

2026年度 学校推薦型選抜（公募推薦入試）【物理】 試験問題

【1】 図1のように、滑らかな水平面上に置かれた台があり、台の上面には傾角 θ が $0 \leq \theta \leq 45^\circ$ の範囲で調節でき、表面が粗い板が取り付けられている。その台と板の質量の合計を M とする。板の上には質量 m の小物体がのせられている。板の長さは L で、板と小物体との間の動摩擦係数を μ' とする。小物体の大きさは無視できるものとし、台と小物体にはたらく空気抵抗や、台の下面の摩擦は無視できるものとする。また、重力加速度の大きさを g とする。以下の各問いに答えよ。

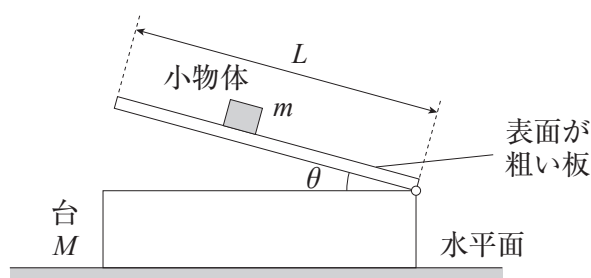


図 1

台を動かさないように固定した状態で小物体が置かれた板の傾角を 0° から少しずつ大きくしていくと、板の傾角が θ_0 となったときに小物体が板上を滑り出した。

- (1) 小物体が板上を滑り出す直前に板から物体にはたらく静止摩擦力の大きさ f_1 を m, g, θ_0 を用いて表せ。また、板と小物体との間の静止摩擦係数 μ を θ_0 を用いて表せ。

次に、台を動かさないように固定したまま、板の傾角 θ を、 $\theta > \theta_0$ として、小物体を板の左端に置いたところ、小物体が板上を滑り出し、やがて板の右端から飛び出した。

- (2) この間に、板から小物体にはたらく動摩擦力がした仕事 W を μ', m, g, L, θ を用いて表せ。また、小物体が板の右端から飛び出す速さ v を μ', g, L, θ を用いて表せ。

続いて、板の傾角 θ を $\theta > \theta_0$ としたまま台の固定を外した。小物体を板上に置きなおし、同時に、台に水平右向きに一定の力 F ($F > 0$) を加えて加速度の大きさ a で運動させたところ、小物体が板上で静止した。

- (3) このとき、板から小物体にはたらく静止摩擦力の大きさ f_2 を m, a, g, θ を用いて表せ。また、台に加えた力 F を m, M, a を用いて表せ。静止摩擦力の大きさについては、必要であれば、絶対値を用いること。

そして、台の上面に取り付けてある板を表面が滑らかな板に替え、傾角を θ_1 ($\theta_1 > \theta_0$) に固定した。ただし、台と板の質量の合計は M のままとする。図 2 のように、静止している板の左端に質量 m の小物体を静かに置き、放したところ、小物体が板上を滑り出すと同時に台も水平面上を静かに動き出した。

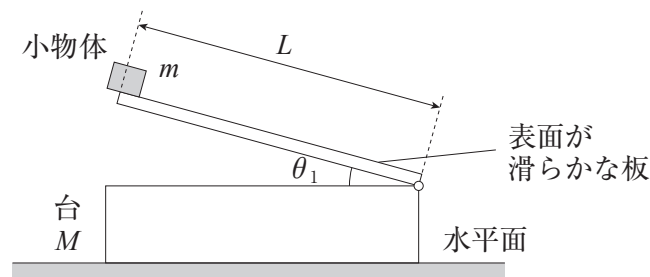


図 2

- (4) 小物体が板上を滑っている間、台は加速度の大きさ a_1 で水平面上を左向きに移動し、台とともに動く観測者から小物体を見たとき、小物体は板に沿って加速度の大きさ a_2 で降下した。このときの台に対する小物体の加速度の大きさ a_2 を m, M, a_1, θ_1 を用いて表せ。また、台の加速度の大きさ a_1 を m, M, g, θ_1 を用いて表せ。
- (5) 小物体が板上を滑り始めてから、板の右端から飛び出すまでの間に、台が水平方向に移動する距離 L_1 を M, m, L, θ_1 を用いて表せ。

