

令和7年度・個別学力検査

理 科 (前)

注 意 事 項

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. この冊子は26ページあります。
3. 試験開始後、落丁・乱丁・印刷不鮮明の箇所があったら申し出なさい。
4. 解答はすべて解答用紙に、それぞれの問題の指示にしたがって記入しなさい。
5. この冊子のどのページも切り離してはいけません。ただし、余白等は適宜利用してかまいません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。
7. 試験開始後、全科目の解答用紙4枚ともに氏名(カタカナ)及び受験番号を記入しなさい。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。また、氏名(カタカナ)及び受験番号以外の文字、数字などは、絶対に記入してはいけません。

令和7年度個別学力検査

医学部 前期日程
理 科 問 題

名古屋市立大学 学生課入試係 052-853-8020

許可なしに転載、複製
することを禁じます。

問題訂正

科目名 : 理科 (前期)

化学問題1 14ページ 問2.(3)

(誤) 補集装置

(正) 捕集装置

理 科 問 題

物 理	問題 1	3 ページ
	" 2	5 "
	" 3	7 "
	" 4	9 "

化 学	問題 1	12 ページ
	" 2	16 "
	" 3	19 "
	" 4	22 "

解 答 用 紙

理科	物理解答用紙	2 枚
理科	化学解答用紙	2 枚

物 理

物理問題 1

図1のような加速と減速が可能なエレベーターを想定する。図2は、この上昇するエレベーターの速度と時刻 t との関係を示す図であり、 $0 < t \leq t_1$ は加速、 $t_1 < t \leq t_2$ は等速、 $t_2 < t \leq t_3$ は減速を示している。以下では、エレベーターに固定された観測者から見た運動を考えるものとし、空気による抵抗は無視できる。重力加速度を g とし、以下の問いに答えよ。

$t = 0$ で静止しているエレベーターの床に質量の無視できるばね(自然長 L 、ばね定数 k)を固定し、ばねの上端には厚さが無視できる質量 M の台 P を固定した。その台上には大きさの無視できる質量 m の物体 Q を静かに置いてある。天井から P までの距離を H とする。

(1) この状態のとき、ばねは自然長に比べてどれだけ縮んでいるのかを求めよ。

エレベーターが加速度 a で上昇しているとき($0 < t \leq t_1$)、台 P と物体 Q はある点を中心として単振動する。このとき加速度 a は重力加速度 g と比べ十分に小さく、物体 Q が台 P から離れることはない。

(2) 自然長での台 P の位置から単振動の中心までの長さを求めよ。

(3) 振動中心においてばねに蓄えられたエネルギーを求めよ。

エレベーターの加速中に、観測者は台 P と物体 Q をつかみ単振動の中心位置に P と Q を静止させた。エレベーターが一定速度となった際に($t_1 < t \leq t_2$)、つかんでいる手を離すと、 P と Q は再び単運動を始めた。 PQ 間に働く垂直抗力を N とする。

(4) ばねが自然長から長さ X だけ縮んでいるときの垂直抗力 N を求めよ。

その後、再び単振動の中心の位置で台 P と物体 Q を静止させ、エレベーターの減速時 ($t_2 < t \leq t_3$) に、観測者がつかんでいる手を離すと台 P と物体 Q は再び単振動する。加速度の大きさは g と比べ十分に小さい。

- (5) 減速時のエレベーターの加速度を求めよ。ただし鉛直上向きを正とする。
- (6) 観測者が手で台 P と物体 Q を保持することが無い場合、時刻 ($0 < t \leq t_3$) に伴う単振動の中心位置の変移について、中心位置の自然長 L からのずれ(上向きを正)を示すグラフを図示せよ。ただし加速度の変化による中心位置の移行は瞬時に行われる。

以下の問題では、エレベーター上昇時 ($0 < t \leq t_1$) にその加速度 a が重力加速度 g より大きい場合について考える。

この場合、加速上昇中に振動中心で P と Q を静止させ、等速時に手を放すと、物体 Q はばねの自然長の位置で台 P から離れることになる。

- (7) 物体 Q が台 P から離れる時の速度を求めよ。
- (8) 物体 Q が天井に衝突しないために必要な H に関する条件を示せ。
- (9) 物体 Q が台から離れたのち天井に衝突することなく、再び台から離れた位置に到達するまでの時間を求めよ。

