

令和8年度入学試験問題(前期)

理 科(物 理)

【注 意 事 項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には、**①**から**③**までの3問題が印刷されていて、合計6ページある。
落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙はA-1～A-3を別に配付している。解答は、問題と同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 解答用紙の指定された欄に、学部名および受験番号を記入すること。
6. 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

- 1 水平と角度 θ [rad] ($0 < \theta < \frac{\pi}{4}$, ただし π は円周率) をなす粗い表面の斜面上に, 一辺の長さが L の均質な立方体が図のように置かれている。斜面と立方体との静摩擦係数を μ , 動摩擦係数を μ' , 重力加速度の大きさを g , 立方体の質量を M とし, 立方体や斜面は変形せず, 空気抵抗は無視できるものとして以下の問いに答えなさい。

必要であれば, 加法定理 $\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha\cos\beta \mp \sin\alpha\sin\beta$ を用いなさい。

問 1 図 1 のように, 立方体の側面中央に軽い糸をつなぎ, 軽くてなめらかに回転する定滑車に通して糸の他端に質量 m のおもりをつないでいる。立方体と定滑車の間の糸は斜面に平行である。立方体を手で静止させた状態から静かに手を離れたところ, 立方体は斜面を回転せずに滑り落ちた。立方体は常に斜面にあり, おもりは定滑車や鉛直面にぶつかることはないものとする。

- (1) 立方体が滑り落ちたことから, μ はいくらより小さくなければならないか。 M, m, θ のうち, 必要な記号を用いて表しなさい。
- (2) 立方体の加速度の大きさを, M, m, μ', θ, g のうち, 必要な記号を用いて表しなさい。

問 2 次に, おもりと糸を取り去り, 立方体を手で静止させた状態で, 図 2 のように立方体の側面中央に水平右向きに大きさ F の力を加えた。

- (1) $F = F_0$ の力を加えた状態で静かに手を離れたところ, 立方体は静止した状態を保った。 F_0 の最小値を, M, μ, θ, g のうち, 必要な記号を用いて表しなさい。
- (2) (1) の状態から F を徐々に大きくして, ある値 F_1 を超えたとき, 立方体は斜面を滑ることなく P のまわりに回転し始めた。 F_1 を, M, θ, g, π のうち, 必要な記号を用いて表しなさい。
- (3) (2) において, 立方体は斜面を滑ることなく回転したことから, μ はいくら以上でなければならないか。 $\tan\theta$ を用いて表しなさい。

