

平成 20 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	～ 7 頁
化	学 I・II	8 頁	～ 11 頁
生	物 I・II	13 頁	～ 18 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

I 次の問1と問2に答えよ。

問1 1,2-エチレンジカルボン酸の異性体について次の問aと問bに答えよ。

問a 表1の空欄 (ア) ~ (オ) にあてはまる化合物名・語・反応名を答えよ。

問b フマル酸が (エ) 反応を起こさない理由を、その構造の特徴を説明し、簡潔に記せ。

問2 窒素 N_2 の理想気体からのずれについて次の問a~問cに答えよ。(ただし、理想気体は、圧力を p 、体積を v 、物質量を n 、絶対温度を T 、気体定数を R としたとき、 $\frac{pv}{nRT}$ の値が常に1になる気体である。)

問a 窒素 N_2 の $\frac{pv}{nRT}$ の値は、図1のように200Kの低温では、圧力が 1.2×10^5 hPaまで増大すると、1から次第に小さくなる。その理由で正しいのは次の1)~4)のどれか、数字で答えよ。

- 1) 窒素 N_2 の密度が低くなり、分子間力の効果が弱くなるから。
- 2) 窒素 N_2 の密度が低くなり、分子間力の効果が強くなるから。
- 3) 窒素 N_2 の密度が高くなり、分子間力の効果が弱くなるから。
- 4) 窒素 N_2 の密度が高くなり、分子間力の効果が強くなるから。

問b さらに、圧力が 1.2×10^5 hPaより高くなると、 $\frac{pv}{nRT}$ の値も次第に大きくなる。その理由で正しいのは次の1)~4)のどれか、数字で答えよ。

- 1) 窒素 N_2 分子の体積の効果が小さくなるから。
- 2) 窒素 N_2 分子の運動が弱くなるから。
- 3) 窒素 N_2 分子の体積の効果が大きくなるから。
- 4) 窒素 N_2 分子の運動が強くなるから。

問c 350Kの高温では、圧力の増大に伴い $\frac{pv}{nRT}$ の値の上昇がみられるだけである。温度が200Kから350Kになると、 $\frac{pv}{nRT}$ の値の減少がほとんど認められなくなる理由を簡潔に説明せよ。

表1 1,2-エチレンジカルボン酸の異性体について

化合物名	(ア)	フマル酸
異性体の特徴	(イ) 型(体)	(ウ) 型(体)
160°Cに加熱 ^{注1)}	(エ) 反応	反応しない
(エ) 反応生成物名	(オ)	

注1) 分子内で起きる反応

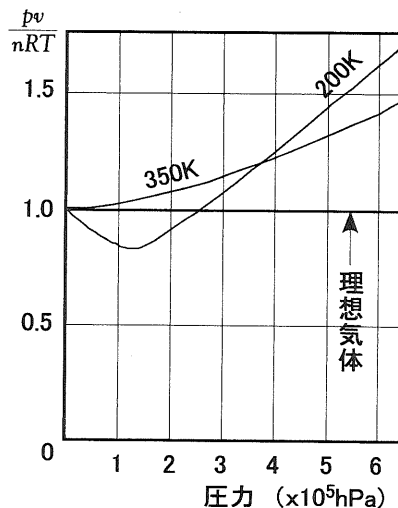


図1 窒素 N_2 の理想気体からのずれ

Ⅱ 次の実験 1～実験 6 の操作を読み、以下の問 1～問 5 に答えよ。(ただし原子量は H = 1.0
C = 12 O = 16 とする)

- 実験 1 芳香族化合物である化合物 A ($C_8H_8O_3$) を合成するため、丸底フラスコに化合物 B
2.0 g と過剰のメタノール 10 ml を秤量し、 数 ml を注意深く加える。さら
に、 数粒を加え、還流冷却器を取り付けて 30 分間加熱した。
- 実験 2 実験 1 の反応液を枝付きフラスコに移し、 数粒を加え、蒸留装置を組み立て
未反応の を蒸留して除いた。
- 実験 3 枝付きフラスコの油状残留物を に移し、ジエチルエーテルと水を加えてよく
振り、静置後分離した水層を除いた。
- 実験 4 実験 3 の に 水溶液を加えてよく振り、静置後分離した水層を除い
た。得られたエーテル層を別の容器に回収し、微量含まれる を取り除くために
粒状塩化カルシウムを約 1 g 加えた。
- 実験 5 実験 4 の乾燥したエーテル層を枝付きフラスコに移し、 数粒を加え、蒸留装
置を組み立てて、エーテルを蒸留して除き、芳香をもつ無色の液体の化合物 A を得た。
- 実験 6 化合物 B と化合物 C を混合し、触媒として を加え、60 °C に温め反応させた
後、冷水を加え析出した化合物 D ($C_9H_8O_4$) を回収した。

