

〔 I 〕 次の問 1 ～問 3 の答えを解答欄に記入せよ。計算結果は整数で答えよ。

問 1 下の(1)～(5)の文中の ～ にあてはまる最も適当な語句を、次の(ア)～(ツ)からそれぞれ一つずつ選び、記号で答えよ。ただし、同じ語句を何度使ってもよい。

- (ア) アボガドロ数 (イ) イオン結合 (ウ) 陰 性 (エ) 化合物
(オ) 共有結合 (カ) 極 性 (キ) 金属結合 (ク) 原子番号
(ケ) 減 少 (コ) 質量数 (サ) 水素結合 (シ) 増 加
(ス) 無極性 (セ) 電子親和力 (ソ) 分子量
(タ) ファンデルワールス力 (チ) 単 体 (ツ) 陽 性

- (1) 氷は、水分子が によって結び付けられた結晶構造をとっている。氷が融解すると、密度は する。
- (2) は¹²Cの原子のみからなる 12 g の に含まれる原子の数である。
- (3) が同じで、 が異なる原子を同位体という。
- (4) 結合には、強い結合と弱い結合がある。結合の強さは、結合を切断するのに必要なエネルギーの大きさによって比較する。そのエネルギーは、 , , に比べて、 では小さく、 ではさらに小さい。これらの結合によって形成される結晶のうち、電気を導きやすいのは による結晶である。 によって形成される結晶は水に溶けるものが多い。
- (5) 分子の極性は、分子を構成する各結合の極性と分子の立体構造によって決定されている。メタンは の分子であり、アンモニアは の分子である。また、二酸化炭素は の分子である。

問 2 次の(1)~(3)に答えよ。必要な場合、次の結合エネルギーの値を用いよ。

結合の種類	結合エネルギー [kJ/mol]
NN 単結合	160
NN 二重結合	410
NN 三重結合	960
NH 単結合	390
HH 単結合	430

- (1) 気体のアンモニア 1 mol が成分元素の単体から生成するときの熱化学方程式を記せ。
- (2) この反応は、(ア)発熱反応か、それとも(イ)吸熱反応か。記号で答えよ。
- (3) この反応が平衡状態にあるとき、平衡移動の原理に基づいてアンモニアの量をふやすためには、何をどのように変えればよいであろうか。26 字以内で答えよ。ただし、物質の出し入れは、行わないものとする。

問 3 窒素とシアン化水素(HCN)の分子の性質について考察してみよう。次の

(1)~(3)に答えよ。

- (1) それぞれの分子の、①電子式、②分子量、③総電子数を記せ。
- (2) 窒素とシアン化水素の沸点の比較についての記述として、最も適切なものを、次の(ア)~(ウ)から一つ選び、記号で答えよ。
 - (ア) 沸点は窒素の方が高い。
 - (イ) 沸点はシアン化水素の方が高い。
 - (ウ) 沸点は、ほぼ等しい。
- (3) (2)の理由を 50 字以内で答えよ。

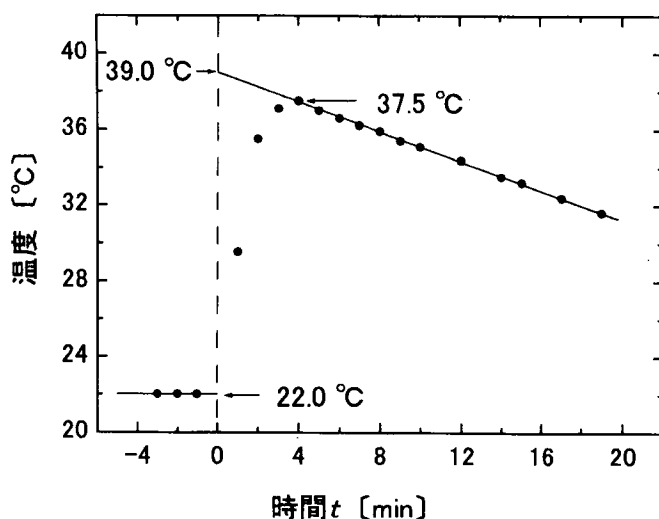
〔Ⅱ〕 次の文(1)~(3)を読み，問1~問9の答えを解答欄に記入せよ。

(1) 濃度未知の過酸化水素水 10.0 ml を硫酸酸性にしたのち，0.100 mol/l の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ，12.0 ml を要した。

