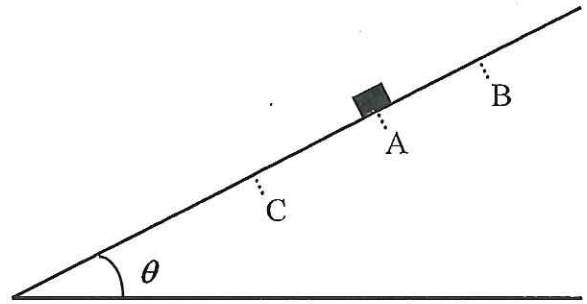


物 理

I. 斜面上の A 点で静止している物体を斜面に沿ってはじき、運動エネルギー K_0 を与える実験を、いろいろな傾斜角 θ で繰り返した。

物体の質量を m 、重力加速度を g 、物体と斜面の間の動摩擦係数を μ 、静止摩擦係数を μ_0 として、以下の設問に答えよ。問題文中にない物理量は定義してから用いること。



斜面の上方に向かってはじくと、物体は θ が小さいうちは斜面上方の点で静止した。静止点を B と呼ぶ。

- (1) 物体が斜面の上方に向かって運動している間、斜面に沿って物体にはたらく力の大きさ F を求めよ。
- (2) A、B 点間の距離 L を問題文中の物理量のみで表せ。

θ を次第に大きくしながら、同じ運動エネルギー K_0 を与えるように繰り返しはじめた。すると、 θ が θ_0 になったところで、物体は静止せずに折り返して運動するようになった。

- (3) μ_0 はこの θ_0 から求めることができることを静止摩擦係数の定義から示せ。
- (4) このとき、折り返した物体が A 点を再び通過する時の運動エネルギー K は K_0 の何倍か。 μ と μ_0 のみで表せ。

次に、はじく向きを斜面の下方に変えて、 θ を変えながら同じ運動エネルギー K_0 を与える実験を繰り返した。物体は θ が小さいうちは斜面下方の点で静止した。静止点を C と呼ぶ。

- (5) A、C 点間の距離 L' は、小問 (2) における A、B 点間の距離 L の何倍か。ただし、傾斜角 θ は同一とする。

II. 図に見るように、東西に伸びる鉄道の駅に電車 A が停車しており、西から電車 B が A に向かって一定の速さ V で走行している。

A と B が、同じ振動数 f_0 の警笛を短い時間 Δt ずつ交互に鳴らした。A 上で聞く B からの警笛音の振動数を f_A で、B 上で聞く A からの警笛音の振動数を f_B で表す。また、大気中の音波の速度を V_0 で表す。



以下の文中の空欄に文字式を入れよ。

まず、駅に立つ人が聞く A からの警笛音について考えてみよう。この音波の先端から後端までの距離は $\boxed{(1)}$ である。この中には、警笛音の振動数が f_0 であることから $\boxed{(2)}$ 個の波が入っている。したがって、この音波の波長は $\boxed{(3)}$ である。

次に、 f_A について考えよう。B は警笛を鳴らしている Δt の間に $\boxed{(4)}$ だけ A に向かって移動しているので、B から A に向かう音波の先端から後端までの距離は $\boxed{(1)}$ ではなく $\boxed{(5)}$ である。この中には $\boxed{(6)}$ 個の波が入っているので、A に向かう警笛音の波長は $\boxed{(7)}$ となる。この波長の音波が、停止している A に音速 V_0 で達することから、 f_A は $\boxed{(8)}$ で表される。

次に、 f_B について考えよう。A から B に向かう音波の波長は $\boxed{(3)}$ である。しかし、B に向かう音波と B の間の相対速度は $\boxed{(9)}$ であるため、 f_B は $\boxed{(10)}$ で表される。

別の考え方もできる。 $\boxed{(6)}$ 個の波が入った音波の先端が B に達してから後端が B に達するまでの時間は、相対速度が $\boxed{(9)}$ であることから $\boxed{(11)}$ となる。このことから f_B は、やはり $\boxed{(10)}$ で表される。

したがって、 f_0 、 f_A 、 f_B の間には $\boxed{(12)} < \boxed{(13)} < \boxed{(14)}$ という大小関係がある。

Ⅲ. 電気抵抗 R_0 (抵抗値 R_0) の両端に加えた電圧 V と R_0 を流れる電流 I との関係を測ると、図1のグラフに示す直線になった。以下の設問に答えよ。問題文中にない物理量は定義してから用いること。

