

基礎物理学

担当 小野正利
onomasat@hoku-iryo-u.ac.jp

第5回(3)

教科書

(1)「基礎物理学」

(2) <http://www.hoku-iryo-u.ac.jp/~onomasat/>



7分間テスト

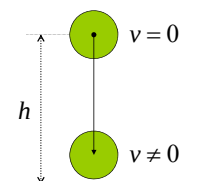
基礎物理学 第5-1回 問題1

解説は黒板を使います。



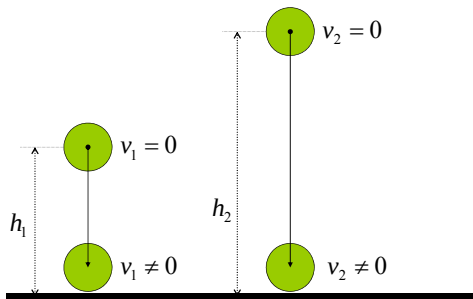
物体の落下とエネルギー

物体の落下では、 h m 持ち上げるのに必要なエネルギー mgh [J (ジュール)] が落下に伴い速度を発生させる... と考える。



物体の落下距離と着地時の速度の大小関係

$$h_1 < h_2 \rightarrow v_1 < v_2$$



力学的エネルギー保存の法則

次の関係式を示すことができる。

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} mv^2 + U \right) = \frac{d}{dt} E = 0$$

$$E \equiv \frac{1}{2} mv^2 + U \quad \text{を 力学的エネルギーと呼ぶ。}$$

$$\frac{1}{2} mv^2 : \text{運動エネルギー}$$

$$U : \text{ポテンシャルエネルギー (位置のエネルギー)}$$

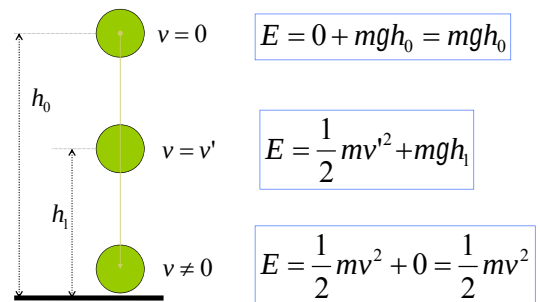
物体の落下(落下運動)の時には、

$$U = mgh$$

従って、力学的エネルギー E は、

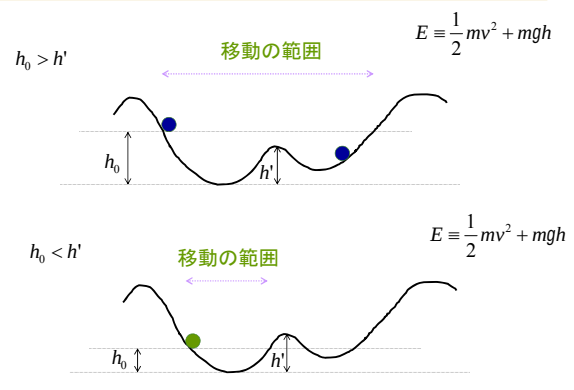
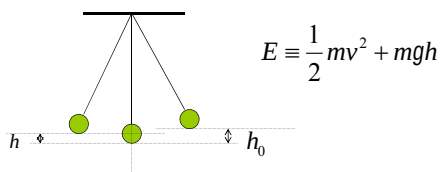
$$E \equiv \frac{1}{2} mv^2 + U = \frac{1}{2} mv^2 + mgh$$

