

科 目	化 学
--------	-----

医学部・薬学部

## 注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は、全部で12ページです。解答用紙は7枚、計算用紙は1枚で、問題冊子とは別になっています。試験開始の合図があつてから確認してください。
3. 問題冊子あるいは解答用紙に、文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁、汚れなどがあつた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 試験開始後に、すべての解答用紙（7枚）上部の指定欄に志望学部を記入し、受験番号欄（2カ所）に算用数字で受験番号を記入してください。氏名を書いてはいけません。
5. 解答は、解答用紙の所定欄に記入してください。解答用紙の所定欄以外に記入した解答は、採点の対象としません。
6. すべての解答用紙（7枚）を提出してください。
7. 問題は①～④の4問です。すべての問題を解答してください。
8. 問題冊子、計算用紙は持ち帰ってください。

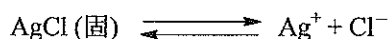
実施年月日
27. 2. 25
富山大学

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。必要があれば、次の原子量および値を用いよ。

Cu = 63.5, ファラデー定数 :  $9.65 \times 10^4$  C/mol

銅は赤みを帯びた特有の色合いを持つ金属である。銅鉱石から得られる粗銅は、電解精錬により 99.99%以上の純銅に精製することができる。(a)電解精錬は硫酸を加えた硫酸銅水溶液中で、粗銅板を陽極に、純銅板を陰極に用いて電気分解を行う。

銀は銅と同じ 11 族に属する銀白色の金属である。銅が水溶液中で主に 2 価の陽イオンとして存在するのに対し、銀は 1 価の陽イオンとして存在する場合が多い。また、銅 (II) の塩化物は水によく溶けるが、銀 (I) の塩化物は水に溶けにくい。塩化銀 (I) を水に入れてよくかき混ぜるとわずかに溶け、塩が固体の表面から水中に溶解していく速度と、溶液から固体として再び析出する速度とが等しくなり、平衡状態になる。溶解した塩はほぼ完全に電離するので、次の平衡が成立している。



塩の沈殿を含む飽和溶液に、ある種のイオンや分子を加えると、沈殿の量に影響を与えることがある。たとえば、(b)塩化ナトリウムの飽和水溶液に塩化水素を通じると塩化ナトリウムの固体が析出する。(c)塩化銀 (I) の沈殿を含む飽和溶液に少量の塩化ナトリウム水溶液を加えた場合は、上式の平衡は [ア]、塩化銀 (I) の沈殿量は [イ]。一方、(d)塩化銀 (I) の沈殿を含む飽和溶液に濃アンモニア水を加えた場合は、上式の平衡は [ウ]、塩化銀 (I) の沈殿量は [エ]。

問 1 銅および銀と同じ 11 族に属し、貨幣に用いられている金属元素を 1 つ、元素記号で示せ。

問 2 下線部 (a) について、純銅板の電極で起こる電極反応を、電子を含むイオン反応式で示せ。

問 3 下線部 (a) の電解精錬で、100 A (アンペア) の電流を 5.00 時間流した場合、純銅板の質量は何 g 変化するか。有効数字 3 桁で答えよ。計算過程も示せ。ただし、流した電流はすべて電気分解に使われるものとする。

問 4 塩の飽和水溶液における下線部 (b) の現象を何効果というか。

問 5 下線部 (c) および下線部 (d) の空欄 [ア] ~ [エ] にあてはまる適切な語句を、次のそれぞれの選択肢より選び、番号を記せ。

- |     |     |     |        |         |         |         |
|-----|-----|-----|--------|---------|---------|---------|
| [ア] | および | [ウ] | の選択肢 : | ① 右に移動し | ② 左に移動し | ③ 移動せず  |
| [イ] | および | [エ] | の選択肢 : | ④ 増加する  | ⑤ 減少する  | ⑥ 増減しない |

(次のページへ続く)

