

物 理

1 次の文中の (1) ~ (10) に、もっとも適切な数値、数式、語句、または選択肢の記号を記入せよ。 (20点)

問 1 点 O から壁 R の一点まで弦が張られている。点 O は $y = A \sin 2\pi ft$ で与えられる振動を行っている。ただし、 y は弦の垂直方向の変位、 A は振幅、 f は振動数、 t は時間である。振動が弦を伝わる進行波の速さを v とすると、点 O から x だけ離れた点 P に伝わった波の変位は (1) と表される。ただし、波の減衰は無視できるものとする。この進行波が入射波として壁に到達して反射した。弦は壁 R に結ばれている点では振動が許されないで、この点での反射の仕方を (2) の反射という。図 1-I の(a), (b), (c), (d) 中の実線の波は、ある時刻 t での入射波の様子を示している。このときの反射波は図 1-I の (3) (a), (b), (c), (d) の破線である。

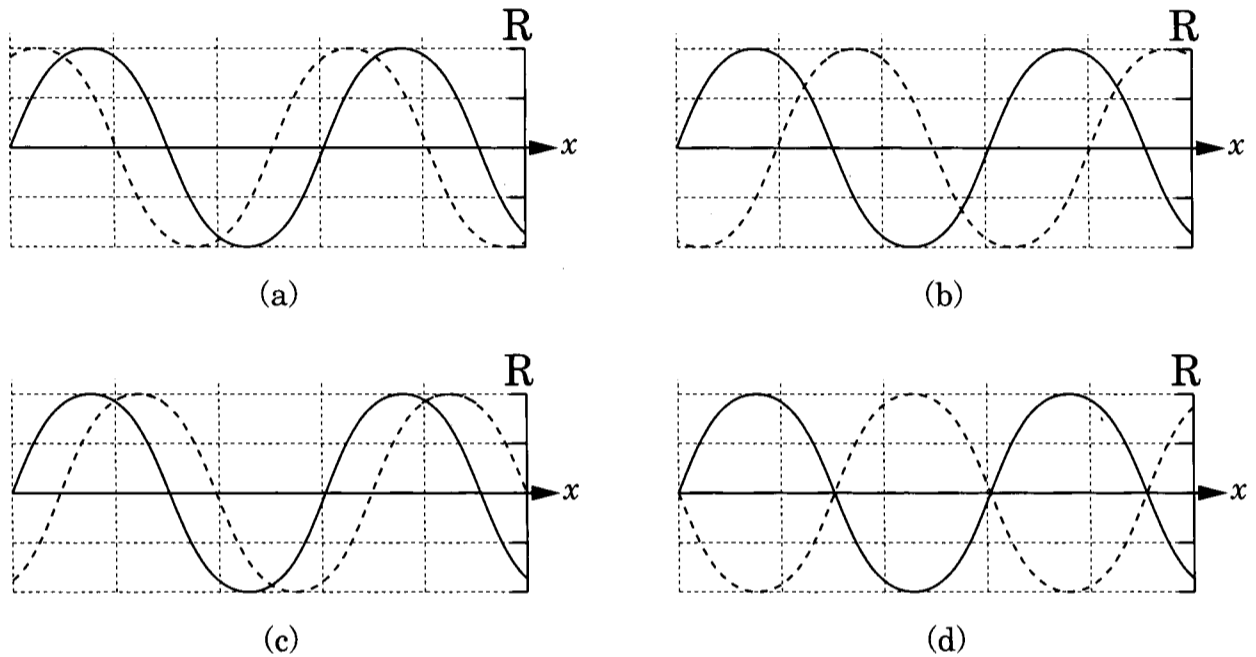


図 1 - I

問 2 水平でなめらかな床の上に、太さの無視できる長さ L の一様な角柱が、鉛直でなめらかな壁に立てかけられている(図 1-Ⅱ)。角柱の下端は壁と床の交点にひもで結ばれている。角柱の水平となす角度は θ である。この角柱に働く重力を W とするとき、床の垂直抗力の大きさは であり、ひもの張力の大きさは である。

