【予習】と【宿題】はレポートにして次週の講義の前日までに 7 号館 P514 室に提出すること。答えだけでなく途中計算も書くこと。宿題と予習は講義の時間に配布するが、Web からもダウンロードできる。http://aplab.konan-u.ac.jp/~tokonatu/kisobuturiI-2017/

運動方程式

$$\mathbf{F} = m\frac{d^2\mathbf{x}}{dt^2}$$

・数学的には力 **F** の定義式

・粒子から天体まで全ての運動を説明するので方程式とよばれる。

・力学の問題の解き方は

①力を求める　②運動方程式をたてる　③運動方程式を解く　④初期条件を代入

・力 **F**：質量がある物に作用する。

$\mathbf{F}\cdot\Delta t = m\Delta v$　：力積＝運動量

$\mathbf{F}\cdot\Delta x = W$　：仕事⇒エネルギー

微分方程式の例

・変数分離型

$f(x)\frac{dx}{dt} = g(t)$　　　$\int f(x)dx = \int g(t)dt$

・係数変化型

$\frac{dx}{dt} = Ax + B \Rightarrow \frac{dx}{dt} = A\left(x + \frac{B}{A}\right)$

$\Rightarrow \frac{d}{dt}\left(\frac{B}{A}\right) = 0$ より　$\frac{d}{dt}\left(x + \frac{B}{A}\right) = A\left(x + \frac{B}{A}\right) \Rightarrow \int\left(\frac{d\left(x+\frac{B}{A}\right)}{x+\frac{B}{A}}\right) = \int A\,dt$

$\Rightarrow \log_e\left(x + \frac{B}{A}\right) = At + c$　　$\therefore x + \frac{B}{A} = e^{At+c} = e^c e^{At}$

$e^c = x_0$　とおくと　$x = x_0 e^{At} + \frac{B}{A}$

問１　［斜方投射］質量 m の粒子を時刻 $t = 0$ に原点 O から水平面と θ の角をなす方向に速さ v_0 で投げた。落下点を求めよ。重力加速度の大きさを g とする。

問２　前問と同様に質量 m の粒子を時刻 $t = 0$ に原点 O から水平面と θ の角をなす方向に速さ v_0 で投げた。このとき粒子の速さを v とし、空気抵抗を $f = \alpha v$とする。粒子の高さ y を t の関数として求めよ。

問３　高さ h_0 に静止していた質量 m の雨滴が落下を始める。雨滴が落下を始めた時刻を $t = 0$ とし、t 秒後の雨滴の速さを v(t)とする。雨滴が受ける空気抵抗は無視でき雨滴の質量は変化しないとする。重力加速度の大きさを g とする。時刻 t の時、雨滴の高さ h(t)を求めよ。

2017年度・基礎物理学Ⅰ　第12回宿題

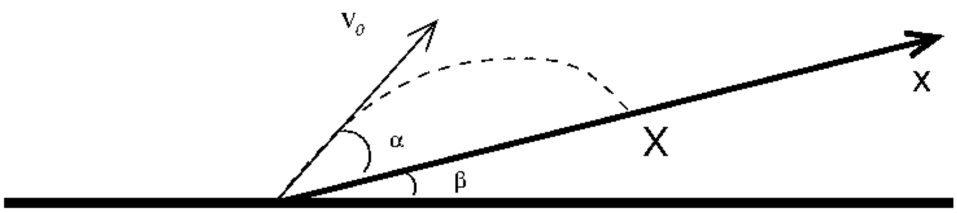
問１　水平面とβの角をなす斜面の最下点から斜面とαをなす方向に初速v_0で物体を投げた。図のようにx軸をとる。重力加速度の大きさをgとして以下の問いに答えよ。

(1)　斜面上での到達距離Xを求めよ。

(2)　斜面上の最大到達距離X_mを得るための角をα_{max}とする。

X_{max}とα_{max}を求めよ。

(3)　$\beta=0$ のときのα_{max}とX_{max}を求めよ。



［答　(1) $X=\frac{2v_0^2}{g\cos^2\beta}\sin\alpha\ \cos(\alpha+\beta)$ (2) $X_{max}=\frac{v_0^2(1-\sin\beta)}{g\cos^2\beta}$，$\alpha_{max}=\frac{\pi}{4}-\frac{\beta}{2}$　(3) $\alpha_{max}=\frac{\pi}{4}$　$x_{max}=\frac{v_0^2}{g}$ ］

問２　　高さh_0に静止していた質量mの雨滴が落下を始める。雨滴が落下を始めた時刻を$t=0$とする。t秒後の雨滴の速さを$v(t)$とし、雨滴が受ける空気抵抗を$f=\alpha v$とする。

雨滴の質量は変化せず重力加速度の大きさをgとして以下の問いに答えよ。

(1)　時刻tの時、雨滴が受ける力Fを求めよ。

(2)　雨滴の運動方程式を書け。

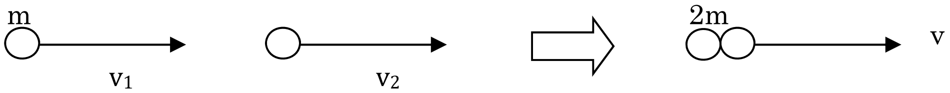
(3)　雨滴の速さ$v(t)$を求めよ。（ヒント：$X=V+\frac{mg}{\alpha}$ とおく）

(4)　雨滴が十分長い時間落下すると速度は一定になる。この速度を終端速度という。終端速度を求めよ。

［答え　(2) $v(t)=\frac{mg}{\alpha}\left(e^{-\frac{\alpha}{m}t}-1\right)$　　　(3) $-\frac{mg}{\alpha}$］

2017年度・基礎物理学Ｉ　第13回予習

問１　一直線上を速さ v_1, v_2 で同じ向きに運動している質量 m の 2 物体が衝突してから一体になって運動を続けた。



以下の問いに答えよ。

(1)　運動量保存則から衝突後の速度 v を求めよ。

(2)　衝突の前後で運動エネルギーはいくら変化したか求めよ。

［答え：　(1) $v = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$　　(2) $\frac{1}{4}m(v_1 - v_2)^2$ だけ減少した］

問２　直線状の線路を速さ V で走るトロッコに乗っている人が質量 m のボールを後方に向かって投げた。ボールは人から見て速さ v で遠ざかっていった。

トロッコと人を合わせた質量は M であるとする。

投げたあとのトロッコの速さ V'とボールの地面に対する速さ v'を求めよ。

［答え：　$V' = V + \frac{m}{M+m}v,\quad v' = V' - v = V - \frac{M}{M+m}v$］