【2】 図 1 のように，起電力 V の電池，抵抗値 R ， $2R$ の 2 つの抵抗，矢印の向きを電流の正の向きとする電流計，スイッチ S を用いて回路をつくる．また，回路内の点 a ，点 b に間隔 l の平行な導体レールをつなぎ，導体レールがある平面に対して手前から奥（紙面の表から裏）へ向かう向きに磁束密度の大きさ B の一様な磁場をかける．導体レール上では，抵抗値 R をもつ導体棒 P が，導体レールがある平面内で導体レールに対して常に垂直を保ってなめらかに動くことができるようになっている．初めの状態では，導体レール上には何も置かれておらず，スイッチ S は開いている．回路をつなぐ導線や導体レールの抵抗，電池，電流計の内部抵抗は無視できるものとし，回路を流れる電流がつくる磁場は考えないものとする．また，導体棒の速度，導体棒にはたらく力は右向きを正の向きとし，導体棒がその運動によって，回路との接点 a ， b に達することや導体レールの右端から飛び出すことは考えなくてよいものとする．以下の各問いに答えよ．

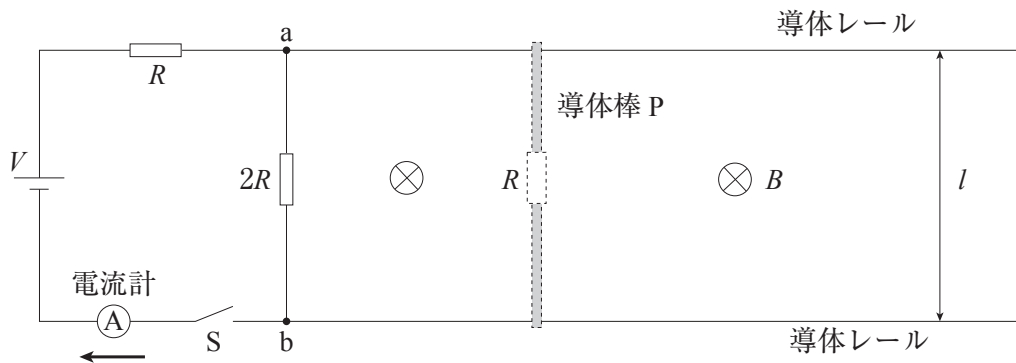


図 1

導体レール上に何も置かないままスイッチ S を閉じた．

- (1) このとき，電流計を流れる電流 I_1 と，抵抗値 $2R$ の抵抗の消費電力 W_1 を，それぞれ， V ， R を用いて表せ．

次に、初めの状態に戻し、導体レール上に導体棒 P を置いた上でスイッチ S を閉じたところ、導体棒 P が動き出した。

- (2) スイッチ S を閉じた直後に電流計に流れる電流 I_2 を V, R を用いて表せ。また、このときに導体棒 P を流れる電流に磁場からはたらく力 F_2 を V, R, B, l を用いて表せ。
- (3) スイッチ S を閉じて十分時間が経過した後、導体棒 P には電流が流れなくなり、その速度が一定値 v となった。このとき、電流計に流れる電流 I_3 を V, R を用いて表せ。また、このときの導体棒 P の速度 v_3 を V, B, l を用いて表せ。

再度、初めの状態に戻し、導体レール上に導体棒 P を置いた上でスイッチ S を閉じ、導体棒 P に一定の外力を加え続けたところ、やがて導体棒 P の速度が $\frac{4V}{Bl}$ で一定となった。

- (4) 導体棒 P が右向きに動いているときに導体棒 P に発生する誘導起電力の大きさを V' 、電流計を流れる電流を I 、抵抗値 $2R$ の抵抗を点 a から点 b の向きに流れる電流を I' として、キルヒホッフの第 2 法則を用いて、 V', R, I, I' が満たす関係式を求めよ。
- (5) 導体棒 P の速度が一定となった後、電流計を流れる電流 I_5 を V, R を用いて表せ。

【3】 レンズによってつくられる像に関する以下の問いに答えよ。ただし、レンズの厚さは十分薄いものとし、レンズによってつくられる像に関しては、レンズと物体との距離を a 、レンズと像との距離を b 、レンズの焦点距離を f (凸レンズでは $f > 0$ 、凹レンズでは $f < 0$) とするとき、レンズの公式 $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ が成立することを用いてよい。以下の各問いに答えよ。

