

(一般前期)

平成25年度入学試験問題

(2科目選択)

理 科

(物理, 化学, 生物)

注 意 事 項

1. 解答は必ず別に配布する解答用紙に記入すること.
2. 物理, 化学, 生物の中から2科目のみ解答すること.

化 学 (問題用紙 1)

必要があれば次の値を使用せよ。原子量: H=1.00, C=12.0, N=14.0, O=16.0, F=19.0, Na=23.0, P=31.0, S=32.1, Cl=35.5, K=39.1, Ca=40.1, Mn=54.9, Se=79.0, Br=79.9, Te=128, I=127, Cs=133, アボガドロ定数 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-7} \text{ cm}$

I 次の問(1), 問(2)に答えよ。

問(1) 図1はカルシウムの化合物の反応の概略を示したものである。図中の(1)～(6)に必要な試薬あるいは操作を、次の選択群の中から選べ、また、(あ)から(お)までの化合物を化学式で表し、その化合物名を答えよ。さらに、化合物 $\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ の名称を答えるとともに、そこに含まれる(ClO)について構成元素の酸化数を答えよ。

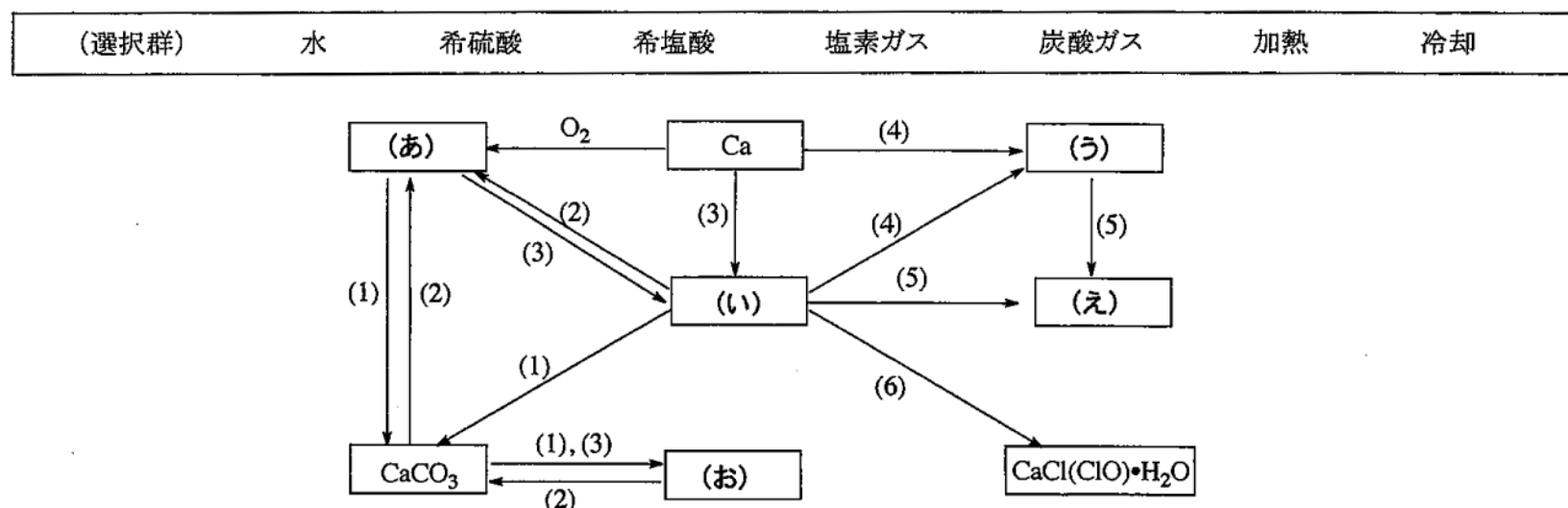


図1 カルシウムの化合物の反応

問(2) 次の酸化還元滴定に関する実験について、以下の設問(a)～(d)に答えよ。

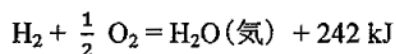
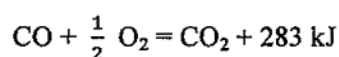
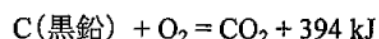
ある過酸化水素水の濃度を決定するために、シュウ酸ナトリウム(COONa)₂ 0.670 g を秤量し、メスフラスコを用いて正確に 100 mL とした(溶液 A)。次に、過マンガン酸カリウム KMnO_4 約 0.6 g を秤量して 200 mL ビーカーを用いて水に溶解させ、およそ 0.02 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液(溶液 B)を調製し、これをビュレットに入れた。コニカルビーカーに溶液 A を 15.0 mL と希硫酸 5 mL を入れ、溶液 B を滴下したところ、14.5 mL で終点となった。続いて、目的の過酸化水素水を正確に 200 倍に薄めたのち、その溶液 15.0 mL と希硫酸 5 mL をコニカルビーカーに入れ、溶液 B で滴定したところ、13.2 mL で終点となった。

- 酸性水溶液中におけるシュウ酸イオンと過マンガン酸イオンの反応を化学反応式で表せ。
- この実験において、滴定の終点(当量点)はどのように判断するか。
- 過マンガン酸カリウム水溶液(溶液 B)の正確な濃度を有効数字3桁で求めよ。
- 200倍に薄める前の過酸化水素水の濃度を有効数字3桁で求めよ。

化学 (問題用紙 2)

