

I. 注意事項

- 問題は I から V までである (全体で 14 ページ)。問題 I, II, III はマークシート式解答用紙に、問題 IV, V は記述用解答用紙に解答を書き込むこと。解答の方法は以下の説明に従うこと。
- マークシート式解答用紙
 - ① 解答用紙には「生物」(だいたい色)と「化学」(ピンク色)の解答欄がある。
 - ② 各問題の解答はマークシート「化学」(ピンク色)の該当するマーク欄をマークすること。
- 記述用解答用紙
解答用紙に氏名、6 けたの受験番号を記入し、各問題の解答はすべて解答欄の指定の位置に記入すること。

II. 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 Mg=24.3 S=32 Cl=35.5 Ar=40

大気圧 : 1.01×10^5 [Pa]、気体定数 : $R = 8.31 \times 10^3$ [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。

問題 I 次の各問いに答えよ。ただし、問 1～問 11 の答は、すべてマークシート式解答用紙の 1～11 のマーク欄にマークせよ。

問 1 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを反応させて、ある気体を発生させたい。そのときに用いる気体発生装置と用いる乾燥剤として、最も適切なものを下のア～カの中から選べ。



| | 気体発生装置 | 乾燥剤 |
|---|--------|--------|
| ア | ① | 十酸化四リン |
| イ | ① | ソーダ石灰 |
| ウ | ② | 十酸化四リン |
| エ | ② | ソーダ石灰 |
| オ | ③ | 十酸化四リン |
| カ | ③ | ソーダ石灰 |

問2 質量パーセント a [%] の硫酸の密度は b [g/cm³] である。この硫酸 v [mL] を水で薄めて 1 L にしたとき、この溶液のモル濃度 [mol/L] は次のどの式で表されるか。解答はア～クから選べ。

| | | | | | | | |
|---|--------------------|---|--------------------|---|--------------------|---|--------------------|
| ア | $\frac{abv}{9800}$ | イ | $\frac{abv}{4900}$ | ウ | $\frac{abv}{98}$ | エ | $\frac{abv}{49}$ |
| オ | $\frac{av}{9800b}$ | カ | $\frac{av}{4900b}$ | キ | $\frac{ab}{9800v}$ | ク | $\frac{ab}{4900v}$ |

問3 次の記述のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① 鉛は典型金属元素である。
 - ② NaCl の結晶は電気伝導性がない。
 - ③ オゾン分子は折れ線形の構造である。
 - ④ 酢酸をベンゼンに溶かして凝固点降下法で分子量を測定すると、分子式から計算される分子量の約 2 倍の値になる。
 - ⑤ 炭素原子のイオン化エネルギーは、酸素原子のイオン化エネルギーよりも大きい。
- 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⑤ ク ②と③ ケ ②と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問4 次の電池についての記述のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ① 2種類の金属を電極に用いたダニエル電池のような構造の電池では、2種の金属のイオン化傾向の差が大きいほど起電力は大きい。
 - ② 2種類の金属を両極とした電池では、イオン化傾向が大きい方が正極になる。
 - ③ 鉛蓄電池では放電するにしたいがい、硫酸の濃度は減少する。
 - ④ 鉛蓄電池では、放電の際に極板の質量増加が起こる。
 - ⑤ 電池を放電させた場合、正極では酸化反応が起こり、負極では還元反応が起こる。
- 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⑤ ク ②と③ ケ ②と④ コ ②と⑤ サ ③と⑤ シ ④と⑤

問5 次の各熱化学方程式における反応熱 Q ($Q > 0$) のうしろの $< >$ 内に、それぞれの Q の種類を示した。これらの名称の中で誤っているものをすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① $\text{NaOH(固)} + \text{aq} = \text{NaOHaq} + Q < \text{溶解熱} >$
- ② $\text{Na(固)} + 1/2 \text{Cl}_2(\text{気}) = \text{NaCl(固)} + Q < \text{生成熱} >$
- ③ $\text{Cl}_2(\text{気}) = 2\text{Cl}(\text{気}) - Q < \text{分解熱} >$
- ④ $\text{Na(気)} + Q < \text{イオン化エネルギー} > = \text{Na}^+(\text{気}) + \text{e}^-$
- ⑤ $\text{Cl}(\text{気}) + \text{e}^- = \text{Cl}^-(\text{気}) + Q < \text{電子親和力} >$

