

情報科学部A方式Ⅱ日程・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	20～35

〈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
情報科学部(コンピュータ科)	物理
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. 情報科学部コンピュータ科学科を志望する受験生は選択できない。
2. 解答は、すべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。
 3. 計算問題では、必要な式や計算、説明も解答欄に記入せよ。
 4. 記述問題では、化学式を示す場合はマス目を自由に使ってよい。
 5. 記述問題の解答の文字数には、句読点を含むものとする。
 6. 特に文中で指定がない場合は、気体をすべて理想気体として取り扱うこと。
 7. 簡単のために原子量は下記の値を用いよ。

元素	H	C	N	O	Na	S	Cl	Ca	Br	Ag
原子量	1.00	12.0	14.0	16.0	23.0	32.0	35.5	40.0	80.0	108

8. 以下の定数等を用いる場合は、簡単のために下記の値を用いよ。

$$\text{アボガドロ定数 } N_A = 6.00 \times 10^{23}/\text{mol}$$

$$\text{気体定数 } R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$$

$$\text{ファラデー定数 } F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$$

$$\log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 3 = 0.48, \log_{10} 7 = 0.85$$

〔 I 〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

多数の原子が共有結合を繰り返すことによって結びつき、規則正しく配列してできた固体を共有結合の結晶という。ダイヤモンドは、炭素原子が 個の価電子を使って他の炭素原子と共有結合して 構造をつくり、 構造が繰り返された立体網目構造をしている。このためダイヤモンドは 。

一方、黒鉛は、炭素原子の 個の価電子のうち、 個が他の炭素原子と共有結合して網目状の 構造をつくり、炭素原子の残りの 個の価電子は、 構造の中を自由に動くことができる。この 構造が何層にも重なりあって結晶をつくっている。 構造どうしは で結びついている。

二酸化ケイ素は、単体のケイ素やダイヤモンドと同様に、 構造が繰り返された立体網目構造をしており、ケイ素原子1個に対して酸素原子^(a) 個が共有結合して結晶を構成している。

一方、分子のみからなる物質の結晶を という。 では、多数の分子が で引き合い、規則正しく配列して結晶を形成している。 は弱い力なので、 は一般に 。

- 空欄 ～ に入る適切な数字を記せ。
- 空欄 ～ に入る適切な語句を記せ。
- 空欄 ， に入る適切な性質を以下の中から選び、番号で記せ。

① 融点が低く、軟らかい	② 融点が低く、硬い
③ 融点が高く、軟らかい	④ 融点が高く、硬い
- ダイヤモンドおよび黒鉛以外の炭素の同素体の名称を一つ記せ。
- 以下の固体の中から をすべて選び、番号で記せ。

① ドライアイス	② アルミニウム	③ ヨウ素
④ ヨウ化カリウム	⑤ 酸化銅(Ⅱ)	⑥ ナフタレン

化学

6. 下線部(a)のような構造にもかかわらず，二酸化ケイ素の組成式が SiO_2 と表記される理由を 60 字以内で記せ。

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

人為的な活動によって排出量が増加している温室効果ガスとして、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、フロンなどがあげられている。世界各国がこうした温室効果ガス排出削減に向けた対策に取り組んでいる。

二酸化炭素は主に化石燃料の燃焼によって排出されているが、実験室では石灰石(主成分は炭酸カルシウム)に希塩酸を反応させることによって発生させること^(a)ができる。二酸化炭素は無色、無臭の気体で空気中には約 0.04 % 含まれている。

メタンの放出源は化石燃料の採掘や畜産など多様であるが、実験室では酢酸ナトリウム(無水塩)と水酸化ナトリウムを加熱することによって発生させること^(b)ができる。メタンは空気より軽い無色・無臭の気体であり、都市ガスとして利用されている。

一酸化二窒素は窒素酸化物^(c)の 1 つであり、バイオマス燃焼や窒素肥料の使用などによって放出される。一酸化二窒素は医療用の麻酔に用いられている。

1. 下線部(a)の化学変化を反応式で記せ。
2. C=O 結合には極性があるにもかかわらず、二酸化炭素が無極性分子となる理由を 60 字以内で記せ。
3. 内容積 1.83 L の容器に二酸化炭素 9.50×10^{-2} mol と水 1.00 L を入れて密閉し、27.0 °C で溶解平衡になるまで静置した。このときの容器内の圧力は何 Pa か。有効数字 2 桁で求めよ。

ただし、27.0 °C において 1.00×10^5 Pa の二酸化炭素は 1.00 L の水に 3.00×10^{-2} mol 溶解し、ヘンリーの法則が成り立つものとする。また、容器の内容積および水の体積は一定であり、水の蒸気圧は無視してよいものとする。

