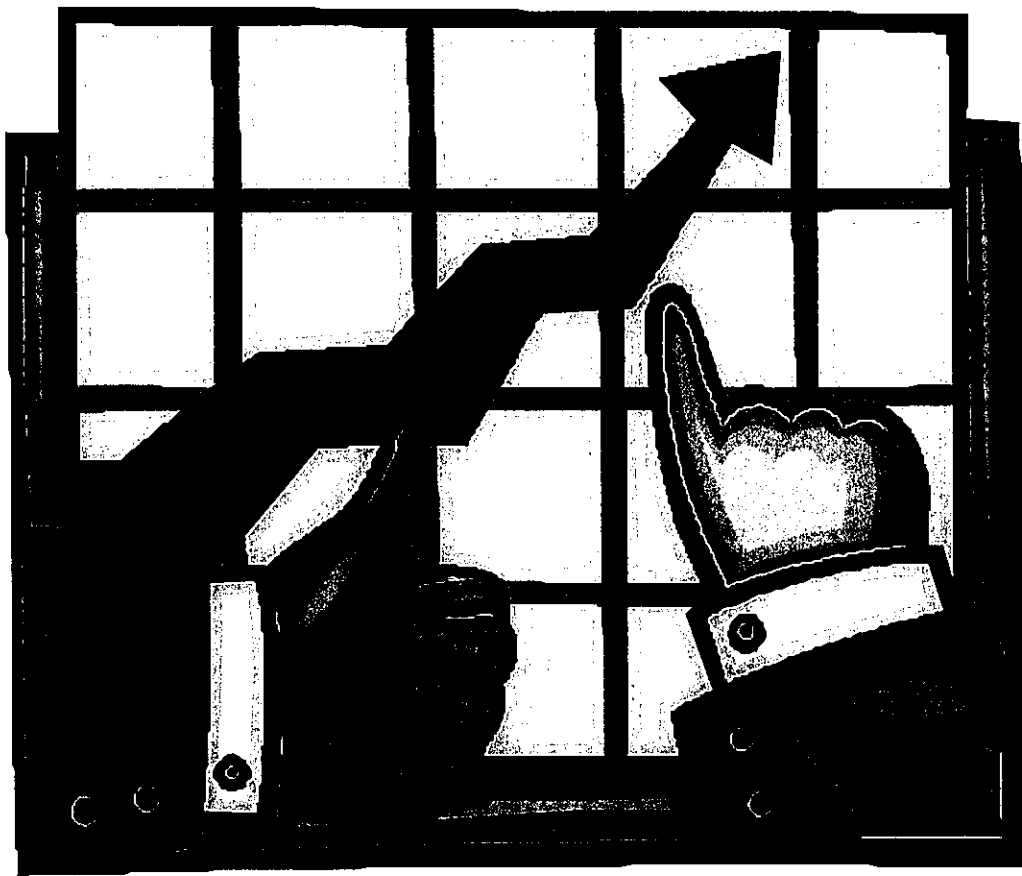


物理（単振動）

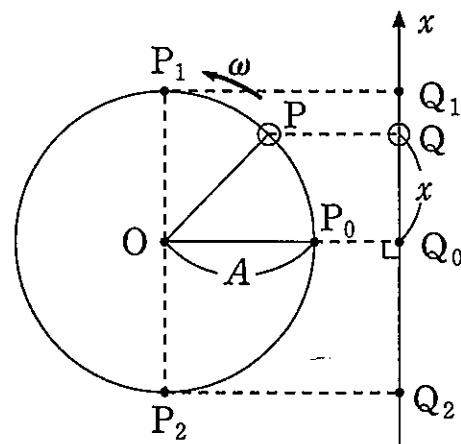


尚学院

院内限り

1 次の□に適当な式または語句を入れよ。

Oを中心とする半径 A の円周上を等速円運動している物体 P が x 軸上に投影された運動を□アという。時刻 $t=0$ のとき、P が図の P_0 から角速度 ω で等速円運動を始めるとき、時間 t の回転角 $\angle POP_0$ は□イであり、P の速度は円の接線方向で大きさは□ウ、加速度は円の中心向きに大きさ□エである。



