

W 4

化 学

この冊子は、化学の問題で 1 ページより 17 ページまであります。

〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。
指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえ、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。
2 箇所以上マークすると採点されません。
あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

アボガドロ数は $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ ，気体定数は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ ， 1.00 mol の気体の標準状態における体積は 22.4 L とする。原子量を必要とするときは，次の値を用いなさい。

H 1.0, C 12, N 14, O 16, Na 23, S 32, Cl 35.5

- 1 次の問題の ア ～ オ には，これにあてはまる最も適当なものを指定された解答群から選び，その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。また，空欄 ① ～ ⑫ には，これにあてはまる数字を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。数値は四捨五入し，指示された桁までマークしなさい。ただし，必要のない桁には0をマークしなさい。

$$\begin{array}{ccccccc} \boxed{a} & . & \boxed{b} & \times 10 & \boxed{p} & \boxed{c} \\ & \uparrow & & & \uparrow & \\ & \text{小数点} & & & \text{正負の符号} & \end{array}$$

の解答は有効数字が2桁となるように3桁目を四捨五入し，解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。指数 c がゼロのときは，符号 p に $+$ をマークし， c に 0 をマークしなさい。(25 点)

- (1) 容積可変の容器に A, B 2 種類の物質が封入されている。物質 A, B は気体状態では理想気体としてふるまうものとし，この実験の条件では B は常に気体として存在する。温度を 300 K に保ち容積を変える実験を行ったところ，容積が 50.0 L のときは A, B はともに気体であり，全圧は $3.00 \times 10^4 \text{ Pa}$ となった。一方，容積を 30.0 L より小さくしたところ，A の一部が液体となった。このとき，液体の体積は無視でき，気体 B の液体 A への溶解は無視できるものとする，容積が 30.0 L のときの全圧は ① ② $\times 10^4 \text{ Pa}$ となる。このとき，A, B 全体の物質量は $0.$ ③ ④ mol である。容積が 15.0 L のときの全圧が $7.00 \times 10^4 \text{ Pa}$ だったとすると， 300 K における A の飽和蒸気圧は

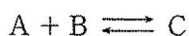
$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$ Pa となる。また A と B の物質量の比率と
↑ ↑
小数点 正負の符号

して最も近いものは $A : B = \boxed{\text{ア}}$ である。一方、容積を 10.0 L に圧縮
 したとき、A の気体部分の物質量は 0. $\boxed{\text{⑤}} \boxed{\text{⑥}}$ mol となる。

$\boxed{\text{ア}}$ の解答群

0	1 : 1	1	1 : 2	2	2 : 1	3	1 : 3	4	3 : 1
5	2 : 3	6	3 : 2	7	3 : 4	8	4 : 3		

次に A と B を触媒の存在下で 300 K から 500 K に昇温させたところ、



の可逆反応を起こした。このとき、A、B、C はすべて気体であった。一定時間経過後、反応は平衡状態に達した。このとき、反応の前後で圧力を一定としたところ、容器の容積は 30.0 L から 40.0 L に変化した。この際の C の生成量は

$\boxed{d} \cdot \boxed{e} \times 10^{\boxed{q} \boxed{f}}$ mol である。
 小数点 正負の符号

この反応において、平衡状態にある容器内の圧力が増加すると、平衡は $\boxed{(イ)}$ 。また、この反応のエネルギー変化が図 1 のようであるとすると、気体 A と B から気体 C が生成する方向に反応が進行するとき、触媒が存在しない場合の活性化エネルギーは $\boxed{(ウ)}$ ，触媒が存在する場合の活性化エネルギーは $\boxed{(エ)}$ であらわされる。

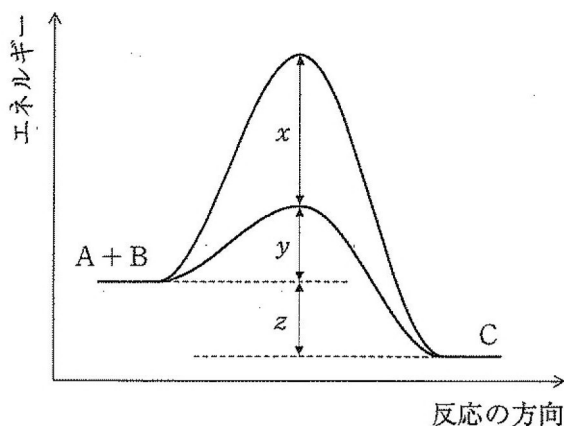


図 1 反応におけるエネルギー変化

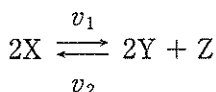
$\boxed{(イ)}$ の解答群

- 0 移動しない 1 左に移動する 2 右に移動する

(ウ) および (エ) の解答群

- | | | | |
|-----------|-----------|---------------|---------------|
| 0 x | 1 y | 2 z | 3 $x + y$ |
| 4 $y + z$ | 5 $x - y$ | 6 $x + y + z$ | 7 $x + y - z$ |

