TMPS医学館　過去問解説図書館

化　学

東北医科薬科大学医学部　2024年度型
そっくり類題セット

※ これは東北医科薬科大学の入試問題ではありません。
2024年度の出題形式（大問の数・設問の構成・解答形式）をもとに、
TMPS医学館が題材や数値・設定を変えて作成したオリジナル問題です。

試験時間の目安：60分（本番は理科2科目で120分）

大問	ページ	時間配分の目安
【I】（酸化還元・滴定）	2	13分
【II】（電離平衡・緩衝液）	5	17分
【III】（芳香族化合物）	7	14分
【IV】（核酸・ペプチド）	10	11分（見直し5分）

注意事項

1. 問題は【I】〜【IV】の全4題，解答欄は 1 〜 26 。すべて「解答群から選ぶ」形式（マーク式を想定）。
2. 各欄の解答群の番号（①〜）から，当てはまるものを1つずつ選ぶ。
3. 必要な原子量・定数は【I】の冒頭に示す。解答・解説は，解説ページ（TMPS医学館の過去問解説図書館）に掲載している。

【I】

必要ならば，つぎの数値を用いなさい。原子量：H＝1.00，C＝12.0，N＝14.0，O＝16.0，Na＝23.0，Cl＝35.5，K＝39.0，Cr＝52.0，Mn＝55.0。対数値：$\log_{10} 2 = 0.301$，$\log_{10} 3 = 0.477$。なお，気体はすべて理想気体であるものとし，0℃，1.013×10^5 Pa（標準状態）におけるモル体積は 22.4 L/mol とする。

つぎの文章を読んで，以下の問いに答えよ。

硫酸酸性条件下で，二クロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$ が酸化剤としてはたらくときのイオン反応式は，式(1)のように表される。

$Cr_2O_7^{2-} +$ ア $H^+ +$ イ $e^- \rightarrow 2Cr^{3+} +$ ウ H_2O ……式(1)

同じ条件で，過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ が酸化剤としてはたらくときは式(2)，シュウ酸 $(COOH)_2$ が還元剤としてはたらくときは式(3)，酸素 O_2 が酸化剤としてはたらくときは式(4)で表される。

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ ……式(2)　　$(COOH)_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-$ ……式(3)

$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ ……式(4)

問1 ア ～ ウ にあてはまる係数の正しい組合せを選び，その番号を 1 にマークしなさい。

	ア	イ	ウ
①	7	3	7
②	7	6	7
③	14	3	7
④	14	6	4
⑤	14	6	8
⑥	14	6	7
⑦	14	7	7
⑧	16	6	7
⑨	14	12	7
⑩	28	6	7

問2 つぎの記述のうち，正しいものの組合せを選び，その番号を 2 にマークしなさい。

a ナトリウム Na の単体は，常温の水と激しく反応して水素 H_2 を発生する。
b マグネシウム Mg の単体は，常温の水と激しく反応して水素 H_2 を発生する。
c 鉛 Pb の単体は，希塩酸や希硫酸によく溶けて水素 H_2 を発生する。
d アルミニウム Al の単体は，濃硝酸には不動態をつくって溶けにくい。
e 銀 Ag の単体は，希硫酸に溶けて水素 H_2 を発生する。

① (a, b)　② (a, c)　③ (a, d)　④ (a, e)　⑤ (b, c)
⑥ (b, d)　⑦ (b, e)　⑧ (c, d)　⑨ (c, e)　⑩ (d, e)

問3 つぎの a〜e において，下線で示す原子の酸化数が大きい順に並べたものの正しい組合せを選び，その番号を 3 にマークしなさい。

a $\mathrm{H\underline{N}O_3} > \mathrm{\underline{N}_2O} > \mathrm{\underline{N}O} > \mathrm{\underline{N}H_3}$
b $\mathrm{K\underline{Mn}O_4} > \mathrm{\underline{Mn}SO_4} > \mathrm{\underline{Mn}O_2} > \mathrm{\underline{Mn}}$
c $\mathrm{H_2\underline{S}O_4} > \mathrm{\underline{S}O_2} > \mathrm{\underline{S}_8} > \mathrm{H_2\underline{S}}$
d $\mathrm{H\underline{Cl}O_4} > \mathrm{Na\underline{Cl}O} > \mathrm{K\underline{Cl}O_3} > \mathrm{\underline{Cl}_2}$
e $\mathrm{K_2\underline{Cr}_2O_7} > \mathrm{\underline{Cr}Cl_3} > \mathrm{\underline{Cr}Cl_2} > \mathrm{\underline{Cr}}$

① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d) ④ (a, e) ⑤ (b, c)
⑥ (b, d) ⑦ (b, e) ⑧ (c, d) ⑨ (c, e) ⑩ (d, e)

問4 つぎの a〜d の反応において，下線で示す原子が酸化されたものをすべて含んだ組合せを選び，その番号を 4 にマークしなさい。

a $\mathrm{2K\underline{I} + Cl_2 \rightarrow 2KCl + I_2}$
b $\mathrm{2Na + 2\underline{H_2}O \rightarrow 2NaOH + H_2}$
c $\mathrm{\underline{Mg} + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2}$
d $\mathrm{\underline{Cl_2} + 2KBr \rightarrow 2KCl + Br_2}$

① a, b ② a, c ③ a, d ④ b, c ⑤ b, d
⑥ c, d ⑦ a, b, c ⑧ a, b, d ⑨ a, c, d ⑩ b, c, d

問5 シュウ酸 $(\mathrm{COOH})_2$ の水溶液を，硫酸酸性下で $\mathrm{KMnO_4}$ 水溶液を用いて滴定する。この滴定に関するつぎの記述のうち，正しいものをすべて含んだ組合せを選び，その番号を 5 にマークしなさい。

a $\mathrm{KMnO_4}$ は酸化剤であるとともに，終点を知らせる指示薬の役割も兼ねる。
b 反応を速めるため，シュウ酸水溶液を約 70℃ に温めてから滴定する。
c 硫酸の代わりに塩酸を加えて酸性にしても，塩化物イオンは酸化されないので問題なく滴定できる。
d 終点は，滴下した $\mathrm{KMnO_4}$ 水溶液の赤紫色が消えずに残ったときである。

① a, b ② a, c ③ a, d ④ b, c ⑤ b, d
⑥ c, d ⑦ a, b, c ⑧ a, b, d ⑨ a, c, d ⑩ b, c, d

問6 濃度未知のシュウ酸水溶液 25.0 mL を，硫酸酸性下，2.00×10^{-2} mol/L の $\mathrm{KMnO_4}$ 水溶液で滴定したところ，20.0 mL 滴下したところで終点に達した。このシュウ酸水溶液のモル濃度〔mol/L〕はいくつか。最も近い値を選び，その番号を 6 にマークしなさい。

① 1×10^{-2} ② 1.6×10^{-2} ③ 2×10^{-2} ④ 3.2×10^{-2} ⑤ 3.6×10^{-2}
⑥ 4×10^{-2} ⑦ 6.4×10^{-2} ⑧ 8×10^{-2} ⑨ 1×10^{-1} ⑩ 1.6×10^{-1}

問7 水質汚濁の指標に COD（化学的酸素要求量）〔mg/L〕がある。これは，水中の有機化合物を酸化分解するのに必要な酸素 O_2 の量を表したものである。酸性条件で $K_2Cr_2O_7$ と O_2 が酸化剤としてはたらくときのイオン反応式は，それぞれ式(1)と式(4)で表され，酸化に必要な $K_2Cr_2O_7$ の量を O_2 の必要量に換算して COD を求める。ある池の水 1.0 L 中の有機化合物の酸化に要した $K_2Cr_2O_7$ の物質量を求めたところ 5.0×10^{-4} mol であった。この池の水 1.0 L の有機化合物を酸化分解するのに必要な O_2 の質量は何 mg か。最も近い値を選び，その番号を 7 にマークしなさい。

① 4.8　② 9.6　③ 12　④ 16　⑤ 24

⑥ 36　⑦ 48　⑧ 64　⑨ 96　⑩ 144

【II】

つぎの文章を読んで，以下の問いに答えよ。ただし，各水溶液中での水の電離平衡は無視できるものとする。

血液や細胞内の水溶液では，炭酸 H_2CO_3 と炭酸水素イオン HCO_3^- による緩衝作用がはたらいて，pH が一定に保たれている。炭酸は2価の弱酸で，水溶液中で式(1)，(2)のように2段階に電離する。

