産業医科大学

2024 年度　一般選抜　物理

（2 科目　100 分）

1 以下の文章を読み，設問に答えなさい。

図 1 のように水平でなめらかな床の上の一点を原点として水平に x 軸をとる。長さ $L\,[\mathrm{m}]$，質量 $M\,[\mathrm{kg}]$ の一様な板を用意し，板の中心が原点と一致するように x 軸に沿って床の上に置く。質量 $m\,[\mathrm{kg}]$ の人が板の一端 $\left(x=-\dfrac{L}{2}\right)$ から，初速 0，板に対して一定の加速度 $a\,[\mathrm{m/s^2}]\,(a>0)$ で他端まで動く。

板と人をあわせた系を S とする。

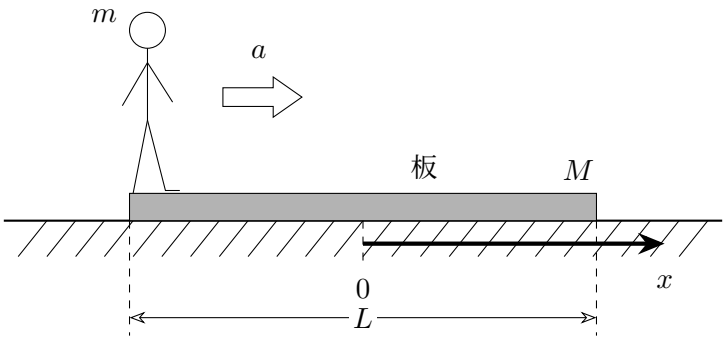


図 1

(1) 人が動き出す前の系 S の重心の x 座標を与えられた記号を用いて表しなさい。

(2) 人が動いている間，板に対して x 軸方向に人がおよぼす力の大きさを与えられた記号を用いて表しなさい。

(3) 床に対する板の加速度を与えられた記号を用いて表しなさい。

(4) 人が動き始めてから他端に到着するまでにかかった時間を与えられた記号を用いて表しなさい。

(5) 人が他端に到達したときの系 S の重心の x 座標を与えられた記号を用いて表しなさい。

(6) 人が他端に到達したときの床に対する板の速度を与えられた記号を用いて表しなさい。

(7) 人が他端に到達したときの板の中心の x 座標を与えられた記号を用いて表しなさい。

2 以下の文章を読み，設問に答えなさい。

図 2 － 1 のように同じ軸上でコイル 1 とコイル 2 を正対させる。それぞれの巻き数は N 回および 1 回である。コイル 1 には可変抵抗と電源，コイル 2 には抵抗 $R\,[\Omega]$ が接続されている。コイル 1 とコイル 2 に流れる電流の向きは，図 2 － 1 のそれぞれのコイルに示された矢印の向きを正とする。コイル 1 と 2 の相互インダクタンスは $M\,[\mathrm{H}]$ である。コイル 2 の電気抵抗およびコイル 2 の電流変化による自己誘導は無視できる。

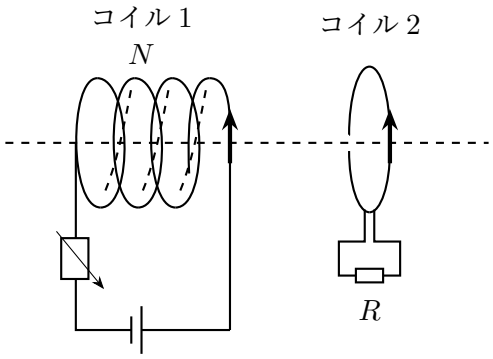


図 2 － 1

図 2 － 2 はコイル 1 に流れる電流 I_1 [A] の時間変化である。時刻 $t = 0$ では $I_1 = i$ であり，0 から T [s] まで一定の割合で 0 まで減少した。T から $2T$ までの間は 0 のまま保たれ，その後，$2T$ から $3T$ まで一定の割合で $2i$ まで増加，それ以降は $2i$ のまま一定であった。

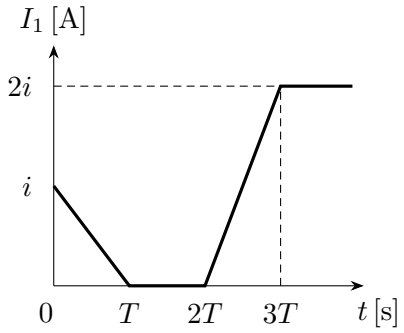


図 2 － 2

(1) 時刻 $2.5T$ にコイル 2 を貫く磁束を求めなさい。

(2) 時刻 $2.5T$ にコイル 2 に流れている電流を求めなさい。

(3) コイル 2 に接続されている抵抗での時刻 $2.5T$ における消費電力は時刻 $0.5T$ における消費電力の何倍か求めなさい。

(4) 時刻 $0.5T$ および時刻 $2.5T$ にコイル 2 はそれぞれどちら向きの力を受けているか。次の選択肢ア～ウの中から選び記号で答えなさい。

ア．コイル 1 から遠ざかる向き（図 2 － 1 の右向き）

イ．コイル 1 に近づく向き（図 2 － 1 の左向き）

ウ．力は受けない

3 以下の文章を読み，設問に答えなさい。重力加速度を $g\,[\mathrm{m/s^2}]$ とする。

図 3 － 1 のように波長 $\lambda\,[\mathrm{m}]$ のレーザー光をハーフミラー A で二つの光線に分割する。一つは鉛直方向に進行し反射体底面で反射されて同じ道を戻る。反射された光をハーフミラー A で分割されたもう一つの光線と干渉させる。干渉による光の強さの変化を検出器で測定する。ただし，ハーフミラー A および B はいずれも厚さが無視できるものとする。また，それぞれの光線の強さは検出器に入射したとき同じになるようにハーフミラーの反射率および透過率を調整してある。