(2) 一定温度で、容積が2.0 Lの容器に1.0 molの気体Xを封入すると、Xは下式のように気体Yと気体Zとに分解し、反応は平衡状態に達した。



このとき全物質質量が初めの1.4倍になったとすると、Xの (7) (8) %が分解し、その濃度は0. (9) (10) mol/Lとなる。このとき、反応の平衡定数Kは (11) . (12) mol/Lとなる。

↑
小数点

この反応のある時間における正反応速度 v_1 および逆反応速度 v_2 は

$$v_1 = k_1[X]^2$$

$$v_2 = k_2[Y]^2[Z]$$

であらわされる。(k_1 , k_2 はそれぞれの反応速度定数, $[X]$, $[Y]$, $[Z]$ は、ある時間におけるそれぞれの気体の濃度)

平衡に達すると $v_1 = v_2$ が成立するため、平衡定数 $K =$ (オ) である。

また気体Xが20%分解したときの v_1 は v_2 の

(a) . (b) $\times 10$ (p) (c) 倍となる。
 ↑ ↑
 小数点 正負の符号

(オ) の解答群

- | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0 $k_1 + k_2$ | 1 $k_1 k_2$ | 2 k_2 / k_1 | 3 k_1 / k_2 |
| 4 $k_1 - k_2$ | 5 $k_2 - k_1$ | | |

2 以下に示す(1)～(6)の文章を読み、その中に含まれる各設問に答えなさい。この際、空欄 ～ には、これにあてはまる最も適当なものを指定された解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。このとき、同じものを何回用いてもよい。また、空欄 , , , には+または-の符号を、空欄 ～ には、これにあてはまる最も適当な数字を解答用マークシートにマークしなさい。空欄 , , , が0の場合は、符号 p, q, r, s に+をマークし、空欄 , , , に0をマークしなさい。(25点)

- (1) 鉄は湿った空気中では酸化されやすく“さび”を生じるため、これを防ぐ“防食”が必要となる場合がある。

鉄を亜鉛でおおった銅板はトタンとよばれ、家屋を囲む“へい”や屋根の一部として使用されている。一方、鉄をスズでおおった銅板はブリキとよばれ、缶詰の缶の材料として使用されている。トタンやブリキの表面が傷つくと、鉄が露出し、この部分に水がたまり、さらにこの水に空気中の二酸化炭素が溶け込むと、

トタンでは(一) | $\text{H}_2\text{CO}_3 \text{ aq}$ | (+)

ブリキでは(一) | $\text{H}_2\text{CO}_3 \text{ aq}$ | (+)

という局所的な電池ができる。表面にたまった水にはトタンでは が溶け出しやすく、ブリキでは が溶け出しやすことから、トタンとブリキの鉄に対する防食効果を比較すると、 の方が高いといふことができる。

～ の解答群

0 Zn

1 Fe

2 Sn

3 トタン

4 ブリキ

(2) 鉛蓄電池は負極に , 正極に を用い, 電解溶液として希硫酸を用いる。放電により負極では 反応が, 正極では 反応が起こり, 起電力は約 Vである。放電に伴い, 両極表面に が付着して反応性が低下するため起電力が低下する。

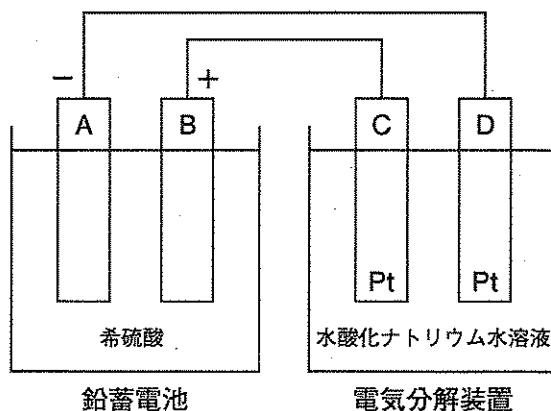
~ の解答群

- | | | | | |
|-----------------------|---------------------|--------------------|----------------------------------|--------|
| 0 Pb | 1 PbO | 2 PbO ₂ | 3 Pb ₃ O ₄ | 4 PbS |
| 5 Pb(OH) ₂ | 6 PbSO ₄ | 7 酸化 | 8 還元 | 9 加水分解 |

