

'18

帰国生

理 科

(医学部医学科)

注 意 事 項

問題(1)~(7)の全てに解答してください。

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題冊子は1冊(26頁)、解答用紙は7枚、下書用紙は3枚です。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合には申し出てください。
3. 氏名と受験番号は解答用紙の所定の欄に記入してください。
4. 解答は指定の解答用紙に記入してください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。

問題(4)~(7)を解くにあたって、必要ならば次の値を用いよ。

原子量	Ag = 108	C = 12.0	Ca = 40.1	Cl = 35.5
	H = 1.0	I = 127	K = 39.1	N = 14.0
	Na = 23.0	O = 16.0	Pb = 207	S = 32.1

理想気体のモル体積 22.4 L/mol (0 °C, 1.01×10^5 Pa)

気体定数 8.31×10^3 Pa·L/(K·mol)

アボガドロ定数 6.02×10^{23} /mol

ファラデー定数 9.65×10^4 C/mol

1 地球の万有引力による人工衛星と小物体の運動に関する問(1)~(10)に答えなさい。ただし、万有引力定数を G 、地球の質量を M 、地球の半径を R 、人工衛星の質量を m とする。人工衛星は自転することなく運動するものとし、地球以外の天体、地球の大気、地球の自転および公転運動の影響は無視できるとする。また、地球の中心からの距離が、 R に等しい、あるいは、 R より大きい位置にある物体に地球が及ぼす引力は、地球の全質量が地球の中心に集まったとしたときの万有引力に等しい。以下では、地球の中心で静止している観測者が人工衛星と小物体の運動を観測しているものとする。

【I】 地球のまわりを速度の大きさ v で等速円運動している人工衛星に関する問(1)~(6)に答えなさい。ただし、人工衛星の円軌道の半径を r とし、 $r \geq R$ とする。

- (1) 等速円運動をする人工衛星に作用している力の大きさを、 m 、 r 、 v を用いて表しなさい。また、その力の向きを簡潔に記述しなさい。
- (2) 人工衛星に作用している万有引力の大きさを、 G 、 M 、 m 、 r を用いて表しなさい。
- (3) 人工衛星の速度の大きさ v を、 G 、 M 、 r を用いて表しなさい。
- (4) 人工衛星の公転周期 T_0 を、 G 、 M 、 r を用いて表しなさい。
- (5) 人工衛星の力学的エネルギーを、 G 、 M 、 m 、 r を用いて表しなさい。
ただし、地球から無限に遠い位置を万有引力による位置エネルギーの基準にとる。
- (6) 人工衛星の公転周期 T_0 の 2 乗と軌道半径 r の 3 乗の比を、 G 、 M を用いて表しなさい。

【Ⅱ】 地球のまわりを速度の大きさ v で等速円運動している人工衛星から、小物体を人工衛星の速度の向きへ瞬時に射出する。人工衛星の円軌道の半径を r とし、 $r \geq R$ とする。地球の中心で静止している観測者が観測した射出直後の小物体の速度の大きさは、射出直前の人工衛星の速度の大きさ v の α 倍で、 $\alpha > 1$ とする。小物体は大きさが無視できる物体であり、その自転の影響は無視できる。問(7)に答えなさい。

(7) α がある値 α_0 より小さいと小物体は地球のまわりを公転するが、 α_0 より大きいと小物体は地球から無限の遠方へ飛んでいく。 α_0 を求めなさい。

【Ⅲ】 地表から小物体を水平方向に射出する。小物体は大きさが無視でき、その自転の影響は無視できる。問(8)に答えなさい。

(8) 小物体が無限の遠方へ飛んでいくようにするために必要な最小の初速度の大きさを、地表での重力加速度の大きさ g と地球の半径 R を用いて表しなさい。

【IV】 人工衛星から射出された小物体が地球のまわりを公転運動する場合について、以下の文章を読み、問(9)、(10)に答えなさい。

地球のまわりの物体の公転運動についても、太陽のまわりの惑星の公転運動についてのケプラーの法則と同じ以下の法則が成り立つ。

第1法則 物体は地球の中心を1つの焦点とするだ円軌道を描く(図1)。

第2法則 物体と地球の中心を結ぶ線分が一定時間に通過する面積は一定である。すなわち、面積速度は一定である。

第3法則 物体の公転周期 T の2乗とだ円の半長軸 a の3乗の比は、物体の質量および軌道によらず一定になる。

$$\frac{T^2}{a^3} = k \quad (k \text{ は定数})$$

なお、軌道上のある点における物体の面積速度は、地球の中心と物体を結ぶ線分の長さを d 、物体の速度の大きさを u 、線分と速度がなす角を θ とすると、 $\frac{1}{2} du \sin \theta$ と表される(図2)。

