

P 4 化 学

この冊子は、化学の問題で 1 ページより 16 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、さらに受験番号と志望学科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上部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。

原子量を必要とするときは、次の値を用いなさい。

H 1.0, Li 6.9, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Na 23.0,

Cl 35.5, K 39.1, Mn 54.9, Br 79.9, I 127

- 1 以下に示す(1)～(3)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 (ア) ～ (サ) には、これにあてはまる最も適当な語句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 ～ ⑮ 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、数値は四捨五入し、指示された桁まで答えなさい。この際、不要な桁がある場合には0をマークしなさい。(40点)

- (1) 原子の質量は、その大部分が原子核に集まっている。この原子核を構成する陽子の質量と中性子の質量は (ア) 。このことから、陽子の数と中性子の数を足し合わせたものは (イ) と呼ばれ、原子の質量の目安として利用されている。一方、 (ウ) 原子1個分の質量を基準として、特定の原子の質量を比率として表したものが相対質量である。例えば、 (エ) が17である塩素原子には、 ^{35}Cl および ^{37}Cl という2つの (オ) が含まれているが、これらの相対質量はそれぞれ34.97および36.97である。このことから、 (カ) が70.90である塩素分子中に含まれる ^{35}Cl の存在比は、全体を100%とした場合、およそ ① ② . ③ %であることがわかる。
- ↑
小数点

解答群 I [(ア)の解答群]

0 全く等しい

1 ほぼ等しい

解答群 II [(イ), (エ), (カ)の解答群]

0 原子番号

1 価 数

2 質量数

3 アボガドロ数

4 分子量

5 原子量

6 酸化数

解答群Ⅲ【ウ】の解答群]

0 ^1H

1 ^2He

2 ^{12}C

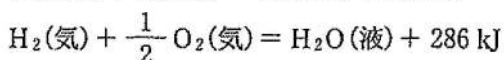
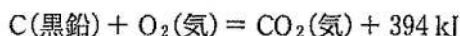
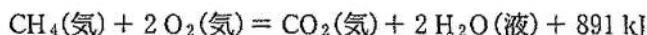
解答群Ⅳ【オ】の解答群]

0 同素体

1 同位体

2 異性体

- (2) メタン、炭素(黒鉛)および水素のそれぞれについて燃焼実験を行い、その際に発生する熱量を測定したところ、以下の熱化学方程式に示されるような結果が得られた。



これらの実験結果から、表1に示されるような組成をもつ25℃、1気圧の混合気体5Lに十分な酸素を加えて完全に燃焼させたときに発生する熱量は [④][⑤][⑥] kJであり、その際に生じる二酸化炭素の体積は標準状態において [⑦][⑧].[⑨] Lとなることがわかる。

↑
小数点

表1 混合気体の組成(25℃、1気圧における体積百分率)

メタン	24.5
水素	49.0
アルゴン	26.5

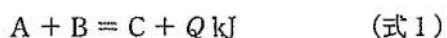
また、これらの実験結果から、メタンの生成熱は [⑩][⑪][⑫] kJ/molであることがわかる。一方、他のいくつかの実験において、表2に示されるような数値が得られた。

表2 実験における測定値[kJ/mol]

炭素の昇華熱	715
水の蒸発熱	44
O=O の結合エネルギー	494
O-H の結合エネルギー(水分子中)	459

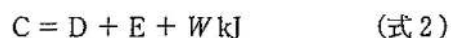
これらの数値から、水素分子中に存在する H-H の結合エネルギーを求めると、その数値は ⑬ ⑭ ⑮ kJ/mol となる。以上の結果から、メタン分子中に存在する C-H の結合エネルギーは、結合1つあたり ⑯ ⑰ ⑱ kJ/mol であることがわかる。

- (3) 同じ物質量の化合物 A と化合物 B の混合物を触媒 α の存在下で反応させると、その一部が化合物 C に変化し、短時間で平衡状態となることが知られている。このような化合物 C の生成反応は、(式1)のような反応式で表すことができる。



この反応における反応熱 Q を実際に測定したところ、 $Q > 0$ であることが明らかになった。

一方、化合物 C に触媒 β を加えると、その一部が化合物 D と化合物 E に分解し、短時間で平衡に達することが知られている。このような化合物 C の分解反応は、(式2)のような反応式で表すことができる。