問6 下線部 (d) のようになる理由を文章で説明せよ。

問7 銅でも銀でもない単体の金属 X がある。銅, 銀, および X のイオン化傾向の大小関係を調べるために, 硝酸銅 (II) 水溶液と硝酸銀 (I) 水溶液のそれぞれに, よく磨いた X の板を一枚ずつ浸した。銅, 銀, X のイオン化傾向の大きさが以下の (1), (2) に示した関係の場合, この操作でどのような様子が観察されるか。硝酸銅 (II) 水溶液に浸した場合と硝酸銀 (I) 水溶液に浸した場合のそれぞれについて述べよ。ただし, X はこれらの溶液に浸しても不動態を形成しないものとする。

- (1) X のイオン化傾向の大きさが, 銅と銀の間である場合。
- (2) X のイオン化傾向の大きさが, 銅と銀のいずれよりも小さい場合。

(以 下 余 白)

2 次の (I) ~ (IV) の文章を読み、以下の問いに答えよ。必要があれば、次の値を用いよ。

気体定数 :  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

(I) ヘリウム、水素、窒素などは常温常圧付近では理想気体に近いふるまいをする。しかしながら、二酸化炭素やアンモニアなどの気体は、ある条件下では理想気体からのずれが大きくなる。分子間力に注目すると、低温では、分子の熱運動が  なり、分子間力の影響が  なるので、実在気体の体積は、理想気体の状態方程式による計算値に比べて  なる。一方、分子自身の体積に注目すると、高压では、単位体積あたりの分子の数が  ので、分子自身の体積の影響が  なり、実在気体の体積は、理想気体の状態方程式による計算値に比べて  なる。実際の気体の体積は、分子間力と分子自身の体積の影響を受ける。

問1  ~  にあてはまる適切な語句の組み合わせを次の①~⑧より選び、番号を記せ。

	ア	イ	ウ
①	強く	大きく	大きく
②	強く	大きく	小さく
③	強く	小さく	大きく
④	強く	小さく	小さく
⑤	弱く	大きく	大きく
⑥	弱く	大きく	小さく
⑦	弱く	小さく	大きく
⑧	弱く	小さく	小さく

問2  ~  にあてはまる適切な語句の組み合わせを次の⑨~⑯より選び、番号を記せ。

	エ	オ	カ
⑨	増える	大きく	大きく
⑩	増える	大きく	小さく
⑪	増える	小さく	大きく
⑫	増える	小さく	小さく
⑬	減る	大きく	大きく
⑭	減る	大きく	小さく
⑮	減る	小さく	大きく
⑯	減る	小さく	小さく

(次のページへ続く)

(II) 40 L の体積一定の容器にヘリウムが  $27^{\circ}\text{C}$  で  $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  充填されている。容器に充填されているヘリウムの物質量は  mol である。容器中のヘリウムを一部取り出し実験に使用した。取り出したヘリウムは  $27^{\circ}\text{C}$ ,  $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で 24 L であった。実験後の容器中のヘリウムの圧力は  $27^{\circ}\text{C}$  で  Pa である。ただし、ヘリウムは理想気体としてふるまうものとする。

問3  に入る適切な数値を記せ。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。

問4  に入る適切な数値を記せ。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。

(次のページへ続く)

- (Ⅲ) 図1は二酸化炭素の蒸気圧曲線である。体積一定の容器に、 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ で液体の二酸化炭素と気体の二酸化炭素が共存している。この容器から単位時間あたり一定の物質量の二酸化炭素の気体を取り出し、容器中の二酸化炭素がなくなるまで容器中の気体の圧力を観察した。
- 問5 容器中の気体の圧力変化に最も近いグラフを図2の①～⑤より選び、番号を記せ。ただし、実験の間、温度は $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ で一定とする。
- 問6 図1中の点Aは $304.21\text{ K}$ 、 $7.383\times 10^6\text{ Pa}$ であり、温度、圧力が点Aを超えると気体とも液体とも区別のない状態となる。点Aの名称を記せ。
- 問7 この容器に二酸化炭素の代わりにヘリウムを $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ で $1.2\times 10^7\text{ Pa}$ まで充填した。この容器から単位時間あたり一定の物質量のヘリウムを取り出したところ、20分後にヘリウムがなくなった。容器中の圧力の時間変化を解答用紙のグラフに記入せよ。ただし、直線は実線で、曲線は点線で記入せよ。

