

## 令和7年度入学者選抜学力検査問題

# 理 科

物 理 1 ページ～19 ページ

化 学 20 ページ～31 ページ

生 物 32 ページ～53 ページ

### 注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄に受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ記入しなさい。その他の欄に記入してはいけません。
3. 選択科目は、届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、学部・学科等で異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は、持ち帰りなさい。
8. 落丁、乱丁または印刷不備があったら申し出なさい。



# 物 理

- 注意 1. 志望する学部・学科等により、表に示す番号の問題を解答すること。  
2. 解答は、問題文中に特に指示がない限り、結果のみを解答用紙の所定の欄に記入すること。

| 志 望 す る 学 部 ・ 学 科 等 |                                                                      | 解 答 す る 問 題 番 号 |   |   |   |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------|---|---|---|
| 国際教養学部              | 志望者のうち物理を選択する者                                                       | 1               | 3 | 5 | 6 |
| 教育学部                | 志望者のうち物理を選択する者                                                       | 1               | 3 | 5 |   |
| 理学部                 | 数学・情報数理学科，化学科，生物学科，地球科学科志望者のうち物理を選択する者                               | 1               | 3 | 5 |   |
| 理学部                 | 物理学科                                                                 | 2               | 4 | 5 | 6 |
| 工学部                 | 総合工学科(都市工学コース，デザインコース，物質科学コース，共生応用化学コース)                             | 1               | 3 | 5 |   |
| 工学部                 | 総合工学科(建築学コース，機械工学コース，医工学コース，電気電子工学コース)                               | 2               | 4 | 6 |   |
| 情報・データサイエンス学部       |                                                                      | 2               | 4 | 6 |   |
| 園芸学部                | 志望者のうち物理を選択する者                                                       | 1               | 3 | 5 |   |
| 医学部                 | 志望者のうち物理を選択する者                                                       | 2               | 4 | 6 |   |
| 薬学部                 | 志望者のうち物理を選択する者                                                       | 2               | 4 | 6 |   |
| 看護学部                | 志望者のうち物理を選択する者                                                       | 1               | 3 | 5 |   |
| 先進科学プログラム(方式Ⅱ)      | 物理学関連分野                                                              | 2               | 4 | 5 | 6 |
| 先進科学プログラム(方式Ⅱ)      | 工学関連分野(都市工学コース，物質科学コース，共生応用化学コース)志望者，および化学関連分野，生物学関連分野志望者のうち物理を選択する者 | 1               | 3 | 5 |   |
| 先進科学プログラム(方式Ⅱ)      | 工学関連分野(建築学コース，機械工学コース，医工学コース，電気電子工学コース)，および情報・データサイエンス関連分野           | 2               | 4 | 6 |   |
| 先進科学プログラム(総合型選抜)    |                                                                      | 1               | 3 | 5 |   |

1 質量  $m$  の小球 A と質量  $M$  の小球 B がある。小球 B は床面にある原点 O の鉛直上方の点 P から長さ  $\ell$  の軽い糸でつるされており、小球 B の最下点の位置を点 Q とする。原点 O、点 P、点 Q は同一直線上にあり、 $OQ = h$ 、 $PQ = \ell$  である。原点 O から水平方向右向きに  $x$  軸、鉛直上向きに  $y$  軸をとる。ここで、小球 A、B の運動は  $xy$  平面内で起こるものとする。また、糸が鉛直方向となす角を  $\theta$  を用いて表す。ただし、角度  $\theta$  は反時計回りを正とし、ラジアンで表すとする。空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

以下の問いに答えなさい。ただし、 $|\theta|$  は十分小さく、小球 B の運動は単振動とみなしてよい。また、角度  $\theta$  の位置での小球 B がもつ位置エネルギーは点 Q を基準として  $\frac{1}{2} Mgl\theta^2$  としてよい。

はじめに、図 1 のように小球 A を原点 O から初速度  $v_0$  で鉛直上方に投げ上げると同時に、小球 B を  $\theta = -\theta_1$  (ただし  $\theta_1 > 0$ ) の位置で静かに手をはなした。小球 A は点 Q で速度が 0 となった。