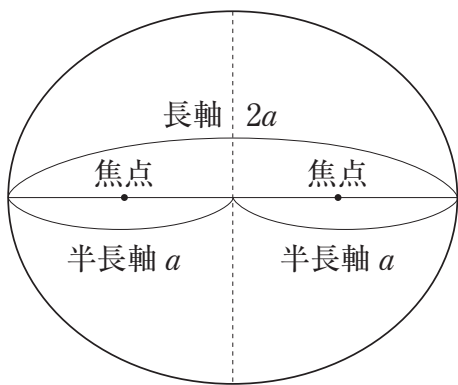


図1

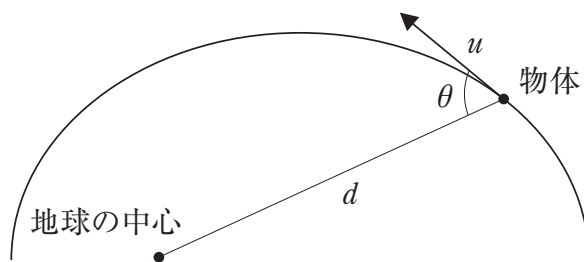


図2

地球のまわりを速度の大きさ v で等速円運動している人工衛星から、小物体を図3のP点で人工衛星の速度の向きへ瞬時に射出した。人工衛星の円軌道の半径を r とし、 $r \geq R$ とする。地球の中心で静止している観測者が観測した射出直後の小物体の速度の大きさ u_P は、射出直前の人工衛星の速度の大きさ v の β 倍で、小物体の軌道は図3のような線分PQを長軸とするだ円軌道になった。小物体は大きさが無視できる物体であり、その自転の影響は無視できる。Q点と地球の中心Oの距離を l とする。

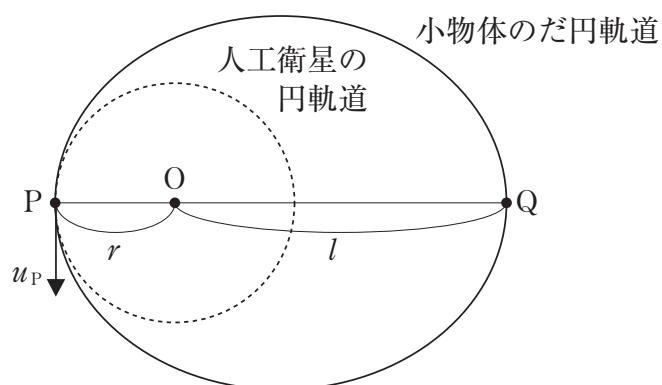


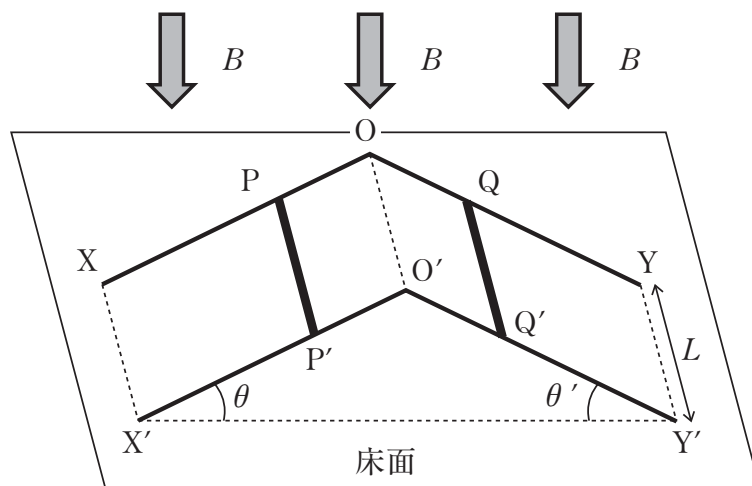
図3

- (9) β を、 l 、 r を用いて表しなさい。
- (10) 小物体の公転周期を、 G 、 M 、 l 、 r を用いて表しなさい。

2 以下の文章を読み、問(1)~(8)に答えよ。

図のように、磁束密度の大きさが B [T] で鉛直下向きの一様な磁場中に、絶縁体でできた水平な床面があり、この床面上に、長さが等しい一对の導体のレール XOY と $X'O'Y'$ の両端を固定する。2本のレールは、点 O と O' で同じ角度だけ曲がっており、 XO 間の長さ $X'O'$ 間の長さは等しい。点 X, O, Y を含む面と、点 X', O', Y' を含む面は、ともに床面に対し垂直である。点 O, X, X', O' と、点 O, Y, Y', O' は、それぞれ長方形をなし、長方形 $OXX'O'$ と長方形 $OYY'O'$ が床面となす角は、それぞれ角度 θ [rad], θ' [rad] である。ただし $0 < \theta \leq \theta' < \frac{\pi}{2}$ である。また、 XX' 間の距離、 OO' 間の距離、 YY' 間の距離は全て L [m] である。