(次のページへ続く)

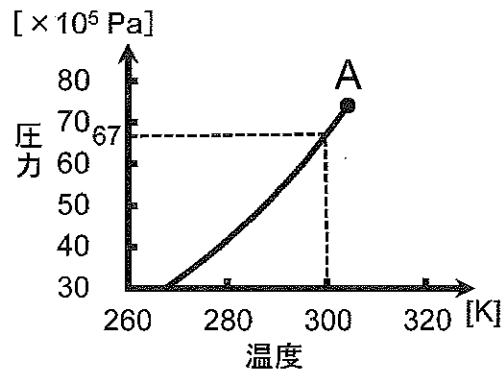


図 1

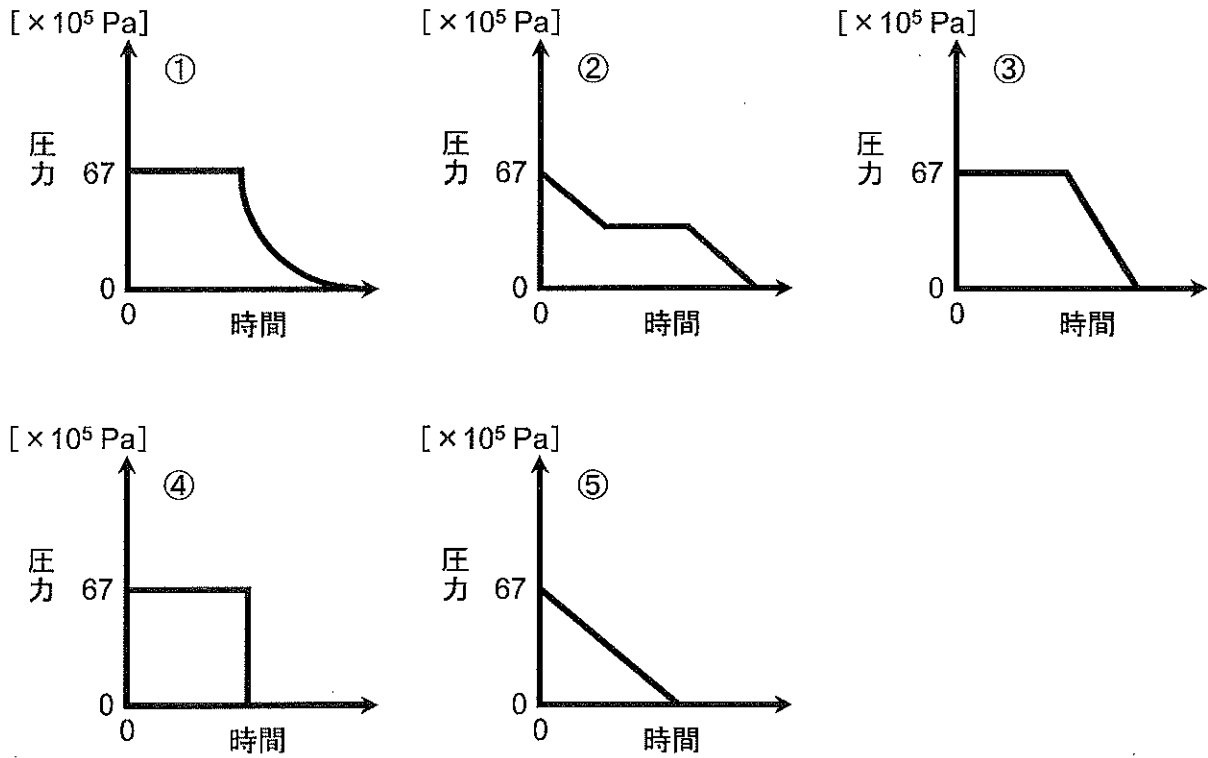


図 2

(次のページへ続く)