落下時の力学的エネルギー $E \equiv \frac{1}{2} mv^2 + mgh$



平衡の位置

力学的エネルギーが摩擦などによって失われて、物体が静止する位置は、まわりよりも位置エネルギーが小さい値(極値)になっている。

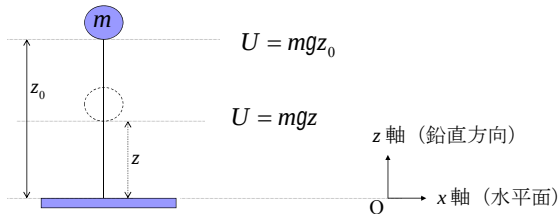


ポテンシャルの例(1) 落下運動の場合

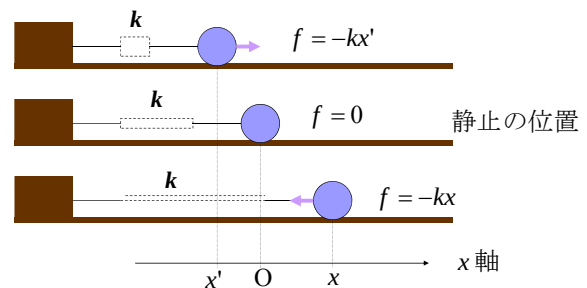
重力の位置のエネルギー : $U = mgz$

重力 : $f = -mg$

z [m] の落下で重力が行う仕事 : mgz

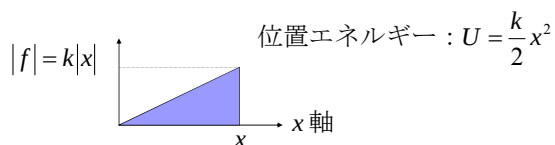


ポテンシャルの例(2) バネ運動の場合



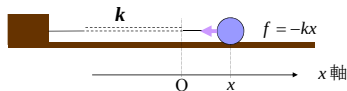
バネの位置エネルギー : $U = \frac{k}{2}x^2$

ポテンシャルの例(2) バネ運動の場合(続き)



x 伸びたバネが静止の位置になるまでに物体に対して行う仕事は三角形の面積となる。

この時バネの行った仕事は $\frac{1}{2}kx^2$ 。



仕事率

単位時間当たりになされる仕事。

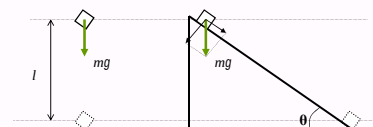
単位 : $W = J \cdot s^{-1}$ (ワット)

1 馬力(HP) = $75 \text{ kgw} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = 735.5 \text{ W}$



<問題5>

2. 重力が働く物体を静かに落下させる。
このとき、「自然落下させる」ときと「摩擦の無い斜面上を滑らせて落下させる」ときを比べる。
鉛直方向に同じ距離落下したときには両方の場合で同じ速さを持っていることを示せ。



自然落下のときに重力が行う仕事: $mg \cdot l$
 斜面に沿った落下のときに重力が行う仕事: $mg \sin \theta \cdot \frac{l}{\sin \theta} = mg \cdot l$

両方とも重力が行う仕事と同じなので位置エネルギーの変化は同じ。従って、このことに伴う運動エネルギーの変化も同じになる。
 → 任意の高さで両方とも同じ速さを持つ。

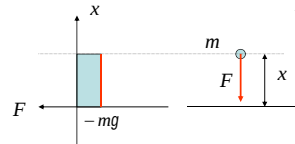
<問題5>

3. 下に描いてある図は、落下運動、単振り子、バネ振り子のそれぞれの場合を表したものである。図を参考にして、それぞれの場合の力学的エネルギーの表式を書け。

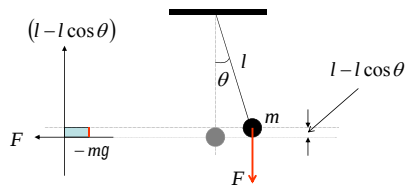
<落下運動>

$$U(x) = mgx$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + U(x) = \frac{1}{2}mv^2 + mgx$$



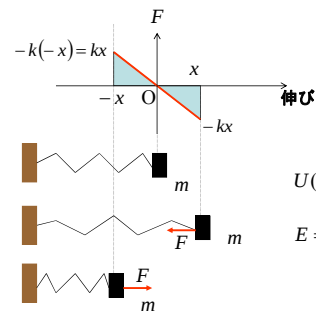
<問題5> 3. <単振り子>



$$U(x) = mg \cdot (l - l \cos \theta)$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + mg \cdot (l - l \cos \theta)$$

<問題5> 3. <バネ振り子>



$$U(x) = \frac{1}{2}kx^2$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + U(x) = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$