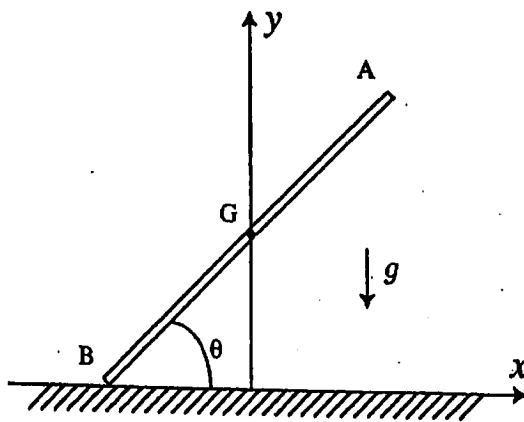


物 理

1. 太さが無視できる長さ $2l$, 質量 M の一様な棒 AB の一端 B を摩擦のない滑らかな水平面に接し, 棒と水平面のなす角度 θ が θ_0 のとき他端 A を初速度 0 で静かに放した. このとき, 棒の重心 G は y 軸上にあったとする. $\theta > 0$ として, その後の棒の運動について以下の問に答えよ. ただし, 一様な重力加速度 g のもとで, 棒 AB の運動は (x, y) 平面内に限定されるとし, また, 空気の抵抗は無視できるものとする.

- (1) 棒に働くすべての外力を解答用紙の図に記入せよ.
- (2) 棒の重心 G はどのような運動をするか. 理由とともに述べよ.
- (3) 点 A の描く軌跡を, A 点の座標 (X, Y) を用いて表せ.
- (4) 棒の重心のまわりの慣性モーメント $I_G = \frac{1}{3}Ml^2$ とし, 棒の運動エネルギーを角速度 $\omega = \frac{d\theta}{dt}$, θ, M, l を用いて表せ.
- (5) $\theta = \theta_0$ の位置で棒を静かに放したとして, 角度 θ のときの棒の角速度 ω を θ, θ_0, l, g を用いて表せ.
- (6) 角度 θ のときの B 点の速さを θ, θ_0, l, g を用いて表せ.



重力加速度: acceleration of gravity, 摩擦: friction, 重心: center of gravity, 慣性モーメント: moment of inertia, 運動エネルギー: kinetic energy, 角速度: angular velocity

2. 静電荷の間に働く静電気力について調べるために、真空中（真空誘電率を ϵ_0 とする）で以下のような実験を行った。材料も大きさも全く等しい2つの小さな金属球を用意し、ひとつは長さ a の絶縁体の糸の先にぶら下げ、もうひとつは絶縁体の棒の先に動かないよう固定し、これらを鉛直線上で互いに接触させておく（図1）。次に2つの小球にそれぞれ同量の正電荷 Q を与えたところ、小球は互いに反発して図2のように糸の傾きが θ ($0 < \theta < \pi/2$) となって止まった。小球の質量を m 、重力加速度を g として以下の問に答えよ。

- (1) クーロンの法則を用いて図2の2つの小球の間に働く力を求めよ。ただし小球の大きさは無視できるものとする。
- (2) 絶縁糸の先の小球に働く力のつりあいを考えて、角度 θ と Q, a, m の関係を示せ。ただし絶縁糸の重さは無視できるものとする。
- (3) しばらくして θ が次第に小さくなってきたので、絶縁糸と小球を取り除き、絶縁棒と小球の系の絶縁不良について調べた。あらためて正電荷 Q_0 を絶縁棒の小球に与えたところ、電荷 $Q(t)$ が時間 t とともに減少することがわかった。このとき小球の半径を b 、絶縁棒の抵抗を R とする図3のような等価回路を仮定し、 $Q(t)$ と t, b, R の関係を示せ。

