東京女子医科大学

2025 年度　一般選抜　化学

（2 科目　120 分）

解答に際しての注意事項

①必要があれば、次の原子量および数値を用いよ。

H=1.0　C=12　N=14　O=16　Na=23　Al=27　S=32　Ca=40　Br=80

気体定数：$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)、ファラデー定数：$F = 9.65 \times 10^4$ C/mol

②気体を扱う計算では、すべて理想気体として考えよ。

I 次の各問いに答えよ。ただし、問 1〜問 15 の答は、すべてマークシート式解答用紙の 1〜15 のマーク欄にマークせよ。

問 1　次の記述①〜⑤のうち、正しいものをすべて選べ。解答はア〜シから選べ。

① 原子の最外殻の一つ内側の電子殻は、必ず電子数が最大収容数に等しくなっている。

② 1 個の電子あるいは陽子のもつ電荷の絶対値は 1 C（クーロン）である。

③ 原子が陽イオンになるときにはエネルギーを放出する。

④ 同一周期の元素の原子のイオン化エネルギーを比較すると、貴ガス原子のイオン化エネルギーが最も大きい。

⑤ 同じ電子配置を持つイオンのイオン半径は、原子番号が大きいほど小さくなる。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②

キ ①と④　ク ②と③　ケ ②と⑤　コ ③と④　サ ③と⑤　シ ④と⑤

問 2　原子番号が 1 から 20 までの元素の中で、原子の価電子の数が 2 である元素はいくつあるか。解答はア〜カから選べ。

ア 0 個　イ 1 個　ウ 2 個　エ 3 個　オ 4 個　カ 5 個

問 3　次の記述①〜⑤のうち、正しいものをすべて選べ。解答はア〜シから選べ。

① イオン結晶は一般的に融点が高く、軟らかい。

② イオン結晶そのものは電気を通さないが、水溶液や融解したものは電気を通す。

③ ダイヤモンドは各炭素原子同士が共有結合することで、正六角形を基本単位とした立体網目構造の結晶を形成している。

④ 分子結晶は多数の分子同士が共有結合により結びつけられて構成されているため、一般に融点が

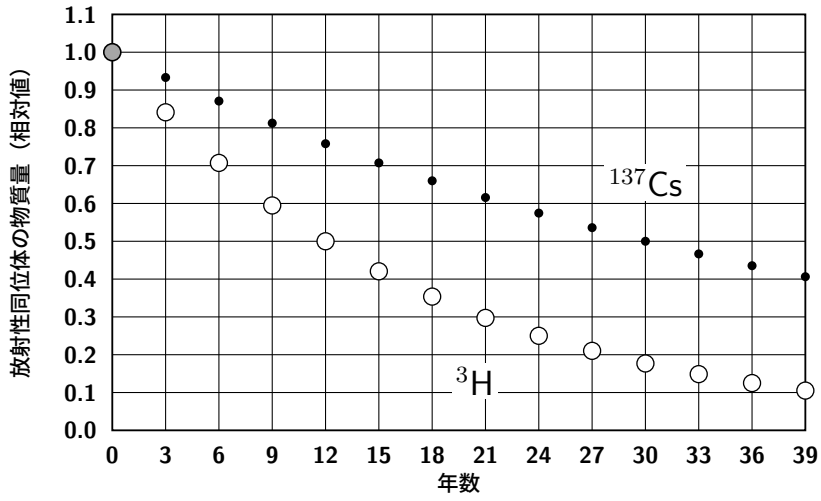
低く、軟らかい。

⑤ 金属の単体では、金属結合によって各金属原子同士が結ばれており、これは自由電子のはたらきによるものである。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②

キ ①と③　ク ①と⑤　ケ ②と③　コ ②と⑤　サ ③と④　シ ④と⑤

問 4　$^{3}\mathrm{H}$ と $^{137}\mathrm{Cs}$ が物質量比 4:1 で含まれる物質がある。この物質に含まれる $^{3}\mathrm{H}$ と $^{137}\mathrm{Cs}$ の物質量の合計を 1 としたとき、0.24 まで減少するのに要する年数はいくらか。最も近い値をア～クから選べ。ただし $^{3}\mathrm{H}$ ならびに $^{137}\mathrm{Cs}$ の半減期はそれぞれ 12 年ならびに 30 年とし、右図のような半減期曲線を描くものとする。また、$\sqrt{2} = 1.4$ とする。



