

1 次の文を読み、以下の問1から問6に答えよ。計算結果は有効数字3桁で示せ。

ハロゲン元素の原子は 個の価電子をもつ。単体のハロゲンは二原子分子からなり、他の物質から電子を奪う力が強い。塩素はヨウ化物イオンを酸化する。多くのハロゲン化物イオンは銀イオンと結合して水に難溶性の沈殿を与える。塩化銀の白色沈殿はアンモニア水に溶ける。単体のハロゲンは水素と反応してハロゲン化水素となる。実験室で塩化水素をつくるには食塩に濃硫酸を加えて加熱する。ハロゲンは水素より が大きいので、ハロゲン化水素は極性分子である。 の水溶液は弱酸であるが、その他のハロゲン化水素の水溶液は強酸である。炭化カルシウムに水を反応させて得られる に塩化水素を付加するとプラスチックの原料である ができる。塩素を に吸収させるとサラシ粉ができる。塩素は食塩水の電気分解で工業的に製造される。

問 1. から に適切な語句または数字を記入せよ。

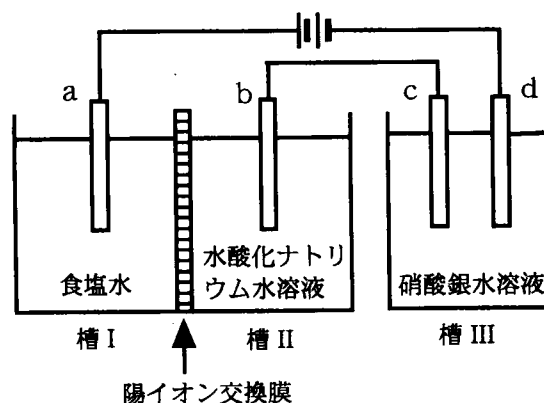
問 2. 塩化物イオンと同じ電子配置をもつ原子またはイオンの中で、(1)水に難溶性の炭酸塩をつくるもの、(2)亜鉛(II)イオンを含むアンモニア水に加えたとき、白色沈殿を生じさせるものをそれぞれ化学式で示せ。

問 3. 下線部(a), (b)の反応をそれぞれ化学反応式で示せ。

問 4. 下線部(c)について、加熱する理由を1行で答えよ。

問 5. H—HとCl—Clの結合エネルギーは、それぞれ436 kJ/molと243 kJ/molであり、塩化水素(気)の生成熱は92.3 kJ/molである。H—Clの結合エネルギーを求めよ。

問 6. 0.100 mol/lの食塩水、0.100 mol/lの水酸化ナトリウム水溶液、0.100 mol/lの硝酸銀水溶液の各500 mlをそれぞれ槽I、槽II、槽IIIに入れた。槽Iと槽IIは陽イオン交換膜で仕切られている。右図のように白金板a～dをそれぞれの溶液に浸し、電池に接続して電流を流したとき、白金板dに2.16 gの物質が析出した。



(1) 槽 I, 槽 II, 槽 IIIで発生した気体の総モル数を求めよ。ただし、すべての気体は水に溶けないものとする。

(2) 槽 IIに残った水酸化ナトリウムのモル濃度を求めよ。

2 次の文を読み、以下の問1から問6に答えよ。計算結果は、特に指示がない限り有効数字2桁で示せ。

大気的主要成分は窒素と酸素であり、そのほかにアルゴンや二酸化炭素などが含まれている。大気中の二酸化炭素濃度は、化石燃料の消費増大と関連して年々上昇しており、地球温暖化の一因となっている。そこで、大気中の二酸化炭素濃度を調べるために、次の実験を行った。温度 27°C 、圧力 1.0 atm で、0.00500 mol/l の水酸化バリウムの水溶液 100 ml を乾燥空気 5.00 l とともに容器中に密封し、よく振ったところ白色に濁った。^(a)しばらく放置した後、溶液をろ過し、そのろ液 20.00 ml を 0.0100 mol/l の塩酸で中和滴定したところ 16.96 ml を要した。

大気中の二酸化炭素の一部は光合成に利用され、一部は海水や淡水中に溶け込む。二酸化炭素の純水への溶解に関して、圧力 5 atm まではヘンリーの法則が成り立ち、 20°C 、 1.0 atm における二酸化炭素の純水への溶解度は 0.039 mol/l である。^(b)雨水は、大気中の二酸化炭素が溶け込んで弱い酸性を示す。それよりも低い pH を示す雨水は、酸性雨として地球環境に様々な影響を与えている。