および の解答群

- | | | | |
|-----------------------|---------------------|-------|--------------------|
| 0 1.0 | 1 1.5 | 2 2.0 | 3 2.5 |
| 4 3.0 | 5 PbS | 6 PbO | 7 PbO ₂ |
| 8 Pb(OH) ₂ | 9 PbSO ₄ | | |

- (3) 下の図のような鉛蓄電池と電気分解装置を連結した装置を用いて水酸化ナトリウム水溶液を電気分解した。図中の A, B, C および D はそれぞれ電極をあらわしている。



図

図の電極 BC 間において電流が流れる方向は (セ) の方向である。
 3.00 mol/L の希硫酸 240 mL を含む鉛蓄電池をある時間放電させ、一定電流で電気分解した後、鉛蓄電池から内容液を取り出して、水で適当に希釈した後、2.00 mol/L の水酸化ナトリウム溶液で中和したところ 270 mL を要した。このとき、電極上に析出した物質は中和反応に全く影響を与えなかった。

この放電により硫酸は ① . ② ③ $\times 10$ p ④ mol 消費され、

小数点

正負の符号

指数

電極 C には標準状態で ⑤ . ⑥ ⑦ $\times 10$ ⑧ mL の (ソ) が発生する。

小数点

指数

(セ) および (ソ) の解答群

0 B から C

1 C から B

2 水 素

3 酸 素

- (4) 殺菌剤として用いられる過マンガン酸カリウムは強い (タ) 剤であり、この水溶液は (チ) 色である。この色はマンガン原子の酸化数が (q) ⑨ の過マンガン酸イオンに由来するもので、酸性水溶液中で他の化合物に対して (ツ) 剤として作用すると自らは (テ) され、酸化数が (r) ⑩ のマンガンイオンとなり、その高濃度の水溶液は (ト) 色を呈する。

(タ) ~ (ト) の解答群

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 0 酸化 | 1 還元 | 2 乾燥 | 3 橙赤 | 4 赤紫 |
| 5 黄褐 | 6 赤褐 | 7 黄緑 | 8 淡桃 | |

- (5) 5.1 % の過酸化水素水 1.00 mL (密度 1.00 g/cm³) を (ナ) を用いて (ニ) 中に正確にはかり取り、希硫酸を加えて全量を正確に 20 mL とした。この中の過酸化水素を滴定したところ、過マンガン酸カリウム水溶液 80 mL を要した。このときに用いた過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は (⑪) . (⑫) × 10⁻² mol/L である。

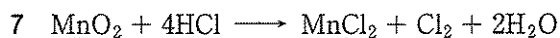
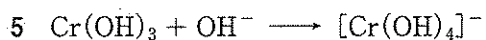
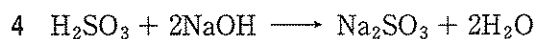
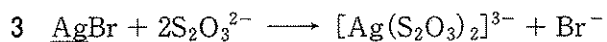
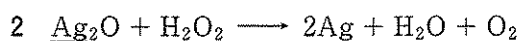
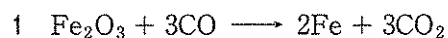
↑
小数点

(ナ) および (ニ) の解答群

- | | | |
|---------|----------|----------|
| 0 ビュレット | 1 駒込ピペット | 2 メスピペット |
| 3 ビーカー | 4 三角フラスコ | 5 メスフラスコ |

(6) 以下に示す 0 ～ 9 の反応式中で下線を引いた原子に着目したとき、その原子の酸化数が増加している反応式の数はいくつ、減少している反応式の数はいくつである。

また、すべての反応式中の下線を引いた原子の反応前後の酸化数の増減の総和はいくつである。



右のページは白紙です。

- 3 炭素数がいずれも 10 以下の有機化合物 A および B がある。このうち、化合物 A は 1 価のカルボン酸であり、化合物 B は分子内に 2 つのヒドロキシ基を有する二置換ベンゼンのバラ異性体である。これらの有機化合物について、以下に示す[実験Ⅰ]～[実験Ⅹ]を行った。これらの文章をよく読み、(1)～(10)の各設問に答えなさい。この際、空欄 ～ には、これにあてはまる最も適当なものを指定された解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。また、空欄 ～ および空欄 ～ には、これにあてはまる最も適当な数字を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、小数点第 2 位以下は四捨五入し、不要な桁がある場合には 0 をマークしなさい。(26 点)

