

化 学

解答範囲は、解答番号 から までです。

大問 I の解答範囲は、解答番号 から までです。

I 次の (1) ~ (3) の文章を読んで、(1) の文章については後の問い (問 1 ~ 問 4) に、(2) の文章については後の問い (問 5 ~ 問 9) に、(3) の文章については後の問い (問 10 ~ 問 14) に、それぞれ答えなさい。

必要であれば、定数は次の値を用いなさい。

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

(1) 1 気圧のもとで水を加熱したとき、図 1 に示すような温度変化を示した。ab 間では【1-A】が存在し、bc 間では【1-B】が存在し、cd 間では【1-C】が存在する。また温度 t_2 を【2-A】といい、温度 t_3 を【2-B】という。点 a、点 c、点 e の各状態のうち、水分子の熱運動が最も激しいのは、点【3】の状態である。物質によっては、図 1 の点 a に相当する状態から点 e に相当する状態へ直接変化することがあるが、これを【4】という。

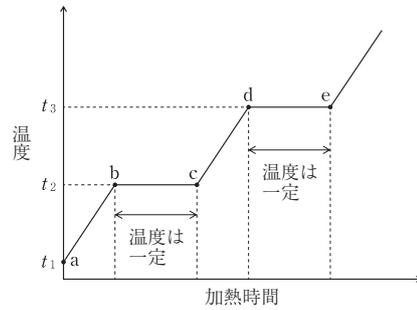


図 1 加熱による水の温度変化に関する概念図

問 1 空所【1-A】~【1-C】に当てはまる組み合わせとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【1-A】	【1-B】	【1-C】
①	氷のみ	氷と水	氷と水
②	氷のみ	氷と水	水のみ
③	氷のみ	水のみ	氷と水
④	氷のみ	水のみ	水のみ
⑤	氷と水	氷と水	水のみ
⑥	氷と水	氷と水	水と水蒸気
⑦	氷と水	水のみ	水のみ
⑧	氷と水	水のみ	水と水蒸気

問 2 空所【2-A】、【2-B】に当てはまる組み合わせとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【2-A】	【2-B】
①	絶対温度	沸点
②	絶対温度	融点
③	沸点	絶対温度
④	沸点	融点
⑤	融点	絶対温度
⑥	融点	沸点

問 3 空所【3】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① a ② c ③ e

問 4 空所【4】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 拡散 ② 凝固 ③ 凝縮 ④ 昇華
 ⑤ 蒸発 ⑥ 融解 ⑦ 溶解

(2) 2-メチル-2-プロパノール (分子量: 74) は 27℃ で液体である。2-メチル-2-プロパノールの状態変化を (ア) ~ (カ) に示すような実験で調べた。

- (ア) 耐熱性の袋に、液体の 2-メチル-2-プロパノールを 4.44 g 入れた。
 (イ) (ア) の袋の空気を抜き、端を輪ゴムでとめた。
 (ウ) ビーカーに氷水を半分程度入れた後、(イ) の袋を入れ、さらに氷を入れ、図 2 のような状態で固定し、しばらく放置した。
 (エ) (ウ) の袋を観察したところ、袋の中の 2-メチル-2-プロパノールが【5】し、袋の中に固体の状態を観察された。これは、2-メチル-2-プロパノールの【6-A】が水の【6-A】よりも【6-B】ためである。
 (オ) (エ) の袋を恒温槽につけ 127℃ まで加温すると、2-メチル-2-プロパノールは【7】し、袋の体積は (イ) の状態【8】になった。
 (カ) 2-メチル-2-プロパノールが完全に【7】したとき、袋の体積は【9】L であった。このとき、袋の中の圧力は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。

英語

日本史

世界史

政治・経済

数(文系型)学

数(理系型)学

物理

化学

生物

正解・正解例
講評

国語

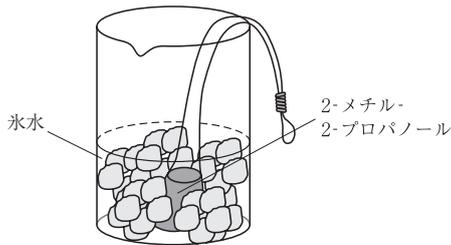


図2 氷水による2-メチル-2-プロパノールの冷却

問7 空所【 7 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 拡散 ② 凝固 ③ 凝縮 ④ 昇華
⑤ 蒸発 ⑥ 融解 ⑦ 溶解

問8 空所【 8 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① よりも大きく ② よりも小さく ③ と等しく

