

◆ 問 題 訂 正 紙

試験科目：2026年度（令和8年度）理科（前期日程）

- ※1 試験開始の合図があるまで、裏返してはいけません。
- ※2 印刷の不鮮明等があった場合は、監督者に申し出なさい。
- ※3 試験終了後、この問題訂正紙は持ち帰りなさい。

◆ 問題訂正

試験科目：2026年度（令和8年度）理科（前期日程）

理科「化学」

I B 17ページ 上から10行目

誤)・・・非電解質**B**の分子量 $M(\text{g/mol})$ と、・・・

正)・・・非電解質**B**のモル質量 $M(\text{g/mol})$ と、・・・

問6 上から2～3行目

誤)・・・物質**C**の分子量 (g/mol) を求め・・・

正)・・・物質**C**のモル質量 (g/mol) を求め・・・

問7 上から2行目

誤)・・・安息香酸の分子量は、安息香酸の・・・

正)・・・安息香酸のモル質量は、安息香酸の・・・

III B 22ページ 問1 1行目

誤)・・・単量体の構造・・・

正)・・・単量体の構造式・・・

問2 上から5行目

誤)・・・ナイロン10Tの構造をそれぞれ記せ。

正)・・・ナイロン10Tの構造式をそれぞれ記せ。

2026 年度(令和 8 年度)

前 期 日 程

理 科 (100 分)

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. 問題は、「物理」が1ページから14ページまで、「化学」が15ページから23ページまであります。解答用紙は、「物理」は

前1

 ,

前2

 ,

前3

 の3枚、「化学」は

前4

 ,

前5

 ,

前6

 ,

前7

 の4枚からなっています。ページの脱落等に気付いたときは、手をあげて監督者に知らせなさい。
3. 解答は、以下の指示に従い解答用紙の指定された欄に記入しなさい。
 - (ア) 生命・応用化学科、物理工学科、社会工学科、創造工学教育課程を志望するものは、「物理」、「化学」のうちから1科目を選択し、解答しなさい。
 - (イ) 電気・機械工学科、情報工学科を志望するものは、「物理」を解答しなさい。
4. 監督者の指示に従って、選択した科目のすべての解答用紙の該当欄に志望学科名(社会工学科を志望するものは志望分野名、創造工学教育課程を志望するものは志望コース名)及び受験番号(2か所)を記入しなさい。
5. 解答用紙の※を付した欄には、何も記入してはいけません。
6. 問題冊子の白紙と余白は下書きに適宜利用してもよいが、どのページも切り離してはいけません。
7. 試験終了後、この問題冊子及び下書き用紙は持ち帰りなさい。

物 理

注 意 問題は I, II, III の 3 題である。

I 滑車に糸でつり下げた物体の運動について考える。ただし、糸は伸び縮みせず、滑車はなめらかに動き、糸と滑車の質量は無視できる。また、物体は鉛直方向にのみ運動でき、糸は十分長く物体と滑車は接触しない。重力加速度の大きさを g (m/s^2) として、以下の問 1 および問 2 に答えよ。

問 1 図 1 のように、質量 m (kg) の物体 A と質量 $3m$ の物体 B を、自然長 l_0 (m)、ばね定数 k (N/m) の質量が無視できるばね S で連結し、物体 B を床の上に置いた。また、質量 $4m$ の物体 C を糸 1 で物体 A と結び、天井から糸 2 でつるしてある滑車 P にかけた。

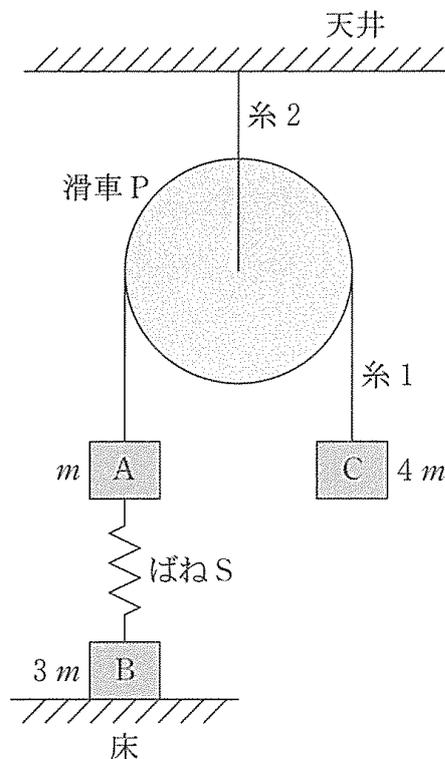


図 1

まず物体 C を支え、物体 A と物体 C を結ぶ糸 1 がたるまずその張力が 0 となる位置で全体を静止させた状態について考える。

- (1) このときのばね S の長さを求めよ。
- (2) ばね S にたくわえられた弾性エネルギーを求めよ。
- (3) 物体 B にはたらく垂直抗力を求めよ。

次に、物体 C を静かに放すと、物体 A と物体 C は初速度 0 で鉛直方向に運動を始めた。物体 B がまだ静止した状態にあり、ばねの長さが l [m] となった瞬間について考える。

- (4) このときの物体 A および物体 C の加速度の大きさを a [m/s^2], 糸 1 の張力を T_1 [N] として物体 A および物体 C に対する運動方程式を書け。
- (5) このとき物体 B にはたらく垂直抗力を求めよ。ただし、解答に a , T_1 を用いてはならない。

さらに時間が経過すると、やがて物体 B も動き始める。

- (6) 物体 C を静かに放してから物体 B が動き始める瞬間までの、物体 A および物体 C の重力による位置エネルギーの変化量 ΔU_A [J] および ΔU_C [J] を求めよ。
- (7) 物体 C を静かに放してから物体 B が動き始める瞬間までの、ばねにたくわえられた弾性エネルギーの変化量 ΔU_s [J] を求めよ。
- (8) 物体 B が動き始める瞬間の物体 A の速さを求めよ。

問 2 図 2 のように、質量 m [kg] の物体 A と質量 $3m$ の物体 B を糸 3 で結び、同じ高さになるように滑車 Q にかけた。さらにこの滑車 Q と物体 D を糸 4 で結び、天井から糸 2 でつるしてある滑車 P にかけた。