長さ L [m], 質量 m [kg], 電気抵抗 R [Ω] の金属棒 PP' と、長さ L [m], 質量 m' [kg], 電気抵抗 R' [Ω] の金属棒 QQ' を用意し、両者を OO' の位置で2本のレールに垂直に渡して並べ、同時にそっと手を離すと、金属棒 PP' は XX' 側に、金属棒 QQ' は YY' 側に、ともに初速度 0 m/s で、レールと垂直を保ちながらレール上を滑り落ち始めた。レールは十分に長く、金属棒がレールの端まで達することはないとする。また、空気抵抗、レールと金属棒の間の摩擦、レールの電気抵抗は、全て無視できる。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。以下の問題では回路 $PP'O'Q'QOP$ に生じる誘導電流が作る磁場の影響を無視する。



図

ある時刻において、金属棒 PP' の速度と加速度の OX 方向の成分はそれぞれ v [m/s], a [m/s²] であり、金属棒 QQ' の速度と加速度の OY 方向の成分はそれぞれ v' [m/s], a' [m/s²] であった。ただし v と a は O から X の向き、 v' と a' は O から Y の向きを正とし、 v , a , v' , a' の値は全て正であった。この時刻における運動に関連して、問(1)~(3)に答えよ。

- (1) 回路 $PP'O'Q'QOP$ に生じる誘導起電力の大きさを求め、 θ , θ' , B , L , v , v' を用いて表せ。
- (2) 金属棒 PP' を流れる電流の大きさを求め、 θ , θ' , R , R' , B , L , v , v' を用いて表せ。また、金属棒 PP' を流れる電流の向きを、以下の (a), (b) から選び、記号で解答せよ。
- (a) P から P' の向き, (b) P' から P の向き
- (3) 次式が、金属棒 PP' に対する、 OX 方向についての運動方程式となるように、右辺の空欄にあてはまる適切な式を解答せよ。

$$ma = \boxed{}$$

- (4) 十分に時間が経過した後の運動について述べた以下の文章において、空欄 $\boxed{\text{(ア)}}$ には適切な式を答え、空欄 $\boxed{\text{(イ)}}$ には、選択肢(a), (b) からふさわしいものを選び、記号で解答せよ。

十分に時間が経過したとき、 v と v' がともに一定値になるためには、

関係式 $\frac{m}{m'} = \boxed{\text{(ア)}}$ が成り立つ必要がある。したがって、 $\boxed{\text{(イ)}}$

の場合には、 v と v' が両方とも一定値になることはない。

選択肢 (a) $m < m'$, (b) $m > m'$

続いて、図において $\theta = \theta'$ となるようにレールを配置した。磁束密度の向きと大きさは変えない。金属棒 PP' と QQ' を、長さは L のまま、質量を $m = m'$ 、電気抵抗を $R = R'$ のものとした。

金属棒 PP' と QQ' を OO' の位置で2本のレールに垂直に渡して並べ、同時にそっと手を離すと、金属棒 PP' は XX' 側に、金属棒 QQ' は YY' 側に、ともに初速度 0 m/s で、レールと垂直を保ちながらレール上を滑り落ち始めた。レールは十分に長く、金属棒がレールの端まで達することはないとする。また、空気抵抗、レールと金属棒の間の摩擦、レールの電気抵抗は、全て無視できる。

十分に時間が過ぎた後、2本の金属棒の速さは同じ大きさの一定値になった。この後の金属棒の運動に関連して、問(5)~(7)に答えよ。

- (5) 金属棒の速さを求め、 θ , R , B , L , g , m を用いて表せ。
- (6) 回路 PP' O' Q' QOP で1秒間あたりに発生するジュール熱を求め、 θ , R , B , L , g , m を用いて表せ。
- (7) 重力が2本の金属棒にする仕事の仕事率を求め、 θ , R , B , L , g , m を用いて表せ。

次に、図において $\theta = \theta'$ となるようにレールを配置したまま、磁束密度の大きさを変えずに向きだけを反転させた。金属棒 PP' と QQ' の長さ、質量、電気抵抗は、それぞれ、 L , $m = m'$, $R = R'$ のままとした。

金属棒 PP' と QQ' を OO' の位置で2本のレールに垂直に渡して並べ、同時にそっと手を離すと、金属棒 PP' は XX' 側に、金属棒 QQ' は YY' 側に、ともに初速度 0 m/s で、レールと垂直を保ちながらレール上を滑り落ち始めた。レールは十分に長く、金属棒がレールの端まで達することはないとする。また、空気抵抗、レールと金属棒の間の摩擦、レールの電気抵抗は、全て無視できる。

