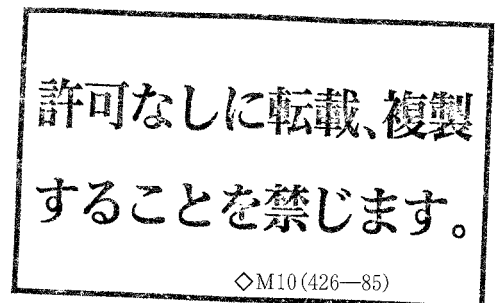
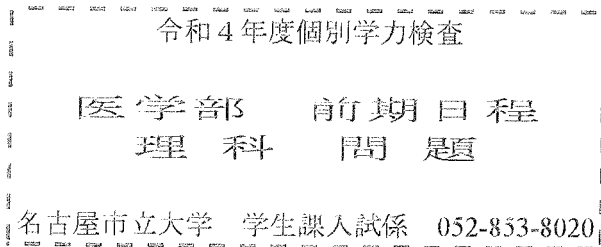


令和4年度・個別学力検査

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22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。



理 科 問 題

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

化	学	問題 1	11 ページ
		" 2	13 "
		" 3	16 "
		" 4	20 "

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

水平な床の上に、質量 M の図 1 のような形状の台が置かれている。台の上面は水平である。台の右端には隆起部分 A があり、台の左端から A の左側までの距離は L である。台の左端に質量が m で大きさの無視できる小物体を置く。小物体と台の間には摩擦があり、その動摩擦係数を μ とする。床には右向きを正とする x 軸が設けられている。小物体と台の速度・加速度の符号はすべて、右向きを正とする。重力加速度を g とし、以下の問いに答えよ。

台が床に固定されている場合を考える。時刻 $t = 0$ では台の左端と小物体は $x = 0$ の位置にあった。 $t = 0$ で小物体に右向きに速度 v を与えた。

- (1) 小物体が x の位置を移動している時の速度を求めよ。
- (2) 小物体が x の位置に到達する時刻を求めよ。

小物体が A に衝突した。衝突は弾性衝突とする。

- (3) 衝突後に左向きに動き始めた小物体が、台の左端から落下するための v の条件を求めよ。

次に、台が床の上を摩擦なくなめらかに動ける場合を考える。 $t = 0$ で、台の左端と小物体の位置は $x = 0$ であった。小物体に $t = 0$ で右向きに速度 v を与えた。

- (4) 小物体が台に対して右向きに移動している時、台の加速度はいくらか。
- (5) 小物体が A と衝突する前に台と速度が一致する場合において、速度が一致する時刻 t_1 を求めよ。
- (6) 問い(5)の場合において、A の左側の位置 $x_1(t)$ 、および小物体の位置 $x_2(t)$ を t の関数としてグラフに示せ。時間の範囲は、時刻 $t = 0$ から $2t_1$ とする。

- (7) 小物体が A に衝突するための v の条件を求めよ。
- (8) 小物体が A と弾性衝突した場合，衝突直後の小物体の速度を求めよ。ただし衝突した時刻を t_2 とする。

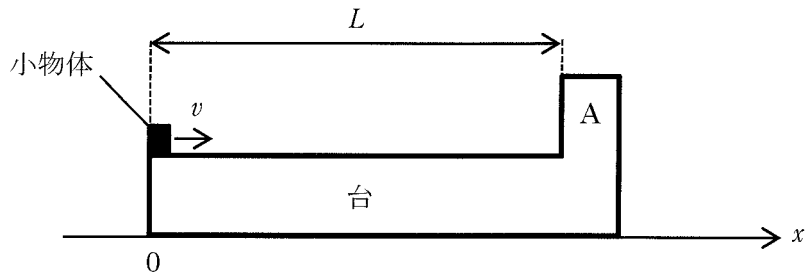


図 1

物理問題 2

図1のように、1辺の長さ l の正方形の1回巻きコイル ABCD が抵抗 R の抵抗器に直列に接続され、非磁性・絶縁性の台車に固定されている。コイル、抵抗器、導線などを含む台車の総質量は m で、台車は xy 平面(水平面)に平行に敷かれた非磁性・絶縁性のレールに沿って x 軸方向にのみなめらかに運動することができる。導線の抵抗は無視できるものとし、台車の位置はコイルの辺 AB の x 座標で表すこととする。

$0 \leq x \leq 2l$ の空間において、 z 軸正の向きに磁束密度 B の一様な磁場が存在し、台車は伸縮しない軽いロープで巻き取り機につながれ、一定の速さ v_0 で x 軸正の向きに移動している。コイルを除いて、磁場から受ける影響は無視できるものとし、(1)~(4)の各問いに答えよ。

- (1) 台車の位置が $0 \leq x \leq l$ のとき、コイルに流れる電流 I を v_0 , R , B , l を用いて表せ。ただし、電流の向きは、コイルの辺 AB において A から B に流れる向きを正とする。
- (2) 台車が位置 $x = 0$ から $x = 3l$ まで移動する間に抵抗器において発生する熱の総量 J_1 を v_0 , R , B , l を用いて表せ。
- (3) 台車が位置 $x = 0$ から $x = 3l$ まで移動する間のロープにかかる張力 F と台車の位置 x の関係をグラフで示せ。ただし F の値は v_0 , R , B , l を用いて表し、巻き取り機がロープを引く向きを正とする。
- (4) 台車が位置 $x = 0$ から $x = 3l$ まで移動する間に巻き取り機がした仕事 J_w を、問い(3)のグラフを用いて導出し、問い(2)の J_1 との関係述べよ。