ア 18　イ 21　ウ 24　エ 27　オ 30　カ 33　キ 36　ク 39

問 5　塩化水素に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

① 水素原子と塩素原子とがイオン結合している。

② アンモニアと反応すると白煙を発する。

③ 塩素を水に溶かすと生じる。

④ 単体の銅と反応して水素を発生する。

⑤ 多くの酸性酸化物と反応して水を生じる。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②

キ ①と⑤　ク ②と③　ケ ②と⑤　コ ③と④　サ ③と⑤　シ ④と⑤

問 6　カルシウムの硫酸塩は、天然には水和物であるセッコウとして産出する。セッコウを約 140 ℃に加熱すると焼きセッコウが得られ、医療用ギプスや建築材料などに使用される。51.6 g のセッコウがすべて焼きセッコウになったとすると、何 g の焼きセッコウが得られるか。最も近い値をア～オから選べ。

ア 43.5　　イ 46.2　　ウ 51.6　　エ 77.4　　オ 103

問 7　電池に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

① 一次電池と二次電池はどちらも、放電するときに正極で酸化反応が起こる。

② 二次電池を充電するとき、外部電源の負極を電池の負極側、外部電源の正極を電池の正極側に接続する。

③ リチウムイオン電池とマンガン乾電池はどちらも一次電池である。

④ ダニエル電池を放電するとき、電解液中の陽イオンは、溶液を仕切っている素焼き板を正極側から負極側へ向かって通過する。

⑤ 電解液にリン酸水溶液を用いた燃料電池を放電するとき、正極では水が生成する。

ア ①のみ　　イ ②のみ　　ウ ③のみ　　エ ④のみ　　オ ⑤のみ　　カ ①と②

キ ①と③　　ク ①と⑤　　ケ ②と③　　コ ②と⑤　　サ ③と④　　シ ④と⑤

問 8　下記の化合物のうち、水に溶解して体積を 8.30 L とした水溶液の 27 °C における浸透圧が 1.80×10^3 Pa にならないものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。ただし、化合物は完全に水に溶解し、電解質の電離度は 1 とする。また、(　　) 内の数値は化合物の分子量あるいは式量を表す。

① 1.08 g のフルクトース（180）

② 0.388 g のクロム酸カリウム（194）

③ 0.948 g のミョウバン（474）

④ 0.246 g の酢酸ナトリウム（82）

⑤ 0.276 g の炭酸カリウム（138）

ア ①のみ　　イ ②のみ　　ウ ③のみ　　エ ④のみ　　オ ⑤のみ　　カ ①と③

キ ①と④　　ク ②と④　　ケ ②と⑤　　コ ③と④　　サ ③と⑤　　シ ④と⑤

問 9　気体に関する以下の記述①～⑤のうち、正しいものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

① 互いに化学反応しない気体 A と気体 B の混合気体の入った容積一定の容器から気体 B のみを取り除くと、分離後の気体 A の圧力は混合気体中の気体 A の分圧より小さくなる。

② 体積が一定のとき、一定量の気体の圧力は、温度を 1 °C 上昇させるごとに 0 °C のときの圧力の 273 分の 1 ずつ増加する。

③ 水上置換において捕集容器の内外の水位を揃えて捕集したときの気体の圧力は、大気圧と水蒸気圧の和として求められる。

④ 気体の圧力、体積、温度の 3 つが分かれば、その気体の分子量を算出できる。

⑤ 実在気体では、分子量が同じである場合、同温同圧における同じ物質量の気体の体積は極性分子の方が無極性分子よりも小さい。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②