(2) 100 ml の過酸化水素水に 0.50 mol/l の硫酸鉄(Ⅲ)アンモニウム水溶液 2.0 ml を加えた。そののち，10分(min)ごとに 10.0 ml の溶液をとりだし，溶液の過酸化水素濃度 c [mol/l] を決定した。その結果は，表のようになった。実験の間，溶液の温度は一定に保った。

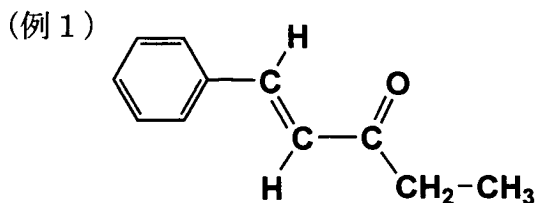
時間 t [min]	0	10	20	30	40
c [mol/l]	0.300	0.243	0.201	0.162	0.134
10分間ごとの平均濃度 c [mol/l]					

(3) 濃度 0.960 mol/l の過酸化水素水 50.0 ml を，発泡スチロールの容器にとり，ゆっくり攪拌しながら，1~2分ごとに温度を測定した。時間 $t = 0$ min で 0.50 mol/l の硫酸鉄(Ⅲ)アンモニウム水溶液 10.0 ml を加えたあと，約 20 分間温度測定を続けた。その結果を図に示す。図中，黒丸は測定点である。ただし，混合前の過酸化水素水と硫酸鉄(Ⅲ)アンモニウム水溶液の温度は，同じであった。また，反応後の溶液には過酸化水素は検出されなかった。

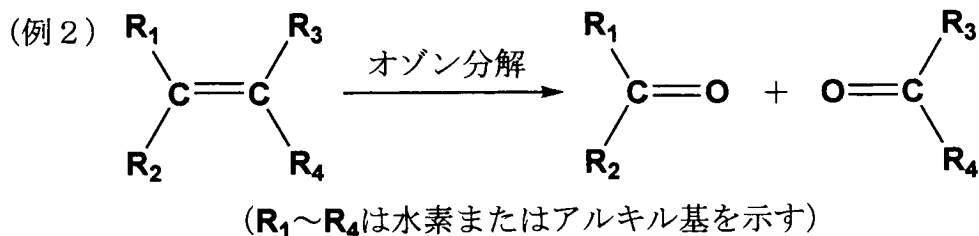


- 問 1 硫酸酸性水溶液中での過酸化水素と過マンガン酸カリウムの反応式を記せ。
- 問 2 (1)の滴定実験における終点の決定方法を，40 字以内で説明せよ。
- 問 3 (1)の滴定実験で用いた過酸化水素水の濃度[mol/l]を，有効数字 3 桁で求めよ。
- 問 4 過酸化水素は，酸化剤としても還元剤としても作用する。過酸化水素が水溶液中で酸化剤として作用する反応を，電子 e^- を含む反応式で記せ。
- 問 5 (2)における過酸化水素の分解反応の反応式を記せ。
- 問 6 下記の文の ～ に適当な語句を入れよ。
 (2)において，硫酸鉄(Ⅲ)アンモニウム水溶液を加えた。これは，
 イオンが として作用し，過酸化水素の分解反応を
 するためである。
- 問 7 (2)において，過酸化水素の分解反応速度は，過酸化水素濃度に比例する。
 表のデータを利用し，最も適切な方法で，この反応の速度定数(min^{-1})を有効数字 2 桁で求めよ。
- 問 8 (3)において，発生した酸素の物質質量[mol]を有効数字 2 桁で求めよ。
- 問 9 (3)における過酸化水素の分解反応の反応熱[kJ/mol]を求めよ。ただし，溶液の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ ，溶液の密度は 1.0 g/ml とし，有効数字 2 桁で求めよ。