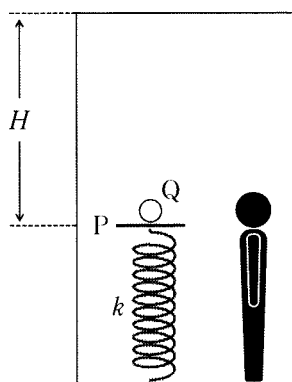


図 1

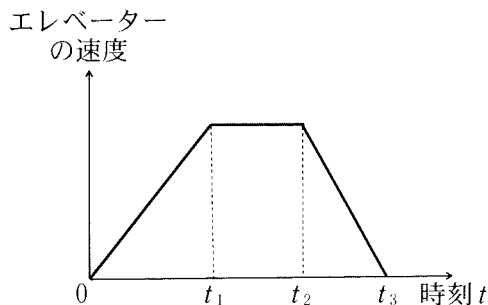


図 2

物理問題 2

熱気球は、図 1 に示すように下部が開放している風船(球皮)の内部にある気体を、風船の下部にあるバーナーにより熱することで地上から上昇する。ここで風船の内部および外部の気体は理想気体であるとし、両者に圧力差はないものとする。気体の 1 モルあたりの質量を m 、定積モル比熱を c_v とする。風船の形状と風船内部の気体の体積 V は一定とし、風船内部の気体の温度は均一とみなす。気体を含まない熱気球の質量 M は一定とし、その体積は無視する。気体定数を R 、重力加速度を g 、アボガドロ数を N_A とする。熱気球には重力と気体の浮力のみが作用するとみなす。熱気球が上昇する原理について、以下の問に答えよ。

- (1) 最初に熱気球が地上にあるとき、風船の内部と外部で気体の温度に差はなく、その温度を T_0 、圧力を P_0 とする。このときの風船内部の気体の質量密度 ρ_0 を示せ。
- (2) 問(1)の状態にある風船内部の気体の温度を、バーナーにより T_0 から微小な温度 ΔT だけ上昇させるのに必要な微小な熱量 ΔQ を示せ。またこのとき風船内部の気体分子 1 個の運動エネルギーの平均値はどれだけ増加するか、その増加量 ΔK を示せ。
- (3) 問(1)の状態にある風船内部の気体の温度をバーナーにより T_1 まで上昇させた。このときの風船内部の気体の質量密度を ρ_1 とする。 ρ_1 と ρ_0 の比 ρ_1/ρ_0 を示せ。
- (4) 問(3)の状態、熱気球に作用する浮力の大きさを示せ。
- (5) 問(1)の状態にある風船内部の気体の温度を T_2 まで上昇すると、熱気球に作用する浮力と重力がつり合い、更に気体の温度を上昇すると熱気球は地上から上昇し始めた。 T_2 を、 T_0 とその他の記号を使って示せ。また熱気球が地上から上昇するためには M はどのような値でなければならないか示せ。

- (6) 問(1)の状態にある風船内部の気体の温度を T_3 まで上昇すると、熱気球は地上から上昇していき、ある高度で熱気球に作用する浮力と重力がつり合い静止した。この高度での風船外部の気体の温度を T_4 、圧力を P_4 とする。風船内部の気体の温度は常に T_3 で一定とする。 T_4 を、 T_3 とその他の記号を使って示せ。
- (7) 熱気球に作用する浮力と重力がつり合う高度は、風船外部の気体の温度 T と圧力 P の地上からの高度 h による変化に依存する。簡単のため、 $T = T_0$ 一定とし、 $\log_{10}(P/P_0) = -h/h_0$ で表されると仮定する(h_0 : 定数)。地上($h = 0$)での風船内部の気体の温度を T_3 まで上昇させ、その質量密度を ρ_3 とすると、熱気球はどこまで上昇するか、その高度 h を、 ρ_0 、 ρ_3 とその他の記号を使って示せ。風船内部の気体の温度は常に T_3 で一定とする。
- (8) 問(7)で $h = h_0$ まで熱気球を上昇させるには、 T_0/T_3 をどのような値にすればよいか、 ρ_0 とその他の記号を使って示せ。また熱気球を高度 h_0 まで上昇するためには M はどのような値でなければならないか示せ。

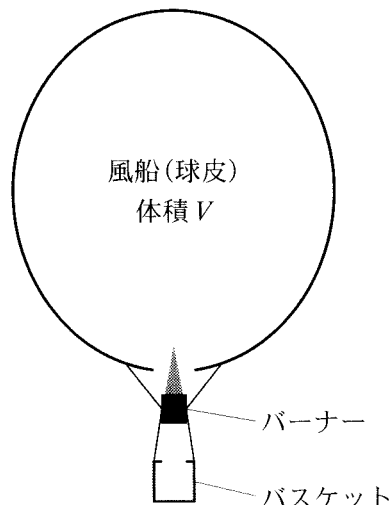


図 1

物理問題 3

がんの治療において放射線治療の一つである陽子線照射は、陽子をサイクロトロンによって加速することにより実現できる。そこでサイクロトロンを用いた粒子の加速装置について考えてみよう。一様な磁束密度 $B > 0$ の中に 2 枚の半円電極 (内部は中空) が置かれ、今時刻 $t = 0$ で質量 m 、正電荷 $q > 0$ の粒子を図 1 の原点 O の位置に初速度 0 で置き、一定電圧 V_0 をかけるためにスイッチ $S1$ をオンにした時、この粒子は右側電極内に入射し、半円を描いて左側電極に向かう。この粒子の移動の軌跡が紙面上 (x - y 平面上) であった場合に次の問いに答えよ。ただし電極の中は等電位、電極間の電位差は一定とし、相対論的な効果は無視するものとする。また、電極間の間隔は十分に小さく無視できるものとする。

