



令和 7 年度 「化学基礎＋化学」 (04コア・03プラス)

試験開始の合図があるまでに、次の注意をよく読んで、間違いないように受験してください。

1. 試験開始の合図があるまで冊子を開かないでください。
2. この冊子には問題 14 ページ，解答用紙(第 1 問)・(第 2 問)・(第 3 問) 3 枚がセットになっています。
3. 試験開始の合図があったら，問題のページ数を確認し，解答用紙(第 1 問)・(第 2 問)・(第 3 問)をミシン目で折ってから冊子よりていねいに切り離し，すべての解答用紙に受験番号を記入してください。
4. 問題・解答用紙に落丁，乱丁，印刷不鮮明などの箇所がある場合には申し出てください。
5. 解答の記入は黒鉛筆(シャープペンシル可)に限ります。
6. 文字ははっきり，ていねいに書いてください。
7. 下書きには問題冊子の余白を使ってください。
8. 解答用紙の点数欄には何も記入しないでください。
9. 使用していない解答用紙は，机の上に裏返しにしておいてください。
10. 「化学基礎＋化学」のコア試験の配点は 150 点，プラス試験の配点は 100 点です。  
プラス試験の受験生の得点は，コア試験とプラス試験の配点比率に応じた調整を行います。  
なお，各問題には，コア試験の配点のみ記載します。

1-1

|     |       |     |     |    |     |     |    |  |
|-----|-------|-----|-----|----|-----|-----|----|--|
| (a) | 族     |     | 名称  |    |     |     |    |  |
| (b) | 番号    | ア   | イ   | ウ  | Ni  | Ti  | Cu |  |
|     | 元素記号  | ア   | イ   | ウ  |     |     |    |  |
| (c) |       |     |     |    |     |     |    |  |
| (d) | 化学反応式 |     |     |    |     |     |    |  |
|     | 硝酸    | 化学式 | 酸化数 | 気体 | 化学式 | 酸化数 |    |  |

|       |
|-------|
| 第1問小計 |
|       |

|     |
|-----|
| 1-1 |
|     |

1-2

|     |        |   |  |
|-----|--------|---|--|
| (a) |        |   |  |
| (b) | ア      | イ |  |
| (c) |        |   |  |
| (d) | 下線部(2) |   |  |
|     | 下線部(3) |   |  |
| (e) |        |   |  |
| (f) |        |   |  |

|     |
|-----|
| 1-2 |
|     |

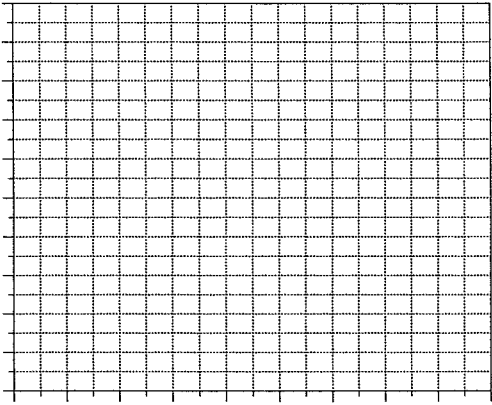
2-1

|     |  |
|-----|--|
| (a) |  |
| (b) |  |
| (c) |  |
| (d) |  |
| (e) |  |
| (f) |  |

|       |
|-------|
| 第2問小計 |
|       |

|     |
|-----|
| 2-1 |
|     |

2-2

|     |                                                                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (a) | <div>沸点(°C)</div> <div></div> <div>融点(°C)</div> |
| (d) |                                                                                                                                    |
| (b) |                                                                                                                                    |
| (c) | 物質A                      物質B                      物質C                                                                              |
| (e) |                                                                                                                                    |

|     |
|-----|
| 2-2 |
|     |

3-1

|     |   |  |   |  |
|-----|---|--|---|--|
| (a) |   |  |   |  |
| (b) |   |  |   |  |
| (c) | C |  | D |  |
|     | E |  |   |  |
| (d) |   |  |   |  |

|       |
|-------|
| 第3問小計 |
|       |

|     |
|-----|
| 3-1 |
|     |

3-2

|     |      |     |  |
|-----|------|-----|--|
| (a) |      | (b) |  |
| (c) | 化合物名 | 化学式 |  |
| (d) |      |     |  |

|     |
|-----|
| 3-2 |
|     |

3-3

|     |  |
|-----|--|
| (a) |  |
| (b) |  |
| (c) |  |

|     |
|-----|
| 3-3 |
|     |



問題は次のページより始まります。

## 第1問 (50点)

1-1 下の図は元素の周期表の一部を示したものである。以下の文章を読んで問いに答えなさい。

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| K  | Ca | 1  | 2  | 3  | Cr | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | Zn |
| Rb | Sr | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | Cd |
| Cs | Ba | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | Hg |