$H_2CO_3 \rightleftarrows H^+ + HCO_3^-$ ……式(1)　　$HCO_3^- \rightleftarrows H^+ + CO_3^{2-}$ ……式(2)

式(1)，(2)の電離定数（25℃）を K_1，K_2 とすると，$K_1 = 4.0 \times 10^{-7}$ mol/L，$K_2 = 4.0 \times 10^{-11}$ mol/L である。K_2 は K_1 より極めて小さいので，式(1)の電離だけを考えればよいときは，式(2)の電離は無視できる。また，電離度 α は 1 に比べて極めて小さく，$1 - \alpha \fallingdotseq 1$ と近似できるものとする。

問1 H_2CO_3 と $NaHCO_3$ の混合水溶液に少量の酸を加えると，H^+ は［ア］と反応して［イ］になり，pH はほとんど変化しない。少量の塩基を加えると，OH^- は［ウ］と反応して［エ］になる。［ア］～［エ］にあてはまるものの正しい組合せを選び，その番号を［8］にマークしなさい。

	ア	イ	ウ	エ
①	H_2CO_3	HCO_3^-	HCO_3^-	H_2CO_3
②	HCO_3^-	CO_3^{2-}	H_2CO_3	HCO_3^-
③	CO_3^{2-}	HCO_3^-	H_2CO_3	HCO_3^-
④	HCO_3^-	H_2CO_3	HCO_3^-	CO_3^{2-}
⑤	H_2CO_3	CO_3^{2-}	HCO_3^-	H_2CO_3
⑥	HCO_3^-	CO_3^{2-}	HCO_3^-	H_2CO_3
⑦	HCO_3^-	H_2CO_3	H_2CO_3	HCO_3^-
⑧	H_2CO_3	HCO_3^-	H_2CO_3	HCO_3^-
⑨	CO_3^{2-}	HCO_3^-	HCO_3^-	CO_3^{2-}
⑩	HCO_3^-	H_2CO_3	CO_3^{2-}	HCO_3^-

問2 標準状態で 0.672 L の二酸化炭素 CO_2 をすべて水に溶かして全量を 0.500 L とし，溶けた CO_2 はすべて H_2CO_3 になったものとする。この H_2CO_3 水溶液のモル濃度〔mol/L〕はいくつか。最も近い値を選び，その番号を［9］にマークしなさい。

① 1.2×10^{-2}　② 2×10^{-2}　③ 3×10^{-2}　④ 3.6×10^{-2}　⑤ 4.5×10^{-2}

⑥ 5×10^{-2}　⑦ 5.4×10^{-2}　⑧ 6×10^{-2}　⑨ 1.2×10^{-1}　⑩ 1.5×10^{-1}

問3 1.0×10^{-1} mol/L の H_2CO_3 水溶液（25℃）で，式(1)の電離度はいくつか。最も近い値を選び，その番号を［10］にマークしなさい。

① 6.3×10^{-4}　② 1×10^{-3}　③ 1.6×10^{-3}　④ 2×10^{-3}　⑤ 3.2×10^{-3}

⑥ 4×10^{-3}　⑦ 6.3×10^{-3}　⑧ 2×10^{-2}　⑨ 6.3×10^{-2}　⑩ 2×10^{-1}

問4 1.6×10^{-1} mol/L の H_2CO_3 水溶液（25℃）の pH はいくつか。最も近い値を選び，その番号を 11 にマークしなさい。ただし，式(1)の電離だけが成り立つものとする。

① 3.10 ② 3.20 ③ 3.30 ④ 3.40 ⑤ 3.50

⑥ 3.60 ⑦ 3.70 ⑧ 3.80 ⑨ 3.90 ⑩ 4.00

問5 2.00×10^{-1} mol の H_2CO_3 と 4.00×10^{-1} mol の炭酸水素ナトリウム $NaHCO_3$ を量りとり，水を加えて全量を 1.00 L とした。式(1)の電離平衡のみが成り立ち，式(2)の電離が無視できるとして，この水溶液（25℃）の pH はいくつか。最も近い値を選び，その番号を 12 にマークしなさい。ただし，水溶液中で $NaHCO_3$ は Na^+ と HCO_3^- に完全に電離したものとする。