次に、 $x \geq 0$ の空間において z 軸正の向きに磁束密度 B の一様な磁場が存在し、台車は位置 $x < 0$ において速度 v_0 まで加速された後ロープが外れ、時刻 $t = 0$ において位置 $x = 0$ を通過した。時刻 $t \geq 0$ における台車の運動について、(5)~(9)の各問いに答えよ。

- (5) 位置 $x \geq 0$ における台車の速度 v は、ある位置 x_1 において速度 v_1 となり、その後一定となった。台車の速度がこのように変化した理由を簡潔に説明し、 x_1 の値を求めよ。
- (6) 時刻 t における台車の速度を v 、そこから微小時間 Δt が経過した後の台車の速度を $v + \Delta v$ とする。位置 $0 \leq x \leq x_1$ における台車の運動方程式を、 m 、 v 、 R 、 B 、 l 、 Δv 、 Δt を用いて記述せよ。
- (7) 問い(6)のとき、時刻 t から微小時間 Δt が経過する間の台車の運動エネルギーの減少量を求めよ。ただし、 $(\Delta t)^2$ の項は無視すること。
- (8) 問い(6)のとき、時刻 t から微小時間 Δt が経過する間に抵抗器に発生した熱量を求めよ。ただし、微小時間 Δt の間、電流は変化しないとみなしてよい。
- (9) 時刻 $t = 0$ 以降に抵抗器において発生する熱の総量を求めよ。

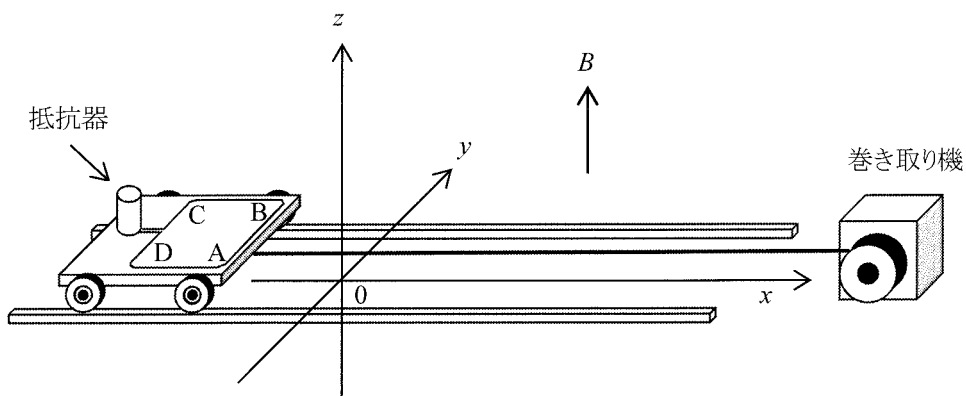


図 1

物理問題 3

以下の文章中の に適切な数または式を記入せよ。

図1のような半径 r の球形容器に、単原子分子 1 mol からなる理想気体を入れる。分子 1 個当たりの質量を m とする。容器は断熱材でできており、球形を保ったまま自由に膨張できる。容器の壁(器壁)は滑らかで十分に薄く、分子は互いに衝突することなく、器壁と弾性衝突する。分子の速度 v は全ての分子で同じであるとする。容器の質量は分子の質量に比べて十分に大きく、分子の衝突によって容器の中心 O の位置は変化しない。重力は無視できるものとする。

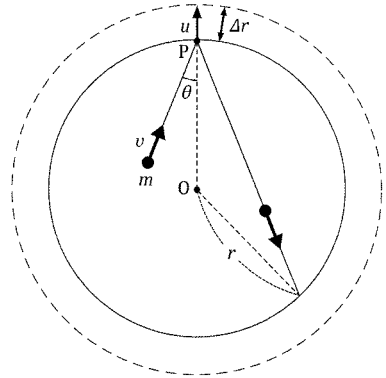


図1

当初、容器内外の圧力はつり合っており、容器の半径は変化しない。この状態から、容器周囲の圧力を低下させることにより、容器の半径 r を一定の速さ u で一様に拡大させた。 u は v に比べて十分に小さいとする。

- (1) はじめに、分子が器壁の点 P に、直線 OP と θ [rad] をなす角度で衝突する場合を考える。ただし、円周率を π とし、 $0 < \theta < \pi/2$ である。

O から P に向かう向きを正の向きとすると、分子の速度の OP 方向成分は、衝突直前は (ア) であり、衝突直後は器壁が速さ u で遠ざかっていることから (イ) となる。したがって、1 回の衝突による分子の運動エネルギーの変化量は、 u の 2 次の項を無視すると、 (ウ) となる。

ここで、容器が拡大し始めてからある微小時間の間に、半径 r が Δr だけ拡大したとする。ただし、 Δr は r に比べて十分に小さい。分子の速さ v を一定とみなすと、この間に分子が移動した距離は (エ) である。さらに、この微小時間の間の r を一定とみなし、かつ、衝突後の分子の速度が直線 OP となす角度は θ と等しいとすると、分子は (オ) の距離を進むごとに器壁に衝突すること

になる。 \square (エ) \square , \square (オ) \square より, この微小時間の間に分子が器壁に衝突する回数は \square (カ) \square 回となる。したがって, この微小時間の間の分子1個当たりの運動エネルギーの変化量 ΔK は, $\Delta K = \square$ (キ) \square と表すことができる。

