C₄H₇NO₄』→酸性アミノ酸であるから『Cは 』

————— Cの分子式の考察 —————



よって、C=C₄H₇NO₄

メモ不要

————— 考察終了 —————

【18行目～20行目：化合物Cの詳細について】

A, B, Cからの化合物Xの合成の流れについての考察（以下に示す）から『Cの分子式は $C_4H_7NO_4$ 』→酸性アミノ酸であるから『Cは _____』

_____ Cの分子式の考察 _____



よって、 $C=C_4H_7NO_4$

メモ不要

_____ 考察終了 _____

【18行目～20行目：化合物Cの詳細について】

A, B, Cからの化合物Xの合成の流れについての考察（以下に示す）から『Cの分子式は $C_4H_7NO_4$ 』→酸性アミノ酸であるから『Cは _____』

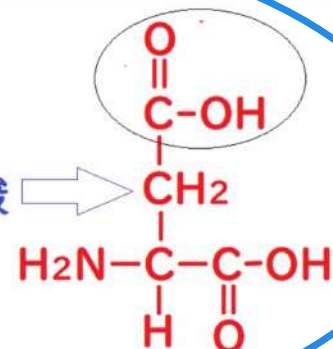
Cの分子式の考察



よって、 $C=C_4H_7NO_4$

メモ不要

CH₂が一つはアスパラギン酸



考察終了

【18行目～20行目：化合物Cの詳細について】

A, B, Cからの化合物Xの合成の流れについての考察（以下に示す）から『Cの分子式は $C_4H_7NO_4$ 』→酸性アミノ酸であるから『Cは アスパラギン酸 』

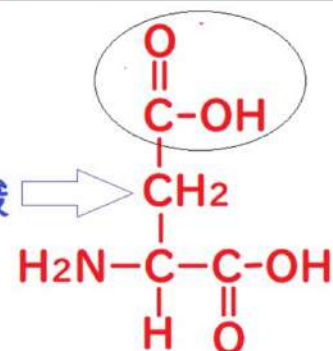
Cの分子式の考察



よって、 $C=C_4H_7NO_4$

メモ不要

CH₂が一つはアスパラギン酸



考察終了

【18行目～20行目：化合物Cの詳細について】

A, B, Cからの化合物Xの合成の流れについての考察（以下に示す）から『Cの分子式は $\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_4$ 』→酸性アミノ酸であるから『Cは アスパラギン酸 』

Cの分子式の考察

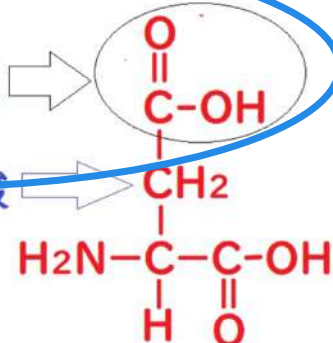


よって、 $\text{C} = \text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_4$

メモ不要

化合物Xの場合にはここはアミド結合しない

CH₂が一つはアスパラギン酸



考察終了

問8、問9の注釈: “18行目～20行目の記述” から、Xは、A（メタノール）とB（フェニルアラニン）からなるエステルのアミノ基に対して、C（アスパラギン酸）のカルボキシル基が結合したものである。ちなみに、C（アスパラギン酸）はカルボキシル基を2つもっているが、Xは“グリシン2分子からなるジペプチドの誘導体”であることから、側鎖のカルボキシル基（ $-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ）が結合したものではない。

問1の解答:(イ)ニヒドリン、(ロ)カルボキシル、(ハ)1、(ニ)2
(ホ)ベンゼン環、(ヘ)エステル

問2の解答:ヨードホルム

問4の解答:ギ酸

問6の解答:キサントプロテイン反応

問8の解答:

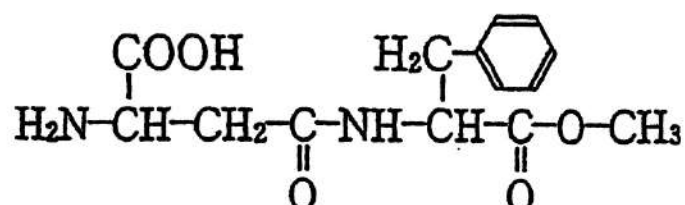
問3の解答:CH₃OH

問5の解答:両性電解質(両性化合物)

問7の解答:C₉H₁₁NO₂

フェニルアラニン

問9の解答:



メモ不要



問8, 問9の注釈: “18行目~20行目の記述” から、Xは、A (メタノール) とB (フェニルアラニン) からなるエステルのアミノ基に対して、C (アスパラギン酸) のカルボキシル基が結合したものである。ちなみに、C (アスパラギン酸) はカルボキシル基を2つもっているが、Xは“グリシン2分子からなるジペプチドの誘導体”であることから、側鎖のカルボキシル基 (—CH₂—COOH) が結合したものではない。

問1の解答:(イ)ニヒドリン、(ロ)カルボキシル、(ハ)1、(ニ)2
(ホ)ベンゼン環、(ヘ)エステル

問2の解答:ヨードホルム

問4の解答:ギ酸

問6の解答:キサントプロテイン反応

問8の解答:

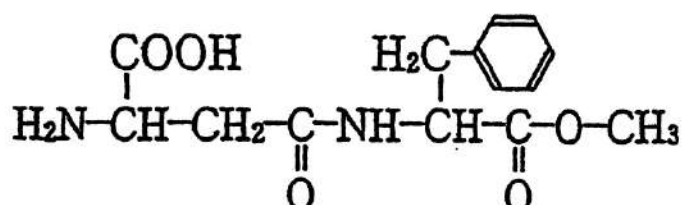
問3の解答:CH₃OH

問5の解答:両性電解質(両性化合物)

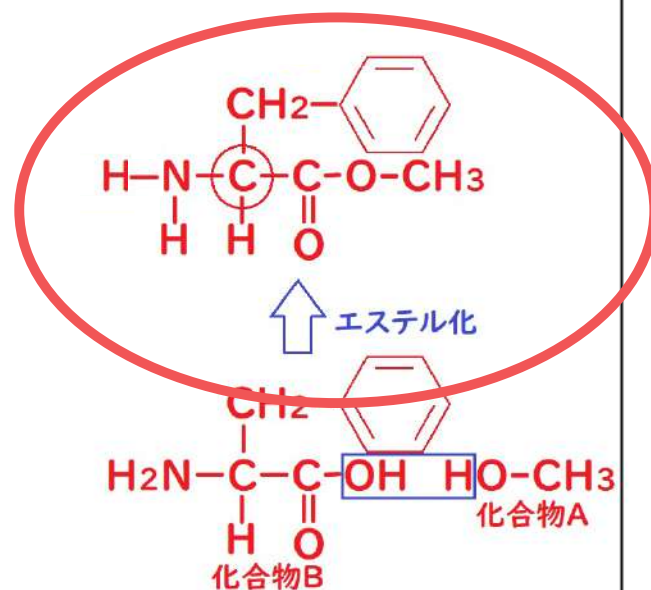
問7の解答:C₉H₁₁NO₂

フェニルアラニン

問9の解答:



メモ不要



問8, 問9の注釈: “18行目~20行目の記述” から、Xは、A (メタノール) とB (フェニルアラニン) からなるエステルのアミノ基に対して、C (アスパラギン酸) のカルボキシル基が結合したものである。ちなみに、C (アスパラギン酸) はカルボキシル基を2つもっているが、Xは“グリシン2分子からなるジペプチドの誘導体”であることから、側鎖のカルボキシル基 (−CH₂−COOH) が結合したのではない。