問 1 実験 1～実験 6 の空欄～にあてはまる化合物・語・器具を答え
よ。

問 2 化合物 A～化合物 D の構造式を記せ。

問 3 実験 1 の還流冷却器を用いる理由で、次の a :～d : で正しいのはどれか、記号 a～d
で答えよ。

a : 加熱によって蒸発する水を冷却してフラスコへ戻すため。

b : 加熱によって蒸発するを冷却してフラスコへ戻すため。

c : 加熱によって蒸発するメタノールを冷却してフラスコへ戻すため。

d : 加熱によって蒸発する化合物 B を冷却してフラスコへ戻すため。

問 4 化合物 B はベンゼンを出発原料として図 1 に従って合成することができる。図 1 の空
欄～にあてはまる物質名と、空欄～にあ
てはまる化合物の構造式をそれぞれ記せ。

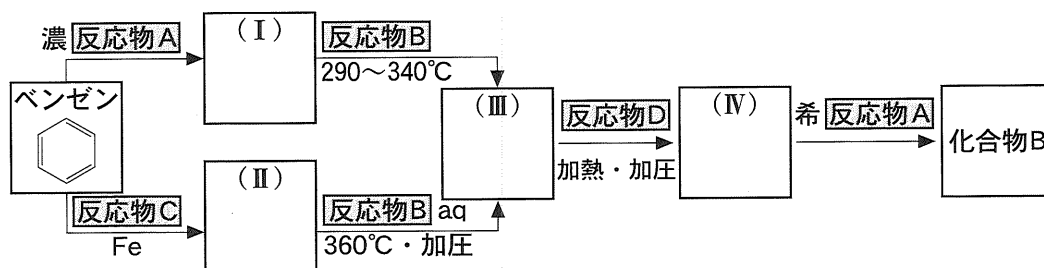


図 1 ベンゼンから化合物 B の合成経路

問 5 実験 1～実験 5 の反応と回収操作が完全に行われたと仮定すると、化合物 A は何 g 回
収されたか、有効数字 2 桁で答えよ。また、計算過程も記すこと。

Ⅲ 次の文を読んで、以下の問1～問7に答えよ。

酸素 O_2 の であるオゾンは、酸素に を照射したり、酸素を含む気体中で を行うと発生する。また、水の を、特殊な高分子膜と電極材料を用いて行うと、陽極に発生する。

オゾンは、特異臭があり、分解しやすく、強い酸化作用を示すため、生物には有害な物質である。しかし、空気中の悪臭物質や水中の有機汚染物質の分解および消毒・殺菌に利用されている。

大気中のオゾンは、 と同様、湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙を使って簡便に検出できる。また、定量分析するには、ヨウ化カリウム水溶液を用い、オゾンの酸化作用により生じる の生成量を求めてオゾン量を測定する。

問1 文中の空欄 ～ にあてはまる適当な語・語句・物質名を答えよ。

問2 を利用したオゾン発生装置に、空気に見立てた体積比4：1の窒素と酸素の混合気体1000.0 mlを通したところ、同じ温度・圧力下で、体積がわずかに減少して994.0 mlになった。混合気体中の酸素の何%がオゾンに変化したか、求めよ。また、その計算過程も記すこと。(ただし、窒素は、化学反応を起こさないものとする。)

問3 下線部(a)において、オゾンが存在するとヨウ化カリウムデンプン紙は、何色になるか記せ。

問4 下線部(a)の空欄 にあてはまる物質をA：～D：から選び、A～Dの記号で答えよ。

A：塩素 B：塩化水素 C：硫化水素 D：アンモニア

問5 下線部(b)で起こる反応を化学反応式で示せ。

問6 下線部(b)で生成した の物質量は、還元剤であるチオ硫酸ナトリウム $Na_2S_2O_3$ を用いた酸化還元滴定により求めることができる。次の実験(1)と実験(2)の内容を読み、以下の問(1)と問(2)に答えよ。