- (1) z 軸は x 軸および y 軸と垂直であり、紙面に対して手前向きを正の向きとする。上記の現象が観察されるとき、磁束密度の x , y , z 成分 B_x , B_y , B_z を答えよ。
- (2) ①右側電極から左側電極に移る位置 y_1 と②その時刻 t_1 を B , q , m , V_0 のうち必要なものを用いて表せ。
- (3) 時刻 t_1 で逆向きに電圧 V_0 がかかるようにスイッチを $S1$ から $S2$ に切り替えることにより、さらに粒子を加速させる。左側電極に入射する $t = t_1$ での粒子の①速度 v_1 と②左側電極から右側電極に移る位置 y_2 、および③その時刻 t_2 を B , q , m , V_0 のうち必要なものを用いて表せ。

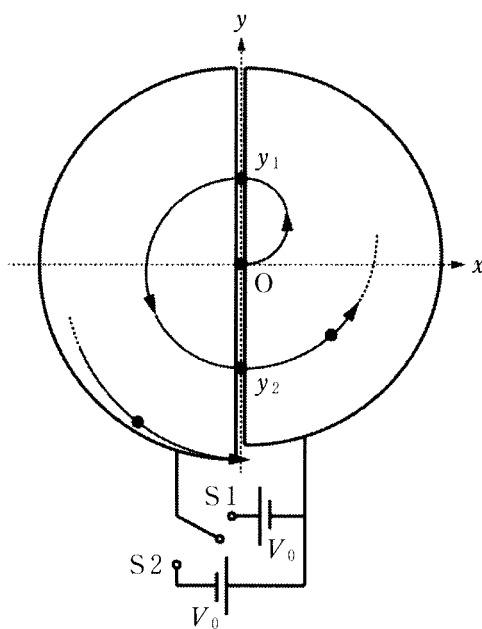


図 1

- 距離は十分に小さく、粒子が電極間を移動する時の電位差は一定とする。

物理問題 4

陽子 1 個と電子 1 個から構成される水素原子は最も基本的な原子であり、宇宙に最も多く存在する原子である。ここでは水素原子のスペクトルを天体観測に応用することを考える。

まずは水素原子 1 個の性質について考えよう。ボーアの水素原子モデルによると、定常状態における水素原子中の電子のエネルギー準位は以下の式で表される。

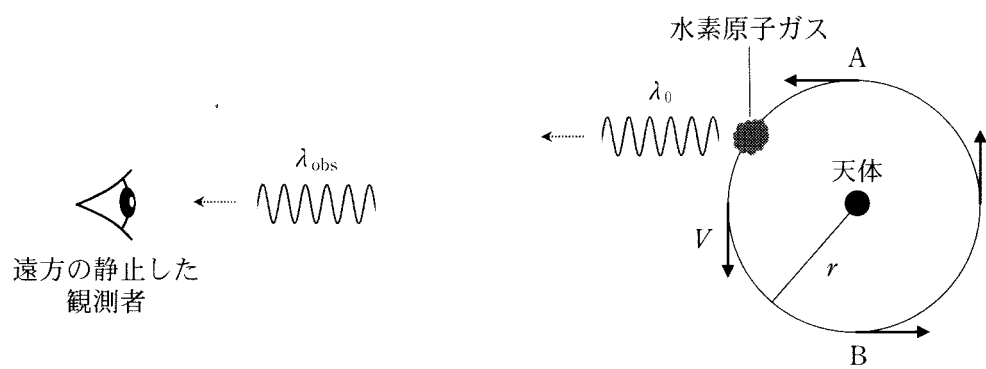
$$E_n = -Rhc \frac{1}{n^2}$$

ここで n は量子数 ($n = 1, 2, 3 \dots$)、 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ はリュードベリ定数、 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ はプランク定数、 $c = 2.998 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ は光速である。

- (1) 電子の基底状態のエネルギーを有効数字 2 桁で求めよ。単位はジュール(J)を用いて表せ。
- (2) 量子数 n の定常状態にある水素原子に外部から特定のエネルギーが与えられると、電子はより高いエネルギー状態 ($n' > n$, エネルギー $E_{n'}$) に励起するが、間もなくして再び元のエネルギー状態(エネルギー E_n)に戻る。このとき水素原子は 1 個の光子を放出するが、その光子の振動数 ν および波長 λ を E_n , $E_{n'}$ を含む文字式で表せ。必要に応じて光速は c 、プランク定数は h の文字を用いよ。
- (3) 問(2)において、電子が $n' \geq 3$ の量子状態から $n = 2$ の量子状態へ遷移するときに放射される一連のスペクトル系列はバルマー系列と呼ばれ、可視光領域で観測される。バルマー系列において、特に $n' = 3$ の場合に放出される光子の波長 λ_0 を有効数字 3 桁で求めよ。単位はナノメートル(nm)で示し、計算に必要な物理定数の数値は問題文冒頭に示した値を用いよ。