この反応における反応熱 W を実際に測定したところ、 $W > 0$ であることが明らかになった。

そこで、体積が一定の容器に同じ物質量の化合物 A と化合物 B を入れた後、触媒 α と触媒 β の両方を加えて密閉したところ、この場合にも短時間で平衡に達することが明らかになった。このとき、触媒 α と触媒 β は互いに影響を及ぼさず、触媒が存在しない場合は、いかなる反応も進行しない。また、化合物 A ~ E は全て理想気体として挙動し、反応によって生じた熱は容器外には放出されないものとして、以下の問いに答えなさい。

- (a) 全ての反応が平衡に達した後に、生じた混合物中の化合物 C の割合を高くするために最も適切な方法 (キ) を以下に示す解答群 V の中から選びなさい。

解答群 V [(キ)の解答群]

- 0 反応系の温度を高くする
- 1 反応系の温度を低くする
- 2 反応容器の容積を変化させずに、化合物 A と同じ物質量のアルゴンガスを追加する
- 3 反応容器を縮小し、容積を半分にする

- (b) 全ての反応が平衡に達した後に、触媒 α のみを反応系から取り出した。この際、平衡はどちらの方向に移動するか。最も適当な記述 (ク) を以下の解答群 VI の中から 1 つ選びなさい。

解答群 VI [(ク)の解答群]

- 0 化合物 A および B の割合が増加する方向
- 1 化合物 C の割合のみが増加する方向
- 2 化合物 D および E の割合が増加する方向
- 3 いずれの方向にも移動しない

- (c) これら一連の反応を1つの化学平衡とみなした場合、その平衡定数 K を表す式として最も適切なもの を以下に示す解答群Ⅶの中から選びなさい。

解答群Ⅶ [(ケ)の解答群]

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 0 $K = [D][E] / ([A][B][C])$ | 1 $K = [C][D][E] / ([A][B])$ |
| 2 $K = [D][E] / ([A][B][C]^2)$ | 3 $K = [C]^2[D][E] / ([A][B])$ |
| 4 $K = [D][E] / ([A][B])$ | |

- (d) (式1)および(式2)において、 $Q = W$ の関係が成り立つとき、化合物AおよびBから化合物DおよびEが生じる向きの反応は、全体として発熱反応、吸熱反応のいずれとなるか。以下の解答群Ⅷから最も適切なもの を1つ選びなさい。

解答群Ⅷ [(コ)の解答群]

- 0 発熱反応
- 1 吸熱反応
- 2 どちらでもない

- (e) (式1)および(式2)において、 $Q > W$ の関係が成り立つとき、化合物AおよびBから化合物DおよびEが生じる向きの反応は、全体として発熱反応、吸熱反応のいずれとなるか。以下の解答群Ⅸから最も適切なもの を1つ選びなさい。

解答群Ⅸ [(カ)の解答群]

- 0 発熱反応
- 1 吸熱反応
- 2 どちらでもない

右のページは白紙です。

- 2 無機物質に関する(1)から(3)の文章の空欄に最も適当なものを、それぞれ指定された解答群から選び、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、空欄 (イ) , (ウ) , (カ) , (キ) は正負の記号を選ぶこと。また、同じ番号を何度使っても良い。空欄 ① ~ ⑩ 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、数値は四捨五入し、指示された桁までマークしなさい。必要のない桁には0をマークしなさい。(40点)

- (1) HCl および Cl_2 は、気体として存在する物質である。HCl は NaCl に濃硫酸を加えて加熱して得ることができる。このとき用いた NaCl が 11.7 g であり、反応が完全に進行したとすると、HCl は ① . ② ③ g 得られる。

↑
小数点

NaCl から Cl_2 を得るためには、NaCl を MnO_2 存在下で硫酸と加熱する。このとき用いた NaCl が 11.7 g であり、反応が完全に進行したとすると、

Cl_2 は ④ . ⑤ ⑥ g 得られる。

↑
小数点

Cl_2 は濃塩酸を MnO_2 存在下で加熱して得ることができる。このとき MnO_2 は Cl^- によって (ア) されており、Mn の酸化数は (イ) ⑦ から (ウ) ⑧ に変化している。