[実験Ⅰ] 化合物 A に白金触媒の存在下で水素を作用させたところ、化合物 A と同じ物質量の水素が消費され、分子内に 2 つのメチル基をもつ化合物 C を与えた。

[実験Ⅱ] 88.0 mg の化合物 C を正確にはかり取り、50.0 mL の水に溶解させた後、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定したところ、10.0 mL を滴下したところで中和点に達した。

[実験Ⅲ] 化合物 C に十酸化四リン(五酸化二リン)を作用させる条件下で脱水反応させたところ、化合物 D を与えた。

[実験Ⅳ] 化合物 A に硫酸の存在下でメタノールを作用させてメチルエステルとした後、これを付加重合させたところ、高分子化合物 E を与えた。

[実験Ⅴ] 83.0 mg の化合物 B を正確にはかり取り、ジエチルエーテルに溶解させた後、これに同じ質量のナトリウムを作用させたところ、気体が発生した。

[実験Ⅵ] 化合物 B に水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素を作用させたところ、特異臭をもつ黄色の化合物 F が生成した。

[実験Ⅶ] 化合物 B と化合物 C の混合物に少量の硫酸を作用させて加熱したところ、化合物 B の一方のヒドロキシ基のみがエステル化された化合物 G を与えた。

[実験Ⅷ] 化合物 B と化合物 D の混合物に少量の硫酸を作用させて加熱したところ、化合物 B の全てのヒドロキシ基がエステル化された化合物 H を与えた。

[実験Ⅸ] 化合物 G に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたところ、紫色を呈した。

[実験Ⅹ] 30.6 mg の化合物 H を正確にはかり取り、十分な酸素の存在下で燃焼させたところ、79.2 mg の二酸化炭素と 23.4 mg の水を生じた。