キ ①と③　ク ②と③　ケ ②と⑤　コ ③と④　サ ③と⑤　シ ④と⑤

問 10 標高が 100 m 高くなるごとに、温度は 0.60 °C、気圧は 10.0 hPa ずつ低下する。標高 0 m のある地点における気圧が 1.00×10^5 Pa、気温が 27 °C であるとすると、その地点の 5000 m 上空における空気中の酸素 O_2 の密度〔g/L〕は、標高 0 m における密度の何 % になるか。最も近い値をア〜キから選べ。ただし、標高 0 m における空気と 5000 m 上空における空気の組成は同じであるとする。

ア 45.6%　イ 47.6%　ウ 49.6%　エ 51.6%　オ 53.6%　カ 55.6%　キ 57.6%

問 11 硫酸の工業的製造法に「接触法」がある。この方法は、硫黄を酸素の存在下で燃焼させ、生じた気体をさらに酸化するために、触媒である（ ① ）を接触させる過程が含まれているので「接触法」と呼ばれる。質量パーセントで 0.500% の硫黄を含む石炭 1.00 トンからは、96.0% 濃硫酸（密度 1.80 g/cm^3）を最大で（ ② ）L 製造することができる。

①、②にあてはまる語句の組み合わせとして最も適切なものをア〜ケから選べ。

	①	②
ア	酸化マンガン（Ⅳ）	8.86 L
イ	酸化マンガン（Ⅳ）	16.0 L
ウ	酸化マンガン（Ⅳ）	28.7 L
エ	酸化バナジウム（Ⅴ）	8.86 L
オ	酸化バナジウム（Ⅴ）	16.0 L
カ	酸化バナジウム（Ⅴ）	28.7 L
キ	四酸化三鉄	8.86 L
ク	四酸化三鉄	16.0 L
ケ	四酸化三鉄	28.7 L

問 12　アルミニウムの単体は、原料鉱石のボーキサイトを精製して得られる酸化アルミニウム Al_2O_3 を氷晶石 Na_3AlF_6 とともに溶融塩電解（融解塩電解）して製造される。8.10 kg のアルミニウムの単体を得るためには、3.00 A の電流で Al_2O_3 を電気分解すると何秒かかるか。最も近い値をア〜オから選べ。ただし、通じた電流はアルミニウムの析出のみに用いられたものとする。

ア　1.93×10^7　　イ　2.90×10^7　　ウ　4.34×10^7　　エ　5.79×10^7　　オ　8.69×10^7

問 13　aA+bB→cC（a、b、c は係数）で表される化学反応がある。A、B の濃度を変えて反応を進行させたところ、反応初期における C の生成速度 v は下表の通りであった。

実験	[A] 〔mol/L〕	[B] 〔mol/L〕	v 〔mol/(L·s)〕
Ⅰ	0.20	1.20	3.2×10^{-2}
Ⅱ	0.20	0.60	8.0×10^{-3}
Ⅲ	0.40	0.60	1.6×10^{-2}

①この反応の反応速度式はどのように表せるか。②反応速度定数 k はいくらか。①、②の答えの組み合わせとして最も適切なものをア〜ケから選べ。

	①	②
ア	$v = k[\mathrm{A}][\mathrm{B}]$	0.11
イ	$v = k[\mathrm{A}][\mathrm{B}]$	0.13
ウ	$v = k[\mathrm{A}][\mathrm{B}]$	0.67
エ	$v = k[\mathrm{A}][\mathrm{B}]^2$	0.11
オ	$v = k[\mathrm{A}][\mathrm{B}]^2$	0.13
カ	$v = k[\mathrm{A}][\mathrm{B}]^2$	0.67
キ	$v = k[\mathrm{A}]^2[\mathrm{B}]$	0.11
ク	$v = k[\mathrm{A}]^2[\mathrm{B}]$	0.13
ケ	$v = k[\mathrm{A}]^2[\mathrm{B}]$	0.67

問 14　次の記述①～⑤のうち、エタノールとフェノールに共通する性質をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