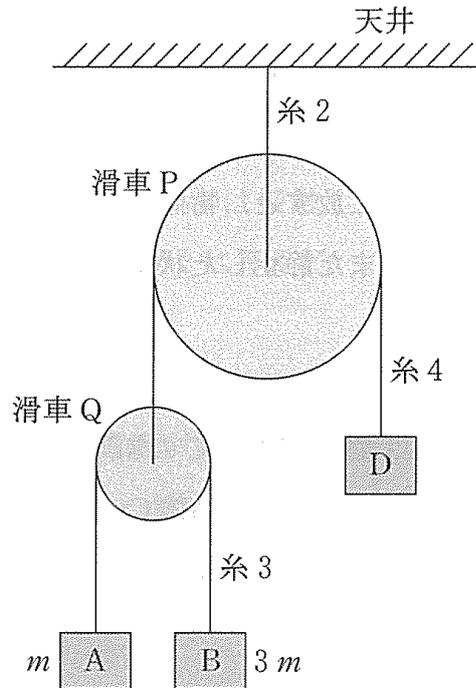


図 2

ここで全体を静かに放すと、物体 A および物体 B は動き始めたが、物体 D は静止したまま動かなかった。

- (9) このときの物体 A の加速度の大きさ、および糸 3 の張力を求めよ。
- (10) 物体 D の質量を求めよ。

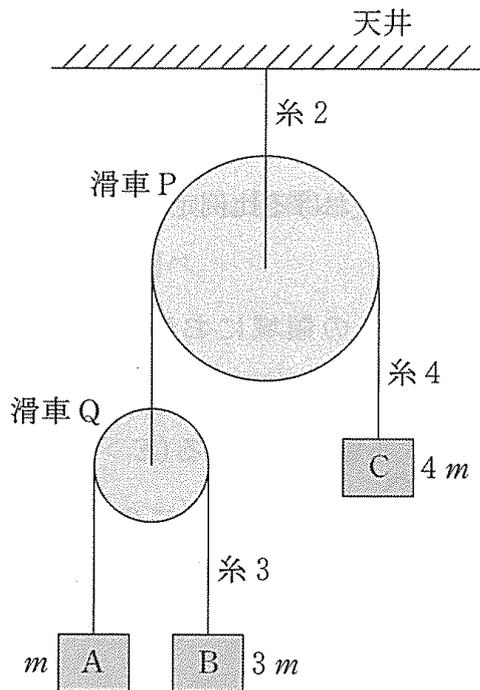


図 3

次に、図 3 のように物体 A と物体 B を同じ高さにもどし、物体 D を質量 $4 m$ の物体 C に付け替えて全体を静かに放すと、物体 A と物体 B だけでなく物体 C も動き始めた。

- (1) 物体 C の加速度の大きさを $c[\text{m/s}^2]$ 、糸 4 の張力を $T_4[\text{N}]$ として物体 C の運動方程式を書け。また、滑車 Q から見た物体 A および物体 B の加速度の大きさを $b[\text{m/s}^2]$ 、糸 3 の張力を $T_3[\text{N}]$ として物体 A と物体 B の運動方程式をそれぞれ書け。
- (2) このときの物体 C の加速度の大きさ c 、および糸 3 の張力 T_3 を m 、 g のうち必要なものを用いて表せ。
- (3) 天井と滑車 P を結ぶ糸 2 の張力を m 、 g を用いて表せ。
- (4) 物体 A と物体 B の高さの差が $h[\text{m}]$ になるまでの時間を g 、 h を用いて表せ。また、その間の物体 A の初期位置からの移動距離を h を用いて表せ。

Ⅱ 真空中の静電場や静磁場のもとで，平面上(xy 面)を運動する荷電粒子や導体棒の運動に関する以下の問1～問3に答えよ。ただし，荷電粒子Pは正の電気量 Q [C] を持ち，その質量は m [kg] であり，大きさは十分に小さく無視できるとする。また，クーロンの法則における比例定数を k_0 [$N \cdot m^2/C^2$] とする。

問1 図1のように， $x < 0$ の領域において， x 軸の正の向きに一様な静電場 E [V/m] が存在し， $x \geq 0$ の領域において， z 軸の正の向きに一様な磁束密度 B [T] の磁場が存在する場合を考える ($E > 0$ ， $B > 0$)。荷電粒子Pを原点 O からの距離 a [m] の位置にある点 $X_1(-a, 0, 0)$ に静かに置いた。すると，荷電粒子Pは図1の太矢印に沿って運動し，点Aにおいて速度が0となった。