① 6.10 ② 6.40 ③ 6.50 ④ 6.60 ⑤ 6.70

⑥ 6.80 ⑦ 7.00 ⑧ 7.30 ⑨ 7.40 ⑩ 7.70

問6 炭酸水素ナトリウム $NaHCO_3$ 水溶液に水酸化ナトリウム NaOH を適量加えたところ，水溶液中の炭酸水素イオン HCO_3^- と炭酸イオン CO_3^{2-} の物質量比（HCO_3^- : CO_3^{2-}）が 10 : 1 となった。このときの水溶液（25℃）の pH はいくつか。最も近い値を選び，その番号を 13 にマークしなさい。

① 8.40 ② 8.70 ③ 9.00 ④ 9.40 ⑤ 9.70

⑥ 10.0 ⑦ 10.4 ⑧ 10.7 ⑨ 11.0 ⑩ 11.4

【III】

つぎの文章を読んで，以下の問いに答えよ。

芳香族化合物 A〜D を含むジエチルエーテル（エーテル）溶液がある。これらの物質を分離する目的で，つぎの操作を行い，芳香族化合物 A〜D を得た。ただし，操作 (a)〜(c) は，希塩酸，水酸化ナトリウム水溶液，炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜる操作のいずれか（異なる操作）であり，すべての分離および操作は完全に行われたものとする。

（手順1）エーテル溶液に操作 (a) を行うと，水層とエーテル層に分かれた。水層に操作 (b) を行うと，A が得られた。

（手順2）手順1のエーテル層に操作 (c) を行うと，水層とエーテル層に分かれた。水層に操作 (b) を行うと，B が得られた。

（手順3）手順2のエーテル層に操作 (b) を行うと，水層とエーテル層に分かれた。水層に操作 (c) を行うと，C が得られた。

（手順4）手順3のエーテル層を蒸発させると，D が得られた。

（実験1）A の水溶液は酸性を示し，A に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体が発生した。A をメタノールでエステル化すると，特有の香りをもつ化合物が得られた。

（実験2）A〜D に塩化鉄 (III) 水溶液をそれぞれ加えると，B の水溶液だけが青色〜紫色に呈色した。

（実験3）C の水溶液にさらし粉水溶液を加えると，赤紫色に呈色した。

（実験4）D を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化し，反応液を酸性にすると，A が得られた。

問1 芳香族化合物 B に臭素水を加えたときに観察される変化として正しいものを選び，その番号を 14 にマークしなさい。

① 赤褐色の沈殿を生じる。
② 白色の沈殿を生じる。
③ 黒色の沈殿を生じる。
④ 黄色の沈殿を生じる。
⑤ 青色の沈殿を生じる。
⑥ 赤色の溶液になる。
⑦ 淡黄色の溶液になる。
⑧ 淡緑色の溶液になる。
⑨ 濃青色の溶液になる。
⑩ 紫色の溶液になる。

問2 操作(a)〜(c)の正しい組合せを選び，その番号を 15 にマークしなさい。

	操作(a)	操作(b)	操作(c)
①	希塩酸	水酸化ナトリウム水溶液	炭酸水素ナトリウム水溶液
②	希塩酸	炭酸水素ナトリウム水溶液	水酸化ナトリウム水溶液
③	水酸化ナトリウム水溶液	希塩酸	炭酸水素ナトリウム水溶液
④	水酸化ナトリウム水溶液	炭酸水素ナトリウム水溶液	希塩酸
⑤	炭酸水素ナトリウム水溶液	希塩酸	水酸化ナトリウム水溶液
⑥	炭酸水素ナトリウム水溶液	水酸化ナトリウム水溶液	希塩酸

問3 芳香族化合物 C，エチルアミン，アンモニアについて，同じモル濃度の水溶液における塩基性の強さの順を正しく表したものを選び，その番号を 16 にマークしなさい。

