

令和7年度入学試験問題（前期日程）

理 科
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	7 ページまで
化 学	8 ページから	11 ページまで
生 物	12 ページから	15 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。
3. 解答時間は、100分である。

物 理

1 以下の文章中の ① ~ ⑪ に最も適切な数値、数式、または選択肢の記号を記入せよ。(20点)

問1 長さ L 、質量 m の一様な剛体の棒 AB がある。図1-Iのように、地面に垂直な壁にその左端 A を押し当て、右端 B と壁との間には糸を張る。左端 A での剛体棒と壁のなす角を θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$)、壁と糸のなす角を 90° としたとき、右端 B における糸の張力の大きさは ① と表すことができる。ただし、A と壁の間の摩擦力により A の位置は動かないものとし、重力加速度の大きさは g とする。

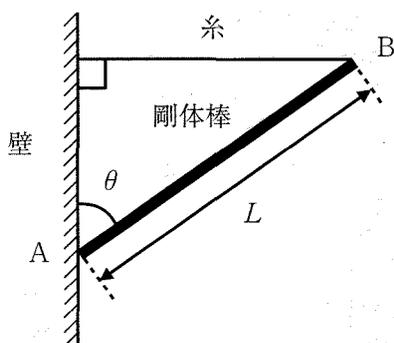


図1-I

問2 なめらかに動くピストンのある容器に、物質 1 mol の単原子分子理想気体を封入した。気体の温度を T に保ったところ、気体の体積が V で熱平衡状態になった。その後、ピストンをゆっくり押し込んで、体積を半分に圧縮させることを考える。気体定数を R とする。

- (1) 圧縮過程が等温変化であるとき、圧縮後の圧力は ② である。
- (2) 圧縮過程が断熱変化であるとき、圧縮後において

- ③
- (ア) 内部エネルギーは圧縮前と変わらず、圧力は等温変化と同じである。
 - (イ) 内部エネルギーは圧縮前と変わらず、圧力は等温変化に比べて増加する。
 - (ウ) 内部エネルギーは圧縮前と変わらず、圧力は等温変化に比べて減少する。
 - (エ) 内部エネルギーは圧縮前より増加し、圧力は等温変化と同じである。
 - (オ) 内部エネルギーは圧縮前より増加し、圧力は等温変化に比べて増加する。
 - (カ) 内部エネルギーは圧縮前より増加し、圧力は等温変化に比べて減少する。

問3 図1-IIに示すように、振動数 f の音源が静止している観測者に向かって速度 v で動いている。音源の背後には壁があり、音源から発せられた音は、壁で反射されるものとする。音速を V とすれば、音源から観測者に直接届く音の振動数と壁で反射されたのちに届く音の振動数の差の絶対値は となる。ただし、 $v < V$ とする。

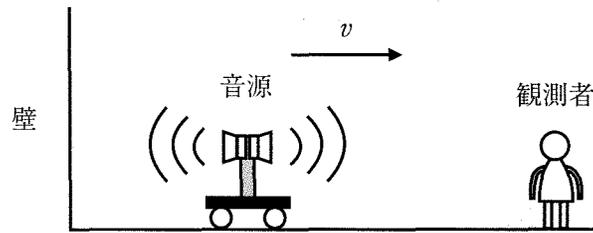


図1-II

問4 図1-IIIに示すように、水面下の深さ H の位置にある点光源から発せられた光が、水面の上部の観測者には深さ h の位置から発せられたかのように、光源の位置が浮き上がって見えた。光の入射角を i 、屈折角を r 、水の絶対屈折率を n 、空気の絶対屈折率を1とする。深さの比 $\frac{h}{H}$ は、 i と n を用いると のように表すことができる。

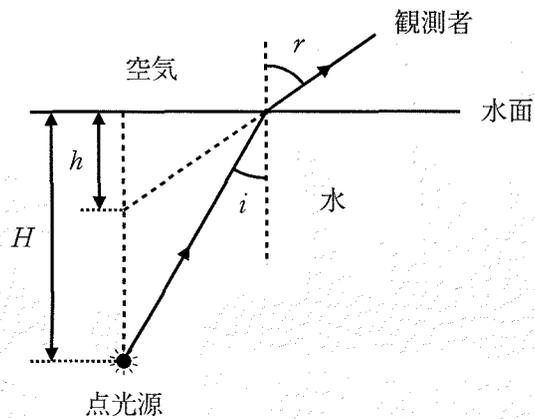


図1-III

問5 図1-IVに示すように、4つの抵抗を2.0Vの起電力の電池につなげた回路がある。抵抗はそれぞれ $R_1 = R_2 = R_3 = 1.0\Omega$ 、 $R_4 = 3.0\Omega$ である。また、電池の内部抵抗は無視できるものとする。まず、スイッチSを開けたときに、点Pを流れる電流の大きさは Aである。スイッチSを閉じたとき、点Qを流れる電流の大きさは Aとなる。