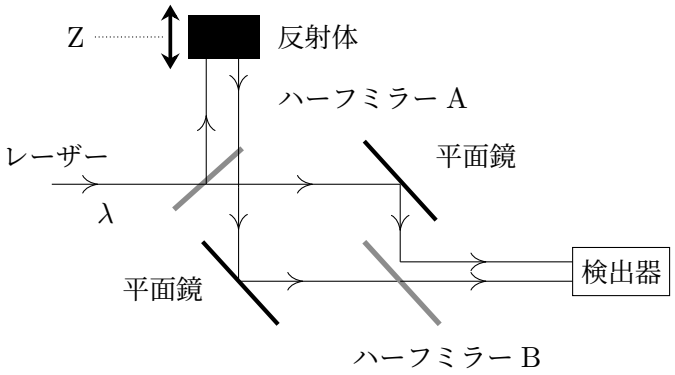


図 3 － 1

反射体は鉛直方向のみ移動できる。二つの光が強め合う高さ Z で反射体を固定した。

＜設定 1 ＞　　高さ Z から反射体を鉛直下方にゆっくり移動させた。

(1-1)　検出器で測定される光の強さが徐々に減少したが，そのまま動かし続けると再び二つの光は強め合うようになった。移動した距離を与えられた記号を用いて表しなさい。

以下では反射体の移動速度は光速に比べて十分遅くドップラー効果は無視する。

＜設定 2 ＞　　反射体を高さ Z から鉛直下方に一定の速さ $v\,[\mathrm{m/s}]$ で移動させた。移動を始めた時刻を $t = 0$ とする。移動開始後，二つの光が強め合う時刻を測定する。1 回目に二つの光が強め合う時刻を $t_1\,[\mathrm{s}]$，2 回目に二つの光が強め合う時刻を $t_2\,[\mathrm{s}]$，…，n 回目に強め合う時刻を $t_n\,[\mathrm{s}]$ とする。

(2-1)　t_n を与えられた記号を用いて表しなさい。

(2-2)　n を横軸，t_n を縦軸に取ってデータ点をプロットする。このときデータ点をつないで得られる直線または曲線に最も近いグラフを図 3 － 2 から選び，記号で答えなさい。ただし，データ点の数は十分多いとする。

＜設定 3 ＞　反射体を高さ Z から初速 0 で自由落下させた。落下を始めた時刻を $t = 0$ とし，二つの光が強め合う時刻を測定する。n 回目に二つの光が強め合う時刻を t_n [s] とする。空気抵抗は無視する。

(3-1)　t_n を与えられた記号を用いて表しなさい。

(3-2)　n を横軸に取り t_n を縦軸に取ってデータ点をプロットしたとき，データ点をつないで得られる直線または曲線に最も近いグラフを図 3 － 2 から選び，記号で答えなさい。ただし，データ点の数は十分多いとする。

＜設定 4 ＞　反射体を高さ Z から鉛直上向きに投げ上げた。投げた時刻を $t = 0$ とし，二つの光が強め合う時刻を測定する。n 回目に二つの光が強め合う時刻を t_n [s] とする。空気抵抗は無視する。

(4-1)　n を横軸に取り t_n を縦軸に取って投げ上げてから Z に戻ってくるまでのデータ点をプロットしたとき，データ点をつないで得られる直線または曲線に最も近いグラフを図 3 － 2 から選び，記号で答えなさい。ただし，データ点の数は十分多いとする。

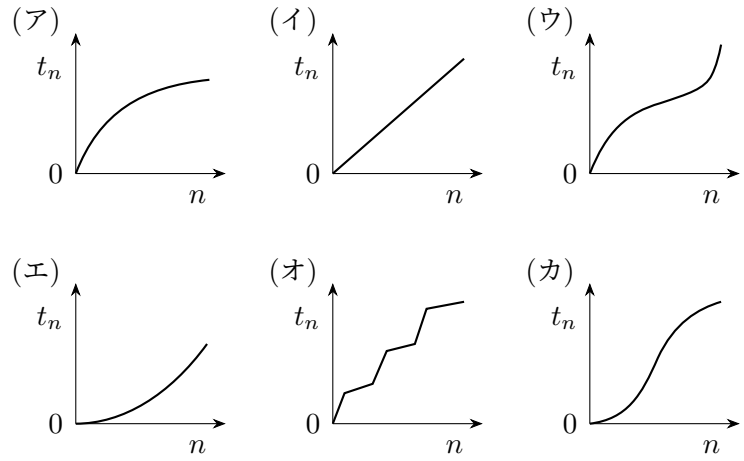


図 3 － 2