〔Ⅲ〕 以下の文章を読み、問1～問4の答えを解答欄に記入せよ。ただし、構造式は例1にならって簡略化して記せ。



化合物Aは炭素、水素、酸素からなり、200以下の分子量をもつ。化合物Aを金属ナトリウムと反応させると、水素が発生した。また、化合物A 3.06 mgを燃焼させたところ、二酸化炭素 7.92 mg と水 3.77 mg が生じた。化合物Aに濃硫酸を加え、160～170℃で加熱したところ、化合物Bとその構造異性体の化合物CおよびDを得た。なお、化合物Dは化合物Cの幾何異性体である。化合物B、C、Dそれぞれ1 molは臭素1 molと反応した。化合物Bをオゾン分解したところ、化合物Eと化合物Fを得た。一般的なオゾン分解反応を例2に示す。一方、化合物Cをオゾン分解したところ、化合物Gと化合物Hを得た。なお、化合物Hの分子量は化合物Gより大きかった。化合物E、G、Hはフェーリング液を還元したが、化合物Fは還元しなかった。化合物Eを酸化すると化合物Iを、還元すると化合物Jを生じた。化合物Iと化合物Jを混合し、少量の濃硫酸を加えて加熱したところ、 $C_6H_{12}O_2$ の分子式をもつエステル化合物Kを得た。



問 1 化合物 **A** の分子式を求めよ。

問 2 化合物 **B** に臭素を付加させたとき、構造的に考えられる立体異性体の数を答えよ。

問 3 化合物 **C** に臭素を付加させたとき、構造的に考えられる立体異性体の数を答えよ。

問 4 化合物 **A**～**K** の構造式を記せ。

〔Ⅳ〕 石油について次の(1)~(3)の文を読み、問1~問4の答えを解答欄に記入せよ。

- (1) 石油は天然ガスや石炭とともに工場や家庭の熱源や化学原料としてなくてはならない資源である。未精製の石油は と呼ばれる黒褐色の液体である。 を分留することによっておよそ $C_5 \sim C_{10}$ の , $C_{10} \sim C_{14}$ の , $C_{14} \sim C_{18}$ の および蒸留残油として ・アスファルトが得られる。分留は炭化水素の の違いを利用した分離操作である。
- (2) 石油は分子量の異なる炭化水素の混合物である。石油の主成分である直鎖状の は熱分解により、小さい分子量の と に分解される。 の一つであるエチレンは熱分解により大量に得られる。エチレンは をおこし、エタノールをはじめその他の化学原料として重要である。
- (3) 石油中には が含まれていることが多く、有毒ガスである や の発生源となり、しばしば環境問題を引き起こす。石油を精製する場合や燃焼する場合に とよばれる操作でこれを除去する必要がある。

問 1 文中の A ~ P に当てはまる最も適当な語句を次の(ア)~(ヒ)のうちから一つずつ選び記号で答えよ。ただし、同じ語句を何度使ってもよい。

- | | | |
|------------|-------------|-----------|
| (ア) 窒素 | (イ) 硫黄 | (ウ) 融点 |
| (エ) 硫化水素 | (オ) 硬化油 | (カ) 原油 |
| (キ) LPG | (ク) アルケン | (ケ) 二酸化窒素 |
| (コ) 沸点 | (サ) ボイル油 | (シ) 重油 |
| (ス) 重金属 | (セ) 二酸化硫黄 | (ソ) 塩素 |
| (タ) 軽油 | (チ) 芳香族炭化水素 | (ツ) ナフサ |
| (テ) ダイオキシン | (ト) 灯油 | (ナ) 脱硫 |
| (ニ) 置換反応 | (ヌ) あまに油 | (ネ) 付加反応 |
| (ノ) 脱硝 | (ハ) アルカン | (ヒ) 二重結合 |

問 2 質量パーセントで C 84%, H 16% の石油 100 g を完全に燃焼させたのちに生じる二酸化炭素と水蒸気の発生量 [mol] を有効数字 2 桁で求めよ。

問 3 問 2 と同じ成分・質量の石油を完全に燃焼させるのに必要な標準状態の酸素の体積 [l] を有効数字 2 桁で求めよ。

問 4 次の表の生成熱を用いて、問 2 と同じ成分・質量の石油の発熱量 [kJ] を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、石油の生成熱は 2.0 kJ/g に相当する。

化合物	生成熱 [kJ/mol]
CO ₂ (気体)	390
H ₂ O(気体)	240

〔V〕 以下の文を読み、問1～問4の答えを解答欄に記入せよ。

3種類の水溶液があり、それぞれの溶液には金属イオンを含む塩が1種類ずつ溶けている。

溶液(i)は無色である。この溶液に塩素ガスを吹き込むと赤褐色の溶液となり、^(a)その一部を取ってデンプンの水溶液を加えると 色となった。溶液(i)を白金線に付けて炎の中に入れると赤紫色の炎色反応が見られた。したがって溶液(i)に含まれている塩は である。

