日本医科大学

2026 年度　一般選抜　物理

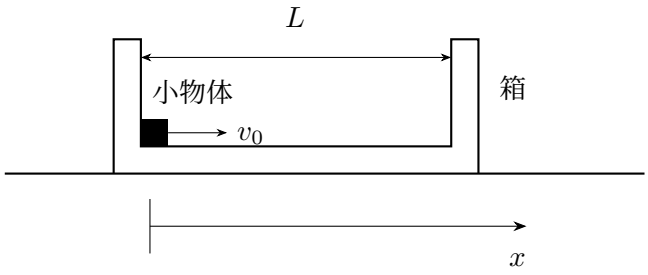
（2 科目　120 分）

I 図のように，幅 L で質量 $2m$ の箱の中に，L と比べて大きさの無視できる質量 m の小物体が置かれている。小物体と箱の間の動摩擦係数は μ とし，箱と床の間の摩擦はないものとする。また，箱と小物体が衝突するときは，弾性衝突をするものとする。最初に箱と小物体は止まっており，時刻 $t = 0$ で小物体を箱の左端に置き，x 方向の正の向きに初速度 v_0 を与えた。下の (1) から (3) の文章の［　　］に適した答えを書け。ただし，重力加速度は g とし，運動は x 方向にしか起こらないものとする。

(1)　$v_0 <$［ア］のときは小物体は箱に一度もぶつかることなく，最終的に箱と一緒に運動する。$v_0 =$［ア］のときに小物体は箱と衝突するが，その時刻は［イ］である。

(2)　$v_0 >$［ア］のとき，小物体は箱と最低でも 1 回は衝突する。1 回衝突した直後の小物体の速度は［ウ］であり，箱の速度は［エ］である。

(3)　(1) と同様に考えて，$v_0 <$［オ］のときは小物体と箱の 2 回目の衝突は起こらない（1 回目の衝突は起こる）。$v_0 >$［オ］のとき，2 回目に衝突した直後の小物体の速度は［カ］であり，箱の速度は［キ］である。

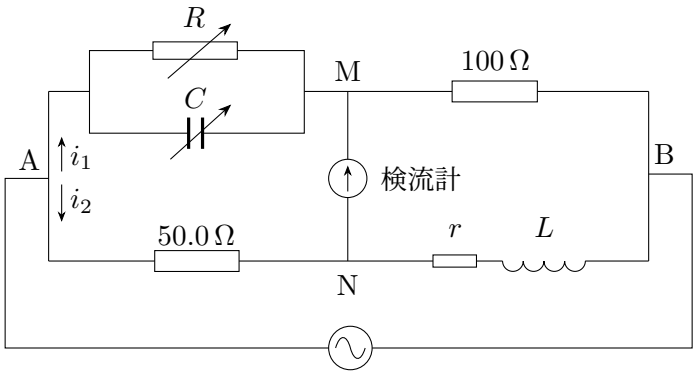


図

II コイルの自己インダクタンス L と内部抵抗 r を調べるために，図のような回路を組んだ。AN および MB 間には，それぞれ $50.0\,\Omega$ および $100\,\Omega$ の固定抵抗があり，AM 間には，可変抵抗と電気容量を変化することができる可変コンデンサーが並列に挿入されている。AB 間に角周波数 $\omega = 50.0$ rad/s の交流電圧をかけ，可変抵抗および可変コンデンサーを調節し，それらの抵抗値および電気容量をそれぞれ $R = 125\,\Omega$ および $C = 120\ \mu$F にしたところ，MN 間の検流計の電流値はゼロとなった。下の文章の［　　］に有効数字 2 桁で適した答えを書け。なお，本問では，コイルの内部抵抗に関し，図のように内部抵抗ゼロのコイルと抵抗 r の直列接続として扱えるものとする。

コイルの内部抵抗の値は［ ア ］Ω であり，コイルの自己インダクタンスの値は［ イ ］H である。また，コイルの両端である NB 間のインピーダンスの大きさは［ ウ ］Ω である。A→M→B，A→N→B と流れる電流を，それぞれ i_1，i_2 とし，それらを時間 t の関数として $i_1 = I_1 \sin \omega t$ および $i_2 = I_2 \sin(\omega t + \delta)$ と表すと，$\tan \delta$ の値は［ エ ］である。

このコイル（図の N から B までの部分に相当）を回路から取り出し，実効値 5.00 V で角周波数 50.0 rad/s の交流電源に接続したとき，このコイルで消費される電力はある値を中心に振動するが，その振動の角周波数は［ オ ］rad/s であり，電力の時間に関する平均値は［ カ ］W である。このときの力率の値は［ キ ］である。



図

III 下の (1), (2) の文章の［　　］に適した答えを書け。ただし，光の速さは c であり，プランク定数を h とする。また粒子の速さ v と光の速さの比を $\beta = v/c$ と置き，この量は十分小さいものとする。

(1) 図 1 にあるように，x 方向に一定の速さ v で動いている質量 m の電子が静止している陽電子に衝突すると 2 つの粒子は消滅し，x 方向に対して角度 θ で E のエネルギーをもった 2 つのガンマ線が飛び出す。このとき系の x 方向の運動量保存の式は $mv =$［ ア ］であり，エネルギー保存の式は［ イ ］となる。これらから $\cos\theta$ を β のみの関数として表すと，$\cos\theta =$［ ウ ］となる。

(2) 図 2 にあるように，x 方向に一定の速さ v で動いている質量 m の水素原子が途中で振動数 ν の光子 1 個を x 方向に対して角度 θ で放出し，速度 V で x 方向に対して角度 ϕ の方向に水素原子が散乱される過程を考える。水素原子のもつ電子のエネルギーは最初は E_{A} であり，光を放出した後は $E_{\mathrm{B}}\,(< E_{\mathrm{A}})$ になるものとする。このとき系の運動量保存の式は x 方向に関しては $mv =$［ エ ］となり，エネルギー保存の式は $E_{\mathrm{A}} - E_{\mathrm{B}} =$［ オ ］となる（ただし，水素原子のもつエネルギーは，散乱前も散乱後も電子のエネルギーと原子の運動エネルギーの和とする）。これらと y 方向の運動量保存の式を合わせて，$\cos\theta$ を β と $\alpha = (E_{\mathrm{A}} - E_{\mathrm{B}})/(h\nu)$ のみの関数として表すと，$\cos\theta =$［ カ ］となる。ただし，mc^2 は $h\nu$ に比べて十分に大きいものとする。

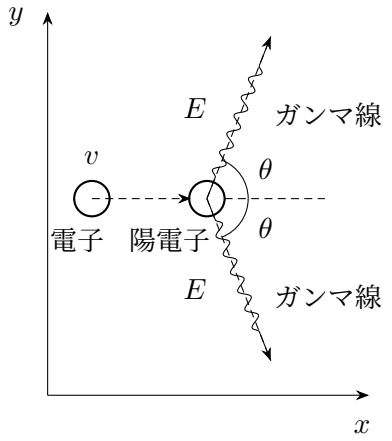


図 1

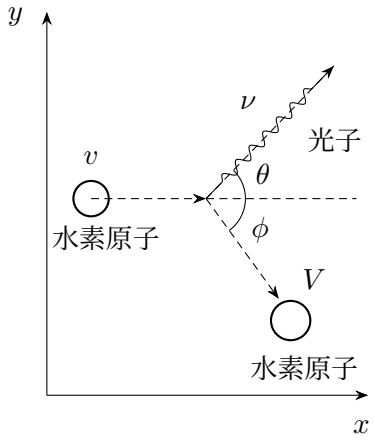


図 2