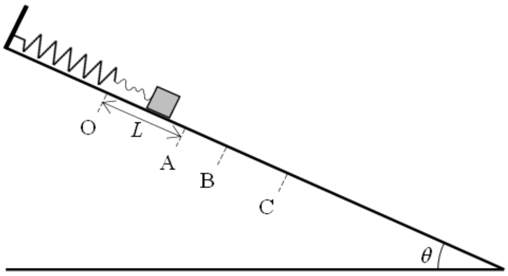
物　理

Ⅰ　図のように、水平面との角度が θ [rad] をなしているなめらかな斜面上に、ばね定数 k [N/m] の軽いばねの上端を固定した。ばねが自然長のときの下端の位置を点Oとする。ばねの下端には、質量 m [kg] の物体を長さ L [m] の軽い糸でつなぎ、この物体を手で支えて点Oに静止させておいた。その後、物体から手を静かにはなすと、物体は点Oから斜面に沿って下方に滑り出し、点Aで糸がぴんと張り、物体はさらに下方に滑っていった。やがて物体の速さは点Bで最大になり、その後、物体は最下点Cに到達した。



糸の伸びは無視できるものとし、重力加速度の大きさを g [m/s^2]として、以下の問に答えよ。

(1) 物体が、最初の位置Oから点Aに達するまでにかかった時間はいくらか。

(2) 点Aを通過するときの物体の速さはいくらか。

(3) 点Aから点Bまでの距離はいくらか。

(4) 物体がBC間を移動するのにかかった時間はいくらか。

(5) AB間の距離を d [m] として、BC間の距離を d と L を用いて表せ。

物　理

Ⅱ　水面上の２点 W_1、W_2 を振動させると、これらの点を波源とする水面波が波長 λ [m] で広がっていく様子が観測された。２つの波源は、xy 座標上の $W_1(\lambda、0)$、$W_2(-\lambda、0)$ の位置にあり、同位相で周期 T [s]、振幅 A [m] の単振動をしている。その時刻 t [s]での変位 z [m] はどちらも $z = A\sin\frac{2\pi}{T}t$ で与えられるものとする。水面は十分に広く、水面波は正弦波とみなせ、その振幅の減衰は無視できるものとする。座標に用いる位置の単位は [m] とし，以下の文の空欄に適当な式や数値をいれよ。

水面波は、速さ $\boxed{①}$ [m/s] で水面上を広がっていくので、波源 W_1 の振動が、点 $R(x、y)$ まで伝わるのにかかる時間は $\boxed{②}$ [s] である。水面上に、波源 W_1 のみが存在すると考えると、時刻 t での点 R での変位 z_1 [m] は、$z_1 = A\sin\{\frac{2\pi}{T}\times（\boxed{③}）\}$と表せる。

２つの波源 W_1、W_2 がある場合は、時間経過によらず常に変位ゼロの点が存在する。そのような点のうち、$x = \lambda$、$y > 0$ を満たす直線上にあるものを全て挙げると、その点の y 座標は $\boxed{④}$ となる。２つの波源からの距離の差が一定で、常に変位ゼロの点をつないだ曲線（節線）は、水面上に $\boxed{⑤}$ 本ある。

次に、W_1 と W_2 による合成波の y 軸上での変位を考える。時刻 t に y 軸上の点 $(0、y)$ で観測される合成波の変位 z_c [m] は、$z_c = \boxed{⑥}$ で表せる。原点が合成波の山になる時刻は、整数 n を用いて（$\boxed{⑦}$）$\times T$ で表すことができる。その時刻に、$y > 0$ の y 軸上で、合成波が山になっている点の y 座標を、原点に近い方から２つ挙げると $\boxed{⑧}$、$\boxed{⑨}$ となる。

物　理

Ⅲ　断面積 S[m^2]、長さ L[m] の導体の両端に電圧 E[V]の電池が接続されている。導体内の単位体積あたりの自由電子の数を n[個/m^3]、自由電子の平均の速さを v [m/s]、電気素量を e[C] として以下の問に答えよ。

(1) 導体を流れる電流の大きさを表せ。

(2) 導体中の電場の強さを表せ。

(3) 導体中の自由電子は電場により静電気力を受けて加速するが、導体内の原子との衝突により逆向きに静電気力とつりあう抵抗力 kv[N] を受け、速さ v で等速運動をするとみなすことができる。v を L、E、e、k で表せ。

(4) 電気抵抗を S、L、n、e、k で表せ。

(5) 導体の体積を変化させずに電気抵抗を x 倍にしたい。導体の断面積と長さをそれぞれ何倍にすればよいか。