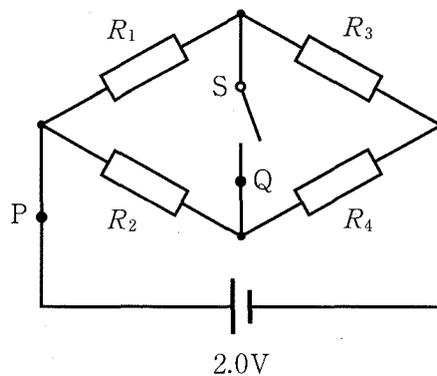


図1-IV

問6 図1-V(a)に示すように、大きさ I の電流が流れている十分に長い直線状の導線Pが、真空中に設置されている。Pに対して垂直方向に、Pから距離 d だけ離れたところに平行導線Q, Rがあり、いずれも大きさ I の電流がPと同じ向きに流れている。P, Q, Rと垂直に交わる平面をとり、その平面とP, Q, Rとの交点をそれぞれA, B, Cとする。角BACが 90° であるとき、Pの長さ L の部分が受ける力の大きさは である。ただし、真空の透磁率を μ_0 とし、円周率を π とする。また、この力の向きとして最も適切なものは、図1-V(b)の選択肢(ア)~(ク)のうち である。ただし、図1-V(b)では、電流は紙面の裏から表の向きに流れているものとする。



図1-V

問7 放射性原子核(放射能をもつ原子核)は、放射線を放出して他の原子核に変わる。トリウム ${}^{232}_{90}\text{Th}$ は α 崩壊を 回、 β 崩壊を 回行い、鉛 ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ になる。

2 以下の A, B の各間に答えよ。(15 点)

A 図 2—I のように、水平でなめらかな床の上に点 A, 点 B, 点 C が等間隔 L で並んでおり、点 A の鉛直上方の高さ $8h$ の場所に点 D がある。点 D には質量 m の小球がある。小球と床との反発係数を $\frac{1}{2}$ 、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるものとする。

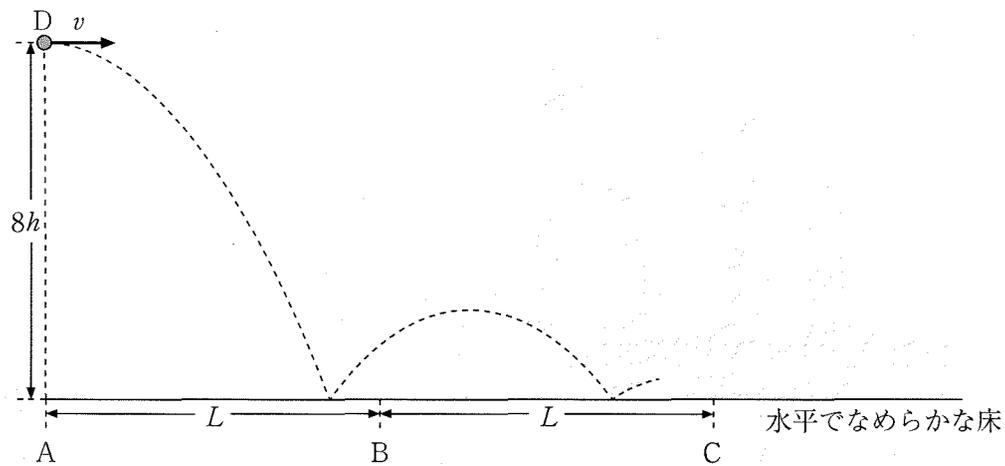


図 2—I

点 D の小球を水平右向きに速さ v で打ち出した。

問 1 小球が最初に床と衝突する直前の小球の速度の鉛直成分の大きさを、 m, g, h のうち必要なものを用いて表せ。

問 2 小球が打ち出されてから 2 回目に床と衝突するまでの時間を、 m, g, h のうち必要なものを用いて表せ。

次に、図 2—II のように、点 B に床から鉛直上方に伸びた高さ h で厚さを無視できる障害物を設置する。この条件のもとで、改めて点 D の小球を水平右向きに速さ v で打ち出した。

問 3 点 D から打ち出した小球が点 A と点 B のあいだで床と衝突し、続いて点 B にある障害物の上を越えるための v の下限を、 m, g, h, L のうち必要なものを用いて表せ。

