

[第11回目] 位置エネルギー

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  $\vec{f}^{\text{重}} = m\vec{g}$  の位置エネルギー

$$U_{\text{重}}(z) = mgz \quad : \text{基準点 } z = 0 \text{ から高さ } z \text{ まで持ち上げるあいだに,}$$

$$\text{重力に逆らって働く外力 } (-\vec{f}^{\text{重}}) \text{ がする仕事}$$

$$U_{\text{重}}(z) = W_{0 \rightarrow z}^{\text{外}} = \int_0^z (-\vec{f}^{\text{重}}) \cdot d\vec{r} = -\int_0^z f_z^{\text{重}} \cdot dz$$

位置エネルギー  $U_{\text{重}}(z)$  から重力  $\vec{f}^{\text{重}}$  を求める

$$f_z^{\text{重}} = -\frac{dU_{\text{重}}(z)}{dz}$$

弾性力  $f_x^{\text{弾}} = -kx$  の位置エネルギー

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

弾性力を求める式

$$f_x^{\text{弾}} = -\frac{dU_{\text{弾}}(x)}{dx}$$

万有引力  $f_r^{\text{万}} = -G\frac{mM}{r^2}$  の位置エネルギー

$$U_{\text{万}}(r) = -G\frac{mM}{r}$$

万有引力を求める式

$$f_r^{\text{万}} = -\frac{dU_{\text{万}}(r)}{dr}$$

基準点 = 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) 位置エネルギーと力学的エネルギー保存則の意味を理解できる。

次回予定 [第12回目] 力学的エネルギー保存則 (教科書 84 ページまで)

\*\*\*\*\*

レポート問題 第11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!

問1

速さ  $v = 216 \text{ km/h}$  で飛んでくる質量  $m = 50 \text{ g}$  のボールの運動エネルギー  $K$  を求めよ。

床からの高さ  $1 \text{ m}$  の棚に置いてあった質量  $m = 10 \text{ kg}$  の米袋が、真下に落下した。床までの距離  $s = 1 \text{ m}$  だけ落ちるあいだに重力がした仕事  $W$  を求めよ。また床に衝突する直前の米袋の運動エネルギー  $K$  を、運動エネルギーの方程式をつかって求めよ。

質量  $M [\text{kg}]$  の物体が、傾斜角  $\alpha$  の粗い斜面を  $s [\text{m}]$  すべり降りた。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  $W_{\text{重}}$ ,  $W_{\text{ま}}$ ,  $W_{\text{抗}}$  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。運動エネルギーの方程式を書け。

空気抵抗が働き、質量  $m$  の雨粒が終端速度で落下している。  $s$  だけ落下する間に、抵抗力がした仕事  $W_{\text{抵}}$  を、運動エネルギーの方程式から求め、式で表せ。

問2

質量  $m = 10 \text{ kg}$  の物体を床から持ち上げて、高さ  $z = 1 \text{ m}$  の棚に置いた。この物体の重力の位置エネルギー  $U_{\text{重}}$  を求めよ。ただし床の高さを位置エネルギーの基準とする。

ばね定数  $k = 100 \text{ N/m}$  のばねを  $x = 0.5 \text{ m}$  だけ伸ばした。このときの弾性力の位置エネルギー  $U_{\text{弾}}$  を求めよ。

ばね定数  $k = 10 \text{ N/m}$  のばねを  $x_1 = 0.2 \text{ m}$  から  $x_2 = 0.4 \text{ m}$  まで伸ばした。弾性力の位置エネルギーの変化  $\Delta U_{\text{弾}}$  を求めよ。

弾性力の位置エネルギー  $U_{\text{弾}}(x)$  の式から、弾性力  $f_x^{\text{弾}}$  の式を導け。

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

仕事  $W =$  \_\_\_\_\_ [ ]

衝突直前の速さを  $v$  とおけば, 運動エネルギーの方程式は,

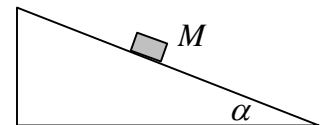
$K =$  \_\_\_\_\_ [ ]

$W_{\text{重}} =$

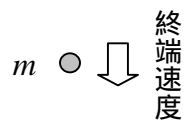
$W_{\text{ま}} =$

$W_{\text{抗}} =$

運動エネルギーの方程式は,



終端速度に達すると等速直線運動になるから, 運動エネルギーの方程式は,



$W_{\text{抵}} =$

問 2

$U_{\text{重}} =$  \_\_\_\_\_ [ ]

$U_{\text{弾}} =$  \_\_\_\_\_ [ ]

$\Delta U_{\text{弾}} = U_{\text{弾}}(x_2) - U_{\text{弾}}(x_1) =$  \_\_\_\_\_ [ ]

$$f_x^{\text{弾}} = -\frac{dU_{\text{弾}}(x)}{dx} =$$

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。