

# S 令和 8 年度 総合 問題

## 問題 冊 子

下記 1 2 3 のうち、2 題を選択し、指定された解答用紙を用いて答えなさい。

1 (1 ページ), 2 (2～4 ページ), 3 (5～9 ページ)

配付される解答用紙の枚数、解答用紙コードの組合せは次のとおりである。解答用紙コードは解答用紙右上にある。各題の解答用紙の組合せを確認し、選択した 2 題計 4 枚の解答用紙の選択の線内を黒くぬりつぶしなさい。

1 (解答用紙コード：801-1 と 801-2) 2 枚

2 (解答用紙コード：802-1 と 802-2) 2 枚

3 (解答用紙コード：803-1 と 803-2) 2 枚

「2 題選択の組合せ(解答用紙 4 枚)」は、次の 3 つのうちいずれかである。

1 (解答用紙コード：801-1 と 801-2) と 2 (解答用紙コード：802-1 と 802-2)

1 (解答用紙コード：801-1 と 801-2) と 3 (解答用紙コード：803-1 と 803-2)

2 (解答用紙コード：802-1 と 802-2) と 3 (解答用紙コード：803-1 と 803-2)

### 注 意 事 項

1. 監督者の指示があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 落丁・乱丁及び印刷不鮮明なものがあれば、すぐに申し出ること。
3. 全ての解答用紙に、本学の受験番号、氏名を記入すること。各解答用紙に受験番号欄と氏名欄がそれぞれ 1 箇所ある。
4. 各題の解答用紙コードの組合せを上記で確認し、選択した 2 題計 4 枚の解答用紙の選択の線内を黒くぬりつぶすこと。
5. 上記「2 題選択の組合せ」のいずれでもない場合、又は、解答用紙の選択の線内を黒くぬりつぶしていない場合は、採点されない。
6. 解答は、解答用紙の指定された解答欄に記入すること。異なる解答用紙・解答欄に記入されたものは採点されない。
7. 解答用紙の裏面は記入しないこと。解答用紙の裏面に記入された部分は採点されない。
8. 解答用紙の※欄は記入しないこと。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。解答用紙は全て回収される。

1  $a, b, t, x, y$  はすべて実数であり、 $a < b$  とする。このとき、以下の設問(1)から(5)に答えなさい。

- (1)  $x, y$  の値を固定して  $t$  を  $a \leq t \leq b$  の範囲で動かすとき、 $t^2 + xt + y$  の最小値を求めなさい。
- (2)  $t^2 + xt + y \geq 0$  が常に成り立つ  $x, y$  の組を座標とする点  $(x, y)$  全体からなる領域のうち、 $0 \leq x \leq 2$  かつ  $0 \leq y \leq 2$  を満たす部分の面積を求めなさい。
- (3)  $a \leq t \leq b$  が  $t^2 + xt + y \leq 0$  の必要十分条件となる  $x, y$  の組  $(x, y)$  を、 $a, b$  を用いて表しなさい。
- (4)  $0 \leq t \leq 1$  が  $t^2 + xt + y \leq 0$  の十分条件となる  $x, y$  の組を座標とする点  $(x, y)$  全体からなる領域を図示しなさい。
- (5)  $0 \leq t \leq 1$  が  $t^2 + xt + y \leq 0$  の必要条件となる  $x, y$  の組を座標とする点  $(x, y)$  全体からなる領域を図示しなさい。

2 次の問題A, Bの両方に答えなさい。

A 次の文章を読んで、以下の設問(1)から(4)に答えなさい。

地球を質量が  $M$  (kg) で半径  $R$  (m) の一様な球体とみなす。万有引力定数を  $G$  ( $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ) とする。