ここからは図のように、質量 M の天体の周りを円運動する水素原子ガスを考えよう。この水素原子ガスは中心天体が出す光によって励起され、問(3)で求めた波長 λ_0 の光子を観測者に向かって放出している。以下では観測者は光源(水素原子ガス)から十分遠方において静止しており、放出された光子は図のように光源の位置によらず観測者に向かって平行に届くものとする。また簡単のため、水素原子ガスの円軌道面と観測者は同一平面内にあるものとし、水素原子ガスの熱運動による内部速度成分は無視する。

- (4) 水素原子ガスは天体からの万有引力を向心力として、天体の周りを速さ V で等速円運動している。水素原子ガスが地点 A 及び B(いずれも円運動の速度ベクトルが水平成分のみになる地点)において放出した光子について、遠方の静止した観測者が受信する光子の波長 $\lambda_{\text{obs}}^{\text{A}}$, $\lambda_{\text{obs}}^{\text{B}}$ をそれぞれ λ_0 を含む文字式で表せ。ここでは、光速 c で伝搬する光も音波のドップラー効果と同様の法則に従うと考えてよい。
- (5) 実際に観測された波長 λ_{obs} の最大値が 666 nm であった。これより、等速円運動する水素ガスの回転速度 V を有効数字 2 桁で求めよ。単位は $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ で表せ。
- (6) 等速円運動する水素原子ガスの軌道半径を r とする。万有引力を向心力とする運動方程式を考えることで、中心天体の質量 M を r , V および万有引力定数 G を用いて表せ。
- (7) いま、 $r = 1.0 \times 10^{15} \text{ m}$ とする。問(6)より、あとは水素原子ガスの回転速度 V を与えることで中心天体の質量 M まで測定することができる。問(5)で得られた V を用いて、中心天体の質量 M の値を有効数字 1 桁で求めよ(単位は kg で表せ)。万有引力定数は $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$ とする。



図

化 学

化学問題 1

次の文章を読み、問1～問7に答えよ。必要であれば、以下の数値を用いよ。
アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$, $\pi = 3.14$, $\sqrt{2} = 1.4$, $\sqrt{3} = 1.7$,
原子量 : H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, Br = 80.0

周期表の あ(数字) 族に属する元素をハロゲンという。ハロゲンの単体は、いずれも二原子分子からなり、有色、有毒である。常温で臭素は液体であるが、ヨウ素は固体である。ハロゲン単体の酸化力は、原子番号が い(語句) ものほど強い。

実験室で単体の塩素をつくるときには、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱するか、高度さらし粉($\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)に塩酸を加えることで発生させるのに対し、工業的には塩化ナトリウム水溶液を電気分解して製造している。この工業的製法においては、陰極では水が電気分解され、陽極では塩素が発生する。このとき、陽極と陰極の溶液が陽 う(語句) で仕切られていると、陽極側から陽イオンだけが陰極側に移動できるので、陰極側の水溶液を濃縮すると純度の高い え(物質の名称) の固体が得られる。この方法は う 法とよばれ、塩素と え を同時に得ることができる。一方、固体の塩化ナトリウムを約 800°C で強熱して液体にし、炭素棒を電極として電気分解しても塩素を得ることができる。このとき、陰極ではナトリウムが得られる。この方法を お(語句) とよぶ。

ハロゲン化水素は、常温・常圧で無色の気体であり、有毒で強い刺激臭をもつ。同じモル濃度のハロゲン化水素水溶液の中で最も弱い酸性を示すのは か(物質の名称) である。また、ハロゲン化水素の中で最も沸点が低いのは き(化学式) である。

ハロゲンの単体は、原子番号が小さいものほど融点が低く、ハロゲン化ナトリウムは、ハロゲン化物イオンのイオン半径が小さいものほど融点が高い。塩化ナトリ

ウムの格子エネルギー(1 mol のイオン結晶を構成するイオンを、それぞれ気体状のイオンにばらばらにするのに必要なエネルギー)は 787 kJ/mol であり、臭化ナトリウムの格子エネルギーは 747 kJ/mol である。塩化ナトリウムや臭化ナトリウムの結晶は、配位数が く(数字) の塩化ナトリウム型の結晶構造(図1)をとり、安定に存在する。