- (8) この後の2本の金属棒の運動の様子を述べた文として最もふさわしいものを、以下の(a)~(d)から一つ選び、記号で解答せよ。
- (a) 2本の金属棒は、どちらも途中で止まる。
 - (b) 2本の金属棒は、十分に時間が過ぎた後、0 m/sでない同じ速さの等速直線運動をし、その速さは問(5)の正しい答えとは異なる。
 - (c) 2本の金属棒は、十分に時間が過ぎた後、0 m/sでない同じ速さの等速直線運動をし、その速さは問(5)の正しい答えと等しい。
 - (d) 2本の金属棒は、どちらも加速度の大きさが 0 m/s^2 でない等加速度運動をする。

3

【I】 x 軸正の向きに進む，振幅 3.0 m ，波長 4.0 m ，振動数 2.5 Hz の正弦波がある。図1は，時刻 $t = 0\text{ s}$ における位置 $x[\text{m}]$ と波の変位 $y[\text{m}]$ の関係を示しており，この時刻において $x = 0\text{ m}$ での変位は $y = 0\text{ m}$ である。この正弦波に関する以下の問(1)~(3)に答えよ。

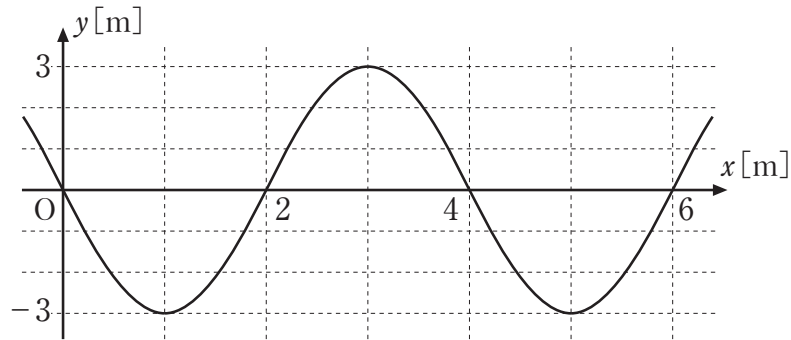


図1

- (1) この正弦波の周期を有効数字2桁で答えよ。
- (2) この正弦波が進む速さを有効数字2桁で答えよ。
- (3) 時刻 $t = 0.5\text{ s}$ における位置 $x[\text{m}]$ と変位 $y[\text{m}]$ の関係を， $0 \leq x \leq 6\text{ m}$ の範囲について，解答欄のグラフに図示せよ。

【Ⅱ】 ドップラー効果に関する以下の問(4)に答えよ。

- (4) 次の文章の空欄 ～ に入る適切な式を、文章中に出てくる V, f, v_s, v_o, L のうちの必要なものを用いて表せ。

音源と観測者が一つの直線上をそれぞれ一定の速さで互いに近づいている。音源は時刻 $t = 0$ s になるずっと前から音を出し続けており、時刻 $t = 0$ s において音はすでに観測者のところまで届いている。音源と観測者の間の距離は十分離れており、音源と観測者がすれ違うことはない。音速を V [m/s] とし、風は吹いていないものとする。音源の振動数を f [Hz]、音源の移動の速さを v_s [m/s]、観測者の移動の速さを v_o [m/s] とし、 v_s, v_o は V に比べて十分小さいとする。

直線上に距離 L [m] だけ離れた点 P, Q があり、時刻 $t = 0$ s に、音源が点 P を、観測者が点 Q をそれぞれ通過したとする。時刻 $t = 0$ s に音源から出た音が点 Q に到達する時刻は $t =$ [s] である。時刻 $t = 0$ s から $t =$ [s] の間に、音源は点 Q に向かって [m] だけ進んでおり、また、この間に音源は 個の波を出している。ゆえに、 $L -$ [m] の距離に 個の波が含まれていることから、音源の移動する向きに進む音の波長は [m] となる。また、時刻 $t = 0$ s から $t =$ [s] の間に、点 Q には 個の波が届いており、この間に観測者は [m] だけ点 P に近づいている。ゆえに、時刻 $t = 0$ s から $t =$ [s] の間に観測者が観測する波の数は 個となる。以上より、観測者が観測する音の振動数は [Hz] となる。

【Ⅲ】 ドップラー効果とうなりに関する以下の問(5)に答えよ。

- (5) 図2のように、一つの直線上を音源 A, B が観測者に向かって同じ側から移動しており、また、観測者は音源 A, B に向かって移動している。音源 A, B と観測者の間の距離は十分離れており、音源 A, B と観測者がすれ違うことはない。音源 A, B の移動の速さをそれぞれ 16 m/s , 14 m/s とし、音源 A, B の振動数はともに 440 Hz とする。また、音速は 344 m/s であり、風は吹いていないものとする。

