

[注意] 原子量が必要な場合には、次の値を用いよ。H=1.0, C=12.0,
N=14.0, O=16.0, Ne=20.2, Na=23.0, Cl=35.5, Ca=40.1
また、必要があれば、次の値を用いよ。log 1.74=0.241,
log 3.48=0.542, log 8.70=0.940

〔 I 〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

物質は様々な元素から構成されている。アルミニウムはわれわれの住む地球の地殻を構成する主要な元素であり、 , について3番目に多く存在し、約8%含まれている。また、われわれの日常生活の中で飲料の容器などに利用されており、資源の有効利用のため、リサイクルの対象にもなっている重要な金属である。アルミニウム原子は価電子 個をもち、 価の陽イオンになる。その単体は、 を原料としてつくられた酸化アルミニウムの融解塩電解によって製造され、密度 2.7 g/cm^3 の である。展性・延性に富み電気伝導性がよい。銅などとの合金は と呼ばれ、航空機の機体や建築材料などに利用されている。空気中では表面に酸化アルミニウムの緻密な皮膜ができるため、内部を保護しそれ以上は酸化されないのが安定である。アルミニウムに人工的に酸化皮膜をつけたものは と呼ばれる。アルミニウムは空気中で強熱すると燃焼し、白色の粉末になる。またアルミニウムは酸の水溶液にも塩基の水溶液にも溶けて水素を発生することから、 とともに と呼ばれる。

A 欄

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 遷移元素, リン, 青銅, 窒素, 重金属,
銅, トタン, ジュラルミン, ケイ素, 両性元素, 酸素, ボーキサイト,
亜鉛, カルシウム, アルマイト, 軽金属, ステンレス, ナトリウム,
アルカリ金属, ニクロム, ブリキ, 鉄, アルカリ土類金属, ニッケル

問 1 ～ に、A 欄から適切な語句や数字を選び、記入せよ。なお、同じ語句や数字を繰り返し使ってもよい。

問 2 次の1)～4)の反応を化学反応式で示せ。

- 1) アルミニウム粉末を強熱すると、燃焼して酸化アルミニウムの白色の粉末になる。
- 2) アルミニウムが塩酸に溶けて水素を発生する。
- 3) 2)の溶液にアンモニア水を加えると沈殿が生じる。
- 4) アルミニウムが水酸化ナトリウムの水溶液に溶けて、テトラヒドロキソアルミン酸ナトリウムと水素を生成する。

問 3 文中に下線で示したように、アルミニウムは融解塩電解によって製造される。その理由として最も適切なアルミニウムの性質を、次の(a)～(e)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 酸の水溶液にも塩基の水溶液にも溶ける。
- (b) 冷水とは反応しないが、高温水蒸気と反応する。
- (c) 金属であり、電気伝導性がよい。
- (d) 空気中で酸化し、酸化アルミニウムの皮膜を生じる。
- (e) イオン化傾向が大きい。

〔Ⅱ〕 次の文(1)～(4)を読み、以下の問いに答えよ。

- (1) セルロースはデンプンと同様、グルコース単位から構成されている多糖類である。セルロースに^(ア)濃硝酸と の混合物を作用させると、セルロース分子中に存在するヒドロキシル基がエステル化されたニトロセルロースになる。
- (2) 炭化カルシウムに水を作用させると を生じる。一酸化炭素、塩素、二酸化窒素、ネオン、プロパンの中で、常温、常圧において、 と同様に乾燥空気よりも軽い気体は である。
- (3) ビーカーにフェノール 0.5 g を入れ、2 mol/l の^(イ)水酸化ナトリウム水溶液 20 ml を加えると反応して、塩である を生じて溶ける。一方、 の水溶液に二酸化炭素を通じると、フェノールが生じる。
- ① の水溶液に二酸化炭素を通じると、フェノールが生じる。
- (4) エタノールを濃硫酸と約 140 °C で加熱すると、^(ロ)ジエチルエーテルを生じる。また、② 酢酸とエタノールに少量の濃硫酸を加えて加熱すると、エステル化が起こり、 を生じる。