問 1. 次に示す化合物 1 g をそれぞれ完全燃焼させた場合、二酸化炭素発生量が最も多い化合物を選び番号で答えよ。

- (1) プロパン (2) ヘキサン (3) ベンゼン
(4) エタノール (5) ジエチルエーテル (6) 酢酸エチル

問 2. 下線部(a)の反応を化学反応式で示せ。

問 3. 大気中の二酸化炭素濃度を調べる実験で、(1)乾燥空気 5.00 l 中に含まれていた二酸化炭素のモル数、(2)乾燥空気中の二酸化炭素の体積パーセント濃度をそれぞれ求めよ。ただし、空気中の二酸化炭素は完全に水酸化バリウムと反応し、水溶液の体積変化は無視できるものとする。また、気体はすべて理想気体とする。

問 4. 実験に使用した塩酸は、市販の濃塩酸を蒸留水で希釈して作ったものである。市販の濃塩酸は、質量パーセント濃度が 37 % で、密度が 1.18 g/cm^3 であった。

- (1) 市販の濃塩酸のモル濃度を求めよ。
(2) 滴定に用いた塩酸 1.0 l をつくるには、何 ml の濃塩酸が必要か。

問 5. ある地点で大気中の二酸化炭素濃度を測定したところ、その体積パーセント濃度は 0.035 % であった。

(1) 下線部(b)にしたがって、純水に溶けている二酸化炭素の濃度を求めよ。ただし、大気中の水蒸気の存在は無視できるものとする。

(2) 水に溶けている二酸化炭素の大部分は分子で存在するが、水と反応した一部のものは炭酸水素イオン(HCO_3^-)と水素イオン(H^+)に電離し、そのときの電離定数 K_a は $4.4 \times 10^{-7} \text{ mol/l}$ (20°C)である。雨水は純水に二酸化炭素が溶け込んでいるものと仮定して、その pH を計算せよ。答えは小数点第 1 位まで求めよ。必要ならば $\log_{10} 6 = 0.78$ を用いよ。

問 6. 酸性雨が発生する原因について、原因となる物質を含めて 3 行以内で説明せよ。

3 次の文を読み、以下の問1から問4に答えよ。

3-メチル-1-ブタノール（イソペンチルアルコール）と酢酸の混合物に、濃硫酸を数滴加えて加熱すると、バナナに似た芳香がしてくる。これは、アルコールの **ア** 基と酸から、**イ** がとれて **ウ** が生成したためである。

高級脂肪酸とグリセリンの **ウ** が油脂である。油脂Aは分子量886であり、その脂肪酸は2分子の飽和脂肪酸Bと1分子の不飽和脂肪酸Cから構成されている。脂肪酸BとCは、いずれも炭素数が18の直鎖状である。不飽和脂肪酸Cの二重結合は、多くの天然の不飽和脂肪酸と同様にシス形であった。油脂A 10.0 gに水素を付加したところ、すべての脂肪酸を飽和するのに必要な水素は、標準状態で0.506 lであった。

油脂を水酸化ナトリウムでけん化すると、脂肪酸のナトリウム塩であるセッケンが生成する。セッケンは、1つの分子中に **エ** 性部分と **オ** 性部分をあわせもつ界面活性剤である。セッケンを水に溶かすと外側に **エ** 性部分を向け、内側に **オ** 性部分が多数集まって **カ** を形成し、繊維に付着した油分を取り囲んで、乳濁液として水中に分散させる。

問 1. **ア** から **カ** に適切な語句を記入せよ。

問 2. (1) 下線部の反応を化学反応式で示せ。

(2) この反応で濃硫酸の役割を答えよ。

問 3. (1) 不飽和脂肪酸Cの二重結合の数を求めよ。また、該当する脂肪酸名を下記より選び、記号で答えよ。

(a) オレイン酸 (b) リノール酸 (c) リノレン酸

(2) 油脂Aには、光学異性体を含めて何種類の異性体が存在するか。また、そのうちの光学異性体の一対の構造式を記せ。ただし、不飽和脂肪酸Cの異性体は考慮する必要はないものとし、脂肪酸の炭化水素基は、 $-C_2H_5$ のように $-C_mH_n$ の形で表せ。