このとき、観測者は毎秒 3.0 回のうなりを観測した。観測者の移動の速さを有効数字 2 桁で答えよ。

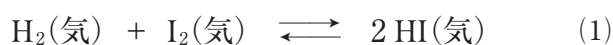


図2

4

(1) 次の文章を読んで、問1～問3の答を解答欄に記入せよ。

水素 H_2 とヨウ素 I_2 からヨウ化水素 HI が生成する反応は可逆反応であり、(1)式の化学反応式で表される。 HI の生成速度 v_1 、 HI の分解速度 v_2 はそれぞれ $v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2]$ および $v_2 = k_2[\text{HI}]^2$ で与えられる。 k_1 、 k_2 はそれぞれ正反応、逆反応の速度定数である。なお、(1)式の正反応は発熱反応である。



問1 この反応の平衡の移動に関する下の記述①～④のうち、正しいものをすべて選び、その番号を記せ。

- ① 体積を一定に保ったまま温度を上げると、平衡は右向きに移動した。
- ② 温度を一定に保ったまま圧力を上げると、平衡は右向きに移動した。
- ③ 温度と体積を一定に保ったままアルゴンを加えると、平衡は移動しなかった。ただし、アルゴンは反応に関与しないものとする。
- ④ 温度と圧力を一定に保ったままアルゴンを加えると、平衡は移動しなかった。ただし、アルゴンは反応に関与しないものとする。

問2 ある温度で2.0 Lの密閉容器に H_2 0.60 mol と I_2 0.64 mol を入れ、温度を一定に保ったところ、平衡状態に達し、 HI が0.96 mol 生成した。次の各問に答えよ。

- 1) (1)式の濃度平衡定数 K_c を有効数字2桁で答えよ。また、計算過程も示せ。
- 2) $k_2 = 9.0 \times 10^{-4} \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{s})$ であるとき、反応開始時における v_1 を有効数字2桁で答えよ。また、計算過程も示せ。

問 3 2.0 Lの密閉容器に HI のみを 2.0 mol 入れ, 問 2 とは異なる温度で温度を一定に保った。平衡状態に達したときの H_2 , I_2 , HI の物質量をそれぞれ有効数字 2 桁で答えよ。ただし, この温度における(1)式の濃度平衡定数 K_c は 64 とする。

(2) 次の文章を読んで、問1～問6の答を解答欄に記入せよ。

ある不揮発性の溶質の希薄溶液とその純溶媒の冷却曲線を図1に示す。液体を冷却していくと、a 凝固点以下になってもすぐに凝固しないことがある。 b その状態で凝固が始まると、一旦、温度が上昇する。 その後、凝固が進むあいだ、純溶媒では温度は一定であるが、c 希薄溶液では温度は少しずつ低下する。 希薄溶液の凝固点は純溶媒の凝固点よりも低くなり、その凝固点の差を凝固点降下度という。