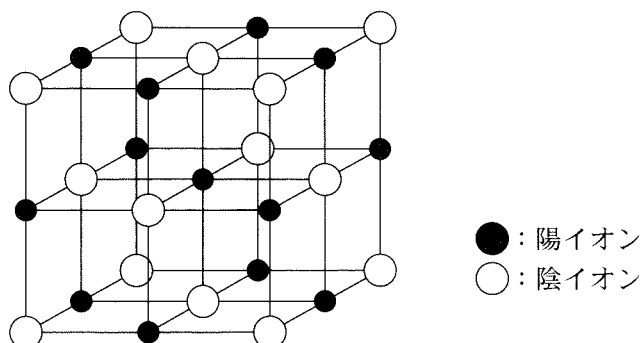


図1. 塩化ナトリウム型の単位格子の構造

問 1. 空欄 あ ~ く に、カッコ内の指示にしたがって、最も適切な語句等を記せ。

問 2. 図 2 は、下線部①に関わる実験装置を描いたものである。ただし、捕集装置は描かれていない。以下の問いに答えよ。

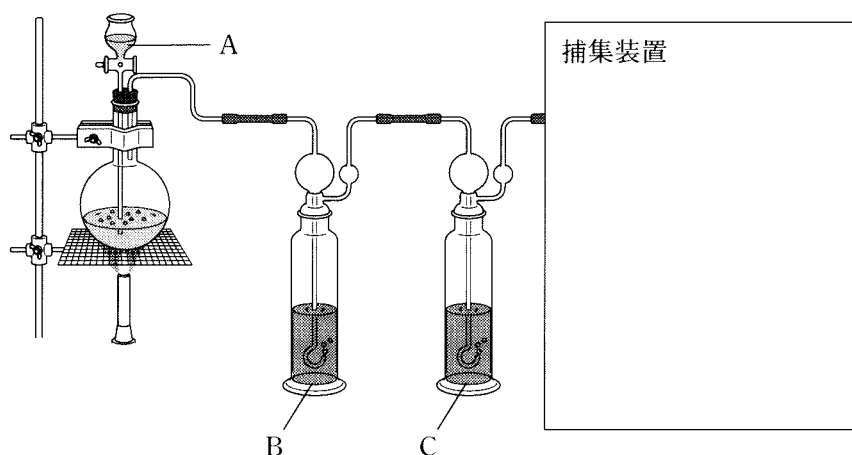


図 2. 実験装置の概略図

(1) 図中の A～C に用いる物質として、それぞれ最も適切なものを下記の語群から選び答えよ。

【語群】 酸化マンガン(IV)，濃塩酸，濃硫酸，水

(2) B および C において、(1)で解答した物質の役割をそれぞれ簡潔に記せ。

(3) 適切な補集装置を描け。

問 3. 下線部②の反応について、

(1) この反応の化学反応式を記せ。

(2) この反応における反応物および生成物について、塩素原子を含むすべての化合物または単体中における Cl の酸化数を、(2)の解答欄に答えよ。ただし、(1)で解答した化学反応式のそれぞれの化合物または単体の真下に記せ。

問 4. 下線部③に関わる反応を電子 e^- を含むイオン反応式で答えよ。

問 5. 下線部④の理由を、簡潔に説明せよ。

問 6. 下線部⑤の値を用いて、Br-Br の結合エネルギー[kJ/mol]を計算せよ。ただし、有効数字は3桁とする。必要であれば、次の値を用いよ。

- ・臭化ナトリウム(固)の生成エンタルピー：-361 kJ/mol
- ・ナトリウムの昇華エンタルピー：109 kJ/mol
- ・ナトリウムのイオン化エネルギー：496 kJ/mol
- ・臭素の蒸発エンタルピー：30 kJ/mol
- ・臭素の電子親和力：-338 kJ/mol

問 7. 下線部⑥に関連して、臭化ナトリウムの結晶について、以下の(1)と(2)に答えよ。ただし、ナトリウムイオンおよび臭化物イオンのイオン半径を、それぞれ0.12 nm および0.18 nm とし、それぞれのイオンはイオン結晶中で互いに接する球体であるとする。また、有効数字は2桁とする。

- (1) 密度[g/cm³]を計算せよ。
- (2) 充填率(単位格子中の体積に占めるイオンの体積の割合)[%]を計算せよ。

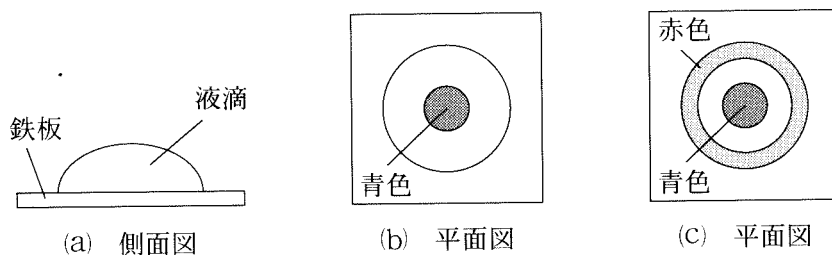
化学問題 2

次の〔Ⅰ〕, 〔Ⅱ〕, 〔Ⅲ〕を読み, 問 1 ~ 問 9 に答えよ。

必要に応じて次の値を使用せよ。原子量は $H = 1.00$, $N = 14.0$, $O = 16.0$,
 $Cl = 35.5$, $K = 39.0$, $Fe = 56.0$, $Co = 59.0$, $Ag = 108$, $Ba = 137$ とする。

