

2022年度私大医学部入試 解答速報(解説付き)

東京医科大学【化学】

解答速報 実施大学

- ◆杏林(医)
- ◆東京医科
- ◇埼玉医科(後期)
- ◆東北医科薬科
- ◆埼玉医科(前期)
- ◇日本医科(後期)
- ◆関西医科(前期)
- ◆東京慈恵会医科
- ◇昭和医科(II期)
- ◆近畿(医/前期)
- ◆大阪医科薬科(前期)
- ◆昭和(医/ I 期)

私大医学部後期入試対策講座受付中！

後期入試対策講座 実施大学

講座詳細は下記まで
お問い合わせください

受講料
無料

【東京お茶の水校】

・金沢医科 ・久留米(医) ・埼玉医科 ・昭和(医) ・聖マリアンナ医科 ・日本医科

【大阪梅田校】

・大阪医科薬科 ・金沢医科 ・関西医科 ・近畿(医) ・久留米(医) ・藤田医科



医学部・医系 専門予備校

進学塾ビッグバン

東京お茶の水校

大阪梅田校



イ シ ャ ニ ナ ロウ
0120-148-276

www.bigbang-web.jp

進学塾ビッグバン

検索

1	小問集合	難易度：標準
<p>誤りを含むものという問いと誤りを含まないものという問いが混在している上に、すべて正しいあるいはすべて誤りという選択もあるので、全選択肢に目を通さざるを得ず、時間がかかる。ただし、今年は例年よりは素直な選択肢が多かった。</p>		
2	アセチレンの製法と反応、クメン法	難易度：易
<p>読み降ろしの知識問題。完答が必要である。</p>		
3	電離平衡	難易度：やや易
<p>重水溶液を扱っているが、水溶液と同様に公式に数値を代入するだけである。塩の加水分解は、医学部受験生ならば誘導するまでもないはずである。完答が必要である。</p>		
4	ペプチドのアミノ酸配列決定	難易度：標準
<p>トリプシンやキモトリプシンではない（架空の）酵素で切断するのは見慣れないが、不斉炭素原子の数からすぐに配列は決められる。その後分子量を求めるところなど、ミスもあるだろうが、完答のみではなく部分点をもらえるので、大幅失点はない。</p>		
全体		難易度：やや易
<p>ここ数年と比べて、かなり易しくなった。設問総数も計算量も減少したので、時間的にも楽であった。大問1の正誤も素直な選択肢が多く迷うことも少なかったであろう。大問4のアミノ酸配列決定は、特にヒネリもないので、やり慣れているかどうか、ここで差がついたであろう。最低ラインは他科目の出来によるが、合格者平均は80%近いと思われる。</p>		

1

解答

問1 ② 問2 ⑥ 問3 ⑥ 問4 ⑥ 問5 ④

解説

問1 ② 誤り。分子式 C_2H_6O にはエタノール C_2H_5OH とジメチルエーテル CH_3OCH_3 の二つの構造異性体があるが、分子間で水素結合を形成するエタノールの方が、沸点が高い。他の選択肢は正しい。

問2 ① 誤り。電解質や非電解質は物質の分類であり、現象を表す用語ではない。

② 誤り。1-ドデカノールは親水性のヒドロキシ基をもつが、疎水性のアルキル基が大きいので、水に溶けにくい。

③ 誤り。気体の溶解度の定義は一つではないが、現行課程の高校教科書では、「気体の圧力(分圧)が 1.013×10^5 Pa のときに溶媒 1 L に溶ける気体の最大物質質量 [mol]」で表す。溶媒 1 mL で表すことはあるが、圧力(分圧)1.00 Pa で表すことはない。

④ 誤り。モル濃度は、溶媒 1.00 L ではなく、溶液 1.00 L に溶けている溶質の物質質量 [mol] で表した濃度である。

⑤ 誤り。両方の液面の高さを同じにするには、水を入れた側ではなく、水溶液を入れた側の液面に正の圧力を加える。

問3 ① 誤り。正反応と逆反応のいずれの活性化エネルギーも小さくなる。

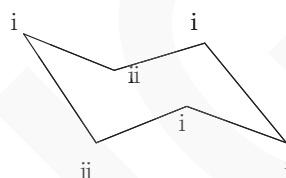
② 誤り。正反応と逆反応の反応速度は等しいが、反応速度定数は等しくはない(ただし、平衡定数が1という限定された可逆反応については、平衡状態か否かによらず等しいが)。

