

選 択 科 目

(医 学 部)

— 2 月 3 日 —

物 理 }
化 学 } この中から 1 科目を選択して解答しなさい。
生 物 }

科 目		問 題 の ペ ー ジ
物	理	1 ～ 7
化	学	8 ～ 14
生	物	15 ～ 23

選択した科目の解答用紙をビニール袋から取り出し、解答はすべて選択した科目の解答用紙に記入して提出しなさい。

- 1 図1に示すように水平なテーブルが水平面に固定されている。テーブル上面と水平面はいずれもなめらかとする。水平面の上には質量 M [kg]、長さ d [m] の一様な材質のブロックがおかれている。ブロックの上面はあらく、テーブル上面と段差および隙間はなく、またブロック上面は水平面に平行とする。いま、このブロック上面に質量 m [kg] ($M > m$) の小物体を滑らせるときの運動について考える。小物体がブロック上面を滑るときは上面に接しながら水平面に平行に進むものとする。また、小物体とブロックとの間に作用する動摩擦係数を μ' 、重力加速度は鉛直下向きで大きさが g [m/s²] とする。小物体およびブロックの運動はすべて紙面を含む鉛直面内で行われるものとし、両者の運動において空気抵抗は無視できるものとする。加速度、速度、変位は右向きを正の方向とすると、以下の各問いに答えなさい。

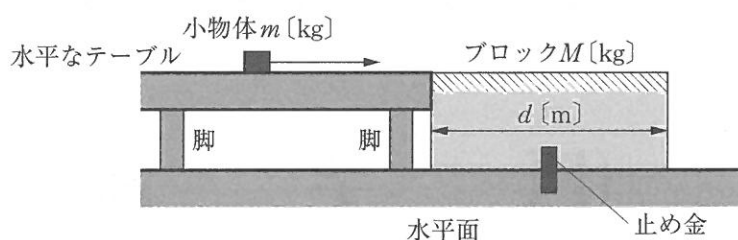


図1

はじめに、ブロックが止め金で水平面に固定されている場合を考える。

- (1) 小物体を初速度 v_0 [m/s] でテーブル上面から右向きにブロック上面を滑らせたところ、ブロックの左端からの距離が $\frac{d}{2}$ の位置まで滑った後に止まった。ブロック面に達してから小物体が静止するまでに要する時間はいくらか。答えは M, m, μ', g, v_0 の中から適切な記号を用いて表しなさい。
- (2) (1)のときの小物体とブロックの間の動摩擦係数 μ' はいくらか。答えは M, m, d, g, v_0 の中から適切な記号を用いて表しなさい。
- (3) 小物体がブロック上面を通過して右側の端部に達するためには、初速度をいくら以上にすればよいか。 v_0 を使って表しなさい。

次に、図2のように止め金を外してブロックが水平面に接したまま回転したり倒れたりせずになめらかに滑ることができるようにした。初めにブロックは静止しているとする。小物体を初速度 v_0 [m/s] でテーブル上面から右向きにブロック上面を滑らせたところ、小物体はある距離動いた後にブロック上で静止し、両者は一体となって等速で運動した。

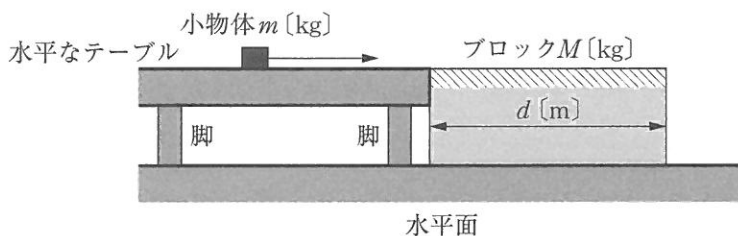


図2

- (4) 小物体がブロック上面を滑るときの水平面に対するブロックの加速度はいくらか。答えは M , m , μ' , g , v_0 の中から適切な記号を用いて表しなさい。
- (5) 小物体がブロック上面に達してから静止するまでに要する時間を求めなさい。答えは M , m , μ' , g , v_0 の中から適切な記号を用いて表しなさい。
- (6) (5)のときに小物体がブロック面上を進んだ距離を求めなさい。答えは M , m , μ' , g , v_0 の中から適切な記号を用いて表しなさい。

- 2 フーコーは、スリット、ハーフミラー、回転鏡、凹面反射鏡を図1のように設置して、それまでになく高い精度で光の速さを求めた。どのように光の速さを求めるかについて以下の手順にそって考えてみよう。円周率を π として、以下の各問いに答えなさい。

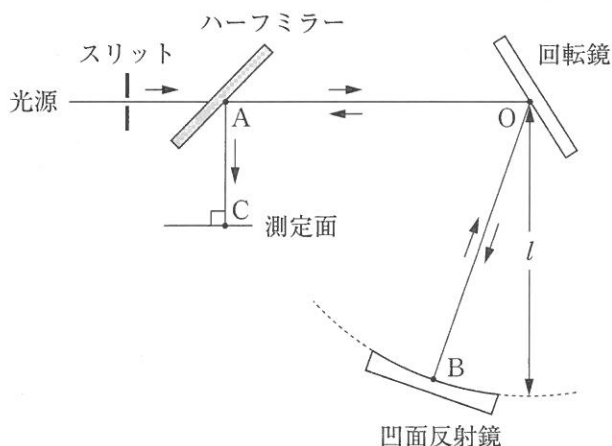


図1

はじめ、回転鏡を回転させないである角度に固定しておく。スリットを通った光はハーフミラーの点Aを通して回転鏡の点O(回転中心)で反射され、凹面反射鏡に向かう。凹面反射鏡の点Bで反射した光は点Oに戻り、さらに、ハーフミラーの点Aで反射し、測定面の点Cに到達する。測定面は点Aからの光線に対し垂直とする。距離OBと距離OACはあらかじめ測定しておき、それぞれ l [m]、 r [m]の場合を考える。なお、図1、2において、凹面反射鏡の球面の半径は l [m]であり、凹面反射鏡の凹面(球面)中心は、回転鏡の中心点Oに一致するように置かれている。