〔Ⅰ〕 鉄 Fe は, 金属元素の中では (あ) に次いで地殻中に多く存在する。鉄は, 乾燥した空気中ではほとんどさびないが, 湿った空気中ではかなり速くさびる。さびを防ぐための工夫として, 鉄の表面を金属でめっきすることが挙げられる。鉄の表面に (い) をめっきしたものをトタンといい屋外の建材などに使われる。鉄の腐食を理解するために, 以下の(1)~(4)にしめす実験操作を行い観察した。

- (1) 蒸留水で 3 % 食塩水をつくり, これに少量のヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウムと数滴のフェノールフタレインを溶解した。
- (2) 汚れを落とし, よく磨いた鉄板を水平に保ち, 鉄板上に(1)でつくった溶液 1 mL を静かにのせて液滴をつくった(図:(a)側面図)。
- (3) 滴下直後から, 液滴の中心部が青色に変化し始めた(図:(b)平面図)。
- (4) 少し時間が経つと, 液滴の周辺部が徐々に赤色に変化した(図:(c)平面図)。



問 1. (あ) および (い) に入る最も適切な金属を元素記号で記せ。

問 2. 下線部①では, どのような化学変化が生じたと考えられるか簡潔に説明せよ。

問 3. 下線部②では、どのような化学変化が生じたと考えられるか、電子 e^- を含むイオン反応式を用いて説明せよ。

[Ⅱ] 鉄は、血液中に含まれるタンパク質の一種であるヘモグロビンに含まれていることが知られている。空気中の酸素は、呼吸によって肺から血液中に取り込まれ、ヘモグロビンと結合して筋肉などの組織に運ばれる。ある動物のヘモグロビンは、分子量 6.6×10^4 であり、0.34 % の鉄原子を含み、酸素の運搬に重要な役割を担っている。体内で利用された酸素は、二酸化炭素となって呼気によって体外に排出される。^③

問 4. ヘモグロビン 1 分子中には何個の鉄原子が含まれているか計算し、整数で答えよ。

問 5. 下線部③について、呼気中の二酸化炭素の量を調べるために、標準状態で次のような実験を行った。0.020 mol/L の水酸化バリウム水溶液 100 mL を、呼気 1.00 L とともに密閉容器中でよく振ったところ白色沈殿が生じた。しばらく放置した後、その上澄み液 10.0 mL を取り、フェノールフタレイン溶液を数滴加え中和滴定したところ、この溶液を中和するのに、0.020 mol/L の塩酸 6.0 mL を要した。呼気中に含まれる二酸化炭素の体積百分率(%)を求めよ。また、白色沈殿の質量(g)も求めよ。有効数字は2桁とする。なお、呼気中の二酸化炭素はすべて反応したものとする。

〔Ⅲ〕 物質の性質について問いに答えよ。

問 6. 表を見て、次の化合物の中から、イオン結合性および共有結合性の最も強いものをそれぞれ 1 つ選び化学式で答えよ。

塩化水素

塩化ナトリウム

ヨウ化水素

酸化カルシウム

臭化水素

臭化カリウム

元素記号	K	Na	Ca	Si	H	C	I	Br	Cl	N	O	F
電気陰性度	0.8	0.9	1.0	1.9	2.1	2.5	2.5	2.8	3.0	3.0	3.5	4.0

表

問 7. 問 6 の表を見て、次の物質の中から、無極性分子をすべて選び記号(ア)～(キ)で答えよ。

(ア) CO_2

(イ) NaBr

(ウ) SiF_4

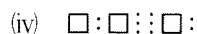
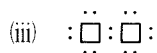
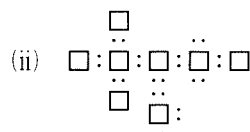
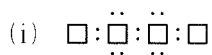
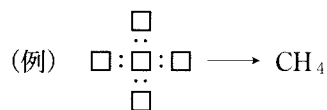
(エ) I_2

