

デザイン工学部A方式Ⅱ日程・理工学部A方式Ⅱ日程
 生命科学部A方式Ⅱ日程

3 限 理 科 (75分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～18
生 物	20～30

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 志望学部・学科によって選択できる科目が決まっているので注意すること。

志望学部(学科)	受験科目
デザイン工学部(建築)	物理または化学
理工学部(電気電子工・経営システム工・創生科)	
生命科学部(環境応用化・応用植物科)	物理, 化学または生物

4. 科目の選択は、受験しようとする科目の解答用紙を選択した時点で決定となる。
一度選択した科目の変更は一切認めない。
5. 問題冊子のページを切り離さないこと。

(化 学)

- 注意 1. 解答は、すべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。
2. 計算問題では、必要な式や計算、説明も解答欄に記入せよ。
3. 必要であれば、簡単のために原子量は下記の値を用いよ。

元素	H	C	O	Br
原子量	1.00	12.0	16.0	80.0

4. 必要であれば、下記の値を用いよ。

$$\text{気体定数 } R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$$

〔 I 〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

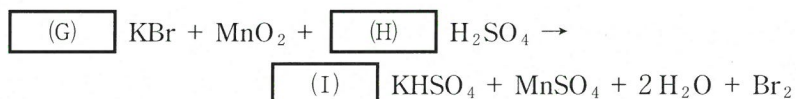
ハロゲン元素は、周期表の (A) 族に属する元素である。ハロゲン元素の原子は (B) 個の価電子をもち、(C) 価の陰イオンになりやすい性質がある。ハロゲン元素の単体は他の物質から (ア) を奪う力が大きいので、^(a)酸化力が強い。

単体の塩素は、実験室では、酸化マンガン(IV)に (イ) を加え、これを加^(b)熱して発生させる。このとき、発生した塩素中に混在する (ウ) を除去するために水に通し、さらに水を除去するために濃硫酸に通し、(エ) 置換で捕集する。単体の塩素は (D) の有毒な気体で、刺激臭がある。水に溶けると塩素水をつくる。溶けた塩素の一部は、水と反応して (ウ) と (オ) に^(c)なる。(オ) は弱酸である。(オ) イオンが強い酸化作用をもつので、^(d)塩素水は消毒剤や漂白剤に用いられる。

単体の臭素は、希硫酸中で臭化カリウムを酸化マンガン(IV)で酸化すると得ら^(e)れる。単体の臭素は (E) の液体で、容易に蒸発して強い刺激臭をもつ有毒な蒸気を出す。

単体のヨウ素は、(F) の固体である。ヨウ素をヨウ化カリウム水溶液に^(f)溶かすと褐色の溶液となる。

1. 空欄(A)～(C)に入る適切な数字を記せ。
2. 空欄(ア), (エ)に入る適切な語句を, 空欄(イ), (ウ), (オ)に入る適切な化合物名を日本語で記せ。
3. 空欄(D)～(F)に入る色をつぎの①～⑤の中から1つずつ選べ。
 ① 無色 ② 黒紫色 ③ 黄緑色 ④ 赤褐色 ⑤ 淡黄色
4. 水溶液中で下線部(a)の反応が起こる組み合わせを, つぎの①～④の中からすべて選べ。
 ① KBr と I₂ ② KCl と Br₂ ③ KBr と Cl₂ ④ KI と Br₂
5. 下線部(b), (c)の反応を化学反応式で記せ。
6. 下線部(d)の作用を, 電子 e⁻ を含むイオン反応式で記せ。
7. 下線部(e)について, 次の化学反応式の空欄(G), (H), (I)に当てはまる数字を記せ。



8. 下線部(f)の溶液を加えると呈色する物質を, つぎの①～④の中からすべて選べ。
 ① アミロース ② グルコース
 ③ アミロペクチン ④ セルロース

化学

- 〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。必要であれば、表の水蒸気圧と温度の関係を用いよ。なお、気体A～Eは、窒素と酸素と水蒸気のみからなり、理想気体と見なせるものとする。また、窒素と酸素は水に溶解しないものとし、以下のすべての操作において水(液体)は容器中に存在しているものとする。

以下の(1)～(5)に示す実験操作を行った。

- (1) 27.0℃、 1.01×10^5 Paの空气中で、コック付きの500 mL容器の中に27.0℃の水100 mLを入れた。このとき、容器中の気体を気体Aとする。
- (2) (1)の操作の後、コックを開いたまま500 mL容器を加熱して、容器中の水と気体の温度を77.0℃にした。このとき、容器中の気体を気体Bとする。
- (3) (2)の操作の後、コックを閉め、容器中の水と気体の温度を27.0℃にした。このとき、容器中の気体を気体Cとする。
- (4) (2)の操作の後、容器中の水と気体の温度を77.0℃に保ったまま、容器中の圧力を 4.16×10^4 Paにまで減圧し、コックを閉めた。このとき、容器中の気体を気体Dとする。
- (5) (4)の操作の後、容器中の水と気体の温度を27.0℃にした。このとき、容器中の気体を気体Eとする。