Q の運動は P の運動を x 軸上に投影したものであるから、Q の時刻 t における変位 x 、速度 v 、加速度 a は次のように表すことができる。 $x = \square$ オ \square 、 $v = \square$ カ \square 、 $a = \square$ キ $\square = \square$ ク $\square x$ したがって、Q の速さが最大なのは図の□ケ点であり、加速度の大きさが最大なのは図の□コ点である。また、Q の振幅は□サ、周期は□ジと表される。

質量 m の物体が Q と同じ運動を行うときは、運動方程式より物体には $F = \square$ ス $\square x$ で表される力 F がはたらく。この力の大きさは物体の変位 x に□セし、向きは変位 x と□ソ向きである。

2 変位が $x=0.15\sin\pi t$ [MKS 単位系] で表される単振動をしている物体がある。

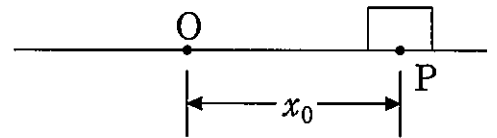
- (ア) 振幅 A は何 m か。
- (イ) 角振動数 ω は何 rad/s か。
- (ウ) 周期 T は何秒か。

3 質量 0.050 kg の物体にはたらく力 F [N] が $F=-5.0x$ [MKS 単位系] と表せる単振動の周期 T は何秒か。

4 長さ 4.9 m の単振り子の周期 T は何秒か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

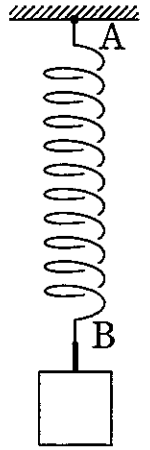
5 質量 m の物体が振幅 A の単振動をしている。
物体が振動の中心 O からの距離 x_0 の点 P にあるとき、物体に作用する力の大きさは F_0 である。

- (1) 単振動の周期 T はいくらか。
- (2) 加速度の最大値 a_m はいくらか。
- (3) 中心 O を通るときの運動エネルギー K はいくらか。



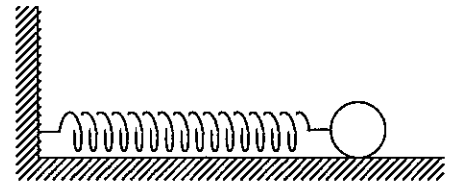
6 図のように、ばね定数 k で重さが無視できるつる巻きばねの上端 A を固定し、下端 B に質量 m のおもりをつけて鉛直につるし、おもりを静止させた。重力加速度の大きさを g として次の空欄を埋めよ。

このときのばねの伸びは である。この状態で、おもりに大きさ v の鉛直下向き速度を与えたところ、おもりは振幅が で、周期が の単振動をした。この運動で $v =$ とすると、おもりが最高点に達したときにばねはちょうど自然の長さにもどる。

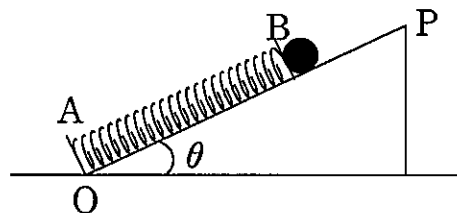


7 図のように、水平でなめらかな机の上につる巻きばねの一端を固定し、他端に質量 0.30 kg のおもりをつけた。このばねのばね定数は 2.7 N/m である。いま、おもりを右へ 0.10 m 引っ張って放すと、おもりは単振動をした。

- (1) この単振動の振幅 A [m] はいくらか。
- (2) この単振動の周期 T [s] はいくらか。
- (3) おもりの速度が最大になるとき、その速さ v_{max} はいくらか。
- (4) おもりにはたらく力が最大になるとき、その力の大きさ F_{max} はいくらか。

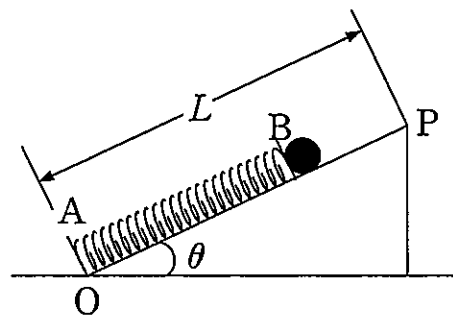


8 図のように、水平面から角度 θ をなすなめらかな斜面 OP がある。自然の長さが l でばね定数 k のばねの A 端を斜面の下端 O に固定し、ばねの上端 B に質量 m の小球を固定した。重力加速度の大きさを g とする。ただし、小球と斜面の間の摩擦および空気抵抗はないものとし、ばねの質量と小球の大きさは無視してよい。