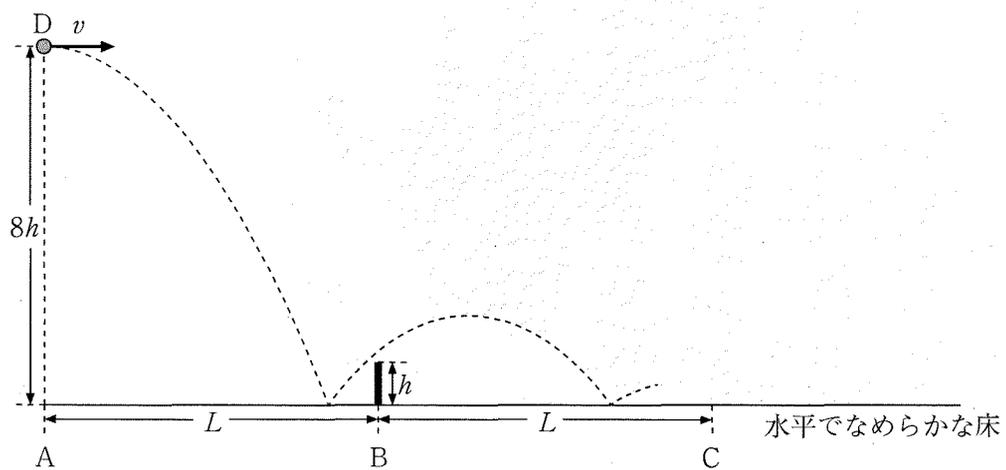


図 2—II

B 図2—Ⅲのように、質量 m の小球に、ばね定数がそれぞれ k_1, k_2 で自然の長さが $\frac{L}{2}$ の2本の軽いばねの一端を取り付ける。そして、他端 A, B を、2本のばねが一直線になるように、なめらかな水平面上に L だけ離して固定した。小球の大きさとばねの太さは無視できるものとする。ばねに沿って右向きを正とした x 軸をとり、AB の中点を原点 O とする。重力加速度の大きさを g 、円周率を π とする。

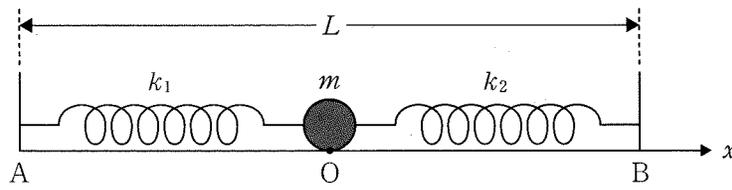


図2—Ⅲ

静止している小球に、時刻 $t = 0$ において初速度 $v_0 (> 0)$ を与えたところ、小球は x 軸に沿って単振動を始めた。

問4 小球の速度が最初に $\frac{v_0}{2}$ となるときの時刻を求めよ。

続いて、図2—Ⅳのように、小球に2つのばねを取り付けたまま、A を内面がなめらかな円錐形容器の頂点に、B を円周上に固定した。AB の長さは L である。容器は水平面上に置かれ、図2—Ⅳに示す円錐の母線と水平面のなす角度を θ とする。また、小球は容器に固定された直線 AB 上を動くものとする。

問5 容器と小球がともに静止しているときの小球の位置を P とする。距離 AP を求めよ。

頂点 A を通り水平面に垂直な軸を回転軸として、容器と小球が一体となって、一定の角速度で回転している。そのとき、ばねは自然の長さに保たれていた。

問6 小球の角速度の大きさを m, g, L, θ から必要なものを用いて表せ。

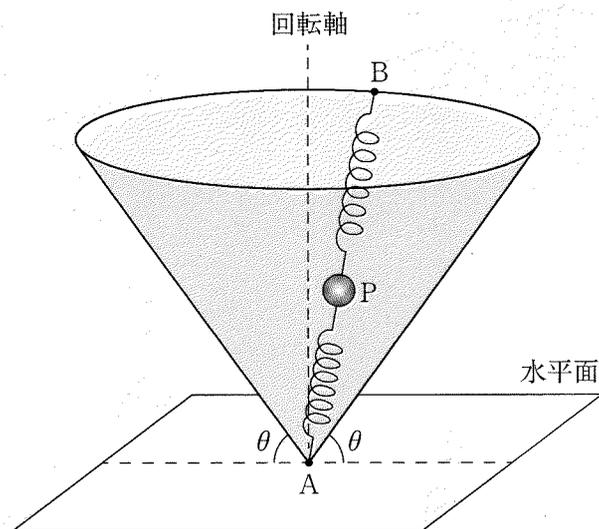


図2—Ⅳ

3 以下の A, B の各問に答えよ。(15 点)

A 図 3-I のように、内部抵抗が無視できる起電力 V , $2V$ の 2 個の電池、電気容量(静電容量) $3C$, $2C$, C の 3 個のコンデンサー、切り替えスイッチ S 、スイッチ端子 a , b からなる回路がある。また、各コンデンサーは $3C$, $2C$, C と呼ぶことにする。はじめに、スイッチは開いており、全てのコンデンサーに電荷は蓄えられていないものとする。