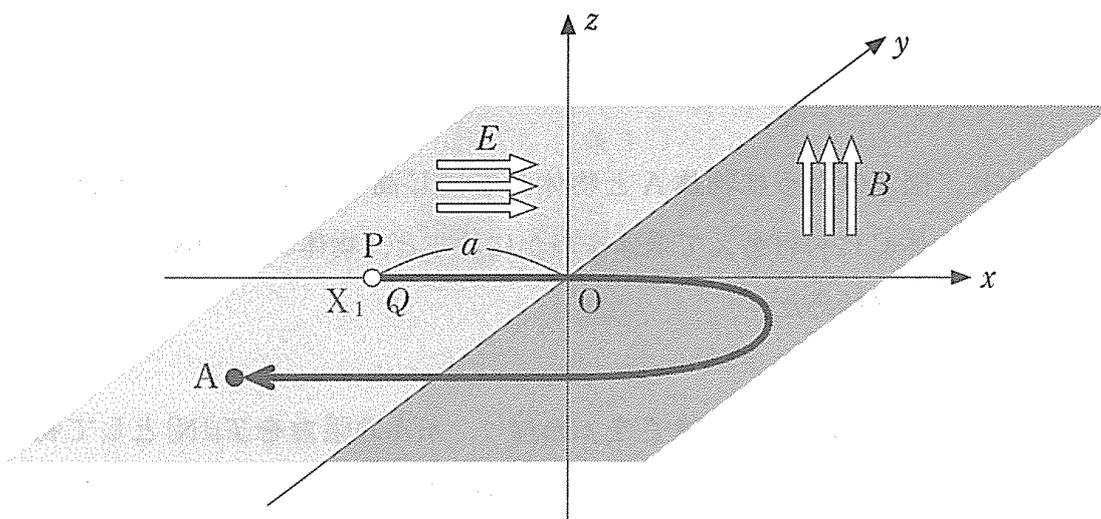
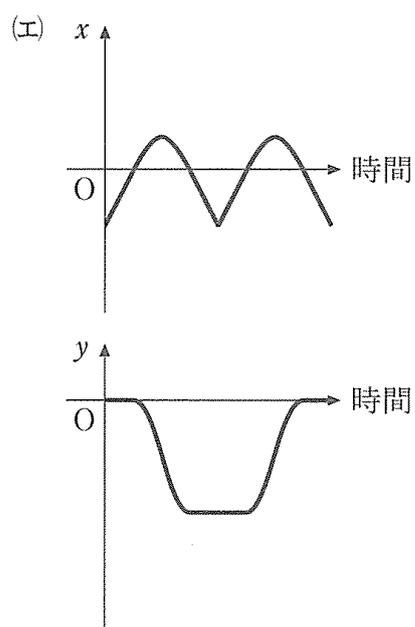
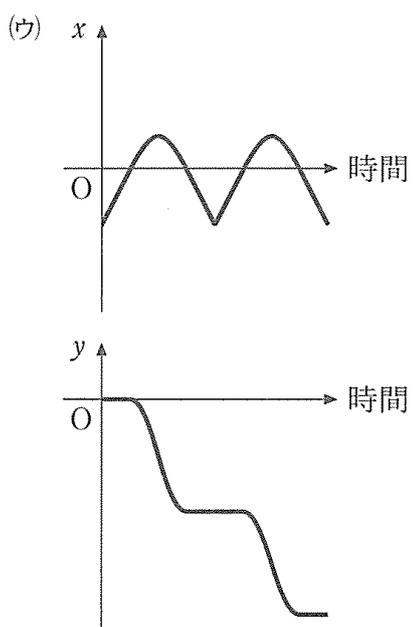
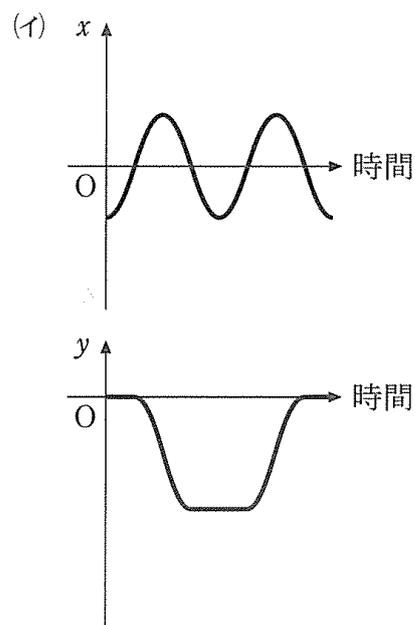
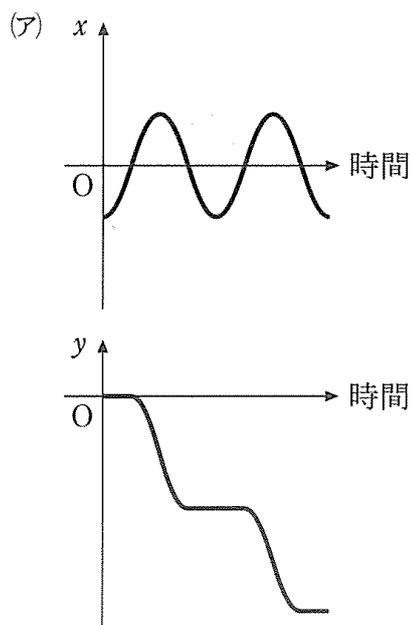


図1

- (1) 点 X_1 において，荷電粒子Pにはたらく静電気力の大きさを m ， Q ， E ， a のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 荷電粒子Pが原点 O にたどり着いたときの荷電粒子Pの速さ v_1 [m/s] を m ， Q ， E ， a のうち必要なものを用いて表せ。
- (3) $x \geq 0$ の領域において，荷電粒子Pにはたらくローレンツ力の大きさを m ， Q ， B ， v_1 ， a のうち必要なものを用いて表せ。
- (4) 点Aの座標を m ， Q ， B ， v_1 ， a のうち必要なものを用いて表せ。

- (5) 荷電粒子 P が点 A にたどり着くまでにかかる時間を m, Q, E, B, a のうち必要なものを用いて表せ。
- (6) 荷電粒子 P は点 A で速度 0 となった後さらに運動を続けた。このとき、点 X_1 を離れてからの荷電粒子 P の x 座標と y 座標の時間変化はどのようになるか。次の(ア)~(エ)の中から選べ。



問 2 図 2 のように、電気量 Q と $-Q$ の点電荷を、それぞれ、原点 O からの距離 a [m] の位置にある点 $Y_1(0, a, 0)$ と点 $Y_2(0, -a, 0)$ に固定する。また、 $x \geq 0$ の領域において、 z 軸の正の向きに一様な磁束密度 B [T] の磁場が存在する場合を考える。

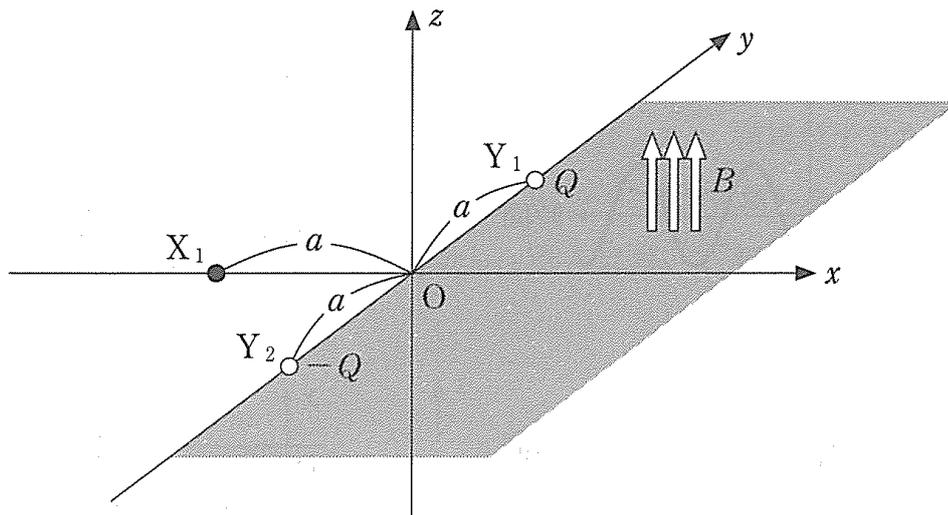
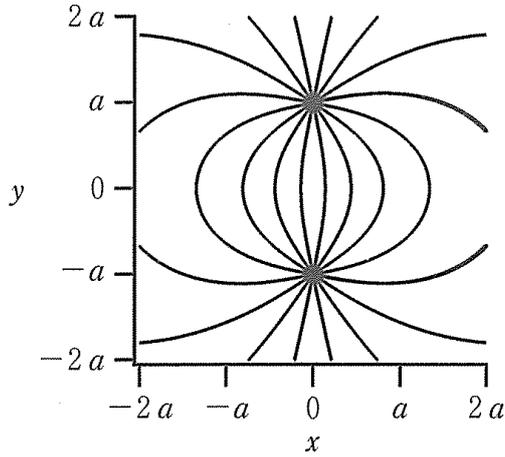