4. 下線部(b)の化学変化を反応式で記せ。
5. メタンとプロパンの物質比が 2 : 1 であるメタンとプロパンのみからなる混合気体を、すべて完全燃焼させたところ 3.50 mol の二酸化炭素が発生した。この混合気体をすべて完全燃焼させるために最低限必要な酸素の物質量は何 mol か。有効数字 2 桁で求めよ。

化学

6. 下線部(c)に関連して、以下の①～⑤は一酸化窒素もしくは二酸化窒素どちらかに関する記述である。①～⑤の中から一酸化窒素に関する記述をすべて選び番号で記せ。

- ① 銅に濃硝酸を反応させると発生する赤褐色の気体である。
- ② 銅に希硝酸を反応させると発生する無色の気体である。
- ③ 水に溶けやすい気体で、刺激臭がある。
- ④ 水に溶けにくい気体で、空気に触れると速やかに酸化される。
- ⑤ 密閉容器中で常温にすると、その一部が N_2O_4 となっている。

〔Ⅲ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

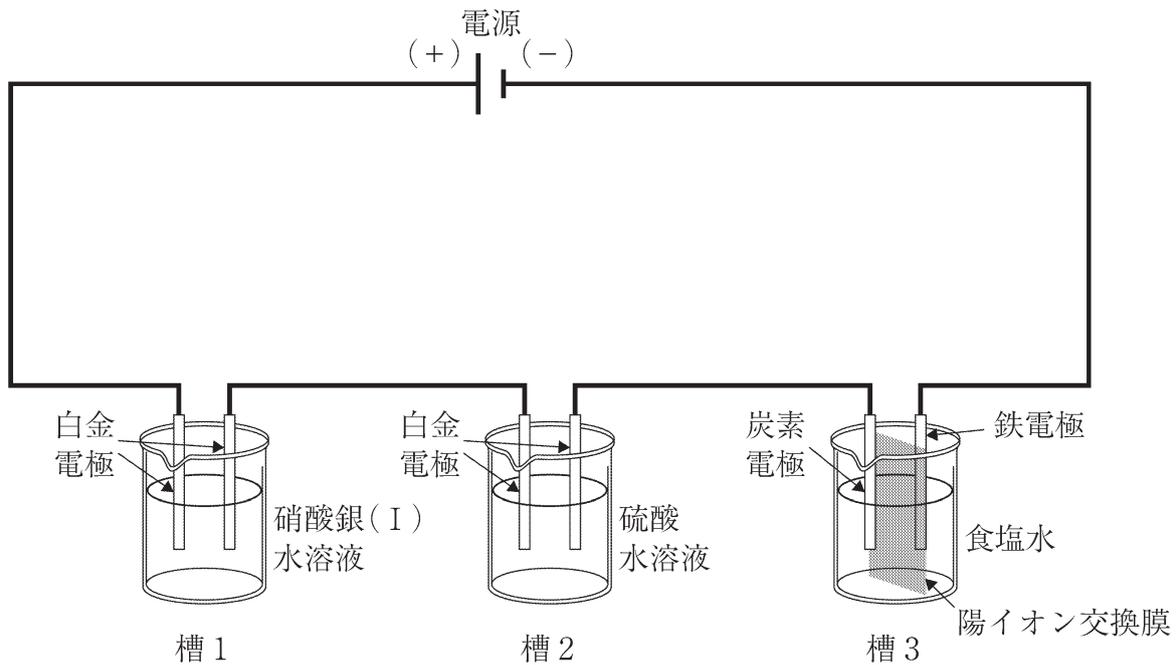
電解質の水溶液に電極を浸し、外部電源に接続して電流を通じると、電極表面で酸化還元反応が起こる。このように電気エネルギーを用いて酸化還元反応を引き起こす操作を (A) という。(A) において、外部電源の正極に接続した電極を (B) ，負極に接続した電極を (C) という。

(B) においては、水溶液中に存在する多原子イオンは酸化されず、水分子が電子を失うときは (D) が発生する。一方、(C) においては、(E) の大きな金属の (F) イオンは還元されにくく、水分子が (C) で電子を受け取ることにより (G) が発生する。

図Ⅲ－1に示すような3つの槽を直列につないだ装置を作製した。槽3においては、各電極における生成物が混合し反応することを防ぐために電極間に陽イオン交換膜が設置されている。今、2.00 Aの電流を一定時間流したところ、槽1の (C) には (H) が2.16 g析出し、(B) からは気体が発生した。さらに、槽2および槽3の (B) および (C) からもそれぞれ気体が発生した。

槽1から槽3のうち、ふたつの槽の (B) から同一の気体が発生した。この気体を捕集し、強い紫外線を当てたところ、特異臭のある有毒な気体が生じた。さらに、この特異臭のある有毒な気体を水に湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙に触れさせたところ、ヨウ化カリウムデンプン紙は青紫色に変わった。