問 1 文中の ～ にあてはまる物質名を記入せよ。

問 2 下線(ア)～(ロ)の薬品を実験に用いる場合において、注意すべき事項を次の(A)～(J)の中から選び、記号で答えよ。なお、同じ記号を繰り返し使ってもよい。ただし、答えは一つとは限らない。

- (A) 使用後に余った分は、水を加えて、褐色びんに保存する。
(B) 皮膚を侵し、また、蒸気は有害であるから吸い込まないようにする。

- (C) 揮発しやすいので、密栓をして、冷所に保存する。
- (D) 潮解性があるので、手早くはかりとる。
- (E) 腐卵臭があるので、排気装置のある場所で取り扱う。
- (F) 皮膚に触れたら、すぐ多量の水で洗い流す。
- (G) 引火性であるので、火気がなく換気のよいところで取り扱う。
- (H) 光により徐々に分解するので、褐色びんに入れて、冷暗所に保存する。
- (I) 水を注ぐと激しく発熱するので、水に徐々に加えてすすめるようにする。
- (J) 水に触れると発火するので、水のかからないところで取り扱い、使用後に余った分は、石油中に保存する。

問 3 下線部①の理由を 50 字以内で述べよ。

問 4 下線部②の反応は、通常、水溶液中では行わない。その理由を 50 字以内で述べよ。

〔Ⅲ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

タンパク質は多数の **ア** が直鎖状に **イ** している。これを **ウ** 結合と呼んでいる。タンパク質の立体構造は、構成している **ア** の種類、数、それらの **エ** によって決まる。

酵素は主にタンパク質からなる高分子化合物であり、生体の内外において、物質変化のときに触媒として機能する。

タンパク質の変性が起こるような条件下では、酵素はその触媒作用を失う。これを酵素の **オ** という。ある温度以上になると酵素は変性してくるので、その活性は急激に低下する。酵素がもっともよくはたらく温度を **カ** といい、35～40℃の範囲にある酵素が多い。また、タンパク質は強い酸や強い塩基にさらされると変性する。酵素も同様に変性して **オ** する。酵素がもっともよくはたらく pH を **キ** といい、pH 5～8 の範囲内にある酵素が多い。

酵素自体はそれぞれ特定の構造をしている。酵素は触媒として作用するとき特定の分子を基質として選択し、基質と結合して **ク** を形成する。酵素が特定の基質だけにはたらくことを酵素の **ケ** という。このような酵素と基質との関係は **コ** の関係にたとえられる。

B 欄

- (a) α -グルコース, (b) エステル, (c) 脱水縮合, (d) 失活,
(e) 最適 pH, (f) 酵素基質複合体, (g) 静止, (h) 鍵と鍵穴,
(i) β -アミノ酸, (j) 左手と右手, (k) 安定 pH, (l) 配列順序,
(m) 付加重合, (n) ペプチド, (o) エーテル, (p) 錯体,
(q) α -アミノ酸, (r) 最適温度, (s) 基質特異性, (t) 休止,
(u) 安定温度, (v) 立体選択性

問 1 文中の ～ に入れる適切な語句をB欄から選び，記号で答えよ。

問 2 タンパク質の変性という現象を，酵素が触媒機能を失うということ以外で知っている具体例を一つ示せ。

問 3 文中の下線部の内容を説明できる例として，次に三つの反応を示した。

～ に適切な酵素名，基質名あるいは生成物名を記入せよ。

| 基 質 | 酵 素 | 生 成 物 |
|--------------------------------|--------------------------------|--|
| 乳 糖 | <input type="text" value="サ"/> | <input type="text" value="シ"/> + グルコース |
| <input type="text" value="ス"/> | インベルターゼ | グルコース + フルクトース |
| <input type="text" value="セ"/> | カタラーゼ | 水 + 酸素 |