Ⅱ 次の問(1)～問(3)に答えよ。

問(1) 一酸化炭素は、実験室では $_{11}$ 炭酸を濃硫酸で脱水することによって生成する。水に溶け[1]ので[2]によって捕集する。
工業的には、 $_{26}$ 赤熱したコークス(黒鉛)に水蒸気を触れさせることによって生成する。この反応の反応熱および一酸化炭素の生成熱は、次の熱化学方程式から求めることができる。以下の設問(a)～(d)に答えよ。



- (a) [1], [2]に当てはまる最も適切な語句を答えよ。
(b) 下線部 1)の過程により一酸化炭素 1 mol が生成する反応の反応式を示せ。
(c) 下線部 2)の過程により一酸化炭素 1 mol が生成する反応の熱化学方程式を示せ。
(d) 一酸化炭素の生成熱はいくらか。

問(2) セシウムと他の 1 種類の元素からなる化合物の結晶を調べたところ、密度が 4.00 g/cm^3 であり、

図 2 に示すように、一辺が 0.412 nm の立方体を単位とする結晶構造をもつことがわかった。

- (a) この化合物の式量を計算せよ。
(b) この式量に最も近い安定なセシウム化合物の化学式および化合物名を答えよ。

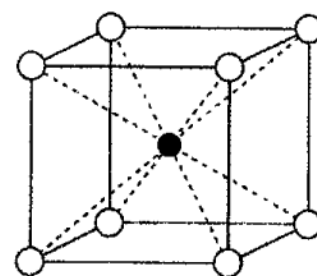


図 2 セシウム化合物の結晶構造

問(3) 次に説明するカリウムの同位体について、以下の設問(a)～(c)に答えよ。有効数字 2 桁で答えよ。

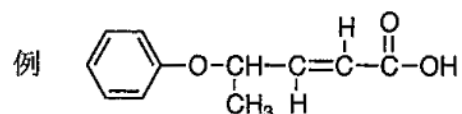
地球上のカリウムは、その大部分を 2 種類の安定同位体 ^{39}K と ^{41}K が占め、ごくわずかに全体の約 0.012%を放射性同位体 ^{40}K (カリウム 40) が占める。 ^{40}K は、自然な核反応によって、高速の電子(ベータ線)や高エネルギーの電磁波(ガンマ線)を放出しながら、およそ 9 割が ^{40}Ca へ、1 割が ^{40}Ar へと非常にゆっくりとした速度で変化し、減少している。人の体内に存在するカリウムの全量は、摂取と排出が平衡し、体重の 0.20%程度によく保たれている。カリウムは動植物にとって必要不可欠な元素だが、微量に含まれる ^{40}K は体内被爆の要因の一つとなっている。 ^{40}K の半減期は非常に長く(12.5 億年)、その反応速度は、 ^{40}K の量が 1 兆分の 1 (10^{12} 分の 1)だけ減少するのに 15.8 時間かかる速度に等しい。

- (a) 体重 60 kg の人の体内には何 mol のカリウムが存在するか。
(b) 体重 60 kg の人の体内に存在する放射性同位体 ^{40}K は何個と見積られるか。
(c) 体重 60 kg の人の体内で反応して減少する ^{40}K の数は 1 秒間当たり何個と見積られるか(注1)。

(注1) 1 秒間当りの崩壊数をベクレル(記号 Bq)という単位で表す。

化 学 (問題用紙 3)

Ⅲ 次の問(1), 問(2)に答えよ。構造式は下の例にならって示せ。



問(1) 化合物 A は C, H, O からなり, その分子量は 196 である。構造を推定するために次の実験 1～実験 4 を行った。以下の設問(a)～(c)に答えよ。

〔実験 1〕 臭素溶液に化合物 A を加えると直ちに臭素の色が消失した。

〔実験 2〕 化合物 A に白金を触媒として水素を反応させると, 高級脂肪酸($C_{11}H_{23}COOH$)が得られた。

〔実験 3〕 化合物 A に酸化剤 Z^(注2)を反応させると, アジピン酸, プロピオン酸, マロン酸($HOOCCH_2COOH$)が 1:1:1 の比率で得られた。

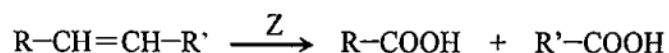
〔実験 4〕 化合物 A に硫酸を触媒としてメタノールを反応させてから, 実験 3 と同様に酸化剤 Z^(注2)を反応させると, プロピオン酸とマロン酸以外に, アジピン酸のカルボキシ基の片方だけがメチルエステルとなった化合物が得られた。

(a) 実験 1 および実験 2 に共通する反応名を答えよ。

(b) 実験 2 の反応では, 1 mol の化合物 A に対して反応した水素分子は何 mol か。

(c) 化合物 A の構造として妥当な幾何異性体の構造式をすべて示せ。

(注2) 酸化剤 Z は $NaIO_4$ に $KMnO_4$ を加えた酸化剤で, アルケンの炭素-炭素二重結合に対して次の通りの反応を行う。



問(2) 次の化合物群から, 以下の(a)～(h)にそれぞれ当てはまる化合物をすべて選んで答えよ。該当するものがない場合は, なしと答えよ。

(化合物群)	アセトン	エタノール	エチレン	ジエチルエーテル	シクロヘキサン	ジメチルエーテル
	ニトロベンゼン	乳酸	ヘキサン	メタノール		

(a) 芳香族化合物である

(b) Na と反応して水素を発生する

(c) ヨードホルム反応が陽性である

(d) フェーリング液を還元する

(e) 互いに構造異性体である

(f) 不斉炭素有する

(g) 還元したものの水溶液は塩基性を示す

(h) エタノールを硫酸と 160℃ 以上に加熱すると生成する