① 芳香族化合物 C ＞エチルアミン＞アンモニア
② 芳香族化合物 C ＞アンモニア＞エチルアミン
③ エチルアミン＞アンモニア＞芳香族化合物 C
④ エチルアミン＞芳香族化合物 C ＞アンモニア
⑤ アンモニア＞エチルアミン＞芳香族化合物 C
⑥ アンモニア＞芳香族化合物 C ＞エチルアミン

問4 ベンゼン環に2個の置換基を有する分子式 $C_9H_{10}O_2$ で表される芳香族化合物のうち，エステルは全部で何種類あるか。正しいものを選び，その番号を 17 にマークしなさい。ただし，置換基の位置の違い（o-，m-，p-）による異性体は区別して数え，立体異性体は考えないものとする。

① 3　② 4　③ 6　④ 8　⑤ 9
⑥ 10　⑦ 12　⑧ 14　⑨ 15　⑩ 18

問5 芳香族化合物 C 1.0 mol をジアゾ化して塩化ベンゼンジアゾニウムにするとき，亜硝酸ナトリウム $NaNO_2$ と塩化水素 HCl は理論上，それぞれ何 mol 必要か。正しい数値の組合せを選び，その番号を 18 にマークしなさい。

	$NaNO_2$	HCl
①	0.5	1.0
②	0.5	2.0
③	0.5	3.0
④	1.0	1.0
⑤	1.0	1.5
⑥	1.0	3.0
⑦	1.0	2.0
⑧	1.5	2.0
⑨	2.0	2.0
⑩	2.0	3.0

問6 2.44 g の芳香族化合物 A に，十分な量のメタノールと濃硫酸を作用させてエステル化した。この反応で実際に得られた安息香酸メチルは 2.04 g であった。この反応の収率（理論的に得ることができる目的物質の最大量と，実際に得られた目的物質の量との割合）は何% か。最も近い値を選び，その番号を 19 にマークしなさい。

① 60 ② 64 ③ 68 ④ 72 ⑤ 75

⑥ 78 ⑦ 82 ⑧ 86 ⑨ 90 ⑩ 94

【IV】

つぎの文章を読んで，以下の問いに答えよ。

核酸の構成単位は，リン酸と糖と塩基が結合した［ア］である。DNA の糖は［イ］，RNA の糖は［ウ］で，RNA だけにある塩基は［エ］である。DNA の2本のポリヌクレオチド鎖は，塩基どうしの［i］結合で結ばれて二重らせん構造をつくり，隣り合うヌクレオチドは，糖とリン酸の［ii］結合でつながっている。また，タンパク質は，約 20 種類の α-アミノ酸が脱水縮合して，主鎖に多数の［iii］結合をもった高分子である。

タンパク質の反応を調べるためのモデルとして，鎖状ペプチド A〜F を調製した。ペプチド A〜F は，つぎの枠内のジペプチドあるいはトリペプチドに対応する（左端がアミノ基側）。

Ala-Cys　Gly-Phe　Gly-Glu　Ala-Gly-Lys　Phe-Cys-Gly　Gly-Met-Glu

アミノ酸の分子量：グリシン（Gly）75，アラニン（Ala）89，システイン（Cys）121，フェニルアラニン（Phe）165，リシン（Lys）146，グルタミン酸（Glu）147，メチオニン（Met）149。

側鎖（R）：Gly は H，Ala は CH_3，Cys は CH_2SH，Phe は $CH_2C_6H_5$（ベンゼン環をもつ），Lys は $(CH_2)_4NH_2$，Glu は CH_2CH_2COOH，Met は $CH_2CH_2SCH_3$（R－CH（NH_2）COOH）。

（実験1）ペプチド A〜F のそれぞれに対して，［iii］結合を完全に加水分解したところ，ペプチド B，C，E では各ペプチド 1 mol に対して 2 mol の水 H_2O が反応した。

（実験2）ペプチド A〜F の各水溶液に濃硝酸を加えて熱すると，ペプチド C，D の水溶液のみ黄色になり，さらに C，D の水溶液にアンモニア水を加えて塩基性にすると，橙黄色になった。