(2) 理想気体の内部エネルギーと球形容器の体積との関係を考える。問い(1)で検討した微小時間の間に, 容器の体積 V が ΔV だけ増加して $V + \Delta V$ になったとする。この間に球の半径は r から $r + \Delta r$ に拡大する。そこで, 近似式 $(1+x)^3 \approx 1+3x$ (ただし, $|x| \ll 1$) を利用し, ΔV を $\pi, r, \Delta r$ を使って表すと, $\Delta V = \square$ (ク) \square が得られる。

一方, 容器が拡大する前の内部エネルギーを U , アボガドロ定数を N_A とすると, U は N_A, m, v を使って, $U = \square$ (ケ) \square と表すことができる。容器の半径が Δr だけ拡大したことによる内部エネルギーの変化量を ΔU とすると, ΔU と ΔK の間には, $\Delta U = \square$ (コ) \square の関係が成り立つ。そこで, 問い(1)で求めた $\Delta K = \square$ (キ) \square を利用すると, $\Delta U/U = \square$ (カ) \square $\Delta r/r$ の関係が得られる。さらに, 先ほど求めた $\Delta V = \square$ (ク) \square を利用すると, $\Delta U/U = \square$ (シ) \square $\Delta V/V$ の関係が得られる。

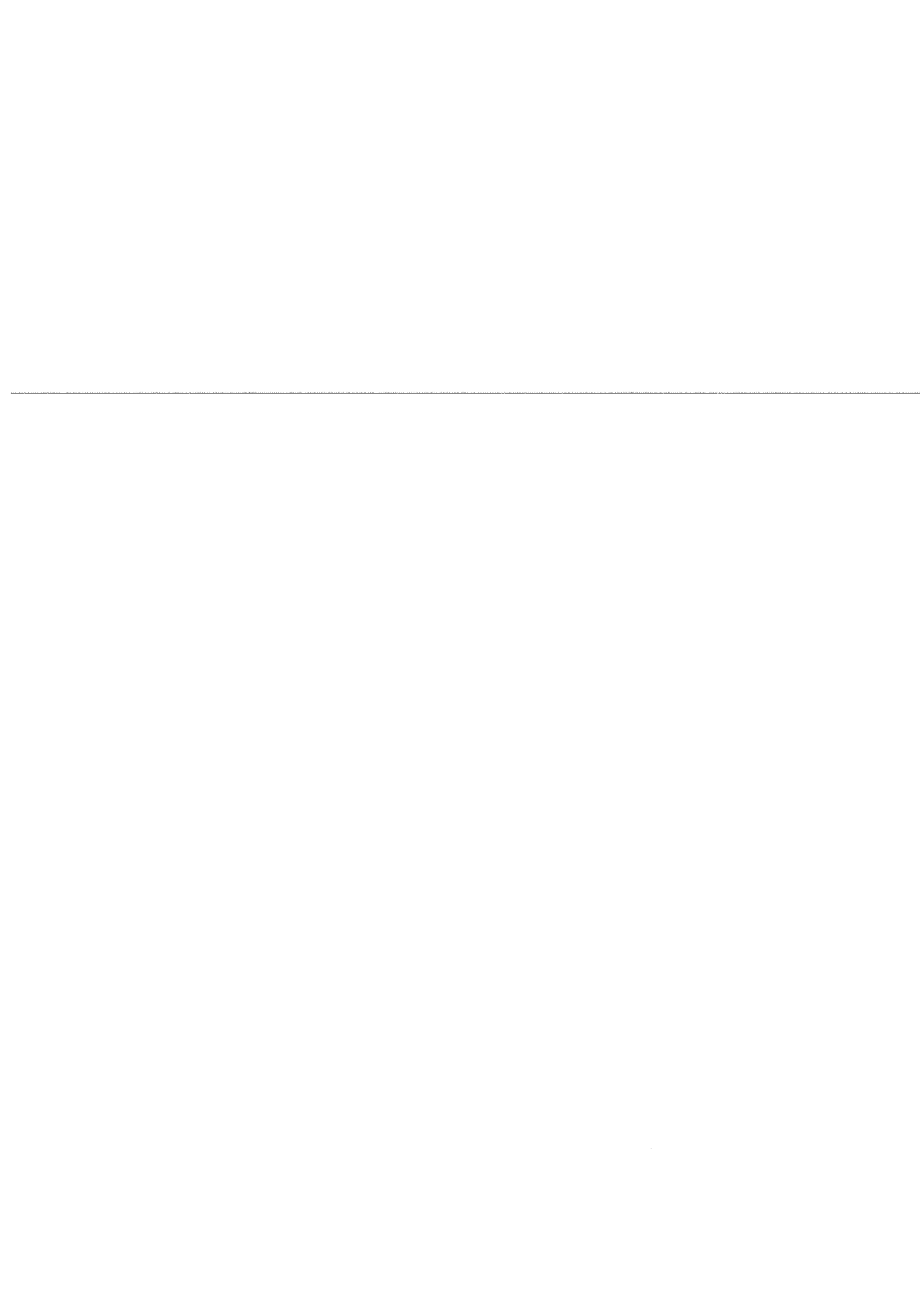
(3) 最後に, 理想気体の圧力と体積との関係を考える。気体定数を R とする。理想気体の絶対温度を T とすると, U と T の間には, $U = \square$ (ス) \square T の関係がある。この式に理想気体の状態方程式を用いると, $U = \square$ (セ) \square PV の関係を得る。したがって, U が ΔU だけ変化したときの気体の圧力の変化量を ΔP とすると, $U + \Delta U = \square$ (セ) \square $(P + \Delta P)(V + \Delta V)$ となる。この式を展開し, $\Delta P \times \Delta V$ の微量を無視すると, $\Delta U = \square$ (セ) \square (\square (ソ) \square) が得られる。この式と $U = \square$ (セ) \square PV , さらに, 問い(2)で求めた $\Delta U/U = \square$ (シ) \square $\Delta V/V$ を使うと, $\Delta P/P = \square$ (タ) \square $\Delta V/V$ となり, 断熱条件下における単原子分子理想気体の圧力と体積の関係式が得られる。