問 4 触媒は，一般にどのような特徴をもつか，文中に記した以外に 4 項目挙げて，それぞれを 15 字以内で答えよ。

〔IV〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

油脂は脂肪酸と **ア** のエステルで、脂肪酸には、パルミチン酸のような **イ** とリノレン酸のような **ウ** がある。油脂は構成する脂肪酸の炭素数が **エ** ると融点が下がり、二重結合の数が **オ** ると融点が下がる。脂肪油は **ウ** を多く含む油脂である。

(a) ただ一種類の未知の脂肪酸 50 %とパルミチン酸(分子量 256)50 %からなる油脂 175 g を加水分解するために水酸化ナトリウム 24 g を要した。この反応液に水を加えて振り混ぜると白濁した。これは反応生成物の分子の中に、**カ** の炭化水素基と **キ** のカルボキシル基があって、乳化したためである。

(b) 白濁した液に十分量の塩酸とジエチルエーテルを加えて振り混ぜ脂肪酸を抽出した。(c) いろいろな操作によって純粋に分離した未知の脂肪酸を元素分析すると、C 79.5 %，H 9.9 %であった。

問 1 文中の **ア** ~ **キ** に適当な語句を記入せよ。

問 2 次の化学式で示した①~⑤の脂肪酸を融点の高い順に並べたとき、正しいものを(A)~(H)の中から選び、記号で答えよ。

- ① $C_{17}H_{33}COOH$ ② $C_{15}H_{31}COOH$ ③ $C_{17}H_{31}COOH$
④ $C_{17}H_{29}COOH$ ⑤ $C_{17}H_{35}COOH$

- (A) ⑤ > ① > ② > ④ > ③ (B) ⑤ > ② > ① > ④ > ③
(C) ② > ⑤ > ① > ③ > ④ (D) ⑤ > ② > ④ > ③ > ①
(E) ② > ⑤ > ④ > ③ > ① (F) ⑤ > ① > ③ > ④ > ②
(G) ⑤ > ② > ① > ③ > ④ (H) ⑤ > ③ > ① > ② > ④

問 3 下線部(a)の油脂の平均的な分子量を求めよ。

問 4 下線部(a)の未知の脂肪酸の分子量を求めよ。また，計算の過程も示せ。

問 5 下線部(b)で塩酸を加えた理由を 30 字以内で述べよ。

問 6 下線部(c)の未知の脂肪酸の分子式を求めよ。また，計算の過程も示せ。さらに，炭素 - 炭素間の二重結合の数を答えよ。

〔V〕 次の問1～4に答えよ。

問1 水のイオン積について最も正しく述べているものを、次の(ア)～(オ)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 1 lの電解質水溶液中の正または負に荷電したイオンの総量
- (イ) 電解質水溶液中の水分子のみから生じた、水素イオンの濃度と水酸化物イオンの濃度の積
- (ウ) 1 lの純水中に存在するイオン化した分子の数
- (エ) 水溶液中の電解質と水分子から生じた、水素イオンの濃度と水酸化物イオンの濃度の積
- (オ) 上記(ア)～(エ)のうち、どれでもない

問2 水が同程度の分子量のメタンに比べて非常に高い沸点を有するのはなぜか。水分子の構造および水分子間の相互作用を考えにいれ、50字以内で説明せよ。

問3 0.001 mol/lの塩酸のpHを求めよ。なお、計算の過程も示せ。ただし、HClの電離度は1とする。

問4 0.100 mol/lの酢酸水溶液300 mlと、0.100 mol/lの水酸化ナトリウム水溶液200 mlを混合した溶液のpHを有効数字3桁まで求めよ。なお、計算の過程も示せ。ただし、NaOHの電離度は1とする。混合前後で体積の増減はないものとする。また、酢酸の電離定数 K_a は 1.74×10^{-5} mol/lとする。