図 2

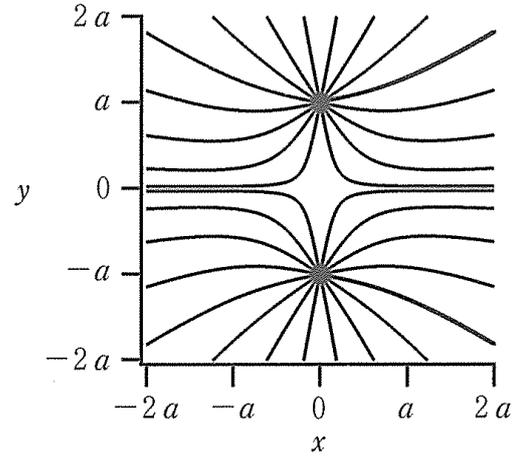
- (7) 固定された 2 つの点電荷が点 $X_1(-a, 0, 0)$ に作る電位を k_0, Q, a のうち必要なものを用いて表せ。ただし、無限遠点における電位を 0 とする。
- (8) 固定された 2 つの点電荷が点 X_1 に作る電場の大きさを k_0, Q, a のうち必要なものを用いて表せ。また、この電場の向きを次の(ア)~(エ)の中から選べ。
- | | |
|-----------------|-----------------|
| (ア) x 軸の正の向き, | (イ) x 軸の負の向き, |
| (ウ) y 軸の正の向き, | (エ) y 軸の負の向き |

(9) xy 平面上で、固定された2つの点電荷が作る等電位線を表した図を次の(ア)~(エ)の中から選べ。

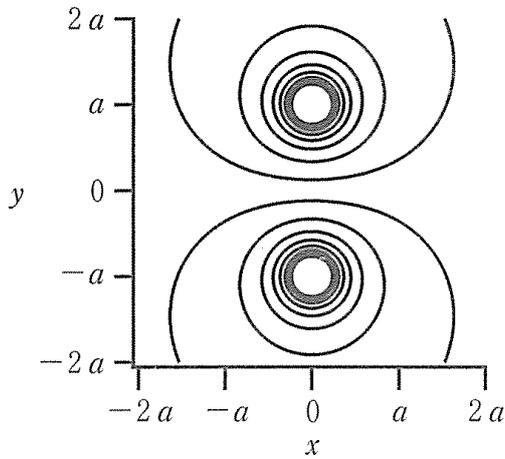
(ア)



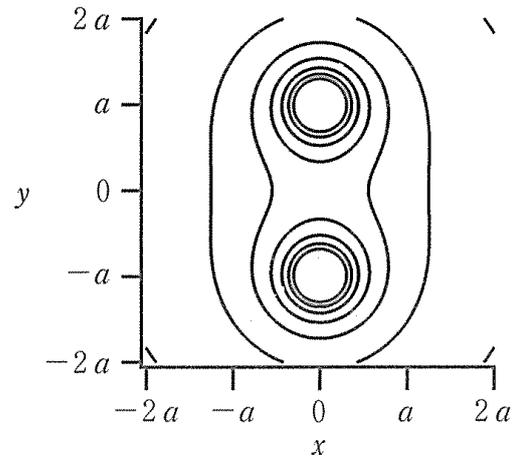
(イ)



(ウ)



(エ)



ここで、図3のように、荷電粒子Pを点 $X_1(-a, 0, 0)$ の位置に静かに置いた。すると荷電粒子Pは2つの点電荷 Q および $-Q$ からの力を受けて運動を始め、図3の太矢印に沿って、原点 O からの距離 b [m]の位置にある点 $Y_3(0, -b, 0)$ を通り、 $x \geq 0$ の領域を運動して、原点 O からの距離 c [m]の位置にある点 $Y_4(0, -c, 0)$ に到達した($c > b > a$)。

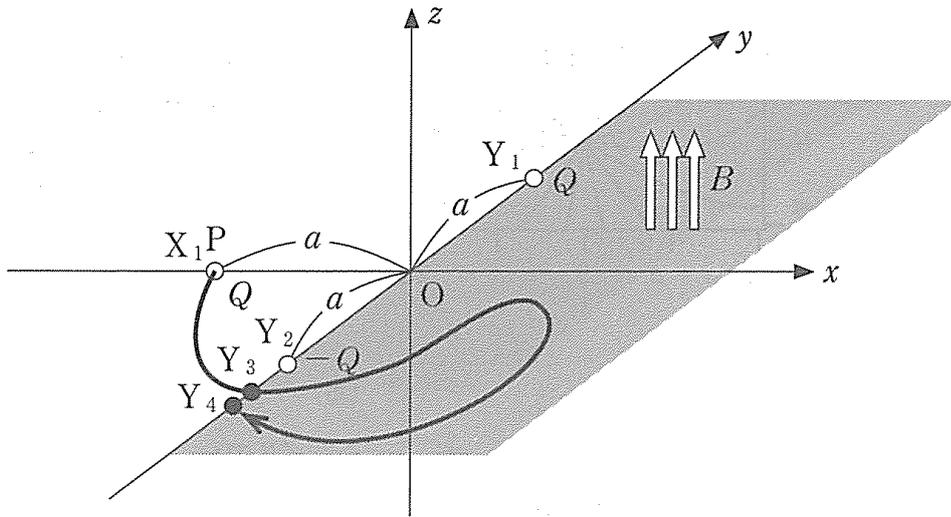


図3

- (10) 点 Y_3 における荷電粒子Pの速さ v_2 [m/s]を k_0, m, Q, a, b のうち必要なものを用いて表せ。
- (11) 点 Y_4 に到達したときの荷電粒子Pの速さは上問(10)で求めた v_2 の何倍になるか、 k_0, Q, B, a, b, c のうち必要なものを用いて表せ。

問 3 図4のように、問2と同じく電気量 Q と $-Q$ の点電荷を、それぞれ、点 $Y_1(0, a, 0)$ と点 $Y_2(0, -a, 0)$ に固定する。また、すべての領域において、 z 軸の正の向きに一様な磁束密度 B [T] の磁場が存在する場合を考える。荷電粒子 P の代わりに、図4のように、長さ a [m] の電荷の蓄えられていない細い導体棒を、点 $X_1(-a, 0, 0)$ を中心として y 軸に平行に静かに置いた。ただし、導体棒の端 C と端 D の y 座標は、それぞれ負と正とする。導体棒の運動の速さは、導体棒内の電荷分布の変化の速さと比較して十分に遅いとする。また、導体棒内の電荷分布の変化にともなう電流が磁場から受ける力や、導体棒内の電気抵抗によるエネルギー損失は無視できるほど小さいとする。

