

平成 23 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

(医 学 部)

科	目	頁	数
物	理 I・II	2 頁	～ 6 頁
化	学 I・II	8 頁	～ 12 頁
生	物 I・II	14 頁	～ 19 頁

注 意 事 項 I

この冊子には物理、化学、生物の問題がのっているが、そこから二つを選択し、解答すること。

注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。

化 学 I・II

必要があれば、次の原子量を用いて計算せよ。C = 12, O = 16, N = 14, H = 1.0

I 次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

鶏卵を、希塩酸で処理して一部の卵殻を溶かしてから、水に浸すと、卵殻膜から水分子が内部に浸透し、体積が増加して卵殻がひび割れ、水で重量が増す。卵殻膜は半透膜の性質があり、浸透圧に従って水分子の出入りが観察される。他に生物の細胞膜などこのような性質がある。

ここで、希薄溶液の体積を V [L]、温度を T [K]、溶質分子の全物質量を n [mol]、浸透圧を Π [Pa]、気体定数を R とすると、ファントホッフの法則として知られている次の(1)式が成り立つ。ただし、 R は気体定数なので、 8.3×10^3 [Pa·L/(mol·K)] である。

$$\boxed{} \dots\dots(1)\text{式}$$

今、溶質の質量を w [g]、溶質分子のモル質量を M [g/mol] とすると、(1)式は(2)式のようになる。

$$\boxed{} \dots\dots(2)\text{式}$$

さらに、(2)式を変形すると、溶質分子のモル質量 M すなわち分子量を求める(3)式が得られる。

$$M = \boxed{} \dots\dots(3)\text{式}$$

問1 文章中の空欄 $\boxed{}$ にあてはまる(1)式と(2)式、および(3)式の右辺を答えよ。

問2 61 mg の可溶性のアミロースを溶かした水溶液が 9.8 cm^3 ある。この水溶液の浸透圧は 37°C で $4.2 \times 10^2 \text{ Pa}$ であった。このアミロースの分子量を求めよ。また、その計算過程も記せ。ただし、このアミロース水溶液はファントホッフの法則に従うものとする。

問3 問2のアミロース水溶液にアミラーゼを加えてマルトースまで完全に消化した。このとき浸透圧は、 37°C で、消化前の浸透圧の何倍になるか求めよ。また、その計算過程も記せ。ただし、アミラーゼによる浸透圧は無視する。

問4 ヒトの筋肉や肝臓の細胞では、グリコーゲンが蓄えられる。その目的は、必要なとき、グリコーゲンの構成成分であるグルコースをエネルギー源として使ったり、また、他の細胞に供給するためである。細胞および体にとって、単糖をそのまま細胞内に蓄えるより、高分子化合物であるグリコーゲンとして蓄えることに、どのような利点があると考えられるか、記せ。

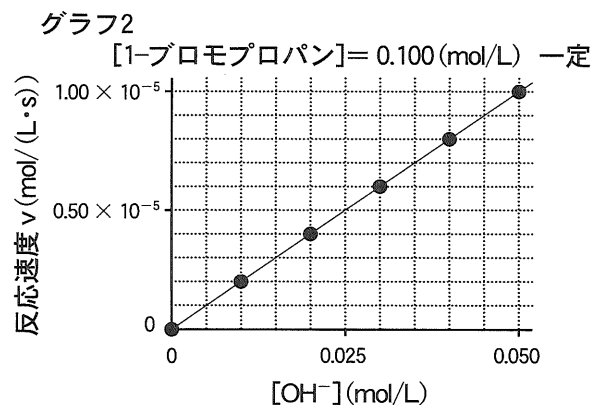
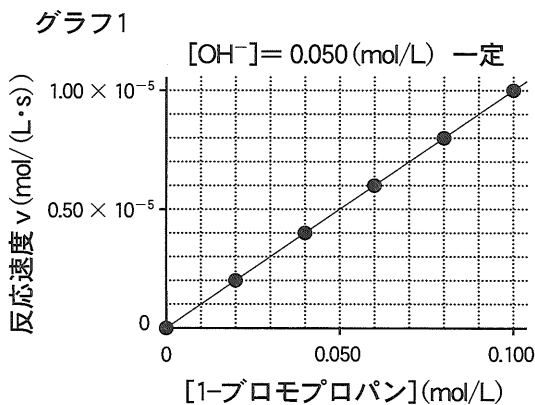
Ⅱ