- (1) 万有引力の法則から、地表にある物体にはたらく重力加速度の大きさ  $g$  ( $\text{m}/\text{s}^2$ ) を与える式を、 $G$  ( $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ),  $M$  (kg),  $R$  (m) を用いて求めなさい。
- (2)  $M = 6.0 \times 10^{24}$  kg,  $R = 6.4 \times 10^6$  m,  $G = 6.7 \times 10^{-11}$   $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$  とするとき、設問(1)で求めた式にこれらの数値を代入して、重力加速度の大きさ  $g$  ( $\text{m}/\text{s}^2$ ) の値を有効数字 2 桁で答えなさい。
- (3) 地球の大気の影響が無視できる場合に、地表付近から質点を水平に速さ  $v$  ( $\text{m}/\text{s}$ ) で発射したところ、質点は落下せずに円運動を描き、回り続けた。この速さを第一宇宙速度という。第一宇宙速度の大きさ  $v$  ( $\text{m}/\text{s}$ ) を与える式を、 $g$  ( $\text{m}/\text{s}^2$ ),  $R$  (m) を用いて求めなさい。
- (4) 地上から見ると、上空の常に同じ位置に静止して見える人工衛星を静止衛星といい、地球の自転周期  $T$  (s) と一致した公転周期で、赤道上空を東回りに等速円運動している。赤道上空の静止衛星の地表からの高度  $h$  (m) を与える式を、 $G$  ( $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ),  $M$  (kg),  $R$  (m),  $T$  (s) を用いて求めなさい。

B 次の文章を読んで、以下の設問(1)から(7)に答えなさい。

図1のように、電圧  $E$  (V) の直流電源  $E$ 、電気抵抗がそれぞれ  $R_1$  ( $\Omega$ )、 $R_2$  ( $\Omega$ ) の抵抗  $R_1$ 、 $R_2$ 、電気容量がそれぞれ  $C_1$  (F)、 $C_2$  (F) のコンデンサー  $C_1$ 、 $C_2$ 、スイッチ  $S_1$ 、 $S_2$  で構成された直流回路がある。はじめに、スイッチ  $S_1$ 、 $S_2$  は開いており、各コンデンサーは電荷を蓄えていなかったとする。

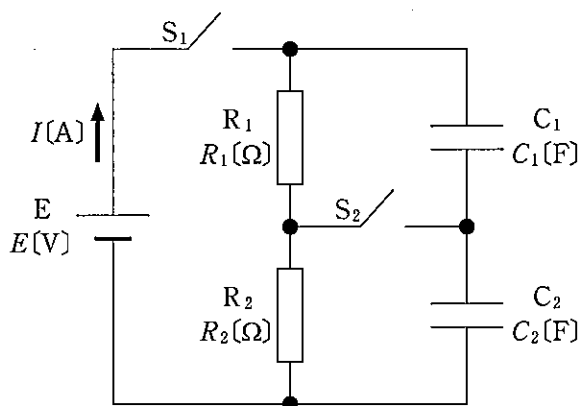


図1

(1)  $S_1$  を閉じて十分に時間が経過した後、 $S_1$  を流れている電流  $I$  (A) を与える式を、 $R_1$  ( $\Omega$ )、 $R_2$  ( $\Omega$ )、 $E$  (V) を用いて求めなさい。

(2) このとき、 $C_1$  と  $C_2$  それぞれに蓄えられている電荷  $Q_1$  (C)、 $Q_2$  (C) を与える式を、 $C_1$  (F)、 $C_2$  (F)、 $E$  (V) を用いて求めなさい。

以降の設問(3)から(7)では、 $E$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $C_1$ 、 $C_2$  に、 $E = 6.0$  V、 $R_1 = 10$   $\Omega$ 、 $R_2 = 20$   $\Omega$ 、 $C_1 = C_2 = 1.0$  F の値を用いて答えること。

(3) 設問(1)および(2)における電流  $I$  (A)、電荷  $Q_1$  (C)、 $Q_2$  (C) の値を有効数字2桁で答えなさい。

(4) 次に、 $S_1$  を閉じた状態のまま、 $S_2$  を閉じた。十分に時間が経過した後、 $C_1$  と  $C_2$  それぞれに蓄えられている電荷  $Q_1'$  (C)、 $Q_2'$  (C) の値を有効数字2桁で答えなさい。

- (5) このとき、 $S_2$  を通って移動した電荷  $Q'$  [C] の値を有効数字 2 桁で答えなさい。
- (6) 次に、 $S_2$  を開いて、その後に  $S_1$  を開いた。十分に時間が経過した後の  $C_2$  の両端の電位差  $V$  [V] の値を有効数字 2 桁で答えなさい。
- (7) このとき、 $S_1$  を開いてから十分に時間が経過するまでに、 $R_1$ 、 $R_2$  で消費されたエネルギーの和  $W$  [J] の値を有効数字 2 桁で答えなさい。

