

物 理 (後期)

I 図1のような水平な床から角度 θ 傾いた斜面が2つある。1つの斜面はなめらかで、もう1つの斜面は粗い。斜面上にある x 軸は床と平行で、斜面上にある y 軸と直交する。 xy 座標の原点を O 、 x 軸は右向きを正、 y 軸は下向きを正とする。2つの斜面上に質量 m の小さな物体を静かに置くと、物体は斜面をすべり下りる。以下の問に答えよ。重力加速度の大きさは g 、粗い斜面と物体の間の動摩擦係数は μ とする。斜面はじゅうぶん大きく、斜面上をすべり下りる物体は床に到達することはない。空気の抵抗は考えないものとする。

時刻 $t=0$ のとき、原点 O にある物体に、 y 軸の正の向きに初速 v_0 を与えた。

問 1 時刻 t における物体の y 座標を次の場合について求めよ。

- i) 斜面がなめらかな場合
- ii) 斜面が粗い場合

時刻 $t=0$ のとき、原点 O にある物体に、 x 軸の正の向きに初速 v_0 を与えた。

問 2 斜面がなめらかな場合、物体に働く力の x 成分と y 成分をそれぞれ求めよ。

問 3 斜面が粗い場合、図2のようにすべり下りる物体の斜面上での速度ベクトルと x 軸の正の向きとのなす角を ϕ として、物体に働く力の x 成分と y 成分をそれぞれ求めよ。途中の考え方も記せ。

問 4 粗い斜面の場合、じゅうぶん時間が経過したとき、物体はどのような運動を行うか簡潔に説明せよ。また、物体に初速を与えてからじゅうぶん時間が経過するまでの物体の運動の概形を、横軸 x 、縦軸 y のグラフに実線で明瞭に図示せよ。補助線を描く場合は、点線を用いよ。