問1の解答:(イ)ニヒドリン、(ロ)カルボキシル、(ハ)1、(ニ)2
(ホ)ベンゼン環、(ヘ)エステル

問2の解答:ヨードホルム

問4の解答:ギ酸

問6の解答:キサントプロテイン反応

問8の解答:

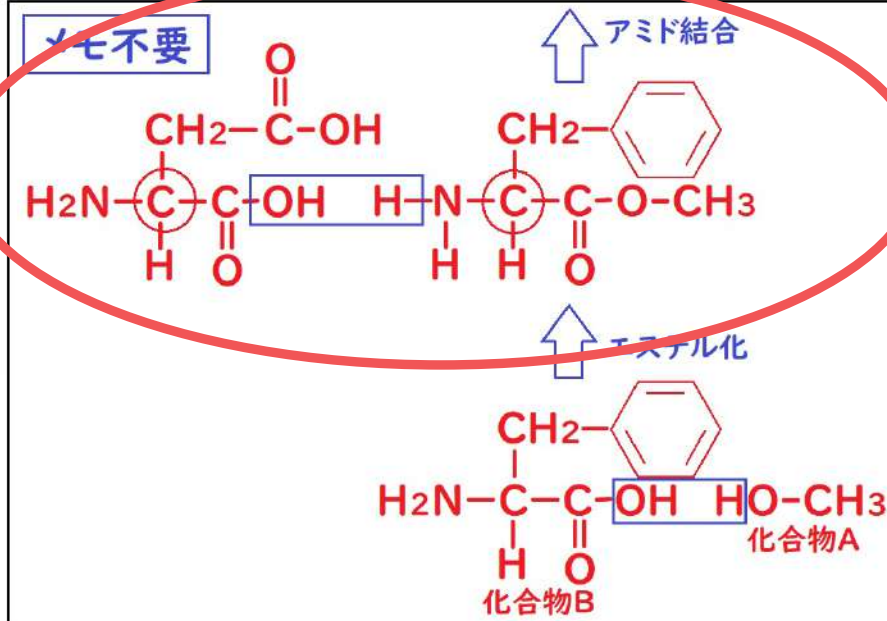
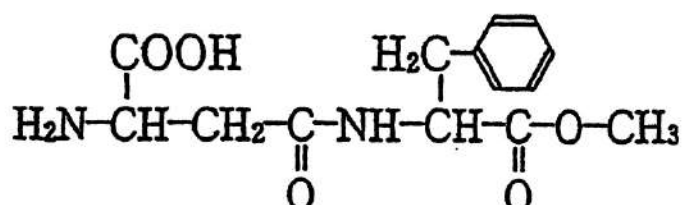
問3の解答:CH₃OH

問5の解答:両性電解質(両性化合物)

問7の解答:C₉H₁₁NO₂

フェニルアラニン

問9の解答:



問8, 問9の注釈: “18行目~20行目の記述” から、Xは、A (メタノール) とB (フェニルアラニン) からなるエステルのアミノ基に対して、C (アスパラギン酸) のカルボキシル基が結合したものである。ちなみに、C (アスパラギン酸) はカルボキシル基を2つもっているが、Xは“グリシン2分子からなるジペプチドの誘導体”であることから、側鎖のカルボキシル基 (—CH₂—COOH) が結合したものではない。

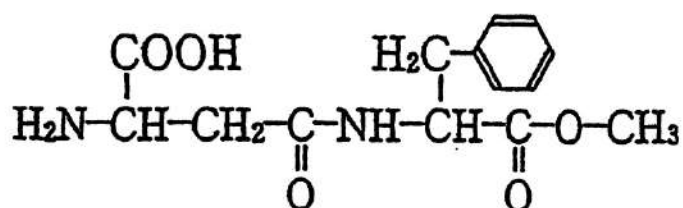
問1の解答:(イ)ニヒドリン、(ロ)カルボキシル、(ハ)1、(ニ)2
(ホ)ベンゼン環、(ヘ)エステル