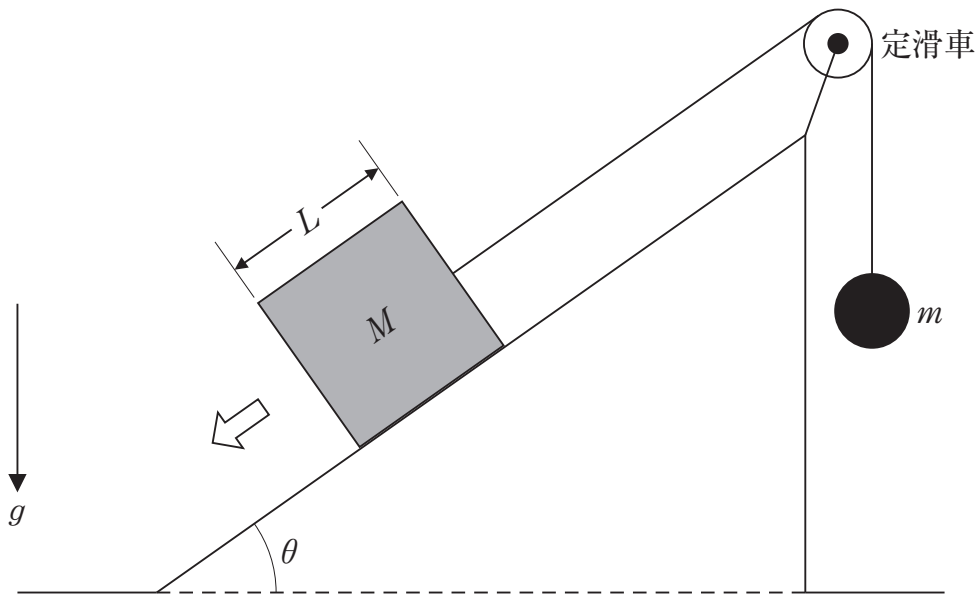


图 1

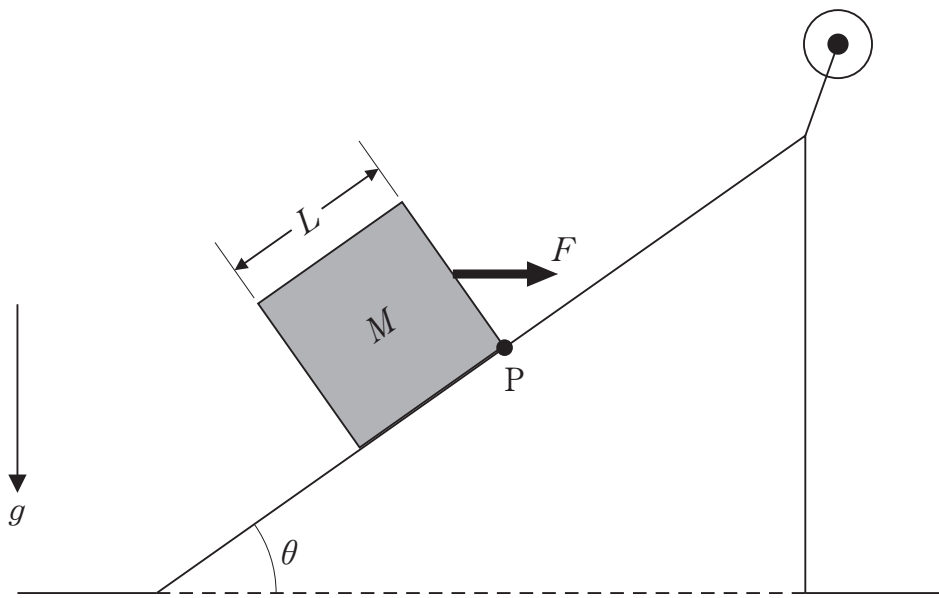


图 2

2 水面上の波源 S が振動数 f で振動し、円形波を送り出している。波の減衰は無視できるものとして、以下の問いに答えなさい。円形波の速さは V 、波長は λ とする。

問 1 図 1 のように、波源を通る直線上の計測点 P を一定の速さ v ($0 < v < V$) で波源に向かって近づけた。図の円形の実線はある時刻における波の山の位置を示している。

- (1) 時間 t の間に計測点 P を通過する波の数 n_1 を、 V, v, t, f のうち、必要な記号を用いて表しなさい。
- (2) 計測点 P で計測される振動数 f_1 を、 V, v, f のうち、必要な記号を用いて表しなさい。また、 f_1 と f の大小関係を理由とともに簡潔に述べなさい。

問 2 次に、図 2 のように波源を通る直線上の計測点 P を、問 1 と同じ速さ v で波源から遠ざけた。図の円形の実線はある時刻における波の山の位置を示している。

- (1) 時間 t の間に計測点 P を通過する波の数 n_2 を、 V, v, t, f のうち、必要な記号を用いて表しなさい。
- (2) 計測点 P で計測される振動数 f_2 を、 V, v, f のうち、必要な記号を用いて表しなさい。また、 f_2 と f の大小関係を理由とともに簡潔に述べなさい。

問 3 問 1 と問 2 で得られた時間 t の間に計測点 P を通過する波の数 n_1 と n_2 から、円形波の速さ V を求めたい。円形波の速さ V を、 n_1, n_2, v のうち、必要な記号を用いて表しなさい。

問 4 次に、図 3 のように波源 S から距離 L の位置に波源 Q を置き、同じ振動数、同じ振幅で振動させ、円形波を干渉させた。図の実線はある時刻における波の山の位置、破線は谷の位置を示す。波源の大きさは無視できるものとする。

- (1) 2 つの波源の振動は同位相か逆位相かを答え、その理由を簡潔に述べなさい。
- (2) S と Q を結ぶ線分上に節が 1 つとなる L の条件を、 λ を用いて表しなさい。ただし、波源の点も節になりえるものとする。