物理問題 4

水素やヘリウムなどの軽い元素は宇宙初期から存在するが、これらより重い元素は恒星の内部や恒星が爆発を起こすときの核反応により生成される。鉄より重い元素は、中性子が原子核に捕獲される2つの核反応過程により生成されると考えられている。その核反応過程の1つは、段階的な中性子捕獲反応(原子核が中性子を1つ捕獲すると、原子番号はそのままで質量数が1つ大きな原子核に変わる反応)によるs過程である。恒星(漸近巨星分枝星)内部では、ゆっくりと発生する中性子が鉄を出発元素として1つずつ段階的に捕獲され、徐々に重い元素が合成される。ここでは、s過程のある一部について考察する。以下の各問いに答えよ。

- (1) 漸近巨星分枝星の内部では、主に2つの核反応により中性子 n が発生する。
1つは、星の内部に存在するネオン ${}_{10}^{22}\text{Ne}$ と元素(i)が反応してマグネシウム ${}_{12}^{25}\text{Mg}$ と中性子 n を生成する反応である。もう1つは、炭素 ${}_{6}^{13}\text{C}$ と元素(i)が反応して元素(ii)と中性子 n を生成する反応である。元素(i)および元素(ii)に対応する元素記号を、その質量数と原子番号を付して答えよ。
- (2) 漸近巨星分枝星の内部でゆっくりと発生する中性子が、鉄より重い元素に1つずつ段階的に捕獲されていくと、鉛 ${}_{82}\text{Pb}$ が生成される。しかし、鉛の質量数が徐々に増えて209となった ${}_{82}^{209}\text{Pb}$ は極めて不安定であり、中性子を捕獲する前にすぐに β 崩壊して元素(a)になる。元素(a)に対応する元素記号を、質量数と原子番号を付して答えよ。(鉛は周期律表で第6周期の元素である。第6周期の鉛周辺の元素を鉛も含めて原子番号の順番で示すと、 ${}_{77}\text{Ir}$, ${}_{78}\text{Pt}$, ${}_{79}\text{Au}$, ${}_{80}\text{Hg}$, ${}_{81}\text{Tl}$, ${}_{82}\text{Pb}$, ${}_{83}\text{Bi}$, ${}_{84}\text{Po}$, ${}_{85}\text{At}$, ${}_{86}\text{Rn}$ である。)
- (3) 元素(a)は不安定元素ではあるが、半減期が極めて長いいため安定元素とみなせる。元素(a)は、中性子を1つ捕獲すると元素(b)になる。元素(b)に対応する元素記号を、質量数と原子番号を付して答えよ。
- (4) 元素(b)は非常に不安定で、すぐに β 崩壊して元素(c)になる。元素(c)に対応する元素記号を、質量数と原子番号を付して答えよ。

- (5) 元素(c)は不安定で、 α 崩壊して元素(d)になる。元素(d)に対応する元素記号を、質量数と原子番号を付して答えよ。
- (6) 元素(c)は、 α 崩壊をする前に中性子を1つ捕獲する場合もある。その場合には、極めて短い時間で α 崩壊して元素(e)になる。元素(e)に対応する元素記号を、質量数と原子番号を付して答えよ。
- (7) 元素(d)や元素(e)がさらに1つずつ中性子を捕獲していくと、生成される元素はどのように変化していくと予想されるか、簡潔に説明せよ。
- (8) 元素(c)の半減期は138日である。はじめに元素(c)だけが N_0 個存在したとして、 α 崩壊によりその存在個数が $\frac{1}{8}N_0$ になるのは何日後か答えよ。なお、ここでは中性子捕獲反応は考えないものとする。