(IV) 図3のような、開閉ができるコック、単位時間あたりに加える熱量を一定とする加熱（加熱方法Hとする）ができるヒーター、温度計を備えた体積一定の容器がある。この容器のコックを全開にして、容器の中には何も入れず、加熱方法Hで熱した場合の容器の温度変化を図4に示した。なお、容器の開閉、コックの開閉、加熱などの実験は27℃の大気中で行うものとする。また、ヒーターにより加えた熱はすみやかに容器および容器の中の物質に伝わり、全体は均一な温度となるものとする。

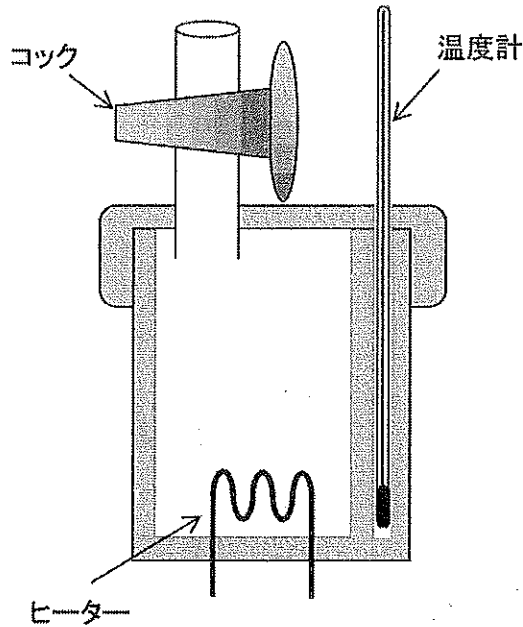


図3

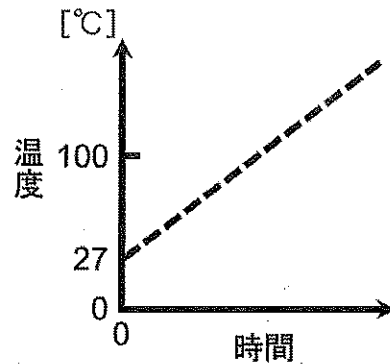


図4

- 問8 容器に水を3分の1程度入れ、コックを全開にして加熱方法Hで熱した場合の容器の温度変化に最も近いと考えられるものを図5の①～⑦より選び、番号を記せ。また、温度変化がそのようになる理由を140字以内で説明せよ。ただし、図5中の点線は図4中の点線と同じものを表している。
- 問9 容器に水を3分の1程度入れた後、コックを完全に閉じ、加熱方法Hで熱した。この場合の容器の温度変化に最も近いと考えられるものを図5の①～⑦より選び、番号を記せ。ただし、図5中の点線は図4中の点線と同じものを表している。

(次のページへ続く)



