

第三回物理学 B レポート問題

福島孝治 (東京大学大学院総合文化研究科)

ver. 1.0: 2007.06.15

問題 0 : ばねの仕事とエネルギー

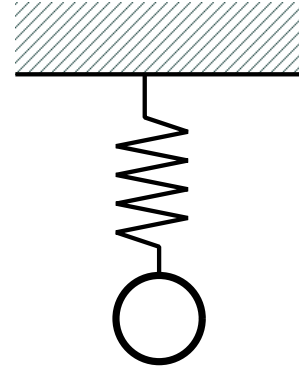
図のように、天井からばねでぶら下げた質量 m の質点の運動を考える．質点には鉛直下向きに重力が働いており、重力加速度は g とする．また、その他に質点にはばねの伸びに比例した復元力が働き、その比例係数 (ばね定数) を k とする．

上向きを正に鉛直方向の座標を x として、ばねの自然長の位置を原点とすると、ばねの運動方程式は、

$$m \frac{d^2}{dt^2} x = -kx - mg$$

と表せる．

1. 力がつりあっている位置 x_0 を、 m, k, g を用いて表せ．
2. ばねが自然長の位置からつりあいの位置 x_0 までのびたときにばねの力がした仕事を求めよ．
3. この系の力学的エネルギーが保存していることを示せ．



問題 1: 力とポテンシャル 原点にある質量 M の質点と位置 (x, y, z) にある質量 m の質点の間に働く万有引力のポテンシャル $U(x, y, z)$ は, 万有引力定数を G として,

$$U(x, y, z) = G \frac{Mm}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

で与えられる.

1. 2つの質点間働く力 $F = (F_x, F_y, F_z)$ を求めよ.
2. 力の大きさを求めよ.

問題 2: 力とポテンシャル 2 2つの原子間に働く力のモデルとして, レナード・ジョーンズ (Lennard-Jones) 力がある. 質量 m の原子がもう一つの原子から受けるポテンシャルは, 原子間の距離を r として,

$$U(r) = 4\epsilon \left(\left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right)$$

と与えられる. ここで, σ, ϵ は定数とする. 原子間の距離 r だけに注目し, 一次元空間の力学的運動を考える.

1. ポテンシャルの概略をグラフに描け.
2. 力を求めよ.
3. 力が 0 になる位置はどこか求めよ.
4. このポテンシャルの元で, どんな運動が起きるかを説明せよ.

問題 3 「講義について」: 何かあれば ...

締め切りは 6 月 29 日 (金) とする.