化学



図Ⅲ－1 作製した装置の概略図

1. 空欄 ～ に入る適切な語句を記せ。
2. 槽1の において起こる化学変化を電子 e^- を含む反応式で記せ。
また、下線部(a)の時間は何秒か。有効数字3桁で求めよ。
3. 槽2の において起こる化学変化を電子 e^- を含む反応式で記せ。また、槽2の において発生した気体の標準状態(273 K, 1.01×10^5 Pa)における体積は何 mLか。有効数字2桁で求めよ。ただし、発生した気体は水に溶けないものとする。
4. 槽3の において発生した気体の名称を答えよ。また、通電後の槽3の 側の液体の体積を500 mLとすると、通電後の液体のpHの値はいくつになるか。小数第1位まで求めよ。ただし、水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$ とする。
5. 下線部(b)の槽の番号をすべて記せ。
6. 下線部(c)の捕集法の名称を記せ。
7. 下線部(d)の気体の名称および下線部(e)で起こる化学変化を反応式で記せ。

〔Ⅳ〕 つぎの文章を読んで、以下の設問に答えよ。

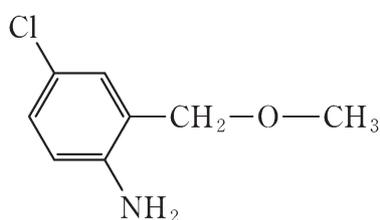
プラスチックやさまざまな有機化合物の原料となるプロペンは、ナフサを熱分解して工業的につくられている。

触媒を用いてベンゼンにプロペンを反応させると が得られる。

を で酸化して化合物 **A** に変えたあと、硫酸で分解すると化合物 **B** となる。また、このとき化合物 **C** も同時に生成する。このような化合物 **B** の合成法を 法という。化合物 **B** の水溶液に臭素水を加えると化合物 **D** (分子量 331) の白色沈殿が生じる。^(a)

触媒を用いたプロペンの酸化反応を利用してアクリル酸が工業的につくられている。アクリル酸をエステル化するとアクリル酸メチルなどが得られる。また、触媒を用いてプロペンをアンモニアと酸素と反応させて、アクリロニトリルがつくられている。アセチレンに を付加させると塩化ビニルが得られるように、アクリロニトリルはアセチレンにシアン化水素を付加させても得られる。アクリル酸のナトリウム塩と少量の架橋剤との共重合により立体網目構造をもつ^(b) 高分子化合物 が得られる。また、アクリロニトリルを原料として アクリル繊維や^(c) モダクリル繊維 はつくられており、アクリロニトリルにアクリル酸メチルなどを^(d) 共重合させる こともある。

1. 空欄 ~ に入る適切な物質の名称を記せ。
2. 化合物 **A** の構造式を、つぎの例にならって記せ。

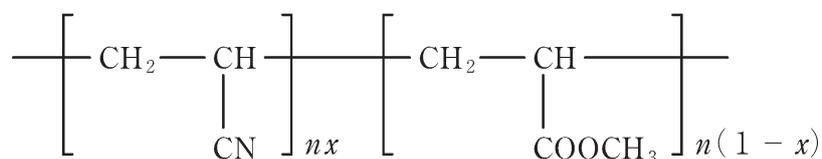


構造式の例

3. 下線部(a)の化学変化を反応式で記せ。ただし、化合物の構造式は設問 2 の例にならって記せ。

化学

4. 化合物**C**は、酢酸カルシウムを乾留することでも得られる。このときの化学変化を反応式で記せ。
5. 下線部(b)に関して、この高分子化合物は、紙おむつや砂漠の緑地化のための土壌改良剤として用いられる。その理由を 30 字以内で説明せよ。
6. 下線部(c)に関する記述として適切なものを、つぎの①～⑤の中からすべて選び、番号で記せ。
- ① ポリアクリロニトリルを酸素のない中で加熱して炭化させると炭素繊維となる。
 - ② 共重合体中のアクリロニトリルの含有量(質量比)が 35 % 以上のものをアクリル繊維、35 % 未満のものをモダクリル繊維という。
 - ③ アクリル繊維は日本で開発された初の国産の合成繊維である。
 - ④ アクリル繊維は絹に似た肌ざわりや光沢があり、アラミド繊維より強度や耐久性に優れている。
 - ⑤ アクリロニトリルと塩化ビニルを共重合させたものは、ポリアクリロニトリルより燃えにくい。
7. 下線部(d)に関して、アクリロニトリルとアクリル酸メチル合わせて n 個の分子からなる共重合体の構造式を図IV-1のように表すものとする。ここで、 x ($0 < x < 1$) は共重合体中のアクリロニトリル単位の割合を示す。この共重合体中に、窒素 N が質量の割合で 10.0 % 含まれているとしたとき、 x の値はいくつか。有効数字 2 桁で求めよ。



図IV-1 アクリロニトリルとアクリル酸メチルの共重合体の構造式

(白 紙)