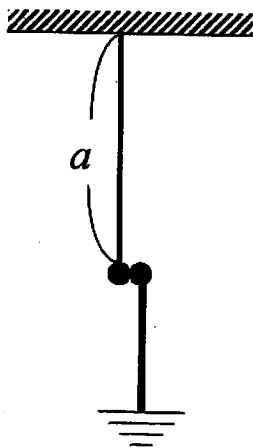


図1

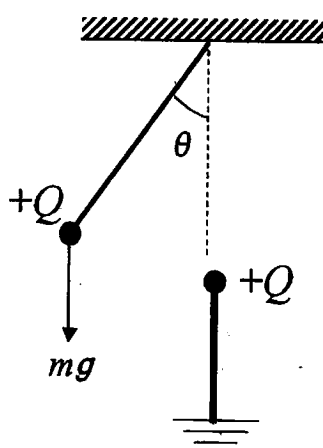


図2

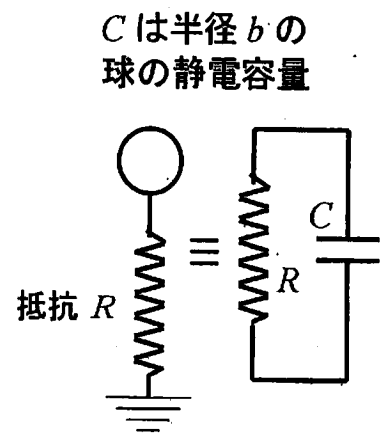


図3

絶縁体: insulator, クーロンの法則: Coulomb's law, 静電容量: capacitance

3. 深さが一定で十分に広い水槽に振動体Aが設置されている。図1のように、振動体Aは、水面上の点Sに振動を起こすことにより、点Sを波源とする同心円状の水波を水面につくる。このときの水波の波長を λ とする。

(1) 振動体Aを一定の速さ v で x 方向に運動させると、 x 方向に沿って波源Sの後ろと前の波長の差が b になったとする。水波の伝わる速さを v 、 λ 、 b などを用いて表せ。

(2) 振動体Aと等しい周期、等しい振幅の水波をつくる振動体 A_1 、 A_2 を、図2のように、距離 D だけ離れた2点 S_1 、 S_2 に固定しておく。振動体 A_2 のつくる水波の位相が、振動体 A_1 のつくる水波の位相より180度だけ遅れているとき、波源 S_1 、 S_2 から等距離にある水面上の点における波の振幅はいくらになるか。理由もあわせて答えよ。

(3) 図2のように、距離 D だけ離れた2点 S_1 、 S_2 に固定された振動体 A_1 と A_2 が同じ位相で水波をつくるとき、水面上に見られる節線はどんな曲線となるか説明せよ。ただし、節線とは、水面の振幅が常にゼロとなる点を連ねた軌跡である。

(4) 問(3)において $D=5.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ 、 $\lambda=1.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ とする。振動体 A_1 と A_2 が同じ位相で水波をつくるとき、線分 $S_1 S_2$ を横切る節線の本数を求めよ。

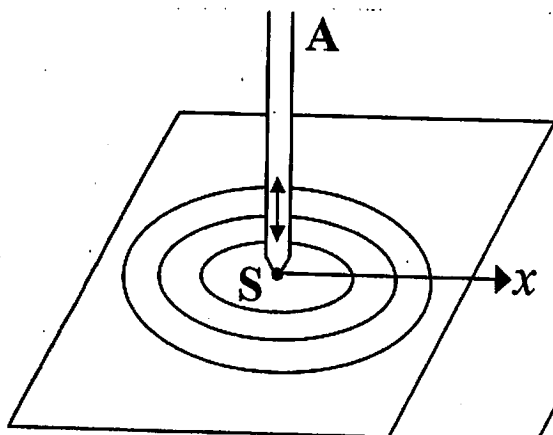


図1

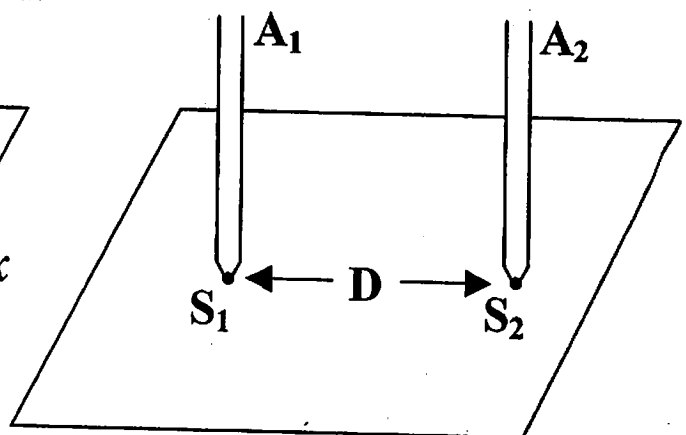


図2

振動体 : vibrator, 水波 : water surface wave, 振幅 : amplitude, 位相 : phase,
波長 : wavelength