(オ) HCl

(カ) NH_3

(キ) HF

問 8. 原子番号が 1 から 10 までの非金属原子だけで構成された(i)～(iv)の分子の電子式を以下に示す。例にならって、(i)～(iv)の分子式を記せ。



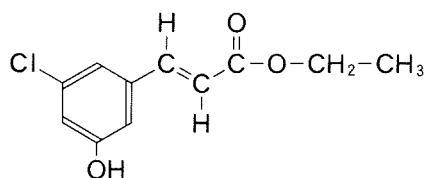
問 9. $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$ で表される錯塩 4.0 g に、十分量の硝酸銀水溶液を加えた。生成する塩化銀の質量(g)を求めよ。有効数字は 2 桁とする。

化学問題 3

構造式は右の例にならって書け。

必要があれば，原子量は $H = 1.00$ ，

$C = 12.0$ ， $N = 14.0$ ， $O = 16.0$ を用いよ。



例

[I] 次の文章を読んで，問 1～問 8 に答えよ。

酢酸の水溶液を炭酸水素ナトリウムと反応させると気体が発生する。ギ酸は
(a)

あ(語句) 性をもつため，アンモニア性硝酸銀水溶液と反応させると
い(化学式) が析出する。

安息香酸は，水に溶けにくい，水酸化ナトリウム水溶液には化合物(I)となり溶ける。この水溶液に適切な酸を加えると安息香酸の固体が析出する。
(b)
の 2 個の水素をカルボキシ基で置換した化合物にはオルト，メタ，パラの 3 つの異性体があり，このうちポリエチレンテレフタラートの原料になるのは
う(語句) 異性体である。フェノールはカルボキシ基をもたないが酸としてはたらき，水酸化ナトリウムと反応すると化合物(II)が生じる。

ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を加えて反応させると化合物 X が得られる。
(c)
化合物 X に水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物 Y が得られる。化合物 Y
(d)
を用いて塩化ベンゼンジアゾニウムを合成し，これを化合物(II)と反応させるとアゾ基をもつ橙赤色の化合物(III)が生じる。

問 1. 空欄 あ ～ う のかっこ内の指示にしたがって最も適切な語句等を記せ。

問 2. 化合物(I)の示性式を書け。

問 3. 化合物(II)および化合物(III)の構造式を書け。

問 4. 下線部(a)の反応を化学反応式で書け。

問 5. 下線部(b)について,

- (1) 酢酸, フェノール, 塩酸のうち最も適切な酸はどれか。
- (2) (1)の酸を選んだ理由を簡潔に書け。

問 6. 下線部(c)について, 化学反応式を書け。

問 7. ニトロベンゼンと化合物 **Y** を含むジエチルエーテル溶液がある。この溶液からニトロベンゼンと化合物 **Y** を分離する操作手順を, 用いる試薬や実験器具の名称を記述しながら 200 字以内で説明せよ。

問 8. 下線部(d)について,

- (1) 化学反応式を書け。
- (2) この反応は冷却しながら行うが, その理由を簡潔に書け。

[II] 次の文章を読んで, 問 9 ~ 問 11 に答えよ。

アルケン **A** について, 次の実験(1)~(5)を行った。

- (1) **A** を加熱して気体にし, 1 気圧, 80 °C で密度を測定すると 2.41 g/L であった。
- (2) 6.0 mg の **A** を完全燃焼させると, 18.9 mg の二酸化炭素と 7.7 mg の水が生じた。
- (3) **A** に臭素を暗所で加えると化合物 **B** が生成した。
- (4) 白金を触媒として **A** と水素を反応させると, 化合物 **C** が生成した。
- (5) **A** をオゾン分解して生成した化合物 **D** (分子式: $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$) にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を少量加えて加熱すると, ヨードホルムが生成した。

問 9. 化合物 **A** の分子量を求めよ。ただし, 有効数字は 3 桁とする。また, 大気圧は $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ とし, 気体定数 R は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ を用いよ。なお, 気体はすべて理想気体とする。

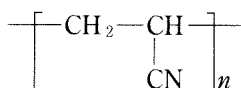
問10. 化合物 **A** の分子式を書け。

問11. 化合物 **A**~**D** の構造式を書け。そのうち鏡像異性体が存在する化合物はどれか記号で答えよ。

化学問題 4

次の文章を読み、問1～問8に答えよ。必要に応じて次の値を使用せよ。原子量は $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$ とする。高分子化合物の構造式は例を参考にして書け。

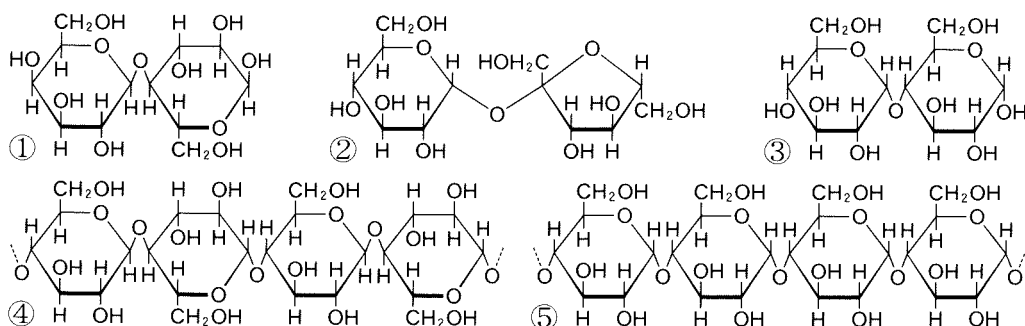
例



(n : 重合度)