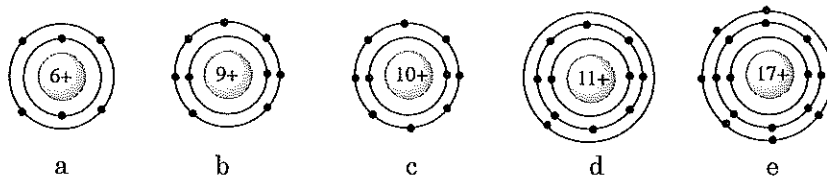
- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ①と②
 キ ①と⑤ ク ②と③ ケ ②と⑤ コ ③と⑤ サ ④と⑤

問6 次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ① ケラチンは複合タンパク質である。
- ② アルブミンの水溶液に硫酸アンモニウムを多量に加えると、塩析が起こる。
- ③ アミノ酸の側鎖はタンパク質の性質に影響を及ぼす。
- ④ 油脂の融点は、構成脂肪酸の炭素数および炭素-炭素二重結合の数の影響を受ける。
- ⑤ けん化価の大きい油脂には、炭素数の少ない脂肪酸が多く含まれる。

- 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⑤ ク ②と③ ケ ②と④ コ ②と⑤ サ ③と⑤ シ ④と⑤

問7 原子が下図の電子配置を持つ元素 a～e についての(1)～(4)に対する答えが、すべて正しい組み合わせはどれか。解答はア～カから選べ。



- (1) 原子が不対電子を持たない元素はどれか、記号で答えよ。
- (2) b と似た性質を示す元素はどれか、記号で答えよ。
- (3) 原子の電子配置が閉殻構造である元素はどれか、記号で答えよ。
- (4) 最も電気陰性度が大きい元素はどれか、記号で答えよ。

| | (1) | (2) | (3) | (4) |
|---|-----|-----|-----|-----|
| ア | a | d | a | b |
| イ | a | e | c | a |
| ウ | a | e | c | c |
| エ | c | d | c | b |
| オ | c | e | c | b |
| カ | c | e | c | e |

問 8 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ (a, b, c は係数) で表される反応の速度式が、下記のように表されるとする。

$$v = k [A]^x [B]^y$$

この反応で、A と B の初濃度を変えて反応の初期の速度 v を測定した結果を、下表に示した。この反応の反応速度定数 k の値として、適当なものをア～カから選べ。ただし、単位は省略してある。

| [A] [mol/L] | [B] [mol/L] | v [mol/(L·s)] |
|-------------|-------------|----------------------|
| 0.2 | 1.8 | 3.6×10^{-3} |
| 0.2 | 0.9 | 1.8×10^{-3} |
| 0.4 | 0.9 | 7.2×10^{-3} |

- ア 5.0×10^{-3} イ 5.0×10^{-2} ウ 1.0×10^{-3}
 エ 1.0×10^{-2} オ 2.0×10^{-3} カ 2.0×10^{-2}

問 9 次の①～③の記述にあてはまる異性体の個数の組み合わせとして正しいものはどれか。解答はア～ケから選べ。

- ① 分子式 $C_4H_{10}O$ で表される化合物の構造異性体のうち、第一級アルコールである異性体の数
 ② 分子式 C_4H_8O で表される化合物の構造異性体のうち、アルデヒドである異性体の数
 ③ 分子式 C_5H_{12} で表される化合物の構造異性体の数

| | ① | ② | ③ |
|---|---|---|---|
| ア | 1 | 1 | 2 |
| イ | 1 | 2 | 2 |
| ウ | 1 | 2 | 3 |
| エ | 2 | 1 | 3 |
| オ | 2 | 2 | 3 |
| カ | 2 | 2 | 4 |
| キ | 3 | 1 | 3 |
| ク | 3 | 2 | 3 |
| ケ | 3 | 2 | 4 |