問9 空所【 9 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 1.0 ② 1.5 ③ 2.0 ④ 2.5
⑤ 3.0 ⑥ 3.5 ⑦ 4.0 ⑧ 4.5

問5 空所【 5 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 拡散 ② 凝固 ③ 凝縮 ④ 昇華
⑤ 蒸発 ⑥ 融解 ⑦ 溶解

問6 空所【6-A】、【6-B】に当てはまる組み合わせとして最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【6-A】	【6-B】
①	沸点	高い
②	沸点	低い
③	凝固点	高い
④	凝固点	低い

(3) 図3に示すように試験管Aに薬さじでヨウ素を少量入れ、この試験管の中に、輪ゴムを巻き氷水を入れて0℃に保たれた試験管Bを固定し、95℃の熱湯の入ったビーカーに浸した。このとき、試験管Aの底にあるヨウ素は【 10 】し、固体のヨウ素の質量は【 11 】。一方【 10 】によって【 12 】になったヨウ素は、試験管Bの外側表面で【 13 】になった。通常の実験室では、ヨウ素は、ほとんど【 14 】にならずに状態変化するため、このような現象が観察できる。

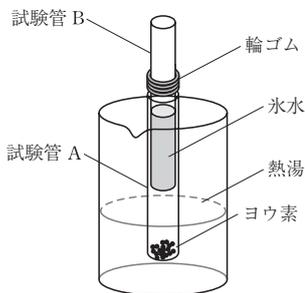


図3 ヨウ素の状態変化を観察する装置

問11 空所【 11 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 増加した ② 減少した ③ 変化しなかった

問12 空所【 12 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 固体 ② 液体 ③ 気体

問13 空所【 13 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 固体 ② 液体 ③ 気体

問14 空所【 14 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 固体 ② 液体 ③ 気体

問10 空所【 10 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 拡散 ② 凝固 ③ 凝縮 ④ 昇華
⑤ 蒸発 ⑥ 融解 ⑦ 溶解

英語

日本史

世界史

政治・経済

数(文系型)

数(理系型)

物理

化学

生物

正解・正解例

国語

大問Ⅱの解答範囲は、解答番号 から までです。

Ⅱ 次の (1) および (2) の文章を読んで、(1) の文章については後の問い(問1～問3)に、(2) の文章については後の問い(問4～問11)に、それぞれ答えなさい。

必要であれば、原子量および定数は次の値を用いなさい。

C = 12

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

(1) いま、ある物質 HA について、水溶液中で式①のような電離平衡が成り立つとき、【 1 】の定義によると HA は酸であり、 A^- は塩基である。



オキソニウムイオン H_3O^+ は、 H^+ に結合した水分子 H_2O を省略して、 H^+ と書き表すことが多い。したがって、式①は、



と簡略化して書き表すことができる。

ここで、電離前の HA のモル濃度 $[\text{HA}]$ を c [mol/L]、電離度を α とすると、平衡状態に達したときの HA のモル濃度は【 2 】、 H^+ のモル濃度 $[\text{H}^+]$ は【 3 】、 A^- のモル濃度 $[\text{A}^-]$ は【 4 】と表される。HA の電離定数 K_a は【 5 】であるので、 $K_a =$ 【 6 】と表すことができる。

問1 空所【 1 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① アレニウス ② オストワルト ③ ドルトン
 ④ ファラデー ⑤ ファントホッフ
 ⑥ プレンステッド・ローリー ⑦ ヘンリー
 ⑧ ボイル・シャルル ⑨ ラウール ⑩ ルシャトリエ

問2 空所【 2 】～【 4 】および【 6 】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度選んでもよい。

空所【 2 】は、解答番号

空所【 3 】は、解答番号

空所【 4 】は、解答番号

空所【 6 】は、解答番号

- ① ca ② c^2a ③ ca^2 ④ $c(1-a)$
 ⑤ $c^2(1-a)$ ⑥ $c(1-a)^2$ ⑦ $\frac{c}{a}$ ⑧ $\frac{c}{1-a}$
 ⑨ $\frac{ca}{1-a}$ ⑩ $\frac{ca^2}{1-a}$

問3 空所【 5 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① $[\text{HA}]$ ② $[\text{H}^+][\text{A}^-]$ ③ $[\text{H}^+][\text{A}^-][\text{HA}]$
 ④ $\frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ ⑤ $\frac{[\text{HA}]}{[\text{H}^+][\text{A}^-]}$ ⑥ $\frac{1}{[\text{H}^+][\text{A}^-]}$
 ⑦ $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}][\text{H}^+]}$