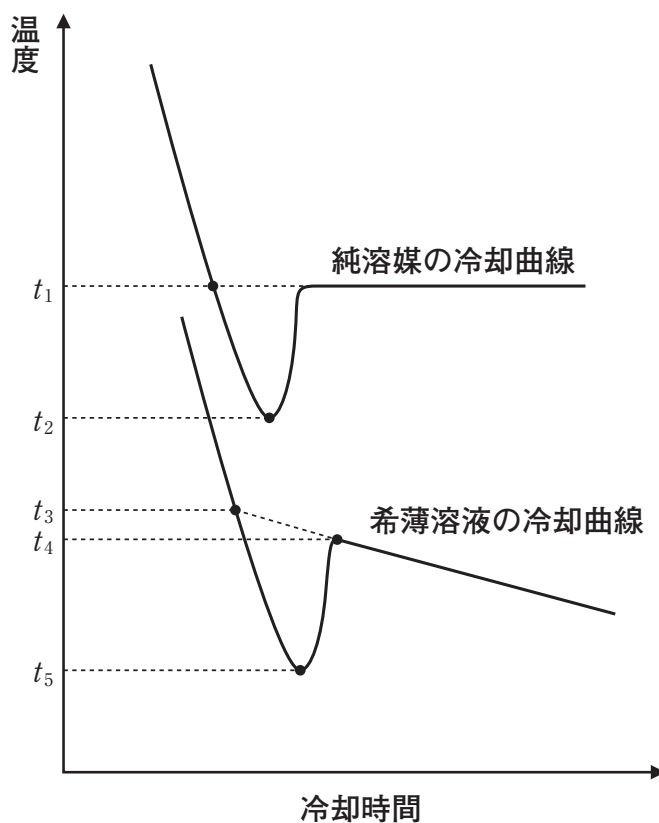


図1 希薄溶液と純溶媒の冷却曲線

問 1 下線部 a の状態を表す最も適切な語句を記せ。

問 2 下線部 b の理由を 10 字以内で記せ。

問 3 下線部 c の理由を 40 字以内で記せ。

問 4 図 1 中の希薄溶液の凝固点降下度を表す式として、最も適切なものを下の①～⑥から 1 つ選び、その番号を記せ。

① $t_1 - t_3$

② $t_1 - t_4$

③ $t_1 - t_5$

④ $t_2 - t_3$

⑤ $t_2 - t_4$

⑥ $t_2 - t_5$

問 5 下の①～④の物質 1.0 g を水 100 g に溶かした希薄溶液のうち、凝固点が最も高い溶液と最も低い溶液の溶質はどれか、その番号を記せ。ただし、()内は分子量または式量を表す。また、電解質は陽イオンと陰イオンに完全に電離するものとする。

① グルコース(180)

② スクロース(342)

③ 塩化カルシウム(111)

④ 硝酸カリウム(101)

問 6 問 5 において凝固点が最も低い溶液の凝固点降下度を、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とし、電解質は陽イオンと陰イオンに完全に電離するものとする。

5

(1) 次の文章を読んで、問1～問5の答を解答欄に記入せよ。

周期表の 族に属する元素をハロゲン元素という。この元素は 個の価電子をもち、1価の陰イオンになりやすい。ハロゲン元素の単体はすべて 原子分子であり、有色で強い毒性をもつ。また、それらの酸化力は強い。

塩素はハロゲン元素の中で 番目に原子番号の小さな元素である。塩素の単体は工業的には 塩化ナトリウム水溶液の電気分解 で製造される。

塩素の陰イオンである塩化物イオンは銀イオンと反応して水に難溶の塩化銀 (AgCl) を生成する。AgCl を水に加えると、ごく一部が溶解して 飽和水溶液 になる。この水溶液では、(1)式の平衡が成立している。



分子中に酸素を含む酸を 酸という。塩素の 酸には、表1に示すような塩素原子の酸化数が異なるものが複数存在する。

表1 塩素と酸素を含む酸

①	HClO
②	HClO ₂
③	HClO ₃
④	HClO ₄

問1 空欄 ～ に当てはまる数字、 に当てはまる最も適切な語句を記せ。

問2 下線部aにおいて、塩素は陰極と陽極のいずれで発生するか答えよ。また、その反応を電子 e⁻ を含むイオン反応式で示せ。

問 3 下線部 b の AgCl 飽和水溶液中の銀イオン濃度を有効数字 2 桁で答えよ。ただし、AgCl の溶解度積 K_{sp} は $2.0 \times 10^{-10}(\text{mol/L})^2$ とする。

問 4 AgCl 飽和水溶液に HCl の気体を吹き込むと、飽和水溶液中の銀イオン濃度はどう変化するか、下の①～③の中から 1 つ選び、その番号を記せ。また、その理由を 35 字以内で記せ。

- ① 増加する ② 減少する ③ 変わらない

問 5 表 1 に示した化合物①～④のうち最も強い酸はどれか、その番号を記せ。また、その化合物に含まれる塩素原子の酸化数を答えよ。

(2) 次の電池に関する問1～問3の答を解答欄に記入せよ。



問1 この電池を放電したとき、負極と正極で起こる反応を電子 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ記せ。また、放電したときの全体の反応を化学反応式で記せ。

問2 この電池を 0.50 A の一定電流で 19300 秒間、放電した。次の各問に答えよ。

1) この放電によって、負極活物質である Pb の質量は何 g 減少するか、有効数字2桁で答えよ。

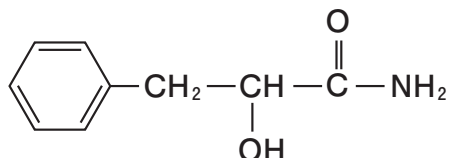
2) 放電前の希硫酸の質量は 200 g で、 H_2SO_4 の質量パーセント濃度は 35% であった。放電後の H_2SO_4 の質量パーセント濃度を計算し、有効数字2桁で答えよ。また、計算過程も示せ。

問3 放電された電池を充電した。充電が完了してもなお同じ方向に電流を流し続けると(過充電)、正極(PbO_2 極)から気体が発生した。この反応を電子 e^- を含むイオン反応式で記せ。

6

- (1) 次の文章を読んで、問1～問3の答を解答欄に記入せよ。なお、構造式は下の例にならって記せ。

(例)



トルエンのようにベンゼンの1つの水素原子が別の基で置換されたものをベンゼンの一置換体、キシレンのようにベンゼンの2つの水素原子が別の基で置換されたものをベンゼンの二置換体という。