① 水によく溶ける。

② 無水酢酸と反応させると、酢酸エステルが生成する。

③ 酸化するとアルデヒドを生じる。

④ 水酸化ナトリウムと反応して塩をつくる。

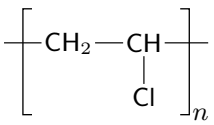
⑤ 塩化鉄（Ⅲ）水溶液で紫色を呈する。

ア ①のみ　　イ ②のみ　　ウ ③のみ　　エ ④のみ　　オ ⑤のみ　　カ ①と②

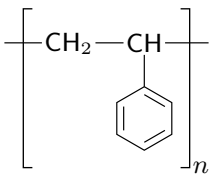
キ ①と③　　ク ①と⑤　　ケ ②と③　　コ ②と⑤　　サ ③と④　　シ ④と⑤

問 15　高分子化合物 A～E に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

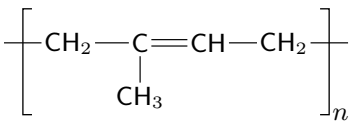
A



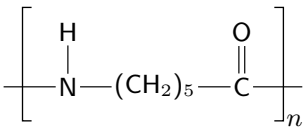
B



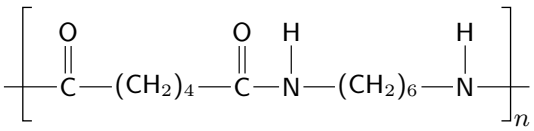
C



D



E



① A は植物の樹液を処理して得られ、ゴムの材料となる。

② B は熱硬化性樹脂であり、フェノール樹脂とよばれる。

③ C は付加重合により合成され、飲料水の容器や衣料用繊維として用いられる。

④ D は開環重合により合成され、メラミン樹脂として用いられる。

⑤ E は縮合重合によって合成される熱可塑性樹脂であり、合成繊維としても用いられる。

ア ①のみ　　イ ②のみ　　ウ ③のみ　　エ ④のみ　　オ ⑤のみ　　カ ①と②

キ ①と③　　ク ①と⑤　　ケ ②と③　　コ ②と⑤　　サ ③と④　　シ ④と⑤

II 次の文を読み、以下の問いに答えよ。ただし、問 16〜問 21 の答は、すべてマークシート式解答用紙の 16〜21 のマーク欄にマークせよ。

食酢中の酢酸を定量するために、(1)〜(4) の実験を行った。

(1) 水酸化ナトリウムを電子天秤で 0.80 g 量り取って、ビーカー中で水に溶かし、①メスフラスコに移して水を加え、水溶液を 200 mL 調製した。

(2) a(1) で調製した水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を求めるため、bシュウ酸二水和物 $(COOH)_2 \cdot 2\,H_2O$ を電子天秤で量り取ってビーカー中で水に溶かし、メスフラスコに移して水を加え、0.0500 mol/L シュウ酸標準溶液を 500 mL 調製した。

(3) (2) で調製したシュウ酸標準溶液の 10.0 mL を②ホールピペットで正確に取り、③コニカルビーカーに入れ、c指示薬を 1〜2 滴加えた。(1) で調製した水酸化ナトリウム水溶液を④ビュレットに移して滴下していったところ、滴定終点までに 10.1 mL を要した。

(4) 食酢をホールピペットで 10.0 mL 量り取り、水で薄めて正確に 100 mL とした。この水溶液の 10.0 mL をホールピペットで量り取り、コニカルビーカーに入れ、c指示薬を 1〜2 滴加えた。(1) で調製した水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに移して滴下していったところ、滴定終点までに 7.20 mL を要した。

問 16　下線①〜④の実験器具の上記の実験における使用法についての以下の記述の正誤の組み合わせとして正しいものをア〜シから選べ。

A　器具①は、必ず乾燥した状態で用いなければならない。

B　器具③は、洗浄後十分に乾燥していなくてもそのまま用いてよい。

C　器具②は、洗浄後十分に乾燥していない場合は、使用する酸の水溶液で共洗いして用いればよい。

D　器具④は、洗浄後十分に乾燥していない場合は、使用する水酸化ナトリウム水溶液で共洗いして用いればよい。

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ
A	正	正	正	正	正	正	誤	誤	誤	誤	誤	誤
B	正	正	正	誤	誤	誤	正	正	正	正	誤	誤
C	正	正	誤	正	誤	誤	正	正	誤	誤	正	誤
D	正	誤	正	誤	正	誤	正	誤	正	誤	誤	誤