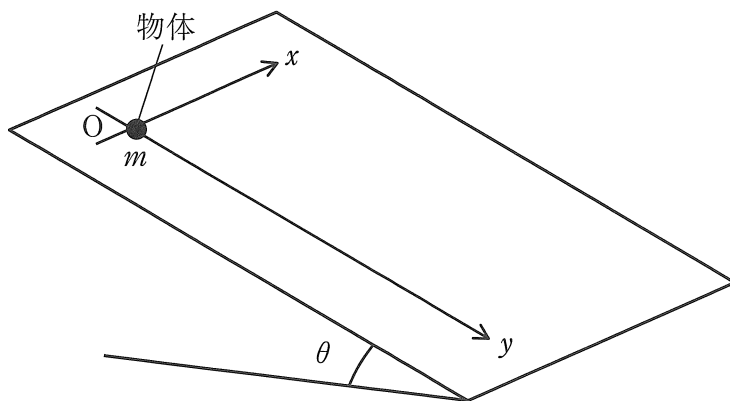


図 1

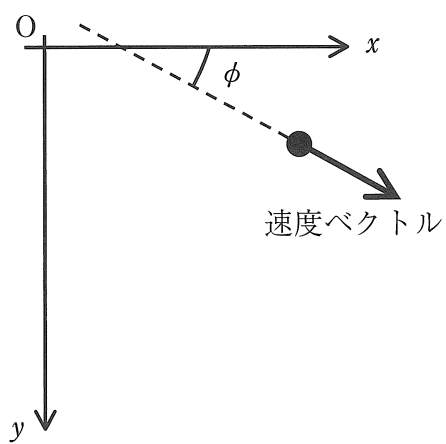


図 2

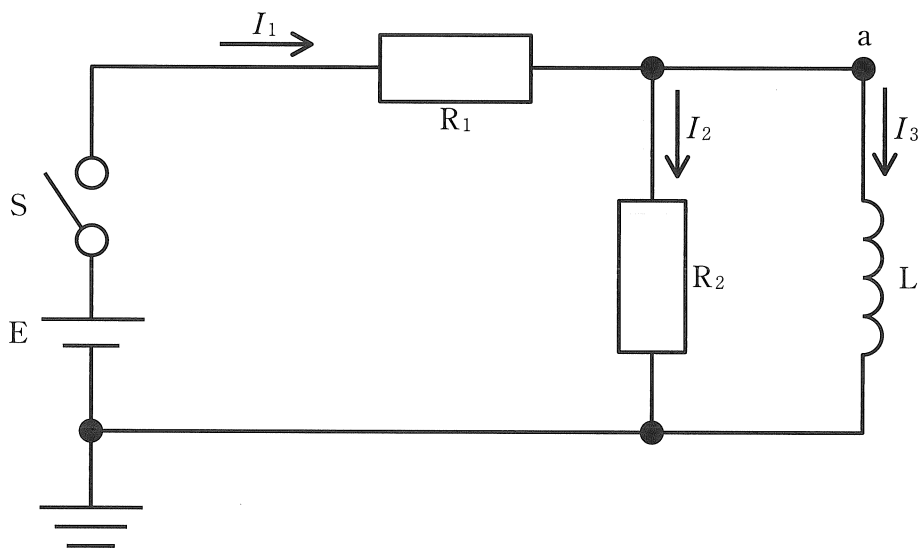
Ⅱ 図のような、抵抗値 R の抵抗 R_1 、抵抗値 $2R$ の抵抗 R_2 、コイル L 、起電力 E の直流電源 E 、スイッチ S からなる回路がある。直流電源の内部抵抗とコイルや導線の抵抗は無視できる。 R_1 と R_2 と L に流れる電流 I_1 、 I_2 、 I_3 は、図中の矢印の向きに流れる場合を正とする。以下の問に答えよ。

時刻 $t=t_1$ のとき、 S を閉じた。 S を閉じた直後に R_1 、 R_2 、 L に流れる電流はそれぞれ、 $I_1 =$ 、 $I_2 =$ 、 $I_3 =$ 、点 a での電位は となる。

その後、 $t=t_2$ で R_1 、 R_2 、 L を流れる電流が一定になった。 R_1 、 R_2 、 L に流れる電流はそれぞれ、 $I_1 =$ 、 $I_2 =$ 、 $I_3 =$ 、点 a での電位は となる。

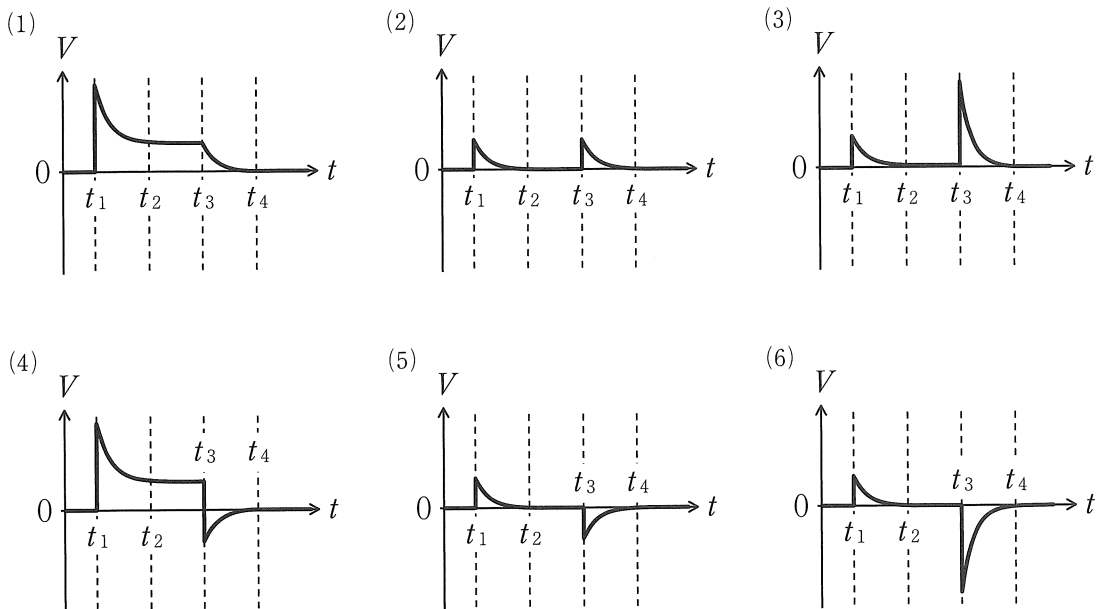
その後、 $t=t_3$ のとき、 S を開いた。 S を開いた直後に R_2 、 L に流れる電流はそれぞれ、 $I_2 =$ 、 $I_3 =$ 、点 a での電位は となる。