問 10 次の①～⑤のうち、下線部の操作によりいったん生じた沈殿が、さらにその操作を続けると溶解するものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ① 塩化鉄(Ⅲ)水溶液に、ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム $K_4[Fe(CN)_6]$ 水溶液を加える。
- ② 硝酸銀水溶液に、硫化水素を通じる。
- ③ 水酸化カルシウム水溶液に、二酸化炭素を通じる。
- ④ 硫酸アルミニウムの水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- ⑤ 塩化マグネシウム水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を加える。

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④ コ ②と⑤ サ ③と④ シ ③と⑤

問 11 次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選べ。解答はア～サから選べ。

- ① 同じ炭素数のアルカン同士では、枝分かれが多く球状に近いほど、沸点は低くなる傾向がある。
- ② 2-プロパノールを酸化すると、アセトンが生成する。
- ③ 乳酸には、不斉炭素原子が存在する。
- ④ フマル酸とマレイン酸は互いに光学異性体の関係にある。
- ⑤ アルケンの炭素-炭素二重結合 $C=C$ では、その結合を軸とした分子内の回転は起こらない。

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③ ケ ②と④ コ ③と④ サ ④と⑤

問題 II II-A、II-Bの問題について答えよ。ただし、問12～問16の答は、すべてマークシート式解答用紙の12～16のマーク欄にマークせよ。

II-A 次の①～⑥の反応を(1)(2)の条件で行ったところ、それぞれ平衡状態に達した。その結果について以下の問に答えよ。

- ① (1) 一酸化炭素 (気体) と水素 (気体) それぞれ 1 mol を触媒とともに一定圧力、一定温度で反応させたところ、メタノール (気体) が生成し、+105 kJ の発熱があった。
 (2) 反応温度をあげて、それ以外の条件は変えずに同様の反応を行った。
- ② (1) 一定温度で、容積が一定の密閉容器中に、0.1 mol の 二酸化窒素 (気体) を封入し放置したところ、一部が 四酸化二窒素 (気体) に変化した。
 (2) 温度を変えずに、平衡状態にある(1)の密閉容器にアルゴン (気体) 0.05 mol を加えて放置した。
- ③ (1) 水素 (気体) とヨウ素 (気体) それぞれ 0.1 mol を容積 2 L の密閉容器中、一定温度で反応させたところ、ヨウ化水素 (気体) が生成した。
 (2) 容積 1 L の密閉容器中で、それ以外の条件は変えずに同様の反応を行った。
- ④ (1) 二酸化硫黄 (気体) と酸素 (気体) それぞれ 1 mol を密閉容器中、一定温度で反応させたところ、三酸化硫黄 (気体) が生成した。
 (2) 触媒として V_2O_5 (体積は無視できる) を加え、それ以外の条件は変えずに反応を行った。
- ⑤ (1) 酢酸 1 mol にエタノール 1 mol と濃硫酸を少量加えて加熱還流して反応させ、酢酸エチル を合成した。
 (2) エタノール 3 mol を用いて、それ以外の条件は変えずに酢酸エチルを合成した。
- ⑥ (1) 一定温度で、硫化亜鉛 を水 100 mL に加えて十分に攪拌したところ、一部が溶解して飽和溶液になった。
 (2) 温度を変えずに、(1)の飽和水溶液に塩化水素 (気体) を導入した。

問12 ①～⑥の反応のうち、(1)と比べて(2)で下線を引いた物質の物質量が減少する方向に平衡の位置がずれるものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ⑥のみ
 キ ①と② ク ①と⑥ ケ ②と④ コ ③と⑤ サ ④と⑤ シ ⑤と⑥

問13 ①～⑥の反応のうち、(1)と比べて(2)で下線を引いた物質の物質量が増加する方向に平衡の位置がずれるものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ⑥のみ
 キ ①と③ ク ②と④ ケ ②と⑤ コ ③と⑥ サ ④と⑤ シ ⑤と⑥

