

# 強者の戦略

物理講師の内多です。

今回は 2021 年度の同志社大学の入試問題からの出題です。電磁誘導回路に関する総合問題なのですが、同志社大学らしく、難易度の高い問題が随所に見られます。ぜひ全問チャレンジしてみてください。もちろん、解答解説では全ての問題の解答を掲載しますが、その中で今回は特に問題中の空欄「」の設問に注目し、解答解説にて詳しく取り上げてみたいと思います。みなさんはどのように解きますか？では、どうぞ！

(問題は次ページから)

# 強者の戦略

## 【問題】

次の文中の空欄（ア）～（ク）にあてはまる式を解答用紙（一）の該当する欄（※省略）に記入せよ。ただし、重力加速度の大きさを  $g[\text{m/s}^2]$  とする。

図1のように、鉛直上向きの磁束密度  $B[\text{T}]$  の一様な磁場中に、長い2本の導線が平行に間隔  $l[\text{m}]$  をおいて水平におかれている。導線に沿って  $x$  軸、水平面内で導線に垂直な向きに  $y$  軸、鉛直上向きに  $z$  軸をとる。質量  $m[\text{kg}]$  の導体棒を2本の導線をまたいで  $y$  軸に平行におき、滑車をとおして質量  $M[\text{kg}]$  のおもりを軽い糸でつりさげる。導体棒は  $y$  軸に平行な向きをたもったまま  $x$  方向に運動する。導線の端  $\alpha$ - $\beta$  間に、抵抗値  $R[\Omega]$  の抵抗、電池、電気容量  $C[\text{F}]$  のコンデンサー、自己インダクタンス  $L[\text{H}]$  のコイルをきりかえて接続できるスイッチがついている。滑車の軸、滑車と糸、および導線と導体棒のあいだのまさつと、電池の内部抵抗は無視できる。また、コンデンサーには初めに電荷がたくわえられていないものとする。

導体棒を手でささえて静止させた状態で、スイッチで端子1をえらび、抵抗に接続した。静かに手をはなすと、導体棒は導線のうえをすべり始めた。導体棒の速さが  $v[\text{m/s}]$  のとき、導体棒を流れる電流の大きさは  $\boxed{\text{ア}}$   $[\text{A}]$  である。十分に時間がたったのち、導体棒は一定の速さ  $\boxed{\text{イ}}$   $[\text{m/s}]$  で運動する。

スイッチで端子2をえらび、電池と抵抗に接続した。十分に時間がたったのち、おもりを一定の速さ  $v_0[\text{m/s}]$  で引き上げるために必要な電池の電圧は  $\boxed{\text{ウ}}$   $[\text{V}]$  である。おもりが一定の速さ  $v_0$  で運動するようになったのち、導体棒が  $h[\text{m}]$  だけ移動するあいだに電池がした仕事は  $\boxed{\text{エ}}$   $[\text{J}]$  である。

導体棒を手でささえて静止させ、スイッチで端子3をえらび、コンデンサーに接続した。静かに手をはなしたところ、おもりは下降し、導体棒は一定の加速度で運動し始めた。導体棒の加速度の大きさは  $\boxed{\text{オ}}$   $[\text{m/s}^2]$  である。

導体棒を手でささえて静止させ、スイッチで端子4をえらび、コイルに接続した。コイルを流れる電流が0の状態、静かに手をはなした。短い時間  $\Delta t[\text{s}]$  のあいだに、導体棒の位置が  $\Delta x[\text{m}]$  だけ変化し、コイルを流れる電流が  $\Delta I[\text{A}]$  だけ変化したとすると、 $|\Delta I| = \boxed{\text{カ}}$   $\times |\Delta x|$  とあらわせる。導体棒には復元力がはたらき、導体棒は角振動数  $\boxed{\text{キ}}$   $[\text{rad/s}]$ 、振幅  $\boxed{\text{ク}}$   $[\text{m}]$  で単振動する。

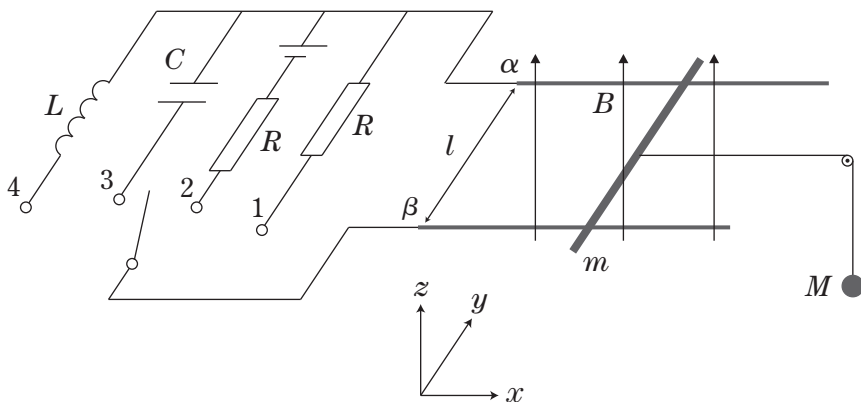


図1