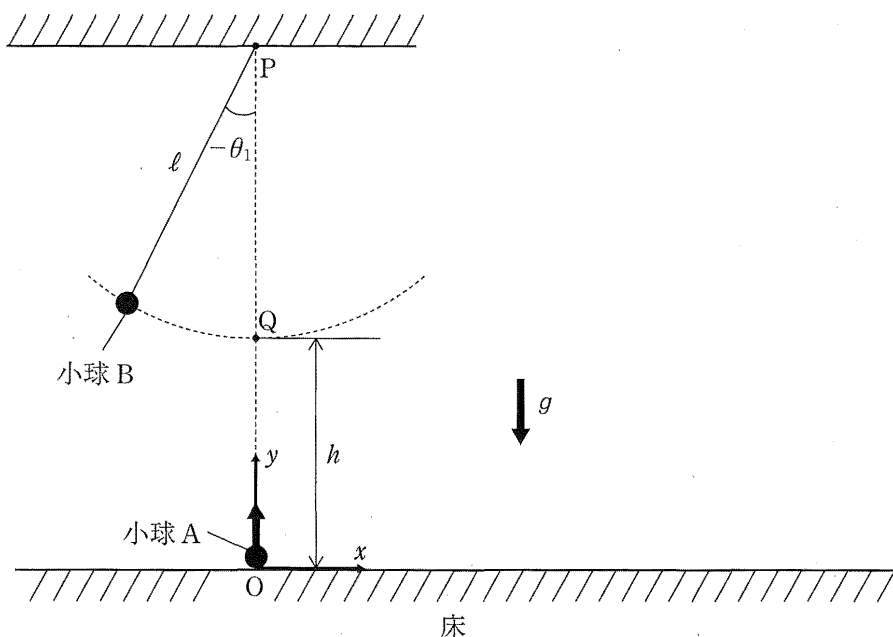


図 1

問 1 小球 A の初速度  $v_0$  を,  $h$ ,  $g$  を用いて表しなさい。

問 2 小球 A が投げ上げられてから点 Q に到達するまでの時間を,  $h$ ,  $g$  を用いて表しなさい。

問 3 小球 B が点 Q に到達したときの速度の  $x$  成分を,  $\ell$ ,  $\theta_1$ ,  $g$  を用いて表しなさい。

次に, 図 2 のように小球 B がはじめて点 Q に到達したとき, 小球 A に左から衝突した。なお, 小球 A, B の衝突は  $x$  軸方向の直線上の衝突とみなしてよい。衝突後, 小球 B は再び小球 A と衝突することはない,  $\theta = \theta_2$  の位置まで到達した。

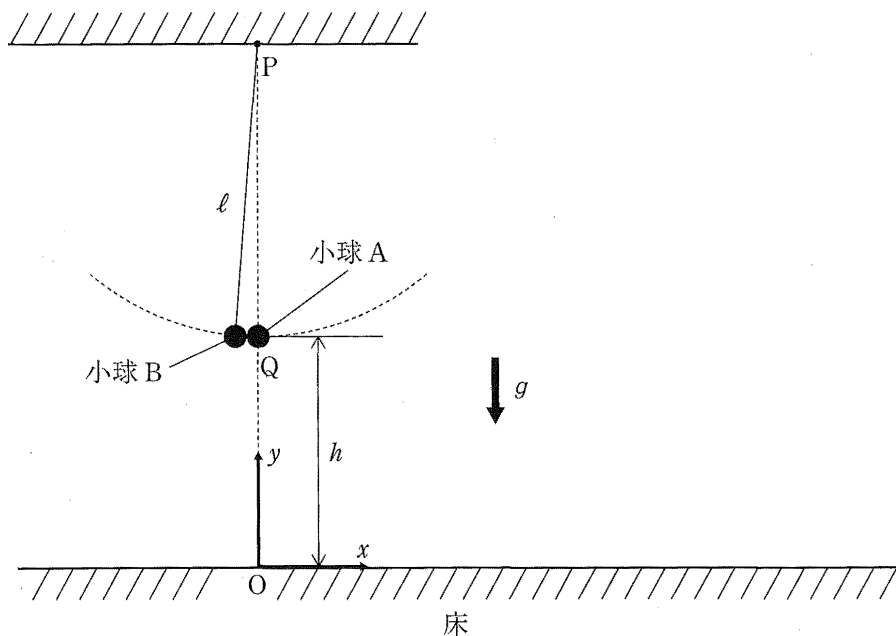


図 2

問 4 糸の長さ  $\ell$  を,  $h$  を用いて表しなさい。

問 5 衝突直後における小球 B の速度の  $x$  成分を,  $\ell$ ,  $\theta_2$ ,  $g$  を用いて表しなさい。

問 6 衝突直後における小球 A の速度の  $x$  成分を,  $M$ ,  $m$ ,  $\ell$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $g$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 7 小球 A, B 間の反発係数  $e$  を,  $M$ ,  $m$ ,  $\ell$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $g$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 8 小球 A と小球 B の質量が  $m$  で等しいとき, 衝突によって失われた力学的エネルギーを,  $m$ ,  $\ell$ ,  $\theta_1$ ,  $e$ ,  $g$  を用いて表しなさい。