(1) 化合物 A の分子式は C

①	②
---	---

 H

③	④
---	---

 O

⑤	⑥
---	---

 である。

(2) 化合物 A と同じ分子式をもつ構造異性体のうち、カルボキシ基をもつものは、化合物 A を含めて合計

⑦	⑧
---	---

 種類である。

(3) [実験Ⅱ]を行う際に使用する指示薬として最も適当なものは、

ア

 である。

ア

 の解答群

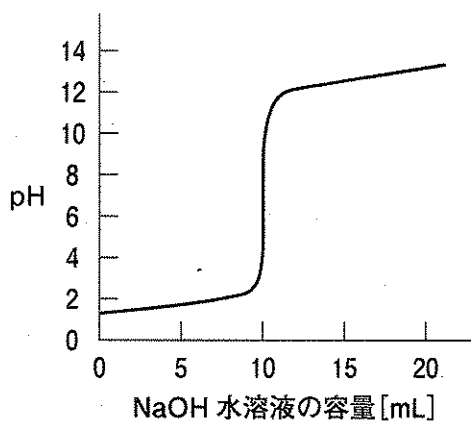
0 メチルレッド 1 メチルオレンジ 2 フェノールフタレイン

(4) [実験Ⅱ]を行った際に得られる滴定曲線の形状として最もふさわしいものは、

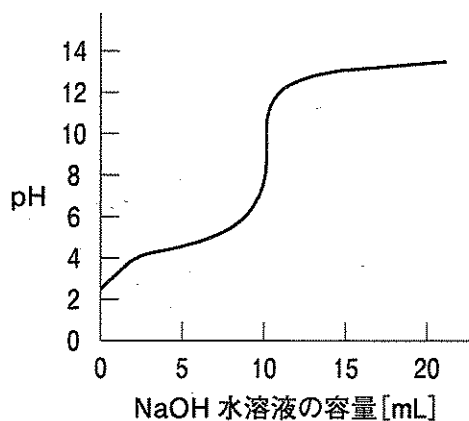
イ

 である。

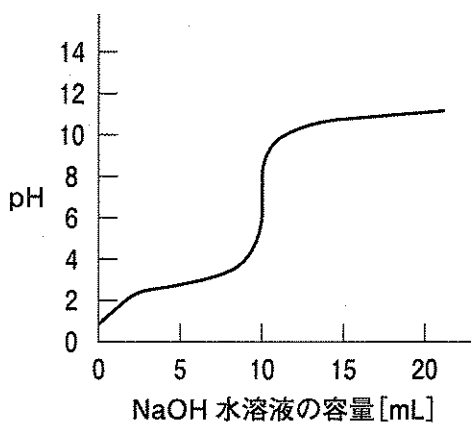
(イ) の解答群



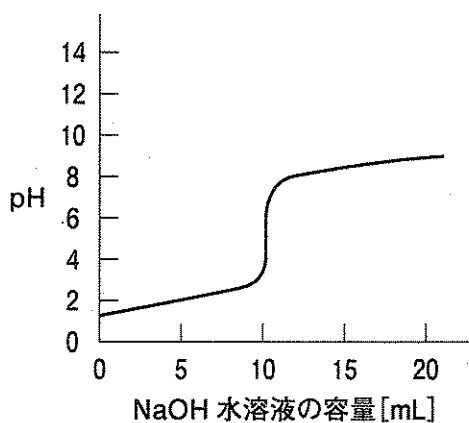
0



1



2



3

- (5) [実験Ⅳ]において得られる高分子化合物 E は (ウ) 樹脂であり、
 (エ) の原材料としてよく用いられる。また、高分子化合物 E の分子量
 が 2.5×10^5 であったと仮定すると、重合度は $\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{c}}$ で
 ある。
 小数点 指数

(ウ)

および

(I)

の解答群

- ## 0 熱可塑性

1 熱硬化性

2 生分解性

3 イオン交換

4 導電性

5 プラスチックレンズ

6 合成纖維

7 ペットボトル

8 タイヤ

9 スポンジ

積は

9

11

mLである。

小数点

(才)

(才)

の解答群

- $$O \quad I_2$$

$$1 \text{ CH}_3\text{I}$$
$$2 \text{ CH}_2\text{I}_2$$
$$3 \text{ CHI}_3$$
$$4 \text{ Cl}_4$$

(8) 化合物 H の分子式は C

12 13

H

14 15

0

16 17

である。

(9) 化合物 B の分子式は C

18 19

H

20 21

0

22 23

である。

めて

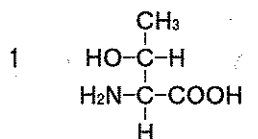
24 25

種類である。ただし、これらの異性体の中に光学異性体が

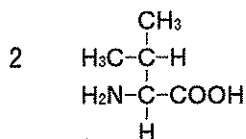
含まれる場合には、それぞれを別のものとして数えることとする。

4

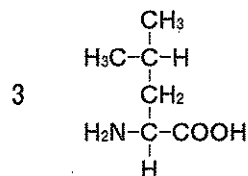
下図には成人の必須アミノ酸(すべてL-アミノ酸) 9種類の構造式, 名称の略号, 分子量および等電点が示してある。構造式をよくみて(1)~(4)の問いに答えなさい。(24点)



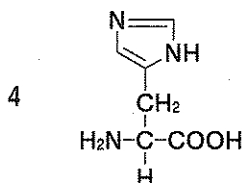
Thr(分子量 119)
等電点 6.2



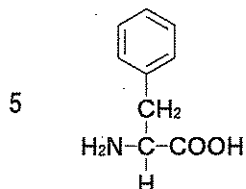
Val(分子量 117)
等電点 6.0



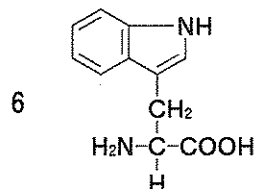
Leu(分子量 131)
等電点 6.0



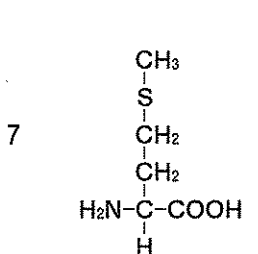
His(分子量 155)
等電点 7.6



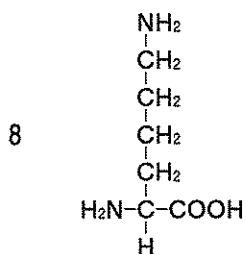
Phe(分子量 165)
等電点 5.5



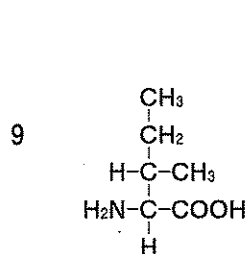
Trp(分子量 204)
等電点 5.9



Met(分子量 149)
等電点 5.7



Lys(分子量 146)
等電点 9.7



Ile(分子量 131)
等電点 6.0

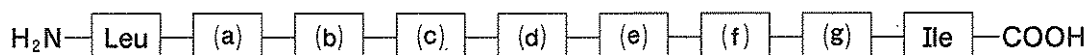
(1) 以下に示す(i)~(v)の条件に該当するアミノ酸を1~9から選び, その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし, 条件に該当するアミノ酸が複数ある場合は分子量の最も大きいものの番号を, また, 該当するアミノ酸がない場合は0をマークしなさい。

