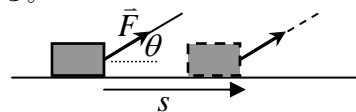


[第11回目] 仕事

《今日の授業の目標》 エネルギーの基本となる「仕事」を理解する。

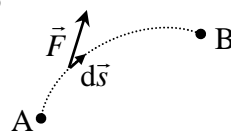
◎ 仕事 
$$W = (F \cos \theta) \cdot s = \vec{F} \cdot \vec{s}$$



…力  $\vec{F}$  の移動方向成分  $F \cos \theta$  だけが仕事をする

単位 [J] (ジュール) = [N・m]

(微小仕事) 
$$dW = (F \cos \theta) \cdot ds = \vec{F} \cdot d\vec{s}$$



一般的な仕事 
$$W = \int_{\text{点A}}^{\text{点B}} dW = \int_{\text{点A}}^{\text{点B}} (F \cos \theta) \cdot ds = \int_{\text{点A}}^{\text{点B}} \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int_{x_A}^{x_B} F_x dx + \int_{y_A}^{y_B} F_y dy$$

◎ ベクトルの内積 
$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A \cdot B \cdot \cos \theta = A_x B_x + A_y B_y$$

次回予定 [第12回目] 運動エネルギー (教科書 70~71 ページまで)

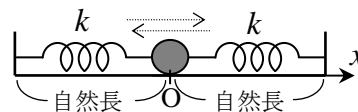
\*\*\*\*\*  
レポート問題 第11回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

**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 摩擦がない水平面上を、質量  $m = 5.00$  [kg] の物体が、ばね定数  $k = 49.3$  [N/m] のばねによる弾性力を受けて運動する。ばねが自然長のときの物体の位置を原点  $O$  とし、ばねが伸びる向きを  $x$  軸の正とする。はじめ ( $t = 0$  に) 物体を、原点  $O$  から、 $6.28 \times 10^{-2}$  [m/s] の速さで、 $x$  軸の正の向きに打ち出した。

- B... ① 合力  $F_x$  を求め、 $x$  軸方向について運動方程式を立てよ。(加速度を  $a_x(t)$  とする。)
- B... ② ①の運動方程式から  $a_x(t)$  を求め、さらに  $x(t)$  の微分を用いた式で表せ。[教科書の式 (10.1)]
- A... ③ ⑧で求めるように、振幅は  $A = 0.02$  [m]、初期位相は  $\alpha = -1.57$  [rad] となる。単振動を表す一般解 [教科書の式 (10.3)] から、特解の式  $x(t)$  を求めよ。 $\omega$  は文字のまま残しておく。
- B... ④ ③の特解  $x(t)$  から速度  $v_x(t)$  を求めよ。
- B... ⑤ ④で求めた  $v_x(t)$  から加速度  $a_x(t)$  を求めよ。
- B... ⑥ ⑤の結果と②を比較し、角振動数  $\omega$  を質量  $m$  とばね定数  $k$  の式で表せ。 $\omega$  の単位も書け。
- A... ⑦ 角振動数  $\omega$  を数値で求めよ。また、周期  $T$  を数値で求めよ。
- B ~ C... ⑧ 初期条件を書き、一般解  $x(t) = A \cos(\omega t + \alpha)$ 、 $v_x(t) = -\omega A \sin(\omega t + \alpha)$  と角振動数  $\omega$  の値を用いて、振幅  $A$  と初期位相  $\alpha$  を求めよ。
- B... ⑨ この運動を、横軸  $t$ 、縦軸  $x$  のグラフで表せ (振幅  $A = 0.02$  [m]、 $\alpha = -1.57$  [rad])。電卓で計算して描け。cos の中身の単位は [rad] である。

C... 問2 図のように、摩擦がない水平面上を、ばね定数  $k$  の2本のばねによる弾性力を受けて質量  $m$  の物体が運動する。運動方程式を立て、角振動数  $\omega$  を  $k$  と  $m$  で表せ。



A... 問3 物体に一定の力  $\vec{F}$  が作用しながら、物体が直線上を移動しているとき、力  $\vec{F}$  がする仕事  $W$  を数値で求めよ。

- ① 力の大きさは  $F = 6.0$  [N] で、物体は力の向き ( $\theta = 0$ ) に  $s = 2.0$  [m] 移動した。
- ② 力の大きさは  $F = 4.0$  [N] で、物体は力と逆向き ( $\theta = 180^\circ$ ) に  $s = 3.0$  [m] 移動した。

B... 問4 ①  $5.0$  [kg] の物体が鉛直下向きに  $2.0$  [m] 落下したときの、重力がする仕事を求めよ。

B... ② 滑らかな水平面で  $100$  [kg] の物体を  $10$  [m] 押したときの、垂直抗力がする仕事を求めよ。

B... ③ いくつかの力が作用しながら、物体が直線上を  $s = 5.0$  [m] 移動した。移動方向と  $\theta = 30^\circ$  の

B... 向きに加えられた大きさ  $F = 6.0$  [N] の力がする仕事を数値で求めよ。

力試し

切を必ず守ること

解答用紙 (授業 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 ① 合力  $F_x =$  \_\_\_\_\_ , 運動方程式 :

② \_\_\_\_\_

③ 一般解  $x(t) =$

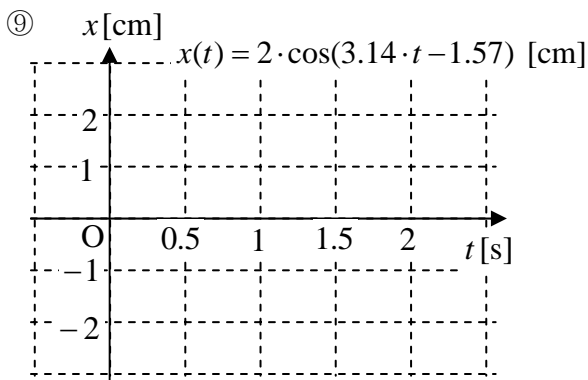
④  $v_x(t) =$  \_\_\_\_\_

⑤  $a_x(t) =$  \_\_\_\_\_

⑥ \_\_\_\_\_  $\omega =$  \_\_\_\_\_ [ \_\_\_\_\_ ]

⑦  $\omega =$  \_\_\_\_\_ [ \_\_\_\_\_ ] ,  $T =$  \_\_\_\_\_ [ \_\_\_\_\_ ]

⑧ 初期条件 :

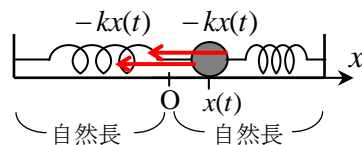


問 2 ばねが自然長のときの物体の位置を原点  $O$  とし、図の水平右向きを  $x$  軸の正とする。

$x$  方向の運動方程式は

加速度は

一般解は、  $x(t) =$  \_\_\_\_\_ で表される。



比較して

$\omega =$  \_\_\_\_\_

問 3 ①  $W =$  \_\_\_\_\_ ②  $W =$  \_\_\_\_\_ [ \_\_\_\_\_ ]

問 4 ①  $\theta =$  \_\_\_\_\_ だから、  $W =$  \_\_\_\_\_ [ \_\_\_\_\_ ]

②  $\theta =$  \_\_\_\_\_ だから、  $W =$  \_\_\_\_\_ [ \_\_\_\_\_ ]

③  $W =$  \_\_\_\_\_ [ \_\_\_\_\_ ]

☆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。