- (1) 求める光の速さを v [m/s]として、回転鏡と凹面反射鏡の間を光が往復する時間[s]を求めなさい。

次に、回転鏡を一定の回転速度で反時計回りに回転させる。図2のように凹面反射鏡の点Bで反射した光が回転鏡の点Oに戻ってきたときには、回転鏡はある角度だけ回転しているため、ハーフミラーに向かう光はハーフミラー上の点A'で反射して測定面の点Eに到達する。点Eの点Cからのずれの量を測定することにより、光の速さを求めることができる。

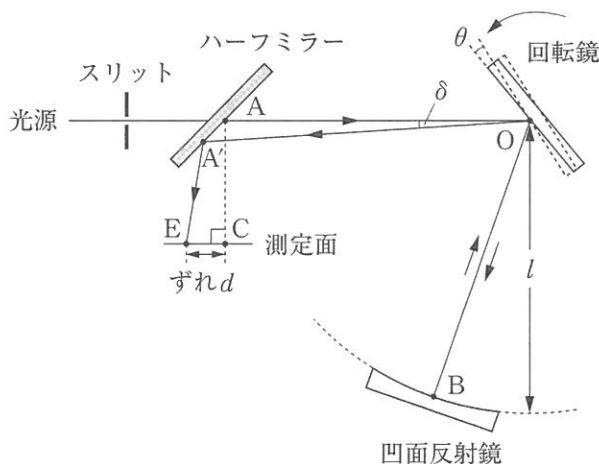


図2

図3は、回転鏡付近の拡大図である。線分 OH および OH' は、それぞれ、測定面の点 C および点 E に光が到達する場合の回転鏡の反射面に対する法線である。

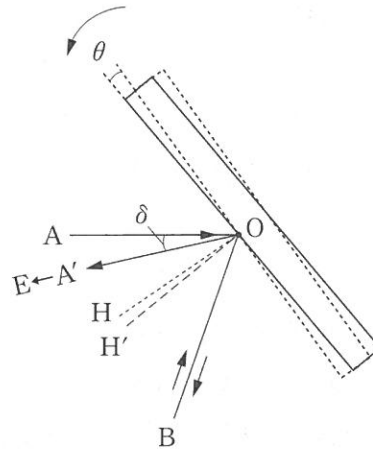
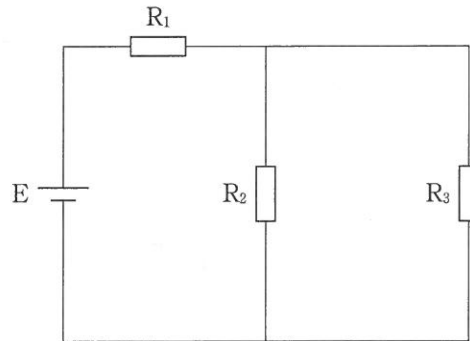


図3

- (2) (1)で求めた時間の間に、回転鏡は角度 θ [rad (ラジアン)] だけ回転しているとする。回転鏡の1秒間あたりの回転数を n [回/s] として、 θ を π , n , l , v を用いて表しなさい。
- (3) ハーフミラーの点 A を通り、回転鏡に向かう光線と回転鏡で反射してハーフミラーの点 A に戻ってくる光線がなす角度を δ [rad] とする。 δ を θ を用いて表しなさい。
- (4) 点 E の点 C からのずれの量 d [m] は、(3)で求めた角度 δ [rad] を用いて表わされる。 δ は非常に小さく、 $\tan \delta \doteq \delta$ として、光の速さ v [m/s] を π , r , n , l , d を用いて表しなさい。

- 4 図のように 1Ω の抵抗 R_1 、 1Ω の抵抗 R_2 、 2Ω の抵抗 R_3 の 3 つの抵抗、および起電力 $5V$ の電池 E からなる回路を作った。導線の抵抗および電池の内部抵抗は無視できるとし、以下の各問いに答えなさい。答えは各問いの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。



- (1) 並列接続された R_2 と R_3 の合成抵抗は何 Ω か。
- (2) R_1 を流れる電流の大きさは何 A か。
- (3) R_2 による電圧降下は何 V か。
- (4) R_1 で消費される電力は何 W か。
- (5) R_2 と R_3 で消費される電力の合計は何 W か。

[解答群]

- | | | | | |
|----------------------|-------------------|------------------|------------------|------|
| (1) ア. $\frac{3}{2}$ | イ. $\frac{2}{3}$ | ウ. $\frac{3}{4}$ | エ. $\frac{5}{4}$ | オ. 3 |
| (2) ア. $\frac{1}{3}$ | イ. $\frac{5}{4}$ | ウ. 2 | エ. 3 | オ. 5 |
| (3) ア. $\frac{1}{3}$ | イ. $\frac{14}{3}$ | ウ. 1 | エ. 2 | オ. 4 |
| (4) ア. $\frac{1}{9}$ | イ. 1 | ウ. $\frac{2}{3}$ | エ. 3 | オ. 9 |
| (5) ア. $\frac{2}{3}$ | イ. 1 | ウ. 2 | エ. 5 | オ. 6 |