ゴムの木の樹皮を傷つけると流出する白濁液を あ という。 あ に酢酸などを加えて凝固、乾燥させると天然ゴム(生ゴム)が得られる。天然ゴムの主成分はイソプレン(2-メチル-1,3-ブタジエン)が規則的に付加重合したポリイソプレン^(a)であり、天然ゴムを乾留するとイソプレンが生じる。天然ゴムにその質量の5～8%の硫黄を加えて加熱すると、弾力がより大きくなった弾性ゴムが得られる。このような操作を い といい、硫黄原子がところどころで鎖状のゴム分子どうしに橋を架ける形(架橋構造)^(b)で結合している。

糖類は一般式 $C_nH_{2m}O_m$ で表される化合物であり、分子内に複数のヒドロキシ基をもつ。ここで、次の糖類①～⑤について考える。^(c)ただし、この中で④と⑤は多糖である。



デオキシリボ核酸(DNA)は、リン酸、糖、塩基からなるヌクレオチドが^(d)つながった高分子化合物であり、1本のヌクレオチド鎖の塩基がもう1本の鎖の塩基と^(e)水素結合によって塩基対を形成することで2本鎖として存在する。このとき、水素結合をつくる塩基の対は決まっている。

問 1. と に最も適切な語句を記せ。

問 2. 下線部(a)で示す化合物の構造式を書け。ただし、シストランス構造がわかるように記載すること。

問 3.

著作権の関係上、掲載していません。

著作権の関係上、掲載していません。

問 4. 下線部(c)について、次の(ア)～(カ)の文にあてはまる糖類①～⑤の番号を書け。

ただし、あてはまる糖類がない場合は「なし」と書くこと。

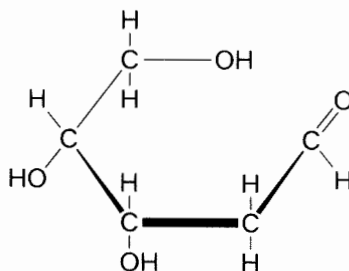
- (ア) 熱水にも多くの有機溶媒にも溶けない
- (イ) 水溶液はフェーリング反応を示し、乳汁中に含まれる
- (ウ) 加水分解により転化糖が得られる
- (エ) 植物の細胞壁を構成する主成分である
- (オ) β -グルコース 2 分子でできた二糖で、甘味はほとんどない
- (カ) ヨウ素と反応して濃青色を呈する

問 5. 糖③を加水分解して生じた単糖 **X** は、水溶液中で鎖状構造と環状構造の平衡状態で存在する。単糖 **X** の鎖状構造における不斉炭素原子の数と立体異性体の数をそれぞれ記せ。

問 6. 糖④に濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させると、糖④のヒドロキシ基の一部がエステル化された化合物 **Y** が生じる。糖④ 18.0 g から化合物 **Y** が 28.0 g 得られたとする。このとき、糖④のヒドロキシ基でエステル化されなかったものはヒドロキシ基全体の何%か計算せよ。答えは有効数字 2 桁で書け。

問 7. 下線部(d)について、DNA のヌクレオチドは五員環をもつデオキシリボースに由来する構造を含んでいる。一方、鎖状(アルデヒド型)のデオキシリボースは図 B のように表される。五員環をもつデオキシリボースの構造式を図 B にならって書け。

図 B



問 8. 下線部(e)について、DNA 中でシトシンとグアニンは図 C のように塩基対を形成する。図 C の中で、点線は水素結合、R はデオキシリボース部分を示す。ここで、図 D に示すような天然の DNA 中には存在しない塩基 I, II, III, IV を考える。また、塩基間の水素結合はこれらの塩基においても形成可能であるとする。このとき、I と 3 か所の水素結合による塩基対を形成する塩基は、II, III, IV のうちいずれであるかを記号 II ~ IV で記せ。さらに、ここで形成される塩基対の様子を図 C にならって書け。

図 C

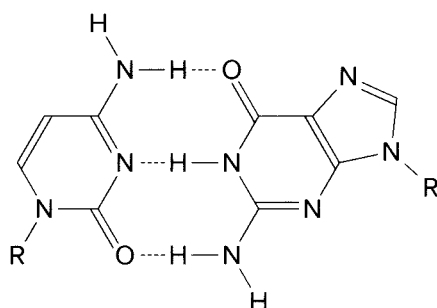


図 D