化 学

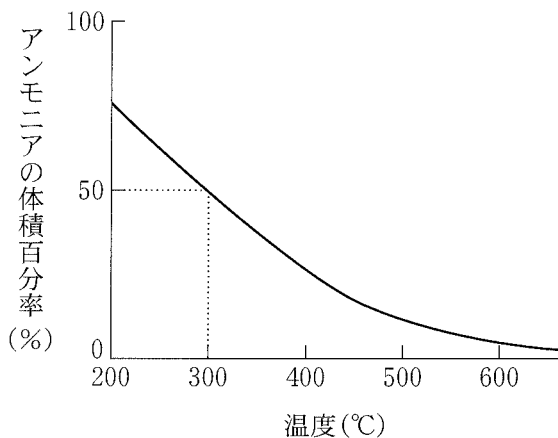
化学問題 1

次の文章を読み、問 1～問 7 に答えよ。

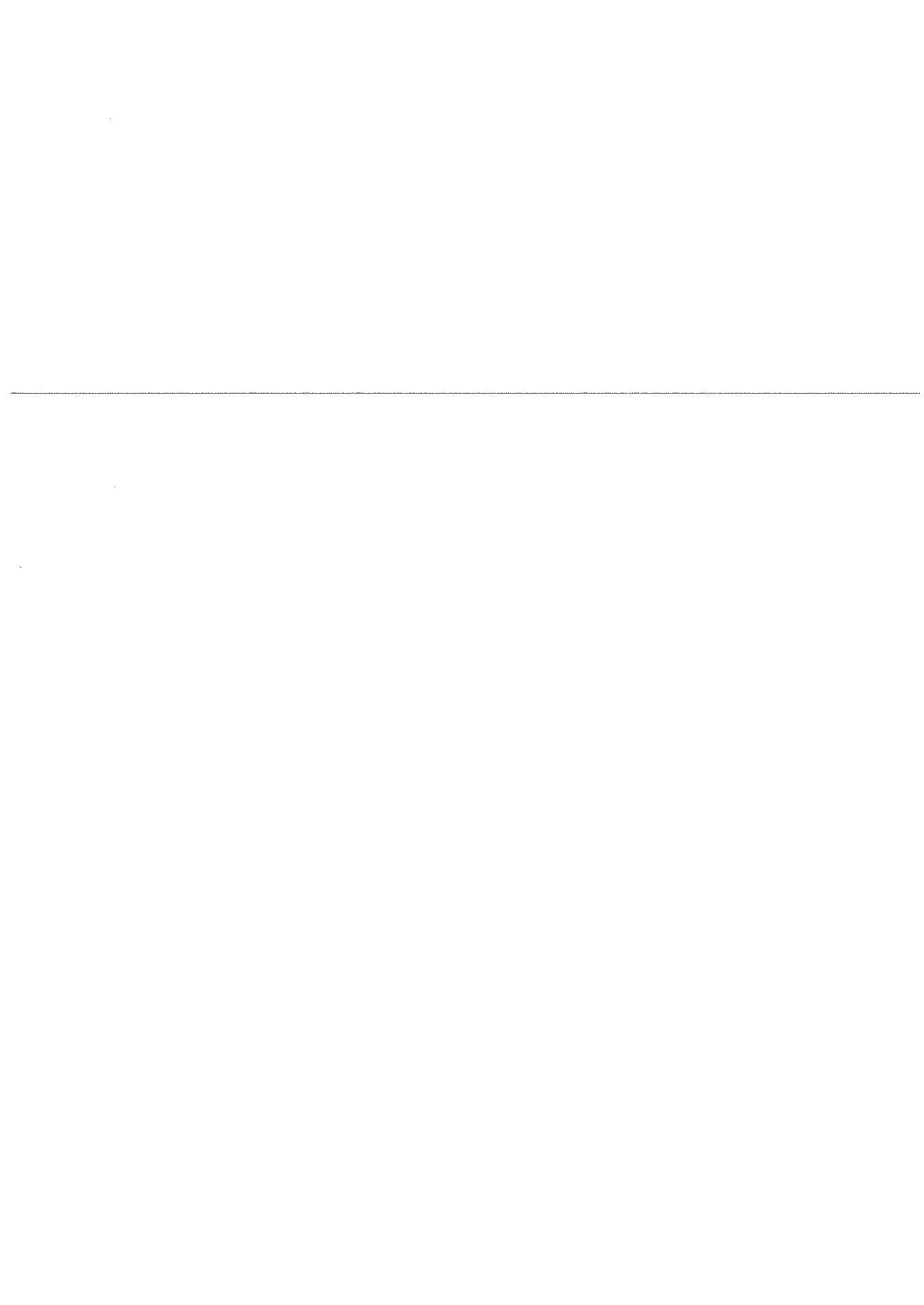
アンモニアは工業的には、ハーバー・ボッシュ法により窒素と水素から合成される。ハーバー・ボッシュ法では高温・高圧下で四酸化三鉄などの鉄を含む触媒が用いられる。窒素 1.00 mol と水素 3.00 mol を混合した気体を圧力が常に一定になるように体積が^(a)変わる容器に触媒と共に閉じ込め、圧力が 1.0×10^7 Pa の条件下で合成反応を行った。平衡状態に達したときのアンモニアの体積百分率(%)の温度による変化を図に示す。

アンモニアは硝酸などの原料となる。硝酸は工業的にはアンモニアから 3 段階の反応を経てつくられる(オストワルト法)。最初の段階では白金などを触媒として、アンモニアが酸化され、水と が生成する。 は最後の段階でも硝酸とともに生成する。

解答にあたり、気体は理想気体とし、気体定数は 8.3×10^3 Pa \cdot L/(K \cdot mol) とする。H-H, N-H, N \equiv N の結合エネルギーはそれぞれ 432 kJ/mol, 386 kJ/mol, 928 kJ/mol とする。数値を解答する場合は有効数字 2 桁で答えよ。



図



問 1. 下線部(a)の反応を温度 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ で行った。反応が平衡状態に達したときの容器内の気体の体積(L)を求めよ。ただし、導出の過程も示すこと。触媒の体積は無視できる。

問 2. 問 1 の反応で発生した熱量(kJ)を求めよ。ただし、導出の過程も示すこと。

問 3. 図の曲線が右肩下がりになる理由を 100 字程度で説明せよ。

問 4. 問 1 の反応が平衡状態に達した後に 0.25 mol の塩化水素を容器に加えたところ、速やかに白煙が生じ、その後しばらくして平衡状態に達した。平衡状態に達したときのアンモニアの物質質量(mol)を求めよ。ただし、温度は $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ で一定であり、白煙が生じた反応は不可逆反応とし、その生成物の体積は無視できる。

問 5. 下線部(a)の反応の容器にアルゴンを加えると、図の曲線はどのように変化するか、解答欄のグラフ中に図示せよ。その理由を 70 字程度で説明せよ。

問 6.

