

[問題：物理]

問題 1 図 1 のように、水平な床の上に質量 M [kg] の台が固定壁と接して置かれている。台の上には、ばね定数 k [N/m] のばねで台からつながれた質量 m [kg] の物体が、ばねの自然長の位置に静止している。台と床の間の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g [m/s²] として、以下の問に答えよ。ただし、物体と台の間の摩擦、ばねの質量、物体や台にはたらく空気抵抗は無視できるものとする。なお、向きを問う問題については、「右向き」もしくは「左向き」と解答せよ。

まず、物体を手で左向きに押して、ばねを自然長から距離 l_0 [m] だけ圧縮した。

- (1) 物体がばねから受ける力の大きさと向きを求めよ。
- (2) ばねに蓄えられている弾性エネルギー（弾性力による位置エネルギー）を求めよ。

次に、物体から静かに手を放したところ、物体は右方向に動き出した。最初は、台は静止していたが、ばねの伸び量が l_1 [m] になったところで、台は右方向に動き出した。

- (3) 台が動き出す瞬間の物体の速度 V [m/s] の大きさと向きを求めよ。
- (4) 台が動き出す瞬間に、台がばねから受ける力 F [N] の大きさと向きを求めよ。
- (5) 静止摩擦係数 μ を、 k 、 l_1 、 m 、 M 、 g を用いて表せ。

その後、台は右向きのまま移動して、距離 D [m] だけ滑った位置で静止した。台が静止した後、物体は台の上で振幅 A [m] の単振動をした。

- (6) 動摩擦係数 μ' を、 k 、 l_0 、 m 、 M 、 g 、 D 、 A を用いて表せ。

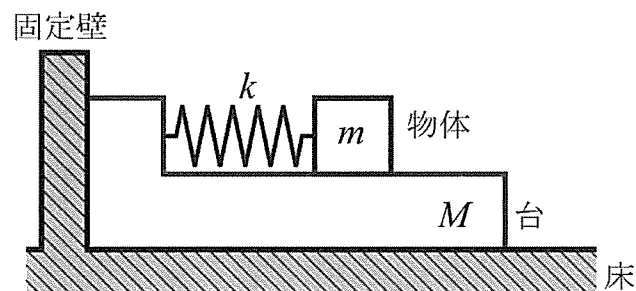


図 1

問題2 図2のように、既知の抵抗値 R_1 [Ω], R_2 [Ω], R_3 [Ω]を持つ抵抗 R_1 , R_2 , R_3 , 未知の抵抗値を持つ抵抗 X , AD間に接続された一様な太さを持つ金属棒, 起電力 E [V]の直流電源, 検流計, スイッチ S_1 , S_2 からなる回路がある。AD間に接続された金属棒は長さ L [m], 断面積 S [m^2], 抵抗率 ρ [$\Omega \cdot \text{m}$]であり, BおよびCにて, それぞれ S_2 の端子 b_1 , 抵抗 R_3 と接続されている。B, Cは, Aからそれぞれ d [m] ($0 < d < L$), x [m] ($0 < x < L$)の位置にある。導線の抵抗, 直流電源および検流計の内部抵抗は無視できるほど小さいとする。

はじめ S_1 , S_2 は開放されている。

設問(1)の解答は L , S , ρ のうちから必要な記号を用いて表すこと。

(1) AD間の金属棒の抵抗値 [Ω]を求めよ。

次に, S_1 を端子 a_1 に接続した。

設問(2), (3)の解答は R_1 , R_2 , E のうちから必要な記号を用いて表すこと。

(2) R_1 の両端に生じる電圧の大きさ [V]を求めよ。

(3) S_1 を端子 a_1 側に接続してから1分経過した。この間に抵抗 R_1 で生じた発熱量 [J]を求めよ。

続いて S_1 を端子 a_2 につなぎ変え, S_2 を端子 b_1 に接続した。その時, 検流計の表示はゼロであった。

以下の設問ではAD間の金属棒の抵抗値を R_4 [Ω]とする。

設問(4), (5)の解答は R_1 , R_4 , d , L , E のうちから必要な記号を用いて表すこと。

(4) 金属棒におけるAB間での抵抗値 [Ω]を求めよ。

(5) 抵抗 X の抵抗値 [Ω]を求めよ。

最後に S_1 を端子 a_1 に S_2 を端子 b_2 につなぎ変えた。その時, 検流計の表示はゼロであった。

設問(6)の解答は R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , L , E のうちから必要な記号を用いて表すこと。

(6) x を求めよ。

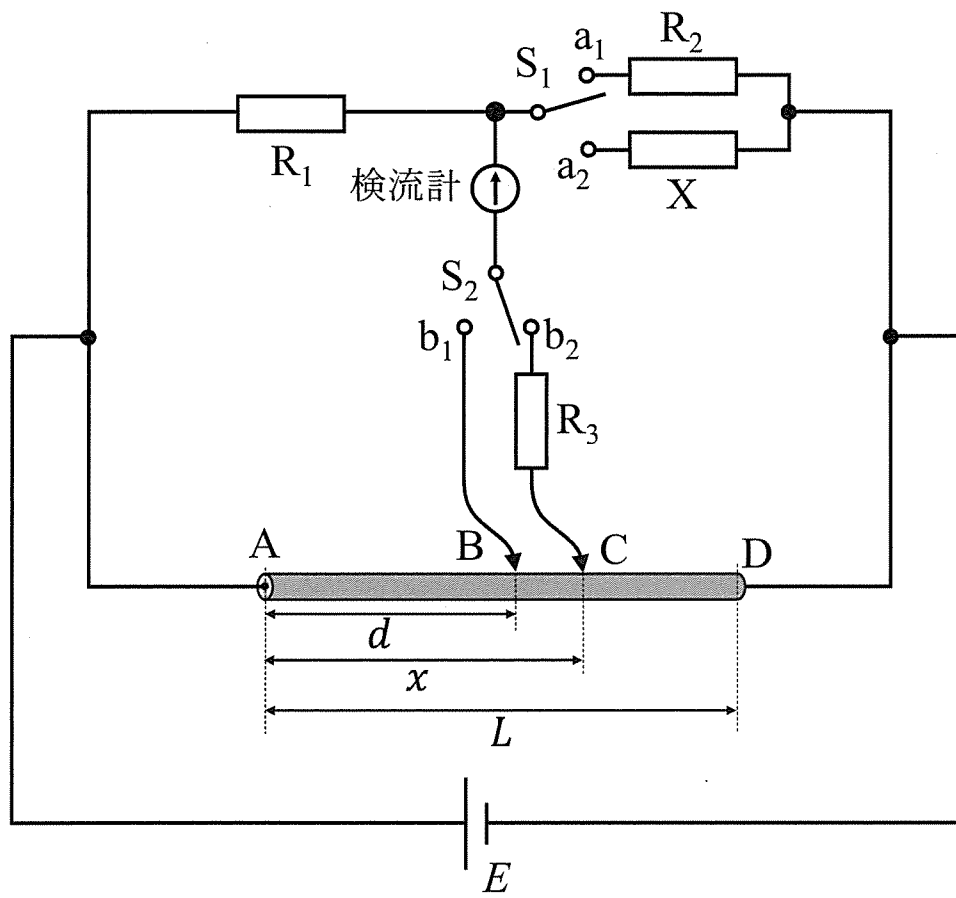


図 2