その後、 $t=t_4$ で R_2 、 L に流れる電流はそれぞれ $I_2=0$ 、 $I_3=0$ となる。



問 1 アからサの空欄に入る最も適した文字式をそれぞれの解答欄に記入せよ。

問 2 点 a の電位 (V) の時間変化を表すグラフとして最も適当なものを(1)から(6)より選び、番号で答えよ。



Ⅲ 眼球の構成物である水晶体は凸レンズの役割を果たす。図 1 のように、大気(屈折率 1)中に、厚さ t_1 の透明で厚くて大きな板 1 (屈折率 $n_1 (> 1)$) を置き、厚さ方向に平行になるよう x 軸を取った。 x 軸と板 1 の右面との交点を点 O、左面との交点を点 P とし、物体 X を点 P から板 1 の左面に接するように置いた。以下の問に答えよ。 $\theta \div 0$ のとき、 $\sin \theta \div \tan \theta$ とする近似を適用してもよい。

x 軸を水晶体の光軸と一致させ、物体 X を点 O 近傍から観察したところ、物体 X がまるで x 軸上の点 S_1 上に存在しているように見えた。

問 1 OS_1 を求めよ。

問 2 物体 X の高さが h であるとき点 S_1 上の虚像の高さはいくらか。

問 3 このとき物体 X は何倍に拡大されて見えたことになるか。途中の考え方も記せ。

次に、図 2 のように、物体 X を取り外した板 1 の左面に、厚さ t_2 の透明で厚くて大きな板 2 (屈折率 $n_2 (> n_1)$) を接するように置いた。 x 軸と板 2 の左面との交点を点 Q とし、物体 X を点 Q から板 2 の左面に接するように置いた。 x 軸を水晶体の光軸と一致させ、物体 X を点 O 近傍から観察したところ、物体 X がまるで x 軸上の点 S_2 上に存在しているように見えた。

問 4 OS_2 を求めよ。途中の考え方も記せ。

問 5 このとき物体 X は何倍に拡大されて見えたことになるか。途中の考え方も記せ。

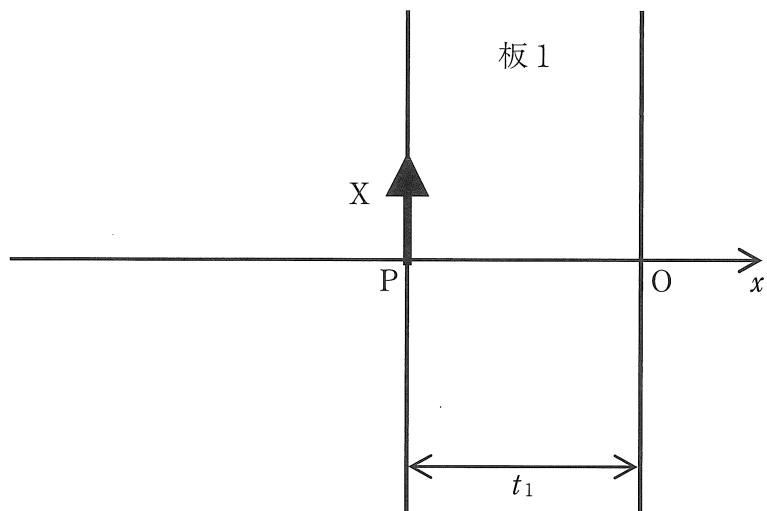


图 1

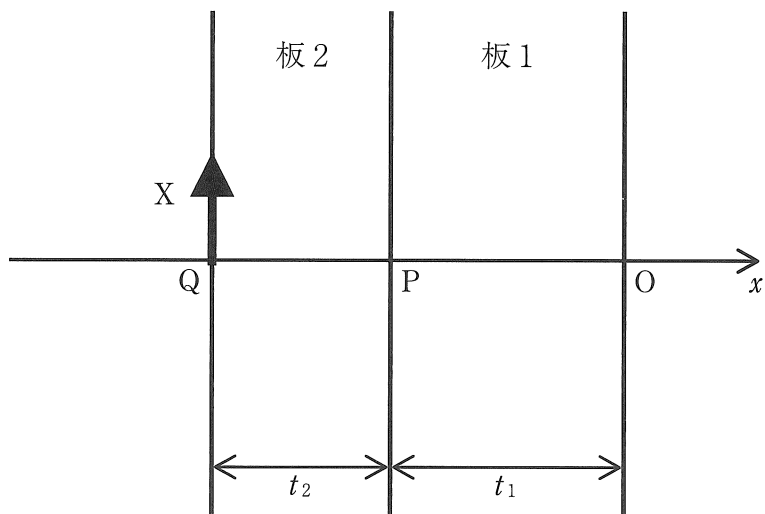


图 2

IV 図1のように、大きな水槽になめらかに動く2つの小さなピストン(断面積 S)を内蔵したシリンダーが水平に固定してある。シリンダーの側面には目盛りがあり、ピストン間の距離を計測することができる。シリンダーとピストンはよく熱を通す。以下の問に答えよ。大気圧は p_0 、室温は T_0 、気体定数を R とする。