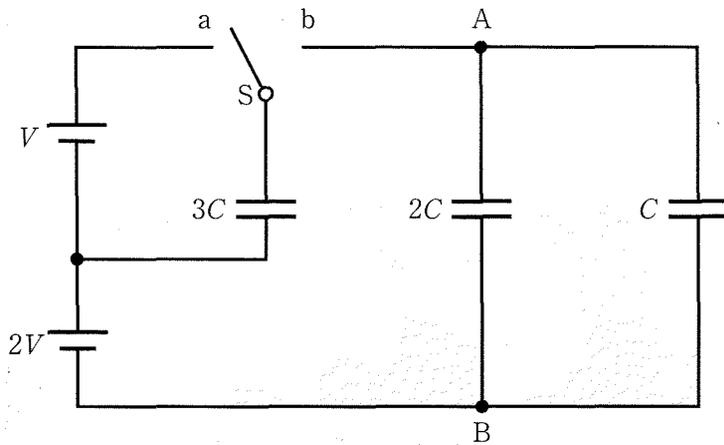


図 3-I

はじめの状態から、スイッチ S をスイッチ端子 a につないで十分に時間が経過した後の時刻を t_1 とする。

問 1 時刻 t_1 において、コンデンサー $3C$ に蓄えられた静電エネルギー U を V , C を用いて表せ。

次に、スイッチ端子 a を開き、スイッチ端子 b を閉じて十分に時間が経過した時刻を t_2 とする。ここで、点 B を基準とした点 A の電位を V_{AB} とする。

問 2 時刻 t_2 において、電位 V_{AB} を V を用いて表せ。

最後に、スイッチ端子 b を開き、スイッチ端子 a を閉じて十分に時間が経過した後、再びスイッチ端子 b を閉じ十分に時間が経過した時刻を t_3 とする。

問 3 時刻 t_3 において、電位 V_{AB} を V を用いて表せ。

B 図3-IIのように、 x 軸と y 軸をとり、 x 軸の正の向きを右向き、 y 軸の正の向きを上向きにとる。また、 x 軸と y 軸に直交する方向を z 軸方向にとり、 z 軸の正の向きを紙面の裏から表の向きにとる。図3-IIのように、空間を $y < 0$ の領域a、 $0 \leq y \leq d$ の領域b、 $y > d$ の領域cの3つの領域に分ける。領域aと領域cには z 軸の負の向きに磁束密度の強さ B の様な磁場(磁界)がある。また、領域bには y 軸の正の向きに強さ E の様な電場(電界)がある。電場と磁場の両方がある領域はない。はじめに、原点 O において、電気量 q の正電荷をもつ質量 m の荷電粒子に y 軸の負の向きで大きさ v の初速度を与えると、荷電粒子は領域aで図3-IIの破線の半円に沿って運動をした。荷電粒子の大きさ、および、重力や空気抵抗の影響は無視できるものとする。

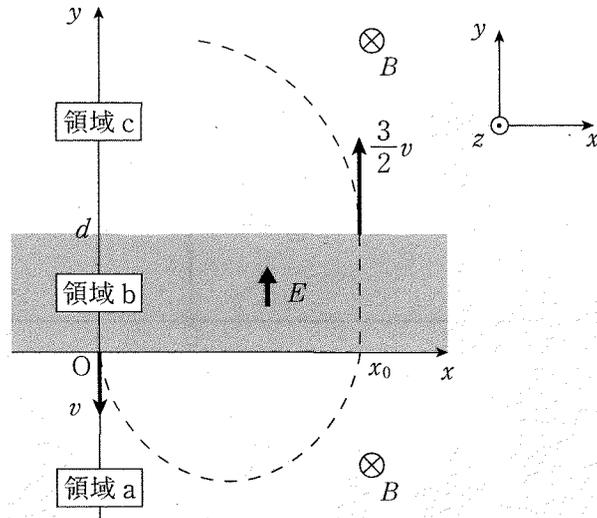


図3-II

問4 荷電粒子が領域aと領域bの境界である x 軸に初めて到達したときの荷電粒子の x 座標 x_0 を求めよ。

荷電粒子は、領域bを通過した後、図3-IIのように、 y 軸の正の向きに速さ $\frac{3}{2}v$ で領域cに進入した。

問5 電場の強さ E を m , q , v , d の中から必要なものを用いて表せ。

荷電粒子は、領域cで半円に沿って運動をした後、 $y = d$ において再び領域bに進入し、領域aに再び到達した。

問6 $y = d$ において領域bに進入してから領域aに到達するまでの時間を m , q , v , E の中から必要なものを用いて表せ。 d を用いてはならない。