問14 ①～⑥の反応のうち、(1)と比べて(2)で平衡定数が変化するものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

- ア ①のみ イ ②のみ ウ ③のみ エ ④のみ オ ⑤のみ カ ⑥のみ
 キ ①と② ク ②と⑤ ケ ②と⑥ コ ③と⑤ サ ④と⑤ シ ⑤と⑥

II-B. 点火装置のついた容積 4.50 L の密閉容器内に、マグネシウム粉末 2.43 g、酸素 6.40 g、アルゴン 8.40 g を封入した。この容器内で、点火装置を作動させマグネシウムを完全燃焼させた後、容器の温度を 27 °C に保った。この燃焼後の状態について、以下の問いに答えよ。ただしマグネシウムおよび燃焼後に生じる固体の体積は無視するものとする。

問 15 容器内の酸素の分圧 (Pa) にもっとも近い値をア～キから選べ。

- ア 1.11×10^4 イ 5.54×10^4 ウ 8.31×10^4 エ 1.10×10^5
オ 1.66×10^5 カ 2.49×10^5 キ 2.77×10^5

問 16 容器内の全圧 (Pa) にもっとも近い値をア～クから選べ。

- ア 1.99×10^4 イ 5.54×10^4 ウ 8.31×10^4 エ 1.66×10^5
オ 1.99×10^5 カ 2.49×10^5 キ 2.77×10^5 ク 5.54×10^5

問題 III 多糖に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。ただし、問 17～問 23 の答は、すべてマークシート式解答用紙の 17～23 のマーク欄にマークせよ。

多糖は、単糖どうしが脱水縮合して形成されるグリコシド結合を介して多数重合した高分子化合物である。多糖の代表的なものにデンプン、セルロース、グリコーゲンがあり、これらはいずれもグルコースを構成単糖とする。

デンプンは、植物の光合成によってつくられ、種子、根茎、地下茎などに蓄積し、デンプン粒を形成して存在している。一般にデンプン粒は、冷水には溶けにくい、熱水につけておくと溶けだしてコロイド溶液になる成分 (a) と、熱水にも不溶性の成分 (b) の 2 種類から構成されている。いずれも α -グルコースが構成単糖であるが、(c) は直鎖状の構造、(d) は分子内に多数の枝分かれがある分枝構造である。 α -グルコースから成るデンプンの分子内にはらせん構造が存在する。らせん構造は α -グリコシド結合を形成する共有結合と分子内 (e) によって保持されている。(f) の分子量は (g) に比べて大きい、1 本あたりのらせん構造の長さは短い。ヨウ素デンプン反応では、両者のらせん構造の長さの違いが色調の違いとなって現れる。

セルロースはデンプンと同様に光合成によってつくられる。植物細胞壁の主成分で、多数の β -グルコースが β -グリコシド結合で直鎖状に結合したものである。デンプンと異なり、セルロース分子は、単純な直鎖構造である。セルロースは分子どうしが平行に並び、分子間は (h) で結びつく性質があるので強い繊維状の物質となる。セルロースは、熱水にも有機溶媒にも溶けないうが、金属イオン (i) を含んだ濃アンモニア水には溶け、これはキュプラの原料として用いられる。

グリコーゲンは、動物のエネルギー貯蔵物質で、特に肝臓、筋肉に多く含まれる。肝臓のグリコーゲンは生体のエネルギー源に、筋肉のグリコーゲンは筋収縮のエネルギー源となる。体重 50 kg の人では、満腹時においては肝臓におよそ 100 g のグリコーゲンが蓄積できる。グリコーゲンは (j) に似た構造だが、分枝数は著しく多い。肝臓に蓄えられたグリコーゲンは必要に応じてグルコースまで分解された後、血液を介して各組織に供給され、そこで二酸化炭素と水にまで分解される。この分解過程で発生するエネルギーは、体温の維持を含めて様々な生命活動に利用される。