問2の解答:ヨードホルム

問4の解答:ギ酸

問6の解答:キサントプロテイン反応

問8の解答:

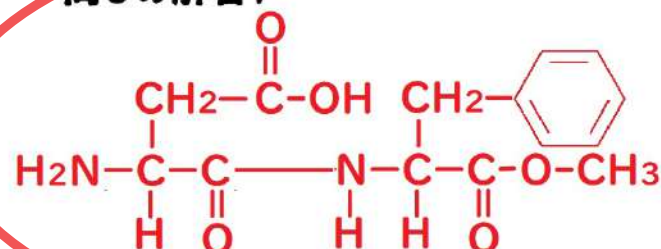


問3の解答:CH₃OH

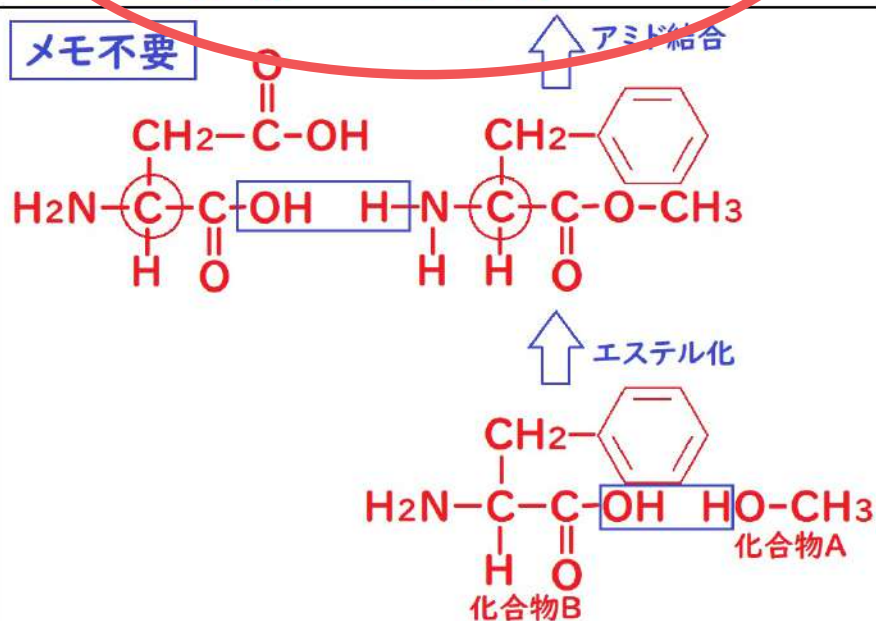
問5の解答:両性電解質(両性化合物)

問7の解答:C₉H₁₁NO₂

問9の解答:



メモ不要



問8, 問9の注釈: “18行目~20行目の記述” から、Xは、A (メタノール) とB (フェニルアラニン) からなるエステルのアミノ基に対して、C (アスパラギン酸) のカルボキシル基が結合したものである。ちなみに、C (アスパラギン酸) はカルボキシル基を2つもっているが、Xは“グリシン2分子からなるジペプチドの誘導体”であることから、側鎖のカルボキシル基 (—CH₂—COOH) が結合したものではない。

問1の解答:(イ)ニンヒドリン、(ロ)カルボキシル、(ハ)1、(ニ)2
(ホ)ベンゼン環、(ヘ)エステル

問2の解答:ヨードホルム

問4の解答:ギ酸

問6の解答:キサントプロテイン反応

問8の解答:

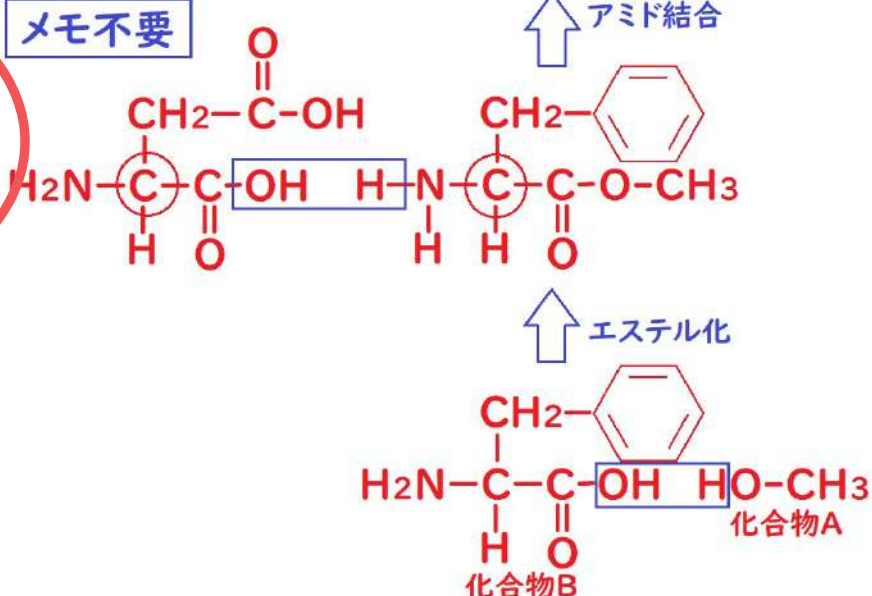
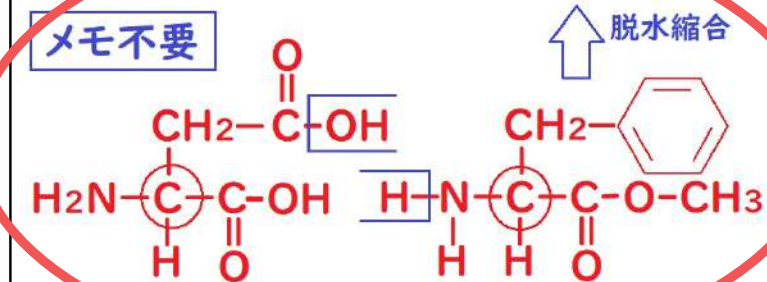
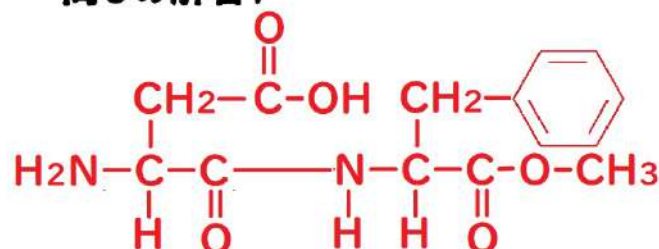
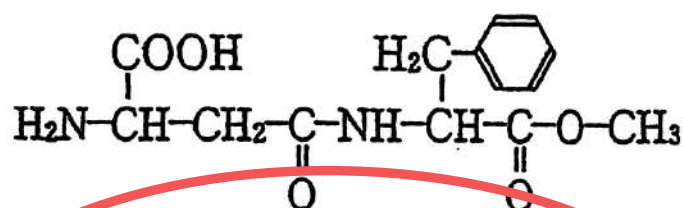
問3の解答:CH₃OH

問5の解答:両性電解質(両性化合物)

問7の解答:C₉H₁₁NO₂

フェニルアラニン

問9の解答:



問8、問9の注釈: “18行目~20行目の記述” から、Xは、A (メタノール) とB (フェニルアラニン) からなるエステルのアミノ基に対して、C (アスパラギン酸) のカルボキシル基が結合したものである。ちなみに、C (アスパラギン酸) はカルボキシル基を2つもっているが、Xは“グリシン2分子からなるジペプチドの誘導体”であることから、側鎖のカルボキシル基 (—CH₂—COOH) が結合したものではない。

お疲れ様でした。