表 水蒸気圧と温度の関係

温度[°C]	水蒸気圧[$\times 10^3$ Pa]
17.0	1.9
27.0	3.5
37.0	6.2
47.0	10.5
57.0	17.2
67.0	27.2
77.0	41.6
87.0	62.1
97.0	90.5
107.0	128.7

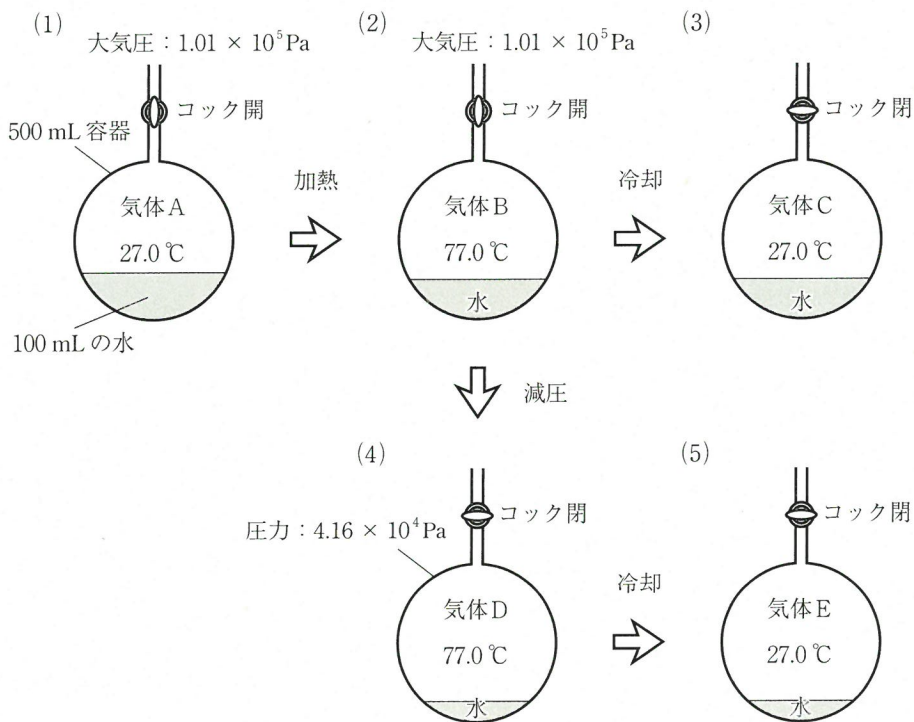


図 実験操作の概略

化学

1. 気体Aに含まれる分子の物質量の合計を有効数字2桁で求めよ。
2. 気体Bに含まれる窒素の分圧および酸素の分圧はそれぞれ何 Pa か。有効数字2桁で求めよ。なお、窒素と酸素の物質量の比は4 : 1であるとし、気体Bは水と平衡状態にあるとする。
3. 気体Cに含まれる水蒸気分圧と気体Cの全圧はそれぞれ何 Pa か。有効数字2桁で求めよ。なお、(3)の操作において、水(液体)の体積変化は無視してよい。
4. 気体Dに含まれる水蒸気分圧は何 Pa か。有効数字2桁で答えよ。
5. 気体Eに含まれる水蒸気分圧と気体Eの全圧はそれぞれ何 Pa か。有効数字2桁で答えよ。
6. 500 mL 容器の代わりに250 mL 容器を用いて、(1)および(2)の操作を行った。気体Aに含まれる分子の物質量、気体Bに含まれる窒素分圧および酸素分圧は、500 mL 容器を用いた場合に比べてそれぞれ何倍になるか。有効数字2桁で答えよ。

〔Ⅲ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

二酸化炭素は大気中に含まれる無色無臭の気体で、生成熱は 394 kJ/mol である。二酸化炭素は地表から放出される赤外線を吸収して再び放射することから、地球温暖化の原因物質とされている。持続可能な社会を実現するためには、エネルギー源として、二酸化炭素の排出量が少ない燃料が望ましいとされている。実際、天然ガスの主成分である (ア) や、(ア) と水蒸気をニッケル触媒のもとで反応させることにより得られる (イ) が、次世代の主力燃料として期待されている。(ア) は最も沸点の低いアルカンであり、(イ) は最も分子量が小さい気体で、酸素との混合気体に点火すると爆発的に化合して、水を生成する。一方、植物中の炭素は光合成により大気中の二酸化炭素が取り込まれたものである。このため植物を炭化した木炭や、植物中の糖類を発酵させて得られる (ウ) は、それらの燃焼によって二酸化炭素が発生しても、全体として大気中の二酸化炭素を増加させない燃料であるとされている。(ウ) は水と任意の割合で溶け合う無色の液体で、生成熱は 277 kJ/mol である。工業的に^(b) (ウ) はリン酸触媒のもと、加熱・加圧してエチレンに水蒸気を付加させて製造される。