分子式が $C_9H_{10}O_2$ で、ベンゼンの一置換体であるエステルA、B、Cがある。A～Cに希硫酸を加えて加水分解したところ、Aからは化合物DとEが、Bからは化合物FとGが、Cからは化合物HとIがそれぞれ得られた。Hに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると紫色を呈した。Fを酸化するとアルデヒドを経て、Eが得られた。また、Dを酸化するとアルデヒドを経て、Gが得られた。Gはトルエンの酸化でも得られる。

問1 加水分解により得られた化合物D～Iのうち、DとIについては構造式を、E～Hについては化合物名を記せ。

問2 化合物A～Cの構造式を記せ。

問3 分子式が $C_9H_{10}O_2$ で、ベンゼンの一置換体であるカルボン酸およびベンゼンの二置換体であるカルボン酸にはそれぞれ何種類の構造異性体が存在するか、その数を記せ。

(2) 次の(ア)～(ス)の記述のうち、誤っているものをすべて選び、その記号を記せ。

- (ア) 不飽和炭化水素であるエチレン，シクロヘキセン，アセチレンに臭素を作用させると，いずれも容易に付加反応が進行する。
- (イ) シクロヘキサンを構成する原子は，すべて同じ平面上に存在する。
- (ウ) エタノール，エチレン，アセトアルデヒド，フェノールの中で，ナトリウムと反応して水素を発生するのは，エタノールだけである。
- (エ) ヘキサンの構造異性体の中には，不斉炭素原子をもつものはないが，ヘプタンの構造異性体の中にはある。
- (オ) エステルは希塩酸と加熱すると加水分解されるが，水酸化ナトリウム水溶液と加熱しても加水分解されない。
- (カ) C_3H_6O の分子式をもつ化合物が属するのは，アルデヒド，ケトン，アルカン，アルコール，エーテル，カルボン酸の中で，アルデヒドとケトンだけである。
- (キ) ホルムアルデヒド，アセトン，メタノール，酢酸の中で，フェーリング液と共に加熱したとき，赤色沈殿が生じるのはホルムアルデヒドだけである。
- (ク) メタノール，1-ブタノール，2-メチル-1-プロパノールは，すべて第一級アルコールに分類される。
- (ケ) アニリン，フタル酸，フェノール，ニトロベンゼンを含むジエチルエーテル溶液を分液漏斗に入れ，これに水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜると，フェノールをそれ以外の化合物から分離することができる。
- (コ) 2-ブテンには，立体異性体が存在する。
- (サ) アルデヒドにアンモニア性硝酸銀水溶液を加え温めると，銀が析出する。このとき，アルデヒドが酸化された化合物も同時に生成する。
- (シ) $C_8H_{10}O$ の分子式をもつ芳香族化合物の構造異性体の中には，ヨードホルム反応を示すものがある。
- (ス) 不飽和ジカルボン酸であるマレイン酸はトランス形構造をもち，加熱すると無水マレイン酸になる。

7

(1) 次の文章を読んで、問1～問4の答を解答欄に記入せよ。

一般に分子量が約1万以上の化合物を高分子化合物という。多くの高分子化合物は小さな構成単位が繰り返し共有結合した構造をしている。この構成単位となる小さな分子を単量体という。多数の単量体が次々に結合し、高分子化合物を生成する反応を重合反応という。

重合反応には、a 不飽和結合が開いて単量体が次々に結びつく重合反応、b 単量体間で水などの簡単な分子が取れる反応を繰り返して単量体が結びつく重合反応、c 環状構造をもつ単量体が環を開きながら結びつく重合反応などがある。

合成高分子化合物は用途によって合成樹脂、合成繊維、合成ゴムなどに分類される。合成樹脂には、加熱すると軟化し、冷却すると再び硬化する **ア** 性樹脂と加熱により硬化する **イ** 性樹脂がある。 **ア** 性樹脂は成形・加工はしやすいが、機械的強度や耐熱性などは高くない。一方、 **イ** 性樹脂は硬く、耐熱性には優れるが、一度硬化すると加熱しても再び軟化することはない。このため、一旦、d 重合反応を低い重合度の段階で止めることで液状または粉末状の中間生成物を得る。この中間生成物を加熱したり、硬化剤を加えて加熱することにより重合反応をさらに進め、 **ウ** 構造を形成して硬化させることで成形・加工する。

合成高分子化合物は身の回りの様々な用途に利用されるようになった。その一方で、合成高分子化合物は自然界では分解されにくいため、廃棄処理が問題となっている。現在では、合成高分子化合物の製品には法律で識別マークが付けられ、使用後には回収されてリサイクルが行われている。リサイクルの方法には、融かしてもう一度製品として用いる **エ** リサイクルや、単量体や分子量の小さな化合物まで分解して再び原料として利用する **オ** リサイクルなどがある。