問 17 (a)、(b)、(c)、(d)、(f)、(g)および(j)にはアミロペクチンまたはアミロースのいずれかが入る。正しい組み合わせをア～オから選び、記号で答えよ。ただし、表中の A はアミロース、P はアミロペクチンを示している。

| | (a) | (b) | (c) | (d) | (f) | (g) | (j) |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ア | P | A | A | P | A | P | A |
| イ | A | P | P | A | A | P | P |
| ウ | A | P | A | P | P | A | A |
| エ | A | P | A | P | P | A | P |
| オ | P | A | P | A | A | P | P |

問 18 空欄(e)、(h)に入る語句として正しい組み合わせを、ア～キから選び記号で答えよ。

| | (e) | (h) |
|---|------------|------------|
| ア | 水素結合 | ファンデルワールス力 |
| イ | 水素結合 | 共有結合 |
| ウ | 水素結合 | 水素結合 |
| エ | ファンデルワールス力 | 水素結合 |
| オ | ファンデルワールス力 | ファンデルワールス力 |
| カ | イオン結合 | 水素結合 |
| キ | イオン結合 | 共有結合 |

問 19 (i)に入る金属イオンとして正しいものをア～キから選び、記号で答えよ。

ア Al^{3+} イ Fe^{2+} ウ Fe^{3+} エ Cu^{+} オ Cu^{2+} カ Ag^{+} キ Ca^{2+}

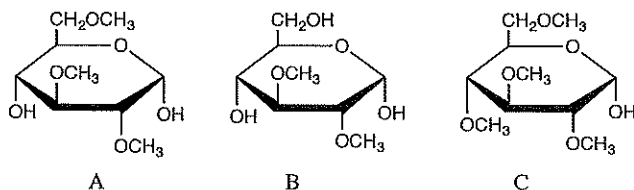
問 20 (e)とは異なる力をすべて選べ。解答はア～シから選び記号で答えよ。

- ① タンパク質のらせん構造を保持する力
- ② 液体水素において水素の分子間に働く力
- ③ 氷の結晶において水分子間に働く力
- ④ アンモニア水中でアンモニア分子と水分子間に働く力
- ⑤ 固体のパルミチン酸においてパルミチン酸分子間に働く主な力

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③ ケ ②と④ コ ②と⑤ サ ③と⑤ シ ④と⑤

問 21 平均分子量 4.86×10^5 の枝分かれのあるデンプンがある。このデンプンのすべての $-OH$ 基をメチル化した後、希硫酸で完全に加水分解したところ、下記の A、B、C の化合物がそれぞれ 0.036 mol、0.0020 mol、0.0020 mol 得られた。

(1)このデンプンの枝分かれ箇所のグルコースに由来する構造は、A～C のどれか。また、(2)このデンプンの枝分かれの個数にもっとも近い数値はどれか。(1)(2)の解答として適当な組み合わせをア～シから選べ。



6員環の炭素原子Cとこれに結合する水素原子Hは省略してある

| | (1) | (2) |
|---|-----|-----|
| ア | A | 100 |
| イ | A | 135 |
| ウ | A | 150 |
| エ | A | 175 |
| オ | B | 100 |
| カ | B | 135 |
| キ | B | 150 |
| ク | B | 175 |
| ケ | C | 100 |
| コ | C | 135 |
| サ | C | 150 |
| シ | C | 175 |

問 22 セルロースに無水酢酸、氷酢酸および少量の濃硫酸の混合液を作用させて得られるトリアセチルセルロースから合成され、利用されている繊維は、下記のいずれの繊維に分類されるか。正しいものをア～カから選び、記号で答えよ。