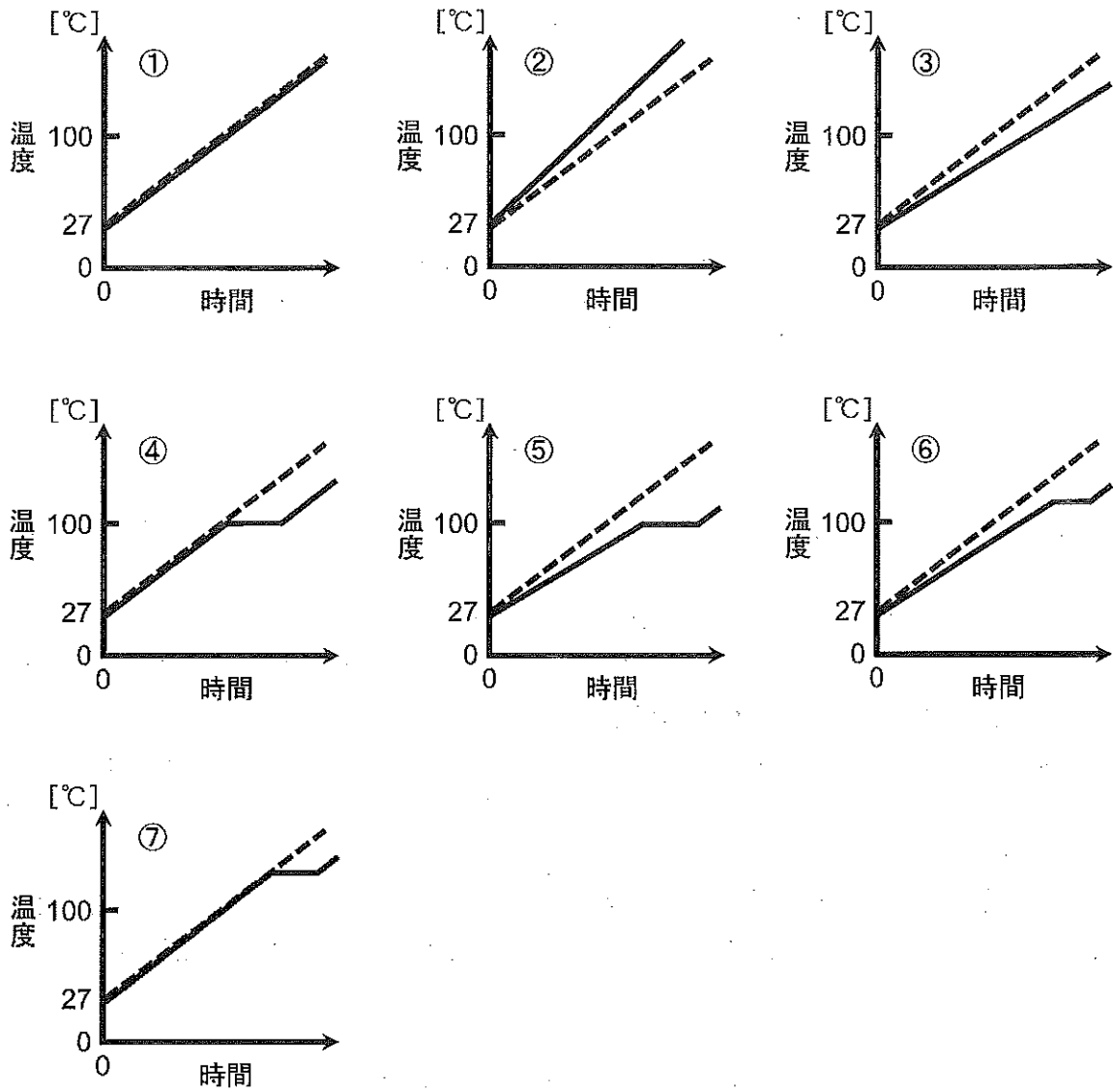
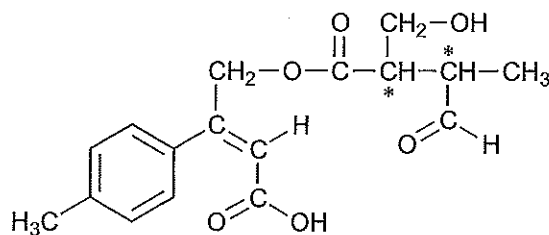


図5

(以下余白)

- 3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。構造式は以下の例にならって記せ。ただし、\*は不斉炭素原子を表す。必要があれば、次の原子量を用いよ。H=1.00, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Br=79.9



(例)

分子式  $C_{19}H_{19}NO_3$  で表される化合物 A がある。化合物 A を加水分解したところ、異なる化合物 B, C, D が得られた。

B はトルエンからも合成できた。トルエンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させると、ベンゼン環上に2個の置換基をもつ化合物 E と F が主に得られ、E と F は互いに異性体の関係にあった。F はパラ異性体であり、(a) F をスズと濃塩酸で還元すると B の塩酸塩が得られた。

C はベンゼン環を含み、分子量は 152.0、炭素、水素、酸素からなる化合物であった。C に水酸化ナトリウム水溶液を加えると塩を生じた。C を適切な酸化剤を用いて酸化すると、ポリエチレンテレフタラートの原料となる芳香族化合物 G が得られた。

D の (b) 元素分析 を行うと、質量百分率は炭素 55.8%、水素 7.0%、酸素 37.2% であった。(c) 炭酸水素ナトリウム水溶液に D を加えると二酸化炭素が発生した。 また、(d) D に臭素を付加させたところ化合物 H が得られた。