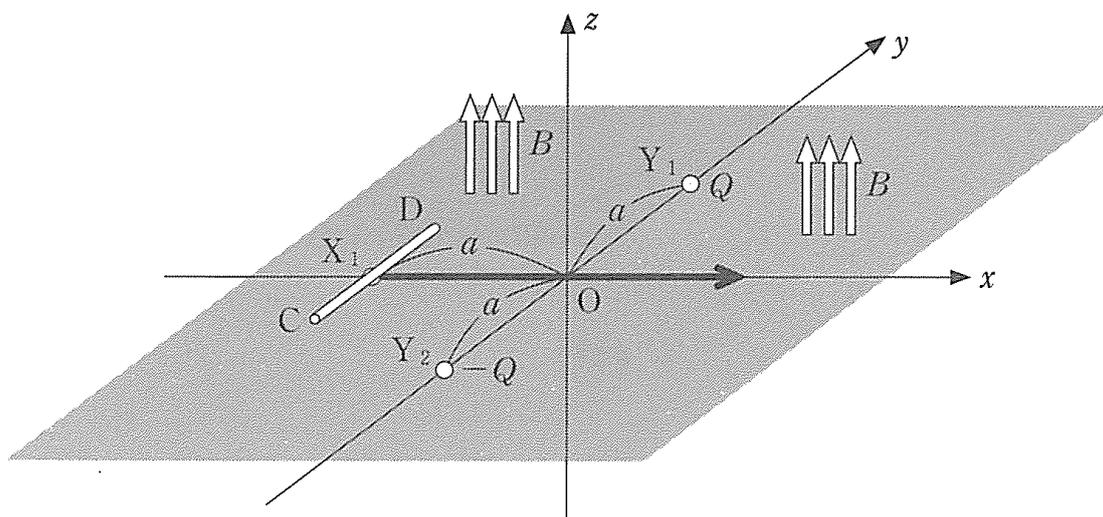


図4

(12) 導体棒の中心が点 X_1 にあるとき、点 X_1 に生じる電場は2つの点電荷 Q および $-Q$ が作る電場と導体棒内に現れる誘導電荷が作る電場が合成されたものである。このうち、誘導電荷が点 X_1 に作る電場の大きさを k_0 , Q , a のうち必要なものを用いて表せ。また、この電場の向きを次の(ア)~(エ)の中から選べ。

- | | |
|-----------------|-----------------|
| (ア) x 軸の正の向き, | (イ) x 軸の負の向き, |
| (ウ) y 軸の正の向き, | (エ) y 軸の負の向き |

(13) 導体棒の中心が点 X_1 にあるときの、端 C に対する端 D の電位を k_0 , Q , a のうち必要なものを用いて表せ。

導体棒は、図4の太矢印のように点電荷に引き寄せられ、 y 軸と平行なまま
で x 軸の正の向きに運動し、原点 O を通過した。

(14) 導体棒が原点 O を通過するときの導体棒の速さが v_3 [m/s]であったとす
る。導体棒が原点 O に到達したときの端 C に対する端 D の電位を k_0 , Q ,
 v_3 , B , a のうち必要なものを用いて表せ。

(15) 磁束密度 B を大きくすると、原点 O における導体棒の速さ v_3 はどのよう
か。次の(ア)~(ウ)の中から選べ。

(ア) 速くなる, (イ) 変わらない, (ウ) 遅くなる

Ⅲ 図1に示すように、片側が閉じたシリンダーに気密性を保ちながら滑らかに動くピストンで物質量 n [mol] の単原子分子理想気体を封入し、シリンダーの底を上、ピストンを下にして、水槽に入れた液体に浮かべた。シリンダーの質量は m [kg] であり、ピストンと気体の質量は無視できる。シリンダーの断面積は S [m²]、液体の密度は ρ [kg/m³]、外気圧は p_0 [Pa]、気体定数は R [J/(mol·K)]、重力加速度の大きさは g [m/s²] とする。シリンダーの軸は常に鉛直方向に保たれており、シリンダーの底と側壁の厚さおよびピストンの厚さは無視できるものとする。また、シリンダー内には気体を加熱または冷却できる熱交換器がついている。シリンダーとピストンは断熱性であり、これらを通じて熱が外部に移動することはないものとする。なお、この気体の断熱変化においては、圧力 p [Pa] と体積 V [m³] の間に、 $pV^{\frac{5}{3}}$ が一定となる関係がある。

はじめ、ピストンは液面から深さ d_1 [m] のところに静止しており、シリンダー内の気体の高さ(シリンダーの底からピストンまでの距離)は h_1 [m] ($h_1 > d_1$) であった。

- (1) シリンダー内の気体の圧力 p_1 [Pa] と温度 T_1 [K] を p_0, h_1, S, m, g, n, R のうち必要なものを用いてそれぞれ表せ。
- (2) シリンダーの質量 m を ρ, S, d_1 を用いて表せ。

つぎに、図2に示すように、シリンダー内の気体を熱交換器で加熱したところ気体は膨張し、シリンダー内の気体の高さは h_2 [m]、気体の温度は T_2 [K] ($T_2 > T_1$) となった。ただし、ピストンの液面からの深さは変わらず d_1 のままであった。

- (3) 気体の圧力 p_2 [Pa] と温度 T_2 [K] を p_0, h_2, S, m, g, n, R のうち必要なものを用いてそれぞれ表せ。
- (4) 気体がした仕事および内部エネルギーの変化はいくらか。 p_2, h_1, h_2, S のうち必要なものを用いてそれぞれ表せ。