- ア 再生繊維 イ 合成繊維 ウ 天然繊維 エ アラミド繊維
オ アクリル繊維 カ 半合成繊維

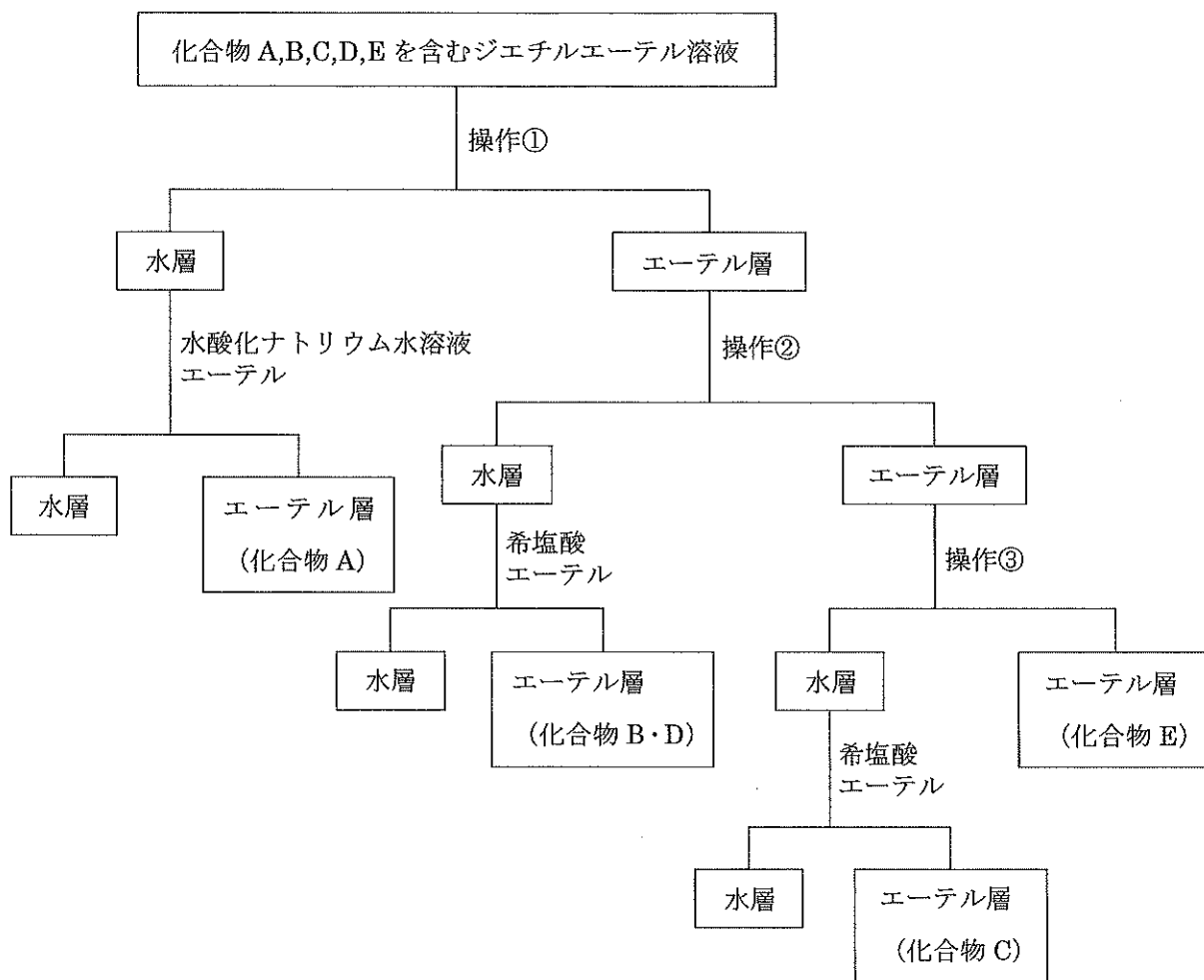
問 23 下線部①で述べたように、ヒトはグリコーゲンを分解したグルコースをエネルギー源として利用している。このときのグルコースの分解反応は、以下の熱化学方程式で表される。



仮に、肝臓にグリコーゲン 81 g が蓄えられていたとすると、グリコーゲンから生成したグルコースが、すべて二酸化炭素と水にまで分解されたときに発生するエネルギーは何 kJ か。最も近い値をア～カから選び記号で答えよ。ただし、グリコーゲンがグルコースに分解する際のエネルギー変化は考えなくて良い。