③ 誤り。正反応と逆反応の反応速度は等しいときが平衡状態である。

④ 誤り。見かけ上反応が止まっても、正反応と逆反応がともに起こっている。

⑤ 誤り。反応が吸熱か発熱かは、平衡移動には関係するが、反応速度の大小には関係がない。運動エネルギーの小さい分子の割合が増えるほど、反応は遅く進行する。

問4 ① 誤り。図のように、炭素原子 3 個ずつは同一平面上にあるが、6 個すべてではない。



i の炭素原子は同一平面上、ii の炭素原子は同一平面上に存在する。

② 誤り。マレイン酸は二重結合を中心に対称な構造をもつので、鏡像が等しく、異性体ではない。

③ 誤り。塩化アンモニウムは水に溶けやすい。

④ 誤り。 $[Fe(CN)_6]^{3-}$ は正八面体構造である。

⑤ 誤り。RNA は一本鎖構造である。二重らせん構造をしているのは DNA である。

問5 ① 誤り。1.00 Pa は、 1.00 m^2 の面積に 1.00 N の力がはたらくときの圧力である。

② 誤り。同じ温度では、分子の熱運動の速さは、分子量が小さいほど大きい。

③ 誤り。この現象を表す用語は、昇華ではなく蒸発である。

④ 正しい。

⑤ 誤り。この点は、三重点ではなく、臨界点である。

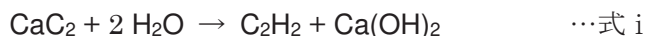
2

解答

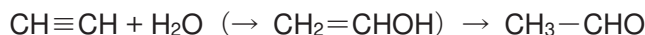
問 1 ②, ⑤, ⑥ 問 2 ④ 問 3 ①, ⑦, ⑧ 問 4 ② 問 5 ② 問 6 ④, ⑨ 問 7 ⑦

解説

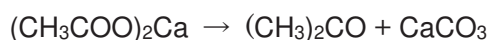
実験 1 硫酸水銀(II)を触媒に用いる反応ということから、炭素間三重結合への水付加が想起され、前後の文章から、気体 A はアセチレンと推測される。化合物 X は炭化カルシウム、化合物 B は水酸化カルシウムである。



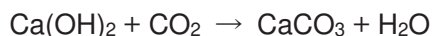
A に水を付加させると、ビニルアルコールを経てアセトアルデヒド(化合物 C)になる。



C を酸化すると酢酸(化合物 D)になり、これを水酸化カルシウムで中和すると、酢酸カルシウム(化合物 E)になる。E を乾留するとアセトン(有機化合物 F)が生成する。

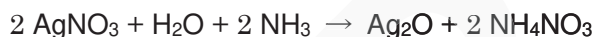


実験 2 B の水溶液(石灰水。白濁液は石灰乳)に二酸化炭素を通じると、炭酸カルシウムが析出する。さらに吹き込み続けると、炭酸水素カルシウムになって溶解する。



この水溶液の炎色反応は、カルシウムの橙色を示す。

実験 3 硝酸銀水溶液にアンモニアを通じると、酸化銀(沈殿 G)が析出する。



アンモニア性硝酸銀水溶液に C を加えると、銀鏡反応が起こる。



アンモニア性硝酸銀水溶液に A を通じると、銀アセチリドが生成する。



実験 4 鉄触媒下で A が 3 分子重合すると、ベンゼン(化合物 H)が生成する。

H が酸触媒下でプロペンと反応すると、クメン(化合物 I)が生成する。これを酸化するとクメンヒドロペルオキシドになり、酸分解するとフェノールとアセトン(化合物 F)が生成する。ここで、実験 1 での推測が正しかったとわかる。

