

[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

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

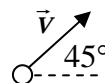
学習到達目標 (7) 力学的エネルギー保存則の意味がわかる。

次回予定 [第13回目] 力学的エネルギー保存則 (教科書 78 ~ 85 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!

A... 問1 質量 $m = 50$ [g] のボールが、水平からの 45° 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。

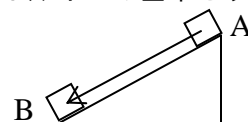


A... 床からの高さ 1.0 [m] の棚に置いてあった質量 $m = 10$ [kg] の米袋が真下に落下した。床までの距離 $s = 1.0$ [m] 落ちるあいだに重力がした仕事 W を数値で求めよ。また床に衝突する直前の米袋の運動エネルギー K を、運動エネルギーと仕事の関係をつかって数値で求めよ。

B... 質量 M [kg] の物体が、傾斜角 α の粗い斜面を s [m] 滑り降りた。動摩擦係数を μ' 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° 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。



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

運動エネルギー $K =$ []

仕事 $W =$ []

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,

$K =$ []

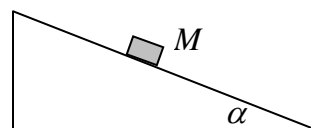
$W_{\text{重}} =$

$W_{\text{ま}} =$

$W_{\text{垂}} =$

運動エネルギーと仕事の関係式は,

$f_{\text{ま}} = \mu f_{\text{N}},$



問 2 $U =$ []

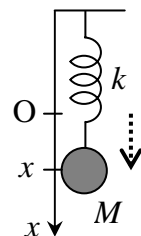
$\Delta U = U_{\text{B}} - U_{\text{A}} =$ []

問 3 $U =$ [] $W =$ []

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

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

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



$x_{\text{m}} =$

$x_0 =$

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。