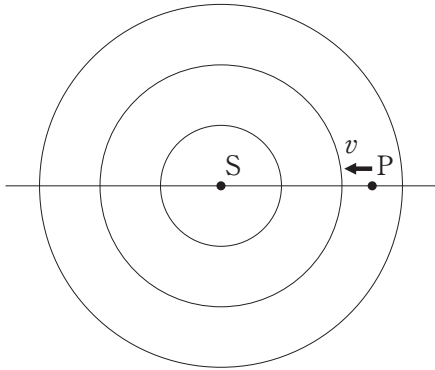


图 1

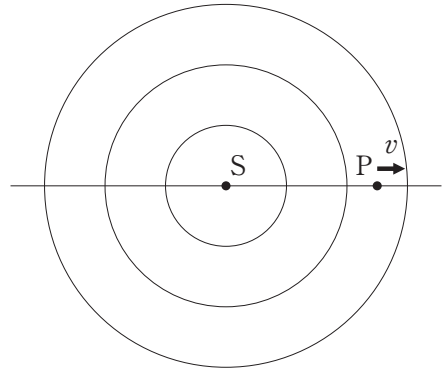


图 2

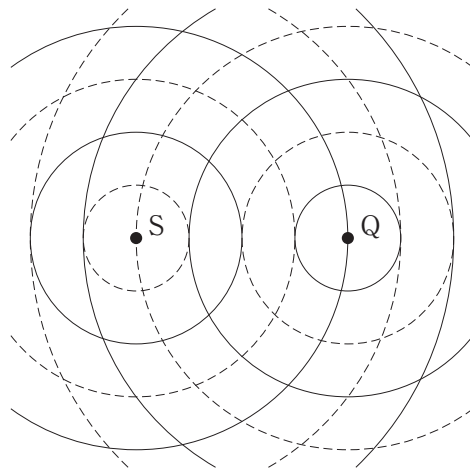


图 3

3 図1のように、無線充電器を用いてスマートフォンを充電する場面を想定する。このとき、無線充電器およびスマートフォンは、図2に示すような簡略化された回路で表すことができる。無線充電器の送信回路は、コイル、コンデンサー、抵抗、および交流電源で構成されており、スマートフォンの受信回路は、コイル、コンデンサー、および抵抗 R から構成されている。交流電源が出力する電圧は正弦波で、その最大値は常に一定である。以下の問いに答えなさい。ただし、計算結果の有効数字は2桁とする。

問1 まず、無線充電器がスマートフォンから十分遠方にある場合を考える。無線充電器の送信回路は、自己インダクタンス $L_T = 2.0 \times 10^{-5} \text{ H}$ のコイルと電気容量 $C_T [\text{F}]$ のコンデンサーを用いて、電氣的な共振をするように設計されている。

- (1) 角周波数 $\omega = 1.0 \times 10^6 \text{ rad/s}$ で共振させるために必要な電気容量 $C_T [\text{F}]$ を求め、数値で答えなさい。
- (2) (1)の条件で共振状態にあるとき、無線充電器のコンデンサーの両端にかかる電圧の最大値を測定したところ 50 V であった。このとき、送信回路に流れる電流の最大値を求め、数値で答えなさい。

問2 スマートフォンの受信回路のコイルは80回巻とする。このコイルを共振状態で動作している無線充電器に近づけたところ、磁束が $4.0 \times 10^{-7} \text{ 秒}$ の間に $9.0 \times 10^{-8} \text{ Wb}$ 増加することが測定された。ここで、無線充電器側で発生した磁束は、損失なくスマートフォンの受信回路のコイルを貫くものとする。

- (1) 受信回路のコイルに誘導される起電力の大きさを求め、数値で答えなさい。
- (2) スマートフォンの受信回路も問1と同じ共振周波数で動作しており、(1)で求めた起電力の大きさを誘導される交流電圧の最大値とする。 $R = 9.0 \Omega$ のとき、受信回路で消費される電力の時間平均を求め、数値で答えなさい。
- (3) 無線充電では、効率よくエネルギーを伝達するために電氣的な共振が利用されている。この仕組みを、「リアクタンス」、「インピーダンス」、「電流」、「磁場」の4つのキーワードすべてを用いて説明しなさい。

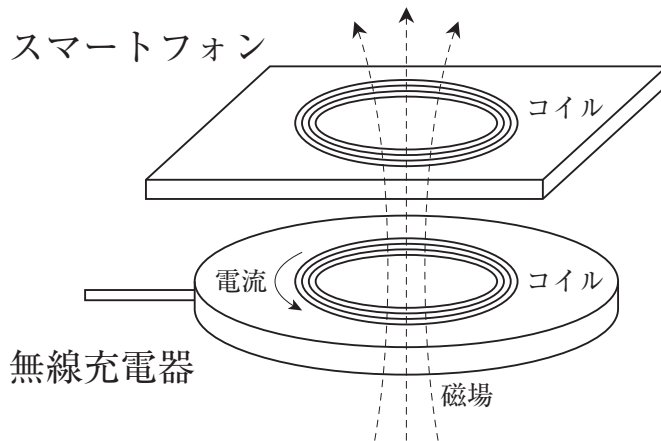


図1 無線充電の簡略図

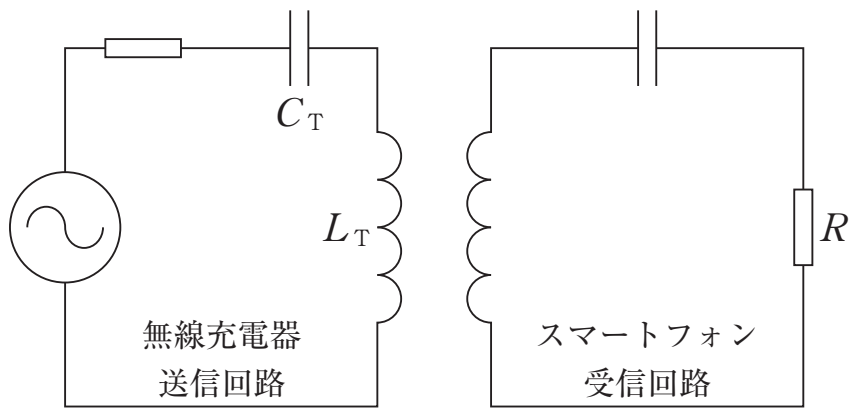


図2 簡略化された回路