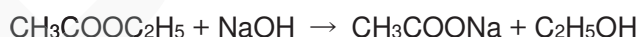
問 1 A アセチレンと同じく水上置換で捕集する気体は、水に溶けにくい CO, O₂, H₂である。

問 2 B の慣用名は消石灰である。

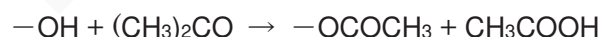
問 3 ① ヨードホルム反応で、生成物に酢酸ナトリウムが含まれる。



⑦ エステルのけん化で、生成物に酢酸ナトリウムが含まれる。



⑧ アセチル化で、生成物に酢酸が含まれる。



問 4 E は酢酸カルシウムである。

問 5 F はアセトンである。

問6 過剰のアンモニアと錯イオンを形成するのは、 Ag^+ 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} である。

問7 混合物 100.0 g 中に含まれる X 炭化カルシウム (式量 64.1) の質量を w [g] とすると、式 i の係数より、次の関係が成り立つ。

$$w[\text{g}] \times \frac{5.00 \text{ g}}{100.0 \text{ g}} \times \frac{1}{64.1 \text{ g/mol}} = \frac{1.00 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \quad \therefore w = 57.2 \text{ g}$$

3

解答

問1 ⑨ 問2 ④ 問3 ⑤ 問4 ⑧

解説

問1 重水 D_2O の分子量は、 $2 \times 2.01 + 16.0 = 20.02 \approx 20$ である。重水 1 kg について考えると、

$$\frac{1000 \text{ g}}{20 \text{ g/mol}} \approx 50 \text{ mol} \text{ 含まれるから, } 50 \text{ mol/kg} \text{ になる。}$$

問2 重水のイオン積 $[\text{D}^+][\text{DH}^-] = 10^{-14.88} (\text{mol/L})^2$ より、中性の重水中の $[\text{D}^+] = [\text{DH}^-] = 10^{-7.44} \text{ mol/L}$ である。したがって、 $\text{pD} = 7.44$ になる。

問3 重酢酸の重水溶液でも酢酸水溶液と同様に、酸のモル濃度 c [mol/L]、電離定数 K_a [mol/L] として、

$$[\text{D}^+] = \sqrt{cK_a} = \sqrt{0.10 \times 4.8 \times 10^{-6}} = 2^2 \sqrt{3} \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{pD} = -2 \log_{10} 2 - \frac{1}{2} \log_{10} 3 + 4 = 4 - 0.602 - 0.2385 = 3.15 \approx 3.2$$

問4 重酢酸ナトリウム溶液でも酢酸ナトリウム水溶液と同様に、イオン積を K_w [mol²/L²] として、

$$[\text{D}^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{c}} = \sqrt{\frac{4.8 \times 10^{-6} \times 10^{-14.88}}{0.10}} = 2^2 \sqrt{3} \times 10^{-10.44} \text{ mol/L}$$

$$\text{pD} = -2 \log_{10} 2 - \frac{1}{2} \log_{10} 3 + 10.44 = 10.44 - 0.602 - 0.2385 = 9.59 \approx 9.6$$

(参考) 問4の公式は以下のように導かれる。

まず $\text{CD}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CD}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$ と塩が完全電離する。生じた陰イオンはブレンステッド塩基で、電離平衡になる。



はじめ c $-$ 0 0

平衡時 $c-x$ $-$ x x

$$\text{電離定数に代入して, } K_b = \frac{[\text{CD}_3\text{COOH}][\text{OD}^-]}{[\text{CD}_3\text{COO}^-]} = \frac{x^2}{c-x}$$

通常の濃度では、 $c-x \approx c$ と近似できるので、 $x = \sqrt{cK_b}$

$$\text{ここで, } K_b = \frac{[\text{CD}_3\text{COOD}][\text{OD}^-][\text{D}^+]}{[\text{CD}_3\text{COO}^-][\text{D}^+]} = x = \sqrt{c \frac{K_w}{K_a}} \text{ より, } x = \sqrt{c \frac{K_w}{K_a}}$$

$$\text{イオン積より, } [\text{D}^+] = \frac{K_w}{[\text{OD}^-]} = \frac{K_w}{\sqrt{c \frac{K_w}{K_a}}} = \sqrt{\frac{K_a K_w}{c}}$$

