

[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

$$U_{\text{重}}(z) = mgz$$
 : 基準点 $z = 0$ から高さ z まで持ち上げるあいだに, 重力に逆らって働く外力 ($-\vec{f}^{\text{重}}$) 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 $\vec{f}^{\text{重}}$ を求める式

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

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! 数値で

- B... 問1 速度 $v = 216 \text{ km/h}$ 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。
- B... 床からの高さ 1.0 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 $s = 1.0 \text{ m}$ だけ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, 運動エネルギーの方程式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, 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。
- C... 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, 空気抵抗抗力がした仕事 $W_{\text{抵}}$ を, 運動エネルギーの方程式から求め, 式で表せ。($W_{0 \rightarrow s} = W_{\text{重}} + W_{\text{抵}}$)
- 問2 内積の成分表示 [教科書の式 (1.151) を使う]
- B... $\vec{F} = (1, 1)$ と $\vec{s} = (2, 0)$ の内積 $\vec{F} \cdot \vec{s}$ を求めよ。($F = \sqrt{2}, s = 2, \theta = 45^\circ$ の場合と同じ)
- B... $\vec{f} = (1, 2)$ と $\Delta\vec{r} = (3, 2)$ の内積 $\vec{f} \cdot \Delta\vec{r}$ を求めよ。
- B... 問3 質量 $m = 10 \text{ kg}$ の物体を床から持ち上げて, 高さ $z = 1.0 \text{ m}$ 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... ばね定数 $k = 100 \text{ N/m}$ のばねを $x = 0.50 \text{ m}$ だけ伸ばした。このときの弾性力の位置エネルギー $U_{\text{弾}}$ を数値で求めよ。
- B... ばね定数 $k = 10 \text{ N/m}$ のばねを $x_1 = 0.20 \text{ m}$ から $x_2 = 0.40 \text{ m}$ まで伸ばした。弾性力の位置エネルギーの変化 $\Delta U_{\text{弾}}$ を数値で求めよ。
- C... 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 $m = 50 \text{ g} =$ _____ 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,

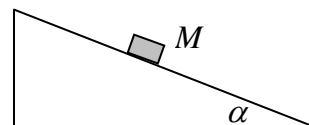
$K =$ _____ []

$W_{\text{重}} =$

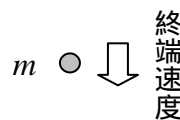
$W_{\text{ま}} =$

$W_{\text{抗}} =$

運動エネルギーの方程式は,



終端速度 v_T に達すると等速度で運動する。 s だけ落下する間の運動エネルギーの方程式は,



$W_{\text{抵}} =$

問 2 $\vec{F} \cdot \vec{s} =$

$\vec{f} \cdot \Delta \vec{r} =$

問 3

$U_{\text{重}} =$ _____ [] $U_{\text{弾}} =$ _____ []

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

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

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。