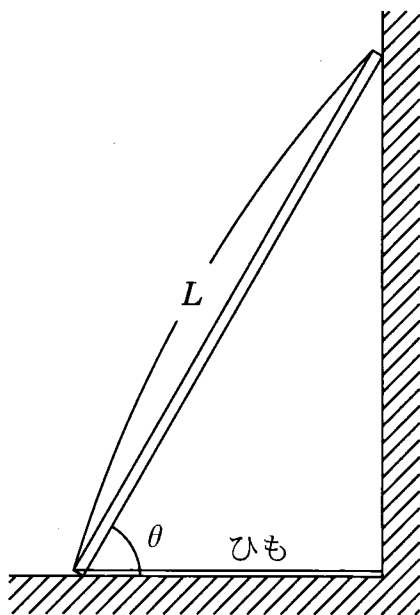


図 1-Ⅱ

問 3 容積 V_A および V_B の容器 A, B がコックの付いた細管でつながれている。容器と周囲との熱のやりとりおよび細管部分の容積は無視できる。コックが閉ざされている状態で、A には n_A モルの単原子分子の理想気体を入れ、絶対温度 T_A 、圧力 P_0 の状態に保ち、B には n_B モルの単原子分子の理想気体を入れ、絶対温度 T_B 、圧力 P_0 に保っている。このとき、 $\frac{n_B}{n_A} =$ である。次にコックを開いたら、絶対温度が T に落ち着いた。 T を n_A 、 n_B 、 T_A 、 T_B で表すと、 $T =$ である。

問 4 原子核の中の 1 個の が電子を放出して、原子核が別種の原子核に変わることが β 崩壊という。 $^{235}_{92}\text{U}$ が α 崩壊を n 回くり返すと、原子核の質量数は 、中性子数は となる。

- 2 図2-Iのように、質量 m の小球が長さ l の糸につるされ、点 O で一端を固定されている振り子がある。点 O から鉛直下方の距離 $\frac{l}{2}$ にある点 P に釘が打たれている。いま、小球は点 P と同じ高さの点 A に静止して保持されている。小球の大きさ、釘の太さおよび糸の質量は無視できるとし、重力加速度を g として次の各問いに答えよ。 (15点)

問1 小球を点 A から静かにはなした。

- (1) 点 B に達したときの小球の速さ V_B を求めよ。
- (2) 点 B を通過した後、小球は C 、 D および E のうちどの位置まで到達するか。

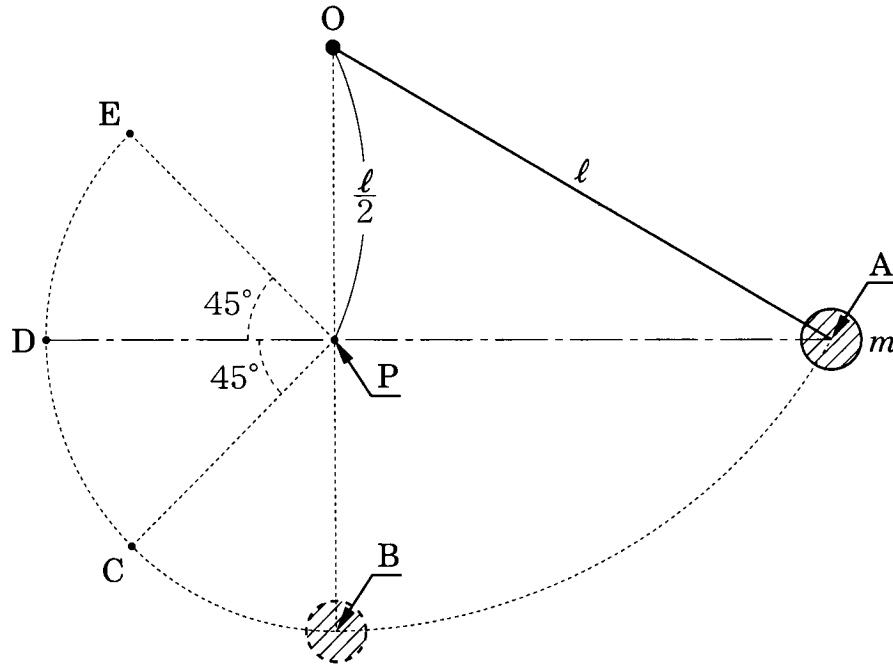


図2-I

問 2 次に釘を取り外し，小球をつるす糸を同じ長さの，より細い糸と交換した。点 A から静かにはなされた小球が，ちょうど点 B に到達したとき小球をつるしている糸が切れた。