元素アの原子の電子数は、クロム Cr よりも 2 つ多く、ニッケル Ni よりも 2 つ少ない。アの単体は磁石に引きつけられ、希硫酸を加えると水素を発生して溶け、淡緑色の水溶液になる。

チタン Ti の 4 価イオン  $\text{Ti}^{4+}$  の電子数は、アルゴン Ar の電子数と同じである。チタンは合金の原料として用いられているほか、その酸化物である酸化チタン  $\text{TiO}_2$  は白色顔料や電子部品の原料として使われている。

銅 Cu と元素イおよびウは同じ族の元素で、これらの単体はすべて展性および延性に富み、熱や電気の伝導性が大きい。Cu の原子番号は 29 である。

イは、Cu と同様にイオン化傾向が水素より小さく、単体は塩酸や希硫酸とは反応しないが、酸化力の強い濃硝酸や熱濃硫酸を加えると気体を発生して溶ける。

ウの単体は化学的に安定で、硝酸や硫酸に溶けないが王水には溶ける。

(a) 上の図の灰色で網掛けした元素のグループは、何族か。また何と呼ばれるか。それぞれ答えなさい。

(b) 元素ア～ウ、Ni、Ti および Cu は、周期表の 1 ～ 26 のいずれかの欄に入る元素である。その位置を番号で答えなさい。また、元素ア～ウの元素記号を答えなさい。

(c) 元素イの原子番号を答えなさい。

(d) 下線部(1)について、イの単体に濃硝酸を加えたときに起こる反応を化学反応式で表しなさい。また、硝酸の化学式と発生する気体の化学式を書き、それぞれの化合物中の窒素の酸化数を答えなさい。

1-2 以下の文章を読み、問いに答えなさい。数値で答える問題には計算の過程を書き、有効数字2桁で答えること。原子量は H : 1, C : 12, O : 16, Na : 23 とする。

コンロの油污れを落とす洗剤の一つに、炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの混合水溶液がある。この洗剤の炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの濃度を調べるために、以下の実験を行った。

#### 実験1

炭酸ナトリウム 4.77 g を水に溶かし、メスフラスコを用いて 100 mL とした。  
(1) この炭酸ナトリウム水溶液 5.0 mL を、ホールピペットを用いてコニカルビーカーに入れ、純水を適量加えたのち、フェノールフタレインを加えると溶液は赤色を示した。ビュレットに濃度のわからない塩酸を入れ、この塩酸をコニカルビーカー内に滴下すると、15.0 mL を加えたところで赤色が消えた。<sup>(2)</sup>次に、この溶液にメチルオレンジを加えると (ア) 色を示した。さらに塩酸を滴下すると、塩酸の総滴下量が 30.0 mL となったところで溶液が (イ) 色に変化した。<sup>(3)</sup>

#### 実験2

洗剤 10.0 mL を、ホールピペットを用いてコニカルビーカーに入れ、純水を適量加えたのち、フェノールフタレインを加えると溶液は赤色を示した。この溶液に実験1で用いた塩酸を滴下すると、8.0 mL を加えたところで溶液の赤色が消えた。この溶液にメチルオレンジを加えると (ア) 色を示し、さらに塩酸を滴下すると、塩酸の総滴下量が 24.0 mL となったところで溶液の色が (イ) 色に変化した。

(a) コニカルビーカー、ビュレット、ホールピペット、メスフラスコは純水で濡れた状態のものを用意した。この中で、実験に使用する溶液で内壁を洗う必要のあるものを全て選びなさい。

(b) (ア) と (イ) に当てはまる色を答えなさい。

- (c) 下線部(1)の炭酸ナトリウムのモル濃度を求めなさい。
- (d) 下線部(2)と下線部(3)で起こる反応を、それぞれ化学反応式で表しなさい。
- (e) 実験1で用いた塩酸のモル濃度を求めなさい。
- (f) 実験2の洗剤に含まれる炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムのモル濃度をそれぞれ求めなさい。

## 第2問 (50点)

2-1 以下の文章を読み、問いに答えなさい。数値で答える問題には計算の過程を書き、有効数字2桁で答えること。

図2-1に示す装置を用いて、オクタンの空気による燃焼実験を行う。実験は、以下の(1)～(7)の過程を繰り返し行う。最初の状態ではバルブ A～E は閉じており、反応室には触媒以外入っていない。なお、反応室をつなぐ管の体積は無視する。