2 質量  $m$  の小球 A と質量  $M$  の小球 B がある。小球 B は床面にある原点 O の鉛直上方の点 P から長さ  $\ell$  の軽い糸でつるされており、小球 B の最下点の位置を点 Q とする。原点 O、点 P、点 Q は同一直線上にあり、 $OQ = h$ 、 $PQ = \ell$  である。原点 O から水平方向右向きに  $x$  軸、鉛直上向きに  $y$  軸をとる。ここで、小球 A、B の運動は  $xy$  平面内で起こるものとする。また、糸が鉛直方向となす角を  $\theta$  を用いて表す。ただし、角度  $\theta$  は反時計回りを正とし、ラジアンで表すとする。空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

以下の問いに答えなさい。ただし、 $|\theta|$  は十分小さく、小球 B の運動は単振動とみなしてよい。また、角度  $\theta$  の位置での小球 B がもつ位置エネルギーは点 Q を基準として  $\frac{1}{2} Mgl\theta^2$  としてよい。

はじめに、図 1 のように小球 A を原点 O から初速度  $v_0$  で鉛直上方に投げ上げると同時に、小球 B を  $\theta = -\theta_1$  (ただし  $\theta_1 > 0$ ) の位置で静かに手をはなした。小球 A は点 Q で速度が 0 となった。

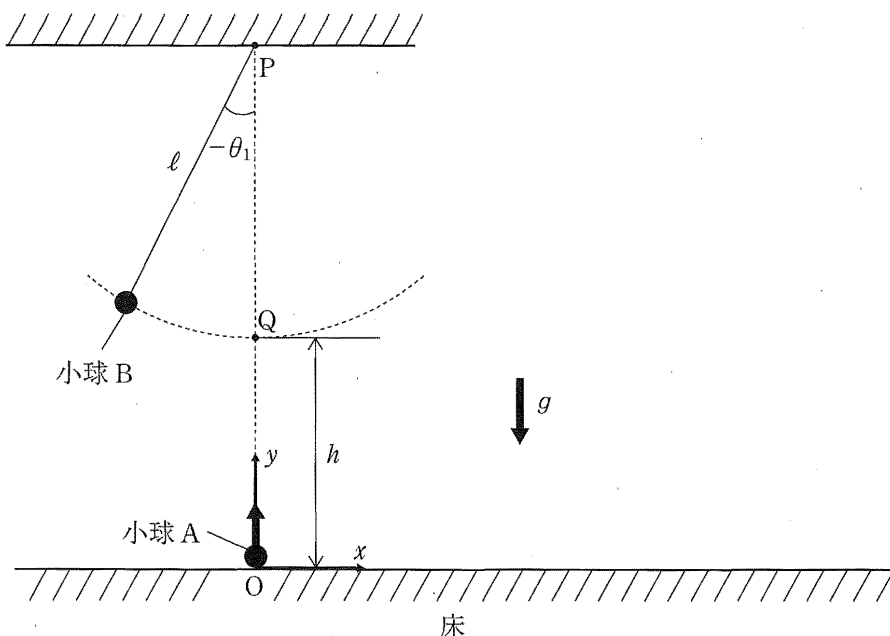


図 1

問 1 小球 A の初速度  $v_0$  を,  $h, g$  を用いて表しなさい。

問 2 小球 A が投げ上げられてから点 Q に到達するまでの時間を,  $h, g$  を用いて表しなさい。

問 3 小球 B が点 Q に到達したときの速度の  $x$  成分を,  $\ell, \theta_1, g$  を用いて表しなさい。

次に, 図 2 のように小球 B がはじめて点 Q に到達したとき, 小球 A に左から衝突した。なお, 小球 A, B の衝突は  $x$  軸方向の直線上の衝突とみなしてよい。衝突後, 小球 B は再び小球 A と衝突することはない,  $\theta = \theta_2$  の位置まで到達した。