3 次の問題A, B, Cのすべてに答えなさい。

問題を解くにあたって、必要ならば次の値を用いなさい。

原子量  $H = 1.00$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $Na = 23.0$ ,  $Cl = 35.5$

A 以下の図1は、1気圧下で200gの水蒸気を冷却した時の冷却時間と温度の関係を表した図であり、図2は図1の一部を拡大したものである。また、図2には200gの水で作った塩水(NaCl水溶液)の温度変化も、加えて破線で示している。以下の設問(1)から(6)に答えなさい。ただし、冷却中の気圧、および水の物質質量の変化はないものとする。

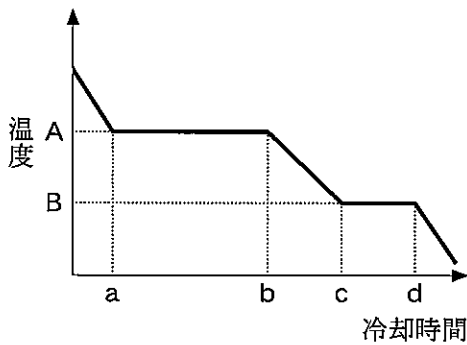


図1

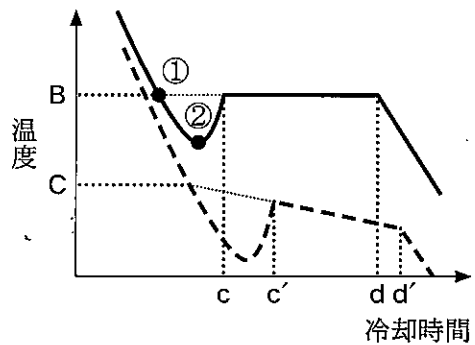


図2

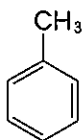
- (1) 図1の温度AおよびBはそれぞれ何℃か、答えなさい。
- (2) 図1の冷却時間aとbの間で温度が変化しない理由を、句読点を含めて、80文字程度で答えなさい。
- (3) 図1の冷却時間cとdの間で温度が変化しない理由を、句読点を含めて、80文字程度で答えなさい。
- (4) 図2の点①と②の間の状態のことを何というか、答えなさい。

- (5) 図2の温度BとCの差が $7.40\text{ }^{\circ}\text{C}$ である場合、塩水に溶解しているNaClの質量を有効数字3桁で答えなさい。答えを求めるために用いた計算式も示しなさい。なお、水のモル凝固点降下( $K_f$ )は $1.85\text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とし、NaClは陽イオンと陰イオンに完全に電離しているものとする。
- (6) 図2の実線の冷却時間cとdの間では温度変化が見られないのに対して、図2の破線の冷却時間c'とd'の間では温度変化が観測される理由を、句読点を含めて、80文字程度で答えなさい。

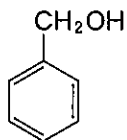
B 硫黄は 16 族元素の一つである。この硫黄について、以下の設問(1)から(6)に答えなさい。