- ア 1000 イ 1300 ウ 1400 エ 2800 オ 5600 カ 6200

問題 IV 化合物 A、B、C、D、E はいずれも炭素数が 8 以下の芳香族化合物である。A～E の混合物のジエチルエーテル溶液を分液漏斗に入れ、下図に示すような抽出操作を行った。化合物 A～E に関する以下の記述を読み、問 1～7 に答えよ。



化合物 A と無水酢酸を反応させると、分子式が C_8H_9NO の芳香族化合物 F を生じる。また、
 ① A の希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウム水溶液を $5^{\circ}C$ 以下で加えると芳香族化合物 G を生じる。

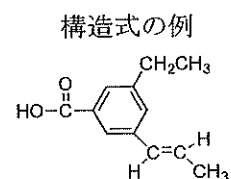
化合物 C は、工業的にはクメン法により作られている。C のナトリウム塩を高温・高圧下で二酸化炭素と反応させた後、希硫酸で処理すると化合物 B を生じる。B にメタノールと少量の濃硫酸を加え加熱すると、芳香族化合物 H を生じる。

化合物 D は、工業的には炭化水素である化合物 E を触媒存在下に酸化して合成されている。
 ② D と 1,2-エタンジオールを縮合重合させると、高分子材料のポリエチレンテレフタレート（略称 PET）を生じる。

問1 図中の操作①、操作②、操作③として最も適切なものを、以下の(a)~(d)からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- (a) 炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、よく振り混ぜたのちに静置し、エーテル層と水層を分離する。
- (b) 水酸化ナトリウム水溶液を加え、よく振り混ぜたのちに静置し、エーテル層と水層を分離する。
- (c) 塩化ナトリウム水溶液を加え、よく振り混ぜたのちに静置し、エーテル層と水層を分離する。
- (d) 希塩酸を加え、よく振り混ぜたのちに静置し、エーテル層と水層を分離する。

問2 化合物 B、E、G、H の構造式を右図の例にならって書け。



問3 化合物 F の名称を書け。

問4 化合物 A~H のうち、塩化鉄(III)水溶液によって青紫~赤紫色を呈するものをすべて選び、記号で答えよ。

問5 下線部(1)で、温度が 5℃以上上がった場合、G の分解反応が起こる。その反応式を書け。

問6 下線部(2)の反応式を書け。

問7 分子量 6.72×10^4 のポリエチレンテレフタレート 1 分子中に含まれるエステル結合の数はいくつか。最も近い値をア~クから選び記号で答えよ。

- | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ア 1.75×10^2 | イ 3.50×10^2 | ウ 5.00×10^2 | エ 7.00×10^2 |
| オ 1.75×10^3 | カ 3.50×10^3 | キ 5.00×10^3 | ク 7.00×10^3 |

問題 V 一般に、アミノ酸は水溶液中では、図 1 に示すように陽イオン(A)、双性イオン(B)、陰イオン(C)が電離平衡の状態にあり、水溶液の pH に応じてその濃度の割合が変化する。各アミノ酸は、特定の pH において正の電荷と負の電荷がつりあい、平衡混合物の電荷が全体として 0 になる。このときの pH をそのアミノ酸の等電点という。以下の問いに答えよ。

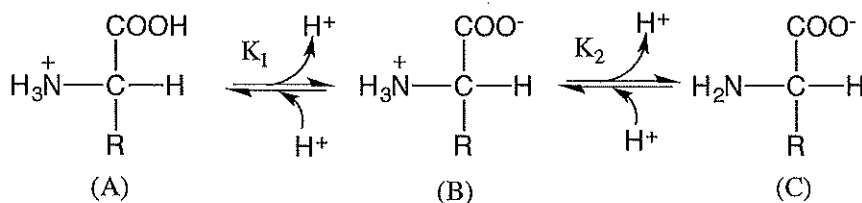


図 1 R は側鎖を、 K_1 、 K_2 は電離定数を表す

問 1 図 2 は、ある中性アミノ酸の pH の変化に伴う (A)、(B)、(C) それぞれの濃度変化を 3 つの曲線で示した図である。(B) の濃度変化を表しているのはどの曲線か。ア～ウの記号で答えよ。

