

30. 弾性力と摩擦力による運動

(1)

はじめのエネルギー+非保存力による仕事=おわりのエネルギー
より,

$$\frac{1}{2}k(x_0 - x_1)^2 + \{-\mu' Mg(x_2 - x_1)\} = \frac{1}{2}k(x_2 - x_0)^2$$

$$k\{(x_2 - x_0)^2 - (x_0 - x_1)^2\} + 2\mu' Mg(x_2 - x_1) = 0$$

$$k\{(x_2 - x_0) + (x_0 - x_1)\}\{(x_2 - x_0) - (x_0 - x_1)\} + 2\mu' Mg(x_2 - x_1) = 0$$

$$k(x_2 - x_1)(x_2 - 2x_0 + x_1) + 2\mu' Mg(x_2 - x_1) = 0$$

$$(x_2 - x_1)\{k(x_2 - 2x_0 + x_1) + 2\mu' Mg\} = 0$$

$x_2 - x_1 \neq 0$ より,

$$k(x_2 - 2x_0 + x_1) + 2\mu' Mg = 0$$

$$\therefore x_2 - 2x_0 + x_1 + \frac{2\mu' Mg}{k} = 0$$

$$\therefore x_2 = 2x_0 - x_1 - \frac{2\mu' Mg}{k} = 0$$

補足

ある力がする仕事は経路によらず、はじめの位置とおわりの位置だけで決まる時、その力を保存力という。

重力など一定方向を向く一様な力、弾性力など自然長からの距離に比例する力、万有引力や点電荷など中心からの距離に依存する力は保存力である。

弾性力の正負

壁を原点に右方向を正とする x 軸をとると、弾性力の大きさ $|F| = k|x - x_0|$

$x > x_0$ のとき $F < 0$ 、 $x < x_0$ のとき $F > 0$ だから、 $F = -k(x - x_0)$

仕事は保存力のみによる場合

はじめの位置エネルギー - 保存力がした仕事 = おわりの位置エネルギー . . . ①

はじめの運動エネルギー + 保存力がした仕事 = おわりの運動エネルギー . . . ②

が成り立つ。

よって、①+②より、

はじめの位置エネルギー + はじめの運動エネルギー

= おわりの位置エネルギー + おわりの運動エネルギー

したがって、

エネルギー保存則の式に保存力による仕事は含まれない。