ハロゲンは酸化力を示すが、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 のうち、酸化力が強い順は (エ) である。このような関係があるために、(オ) の組合せでは反応は起こらない。

分子中に酸素原子を含む酸をオキソ酸という。塩素のオキソ酸には HClO 、 HClO_2 、 HClO_3 、 HClO_4 がある。 HClO の Cl の酸化数は (カ) ⑨、 HClO_4 の Cl の酸化数は (キ) ⑩ である。 HClO 、 HClO_2 、 HClO_3 、 HClO_4 のうち、最も酸化力が強いのは (ク) であり、同じモル数を水に溶かしたときに最も強い酸は (ケ) である。

解答群 I [(ア)~(ケ)の解答群]

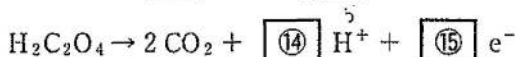
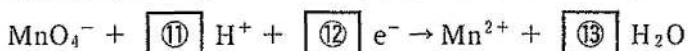
- | | | |
|---|---|---|
| 00 + (プラス) , | 01 - (マイナス) | 02 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ |
| 03 $\text{Cl}_2 > \text{I}_2 > \text{Br}_2$ | 04 $\text{Br}_2 > \text{Cl}_2 > \text{I}_2$ | 05 $\text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{Cl}_2$ |
| 06 $\text{I}_2 > \text{Br}_2 > \text{Cl}_2$ | 07 $\text{I}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2$ | |
| 08 KBr 水溶液と塩素水 | 09 KBr 水溶液とヨウ素 | |
| 10 KI 水溶液と塩素水 | 11 KI 水溶液と臭素水 | |
| 12 HClO | 13 HClO_2 | 14 HClO_3 |
| 15 HClO_4 | 16 酸化 | 17 還元 |

- (2) Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , または Pb^{2+} のいずれか 1 つの金属イオンを含む水溶液 a, b, c, d がある。水溶液 a に希塩酸を加えると白色沈殿が生じた。この沈殿は加熱すると溶けた。このとき、水溶液 a の金属イオンは (コ) として溶けている。また、水溶液 a に KI, K_2CrO_4 , H_2S , H_2SO_4 を別々に加えると、すべてにおいて沈殿が生じるが、白色沈殿を生成させるのは (サ) であり、黄色沈殿を生成させるのは (シ) である。水溶液 b にアンモニア水を少量加えると白色沈殿が生じたが、さらに過剰に加えると沈殿は溶けた。また、 H_2S を通じると白色沈殿が生成した。水溶液 c は淡緑色を呈しており、これに NaOH 溶液を加えたところ、緑白色の沈殿が生じた。また、この水溶液に $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えると、青白色の沈殿が生じた。水溶液 d は黄褐色を呈しており、NaOH 溶液を加えたところ、赤褐色の沈殿が生じた。また、この水溶液に $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えると、濃青色の沈殿が生じた。これらの結果から、a は (ズ), b は (セ), c は (ソ), d は (タ) の水溶液であると推測できる。

解答群 II [(コ)~(タ)の解答群]

- | | | |
|--|---|---|
| 00 Zn^{2+} | 01 Pb^{2+} | 02 Fe^{2+} |
| 03 Fe^{3+} | 04 PbCl_2 | 05 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ |
| 06 KI と K_2CrO_4 | 07 KI と H_2S | 08 KI と H_2SO_4 |
| 09 K_2CrO_4 と H_2S | 10 K_2CrO_4 と H_2SO_4 | 11 H_2S と H_2SO_4 |
| 12 KI のみ | 13 K_2CrO_4 のみ | 14 H_2S のみ |
| 15 H_2SO_4 のみ | | |

- (3) 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム(KMnO_4)水溶液とシュウ酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)水溶液とで酸化還元反応を行ったときの半反応式は次のようになる。



$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ を $6.30 \times 10^{-1} \text{ g}$ を正確にはかり取り、純水を用いて正確に 1.00 L とした。このときのシュウ酸の濃度は $\boxed{16} . \boxed{17} \boxed{18} \times 10^{-\boxed{19}}$ mol/L である。