(2) 炭素原子は4個の価電子をもち、炭素の【 7 】はダイヤモンド、黒鉛、フラーレン、カーボンナノチューブなどが知られている。ダイヤモンドでは、各炭素原子が隣りあう4個の炭素原子と【 8 】結合を形成しており、その結晶構造の単位格子を図1に示す。図1よりわかるように、ダイヤモンドの単位格子中に含まれる炭素原子の数は【 9 】個となる。単位格子の一辺の長さを $l = 3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$ とすると、単位格子の体積は $4.7 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ となり、ダイヤモンドの密度は【 10 】 g/cm^3 となる。一方、黒鉛は、各炭素原子が隣りあう3個の炭素原子と【 8 】結合を形成し、【 11 】構造をもつ。

元素の周期表で炭素と同じ【 12 】族に属するケイ素は天然に単体では存在せず、おもに【 13 】として存在している。ケイ素の単体はダイヤモンドと同様の構造をもつ【 8 】結合の結晶であり、【 14 】。

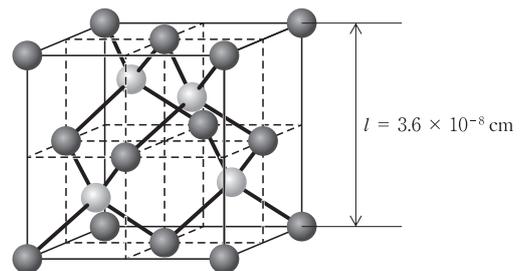


図1 ダイヤモンドの単位格子

英語

日本史

世界史

政治・経済

数学(文系型)

数学(理系型)

物理

化学

生物

正解・正解例
講評

国語

問4 空所【 7 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 21

- ① 異性体 ② 構造異性体 ③ 同位体 ④ 同素体
⑤ 同族体 ⑥ 不動態 ⑦ ラセミ体

問5 空所【 8 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 22

- ① イオン ② 共有 ③ 金属 ④ 水素
⑤ 配位 ⑥ ファンデルワールス力による

問6 空所【 9 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 23

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

問7 空所【 10 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 24

- ① 0.30 ② 0.34 ③ 0.85 ④ 1.7 ⑤ 2.6
⑥ 3.4 ⑦ 3.8 ⑧ 6.8

問11 空所【 14 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 28

- ① 金色で金属光沢をもち、硬くてもろい
② 金色で金属光沢をもち、やわらかい
③ 灰色で金属光沢をもち、硬くてもろい
④ 灰色で金属光沢をもち、やわらかい
⑤ 無色透明であり、硬くてもろい
⑥ 無色透明であり、やわらかい

問8 空所【 11 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 25

- ① 網目状の平面構造が層状に重なった
② 単位格子は立方体で、その中心と各頂点に原子が位置している
③ 単位格子は立方体で、その各頂点と各面の中心に原子が位置している
④ 隣りあう3つの単位格子で正六角柱を形成している
⑤ 同じ大きさの球が最も密につまった

問9 空所【 12 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 26

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 12 ⑧ 13 ⑨ 14 ⑩ 15

問10 空所【 13 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 27

- ① 塩 ② 塩化物 ③ 錯イオン
④ 錯塩 ⑤ 酸化物 ⑥ 水酸化物
⑦ 水和物 ⑧ 炭化物 ⑨ ハロゲン化物

大問Ⅲの解答範囲は、解答番号 29 から 41 までです。

Ⅲ 次の(1)および(2)の文章を読んで、(1)の文章については後の問い(問1～問6)に、(2)の文章については後の問い(問7～問13)に、それぞれ答えなさい。

(1) 有機化合物は主に炭素と水素からなる化合物であるが、酸素を含む有機化合物も広く知られている。 C_3H_8O の分子式で表される有機化合物は3種類存在し、【 1 】に分類され、これら3種類の化合物は互いに【 2 】の関係にある。一方、 $C_4H_{10}O$ の分子式で表される化合物においては、4種類のアルコールと、3種類のエーテルがそれぞれ存在する。この4種類のアルコールの中には、【 3 】が1種類含まれる。

アルコールとエーテルは共に酸素を含む化合物であるが、【 4 】などの違いがみられる。また、アルコールを合成する方法としては【 5 】、エーテルを合成する方法としては【 6 】などがある。

問1 空所【 1 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 29

- ① 3種類すべてがアルコール ② 3種類すべてがエーテル
③ そのうちの1種類がアルコールに、残りの2種類がエーテル
④ そのうちの2種類がアルコールに、残りの1種類がエーテル