- (1) 糸が耐えられる最大の張力(糸が切れるときの張力) T_B を求めよ。
- (2) 図 2—II のように，床から点 B までの高さを h として，糸が切れてから小球が床に到達するまでの時間を求めよ。
- (3) 床はなめらかであり，小球は床と完全弾性衝突を行った。衝突するときの小球の水平方向の速さを V_x ，鉛直方向の速さを V_y として，小球が床面から得た力積の大きさを求めよ。

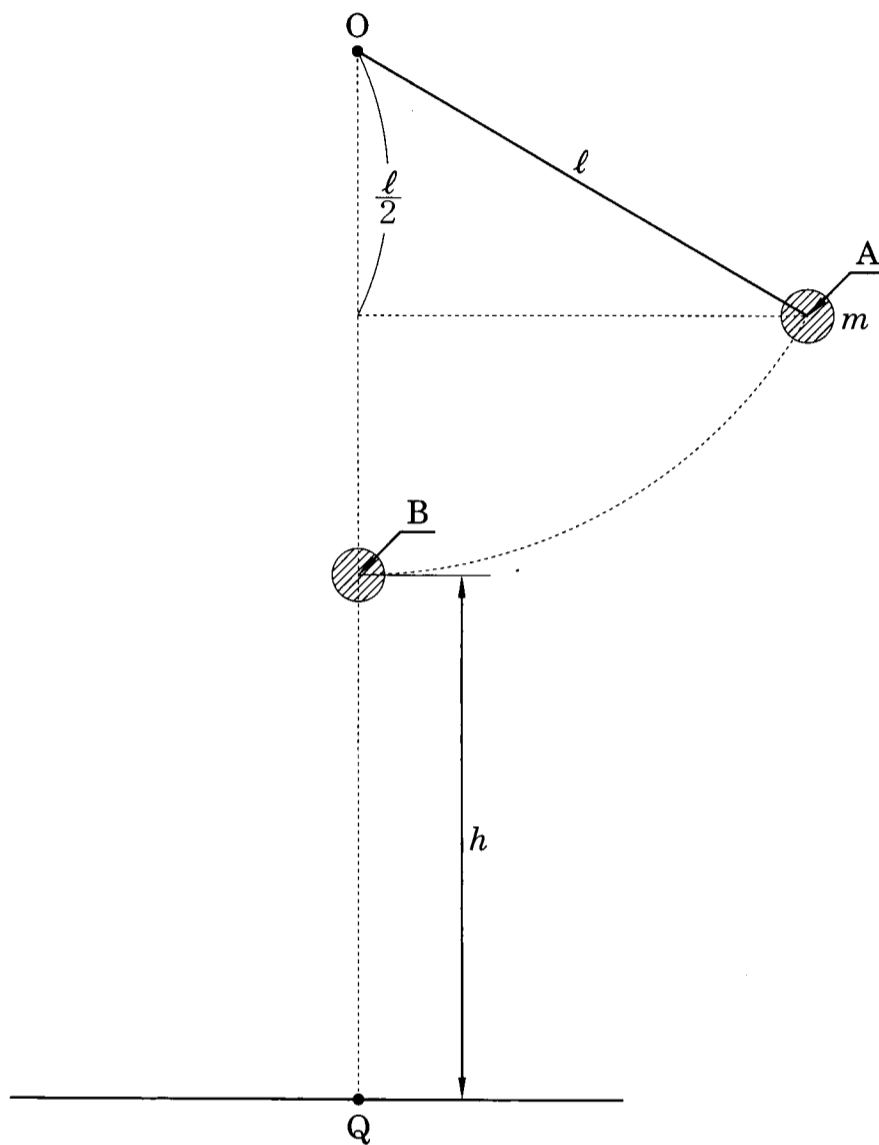


図 2—II

問 1 図 3-I のように、平行平板コンデンサーがある。極板 A, B の面積は S であり、極板の間隔は d である。いま、極板 A には正電荷 $+Q$ が、極板 B には負電荷 $-Q$ がたまっている。 S は十分に大きく、極板の端の影響は無視できるとする。真空の誘電率を ϵ_0 とする。

(1) コンデンサーの電気容量を ϵ_0, d, S で表せ。

図 3-II のように、極板と同じ広さで厚さ $\frac{d}{3}$ の導体板を極板に平行に挿入した。すると、導体表面 L, M にそれぞれ電荷が生じた。ここで、極板 A と導体表面 L の間隔は $\frac{d}{3}$ である。

