

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 [m/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 [m/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 [m/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 [m/s] を与える式を、 g [m/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 (Ω)、 R_2 (Ω) 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。

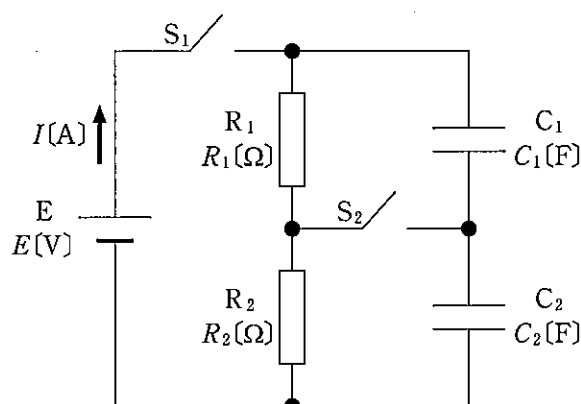


図1

(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 (Ω)、 R_2 (Ω)、 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、 $R_1 = 10$ Ω 、 $R_2 = 20$ Ω 、 $C_1 = C_2 = 1.0$ 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。

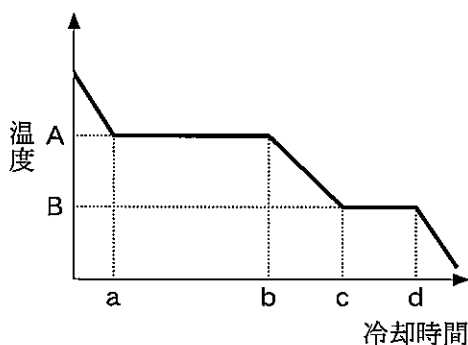


図1

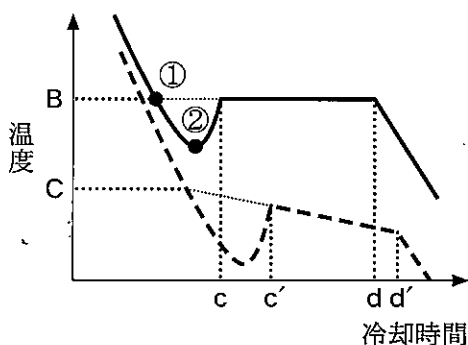


図2

- (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°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 $1.85\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ 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。

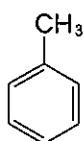
(4) 硫化水素 H_2S の水溶液は、弱い酸性を示す。 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ の電離定数 K_1 を $9.00 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ (25°C) とするとき、 $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の硫化水素水溶液における H_2S の電離度を求めなさい。答えを求めるために用いた計算式も示しなさい。なお、 H_2S の二段階目の電離 $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ 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°C とする。

(5) 硫黄の代表的な化合物に、硫酸 H_2SO_4 がある。銅 Cu が熱濃硫酸と、亜鉛 Zn が希硫酸と反応するときの化学反応式をそれぞれ答えなさい。

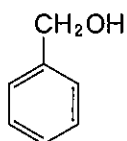
※当初の設問において、「銅 Cu 、亜鉛 Zn などの金属は、反応しながら希硫酸に溶解する。」と記載しておりました。しかし銅 Cu は希硫酸には溶解せず、熱濃硫酸に溶解するため、正しい化学反応式を導き出すことが不能となっております。訂正してお詫び申し上げます。

(6) 硫酸は、単体の硫黄を酸化して得られた二酸化硫黄 SO_2 と酸素とを、触媒を使って反応させて三酸化硫黄 SO_3 を得て、この 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 SO_2 から SO_3 への酸化の方法は、接触法とよばれる。 SO_2 を接触法により酸化して 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。

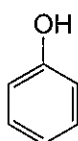
C 次に示した化合物 A から L について、以下の設問(1)から(8)に答えなさい。



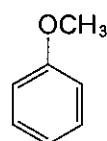
A



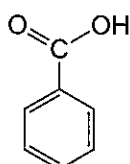
B



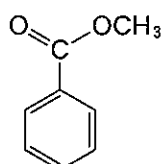
C



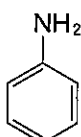
D



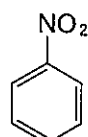
E



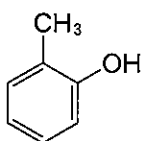
F



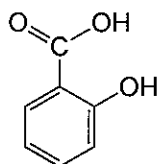
G



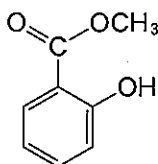
H



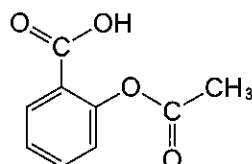
I



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。