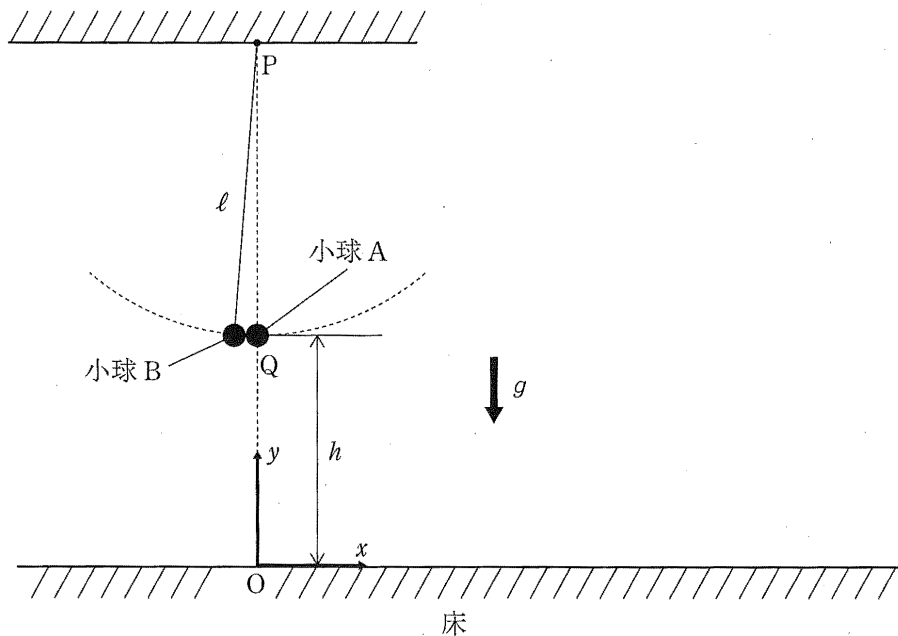


図 2

問 4 糸の長さ  $\ell$  を,  $h$  を用いて表しなさい。

問 5 衝突直後における小球 B の速度の  $x$  成分を,  $\ell$ ,  $\theta_2$ ,  $g$  を用いて表しなさい。

問 6 衝突直後における小球 A の速度の  $x$  成分を,  $M$ ,  $m$ ,  $\ell$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $g$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 7 小球 A, B 間の反発係数  $e$  を,  $M$ ,  $m$ ,  $\ell$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $g$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

衝突後、図3のように小球Aはなめらかな床面で1回はねかえた。

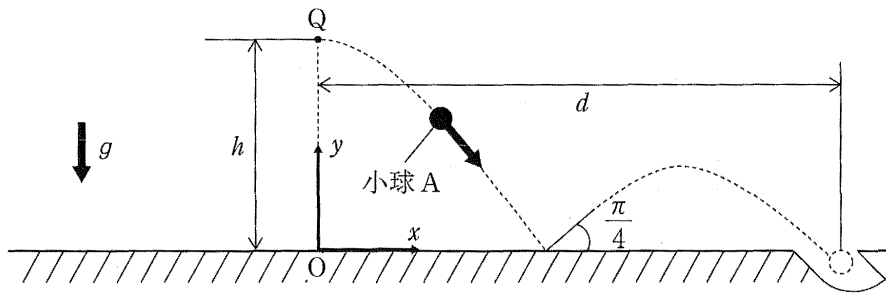


図3

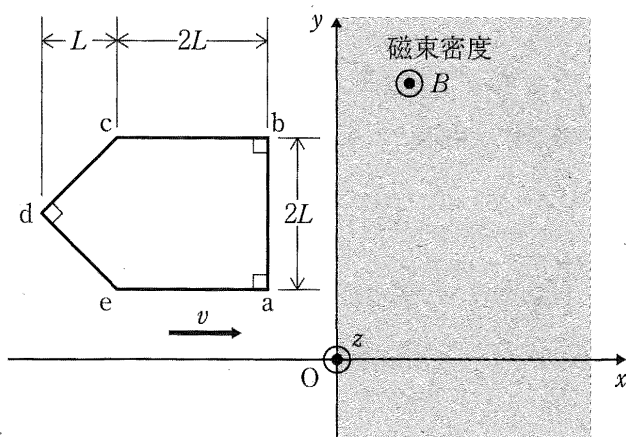
問8 小球Aが点Qで小球Bと衝突してから床面ではねかえるまでの時間と、はねかえた点の $x$ 座標を、 $h$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $e$ ,  $g$ のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問9 床面からはねかえた直後、小球Aの速度の方向と $x$ 軸のなす角度は $\frac{\pi}{4}$ であった。このときの小球Aと床の反発係数 $e'$ を、 $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $e$ を用いて表しなさい。