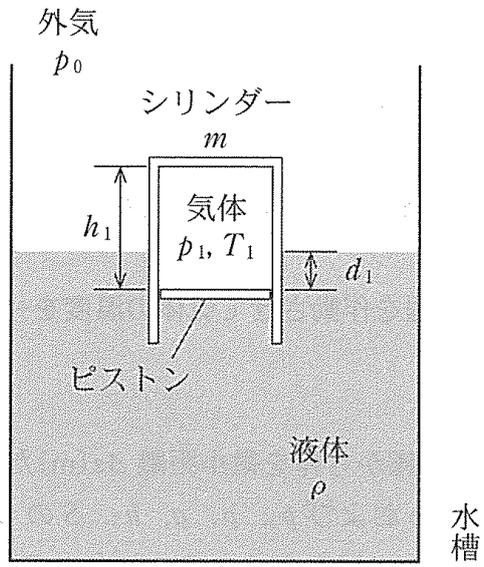


図 1

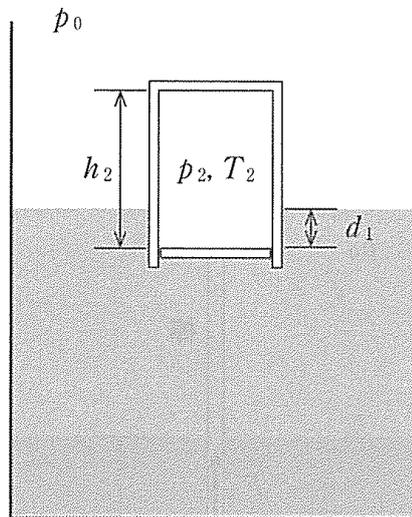


図 2

つづいて、図3に示すようにシリンダーの底に棒を用いて上からゆっくりと下向きに力を加えたところ、シリンダーの底は液面より下となり、ピストンは液面からの深さが d_3 [m] となるまで沈んだ。このとき、棒がシリンダーから受ける力は F_3 [N] であり、シリンダー内の気体の高さは h_3 [m] ($h_3 < d_3$)、圧力は p_3 [Pa]、温度は T_3 [K] となった。

- (5) 気体の圧力 p_3 と力 F_3 を p_0 , ρ , g , d_3 , h_3 , m , S のうち必要なものを用いてそれぞれ表せ。
- (6) 温度 T_3 を p_2 , h_2 , h_3 , S , n , R のうち必要なものを用いて表せ。

図3の状態から、熱交換器を作動させて気体の温度を一定に保ちながら棒をゆっくりと上昇させていく。

- (7) ピストンの深さ d_3 の状態から棒を微小距離 Δz [m] だけ上昇させたとき、棒にはたらく力の変化を、 Δz および p_3 , ρ , g , h_3 , S のうち必要なものを用いて表せ。状態方程式とピストンにはたらく力のつり合いの関係式に2次の微小量(距離 Δz , 圧力の微小変化, 気体の高さの微小変化などの微小量どうしの積に比例する項)を無視する近似を用い、答を Δz の1次式で表すこと。
- (8) 上問(7)の間に気体が熱交換器から受け取る熱量を、 Δz および p_3 , ρ , g , h_3 , S のうち必要なものを用いて表せ。ただし、気体が熱を奪われる場合は負の熱量を受け取るとする。上問(7)と同じく答を Δz の1次式で表すこと。

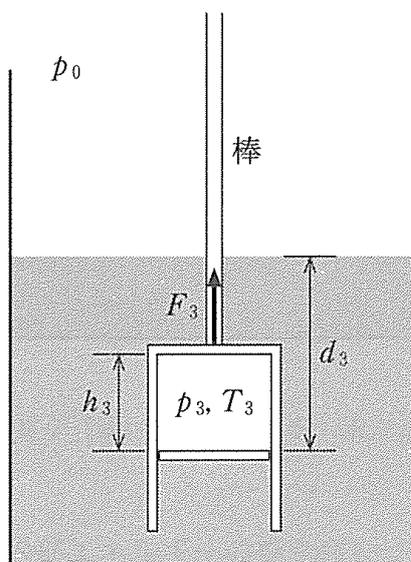


図3

化 学

注 意 問題はⅠ，Ⅱ，Ⅲの3題である。解答に単位が必要なものには単位をつけて記すこと。また，問題文中の体積の単位記号Lは，リットルを表す。

Ⅰ 次の文章AとBを読み，以下の問1～問7に答えよ。問1～問3と問6は解答に至る導出過程も記すこと。必要であれば，以下の値を用いよ。

原子量 H : 1.0 C : 12 O : 16

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

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K)

25 °C でのオクタン(液体)の密度 0.70 kg/L

25 °C での水の密度 1.0 kg/L

A 水素はその使用時に二酸化炭素を排出しないクリーンエネルギーとして注目されている。使用時だけでなく，太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーと水を使うことで，水素を製造する時にも二酸化炭素を排出しない水素をグリーン水素と呼び，脱炭素時代の新たなエネルギー源や化学工業製品の合成原料として期待されている。グリーン水素を製造する方法として，図1に示した太陽光を利用した光触媒反応による水の分解がある。水で満たされた反応容器内の光触媒に太陽光が当たると，光触媒上で水の分解反応が進行する。反応容器の上部に設けた出口からは，分解反応により生成した水素と酸素の他に，飽和蒸気圧分に相当する水蒸気を含む混合ガスが速やかに出てくる。この混合ガスから凝縮や乾燥などの操作によって水蒸気を除去し，さらに水素と酸素を分離できる膜などを用いて，高純度の水素を製造することができる。このようにして，グリーン水素をエネルギー源や化学工業製品の合成原料として利用できる。例えば，グリーン水素と大気中から直接回収した二酸化炭素を，ある温度で触媒を使い反応させることで，液体燃料である炭化水素^(a)を合成する研究がなされている。この反応では，副生成物として水蒸気が生成するため，炭化水素の利用には，水蒸気あるいは水の分離が必要である。

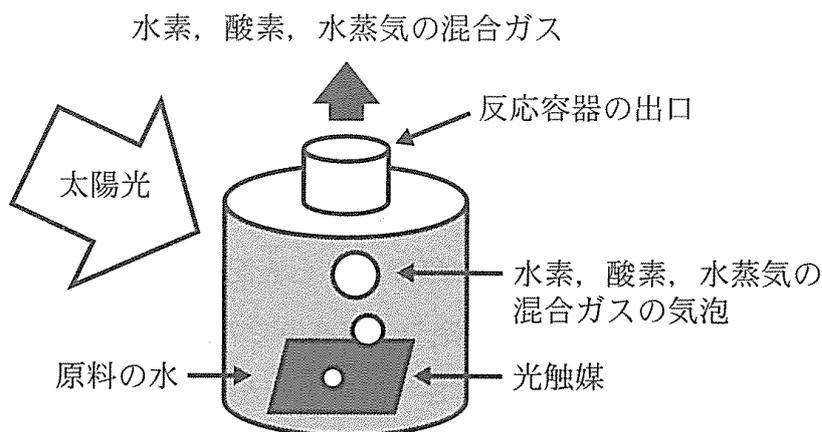


図1 光触媒を用いた水の分解反応による水素と酸素の生成

問1 反応容器出口から出てきた水素，酸素，水蒸気の混合ガスを，中身が空のガス捕集袋に回収した。33℃において，ガス捕集袋内の全圧は 1.01×10^5 Paであり，そのうち水蒸気分圧は 0.050×10^5 Paであった。水の分解反応は $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ に従うものとして，ガス捕集袋内の水素分圧(Pa)を求め，3桁目を四捨五入して有効数字2桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。ただし，水はすべて水蒸気として存在し，気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。また，ガス捕集袋からの漏れや，水素と酸素の反応などによる損失はないものとする。