問1 化合物 B, C, E ~ G の構造式を示せ。不斉炭素原子があれば\*印を付けよ。

問2 化合物 E と G の名称を記せ。

問3 下線部 (a) に関連して、F を単体の亜鉛と濃塩酸で還元しても B の塩酸塩が得られる。単体の亜鉛で F を還元した場合の化学反応式を示せ。ただし、この還元反応を行うと塩化亜鉛 (II) が生じる。

問4 下線部 (b) について、次の文章を読み、各問いに答えよ。

炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物の元素分析を行う場合、試料の質量を正確に測定したのち完全に燃焼させる。このとき、試料中の水素は水に、炭素は二酸化炭素になるので、ア を用いて水を、イ を用いて二酸化炭素を吸収させる。それぞれの質量の増加から水と二酸化炭素の質量がわかるので、計算によって炭素と水素の質量を求める。イ は、ウ に濃い水酸化ナトリウム水溶液をしみこませ、これを焼いて粒状にしたものである。

(次のページへ続く)

(1)  にあてはまる適切な無機化合物の名称を記せ。

(2)  にあてはまる薬品名を記せ。

(3)  にあてはまる適切な語句を次の①～⑤より選び、番号を記せ。

- ① 酸化銅 (II)      ② 酸化鉄 (II)      ③ 酸化マグネシウム      ④ 酸化カルシウム      ⑤ 酸化亜鉛

問5 下線部 (c), (d) について、次の文章を読み、各問いに答えよ。

D は炭酸水素ナトリウムと反応すると二酸化炭素を発生し、臭素と反応すると付加体をつくる。D には、これと同じ性質を持つ異性体が3つ存在する。それら3つの異性体とDのそれぞれを、適切な触媒を用いて水素と反応させたところ、D以外の3つの異性体は全て同じ化合物Iになった。

(1) D, H, Iの構造式を示せ。不斉炭素原子があれば\*印を付けよ。

(2) 下線部 (c) の反応について化学反応式を示せ。


(3) 下線部 (d) において、21.5 mg のDに付加する臭素の質量 (mg) を有効数字3桁で答えよ。計算過程も示せ。ただし、Dはすべて反応したものとする。

問6 化合物Aの構造式を示せ。

(以下余白)

4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

タンパク質を酸や酵素を用いて **ア** すると、図の示性式で表される  $\alpha$ -アミノ酸が得られる。生体内のタンパク質を構成する主要な  $\alpha$ -アミノ酸には図の R 部分の構造が異なる約 20 種類が存在する。言い換えれば、タンパク質は  $\alpha$ -アミノ酸が (a)鎖状に脱水縮合した分子構造をもち、その分子構造は **イ** と呼ばれる。(b)タンパク質を構成する  $\alpha$ -アミノ酸は 1 種類を除き不斉炭素原子を有し、**ウ** 異性体が存在する。 $\alpha$ -アミノ酸は水に溶解させると分子内の特定部分に電荷を持つ状態で存在する。(c)アラニンの場合、pH 6.0 の水溶液ではイオン A の割合が最も多く、塩基を加えるにつれてイオン B が増加する。(d)適切な pH の下で電気泳動を行うと、移動の様子の違いにより異なるアミノ酸を識別できる。

	示性式中の R	等電点
$\begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ $\alpha$ -アミノ酸分子の示性式	アラニン	$-\text{CH}_3$ 6.0
	フェニルアラニン	$-\text{CH}_2$  5.5
	メチオニン	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_3$ 5.7
	リシン	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ 9.7
	グルタミン酸	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 3.2

核酸は、(e)糖と塩基から構成された化合物の 1 つのヒドロキシ基が **エ** の組成式をもつ酸とエステル結合を形成した **オ** と呼ばれる化合物が単量体となり、**オ** がさらに鎖状に脱水縮合した高分子である。デオキシリボ核酸とも称される DNA 分子は、4 種の塩基が (f)アデニンとチミンの間、グアニンとシトシンの間でそれぞれ特定の塩基対を形成できる性質をもつ。この性質にもとづき、生体内では 2 本の DNA 分子が **カ** 構造を形成している。

