

問題 1

半径 r 、速さ v で質点が等速円運動している。

(1-1) 質点の加速度ベクトルは、常に中心を向いていて、その大きさは $\frac{v^2}{r}$ であることを示せ。

(1-2) 等速運動なのに、加速度がゼロでないのはなぜか？

問題 2

質量 m のボールを地上の高い所に持っていき、そっと手を離して落下させた。
空気抵抗は無視する。

(2-1) ボールの運動方程式を立てよ。

(2-2) 運動方程式の両辺に速度 v をかけて一回積分することにより、エネルギー保存則を示せ。

問題 3

質量 m のボールを地上の高い所に持っていき、そっと手を離して落下させた。
ボールが落下する際、速度に比例した空気抵抗が働くとする。

(3-1) ボールの運動方程式を立てよ。

(3-2) ボールの速度 v を、時間の関数として決定し、グラフを描け。

(3-3) 以下の記述について、正しいものを全て選べ。

- (a) ボールを離れた瞬間にボールに働いている力は、重力だけである。
- (b) ボールを離れた瞬間のボールの加速度はゼロである。
- (c) 時間が十分に経つと、ボールの速さは一定値に収束する。
- (d) ボールは最初は加速するが、空気抵抗がだんだん大きくなってやがて減速する。
- (e) ボールは常に加速し続け、減速することはない。

問題 4

バネ定数 k のバネの一端に質量 m のおもりを付け、机の上に置いて、他端を固定する。
おもりを引っ張ってバネを a だけ伸ばし、そっと手を離す。
おもりと机の摩擦は無視する。

(4-1) おもりの運動方程式を立てよ。

(4-2) おもりの位置を時間の関数として決定し、グラフを描け。

問題 5

バネ定数 k のバネの一端に質量 m のおもりを付け、机の上に置いて、他端を固定する。
おもりを引っ張ってバネを a だけ伸ばし、そっと手を離す。
おもりと机にはおもりの速度に比例した摩擦力が働くとするが、摩擦は十分に小さいとする。

(5-1) おもりの運動方程式を立てよ。

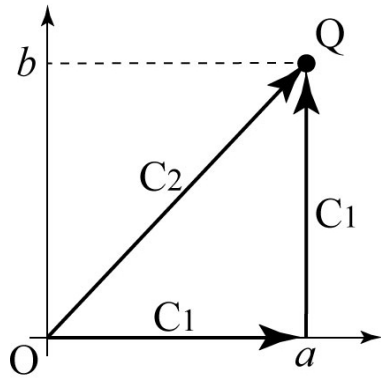
(5-2) おもりの位置を時間の関数として決定し、グラフを描け。

問題 6

2次元 xy 平面内を質点が運動している。場所 (x, y) における質点のポテンシャルエネルギー $U(x, y)$ は、 $U(x, y) = -\frac{1}{2}x^2y^2$ で与えられるとする。

(6-1) 場所 (x, y) において質点を受ける力 $F(x, y)$ を求めよ。

(6-2) 質点が原点 $O:(0, 0)$ から点 $Q:(a, b)$ まで、図に示す二つの経路 C_1, C_2 に沿って移動した。その際、それぞれの経路の場合にこの力が質点に為した仕事 W_1, W_2 を計算せよ。



(6-3) 上で求めた仕事はどちらも、2地点 O, Q のポテンシャルエネルギーの差に等しいことを示せ。

問題 7

(7-1) 長さ l , 質量 m の棒の、中心を通過して棒に垂直な軸のまわりの慣性モーメントを求めよ。

(7-2) 半径 a , 高さ l , 質量 m の直円柱の、中心軸のまわりの慣性モーメントを求めよ。

(7-3) 半径 a , 質量 m の球の、中心を通る軸のまわりの慣性モーメントを求めよ。

(7-4) 質量と半径が等しい一様な円柱と球を斜面を転がすとき、どちらが速く落ちるか？

問題 8

質量 m の剛体を考える。重心の位置ベクトルを r , 重力加速度を方向も考慮して g とする。

重力がこの剛体におよぼす力のモーメントは、質量 m の質点が位置 r にあるときの重力のモーメントに等しいことを示せ。