問2 問1のガス捕集袋内の混合ガスを凝縮装置により，水蒸気をすべて取り除くと，9.0 gの水が回収できた。ガス捕集袋内に存在した水素の体積(L)を0℃， 1.01×10^5 Paにおける値に換算して求め，3桁目を四捨五入して有効数字2桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。ただし，水蒸気を取り除く過程で水素，酸素，水(水蒸気を含む)の損失はないものとする。また，回収できた水への水素と酸素の溶解量は極めて少なく，無視できるものとする。

問3 下線部(a)について，水素と二酸化炭素からオクタン(気体)と水蒸気を合成した。生成したオクタン(気体)と水蒸気を凝縮装置により，すべて液体として回収した。回収した水の体積(L)は，25℃において，回収したオクタン(液体)1.0 Lに対して何倍になるかを求め，3桁目を四捨五入して有効数字2桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。ただし，凝縮操作においてオクタンと水の損失はなく，オクタン(液体)と水は混ざらないものとする。

B 凝縮という現象は、混合ガス中に含まれる水蒸気などの凝縮性の物質を回収する方法としても利用されている。エチレングリコール水溶液は不凍液として知られ、凝縮操作の冷媒として用いられている。これは、エチレングリコール水溶液の が純水の よりも低くなる 現象を利用している。純溶媒と溶液との の差を 度(以降、 Δt と表記する)という。

現象は溶質の分子量の測定や、溶液中での溶質の状態を知る方法としても利用できる。非電解質 B を純溶媒 S へ溶解させた希薄溶液の Δt の値を測定したところ、 Δt_1 (K)であった。 Δt_1 は、希薄溶液の質量モル濃度 m (mol/kg) と、純溶媒 S のモル K_f (K·kg/mol) を用いて、 $\Delta t_1 =$ と表せる。 m は、非電解質 B の分子量 M (g/mol) と、希薄溶液の作製に使用した非電解質 B の質量 x (g)、純溶媒 S の質量 W (kg) を用いて、 $m =$ と表せる。以上より、非電解質 B の分子量 M は、 Δt_1 と K_f 、 x 、 W を用いて、 $M =$ と計算できる。

一方、希薄な CaCl_2 水溶液中では、すべての CaCl_2 が Ca^{2+} と Cl^- に電離する。このため、希薄な CaCl_2 水溶液の Δt の値は、同濃度の非電解質水溶液の Δt の値の 倍になる。

問 4 文中の空欄 と に当てはまる適切な語を記せ。

問 5 文中の空欄 ~ に当てはまる適切な数式あるいは整数を記せ。

問 6 純粋な物質 C 0.055 g をシクロヘキサン 0.015 kg に溶解させた溶液の Δt の値は 0.30 K であった。これらの値を用いて、シクロヘキサン中での物質 C の分子量 (g/mol) を求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。ただし、シクロヘキサンの K_f を 20 K·kg/mol とする。

問 7 別の分析方法により純物質 C は安息香酸と確認できた。問 6 で計算された安息香酸の分子量は、安息香酸の分子式から計算される分子量と異なる。異なる分子量が計算された理由を 1 行で記せ。

Ⅱ 次の文章AとBを読み、以下の問1～問6に答えよ。問4(2)と問6(2)は解答に至る導出過程も記すこと。必要であれば、以下の値を用いよ。

原子量 H : 1.0 C : 12 O : 16 Al : 27 Fe : 56

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

A アルミニウム、亜鉛、スズ、鉛は、酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応する^①。このような性質を持つ元素を という。このうちアルミニウムの単体は軽くて柔らかい金属であり、アルミニウム箔や鍋などに利用されている。アルミニウムに銅やマグネシウムなどを添加した合金である は軽くて強いため、航空機の機体などの材料に利用されている。

単体のアルミニウムは工業的には以下の方法で製造される。主成分として $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 、他の成分として Fe_2O_3 などを含む鉱石を という。この鉱石を粉砕し、濃い水酸化ナトリウム水溶液に加えて反応させ、これをろ過する^②。このろ液を水で希釈すると沈殿物が得られる。この沈殿物を高温で加熱すると、酸化アルミニウムが得られる。約 1000°C の高温で融解させた氷晶石に酸化アルミニウムを加えて溶かした後、炭素電極を使用して電気分解することで単体のアルミニウムを得る^③。このように、酸化物などを加熱・融解して、水を含まない状態で電気分解して金属の単体を得る操作を という。

問 1 文中の空欄 ～ に当てはまる適切な語を記せ。

問 2 下線部①について、単体のアルミニウムは下記の各水溶液と反応して溶解する。それぞれの化学反応式を記せ。

- (1) 塩酸
- (2) 水酸化ナトリウム水溶液

問 3 下線部②を行う理由を2行以内で記せ。

問 4 下線部③に関する以下の問いに答えよ。

- (1) アルミニウムの単体を得るとき、水を含まない状態で電気分解を行う理由を 2 行以内で記せ。
- (2) 陽極側では CO 14 kg と CO₂ 66 kg のみが発生したとする。このとき陰極側で生成するアルミニウムの単体の質量を求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。ただし、酸化アルミニウムに含まれるすべての酸素は陽極の炭素の酸化に使用されたものとする。解答に至る導出過程も記すこと。

B 金属結晶の多くは体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造のいずれかの構造をとる。結晶中の原子を剛体球とみなし、最も近い原子は互いに接しているものとして、以下の問いに答えよ。

問 5 単体金属結晶の体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造について、それぞれの配位数を記せ。

問 6 鉄に関する以下の問いに答えよ。

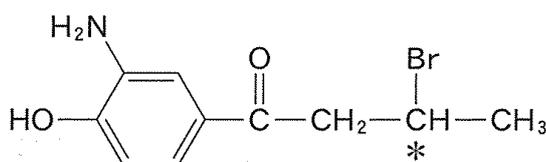
- (1) 鉄は体心立方格子と面心立方格子の構造をとる。原子半径を R とし、 R を用いてそれぞれの構造の単位格子一辺の長さを記せ。
- (2) 面心立方格子の構造をとるときの密度が 8.6 g/cm^3 のとき、体心立方格子の構造をとるときの密度を求め、3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。ただし、面心立方格子と体心立方格子において、鉄原子の半径は同じとする。また、 $\sqrt{2}$ は 1.41、 $\sqrt{3}$ は 1.73 とする。解答に至る導出過程も記すこと。