問2 空所【 2 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 30

- ① 鏡像異性体
- ② 構造異性体
- ③ シス-トランス異性体(幾何異性体)
- ④ 重合体
- ⑤ 同位体
- ⑥ 同素体

問3 空所【 3 】に当てはまらないものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 31

- ① 不斉炭素原子をもつもの
- ② 第一級アルコール
- ③ 第二級アルコール
- ④ 第三級アルコール

問4 空所【 4 】に当てはまらないものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 32

- ① 一般にアルコールは同じ分子量をもつエーテルよりも沸点が高い
- ② アルコールはナトリウム Na と反応するが、エーテルはナトリウム Na と反応しない
- ③ アルコールは分子内の炭素数が増えると沸点が上昇するのに対して、エーテルの沸点は炭素数に依存しない

(2) 炭素原子と酸素原子との間に二重結合をもつカルボニル基は、アルデヒドおよびケトンに含まれている。 C_3H_6O の分子式で表されるアルデヒドおよびケトンはそれぞれ1種類ずつ存在し、これらは同じ分子式をもつが、その性質は異なる。このアルデヒドは【 7 】すると得られ、またこのアルデヒドを酸化すると【 8 】の構造式で表されるカルボン酸が得られる。一方、 C_3H_6O の分子式をもつケトンは【 9 】と得られ、【 10 】。

炭素原子と酸素原子との間に二重結合をもつ分子としては、上記の他にカルボン酸およびエステルがある。 $C_3H_6O_2$ の分子式をもつカルボン酸とエステルは、それぞれ【 11 】存在する。一般に、低分子量のカルボン酸とエステルとを比較すると、【 12 】。また、 $C_4H_8O_2$ の分子式をもつエステルの1つは、酢酸と【 13 】とを縮合反応させることで得られる。

問7 空所【 7 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 35

- ① 酢酸を還元
- ② プロピオン酸を還元
- ③ アセトンを還元
- ④ グリセリンを酸化
- ⑤ 安息香酸を還元
- ⑥ プロベンを還元
- ⑦ 1-プロパノールを還元
- ⑧ 2-プロパノールを酸化

問5 空所【 5 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 33

- ① 触媒の存在下でアルケンに水素 H_2 を作用させる
- ② アルデヒドやケトンを還元する
- ③ カルボン酸とアミンを縮合させる
- ④ カルボン酸を分子内で脱水させる

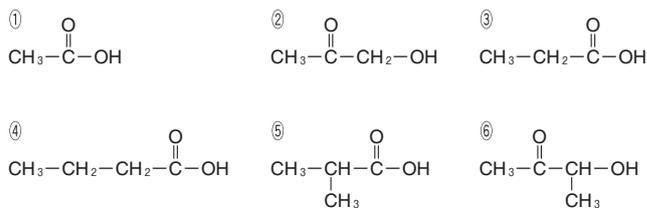
問6 空所【 6 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 34

- ① アルコールを分子間で脱水させる
- ② カルボン酸に塩基を加えて中和する
- ③ 油脂を加水分解する
- ④ アセチレンに水を付加する

問8 空所【 8 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 36



問9 空所【 9 】に当てはまらないものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 37

- ① 2-プロパノールを酸化する
- ② 酢酸カルシウムを乾留する
- ③ プロベンを酸化する
- ④ 酢酸を還元する
- ⑤ クメンヒドロペルオキシドを希硫酸で分解する

英語

日本史

世界史

政治・経済

数学(文系型)

数学(理系型)

物理

化学

生物

正解・正解例
講評

国語

問10 空所【 10 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① ヨードホルム反応を示す
- ② 銀鏡反応を示す
- ③ けん化すると酢酸の塩を生じる
- ④ フェーリング液を還元する

問11 空所【 11 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 1種類ずつ
- ② 1種類および2種類
- ③ 2種類および1種類
- ④ 2種類ずつ
- ⑤ 2種類および3種類
- ⑥ 3種類および2種類

問12 空所【 12 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① カルボン酸は水に溶けにくく、エステルは水に溶けやすい
- ② カルボン酸の水溶液は強い酸性を示し、エステルの水溶液は強い塩基性を示す
- ③ カルボン酸は刺激臭をもつものが多く、エステルは果実のような香りをもつものが多い
- ④ カルボン酸は不斉炭素をもつが、エステルは不斉炭素をもたない

問13 空所【 13 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① ホルムアルデヒド
- ② アセトアルデヒド
- ③ メタノール
- ④ エタノール
- ⑤ フェノール
- ⑥ アニリン
- ⑦ 無水酢酸