問 17　下線 a に関して、水酸化ナトリウムを電子天秤で量り取ったにもかかわらず、シュウ酸を用いて濃度を決定しなければいけない理由として正しいものをすべて選べ。解答はア～スから選べ。

A　水酸化ナトリウムは潮解性があるため。

B　水酸化ナトリウムは空気中の酸素と反応するため。

C　水酸化ナトリウムは風解性があるため。

D　水酸化ナトリウムは空気中の二酸化炭素を吸収するため。

ア　A のみ　　イ　B のみ　　ウ　C のみ　　エ　D のみ　　オ　A と B

カ　A と C　　キ　A と D　　ク　B と C　　ケ　B と D　　コ　C と D

サ　A と B と C　　シ　A と B と D　　ス　A と C と D

問 18　下線 b に関して、シュウ酸二水和物は何 g 量り取ればよいか。最も適した値をア～オから選べ。

ア　2.25　　イ　3.00　　ウ　3.15　　エ　3.75　　オ　4.02

問 19　下線部 c に関して、(3) と (4) の実験で使用するのに最も適した指示薬の名称と、滴定終点での色の変化の組み合わせとして最も適したものをア～カから選べ。

	指示薬の名称	滴定終点での色の変化
ア	フェノールフタレイン	無色 → 赤色
イ	フェノールフタレイン	赤色 → 無色
ウ	メチルオレンジ	赤色 → 黄色
エ	メチルオレンジ	黄色 → 赤色
オ	ブロモチモールブルー	青色 → 黄色
カ	ブロモチモールブルー	無色 → 青色

問 20　調製した水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度〔mol/L〕として最も近い値をア～オから選べ。

ア　9.90×10^{-3}　　イ　8.90×10^{-2}　　ウ　9.90×10^{-2}　　エ　9.98×10^{-2}　　オ　1.01×10^{-1}

問 21　元の食酢中に含まれる酢酸の質量パーセント濃度〔%〕として最も近い値をア～オから選べ。ただし、食酢の密度は $1.00\,\mathrm{g/cm^3}$、食酢中の酸はすべて酢酸であるとして計算せよ。

ア　4.28　　イ　4.32　　ウ　4.46　　エ　4.50　　オ　4.68

III 次の文を読み、以下の問いに答えよ。解答は、記述用解答用紙の所定の位置に書け。

4 個の α-アミノ酸が図 1 のように結合したペプチド A がある。ペプチド A は下表中のいずれかのアミノ酸で構成されている。ペプチド A に六炭糖 B（分子式 $C_6H_{12}O_6$）が混入した可能性がある混合物 C、あるいは純粋なペプチド A を用いて下記のような実験を行った。

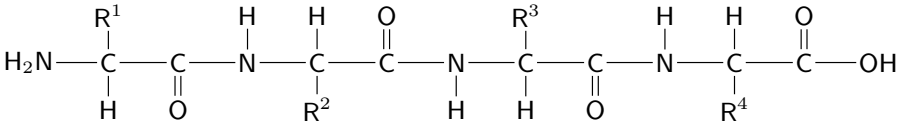


図 1.　ペプチド A

表.　ペプチド A に含まれうるアミノ酸

アミノ酸	側鎖	等電点	分子量
グリシン（Gly）	-H	6.0	75
アラニン（Ala）	$-CH_3$	6.0	89
システイン（Cys）	$-CH_2-SH$	5.1	121
アスパラギン酸（Asp）	$-CH_2-COOH$	2.8	133
グルタミン酸（Glu）	$-(CH_2)_2-COOH$	3.2	147
リシン（Lys）	$-(CH_2)_4-NH_2$	9.7	146

実験 1　混合物 C 中に存在するすべてのカルボキシ基をメチルエステル化したのちに、混合物 C 中に含まれる物質がもつペプチド結合を完全に切断したところ、アミノ酸 (a)、アミノ酸のメチルエステル (b)、アミノ酸のメチルエステル (c) が生成された。(b) に含まれるアミノ酸と (c) に含まれるアミノ酸は異なっていた。メチルエステル (b) は下記の構造であった。

