

III. 化学

以下の3問(III-1, III-2, III-3)から2問選択し, 解答せよ.

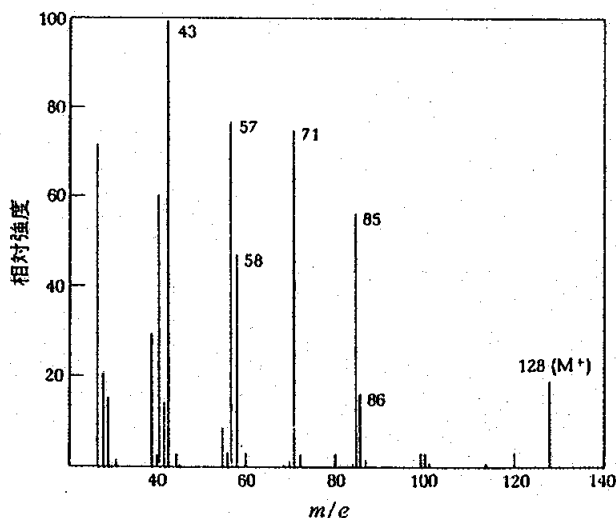
III-1 (選択)

下記の問題1, 問題2をすべて答えよ.

問題1. 炭酸カルシウム (CaCO_3) を加熱する, あるいは塩酸を注ぐと CO_2 が発生する.

- (1) これら2つの反応を化学式で示せ.
- (2) CaCO_3 3.0g を熱して完全に分解したら, CO_2 が 0°C , 1 atm の条件で何 L (リットル) 発生するか求めよ. ただし, 原子量を $\text{Ca}=40.1$, $\text{C}=12.0$, $\text{O}=16.0$ とする.
- (3) CaCO_3 4.0g (CaCO_3 の純度: 98%) を塩酸に溶解し, 完全に溶解した後, これを 500 mL のメスフラスコを用いて水で定量した. 次にこの溶液から 20.0mL を取り出した. この中に含まれる Ca^{2+} は何 g か.

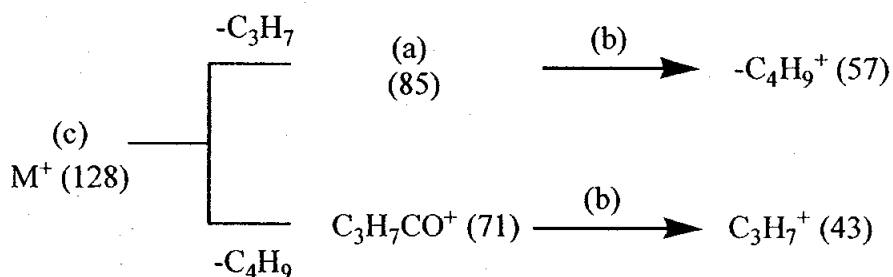
問題2. 化合物 A の同定のために, ガスクロマトグラフ/質量分析計 (GC/MS) で測定した結果, 下図のようなマススペクトルを得た. 次の問いに答えよ.



(1) スペクトルとイオン生成機構の説明文の空欄に入る語句(①~④)とイオン式(a~c)を答えよ.

マススペクトルで最大強度のピークを(①)と呼ぶが, それは $m/e=43$ である. また, $m/e=128$ のピークは(②)と呼ばれ, m/e 値が化合物の分子量と等しくなる. この化合物 A の測定から得られたマススペクトルから, それぞれのイオンの生成機構を考察すると, $m/e=43$ のピークは C_3H_7^+ の m/e に対応し, 娘イオン $\text{C}_3\text{H}_7\text{CO}^+$ から(③)が脱離し

て $C_3H_7^+$ が生成することを示している. 同様のイオン開裂は (a) でも起こるはずであり, $C_4H_9^+$ に相当する $m/e=57$ の強いピークが存在する. この開裂のイオン種間の (4) としてまとめると次のようになる.