Ⅲ A, B共に全員が解答すること。

A 次の文章を読み、以下の問1～問7に答えよ。構造式は例にならって記すこと。
不斉炭素原子が存在するものに関しては、不斉炭素原子の上または下に * をつけて記すこと。必要であれば、以下の値を用いよ。

原子量 H : 1.0 C : 12 O : 16 I : 127

[例]



炭化水素の水素原子をヒドロキシ基で置き換えた構造をもつ化合物をアルコールという。分子式 $C_4H_{10}O$ の化合物には、アルコールとして4種類の構造異性体が存在し、互いに沸点などの性質が異なる。例えば、1-ブタノールの沸点は、2-メチル-2-プロパノールの沸点よりも い。分子式 $C_5H_{12}O$ の化合物には、アルコールとして8種類の構造異性体が存在し、そのうち 種類は不斉炭素原子をもつ。また、分子式 $C_6H_{14}O$ の化合物には、アルコールとして 種類の構造異性体が存在し、そのうち 種類は第1級アルコールである。アルコールの構造異性体にはエーテルも存在するが、エーテルの反応性はアルコールと大きく異なる。⁽¹⁾ 複数のヒドロキシ基をもつアルコールを多価アルコールといい、グリセリンは 価アルコールに分類される。グリセリンのヒドロキシ基と脂肪酸の 基が縮合した構造をもつエステルを油脂という。油脂の性質は、構成する脂肪酸の構造と関係があり、脂肪酸の炭素数が多いほど油脂の融点は高くなる。また、炭素数が同じ場合、不飽和脂肪酸が多く含まれるほど油脂の融点は低くなる。不飽和脂肪酸を含む油脂では、C=C二重結合に水素やハロゲンが付加する。⁽²⁾ 不飽和脂肪酸で構成される液体の油脂に水素を付加させて得られる固体の油脂を といい、セッケンやマーガリンの原料として使われている。

問 1 文中の空欄 ~ に当てはまる適切な語を記せ。

問 2 文中の空欄 ~ に当てはまる適切な数値を記せ。

問 3 化合物 A, B, C は、分子式 $C_6H_{14}O$ のアルコールである。A は不斉炭素原子を二つもつ。B はヨードホルム反応を示し、脱水反応によって 1 種類のアルケンを与える。C は第 2 級アルコールであり、ヨードホルム反応を示さず、脱水反応によってシス-トランス異性体を含め 3 種類のアルケンを与える。A, B, C の構造式を例にならって記せ。不斉炭素原子が存在するものに関しては、不斉炭素原子の上または下に * をつけて記すこと。

問 4 化合物 D は分子式 C_4H_8O のエーテルであり、二重結合と不斉炭素原子をもたない。D に可能なすべての構造式を例にならって記せ。

問 5 下線部(1)に関して、反応性の違いを利用してアルコールとエーテルを識別する方法を 2 行以内で記せ。ただし、気体の発生を伴う化学反応を利用すること。

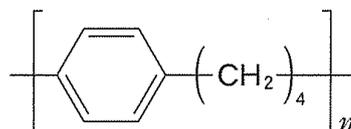
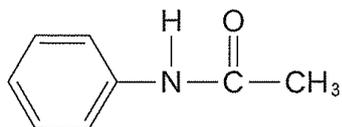
問 6 化合物 E は、分子式 $C_{18}H_{32}O_2$ の脂肪酸であり、 $C=C$ 二重結合をもち、環構造はもたない。化合物 F は、グリセリンと脂肪酸 E のみから構成されている油脂である。F の分子量を求め、整数で答えよ。解答に至る導出過程も記すこと。

問 7 下線部(2)に関して、3951 g の油脂 F を完全に反応させるのに必要なヨウ素の質量 (g) を求め、整数で答えよ。その際、1 分子の脂肪酸 E がもつ $C=C$ 二重結合の数を明記し、解答に至る導出過程も記すこと。

B 以下の問 1 ~ 問 4 に答えよ。構造式は例にならって記せ。必要であれば、以下の値を用いよ。

原子量 H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16

[例]



問 1 次の合成高分子化合物 A ~ C を合成するために必要なすべての単量体の構造を示せ。

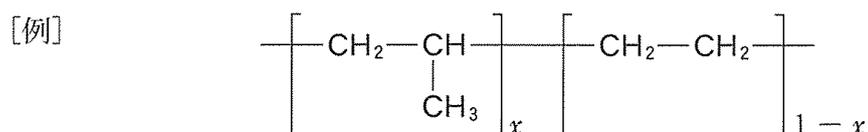
A : フェノール樹脂

B : ナイロン 6

C : ポリビニルアルコール

問 2 ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の炭素数はそれぞれ 6 個ずつであり、それらの縮合重合によりナイロン 66 が合成される。ヘキサメチレンジアミンと炭素数 10 個の直鎖状ジカルボン酸であるセバシン酸から合成されるナイロン 610 と、炭素数 10 個の直鎖状ジアミンである 1,10-デカンジアミンとテレフタル酸から合成されるナイロン 10T の構造をそれぞれ記せ。また、平均分子量 9.9×10^4 のナイロン 610 には 1 分子中に平均何個のアミド結合があるか有効数字 2 桁で答えよ。末端基構造は考慮しなくてよい。

問 3 メタクリル酸メチルとアクリロニトリルとを共重合させた高分子の元素分析を行ったところ、Cの質量とNの質量の比は9：1となった。共重合体中のアクリロニトリルの割合 x ($0 < x < 1$) を求め、3桁目を四捨五入して有効数字2桁で記せ。末端基構造は考慮しなくてよい。解答に至る導出過程も記すこと。また、共重合体の構造式を例にならって記せ。



問 4 次の(あ)~(え)の文章の下線部の正誤を答えよ。誤っている場合には、例にならって誤りを指摘し訂正せよ。

(例題) エチレンの重合反応からポリスチレンが得られる。

(解答例) 誤：エチレンの重合反応からポリエチレンが得られる。

- (あ) 高分子化合物の中に結晶構造が多いと、その高分子化合物は硬く高密度で透明になる。
- (い) 高分子化合物の中に結晶構造がない場合、加熱時に明確な融点を示す場合が多い。
- (う) ポリエチレン(PE)やポリメタクリル酸メチル(PMMA)は熱可塑性樹脂であるが、ポリスチレン(PS)やポリエチレンテレフタレート(PET)はベンゼン環を持つため熱硬化性樹脂に分類される。
- (え) タンパク質の α -ヘリックス構造や β -シート構造はヒドロキシ基の水素結合により形成される。