問 1 文章中の **ア** ~ **カ** にあてはまる最も適切な語句を、次の①~⑱より選び、番号を記せ。

- |                           |                           |           |                   |
|---------------------------|---------------------------|-----------|-------------------|
| ① $\beta$ -シート            | ② 電気分解                    | ③ ポリエステル  | ④ ヌクレオチド          |
| ⑤ $\text{H}_2\text{SO}_4$ | ⑥ 加水分解                    | ⑦ ポリペプチド  | ⑧ $\alpha$ -ヘリックス |
| ⑨ シス-トランス                 | ⑩ $\text{H}_3\text{PO}_4$ | ⑪ 光学      | ⑫ グリコーゲン          |
| ⑬ ポリ乳酸                    | ⑭ 二重らせん                   | ⑮ アミロペクチン | ⑯ 結晶              |
| ⑰ 乳化                      | ⑱ $\text{HNO}_3$          |           |                   |

問 2 下線部 (a) について、2 分子の L 型のメチオニンと 2 分子の L 型のフェニルアラニンの計 4 分子から 3 分子の水がとれて縮合した化合物について、可能な異性体の数を記せ。

(次のページへ続く)

問3 問2の化合物について、メチオニンとフェニルアラニンが存在することを実験的にも確かめたい。それぞれのアミノ酸の存在を確認するために、最も適した実験操作を次の①～⑤より選び、その操作で期待される変化を次の⑥～⑩より選び、番号を記せ。

- ① 塩基性にした後、ヨウ素と反応させる。
- ② フェーリング液を加える。
- ③ 水酸化ナトリウムを加えて塩基性にした後、酢酸鉛水溶液を加えて熱する。
- ④ ニンヒドリンの水溶液を加えて熱する。
- ⑤ 濃硝酸を加えて熱する。
  
- ⑥ 黒色の沈殿が生じる。
- ⑦ 淡緑色になる。
- ⑧ 青紫～赤紫色になる。
- ⑨ 黄色になる。
- ⑩ 白色の沈殿が生じる。

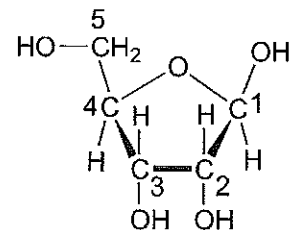
問4 下線部 (b) について、不斉炭素原子を持たないアミノ酸の示性式を示し、その名称を記せ。

問5 下線部 (c) について、イオンAとイオンBを、分子内の電荷の位置を明示した示性式で示せ。

問6 下線部 (d) について、アラニン、グルタミン酸、リシンを溶かした水溶液の pH を 5.0 に調整した後、直流電圧をかけて電気泳動を行った。それぞれのアミノ酸について最も適切な挙動を、次の①～③より選び、番号を記せ。

- ① 陽極に向けて移動する。 ② 陰極に向けて移動する。 ③ どちらの電極に向けても移動しない。

問7 下線部 (e) について、β-リボースの構造を示す。RNAの構造では、β-リボース中の1つのヒドロキシ基が塩基で置き換わり、2つのヒドロキシ基がエステル結合に使われる。塩基で置き換わるヒドロキシ基と、エステル結合に使われるヒドロキシ基を、それぞれのヒドロキシ基が結合する炭素の番号で記せ。



問8 水溶液中で、リボースはグルコースやフルクトースと同様に一部が鎖状構造として存在し、アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて熱すると銀を析出させる。リボースの鎖状構造を問7の図にならひ示せ。

問9 下線部 (f) で述べた DNA の塩基対を模倣した人工の塩基対が開発された。図の化合物 X と Y は3本の水素結合で塩基対をつくる。解答欄に化合物 Y を書き加え、人工の塩基対 X-Y を完成させよ。ただし、X と Y の間の水素結合は点線の直線で明記し、水素結合が交差しないように Y を配置せよ。

