

[第12回目] 位置エネルギー (Potential Energy)

今日の授業の目標 「仕事をする可能性」としてのエネルギー = 「位置エネルギー」

重力  $\vec{F} = m\vec{g}$  の位置エネルギー

$$U_{\text{重}}(y) = mgy$$

: 基準点  $y = 0$  から高さ  $y$  まで持ち上げるあいだに、重力に逆らって働く外力  $\vec{f}$  ( $= -m\vec{g}$ ) がする仕事

$$\left[ U(y) = W_{\text{外力}, 0 \rightarrow y} = \int_0^y (-m\vec{g}) \cdot d\vec{s} = \int_0^y m\vec{g} \cdot d\vec{y} = \int_y^0 (-m\vec{g}) \cdot d\vec{y} = W_{\text{重力}, y \rightarrow 0} \right]$$

弾性力  $F_x = -kx$  の位置エネルギー

$$U_{\text{弾}}(x) = \frac{1}{2} kx^2$$

$$\left[ U(x) = W_{\text{外力}, 0 \rightarrow x} = \int_0^x (-F_x) \cdot dx = \int_0^x kx \cdot dx \right]$$

万有引力  $f(r) = -G \frac{mM}{r^2}$  の位置エネルギー

$$U_{\text{万有}}(r) = -G \frac{mM}{r} \quad \text{基準点} = \text{無限遠 (万有引力が無視できるくらいの十分遠方)}$$

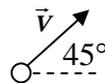
学習到達目標 (7) 力学的エネルギー保存則の意味がわかる。

次回予定 [第13回目] 力学的エネルギー保存則 (教科書 75 ~ 82 ページまで)  
 \*\*\*\*\*

レポート問題 第12回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつける! MKS 単位系で答えること!

B... 問1 質量  $m = 50$  [g] のボールが、水平からの  $45^\circ$  の角度をなして速さ  $v = 216$  [km/h] で飛んでいる。ボールの運動エネルギー  $K$  を数値で求めよ。

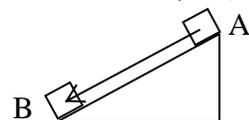


B... 床からの高さ  $1.0$  [m] の棚に置いてあった質量  $m = 10$  [kg] の米袋が真下に落下した。床までの距離  $s = 1.0$  [m] 落ちるあいだに重力がした仕事  $W$  を数値で求めよ。また床に衝突する直前の米袋の運動エネルギー  $K$  を、運動エネルギーと仕事の関係をつかって数値で求めよ。

B... 質量  $M$  [kg] の物体が、傾斜角  $\alpha$  の粗い斜面を  $s$  [m] 滑り降りた。動摩擦係数を  $\mu'$  として、重力、摩擦力、垂直抗力がしたそれぞれの仕事  $W_{\text{重}}$ ,  $W_{\text{ま}}$ ,  $W_{\text{垂}}$  を式で表せ。また、滑り降りる間に、速さが  $v_1$  から  $v_2$  になった。運動エネルギーと仕事の関係式を書け。

B... 問2 質量  $m = 10$  [kg] の物体を床から持ち上げて、高さ  $y = 1.0$  [m] の棚に置いた。この物体の重力の位置エネルギー  $U$  を数値で求めよ。床の高さを位置エネルギーの基準とする。

B... 水平からの傾斜角  $30^\circ$  の斜面を、質量  $m = 2.0$  [kg] の物体が、斜面に沿って A 点から B 点まで  $10$  [m] 滑り降りたとき、重力の位置エネルギーの変化  $\Delta U = U_B - U_A$  を数値で求めよ。



B... 問3 ばね定数  $k = 100$  [N/m] のばねに物体を取り付けて  $x = 0.50$  [m] だけ伸ばした。このときの弾性力の位置エネルギー  $U_{\text{弾}}$  を数値で求めよ。

B... ばね定数  $k = 400$  [N/m] のばねを  $0.30$  [m] 縮めるために必要な仕事  $W$  はどれだけか。

B... ばね定数  $k = 10$  [N/m] のばねに物体を取り付けて、 $x_1 = 0.20$  [m] の位置から  $x_2 = 0.40$  [m] の位置まで伸ばした。弾性力の位置エネルギーの変化  $\Delta U$  を数値で求めよ。

問4 ばね定数  $k$  の軽いばねに、質量  $M$  の物体を静かにつるす。 (注意:  $x$  軸は下向き)

B... ばねの伸びを  $x$  とし、物体の重力による位置エネルギー  $U_{\text{重}}(x)$ , 弾性力による位置エネルギー  $U_{\text{弾}}(x)$  を式で表せ。位置エネルギーの基準点は、ともにばねが自然長の位置とする。

C... 物体の位置エネルギー  $U(x) = U_{\text{重}}(x) + U_{\text{弾}}(x)$  が極小となる位置  $x_m$  を  $k, M, g$  で表せ。

A... 力のつり合いから、ばねの伸び  $x_0$  を  $k, M, g$  で表せ。

解答用紙 ( 曜 限) 学籍番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

数値で計算する問題は, 答えにも必ず単位をつける! 指示がない限り MKS 単位系で答えること!

問 1

質量  $m = 50[\text{g}] =$  \_\_\_\_\_  $[\text{kg}]$ , 速度  $v = 216[\text{km/h}] = 216 \times \frac{[\text{m}]}{[\text{s}]} =$  \_\_\_\_\_  $[\text{m/s}]$

運動エネルギー  $K =$  \_\_\_\_\_  $[\quad]$

仕事  $W =$  \_\_\_\_\_  $[\quad]$

落ち始め直後の速さはゼロ。衝突直前の速さを  $v$  とおけば, 運動エネルギーと仕事の関係は,

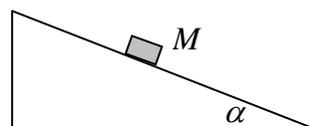
$K =$  \_\_\_\_\_  $[\quad]$

$W_{\text{重}} =$

$W_{\text{ま}} =$

$W_{\text{垂}} =$

運動エネルギーと仕事の関係式は,



問 2  $U =$  \_\_\_\_\_  $[\quad]$

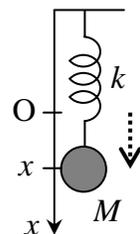
$\Delta U = U_B - U_A =$  \_\_\_\_\_  $[\quad]$

問 3  $U =$  \_\_\_\_\_  $[\quad]$   $W =$  \_\_\_\_\_  $[\quad]$

$\Delta U = U(x_2) - U(x_1) =$  \_\_\_\_\_  $[\quad]$

問 4  $U_{\text{重}}(x) =$  \_\_\_\_\_ ,  $U_{\text{弾}}(x) =$  \_\_\_\_\_

$U(x) = U_{\text{重}}(x) + U_{\text{弾}}(x) =$  \_\_\_\_\_



$x_m =$

$x_0 =$

このレポートをやるのに \_\_\_\_\_ 時間 \_\_\_\_\_ 分,

それ以外に力学 の予習復習を \_\_\_\_\_ 時間 \_\_\_\_\_ 分した。