問10 床面からはねかえた後、小球Aが到達する最高点の $y$ 座標を、 $h$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $e$ を用いて表しなさい。

問11 その後、小球Aは床面に接触することなく原点Oから距離 $d$ にある穴に入った。この条件を満たす $h$ を、 $d$ ,  $e'$ を用いて表しなさい。

- 3 図のように、紙面に垂直に裏から表の向き(+ $z$ 方向)に磁束密度  $B$  の一様な磁場が、 $x$  座標が 0 から正の領域にだけ加えられている。そこに五角形の 1 回巻きのコイル abcde を  $xy$  平面と平行に、 $x$  軸の正の向きに一定の速さ  $v$  で移動させる。五角形コイルは正方形と直角二等辺三角形を合わせた形をしており、 $y$  軸に平行で長さ  $2L$  の辺  $ab$  が  $y$  軸を通過する瞬間を時刻  $t = 0$  とする。コイルの抵抗は  $R$  とし、導線の太さとコイルの自己インダクタンスは無視できるものとして、以下の問いに答えなさい。ただし、解答に用いる物理量を表す記号は、問題文中に与えられているもののみとする。



図

まず、時刻が  $0 < t \leq \frac{2L}{v}$  の範囲にある場合について考える。

- 問 1 時刻  $t$  において、コイルを貫く磁束を求めなさい。
- 問 2 コイルに生じる誘導起電力とコイルに流れる電流を求めなさい。ただし、abcde の向きを正とする。
- 問 3 コイルを一定の速さ  $v$  で移動させるために外から加えている力の  $x$  成分を求めなさい。

問 4 コイルの辺  $ab$  が  $x = 0$  から  $x = 2L$  に到達するまでに、コイルに発生したジュール熱を求めなさい。

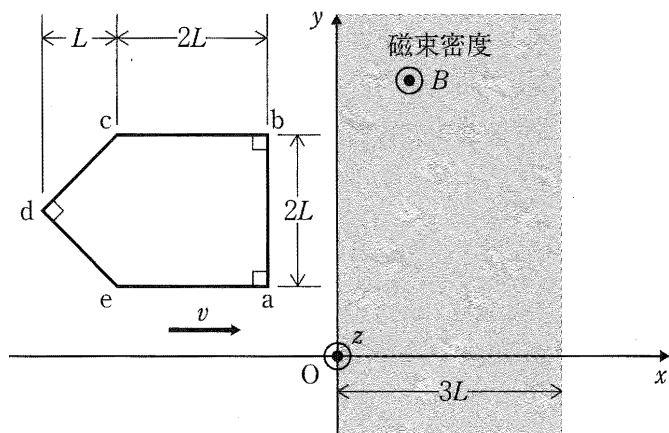
次に、時刻が  $\frac{2L}{v} < t < \frac{3L}{v}$  の範囲にある場合について考える。

問 5 時刻  $t$  において、コイルを貫く磁束を求めなさい。

問 6 時刻  $t$  から時間  $\Delta t$  だけ経過したときの磁束の変化量を求めなさい。ただし、 $t + \Delta t < \frac{3L}{v}$  とする。

問 7 問 6 において、 $\Delta t$  に比べて  $(\Delta t)^2$  は十分小さく無視できるものとし、時刻  $t$  のときにコイルに生じる誘導起電力を求めなさい。ただし、 $abcde$  の向きを正とする。

- 4 図のように、紙面に垂直に裏から表の向き(+ $z$ 方向)に磁束密度  $B$  の一様な磁場が、 $x$  座標が  $0$  から  $3L$  の領域にだけ加えられている。そこに五角形の1回巻きのコイル abcde を  $xy$  平面と平行に、 $x$  軸の正の向きに一定の速さ  $v$  で移動させる。五角形コイルは正方形と直角二等辺三角形を合わせた形をしており、 $y$  軸に平行で長さ  $2L$  の辺  $ab$  が  $y$  軸を通過する瞬間を時刻  $t = 0$  とする。コイルの抵抗は  $R$  とし、導線の太さとコイルの自己インダクタンスは無視できるものとして、以下の問いに答えなさい。ただし、解答に用いる物理量を表す記号は、問題文中に与えられているもののみとする。