問 4. セッケンを(1)硬水や(2)酸性の強い温泉で使用すると洗浄力がなくなるが、それぞれ1行でその理由を説明せよ。

4 次の文を読み、以下の問1から問4に答えよ。

高分子化合物を合成して樹脂状にしたものを合成樹脂またはプラスチックと呼び、加熱したときに軟化する **ア** 樹脂と、分子の構造が立体的網目状構造である **イ** 樹脂に分けられる。前者は主に **ウ** 重合、後者は主に **エ** 重合で得られる。最近では、ゴミ焼却時にダイオキシンを発生しないポリエチレンやポリプロピレンなどのポリオレフィン系樹脂がよく使用されている。ポリエチレンの固体構造は、結晶領域と非晶領域（無定形領域）が混在している。非晶領域は温度の上昇により徐々に軟化するが、結晶領域は特定の温度で急激に軟化し、明確な融解熱を示す。また、一般に結晶領域の密度は非晶領域に比べ高い。

問 1. **ア** から **エ** に適切な語句を記入せよ。

問 2. 以下の高分子化合物について、**ウ** 重合で生成したものを3つ選び、記号で答えよ。

- (a) エポキシ樹脂 (b) ポリスチレン (c) 尿素樹脂
(d) ポリ酢酸ビニル (e) メタクリル樹脂 (f) メラミン樹脂
(g) フェノール樹脂 (h) 6,6-ナイロン

問 3. 平均密度が 0.96 g/cm^3 で、融解熱が 3.0 kJ/mol のポリエチレンがある。このポリエチレンの結晶領域の占める割合と結晶領域の融解熱を、それぞれ有効数字2桁で求めよ。ただし、結晶領域の密度を 1.0 g/cm^3 、非晶領域の密度を 0.86 g/cm^3 とし、試料の融解熱はすべて結晶領域によるものとする。

問 4. 下の文を読み、正しい場合は○を記し、間違いであれば下線部を訂正せよ。

- (1) タンパク質は、数十個から数千個の アミノ酸がペプチド結合によって縮合した化合物 である。
- (2) 陰イオン交換樹脂は、水溶液中の 陰イオンを H^+ と交換して取り除くことができる 高分子化合物である。
- (3) ニトロセルロースは、セルロースに 濃硝酸と濃硫酸を作用させて生じたニトロ化合物 である。
- (4) タンパク質はニンヒドリン反応によって呈色するが、これはニンヒドリンが タンパク質中のアミノ基と反応するために起こる。
- (5) 生ゴムに硫黄を数パーセント加え加熱すると、ゴム分子は互いに 硫黄原子により架橋される。

5 次の文を読み、以下の問 1 から問 7 に答えよ。ただし、光学異性体を考慮する必要はない。

分子式 $C_{19}H_{20}O_4$ で表される化合物 A がある。化合物 A を塩酸で加水分解したところ、サリチル酸と未知化合物 B, C が生成した。化合物 B は分子式 $C_4H_{10}O$ であり、酸化するとカルボニル基をもつ化合物 D に変換された。化合物 D は銀鏡反応を示さなかった。化合物 C は酸化すると、芳香族二価カルボン酸であるフタル酸に変換された。フタル酸を加熱すると無水フタル酸が得られる。

サリチル酸は防腐作用のある無色の結晶である。サリチル酸とメタノールの混合物に、少量の濃硫酸を加えて加熱すると、消炎剤であるサリチル酸メチルが得られ、サリチル酸と無水酢酸からは、解熱鎮痛剤であるアセチルサリチル酸ができる。

問 1. 分子式 $C_4H_{10}O$ から考えられる構造異性体の数を答え、これら異性体の中から化合物 B に相当するものの構造式を記せ。

問 2. 化合物 C と D の構造式をそれぞれ記せ。

問 3. 下線部(a)で銀鏡反応を示さなかった理由を 1 行で説明せよ。

問 4. 下線部(b)の反応を化学反応式で示せ。

問 5. 化合物 A の構造式を記せ。

問 6. サリチル酸、サリチル酸メチル、アセチルサリチル酸のうち、(1)塩化鉄(Ⅲ)水溶液に呈色しないものと、(2)炭酸水素ナトリウム水溶液に溶解しないものを、それぞれ化合物名で答えよ。

問 7. サリチル酸メチルの融点は $-8^{\circ}C$ であり、サリチル酸の融点 ($159^{\circ}C$) に比べてかなり低い。その理由を 1 行で説明せよ。