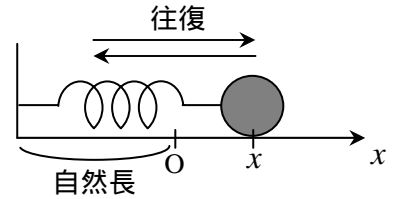


[第 8 回目] 運動方程式を解く 3 : 単振動

今日の授業の目標

単振動の運動方程式とその解 [三角関数]

働く力は弾性力 $F_x(t) = -kx$ x は自然長からの伸び



↓

運動方程式: $ma_x(t) = -kx$ $a_x(t) = \frac{dv_x(t)}{dt} = \frac{d^2x(t)}{dt^2} = -\omega^2x$ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

一般解: $x(t) = A \cos(\omega t + \alpha)$ \cos の () の中身の単位は [rad] (ラジアン)

ω : 角振動数 [rad/s]

A : 振幅 [m] (任意定数)

α : 初期位相 [rad] (任意定数)

$$\left(\begin{array}{l} \text{周期: } T = 2\pi/\omega \text{ [s]} \\ \text{振動数: } \nu = 1/T \text{ [Hz]} \\ \text{ニユ一} \end{array} \right)$$

学習到達目標 (5) 運動方程式から単振動を理解できる。

次回予定 [第 9 回目] 物体のつり合い (教科書 48~51 ページまで)

レポート問題 第 8 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 70 [kg] の二尺玉花火を、地上から初速 100 [m/s] で鉛直上方に打ち上げた。最高位置で火薬に点火したい。打ち上げから何秒後か。また最高位置の高さを求めよ。(空気抵抗は無視する。)

C... 問 2 速さ 40 [km/h] で走っていた車がブレーキをかけると、10 [m] 走って停止した。道路は水平で、一定の摩擦力のみが働くと考え、路面とタイヤの間の動摩擦係数 μ' を求めよ。同じ条件で、速さ 60 [km/h] の車がブレーキをかけて停止するまでの距離 (制動距離) を求めよ。

A... 問 3 次の値を関数電卓を使って計算せよ。(注意: \sin と \cos の引数の単位は [rad] である)

$\sin 1$ $\cos 10$ $\sin 0.1$ $\sin \pi$

A... 問 4 $\frac{d\{\cos(2x+3)\}}{dx}$ $\frac{d^2\{\cos(2x+3)\}}{dx^2}$ $\frac{d\{\sin(2x+3)\}}{dx}$ $\frac{d^2\{\sin(2x+3)\}}{dx^2}$ を求めよ。

B... 問 5 摩擦がない水平面上を、一方の端が固定されたばね定数 k のばねの他端に結び付けられた質量 m の粒子が、弾性力を受けて運動する。ばねが自然長のときの粒子の位置を原点 O とし、ばねが伸びる向きを x 軸の正、鉛直上向きを y 軸の正の向きとする。

粒子に働く力をすべて図に書け。

粒子に働く合力を $\vec{F}(t) = (F_x(t), F_y(t))$ として、合力の各成分 $F_x(t)$, $F_y(t)$ を式で表せ。

加速度の各成分を $a_x(t)$, $a_y(t)$ として、この粒子の運動方程式の x 成分と y 成分を書け。

運動方程式の x 成分の式より、加速度の x 成分 $a_x(t)$ を求めよ。また、得られた式を座標 $x(t)$

の 2 階微分を用いた式で表せ。ただし、 $\sqrt{k/m} = \omega$ とおく。

数学の三角関数の微分の公式を利用して (問 4 を参考)、座標 $x(t)$ の一般解を求めよ。

座標 $x(t)$ の一般解を微分して速度 $v_x(t)$ を求めよ。

時刻 $t = 0$ に、位置 $x_0 = 0.4$ [m] から、速度 $v_0 = 0$ [m/s] で静かに放した。

初期条件を用いて任意定数 A と α を決定し、 $x(t)$ と $v_x(t)$ の特解を求めよ。 $A > 0$ とする。

質量 $m = 10$ [kg], ばね定数 $k = 2.7$ [N/m] とする。角振動数 ω [rad/s] を求めよ。特解 $x(t)$ から、時間 $t = 0, 1, 2, \dots, 14, 15$ [s] のときの座標 x の値を関数電卓で計算し、横軸が時間 t , 縦軸が座標 x のグラフを書け。 \cos の引数は [rad] 単位であることに注意する。

解答用紙（ 曜 限）学籍番号 _____ 氏名 _____

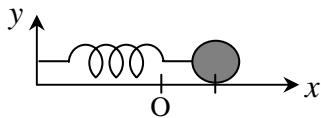
数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつける！指示がない限り MKS 単位系で答えること！
問 1

問 2

問 3

$\sin 1 =$ $\cos 10 =$ $\sin 0.1 =$ $\sin \pi =$

問 4



$F_x(t) =$ $F_y(t) =$

x 成分：

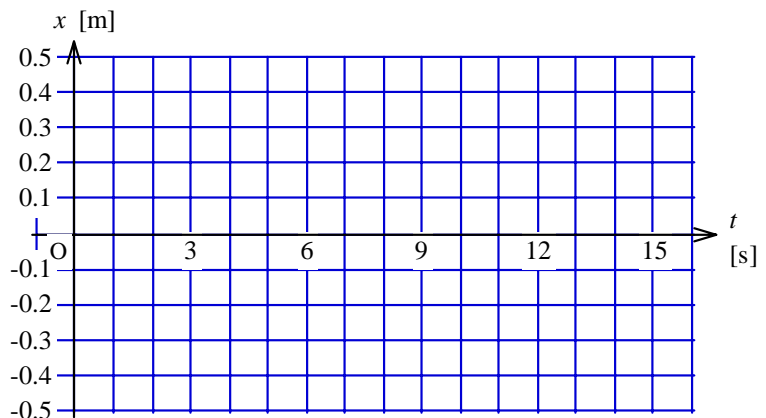
y 成分：

一般解：

$\omega =$ [],

$x(t) =$

この式から各時間 t の x を計算する。



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。