図

まず、時刻が  $0 < t \leq \frac{2L}{v}$  の範囲にある場合について考える。

- 問 1 時刻  $t$  において、コイルを貫く磁束を求めなさい。
- 問 2 コイルに生じる誘導起電力とコイルに流れる電流を求めなさい。ただし、abcde の向きを正とする。
- 問 3 コイルを一定の速さ  $v$  で移動させるために外から加えている力の  $x$  成分  $F_x$  を求めなさい。

問 4 コイルの辺  $ab$  が  $x = 0$  から  $x = 2L$  に到達するまでに、コイルに発生したジュール熱を求めなさい。

次に、時刻が  $\frac{2L}{v} < t < \frac{3L}{v}$  の範囲にある場合について考える。

問 5 時刻  $t$  において、コイルを貫く磁束を求めなさい。

問 6 時刻  $t$  から時間  $\Delta t$  だけ経過したときの磁束の変化量を求めなさい。ただし、 $t + \Delta t < \frac{3L}{v}$  とする。

$\Delta t$  に比べて  $(\Delta t)^2$  は十分小さく無視できるものとし、以下の問いに答えなさい。

問 7 問 6 において、時刻  $t$  のときにコイルに生じる誘導起電力を求めなさい。ただし、 $abcde$  の向きを正とする。

問 8 コイルを一定の速さ  $v$  で移動させるために外から加えている力の  $x$  成分  $F_x$  を求めなさい。

コイルが時刻  $t = 0$  で磁束密度  $B$  の領域に入り、 $t = \frac{6L}{v}$  で通り抜けるまでについて考える。

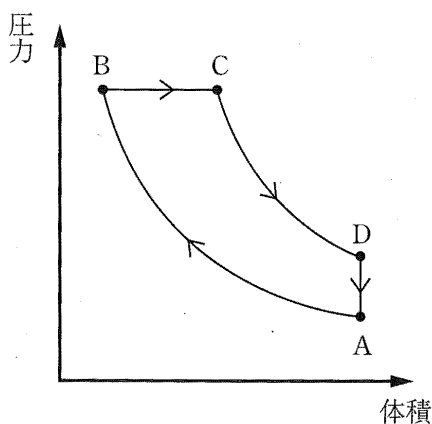
問 9 コイルに流れる電流の大きさの最大値を求めなさい。

問10 コイルを一定の速さ  $v$  で移動させるために外から加えている力の  $x$  成分  $F_x$  の時間変化を解答欄のグラフに示しなさい。その際、 $t = \frac{2L}{v}, \frac{5L}{2v}, \frac{5L}{v}, \frac{11L}{2v}$  における  $F_x$  の値をグラフ中に記しなさい。

5

A

単原子分子理想気体 1 mol に対して，図の 4 つの過程を繰り返して状態をゆっくり変化させた。状態 A → 状態 B と状態 C → 状態 D は断熱変化，状態 B → 状態 C は定圧変化，状態 D → 状態 A は定積変化である。気体定数を  $R$  として，以下の問いに答えなさい。必要であれば，単原子分子理想気体の断熱変化では，(圧力) × (体積) $^{\frac{5}{3}}$  の値が一定であることを用いてよい。



図

問 1 状態 A における気体の圧力を  $p_A$ ，体積を  $V_A$ ，状態 B における圧力を  $p_B$ ，体積を  $V_B$  とするとき， $p_B$  を， $p_A$ ， $V_A$ ， $V_B$  を用いて表しなさい。

問 2 状態 A における気体の温度を  $T_A$  とするとき，状態 B における気体の温度  $T_B$  を， $T_A$ ， $V_A$ ， $V_B$  を用いて表しなさい。

問 3 気体が状態 B → 状態 C へ変化する際に熱量  $Q_1$  が加えられた。状態 C における気体の温度  $T_C$  を， $Q_1$ ， $T_B$ ， $R$  を用いて表しなさい。