図 1 のように、焦点距離 20 cm の凸レンズ A の光軸上で、凸レンズ A の左側 30 cm の位置に長さ 2.0 cm の棒状の物体をレンズと平行に置いたところ、凸レンズ A の右側に像がつくられた。

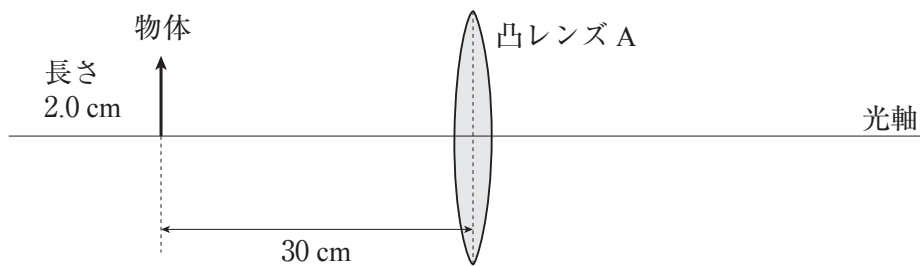


図 1

- (1) このとき、つくられる像の凸レンズ A からの距離、像の長さをそれぞれ有効数字 2 桁で求めよ。

次に、図 2 のように、焦点距離 30 cm の凹レンズ B の光軸上で、凹レンズ B の左側 50 cm の位置に長さ 4.0 cm の棒状の物体をレンズと平行に置いたところ、凹レンズ B の左側に像がつくられた。

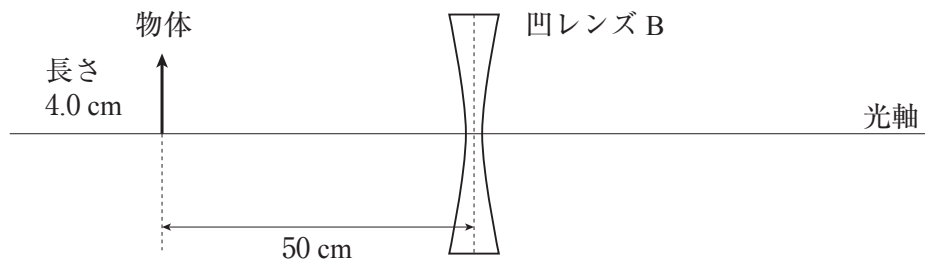


図 2

- (2) このとき、つくられる像の凹レンズ B からの距離、像の長さをそれぞれ有効数字 2 桁で求めよ。

続いて、図 3 のように凸レンズ A と凹レンズ B を光軸を一致させて間隔 80 cm を隔てて並べ、凸レンズ A の左側 30 cm の位置に長さ 2.0 cm の棒状の物体をレンズと平行に置いたところ、2 つのレンズを通過した光により物体の像がつくられた。この場合、凸レンズ A によってつくられた像の位置が凹レンズ B にとっての像をつくるもととなる物体の位置にあたりと考えられることに留意すること。

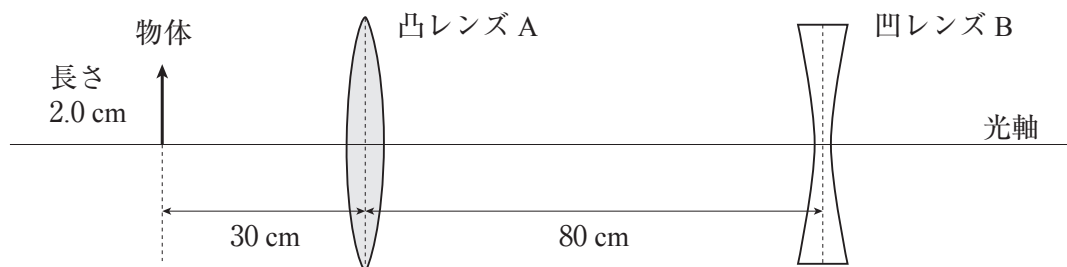


図 3

- (3) このとき、2 つのレンズを通過した光によりつくられる像の凹レンズ B に対する位置（右側か左側かも答えること）、像の長さをそれぞれ有効数字 2 桁で求めよ。