あ

 に最も適切な化学式を書け。

問 7. 下線部(b)の化学反応式を記せ。

化学問題 2

11 種類の試薬(ア)～(サ)を枠中に示す。各試薬の特性を明らかにするために、以下の実験1～実験12を室温で行った。これらの実験について問1～問9に答えよ。

硫酸カリウム、硫酸銅(Ⅱ)、硝酸銀、塩化亜鉛、塩化鉄(Ⅲ)、
塩化バリウム、塩化アルミニウム、炭酸ナトリウム、
クロム酸カリウム、濃アンモニア水、濃塩酸

- 実験1. 水溶液の色を観察したところ、(ア)、(イ)、(ウ)の水溶液は着色していたが、他は無色であった。
- 実験2. 無色のすべての水溶液に、指示薬フェノールフタレインを加えると、(エ)の水溶液および(オ)が赤色を呈した。
- 実験3. 指示薬フェノールフタレインを加えた(エ)の水溶液に(カ)を加えていくと、赤色が消失した。さらに(カ)を加えて加熱すると、無色の気体が発生した。
- 実験4. (カ)に二酸化マンガンを加え加熱すると黄緑色の気体が生じた。その気体は、強力な酸化作用を示した。
- 実験5. (イ)の水溶液に(オ)を加えると赤褐色の沈殿を生じた。ここに硫化水素水を加えると、黒色の沈殿を生じた。
- 実験6. (ウ)の水溶液に(オ)を加えると青白色沈殿を生じた。さらに(オ)を過剰に加えると、沈殿は溶けて深青色の水溶液となった。
- 実験7. (キ)の水溶液および(ク)の水溶液にそれぞれ(オ)を加えると、いずれも白色の沈殿を生じた。さらに、それぞれの白色沈殿に(オ)を過剰に加えると、(キ)の沈殿のみ溶けた。
- 実験8. (キ)の水溶液および(ク)の水溶液にそれぞれ水酸化ナトリウム水溶液を加えると、いずれも白色の沈殿を生じた。さらに、それぞれの沈殿に水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると、いずれの沈殿も溶けた。

実験9. 金属Xの薄片を(カ)に加えると、(ク)が生じた。一方、金属X
⑤は濃硝酸には溶けなかった。

実験10. (ア)の水溶液に(ケ)の水溶液を加えると、赤褐色(暗赤色)の沈殿
を生じた。(ア)の水溶液に(コ)の水溶液を加えると、黄色の沈殿
を生じた。生じた沈殿を分離し、それぞれの沈殿に(カ)を加えた。その結
果、赤褐色(暗赤色)の沈殿は溶け、新たに白色の沈殿が生じた。一方、黄色
の沈殿は完全に溶けた。ただし、いずれの分離操作も完全に行われたとす
る。

実験11. (ケ)の水溶液に(コ)の水溶液を加えると、白色の沈殿が生じた。
この沈殿は、熱水に溶けなかった。

実験12. (サ)の水溶液と硫酸アルミニウム水溶液を混合して濃縮すると、正八
⑥面体形の無色透明な結晶が得られた。

問 1. (ア), (ウ), (エ), (キ), (ク)に該当する試薬を枠中
からそれぞれ選び、化学式で記せ。

問 2. 下線部(a)~(d)に該当する沈殿物を化学式で記せ。

問 3. 下線部①について、発生する気体を化学式で記せ。

問 4. 下線部②について、発生した気体に比べて、より強力な酸化作用をもつハロ
ゲンの単体をすべて記せ。

問 5. 下線部③の化学変化を化学反応式で記せ。

問 6. 下線部④の化学変化を化学反応式で記せ。

問 7. 下線部⑤について、金属Xを記せ。また、金属Xが濃硝酸に溶けない理由
を30字以内で説明せよ。

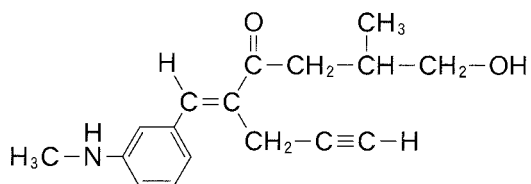
問 8. 下線部⑥の化合物の名称を記せ。

問 9. (エ)の水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の混合水溶液がある。この混合水溶液 30.0 mL に指示薬フェノールフタレインを加え、0.100 mol/L の塩酸で中和滴定したところ、第一中和点までに 60.0 mL を要した。次に、この滴定後の水溶液に指示薬メチルオレンジを加え、0.100 mol/L の塩酸で中和滴定を続けたところ、第二中和点までにさらに 15.0 mL を要した。この混合水溶液中の(エ)および水酸化ナトリウムの濃度(mol/L)をそれぞれ求め、有効数字 3 桁で記せ。

化学問題 3

次の〔I〕および〔II〕を読み、問1～問7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。構造式は例を参考にして書け。

〔例〕



〔I〕 炭素、水素、酸素から構成される分子量 72.0 の化合物 **A** 2.52 mg を完全に燃焼させたところ、2.52 mg の水と 6.16 mg の二酸化炭素が生じた。化合物 **A** の構造に関する知見を得るために以下の実験 1～実験 4 を行った。