次の問 1～問 3 に答えよ。

- 問 1 化合物 A を酸性で過マンガン酸カリウムにより酸化すると、酢酸とアセトンが生じた。
化合物 A の物質名と構造式を答えよ。
- 問 2 0.20 mol/L 酢酸水溶液 50 cm³ と 0.20 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液 50 cm³ の混合水溶液の 25℃ での水素イオン濃度と pH を求めよ。また、計算過程も記せ。なお、25℃ での酢酸の電離定数は、 2.7×10^{-5} mol/L である。ただし、 $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。
- 問 3 硫酸の(1)不揮発性、(2)脱水作用、(3)吸湿性、(4)酸化作用、(5)強酸性の性質を示す実験例をそれぞれ 1 つずつ挙げよ。

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問1～問10に答えよ。

1-ブロモプロパンと水酸化カリウムを、ある有機溶媒中、一定の温度で反応させたところ、1-ブロモプロパンと水酸化物イオンが反応して、1-プロパノールが生成した。グラフ1は、水酸化物イオンの濃度を0.050 mol/Lで一定にして、1-ブロモプロパンの濃度を变化させたときの各反応速度 v をプロットしたものである。また、グラフ2は、1-ブロモプロパンの濃度を0.100 mol/Lで一定にして、水酸化物イオンの濃度を变化させたときの各反応速度 v をプロットしたものである。



グラフ1とグラフ2の結果から、1-プロパノールが生じる反応速度 v は、次の(1)式で表される。

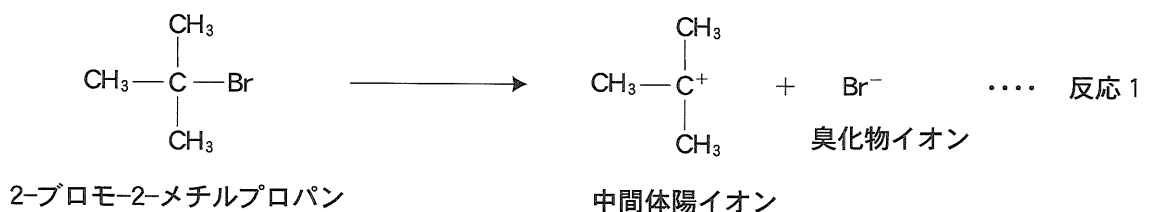
$$v = k[1\text{-ブロモプロパン}][\text{水酸化物イオン}] \quad \dots\dots(1)\text{式}$$

k は、反応物の濃度によらない定数で、ア という。

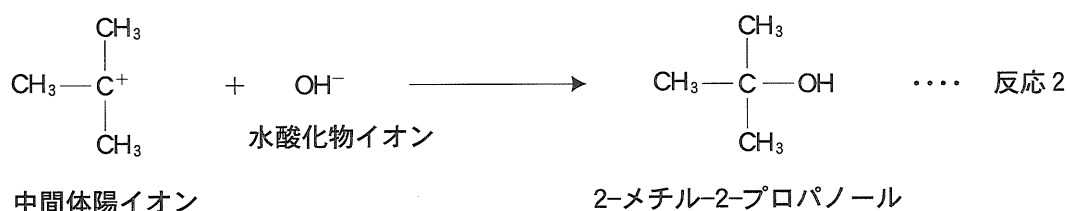
次に、2-ブロモ-2-メチルプロパンと水酸化物イオンの反応を調べた。この反応では、2-ブロモ-2-メチルプロパンのブロモ基(-Br基)は、ヒドロキシ基(-OH基)に置換され、2-メチル-2-プロパノールを生じる。この反応速度 v は、水酸化物イオン濃度に無関係で、2-ブロモ-2-メチルプロパンの濃度のみ依存したことから、次の(2)式に従うことが判明した。

$$v = k'[2\text{-ブロモ-2-メチルプロパン}] \quad \dots\dots(2)\text{式} \quad (k' = 1.00 \times 10^{-2} [1/s])$$

(2)式が水酸化物イオン濃度に無関係であることから、この反応は、以下の2段階で進行すると考えられた。まず初めに、次の反応1で、2-ブロモ-2-メチルプロパンが、反応過程の活性化状態と比較してやや安定な中間体陽イオンと、臭化物イオン(Br⁻)にそれぞれ解離する。



引き続き反応 2 で、この中間体陽イオンと水酸化物イオンが反応し、最終産物の 2-メチル-2-プロパノールが生成されるものと考えられた。



もし、反応 1 と反応 2 のどちらか一方が、他方の反応に比べて遅く、反応全体の速度を決定している^(b)ならば、(2)式の反応速度式は、遅い方の反応段階に支配されていることになる。