- (1) 小球を静止させたところ、ばねの長さは自然の長さ l から a だけ縮んだ位置でつりあった。 a の大きさを求めよ。
- (2) (1) の小球の静止位置から、小球を斜面にそって距離 b だけ押し下げて手を離すと、小球はばねの上端 B から離れることなく斜面にそって振動運動を続けた。
 - (a) 斜面上向きを正の向きとして、小球がつりあいの位置から変位 x にあるとき、小球にはたらく力を k, x を用いて表せ。
 - (b) 振動運動をする小球の周期 T はいくらか。
 - (c) 小球が最も高い位置にあるとき、小球のつりあいの位置からの変位はいくらか。
 - (d) 小球の振幅 A はいくらか。
 - (e) 小球の最大の速さ v_{\max} を θ, a を用いずに表せ。

- 9 図のように、水平面から角度 θ をなす全長 L のなめらかな斜面 OP がある。自然の長さが l でばね定数 k のばねの A 端を斜面の下端 O に固定し、ばねの上端 B に質量 m の小球を置いた。重力加速度の大きさを g とする。ただし、小球と斜面の間の摩擦および空気抵抗はないものとし、ばねの質量と小球の大きさは無視してよい。

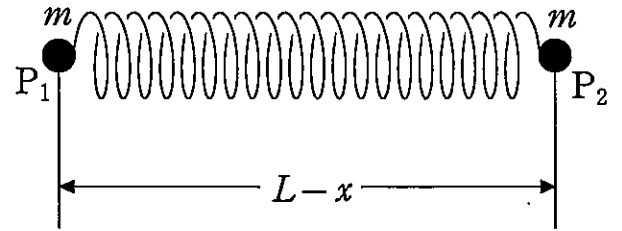


- (1) 小球を静止させたところ、ばねの長さは自然の長さ l から a だけ縮んだ位置でつりあった。 a の大きさを求めよ。
- (2) (1) の小球の静止位置から、小球を斜面にそって距離 b だけ押し下げて手を放すと、小球はばねの上端 B から離れることなく斜面にそって振動運動を続けた。
 - (a) この振動運動の振幅 A と周期 T を求めよ。
 - (b) 小球の最大の速度 v_{\max} の大きさを求めよ。
- (3) (1) の小球の静止位置から、小球を斜面にそって距離 c だけ押し下げて手を放したところ、小球は斜面にそってばねに押された後ばねの B 端から離れ、斜面を上昇して上端 P から飛び出した。
 - (a) 斜面上端 P における小球の運動エネルギー K を求めよ。
 - (b) 小球を斜面上端 P から飛び出させるために必要な、押し下げ距離 c の値の下限を示せ。

10 次の文の□にあてはまる数式を記せ。

質量が無視できる自然の長さ L 、ばね定数 k のばねの両端に大きさが無視できる質量 m の2つの小球 P_1 、 P_2 がつながれている。

このばねはなめらかな水平面上に置かれている。いま、図のようにこの両方の小球をおさえて、ばねの長さを x だけ縮めてから同時に手を放したとする。



手を放す直前にたくわえられていたばねの弾性エネルギー K_0 は□ア□である。手を放

した後、それぞれ2つの小球は加速されて速度をもち、ばねの長さが□イ□になったときその速さは最大になり、2つの小球は速さ $v_m =$ □ウ□ で反対向きに運動する。その後は減速され、最終的にはばねの長さが□エ□ のときに2つの小球の速さは $v = 0$ となり、今度はばねの中心に向かって加速される。この振動をしている間、小球がついたばねの重心 G は動かず、2つの小球は G を固定点としてそれぞれ自然の長さ□オ□、ばね定数□カ□ のばねにつながれた小球が単振動をしていると考えられるので、その周期は□キ□ となる。