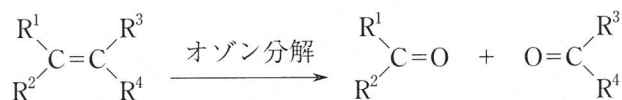
1. 空欄(ア)～(ウ)に入る物質名を日本語で記せ。
2. 炭素(黒鉛)を完全燃焼させたときの熱化学方程式を記せ。
3. 下線部(a)の化学反応の熱化学方程式を記せ。ただし、空欄(イ)(気体)の燃焼熱は 286 kJ/mol であり、生成する水は液体であるとする。
4. 空欄(ア)(気体)の燃焼熱が 891 kJ/mol であるとき、空欄(ア)(気体)の生成熱は何 kJ/mol であるか。ただし、生成する水は液体であるとする。
5. 空欄(ウ)(液体)を完全燃焼させたときの熱化学方程式を記せ。ただし、生成する水は液体であるとする。
6. 空欄(ア)(気体)、空欄(ウ)(液体)をそれぞれ 1.00 g 完全燃焼させたときに発生する熱量はそれぞれ何 kJ であるか。有効数字2桁で求めよ。ただし、生成する水は液体であるとする。

化学

7. 空欄(ア)(気体), 空欄(ウ)(液体)の完全燃焼によりそれぞれ1.00 kJの熱量を発生させたときに生じる二酸化炭素の物質量はそれぞれ何 mol であるか。有効数字2桁で求めよ。ただし, 生成する水は液体であるとする。
8. 下線部(b)について標準状態で896 mLの空欄(イ)(気体)を完全燃焼させて生じた水を全てエチレンと反応させたときに生じる空欄(ウ)(液体)は何 mL であるか。有効数字2桁で求めよ。ただし, 空欄(イ)は理想気体であるとし, 液体の空欄(ウ)の密度は0.800 g/mLとする。

[IV] つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。なお、化合物AとBはアルケンであり、互いに構造異性体の関係にある。

- (1) 化合物A 3.50 g を臭素と完全に反応させると、11.5 g の化合物Cが得られた。
 (2) 一般に、アルケンをオゾン分解すると、次式のように二重結合が開裂し、カルボニル化合物が生成する。

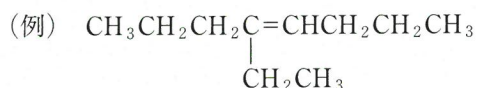


R¹ ~ R⁴ はアルキル基あるいは水素原子Hである。

化合物Aのオゾン分解では化合物DとEが、化合物Bのオゾン分解では化合物FとGが生成した。

- (3) 化合物D, E, F, Gにそれぞれヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させたところ、黄色沈殿が生成したのは化合物E, F, Gであった。
 (4) 化合物D, E, F, Gをそれぞれフェーリング液とともに加熱したところ、赤色沈殿が生成したのは、化合物D, Gであった。

- 化合物Aの分子量を求めよ。
- 化合物A, Bの構造式を下の例にならって記せ。



- 上記(3)で黄色沈殿を生成する反応の名称と黄色沈殿物の化学式を記せ。
- 上記(4)での赤色沈殿物の化学式を記せ。

化学

5. 化合物D, Fの合成法として最も適切なものを, つぎの①~⑥の中から選べ。

- ① 空气中で加熱した銅線にメタノールの蒸気を触れさせる。
- ② 塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)を触媒に用いてエチレンを酸素で酸化する。
- ③ 酸化亜鉛を触媒に用いて, 一酸化炭素と水素から高温高压下で合成する。
- ④ 130 ~ 140℃に加熱した濃硫酸にエタノールを加える。
- ⑤ 酢酸カルシウムを, 空気を断って熱分解する。
- ⑥ 酢酸ナトリウムに水酸化ナトリウムを加えて加熱する。

6. 化合物B 4.20 gを完全燃焼させるために必要な酸素の物質質量[mol]を, 有効数字2桁で求めよ。

7. 化合物B ~ Gに関する記述として誤りを含むものを, つぎの①~⑥の中からすべて選べ。

- ① 化合物Bには立体異性体が存在する。
- ② 化合物Cは不斉炭素原子をもつ。
- ③ 塩基触媒を用いて化合物Dとフェノールとを付加縮合させた後, 加熱するとフェノール樹脂が得られる。
- ④ 2-ブタノールを酸化すると化合物Eが生成する。
- ⑤ 化合物Fは, 工業的にはクメン法で合成される。
- ⑥ 硫酸水銀(Ⅱ)を触媒としてエチレンに水を付加させると, 化合物Gが生成する。

(白 紙)