さらに、2-ブロモ-2-メチルプロパンの濃度が反応時間に応じて、どのように変化するか調べた。今、2-ブロモ-2-メチルプロパンの濃度を 0.100 mol/L にして反応を開始した。反応開始後、2-ブロモ-2-メチルプロパンの濃度が半分になるまでの時間を $T_{0.5}$ [s] とする。反応開始時の反応速度は、 mol/(L·s) であり、また、2-ブロモ-2-メチルプロパンの濃度が半分になったときの反応速度は、 mol/(L·s) である。従って、2-ブロモ-2-メチルプロパンが開始時の半分の濃度になるまでの間の平均反応速度は、 mol/(L·s) となる。以上のことから、 $T_{0.5}$ を求めると、 秒となる。また、理論的には、2-メチル-2-プロパノールが 0.0875 mol/L になるのは、反応開始後 秒であることが分かる。

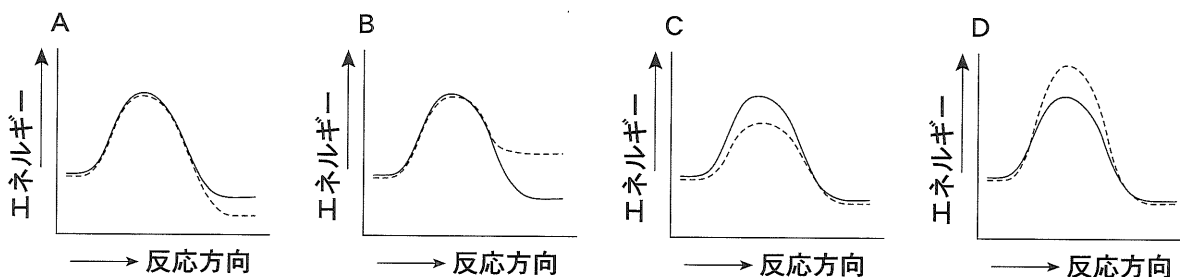
問 1 空欄 にあてはまる用語と、空欄 ~ にあてはまる数値を答えよ。

問 2 下線部(a)の化学反応式を構造式を用いて記せ。

問 3 (1)式にある k の値と単位を答えよ。

問 4 水酸化物イオンの濃度を 0.100 mol/L で一定にして、グラフ 1 にならって、1-ブロモプロパンの濃度を変化させたときの反応速度 v の変化を解答欄のグラフ 3 にプロットせよ。また、縦軸空欄 にあてはまる適切な目盛り数値を記せ。

問 5 1-ブロモプロパンと水酸化物イオンの反応では、ある触媒を用いると、反応速度は速くなった。この時のエネルギー変化として、最も適当なグラフを次の A~D の中から 1 つ選べ。ただし、グラフ中の実線は触媒を用いる前の反応、破線は触媒を用いたときの反応を示す。



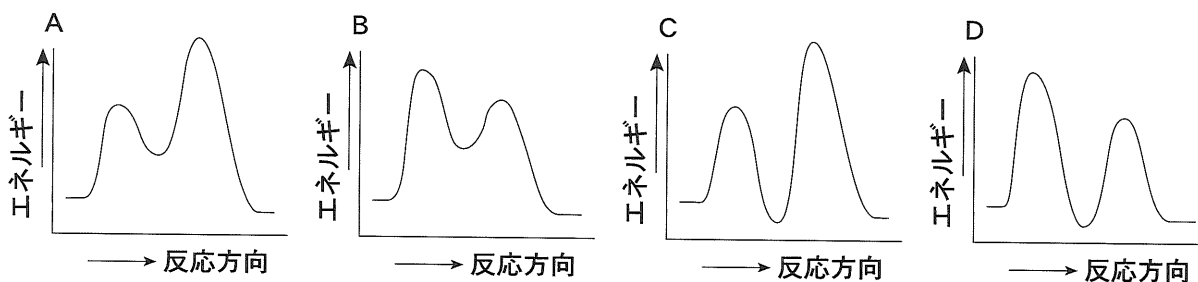
問 6 水酸化物イオンの濃度を 0.050 mol/L で一定にして、2-ブロモ-2-メチルプロパンの濃度が、0 から 0.100 mol/L まで変化したときの反応速度 v の変化を、グラフ 1 にならって、解答欄のグラフ 4 にプロットせよ。また、縦軸空欄 にあてはまる適切な目盛り数値を記せ。

問 7 2-ブロモ-2-メチルプロパンの濃度を 0.050 mol/L で一定にして、水酸化物イオンの濃度が、 0.010 から 0.050 mol/L まで変化したときの反応速度 v の変化をグラフ 2 にならって、解答欄のグラフ 5 にプロットせよ。また、縦軸空欄 にあてはまる適切な目盛り数値を記せ。

問 8 下線部(b)のような反応のことを何というか答えよ。

問 9 反応 1 と反応 2 のうち、遅い方の反応はどちらか答えよ。また、その理由も記せ。

問10 この化学反応のエネルギー変化を示す図として、最も適当なグラフを次の A~D の中から 1 つ選べ。



(この頁は空白)