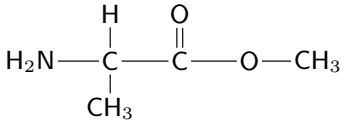


図 2.　アミノ酸のメチルエステル (b) の構造

実験 2　0.870 g の混合物 C に含まれる窒素をすべてアンモニアに変え、発生したアンモニアを 0.100 mol/L の硫酸水溶液 100 mL に吸収させた。アンモニアを吸収させた後の残った硫酸を中和するためには、0.300 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 40.0 mL 要した。

実験 3　0.870 g の混合物 C を乾燥した空気中で完全に燃焼させたところ、水と二酸化炭素と窒素のみが生成された。水の生成量は 0.450 g、二酸化炭素の生成量は 1.364 g であった。

実験 4　六炭糖 B が混入していない純粋なペプチド A を 0.390 g 用いて、図 3 に示す以下の操作①～⑤を順次行った。

操作①：ペプチド A をアミノ酸にまで加水分解し、得られたアミノ酸水溶液の pH を 10.0 に調整した。このアミノ酸水溶液を、陰イオン交換樹脂を充填したカラム（円筒形容器）に流し込んだ。

操作②：カラムに pH7.0 の緩衝液を流し、溶出してきた液を溶液 D として回収した。

操作③：カラムに pH5.0 の緩衝液を流し、溶出してきた液を溶液 E として回収した。

操作④：カラムに pH4.0 の緩衝液を流し、溶出してきた液を溶液 F として回収した。

操作⑤：カラムに pH2.5 の緩衝液を流し、溶出してきた液を溶液 G として回収した。

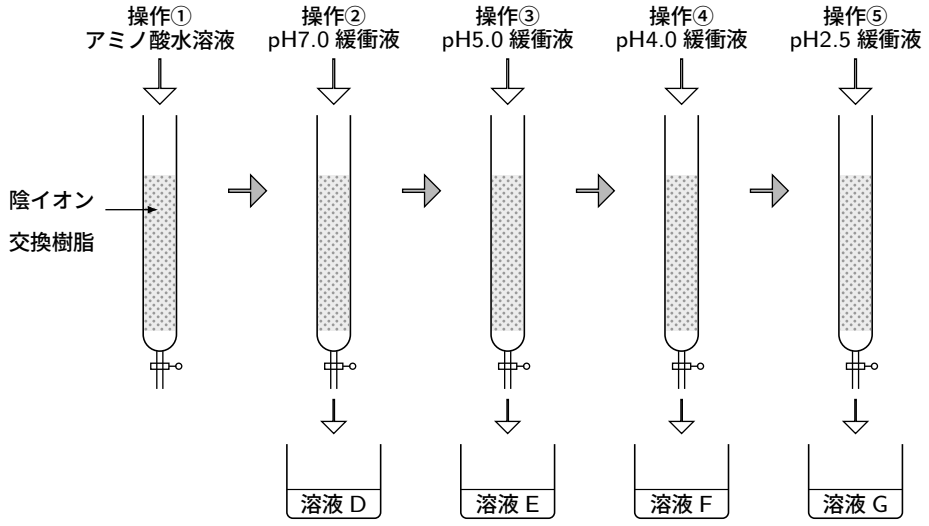


図 3.　実験 4 の操作

得られた溶液 E にはアミノ酸 (a) が、溶液 G にはアミノ酸 (d) が、それぞれ 1 種類ずつ含まれており、含まれていたアミノ酸 (a) とアミノ酸 (d) の物質量はいずれも 2.00×10^{-3} mol であった。溶液 D ならびに溶液 F からはアミノ酸は検出されず、操作⑤を終えた後のカラムからもアミノ酸は検出されなかった。

問 1　実験 2 において生じたアンモニアの、0 °C、1.013×10^5 Pa における体積〔L〕はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

問 2　0.870 g の混合物 C に混入している六炭糖 B の物質量〔mol〕はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