実験 1 化合物 **A** にフェーリング液を加えて加熱したところ、変化はみられなかった。

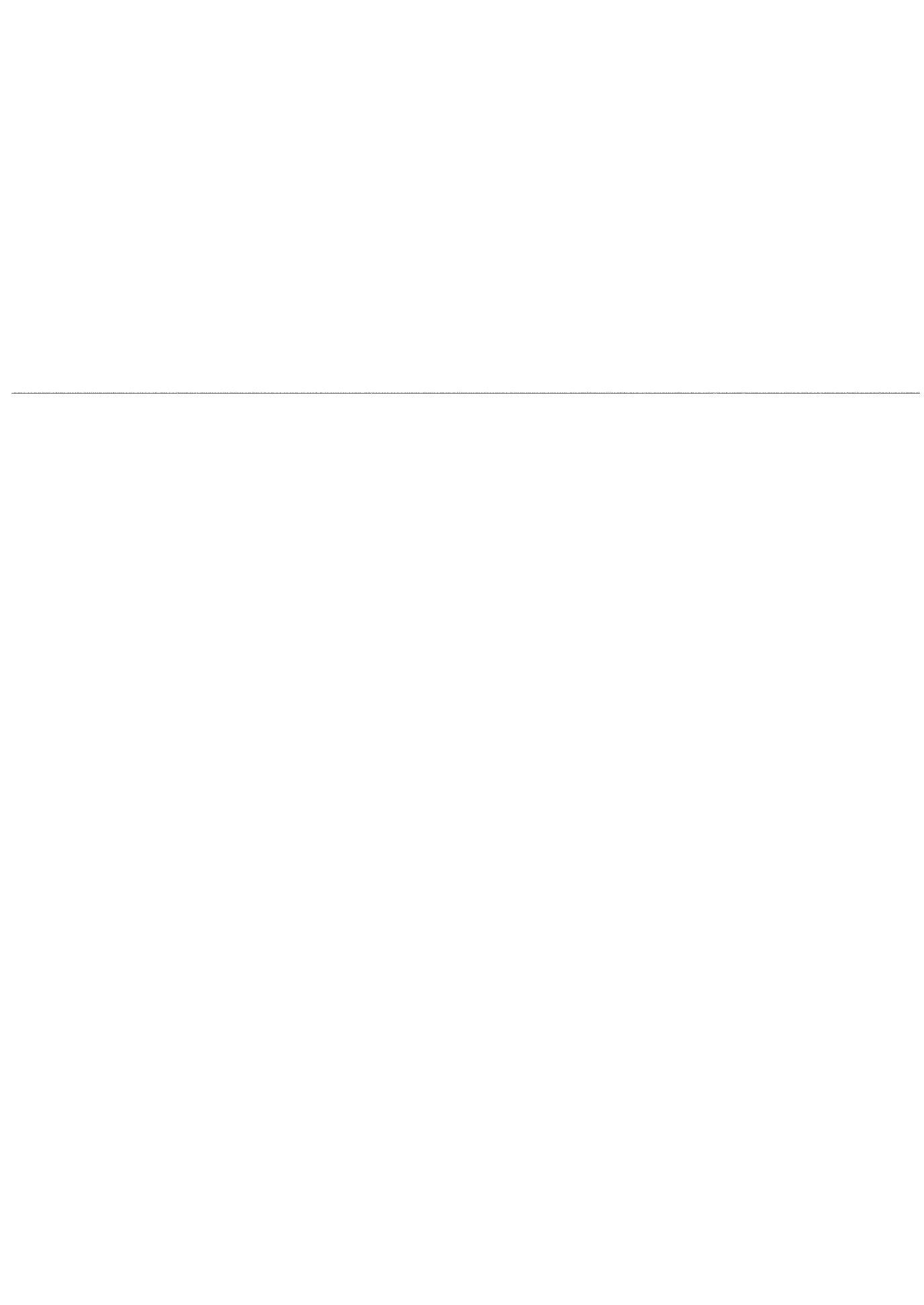
実験 2 化合物 **A** にヨードホルム反応を行ったところ、黄色の沈殿が生じた。

実験 3 化合物 **A** に金属ナトリウムの小片を加えたところ、水素が発生した。

実験 4 化合物 **A** に赤褐色の臭素水を加えると臭素水の色が脱色した。

問 1. 化合物 **A** の分子式を書け。

問 2. 化合物 **A** には不斉炭素原子が存在する。化合物 **A** の構造式を記すとともに、不斉炭素原子を丸(○)で囲め。



問 3. 化合物 A の構造異性体について、以下の小問(1)および小問(2)に答えよ。ただし、 $C=C$ 結合や $C\equiv C$ 結合の炭素原子に酸素原子が直接結合した構造は考えなくてよい。

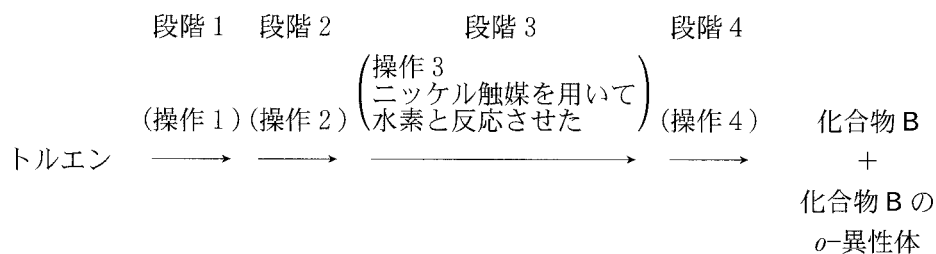
- (1) フェーリング液を加えて加熱すると赤色の沈殿が生じる化合物の構造式をすべて記せ。
- (2) ヨードホルム反応が起きる化合物の 1 つを用いて、ヨードホルム反応の化学反応式を記せ。

[II] 化合物 B および C はいずれも、炭素、水素、窒素、酸素から構成される分子量 151 の化合物である。化合物 B および C は、(i) いずれも 8 つの炭素原子をもち、(ii) 互いに構造異性体の関係にあり、(iii) いずれもベンゼン環上にパラ (*p*-) の関係にある 2 つの置換基のみをもち、(iv) いずれもメチル基をもっている。化合物 B はエステルであり、この化合物 B を加水分解した後、無水酢酸と反応させると分子量 179 の化合物 D が得られた。一方、化合物 C はエステルではなく、塩化鉄(III)水溶液を加えると呈色反応を示す化合物である。また、化合物 C はベンゼン環以外の環状構造や C=N 結合をもたず、窒素原子に直接結合したメチル基ももたなかった。