↑ 小数点
 ↑ 指数

この水溶液を用いて KMnO_4 の濃度を求めるために以下の実験を行った。 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 水溶液を正確に 10.0 mL はかり取り、硫酸を適量加えて酸性にした。これを約 60°C に加熱し、 KMnO_4 水溶液を薄く色がついて消えなくなるまで滴下した。このとき要した KMnO_4 水溶液の滴下量が 10.0 mL であったとき、この KMnO_4 水溶液の濃度は $\boxed{20} . \boxed{21} \boxed{22} \times 10^{-\boxed{23}}$ mol/L である。

↑ 小数点
 ↑ 指数

ある河川の水は無機物を含まないが酸化されやすい有機物を含んでいることが分かっている。この河川水 100.0 mL を沸騰石を入れた清浄な三角フラスコにとり、濃硫酸 5.00 mL を加え、さらに上記の KMnO_4 水溶液 10.0 mL を正確に加え 5 分間加熱し有機物を酸化した。これに上記の $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 水溶液 10.0 mL を加えたところ、過マンガン酸カリウムの色は消失した。これに上記の KMnO_4 水溶液を 2.50 mL 滴下したところ、色がついて消えなくなった。この実験から、100.0 mL の河川水に含まれる有機物を酸化するのに必要な

KMnO_4 は $\boxed{24} . \boxed{25} \boxed{26} \times 10^{-\boxed{27}}$ mg であったことになる。

↑ 小数点
 ↑ 指数

ただし、河川水以外の試薬や実験器具などには有機物は一切存在せず、有機物は完全に酸化されたものとする。

右のページは白紙です。

3 「有機化合物」に関する(1)～(3)の記述中の空欄 (ア) ～ (ク) には解答群Ⅰから、 (ケ) , (サ) , (シ) , (ス) , (セ) の空欄には解答群Ⅱから、 (コ) と (チ) の空欄には解答群Ⅲから、 (ソ) と (タ) には解答群Ⅳから最も適切なものを選び、その番号を解答用マークシートの指定欄にマークしなさい。空欄 ① ～ ⑱ には最も適切な数値を解答用マークシートの指定欄にマークしなさい。 (40 点)

(1) 酸性化合物 A, 中性化合物 B, 塩基性化合物 C を、それぞれ 0.2 g ずつ含んだジエチルエーテル溶液 D (20 mL) がある。このサンプルに対して以下のような分離・抽出操作を行った。なお、各分離操作における抽出は、ほぼ 100 % 行われるものとする。

- (i) 溶液 D を分液ロートへ移し、飽和 NaHCO_3 水溶液 (20 mL) を加えて振ったところ、有機層 a と水層 b に分離された。
- (ii) 有機層 a に 1 mol/L HCl 水溶液 (20 mL) を加え、分液ロート中で振ったところ、有機層 c と水層 d が得られた。
- (iii) 水層 b に 1 mol/L HCl 水溶液を加えて pH を 2 にしたところ、油状物質が分離した。これにジエチルエーテル (20 mL) を加えて分液し、有機層 e と水層 f を得た。
- (iv) 水層 d に 1 mol/L NaOH 水溶液を加えて pH を 11 にしたところ、油状物質が分離した。そこへジエチルエーテル (20 mL) を加えて分液し、有機層 g と水層 h を得た。

以下のそれぞれの分離層に、それぞれ最も多く含まれていると思われるものを解答群Ⅰから選んで、解答用マークシートの指定欄にマークしなさい。同じものを複数回選んでも良い。

有機層 a には (ア)
 有機層 c には (ウ)
 有機層 e には (オ)
 有機層 g には (キ)

水層 b には (イ)
 水層 d には (エ)
 水層 f には (カ)
 水層 h には (ク)

解答群 I [(ア)~(ク)の解答群]

0 A

1 B

2 C

3 A と B

4 A と C

5 B と C

6 A と B と C

7 ほとんど何もない

(2) (1)の操作で分離された酸性化合物 A について調べたところ、炭素、水素、酸素のみでできていること、ベンゼン環を持っていること、ベンゼン上の置換基の数は 2 以下であること、分子量が 150 以下であることがわかった。また、52.5 mg の A を完全燃焼させると、二酸化炭素が 138.6 mg、水が 31.5 mg 得られた。さらに、A に無水酢酸を加えても全く反応しなかった。これらの実験結果から、この化合物 A の分子式は (ケ) であると決定し、①② 種類の異性体(構造異性体、立体異性体を全て含む)が存在する可能性が考えられた。また、化合物 A の沸点は常圧で約 262 °C であり、分子量が 150 より大きいウンデカン($C_{11}H_{24}$, 分子量 156)の沸点(196 °C)よりも高かった。これは、化合物 A の (コ) が主な原因であると考えられる。