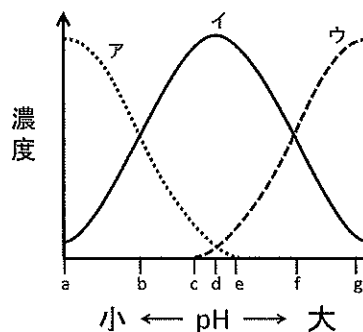


図 2

問 2 図 2 において、このアミノ酸の等電点に最も近い pH を示している記号はどれか。a～g から選べ。

問 3 このアミノ酸の第 1 電離の電離定数を K_1 、第 2 電離の電離定数を K_2 、イオン(A)の濃度を $[A]$ 、(B)の濃度を $[B]$ 、(C) の濃度を $[C]$ 、水素イオン濃度を $[H^+]$ としたときの、 K_1 と K_2 の積を示せ。

問 4 このアミノ酸の 25 °C における電離定数の値は、 $K_1=4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 、 $K_2=2.5 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ である。このアミノ酸の等電点の pH を求めよ。

側鎖 R が H のアミノ酸であるグリシンについての以下の間に答えよ。

問5 結晶のグリシンの荷電状態は図1の(A)~(C)のどれか。

記号で答えよ。

問6 グリシンの塩酸塩は、緩衝液に用いられることがある。

図3は0.1 mol/Lのグリシン塩酸塩の水溶液を0.1 mol/LのNaOH水溶液で滴定して得られた滴定曲線を示したものである。図3の点a~eのうち、どの点におけるpHのとき緩衝作用が最も大きくなるか。記号で答えよ。

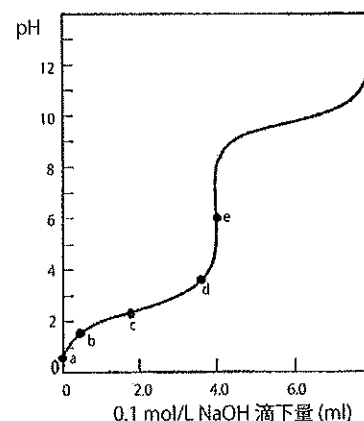


図3

問7 図3の点a~eのうち、グリシンの等電点のpHに最も近いのはどの点か。記号で答えよ。

問8 アスパラギン酸の側鎖 R は、 $-\text{CH}_2\text{COOH}$ である。

- ①アスパラギン酸の等電点のpHはグリシンの等電点のpHより酸性側にあるか、塩基性側にあるか。あるいは両者の等電点は同じpHか。
- ②pH7.0の緩衝液を用いてグリシンとアスパラギン酸の混合溶液を電気泳動したとき、どちらがより陽極側に移動するか。あるいは両者の移動距離は同じか。
- ①②の解答として適当な組み合わせをア~ケから選べ。

| | ① | ② |
|---|------|---------|
| ア | 酸性側 | グリシン |
| イ | 酸性側 | アスパラギン酸 |
| ウ | 酸性側 | 移動距離は同じ |
| エ | 同じpH | グリシン |
| オ | 同じpH | アスパラギン酸 |
| カ | 同じpH | 移動距離は同じ |
| キ | 塩基性側 | グリシン |
| ク | 塩基性側 | アスパラギン酸 |
| ケ | 塩基性側 | 移動距離は同じ |

問9 陽イオン交換樹脂を充填したカラム管に、グリシンとアスパラギン酸の混合物の強酸性溶液を通して、通過する溶液を集めた(溶液1)。その後、pH4.0の緩衝液を流して、溶出する溶液を集めた(溶液2)。次にpH8.0の緩衝液を流して溶出する溶液を集めた(溶液3)。このようにしてグリシンとアスパラギン酸を分離した。このとき、カラム管から流出した溶液1~3のうち、グリシンを最も多く含むのはどの溶液か。また、アスパラギン酸を最も多く含むのはどの溶液か。それぞれについて1~3の番号で答えよ。