シリンダーに単原子分子理想気体を入れ2つのピストンで封じた。じゅうぶん時間が経過したとき、ピストン間の距離は L_0 であった。

問 1 シリンダーの中の気体の物質量を求めよ。

次に、室内に置いてあった水を水槽に注ぎ、シリンダー全体を水中に沈めた。水はシリンダー内に入ることはない。シリンダーを水中に沈めてからじゅうぶん時間が経過したとき、ピストン間の距離は L であった。

問 2 シリンダー内の気体の圧力を求めよ。

水槽の温度調整器を起動し水温を T_1 までゆっくりと変化させ、じゅうぶん時間が経過した。

問 3 ピストン間の距離を求めよ。

問 4 このとき、気体が水から得た熱量はいくらか。途中の考え方も記せ。

温度調整器で水の温度を変えながら、ピストン間の距離を記録する操作を行い、横軸を水温(T)、縦軸をピストン間の距離(L)のグラフを作成したところ、図2のような直線関係が成り立つ結果となった。

問 5 この実験結果から絶対零度(0 K)は何 $^{\circ}$ C となるか。有効数字3桁で答えよ。

途中の考え方も記せ。

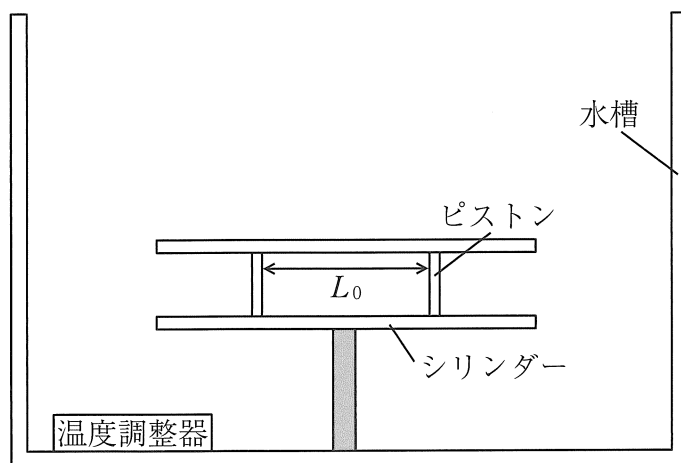


図 1

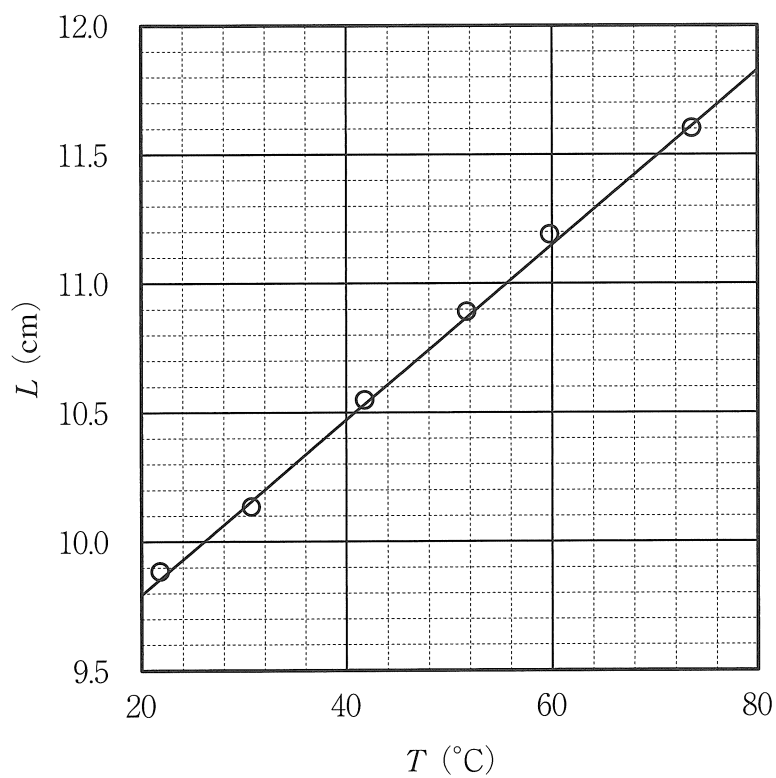


図 2