- (1) 硫黄には数多くの同素体があることが知られている。その代表的なものの一つに斜方硫黄(直方硫黄)がある。斜方硫黄(直方硫黄)における硫黄分子の分子式を答えなさい。また、分子構造の特徴を簡潔に答えなさい。
- (2) 中性の硫黄原子がもつ価電子の数を答えなさい。
- (3) 硫黄は、 $-2$  および  $+6$  の酸化数を取りやすい。その理由を簡潔に答えなさい。
- (4) 硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  の水溶液は、弱い酸性を示す。 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$  の電離定数  $K_1$  を  $9.00 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$  ( $25^\circ\text{C}$ ) とするとき、 $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  の硫化水素水溶液における  $\text{H}_2\text{S}$  の電離度を求めなさい。答えを求めるために用いた計算式も示しなさい。なお、 $\text{H}_2\text{S}$  の二段階目の電離  $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$  および水の電離  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$  は無視するものとし、温度は  $25^\circ\text{C}$  とする。
- (5) 硫黄の代表的な化合物に、硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  がある。銅  $\text{Cu}$ 、亜鉛  $\text{Zn}$  などの金属は、反応しながら希硫酸に溶解する。このときの硫酸と銅、および硫酸と亜鉛との反応の化学反応式をそれぞれ答えなさい。
- (6) 硫酸は、単体の硫黄を酸化して得られた二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  と酸素とを、触媒を使って反応させて三酸化硫黄  $\text{SO}_3$  を得て、この  $\text{SO}_3$  を濃硫酸に吸収させ、これを希硫酸で希釈することにより製造される。この  $\text{SO}_2$  から  $\text{SO}_3$  への酸化の方法は、接触法とよばれる。 $\text{SO}_2$  を接触法により酸化して  $\text{SO}_3$  を得る化学反応式を、触媒も示して答えなさい。また、この反応は気体中で固体触媒を用いて行われる。この触媒は、均一系触媒(均一触媒)、不均一系触媒(不均一触媒)のどちらであるかを答えなさい。

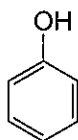
C 次に示した化合物 A から L について、以下の設問(1)から(8)に答えなさい。



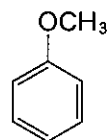
A



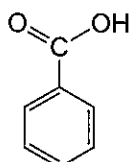
B



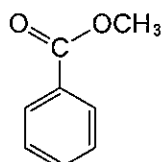
C



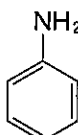
D



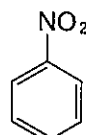
E



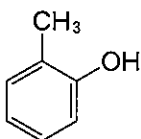
F



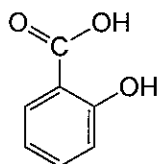
G



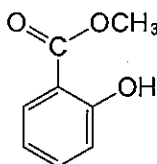
H



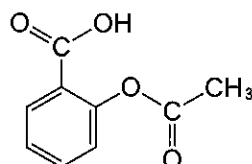
I



J



K



L

- (1) 化合物 B, C, E および H の化合物名をそれぞれ答えなさい。
- (2) 次の(ア)から(ウ)それぞれにあてはまる化合物をすべて選んで、記号で答えなさい。ただし、該当する化合物がない場合は「なし」と答えなさい。
  - (ア) 第一級アルコール
  - (イ) 塩化鉄(III)水溶液を加えると、青～赤紫色を呈する化合物
  - (ウ) 異性体の関係にある化合物
- (3) 化合物 I から L について、それぞれ 1.00 mol を完全燃焼させたとき、消費する酸素の量が最も多いものはどれか、記号で答えなさい。

- (4) 2 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 2 mL 入った試験管を 2 本準備し、一方には化合物 B を 0.2 mL (約 0.2 g)、もう一方には化合物 C を 0.2 g 加え、よく振り混ぜた。その後、両試験管を 1 分間静置して、試験管の中の様子を観察した。それぞれの結果を、理由を添えて答えなさい。
- (5) 化合物 J と化合物 M の混合物に少量の濃硫酸を加え、60 °C で加熱すると化合物 L と酢酸が生じた。化合物 M の構造式を答えなさい。なお、構造式は化合物 A から L にならって書きなさい。
- (6) 設問(5)の反応において、化合物 J を 2.76 g 用いて反応を行い、化合物 J がすべて化合物 L になるとすると、化合物 L は理論上何 g 得られるか、有効数字 3 桁で答えなさい。答えを求めるために用いた計算式も示しなさい。なお、化合物 J の純度は、100 % とする。
- (7) 化合物 G と設問(5)でも用いた化合物 M を反応させると、かつて解熱剤として用いられていた化合物 N と酢酸が生じた。化合物 N の化合物名を答えなさい。
- (8) 設問(7)の反応において、実際に実験で得られた化合物 N の融点は、不純物を少し含んでいたため、本来より低かった。未反応の化合物 G、生成した酢酸、および反応に使われなかった化合物 M などが不純物と考えられる。これらを除き、純粋な化合物 N を得るための精製操作として最も適している方法を答えなさい。またその方法を行うにあたり、最適な条件を見つけるために考慮すべきことがいくつかあるが、そのうちの二つを答えなさい。