(1) R_0 の抵抗値をグラフから求めよ。

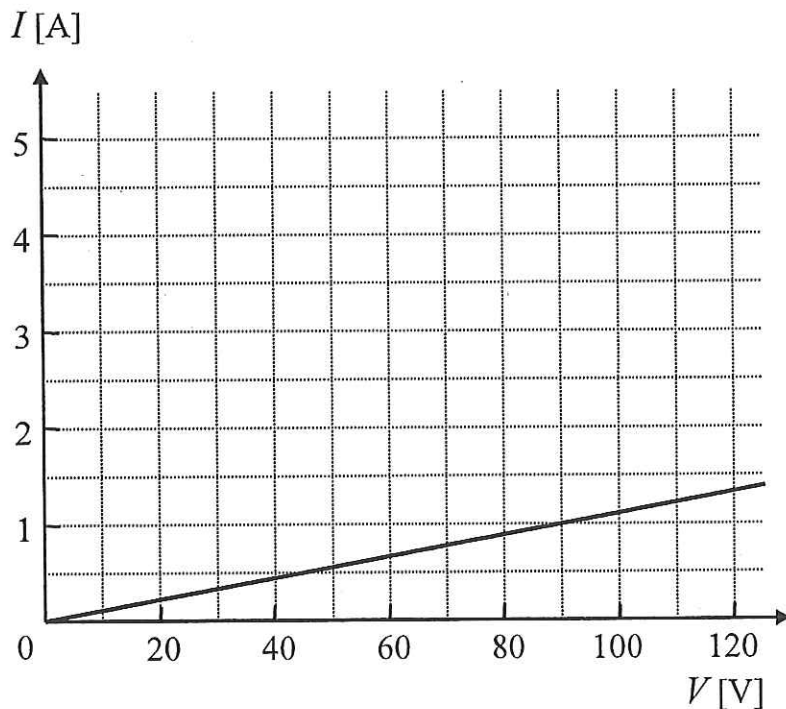


図1

起電力 100V、内部抵抗 10Ω の直流電源を用意した。

(2) 図2に示す回路において、可変抵抗 Z (抵抗値 Z) の抵抗値を変化させると電源から流れ出る電流 I の大きさが変わるため、A、B間の電圧 V も変わる。この電圧 V と電流 I の間の関係を、電源の起電力と内部抵抗の値のみで表せ。

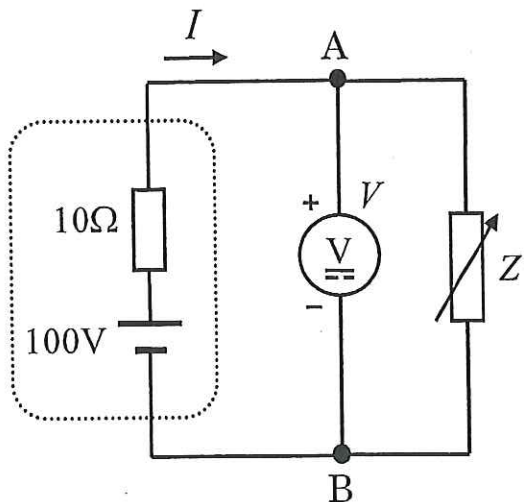


図2

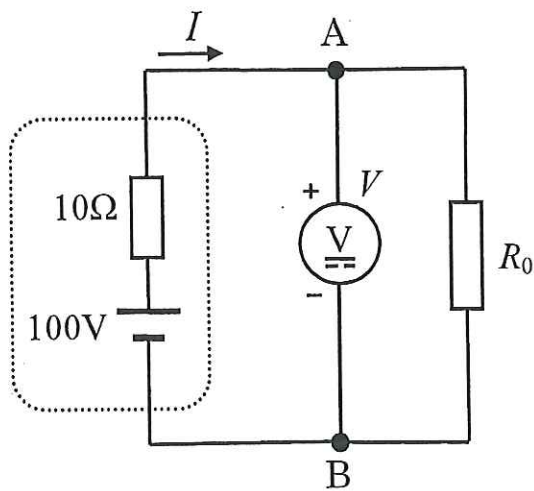


図3

(3) 前問の関係のグラフを解答用紙の図1に描け。

(4) 図3に示すように、電源に R_0 をつないだ。 R_0 が消費する電力 P_1 を図1のグラフから求めよ。

次に、図4に示すように、電源に複数の R_0 を並列につないだ。

(5) 全ての R_0 が消費する電力の和 P を電流 I を用いて表せ。

(6) R_0 の本数を N_0 にした時、 P は最大値 P_0 になった。この時の電流値 I_0 と P_0 および N_0 を求めよ。

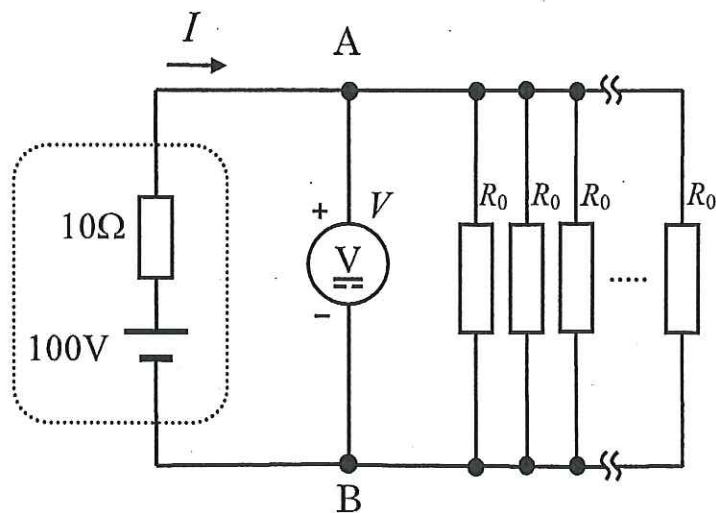


図4