



慶應義塾大学

「物理演習T」の①コース第14問と、本試の大問1の(2)の問われている内容、解答への流れがほぼ一致。
この講義の受講者にとっては、有利になったであろう。

入試問題

2月12日実施 理工学部
大問1(2)

1. 以下の文章中の〔ア〕～〔ケ〕に適切な式を記入しなさい。

図1および図2のように、傾斜角 30° の斜面台(質量 $2m$)が、なめらかで水平な床の上に置かれている。斜面台の上端には、ばね定数 k の軽いばねが取り付けられている。ばねの他端には質量 m の物体が取り付けられている。鉛直下向きの重力加速度の大きさを g とする。斜面台と物体は、紙面に垂直な方向には運動せず、また回転はしないものとする。斜面台の底面が床から離れることなく、物体が斜面台から離れることもない。空気抵抗の影響は無視できるものとする。

(2) 次に、図2のように、斜面台が床に固定されていない場合を考える。ここでは、斜面台と物体との間の摩擦は無視できるとする。物体を斜面下方に動かしてばねを伸ばした状態で、物体と斜面台を手で静止させる。そのあと、静かに手を離すと、物体と斜面台は振動を始めた。斜面台の速度と加速度は、図中に示すように紙面に向かって右向きを正とする。床から見た斜面台の加速度が A であるとき、物体が斜面台から受ける垂直抗力の大きさは〔カ〕となる。斜面台から見た物体の速度の、斜面に沿って下向きの成分が v であるとき、床から見た斜面台の速度は〔キ〕となる。床から見ると、このときの物体と斜面台の運動エネルギーの合計は〔ク〕となる。斜面台が動いているとき、ばね定数 k のばねの弾性エネルギーの変化が振動を引き起こすことに注意すると、この振動の周期は〔ケ〕となる。

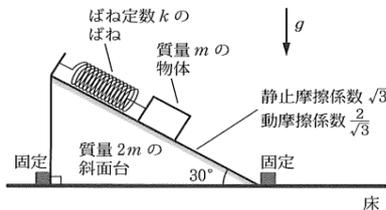


図1

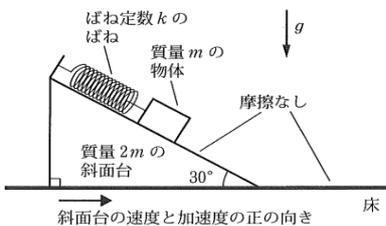


図2

河合塾

大学受験科 完成シリーズ
物理演習T ①コース第14問

14

図1に示すように、摩擦のない水平面上に質量 M の三角台が置かれている。三角台は傾角 θ の摩擦のない斜面をもち、初めは留め具によって固定されている。三角台の斜面上端に、ばね定数 k 、自然長 l_0 の軽いばねの一端を固定し、他端に質量 m の小物体を取り付けた。小物体にはたらく力が釣り合って静止しているとき、ばねは自然長から d だけ伸びていた。斜面に沿って上向きに x 軸をとり、このつり合いの位置を $x=0$ とする。図2に示すように、小物体を三角台の斜面上の $x=D$ ($D>0$)の位置まで移動させ、静かに放すと同時に留め具を取り外した。この後の小物体と三角台の運動を考える。小物体は斜面から離れることなく運動し、三角台は水平面から離れることなく紙面内で運動するものとする。重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。

- 小物体が釣り合って静止しているときのばねの自然長からの伸び d を求めよ。
- 小物体が位置 x を運動しているとき、三角台の水平方向右向きの加速度を α とする。三角台の斜面に固定した座標系から見た小物体の x 軸方向の加速度を β としたとき、小物体の x 軸方向の運動方程式を $m, \alpha, \beta, k, \theta, x$ を用いて表せ。
- 小物体が位置 x を運動しているとき、小物体が三角台から受ける垂直抗力の大きさを N とする。 N を m, α, g, θ を用いて表せ。
- 小物体が位置 x を運動しているとき、水平面上に固定した座標系から見た三角台の水平方向の運動方程式を $N, M, \alpha, m, k, x, \theta, g$ を用いて表せ。
- (3), (4)の結果を用いて、 α を求め、 m, M, k, x, θ を用いて表せ。
- (2), (5)の結果を用いて、 β を求め、 m, M, k, x, θ を用いて表せ。
- (6)より、小物体は三角台上で単振動することが分かる。その周期を m, M, k, θ を用いて表せ。
- 小物体が $x=0$ を通過するときの以下の量を求め、 m, M, k, θ, D を用いて表せ。
(ア) 三角台に対する小物体の速さ
(イ) 水平面に対する三角台の速さ

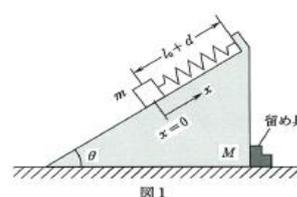


図1

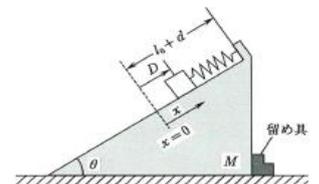


図2