（実験3）ペプチド A〜F のそれぞれに単体のナトリウムを加えて加熱・融解した後，酢酸酸性下，酢酸鉛(II) 水溶液を加えると，ペプチド C，E，F の水溶液のみ黒色沈殿を生じた。

問1 文章中の［ア］〜［エ］に入る語句の正しい組合せを選び，その番号を［20］にマークしなさい。

	［ア］	［イ］	［ウ］	［エ］
①	ヌクレオシド	デオキシリボース	リボース	ウラシル
②	ヌクレオシド	リボース	デオキシリボース	ウラシル
③	ヌクレオシド	デオキシリボース	リボース	チミン
④	ヌクレオチド	リボース	デオキシリボース	ウラシル
⑤	ヌクレオチド	リボース	デオキシリボース	チミン
⑥	ヌクレオチド	デオキシリボース	リボース	ウラシル
⑦	ヌクレオチド	デオキシリボース	リボース	チミン
⑧	ヌクレオシド	リボース	デオキシリボース	チミン

問2 文章中の i ～ iii に入る語句の正しい組合せを選び，その番号を 21 にマークしなさい。

	i	ii	iii
①	グリコシド	水素	アミド
②	水素	グリコシド	ペプチド
③	水素	エステル	ペプチド
④	水素	エーテル	アミド
⑤	エステル	水素	ペプチド
⑥	エステル	エーテル	アミド
⑦	グリコシド	エステル	ペプチド
⑧	水素	エステル	アミド

問3 ある2本鎖 DNA の各核酸塩基の物質量の割合を調べたところ，グアニンが 35 % であった。この DNA にはアデニンは何% 含まれているか。また，この2本鎖 DNA の1塩基対あたり，平均何本の i 結合が塩基対で形成されていることになるか。正しいものの組合せを選び，その番号を 22 にマークしなさい。

	アデニンの割合	平均の本数
①	15	2.4
②	15	2.5
③	15	2.6
④	15	2.7
⑤	35	2.4
⑥	35	2.5
⑦	35	2.6
⑧	35	2.7

問4 （実験2）の反応名および（実験3）で生成した黒色沈殿に該当する物質の正しい組合せを選び，その番号を 23 にマークしなさい。

	（実験2）の反応名	（実験3）で生成した黒色沈殿
①	ニンヒドリン反応	硫化鉛(II) PbS
②	ビウレット反応	硝酸鉛(II) $Pb(NO_3)_2$
③	ビウレット反応	硫化鉛(II) PbS
④	キサントプロテイン反応	酸化鉛(IV) PbO_2
⑤	キサントプロテイン反応	硝酸鉛(II) $Pb(NO_3)_2$
⑥	ニンヒドリン反応	酸化鉛(IV) PbO_2
⑦	キサントプロテイン反応	硫化鉛(II) PbS
⑧	ビウレット反応	酸化鉛(IV) PbO_2
⑨	ニンヒドリン反応	硝酸鉛(II) $Pb(NO_3)_2$

問5 ペプチド A〜F のうち，酸性アミノ酸を含んでいるペプチドの正しい組合せを選び，その番号を 24 にマークしなさい。

① (A, B)
② (A, C)
③ (A, D)
④ (A, E)
⑤ (B, C)
⑥ (B, D)
⑦ (B, E)
⑧ (C, D)
⑨ (C, E)
⑩ (E, F)

問6 ペプチド A〜F のうち，酸化剤を用いて穏やかに酸化すると，分子間でジスルフィド結合を形成するものはどれか。正しいものを選び，その番号を 25 にマークしなさい。

① A のみ
② C のみ
③ F のみ
④ A，C のみ
⑤ C，E のみ
⑥ C，F のみ
⑦ E，F のみ
⑧ C，E，F のみ
⑨ A，C，F のみ
⑩ B，D のみ

問7 ペプチド A に含まれるすべての窒素原子をアンモニアに変化させたところ，標準状態で 33.6 mL のアンモニアが得られた。このとき反応で使用したペプチド A の質量は何 mg か。最も近い値を選び，その番号を 26 にマークしなさい。

① 51.0 ② 76.5 ③ 102 ④ 153 ⑤ 204

⑥ 306 ⑦ 408 ⑧ 510 ⑨ 612 ⑩ 816

—— 終 ——