(2) 導体表面 L に生じた電荷は正か負か。また、その大きさはいくらか。

(3) 導体板を挿入した後の電気容量は挿入前の電気容量の何倍か。

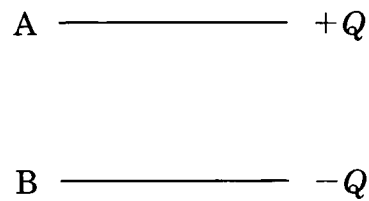


図 3-I

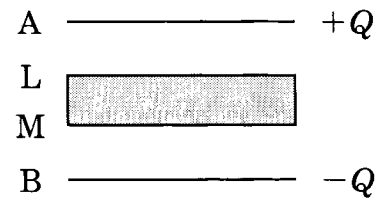


図 3-II

問 2 図 3-III のように、一様な鉛直上向きの磁界(磁束密度 B) の中に抵抗の無視できる導体でできた水平で平行なレールを用意し、レールの左端の間に抵抗 R と起電力 E の電池(内部抵抗 0)をつなぐ。レールの上に抵抗の無視できる導体棒をのせる。レールの間隔と導体棒の長さちょうど等しく L であり、棒は落下しないようになっている。棒とレール間のまさつおよび回路の自己インダクタンスの影響は無視する。

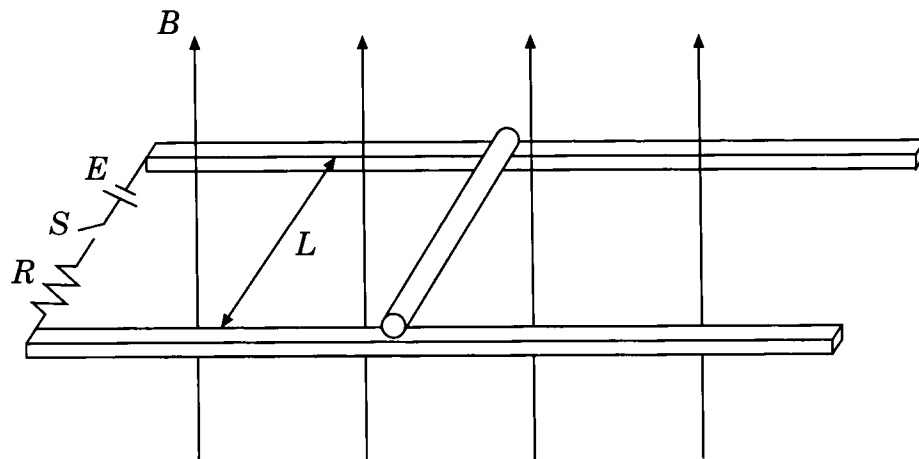


図 3-III

(1) 最初、導体棒を静止させた状態で回路のスイッチ S を閉じると、回路に流れた電流のために、導体棒は力を受けて磁界中を移動しはじめる。速さ v で動いている時、回路に流れる電流を求めよ。

(2) 導体棒の運動と回路を流れる電流は時間とともにどのように変化し、最終的にどうなるか。