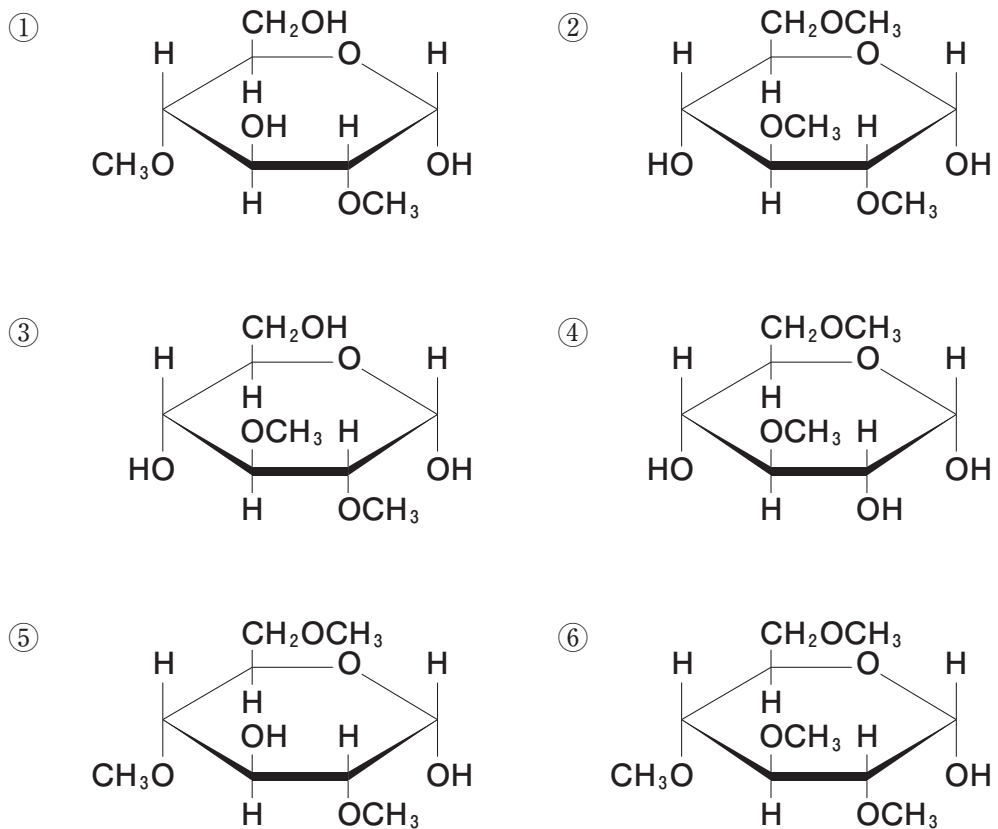
(2) 次の文章を読んで、問1～問4の答を解答欄に記入せよ。

デンプンは植物のエネルギー貯蔵物質であり、 α -グルコースが鎖状に結合した構造をもつ と枝分かれ構造をもつ ^aアミロペクチンからなる。 は動物のエネルギー貯蔵物質であり、その構造はアミロペクチンに似ているが、枝分かれがさらに多い。植物や動物はそれらの貯蔵物質をエネルギー源として生命活動を支えている。

デンプンや からエネルギーを取り出すには、^b酵素が必要である。デンプンにアミラーゼを作用させると二糖類の となり、 に を作用させると単糖類のグルコースになる。このグルコースが、生体内の各器官で最終的に二酸化炭素と水になり、そのとき放出されるエネルギーが活動や体温維持に使われる。グルコースは、生体内で水に溶けた状態で存在するため、^c酸化されやすく、貯蔵物質としては適さない。このため、動物は必要に応じて、 を加水分解することで血液中にグルコースを必要量供給している。

問 1 空欄 ア ~ エ に当てはまる物質名を記せ。

問 2 下線部 a のアミロペクチンを構成するグルコース単位の $-OH$ をすべて $-OCH_3$ に変換し、その後、すべてのグリコシド結合を加水分解したときに生成する化合物の構造として、正しいものを下の①~⑥の中からすべて選び、その番号を記せ。



問 3 下線部 b の酵素の一般的性質に関する下の記述①～④のうち、正しいものをすべて選び、その番号を記せ。

- ① 酵素は特定の基質にだけ作用する。
- ② 酵素は失活しても、触媒としてのはたらきを容易に取り戻すことができる。
- ③ 酵素反応の反応速度は温度が高くなるほど大きくなる。
- ④ 酵素反応の反応速度が最大となる pH が存在する。

問 4 下線部 c はグルコースのもつどのような官能基によるものか。その官能基名を記せ。また、その官能基をもつ状態のグルコースの構造式を示せ。