- 問 4 状態 C における気体の体積を  $V_C$  とする。状態 D における気体の温度  $T_D$  は以下の形で表される。このとき  $X$  と  $Y$  を  $R, V_A, V_B, V_C$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

$$T_D = XQ_1 + YT_A$$

- 問 5 状態 D から状態 A へ戻る際に気体が放出した熱量  $Q_2$  は以下の形で表される。このとき  $\alpha$  と  $\beta$  を  $R, V_A, V_B, V_C$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

$$Q_2 = \alpha Q_1 + \beta T_A$$

- 問 6 状態 D における気体の温度  $T_D$  を、 $T_A, T_B, T_C$  を用いて表しなさい。

## B

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

天然に存在するウランは、主に  $^{234}_{92}\text{U}$ 、 $^{235}_{92}\text{U}$ 、 $^{238}_{92}\text{U}$  の3種類の同位体からなる。同位体とは、原子核中の ア の数は同じであるが、 イ の数が異なる核種の間をいう。ウラン  $^{235}_{92}\text{U}$  では、 ア の数は ウ、 イ の数は エ である。ウランの同位体は、全て放射性崩壊によって自然に別の原子核に変わっていく過程をたどり、ウラン  $^{235}_{92}\text{U}$  の場合は  $\alpha$  崩壊を7回、 $\beta$  崩壊を4回行うことによって安定な原子核になる。この安定な原子核の ア の数は オ、 イ の数は カ となる。ウラン  $^{235}_{92}\text{U}$  に イ  $^1_0\text{n}$  を衝突させると、バリウム  $^{141}_{56}\text{Ba}$  とクリプトン  $\begin{smallmatrix} \text{キ} \\ \text{ク} \end{smallmatrix} \text{Kr}$  に核分裂し、同時に3つの イ を生じた。

問1 ア と イ にあてはまる適切な語句を答えなさい。

問2 ウ ～ ク にあてはまる適切な数字を答えなさい。



- 6 光の進行に関する以下の問いに答えなさい。真空中の光の速さを  $c$  とし、角度はラジアンで表すとする。解答に平方根を用いる場合には、有理化して分母に平方根が残らないようにすること。

A

図1のように屈折率  $n_1$  の媒質中を進む光の平面波が、屈折率  $n_2$  の媒質に進入する状況を考える。媒質の境界面に垂直な軸に対して、入射角  $\alpha$  で進入した光は境界面で屈折し、屈折角  $\beta$  へと進行方向を変えた。屈折率  $n_1$  の媒質中に、距離  $d$  ( $d > 0$ ) 離れた点 A、点 B があり、ある時刻でともに波面 S 上にあった。その後、点 A、点 B を通った光が媒質の境界面に到達する点をそれぞれ点 O、点 P とする。屈折して進む平面波の波面のうち点 O を通るものを波面 S' とする。

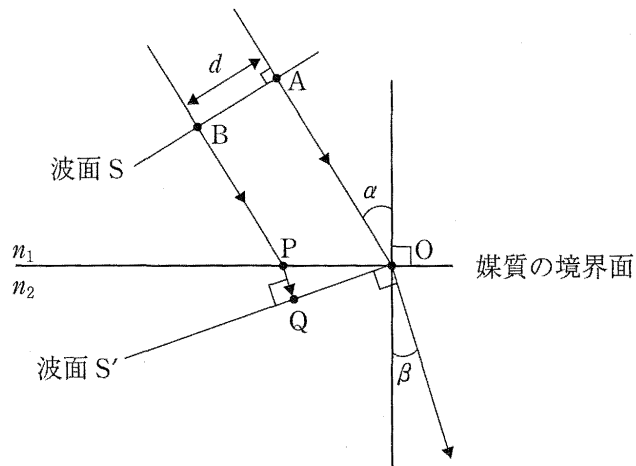


図1

- 問1 点Bを通った光が点Pに到達したときから、点Aを通った光が点Oに到達するときまでに要した時間  $\Delta t$  を、 $d$ 、 $c$ 、 $n_1$ 、 $\alpha$  を用いて表しなさい。

ここで、問 1 で求めた  $\Delta t$  の間に、点 B を通った光は媒質の境界面で屈折し、波面  $S'$  上の点 Q まで到達した。PQ の距離を二通りの方法で求め、屈折の法則を導出しよう。

問 2 光の進行に要した時間に注目し、PQ の距離を、 $n_1$ ,  $n_2$ ,  $\alpha$ ,  $d$  を用いて表しなさい。

問 3 入射角が  $\alpha$ 、屈折角が  $\beta$  である条件から、PQ の距離を、 $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $d$  を用いて表しなさい。