- (1) バルブ A, B を開け、反応室1にオクタンと十分な量の空気を送り込み、バルブ A, B を閉じる。
- (2) 反応室1を高温にする。このとき、99% のオクタンは完全に燃焼するが、1% のオクタンは未反応のまま残る。また、このとき空気中の窒素が酸化され、 $0.05\text{ mol}$  の一酸化窒素が生成する。
- (3) バルブ C を開き、ピストン1を操作して反応室1の中の物質をすべて反応室2に送り、バルブ C を閉じる。
- (4) 反応室2には触媒があり、オクタンと一酸化窒素が反応して二酸化炭素、水、窒素を生成し、オクタンと一酸化窒素の一方は完全に消費される。なお、反応後の反応室2では、触媒以外のすべての物質は気体で存在する。
- (5) バルブ D を開き、ピストン2を操作して反応室2の中の触媒以外の物質をすべて反応室3に送り、バルブ D を閉じる。
- (6) 反応室3には吸着能力のある触媒があり、一酸化窒素が存在する場合、一酸化窒素は二酸化窒素に酸化されて触媒上に吸着される。また、吸着された二酸化窒素は、オクタンが存在する場合にはオクタンと完全に反応して二酸化炭素、水、窒素を生成し、オクタンと二酸化窒素の一方は完全に消費される。一方、オクタンが存在しない場合は、二酸化窒素は触媒に吸着されたままとなる。反応後の反応室3では、触媒ならびに吸着された二酸化窒素以外のすべての物質は気体で存在する。
- (7) 反応室3の中の触媒およびその吸着物以外の物質を、バルブ E を開き、ピストン3を操作して排出し、バルブ E を閉じる。

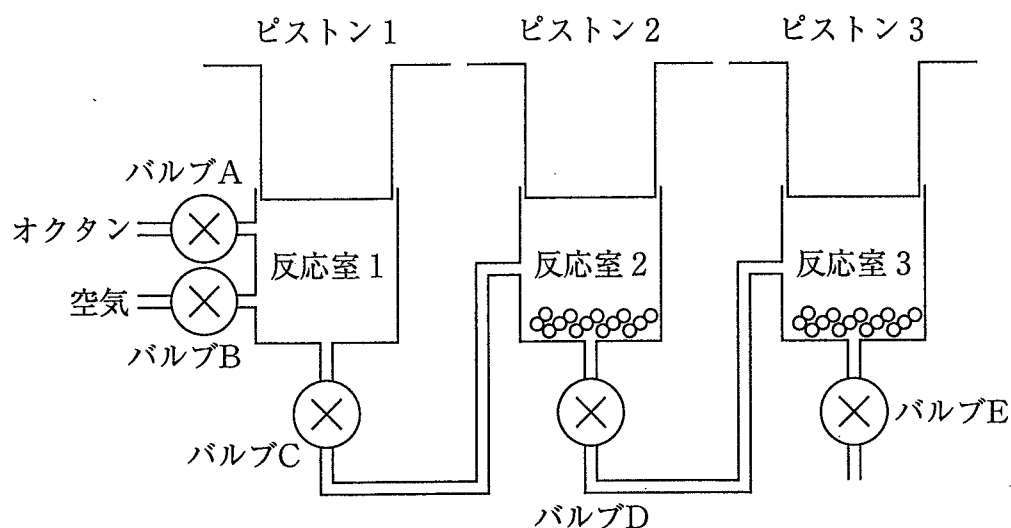


図 2 - 1

- (a) オクタンと一酸化窒素から二酸化炭素、水、窒素が生成する反応の化学反応式を書きなさい。
- (b) オクタンと二酸化窒素から二酸化炭素、水、窒素が生成する反応の化学反応式を書きなさい。
- (c) 過程(1)で反応室 1 に 0.02 mol のオクタンを送り込んだとき、過程(5)で反応室 3 に送られた一酸化窒素の物質量を答えなさい。
- (d) 問題(c)の条件において、反応室 3 の触媒に吸着された二酸化窒素に対し、過不足なく完全に反応するオクタンの物質量を答えなさい。
- (e) 過程(1)で反応室 1 に 2 mol のオクタンを送り込んだとき、過程(5)で反応室 3 に送られたオクタンの物質量を答えなさい。

- (f) 反応室 1 に 0.02 mol のオクタンを送りこんで行う(1)から(7)の燃焼実験を  $n$  回繰り返し、そのあと反応室 1 に 2 mol のオクタンを送りこんで(1)から(7)の燃焼実験を 1 回行う。このとき、最後の過程(7)でオクタンが排出されないようにするための  $n$  の最小値を答えなさい。



2－2 同じ原子が結合してできた二原子分子からなる物質のいくつかについて、 $1.0 \times 10^5$  Pa の圧力下での融点と沸点を調べたところ、表 2－1 のようにまとめられた。