問 3　アミノ酸 (a) の構造式を図 2 にならって書きなさい。

問 4　アミノ酸のメチルエステル (c) の構造式を図 2 にならって書きなさい。

問 5　ペプチド A のアミノ酸の結合順序としてありえるものをすべて、例にならって 3 文字表記で書きなさい。

例　N − 末端からグリシン − アラニン − システイン − アスパラギン酸の場合

Gly − Ala − Cys − Asp

Ⅳ 次の文を読み、以下の問いに答えよ。解答は、記述用解答用紙の所定の位置に書け。

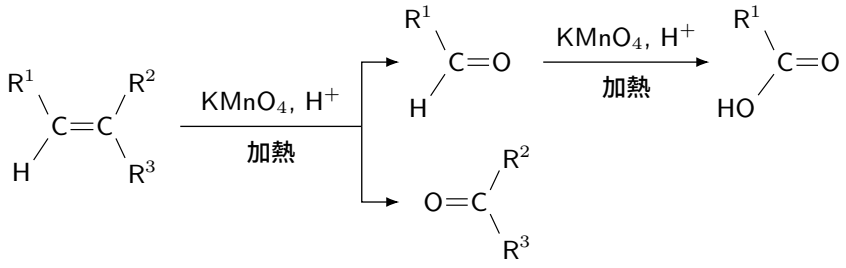
化合物 A、B は、分子量が 130 以下の同一の分子式をもつ芳香族炭化水素である。この化合物 A と B について次の①〜③の実験を行った。

① 29.5 mg の化合物 A を正確に量り、酸素気流下において完全燃焼させたところ、二酸化炭素 99.0 mg と水 22.5 mg が生じた。

② 化合物 A と化合物 B をそれぞれ 2.36 g 量りとり、触媒は加えずに、よく撹拌しながら臭素を少しずつ加えたところ、いずれの場合も 3.20 g の臭素を加えたところまでは臭素の色の消失を確認できたが、以降は、臭素を加えても臭素の色は消えることはなかった。

③化合物 A と化合物 B のそれぞれを、過マンガン酸カリウムの酸性水溶液中に加えて加熱撹拌したところ、いずれの場合も気体の発生を伴って反応し、化合物 A からは化合物 C が、化合物 B からは化合物 D がそれぞれ得られた。

＊アルケンを過マンガン酸カリウムの酸性水溶液中で加熱すると、アルケンの二重結合部分が開裂し、カルボニル化合物を与える。このとき、二重結合を形成している炭素原子に水素原子が結合している場合は、いったん生じたアルデヒドはさらに酸化されてカルボン酸になる。



また、化合物 C と化合物 D について次の④～⑥の実験を行った。

④化合物 C と化合物 D のそれぞれを、[a]ヨウ素を含む水酸化ナトリウム水溶液に加えて加熱撹拌したところ、化合物 C の場合のみ、黄色の沈殿が生じた。

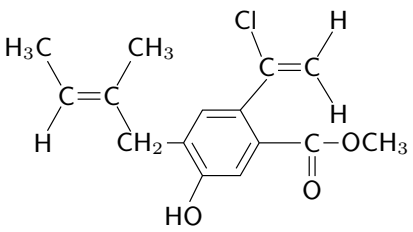
⑤C と D のそれぞれに、[b]炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、D は気体が発生して溶解したが、C は気体の発生は認められず変化がなかった。

⑥化合物 D と 1,2-エタンジオールの混合物に少量の濃硫酸を加えて熱したところ、清涼飲料水の容器などに利用されている重合体である[c]ポリエチレンテレフタラート（略称 PET）が得られた。

問 1　化合物 A の分子式を書け。

問 2　化合物 A、B、C、D の構造式を例にならって書け。

例



問 3　下線部 a で観察された反応名を書け。

問 4　下線部 b について、化合物 D と炭酸水素ナトリウム水溶液の反応を反応式で示せ。ただし、化合物 D は構造式で示すこと。

問 5　下線部 c に関して、平均分子量 2.4×10^5 のポリエチレンテレフタラート 1 分子中には何個のエステル結合が含まれるか。有効数字 2 桁で答えよ。