問 4. 化合物 C の構造式を記せ。

問 5. 化合物 D の構造式を記せ。

問 6. 以下のように、トルエンから 4 段階の反応を行ったところ、化合物 B とそのオルト (*o*-) 異性体が生成し、メタ (*m*-) 異性体はほとんど生成しなかった。(操作 1)、(操作 2)、および(操作 4)に最も当てはまる操作を選択肢(あ)~(け)から 1 つずつ選べ。



【選択肢】

- (あ) 中性条件下で過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱した。
- (い) メタノールと少量の濃硫酸を加えて加熱した。
- (う) 氷冷下で希塩酸と亜硝酸ナトリウム水溶液を加えた後、室温まで温度を上げた。
- (え) スズと濃塩酸を加えて加熱した後に強塩基の水溶液を加えた。
- (お) 固体の水酸化ナトリウムを加えて高温で融解した後に酸を加えた。
- (か) 濃硫酸を加えて加熱した。
- (き) 常温で濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えた。
- (く) 触媒を用いてエチレンと反応させた。
- (け) 無水酢酸と反応させた。

問 7. 一般に、化学反応における触媒のはたらきを 30 字程度で説明せよ。

化学問題 4

次の文章を読み、問1～問7に答えよ。必要に応じて次の値を使用せよ。原子量は $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $K = 39.0$ とする。また、重合度は n とする。

多糖類にはデンプンやセルロースなどがあり、分子式はいずれも $(C_6H_{10}O_5)_n$ で表される。デンプンの温水中に可溶性成分は と呼ばれ、 反応により濃青色を呈する。 の特徴は、直鎖状に結合した部分が、ヒドロキシ基どうしの 結合により、 α -グルコース約6分子で1回転する 状の構造をとることである。一方、セルロースは水に不溶性であり、 反応も示さない。また、セルロースは β -グルコース分子が直鎖状に縮合した構造をしており、平行に並んだ分子間には 結合が形成されている。

生体の主要な成分であるタンパク質は、約20種類の α -アミノ酸からできている。 α -アミノ酸の分子間で、カルボキシ基とアミノ基が脱水縮合して生じる化合物はペプチドと総称される。2分子のアミノ酸が縮合したものをジペプチド、3分子のアミノ酸が縮合したものをトリペプチド、多数のアミノ酸が縮合したものをポリペプチドという。

油脂はグリセリンと高級脂肪酸からなるエステルである。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、けん化されて、グリセリンとセッケンができる。アルキル硫酸の塩やアルキルベンゼンスルホン酸の塩は、合成洗剤の主成分である。硬水中でセッケンを使うとセッケンの洗浄力は低下するが、合成洗剤の洗浄力は硬水中でも保たれる。

問1. ～ に最も適切な語句を記せ。

問 2. セルロースのヒドロキシ基を化学的に処理することで有用な物質がつくり出されている。ここで、セルロース分子内のヒドロキシ基の一部をメチルエーテルとしたメチルセルロースを考える。重合度 n のセルロースの分子量は、くり返し単位の分子量に基づいて $162n$ と表される。同様に、重合度 n のメチルセルロース **A** について、セルロースのくり返し単位あたりに含まれるメチルエーテルの個数を b 個とする。

- (1) メチルセルロース **A** の分子量を b と n を用いて表せ。
- (2) 1.00 mol のメチルセルロース **A** に含まれる炭素の質量(g)を b と n を用いて表せ。
- (3) メチルセルロース **A** の元素分析を行ったところ、炭素の質量%が 50.0 % であったとする。 b の値を計算せよ。ただし、答えは有効数字 2 桁で書け。

問 3. セルロースをシュバイツァー(シュワイツァー)試薬に溶かすと粘性のあるコロイド溶液になる。これを細孔から希硫酸中に押し出すと再生繊維が得られる。この繊維の名称を答えよ。

問 4. 下線部(a)に関連して、 α -アミノ酸の融点は、分子量が同程度の他の有機化合物に比べて高い理由を 55 字以内で説明せよ。

問 5. 下線部(b)に関連して、1 分子のグリシンと 2 分子のアラニンからなる鎖状のトリペプチドについて、考えられる構造異性体の構造式をすべて記せ。ただし、立体異性体やイオン化した状態の違いを考える必要はない。

問 6. 下線部(c)について、この理由を 80 字以内で説明せよ。

問 7. 油脂 X は、ある 1 種類の不飽和脂肪酸 y を構成脂肪酸とする。12.2 g の油脂 X をけん化するのに 6.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 6.88 mL 必要であった。

(1) 油脂 X と不飽和脂肪酸 y の分子量をそれぞれ求めよ。ただし、四捨五入によりそれぞれ整数で答えよ。

(2) 不飽和脂肪酸 y の 1 分子に炭素原子間の二重結合はいくつあるか整数で答えよ。ただし、不飽和脂肪酸 y の 1 分子中の炭素数は 18 個であり、不飽和脂肪酸 y は三重結合を含まないものとする。

(3) 不飽和脂肪酸 y として想定される化合物は次の(ア)~(オ)のいずれかであったとする。最も適切な名称を 1 つ選び、記号で答えよ。

- (ア) パルミチン酸 (イ) ステアリン酸 (ウ) オレイン酸
(エ) リノール酸 (オ) リノレン酸