溶液(ii)は青色である。この溶液の一部に塩化バリウム水溶液を加えたところ、^(b)白色沈殿が生じた。溶液(ii)の一部に少量のアンモニア水を加えると青白色の沈殿 が生じ、さらに多量のアンモニア水を加えると沈殿は濃青色の錯イオンとなつて溶解した。^(c)溶液(ii)に硫化水素を通したところ 色の沈殿 が生じた。

400 ml の溶液(ii)を加熱して約4分の1に濃縮し、20℃に冷却したところ、5水和物である濃青色の結晶 が10 g析出した。結晶を除いた後の青色の溶液は100 mlあり、これに含まれる金属イオンのモル濃度は1.2 mol/lであった。したがって、濃縮前の溶液(ii)400 mlに含まれていた塩の総量は molである。水100 gに対するこの塩の溶解度は、無水物として20℃で20 gである。したがって、析出した結晶10 gを20℃ですべて溶解するには少なくとも gの蒸留水を加える必要がある。

溶液(iii)は無色である。この溶液の一部に水酸化ナトリウム水溶液を少量加えると白色の沈殿が生じ、さらに多量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿が溶解した。^(d)この沈殿は多量のアンモニア水にも溶解した。溶液(iii)を塩基性にして硫化水素を通すと 色の沈殿 が生じた。溶液(iii)に硝酸銀水溶液を加えると白色の沈殿が生じ、この沈殿は多量のアンモニア水を加えると溶解した。したがって溶液(iii)に含まれている塩は である。

問 1 文中 ～ に当てはまる化合物を化学式で記せ。

問 2 下線部(a)～(d)の反応をイオン反応式で表せ。

問 3 文中 ～ に入る最も適切な色を下から選べ。同じ色を何度用いてもよい。

白, 黄, 青紫, 緑, 赤, オレンジ, 黒

問 4 文中 , に入る数値を有効数字 2 桁で求めよ。

〔VI〕 次の文を読み、問1～問4の答えを解答欄に記入せよ。なお、グリシンの分子式は $C_2H_5NO_2$ であり、アラニンの分子式は $C_3H_7NO_2$ である。

アミノ酸は、1つの分子中に酸性の官能基である 基と塩基性の官能基である 基をもった化合物であり、結晶中や水溶液中では分子中で H^+ が移動することにより同一の分子内に正電荷と負電荷が共存した イオンとなる。アミノ酸の水溶液では、pHの値に依存して、(1)陽イオン、(2)陰イオンおよび^(a)(3) イオンの3種のイオンが存在する。これら3種のイオンの混合物の電荷が全体として0になったときのpHの値を という。

タンパク質は、多数のアミノ酸が 結合^(b)と呼ばれるアミド結合により連なった高分子とみなされる。タンパク質の性質は、特徴的な立体構造により決定される。タンパク質中に多くみられるらせん構造は、分子内に 結合をつくることにより安定に保たれている。タンパク質を加熱したり、酸やアルカリを加えると、このような構造が保たれなくなることにより凝固する。これをタンパク質の と呼ぶ。タンパク質の検出に、水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えることで 色に呈色する 反応や、濃硝酸を加えて加熱することで 色に呈色する 反応が用いられる。タンパク質の中でも生体内の化学反応の触媒としての機能をもつものは と呼ばれ、一般に特定の反応にしか関与しない。これを の基質 と呼ぶ。

問 1 文中の A ~ K にあてはまる最も適切な語句を記せ。

問 2 文中の (i) と (ii) にあてはまる最も適切な色を次の(ア)~(オ)の中から選び、記号で答えよ。

(ア) 青白 (イ) 黄 (ウ) 黒 (エ) 銀 (オ) 赤紫

問 3 グリシンが下線部(a)の(1)~(3)のイオンとなったときの示性式を記せ。

問 4 グリシン 1 分子とアラニン 1 分子が下線部(b)の結合をつくるとき、考えられる化合物の構造式を結合を略さずに記せ。なお、複数の構造異性体が考えられる場合にはそれらをすべて記せ。ただし、イオン化した構造や光学異性体は考慮しないものとする。