続いて、図 4 のように、凸レンズ A と凹レンズ B を光軸を一致させて密着させ、1 枚の片凸片凹レンズ C をつくり、レンズ C の左側 30 cm の位置に長さ 2.0 cm の棒状の物体をレンズと平行に置いたところ、レンズ C を通過した光により物体の像がつくられた。この場合にも、凸レンズ A がつくる像の位置が凹レンズ B にとっての物体の位置にあたると考えられる。このとき、凹レンズ B にとっての物体の位置が凹レンズ B の右側になることから、物体（凸レンズ A による像）の位置を負と考えることにより、凹レンズ B についてレンズの公式を用いることができる。

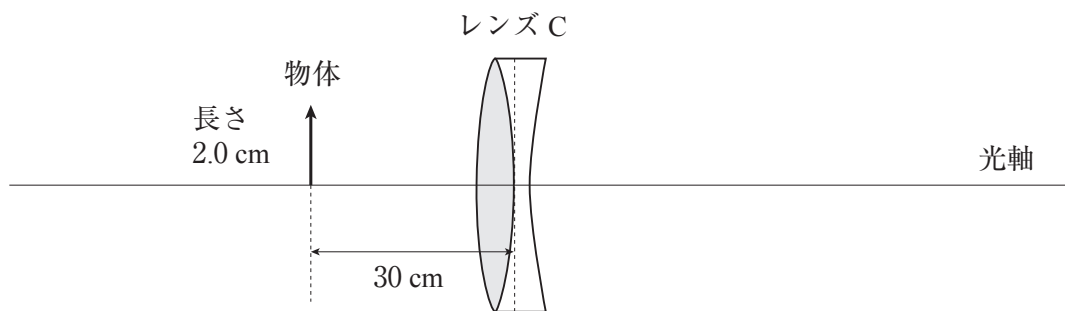


図 4

- (4) このとき、つくられる像のレンズ C に対する位置（右側か左側かも答えること）、像の長さをそれぞれ有効数字 2 桁で求めよ。
- (5) レンズ C の焦点距離を有効数字 2 桁で答えよ。また、レンズ C は凸レンズとしてふるまうか、凹レンズとしてふるまうかを答えよ。

そして、図 5 のように、レンズ A の左側 30 cm の位置に長さ 2.0 cm の棒状の物体をレンズと平行に置いた状態で、レンズ A の右側 24 cm の位置に、レンズ A と平行に平面鏡を設置したところ、レンズ A を通過した後、平面鏡で反射し、再びレンズ A を通過した光による物体の像がつくられた。

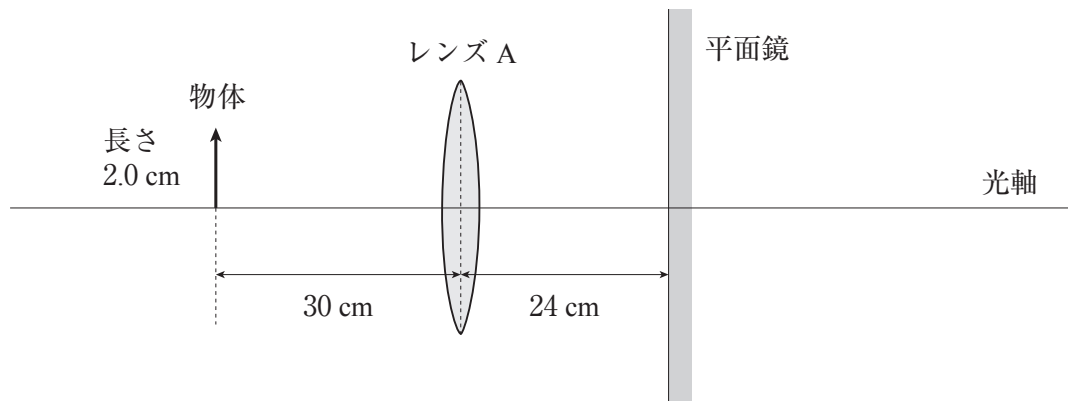


図 5

- (6) このとき、平面鏡で反射した後、再びレンズ A を通過した光によりつくられる像のレンズ A に対する位置（右側か左側かも答えること）、像の長さをそれぞれ有効数字 2 桁で求めよ。