(2)化合物 A の構造を推定し, 構造式を示せ.

III-2 (選択)

下記の問題 1, 問題 2, 問題 3, 問題 4 をすべて答えよ.

問題 1. 100 g の ^{14}C (半減期 5730 年) と 3H (半減期 12 年) はそれぞれ 1 秒間に原子が何個ずつ壊れるか. ただし, $\ln 2 = 0.693$ とし, アボガドロ数は 6.02×10^{23} とする.

問題 2. 0.05 mol/L の酢酸溶液の pH を有効数字 1 桁で計算せよ. ただし酢酸の酸解離平衡定数 K_a は 2.0×10^{-5} であるとし, 活量係数はすべて 1 としてよいとする.

問題 3. ある金属の清浄な表面に波長 200 nm の単色光を照射したところ電子が放出され, その最大エネルギーは 2.7×10^{-19} J であった. 光の波長を 150 nm に変えた場合に, 放出される電子の最大エネルギーを求めよ. ただしプランク定数は 6.6×10^{-34} Js とし, 光速は 3.0×10^8 m/s とする.

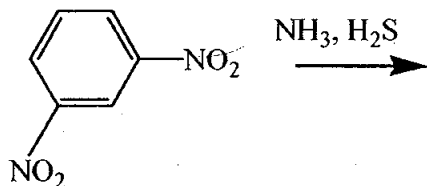
問題 4. 大気中の二酸化炭素の濃度を定量するにはどうすれば良いか. 手法を一つ挙げ, その定量方法を具体的に 200 字以内で説明せよ.

III-3 (選択)

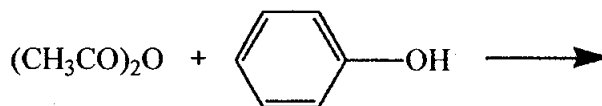
下記の問題 1, 問題 2, 問題 3 をすべて答えよ.

問題 1 次の反応生成物の構造を示せ.

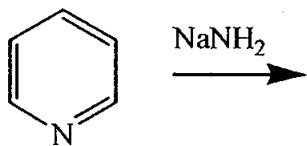
(1)



(2)



(3)



問題 2 1,2-エタンジオール (エチレングリコール) をリン酸と反応させ, 反応混合物から化合物 $C_4H_8O_2$ を単離した. この化合物は, 1,2-エタンジオールを熱アルミナ上に通したときも得られ, ナトリウムとは反応せずに, 赤外スペクトルによると多重結合 (不飽和結合) はない. この化合物の構造を示し, 赤外スペクトル測定の数値について説明せよ.

問題 3 以下の問題を解答せよ.

(1) 次の文章の空欄に入る語句を述べよ.

石油から多くの化学物質が生成されている. その中で, エテンは精製ガス流中にも含まれるが, 多くは分子量の大きい炭化水素の (①) によって得ている. プロペンも高級炭化水素の (①) や精製ガス流からの回収により得られる. (②) は, 昔から炭化カルシウム法のみでなく, 液体炭化水素の (①) やメタンの (③) によってつくられている. ベンゼンは, 芳香族化過程により製造される. クロムやバナジウム, モリブデンの酸化物の混合物上に, 約 500°C で $10\sim 20\text{atm}$ の下で, ヘキサンを通じる. (④) や環化が起こりベンゼンを高収率で得ることができる. 同様にしてヘプタンからは (⑤) が得られる. オクタンからは芳香族炭化水素の 4つの異性体 が得られる^⑥. プロペンと (⑥) を使ってフェノールを生成する方法は, (⑧) 法と呼ばれ広く使われている.

(2) 下線部①の異性体をすべて構造式で示せ.

(3) 次の製品をつくるのに必要だと思われる高分子材料とその単量体, その性質を述べよ.

a. ロープ

b. スイッチなど電気絶縁体

c. 接着剤, コーティング剤