一方、(1)の操作で分離された中性化合物 B は、無色でベンゼン環を持っておらず、分子量が 390 であることがわかった。そこで、156 mg の化合物 B に水酸化ナトリウムの水溶液を加えて加熱したところ、反応が 100 % 進行して無色で水溶性が高い化合物 E が 72 mg 得られた。同時に、黄色い炎色反応を示す化合物 F が 164 mg 得られ、これは化合物 E の 5 倍のモル数に相当することがわかった。化合物 E を硫酸銅(Ⅱ)水溶液と酒石酸ナトリウムカリウムの水酸化ナトリウム溶液に加えたところ、赤色の沈殿物が生成した。また、化合物 E の水溶液に酵母菌を加えたところ、エタノールと二酸化炭素が発生した。

以上のことから、この化合物 B の分子式は (サ) であると決定し、③④ 種類の異性体が存在する可能性が考えられた。また、化合物 E の分子式は (シ)、化合物 F の分子式は (ス) であると推定された。

さらに、塩基性化合物 C は分子量が 107 である二置換ベンゼンであることと、炭素を 78.5 %、水素を 8.4 % 含むことがわかった。また、無水酢酸と反応させると、分子量が 149 になった。以上のことから、化合物 C の分子式は (セ) であると決定した。C には ⑤⑥ 種類の異性体が存在する可能性が考えられた。

解答群Ⅱ【ケ, (サ), シ, ス, (セ)の解答群】

00 $C_7H_6O_2$	01 $C_7H_2O_4$	02 $C_8H_6O_2$
03 $C_8H_6O_3$	04 C_8H_8O	05 $C_7H_8O_3$
06 $C_8H_8NO_2$	07 $C_9H_{10}O$	08 $C_9H_{10}O_2$
09 $C_{10}H_{14}O$	10 $C_6H_{12}O_6$	11 $C_6H_{10}O_6$
12 C_2H_3ClO	13 $C_2H_3O_2Li$	14 $C_2H_3O_2Na$
15 $C_2H_3O_2K$	16 C_6H_5NO	17 $C_6H_7N_2$
18 C_7H_7O	19 C_7H_9N	20 $C_{15}H_{18}O_{12}$
21 $C_{17}H_{26}O_{10}$	22 $C_{16}H_{20}O_{10}$	23 $C_{16}H_{22}O_{11}$
24 $C_{16}H_{20}O_{11}$		

解答群Ⅲ【(ニ), (チ)の解答群】

0 共有結合	1 分子内水素結合	2 重 合
3 分子間水素結合	4 拡 散	5 カップリング
6 酸 化	7 還 元	8 付 加
9 加水分解		

(3) (1)の操作で分離された酸性化合物である A を L-アラニンのエチルエステルと脱水縮合反応に付したところ、その生成物 G が 2 つの立体異性体の混合物になることがわかった。このことから、化合物 A の異性体の可能性は、

⑦ ⑧ 個に絞ることができた(構造異性体, 立体異性体を全て含む)。また、化合物 G の分子式を、

C ⑨ ⑩ H ⑪ ⑫ N ⑬ ⑭ O ⑮ ⑯ と決定した。

塩基性化合物 C を希塩酸に溶かし、亜硝酸ナトリウムを加えたところ、化合物 H が得られた。化合物 H を水溶液中で温度を 50°C にしたところ、化合物 I が生成し、同時に (ソ) と (タ) が発生した。また、化合物 H にナトリウムフェノキシド水溶液を加えたところ、(チ) 反応が進行して化合物 J が赤橙色の沈殿として生成した。

最後に、化合物 A と化合物 C の脱水縮合反応を行ったところ、化合物 K が得られた、この化合物には、⑰⑱ 種類の異性体 (構造異性体, 立体異性体を全て含む) が生成する可能性が考えられた。

解答群Ⅳ [(ㄐ), (ㄒ)の解答群, 解答の順番は問わない]