実験(1)

27℃、1.0気圧(=1013 hPa)、流速2.0 l/minの条件で、オゾンを含む空気試料を、ヨウ化カリウム水溶液に30分間通したところ、オゾンはすべて酸素に変化し、その反応量に対応する が生成した。

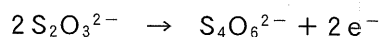
実験(2)

次に、生成した を、0.10 mol/lチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定すると、1.2 mlを使ったところで滴定が終了した。

問(1) 実験(1)でヨウ化カリウム水溶液中に生成した の物質量を求めよ。また、計算過程も記すこと。

問(2) 実験(1)と実験(2)の結果から、空気試料中に含まれていたオゾンの割合(容積%)を求めよ。また、計算過程も記すこと。

注意) チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$ の酸化反応は次式に従うものとする。



問 7 次の文を読み、以下の問(1)~問(3)に答えよ。

オゾン発生装置を使って、空気で満たされた密閉容器の中でオゾンを発生させた。オゾン濃度が 1.00×10^{-3} [mol/l] となったとき、装置を止め時刻を 0 [min] とした。その後 10 分毎に容器内のオゾン量を調べた。オゾンは、共存する他の気体分子と衝突することによって分解し、最終的に酸素に戻る。

オゾン発生装置を止めてから、時間 t [min] が経過したときのオゾン濃度を C_t [mol/l] とする。時間 t から時間 $(t + 10)$ まで 10 分経過したとき、オゾン濃度が C_t から C_{t+10} に減少した。このときのオゾンの分解速度 v [mol/(l·min)] は、次の 1 式で表される。

$$v = - \frac{(C_{t+10} - C_t)}{(t + 10) - t} = - \frac{(C_{t+10} - C_t)}{10} \quad \dots \text{1 式}$$

表 1 に、オゾン発生装置を止めてからの時間 t とオゾン濃度 C_t との関係、および 10 分間毎の①：平均オゾン濃度 C_{ave} [mol/l]、オゾン濃度の変化量 $(C_{t+10} - C_t)$ [mol/l] と②：分解速度 v を示した。表 1 の①と②の値から、オゾンの分解速度 v と 10 分間の平均オゾン濃度 C_{ave} がほぼ比例することがわかる。すなわち、オゾンの分解速度 v は、次の 2 式で表すことができる。

$$v = k \times C_{ave} \quad \dots \text{2 式}$$

ここで k [min^{-1}] は速度定数と呼ばれ、温度一定の条件下では定数となる。

問(1) 表 1 の空欄 (ア) ~ (ウ) にあてはまる数値を有効数字 2 桁で求めよ。

問(2) 表 1 の③の空欄 (I) と (II) にあてはまる 2 つの数値を 3 桁で求め、すでに求めている 2 つの数値と合わせて、4 つの数値の平均から速度定数 k を有効数字 2 桁で求めよ。

問(3) 2 式が成り立つ場合、時間 t とオゾン濃度 C_t は、速度定数 k を用いて次の 3 式により関係付けられる。

$$2.3 \times \log_{10} \left(\frac{C_t}{C_0} \right) = -k \times t \quad \dots \text{3 式}$$

(ただし、 C_0 は時間 0 [min] における濃度)

この関係式を用いて、 C_t が C_0 の 128 分の 1 に減少するまでの時間 t を有効数字 2 桁で求めよ。また、計算過程も記すこと。(ただし、速度定数 k は問(2)で求めた有効数字 2 桁の値を用いよ。また、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする)

表 1 オゾンの濃度と分解反応の速度(常温で温度一定)

時間 t [min]	オゾン濃度 C_t [mol/l]	①平均オゾン濃度 C_{ave} [mol/l]	オゾン濃度の変化量 $(C_{t+10} - C_t)$ [mol/l]	②分解速度 v [mol/(l·min)]	③速度定数 k [min^{-1}]
0	1.00×10^{-3}				
10	0.78×10^{-3}	0.89×10^{-3}	-0.22×10^{-3}	0.022×10^{-3}	(I)
20	0.60×10^{-3}	0.69×10^{-3}	(イ)	0.018×10^{-3}	0.0261
30	0.46×10^{-3}	(ア)	-0.14×10^{-3}	0.014×10^{-3}	0.0264
40	0.36×10^{-3}	0.41×10^{-3}	-0.10×10^{-3}	(ウ)	(II)