問 2 と問 3 の PQ が等しくなることから、屈折の法則を導くことができる。

## B

光ファイバーは情報通信に広く用いられる光の伝送路である。図2に示すように半径  $R$  の円筒形の光ファイバーが屈折率1の空気に囲まれている。中心軸より半径  $kR$  ( $0 < k < 1$ ) 以内の中心部は屈折率  $n_1 = \sqrt{2}$  の媒質、その外周部は屈折率  $n_2 = \frac{\sqrt{6}}{2}$  の媒質でできているものとする。光ファイバーの中心軸に沿って  $x$  軸をとり、 $x$  軸に垂直な方向に  $y$  軸をとる。光ははじめ  $xy$  平面上を  $y$  軸に対して  $\theta$  ( $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ) の角度で中心部を進んでいるものとする。 $\theta$  がある条件を満たすときは、図2のように光は屈折率  $n_2$  の媒質中に進入せず、中心部のみを進む。この経路をとる光の進行を状態1と呼ぶ。一方、 $\theta$  が別のある条件を満たすときは、図3のように光は光ファイバーの外部には出ずに、中心部と外周部を交互に進む経路をとることができる。この経路をとる光の進行を状態2と呼ぶ。なお、光ファイバー内の光の減衰、散乱は無視できるものとする。以下の問いに答えなさい。ただし、解答には  $n_1$ 、 $n_2$  の記号を用いないこと。

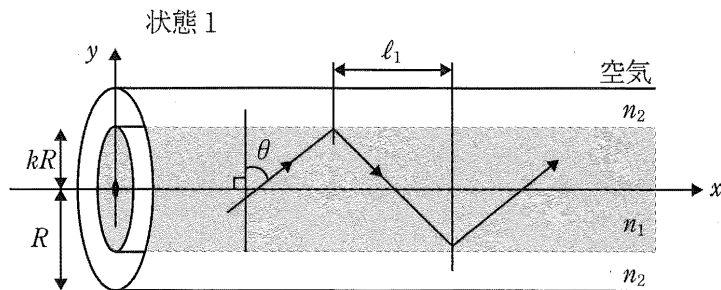


図2

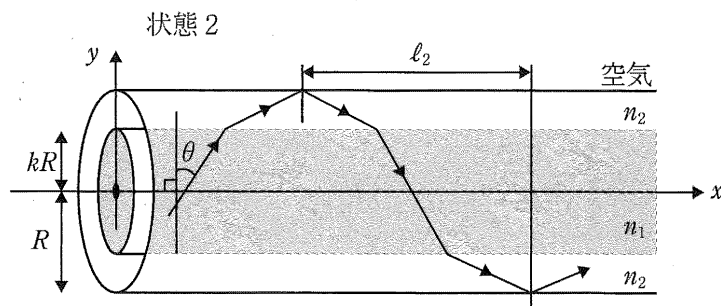


図3

問 1 状態 1 で光が進むときに  $\theta$  の満たすべき条件を不等号で表しなさい。

問 2 状態 2 で光が進むときに  $\theta$  の満たすべき条件を不等号で表しなさい。

問 3 状態 1 で光が進むとき、一回反射されてから次に反射されるまでの  $x$  軸に沿って進んだ距離  $\ell_1$  を  $c, R, k, \theta$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 4 状態 1 で光が進むとき、一回反射されてから次に反射されるまで、 $x$  軸に沿って  $\ell_1$  進んだときの光学距離(光路長)  $L_1$  を  $c, R, k, \theta$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

いま、 $\tan \theta = \sqrt{2}$  を満たす  $\theta$  で、状態 2 で光が進むときを考える。

問 5 状態 2 で進むこの光が、一回反射されてから次に反射されるまで、 $x$  軸に沿って進んだ距離  $\ell_2$  を  $c, R, k$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 6 状態 2 で進むこの光が、一回反射されてから次に反射されるまで、 $x$  軸に沿って  $\ell_2$  進んだときの光学距離  $L_2$  を  $c, R, k$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 7 状態 2 で進むこの光が、一回反射されてから次に反射されるまでに進んだときの光学距離( $L_2$ )と、光がファイバーの中心部を  $x$  軸に沿って平行に  $\ell_2$  進んだときの光学距離が同じになるような  $k$  を求めなさい。

一般に、光ファイバーの中を進む異なる角度の光が光学距離の差をもつと、到達する時刻に差が生じるため、情報伝送の品質を悪化させる要因となる。問 7 のように内部の屈折率を工夫して設計することで性能を向上させることができる。