- | | | | |
|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 0 H_2 | 1 O_2 | 2 N_2 | 3 NH_3 |
| 4 CO_2 | 5 HCl | 6 HBr | 7 NO_2 |
| 8 Cl_2 | 9 I_2 | | |

右のページは白紙です。

4 空欄 (ア) と (イ) に最も適当な語句をそれぞれ解答群Ⅰ、Ⅱ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。

空欄 ① ~ ⑱ に最も適当な数値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、小数点第二位は四捨五入し、指示された桁まで答えなさい。

この際、不要な桁がある場合には0をマークしなさい。(30点)

(1) 断面積が 2.0 cm^2 である左右対称の U 字管の中央がセロハン膜で仕切られており、一方に分子量が未知のタンパク質 P 0.29 g を溶解させ、 25 mL とした水溶液を入れ、他方に 25 mL の純水を入れた。 27°C で静置すると、タンパク質 P 溶液の液面が純水の液面よりも 4.0 cm 上昇した。つまり、タンパク質 P 溶液と純水の液面差が 4.0 cm であった。なお、タンパク質 P 溶液および純水の密度は 1.0 g/mL であり、密度が 1.0 g/mL で、高さ 1 cm の液柱によって生じる圧力は $9.8 \times 10 \text{ Pa}$ である。また、気体定数 R は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とし、ファントホッフの法則が成り立つものとする。次の問いに答えなさい。

a) タンパク質 P 溶液と純水の液面差が 2.0 cm とするためには、タンパク質 P の (ア) の分子量をもつタンパク質を用いれば良い。

b) 外気圧を 2 倍にすると、浸透圧は (イ) 。

c) 浸透が止まったときのタンパク質 P 溶液の浸透圧を有効数字 2 桁で求め

ると、 ① . ② $\times 10$ ③ Pa となる。
 ↑ ↑
 小数点 指数

d) タンパク質 P 水溶液に浸透した水の体積は $\boxed{4}.\boxed{5}$ mL となり、タンパク質溶液の体積は $\boxed{6}\boxed{7}$ mL となる。 $\begin{matrix} \uparrow \\ \text{小数点} \end{matrix}$

e) タンパク質 P の分子量を有効数字 2 桁で求めると、

$$\begin{matrix} \boxed{8}.\boxed{9} \times 10^{\boxed{10}} \\ \begin{matrix} \uparrow \\ \text{小数点} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \uparrow \\ \text{指数} \end{matrix} \end{matrix} \text{ となる。}$$

解答群 I 【ア】の解答群

0 2 分の 1 1 2 倍 2 3 倍 3 4 倍

解答群 II 【イ】の解答群

0 変わらない 1 2 分の 1 になる 2 2 倍になる
3 4 倍になる

- (2) 1分子中にグリシン、L-アラニン、L-フェニルアラニンのいずれかを構成アミノ酸とする環状ペプチド*あるいは直鎖状ペプチド(ペプチド結合で結ばれ、枝分かれのないペプチド)の構造異性体(分子式が同一で、原子結合順序が異なるもの)について、以下の問いに答えなさい。

*ペプチドの末端には、遊離のアミノ基とカルボキシ(ル)基が存在し、アミノ基を有する末端をN末端、カルボキシ(ル)基を有する末端をC末端といい、環状ペプチドはN末端とC末端がペプチド結合で結ばれ、環状となったペプチドのことである。

- a) L-アラニン1分子、グリシン1分子、L-フェニルアラニン1分子から構成される環状トリペプチドの構造異性体は、元の化合物を含めて全部で

⑪	⑫
---	---

 種類存在する。

- b) L-アラニン1分子とグリシン2分子から構成される環状トリペプチドの構造異性体は、元の化合物を含めて全部で

⑬	⑭
---	---

 種類存在する。

- c) L-アラニン1分子、グリシン2分子、L-フェニルアラニン1分子から構成される環状テトラペプチド(4つのアミノ酸からなる環状ペプチド)の構造異性体は、元の化合物を含めて全部で、

⑮	⑯
---	---

 種類存在する。

- d) L-アラニン2分子、グリシン1分子、L-フェニルアラニン1分子から構成される鎖状テトラペプチドの構造異性体は、元の化合物を含めて全部で、

⑰	⑱
---	---

 種類存在する。