- (i) 1~9のアミノ酸のうち, 不斉炭素原子を複数個もつもの
- (ii) 1~9のアミノ酸のうち, このアミノ酸のアミノ基をヒドロキシ基に置換すると乳酸となるもの

- (iii) 1～9の各アミノ酸のメタノール溶液に濃硫酸を加えて加熱した後、炭酸水素ナトリウムで中和したとき、分子量 163 の化合物を与えるもの
 - (iv) 1, 5, 8 のアミノ酸のうち、最も疎水性が高いもの
 - (v) 1～9のすべてのアミノ酸の混合物を pH 7.5 の緩衝液に溶解した後、電気泳動により分析したとき、陰極側に最も強く引き寄せられるもの
- (2) ヒトの必須アミノ酸の定義として最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

(2)の解答群

- 0 生体内で合成され、タンパク質を構成する上で欠くことのできないアミノ酸
 - 1 生体内で合成され、健康の維持・増進に必要なアミノ酸
 - 2 生体内では合成できないか、合成されにくいので、外部から摂取する必要があるアミノ酸
 - 3 植物の生体内では合成できないので、他の動物由来の食物から摂取する必要があるアミノ酸
- (3) 上記9種類のアミノ酸1つずつによって構成されているペプチド A がある。下図に示したように、このペプチドのアミノ基を有する側の末端(N末端)は Leu であり、カルボキシ基を有する側の末端(C末端)は Ile である。これらの両末端の間に存在するアミノ酸(a)～(g)の配列を決定するために実験 I および実験 II を行った。(i)～(v)に答えなさい。なお、(ii)～(iii)には最も適当なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。また、(iv)～(v)の空欄 ① ～ ⑤ には、これにあてはまる数字を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、必要な場合は数値を四捨五入し、指示された桁まで答えなさい。必要のない桁には 0 をマークしなさい。



実験Ⅰ ペプチド A を酵素 X で加水分解すると、Val のカルボキシ基側で切断され、2 種類のペプチド B および C が得られた。このうちペプチド B に含まれるアミノ酸は、Ile, Lys, Phe, Thr であった。また、ペプチド C は N 末端から Leu, Trp, Met の順序で結合し、C 末端のアミノ酸は Val であった。

実験Ⅱ ペプチド A を酵素 Y で加水分解すると、ベンゼン環を含むアミノ酸のカルボキシ基側で切断され、3 種類のペプチド D, E および F が得られた。このうちペプチド D および E は水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性とした後、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えても呈色しなかった。また、ペプチド D 中の N 末端のアミノ酸は Leu であり、ペプチド E は等電点が 7 以上のアミノ酸を含んでいた。

(i) および にあてはまるアミノ酸の番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

(ii) B, C, D, E, F の 5 種類のペプチドを 100 mg ずつはかり取り、それぞれのカルボキシ基を完全にメチルエステル化したとき、質量の変化量が最も大きくなるペプチドはどれか。

(ii)の解答群

0 B 1 C 2 D 3 E 4 F

(iii) B, C, D, E, F の 5 種類のペプチドのうち、分子内にベンゼン環を含まないペプチドはどれか。複数ある場合には 5 をマークしなさい。

(iii)の解答群

0 B 1 C 2 D 3 E 4 F

(iv) ペプチド F に含まれる窒素の質量百分率は

①	②
---	---

 .

③

 % である。

↑
小数点

小数点

(v) ペプチドBに含まれる4つのアミノ酸を用いて環状テトラペプチドを合成したとき、そのペプチドの配列の組み合わせは ④⑤ 通りある。ただし、側鎖上の官能基はペプチド結合の形成には関与しないものとする。

(4) 2分子の Val と 2分子の Ile から構成される鎖状のテトラペプチドの配列の組み合わせは

⑥	⑦
---	---

 通りある。左の空欄にあてはまる最も適当な数字を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。このとき、必要のない桁が存在する場合には 0 をマークしなさい。