- (a) 表 2－1 のデータを解答用紙のグラフに○印で書き入れなさい。グラフの縦軸と横軸の目盛りには適切な数字を書き加えなさい。
- (b) (a)で記入したグラフから表 2－1 の物質の融点と沸点の間にどのような関係があると読み取れるか答えなさい。
- (c) 表 2－1 の中の物質 A、B および C は、いずれもハロゲンの単体である。それぞれの物質の化学式を書きなさい。ただし、臭素はこの中に含まれていない。
- (d) (a)で記入したグラフをもとに  $1.0 \times 10^5$  Pa の臭素のおおよその融点と沸点を推測して、解答用紙のグラフ上に×印で示しなさい。
- (e) なぜ融点と沸点の間に(b)のような関係が成り立ったのだろうか。その理由を推測して答えなさい。

表 2－1 二原子分子からなる物質の融点と沸点

| 物質 | 融点 (℃) | 沸点 (℃) |
|----|--------|--------|
| 窒素 | －210   | －196   |
| 酸素 | －219   | －183   |
| A  | －220   | －188   |
| B  | －101   | －34    |
| C  | 114    | 184    |



### 第3問 (50点)

3-1 以下の文章を読み、問いに答えなさい。ただし、アルケンの異性体については、シス-トランス異性体を考慮すること。原子量は、 $H:1$ ,  $C:12$ ,  $Br:80$  とする。

いずれも同じ分子式をもつ鎖状炭化水素A, B, Cがある。1.12 g の化合物Aに臭素を作用させたところ、物質質量比1:1で反応が起こり、4.32 g の化合物Dが生成した。

(a) 化合物Aの分子量と分子式をそれぞれ求めなさい。解答に至る過程も含めて書くこと。

(b) 上記の条件を満たす化合物Aとして考えうるすべての構造式を書きなさい。

つぎに、化合物A, B, Cのそれぞれについて、触媒を用いて水素を付加させたところ、いずれも同じ化合物Eを生じることがわかった。これらの反応はすべて発熱反応であり、化合物Aの反応で 115 kJ/mol, 化合物Bの反応で 120 kJ/mol, 化合物Cの反応では 127 kJ/mol の熱が発生した。

一方、化合物AおよびBを臭素と反応させて生じる化合物は、いずれも不斉炭素原子を2つもつが、化合物Cと臭素との反応で生じる化合物は、不斉炭素原子を1つしかもたないことがわかった。

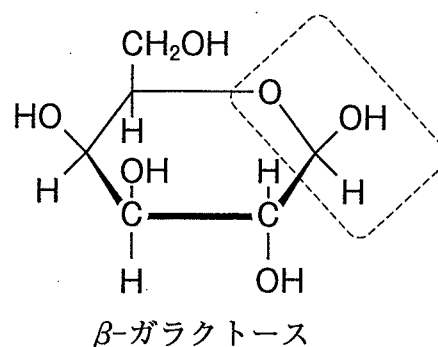
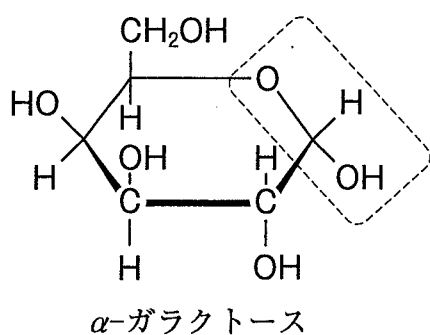
(c) ここまでのすべての条件を満たす化合物C, D, Eの構造式をそれぞれ書きなさい。ただし、化合物Dの立体異性体は考えないものとする。

(d) 化合物A, B, Cへの水素の付加反応における熱の発生量の違いから、二重結合( $C=C$ )の炭素上にある置換基の総数とアルケン分子の安定性との関係を推定し、簡潔に書きなさい。



3-2 以下の1)～3)の文を読み、問いに答えなさい。

- 1)  $\alpha$ -ガラクトースと  $\beta$ -ガラクトースは寒天や海藻に含まれる多糖類を加水分解すると得られる。
- 2) フェーリング液に  $\alpha$ -ガラクトースを入れて加熱すると、赤色沈殿が生成する。
- 3)  $\alpha$ -ガラクトースの水溶液をしばらく静置すると、一部が  $\beta$ -ガラクトースに変化する。



- (a)  $\alpha$ -ガラクトースと  $\beta$ -ガラクトースの関係を何というか、もっとも適切な語句を書きなさい。
- (b) 図の構造式の点線で囲まれた部分構造を何というか書きなさい。
- (c) 2) で生成する赤色沈殿の化合物名と化学式を書きなさい。
- (d) 3) のように  $\alpha$ -ガラクトースが  $\beta$ -ガラクトースに変化する理由を、化学反応式を用いて説明しなさい。

3-3 以下の操作で起こる化学変化を化学反応式で書きなさい。ただし、有機化合物は構造式を用いること。

(a) アセチレンに HCl を反応させる。

(b) (a)で得られた化合物を付加重合させる。

(c) Pt 触媒の存在下で、ベンゼンに過剰量の水素を反応させる。