4

解答

問1 ③ 問2 ② 問3 ①, ⑤, ⑦, ⑧, ⑩ 問4 ③, ④, ⑤, ⑥, ⑨, ⑪

解説

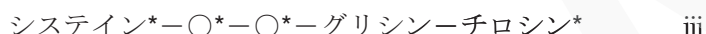
イより、ペプチドXをaで切断して得られたアミノ酸AはXのN末端にあり、bで切断して得られたアミノ酸CはXのC末端にある。

ウより、PbSの黒色沈殿が生成したアミノ酸Aは含硫アミノ酸で、アミノ酸Ⅲのシステインである。

エより、キサントプロテイン反応に陽性なアミノ酸Cは芳香族アミノ酸で、アミノ酸Ⅱのチロシンである。Cを含むペプチドFがC末端側で、ペプチドEはN末端側になる。

オより、Xを酵素で切断して得られたペプチドのうち、ビウレット反応に陰性なペプチドEとペプチドHはジペプチドで、ペプチドFとペプチドGはトリペプチド以上である。

イに戻って、ペプチドFが不斉炭素原子を2個もち、トリペプチド以上であることから、不斉炭素原子をもたないグリシン(アミノ酸Ⅴ)を含み、アより同じアミノ酸が複数含まれないから、グリシンを一つだけ含むトリペプチドである。Eがジペプチドなので、Xはペプタペプチドである。ここまでで、グリシンの位置によって次の3通りが考えられる。



iをEとF、GとHの二通りに切断すると、システイン^{*}-グリシンは不斉炭素原子を一つしかもたないから不適である。iiiも同様であり、iiとわかる。よって、Eはシステイン^{*}-O^{*}、Fはグリシン-O^{*}-チロシン^{*}である。

カより、pH6.0で陽極方向へ移動する、pH6.0で負電荷をもつアスパラギン酸(アミノ酸Ⅳ)がEに含まれる。

カより、pH6.0で陰極方向へ移動する、pH6.0で正電荷をもつリシン(アミノ酸Ⅰ)がEに含まれる。以上よりXは、システイン-アスパラギン酸-グリシン-リシン-チロシンである。

問1 アミノ酸Aはアミノ酸Ⅲのシステインである。

問2 アミノ酸Cはアミノ酸Ⅱのチロシンである。

問3 各ペプチドの分子量(整数値)は、X: $121+133+75+146+181-4\times 18=584$

B: $584+18-121=481$, D: $584+18-181=421$, E: $121+133-18=236$,

F: $584+18-236=366$, H: $146+181-18=309$, G: $584+18-309=293$

① B: $481>D: 421$, 正しい。

② E: $236<F: 366$, 誤り。

③ E: $236<H: 309$, 誤り。

④ F: $366<D: 421$, 誤り。

⑤ F: $366>G: 293$, 正しい。

⑥ G: $293<B: 481$, 誤り。

⑦ H: $309>G: 293$, 正しい。

⑧ A: $121>D-A: 236-121=115$, 正しい。

⑨ A: $121<H-C: 309-181=128$, 誤り。

⑩ C : 181 < F - C : 366 - 181 = 185, 誤り。

⑪ C : 181 > G - A : 293 - 121 = 172, 正しい。

問4 ペプチドXをアミノ酸I～Vで表すと、Ⅲ-Ⅳ-V-I-II

① 誤り。GはIを含まない。

② 誤り。BとFはⅢを含まない。

③, ④, ⑤ 正しい。

⑥ 正しい。Bはテトラペプチドでビウレット反応する。

⑦ 誤り。Aは移動しない。

⑧ 誤り。Cは移動しない。

⑨ 正しい。Dからは移動しないシステインとグリシン, 陰極へ移動するリシン, 陽極へ移動するアスパラギン酸が生成する。

⑩ 誤り。Gからは陰極へ移動するリシンが生成しない。

⑪ 正しい。Dからは移動しないシステインとグリシン, 陰極へ移動するリシンが生成する。