学籍番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

前提知識: わからなければ教科書で調べること

運動の分解、位置(ベクトル)、速度(ベクトル)、加速度(ベクトル)、運動の法則、単振動、振動数、円運動、角速度、回転数、周期、回転角

問題 1. x 軸上を運動する物体 A の時刻 t [s]における原点からの距離 x[m]がつぎのように表される時、　$x(t) = 3t^2 - 2t + 5$

(1) 時刻 1s における A の位置を求めよ。

解答　$x(1)$ を求める:　t=1 を $x(t)$の式に代入

$x(1) = 3*1^2 - 2*1 + 5 = 6$ m

(1) 時刻 1s における A の速度を求めよ。

解答　速度は位置関数の時間微分。したがって　$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = 6t - 2$

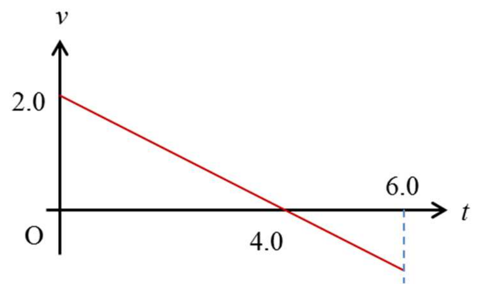
これから　$v(1) = 4$ m/s

(2) 時刻 1 s における A の加速度を求めよ。

解答　以上から　$x(t) = 3t^2 - 2t + 3$　　$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = 6t - 2$

加速度は速度の時間微分。したがって、$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = 6$　　よって　$a(1) = 6$ m/s^2

問題 2.　x 軸上を運動する物体 A の任意の時刻 t [s] における速度 v[m/s]が右のグラフのように表されるとする。A は時刻 0 で原点 O にあったとして、以下の問に答えよ。



(1) 時刻 0 から 6.0 s 間の A の加速度を求めよ。

解答　$\frac{-2.0}{4.0} = -0.50$ m/s^2

右図は速度のグラフ。速度の「微分=傾き」から

(2) 時刻 t [s] (t ≧0)における A の速度を t を用いて表わせ。

解答　速度 $v(t)$は加速度 $a(t)$を t で積分（ただし初期条件 $v(0)$を考慮）

$a(t) = -0.50$　より　$v(t) = \int_0^t a(t)dt = -0.50t + v(0)$ [m/s]

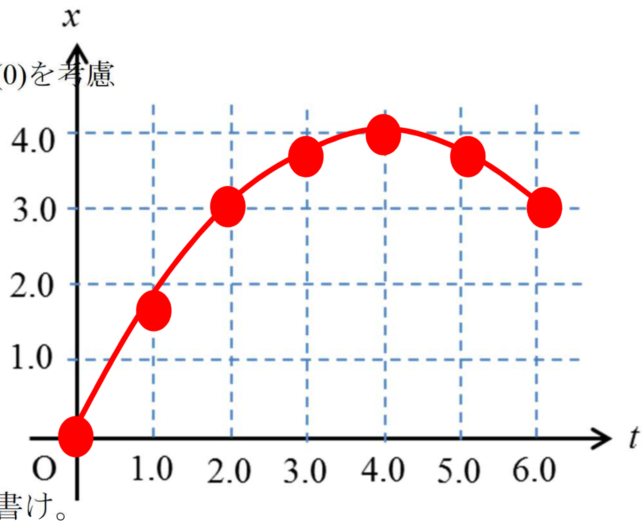
ここで　$v(0)$=2.0 より　$v(t) = -0.50t + 2.0$ [m/s]　　図のグラフと一致することを確認しておくこと

(3) 時刻 6.0 s における物体 A の位置を求めよ。

解答　位置 $x(t)$は速度 $v(t)$を t で積分（ただし初期条件 $x(0)$を考慮

$x(t) = \int_0^t v(t)dt = -0.25t^2 + 2.0t + x(0)$

$= -0.25t^2 + 2.0t$　より　$x(6.0)$=3.0 m



(4) 時刻 0 から 6.0 s 間の移動距離を求めよ。

解答　v は 4.0 s を境に向きが変わる。よって、

移動距離= (x(4.0) – x(0.0)) + |x(6.0) – x(4.0)|

=4.0 + 1.0 = 5.0 m

(5) 時刻 0 から 6.0 s 間の A の位置を右のグラフに書け。

問題 3. なめらかな水平面上に静止している質量 m[kg]の小物体 A に、一定の大きさ F[N]の力を加え続けて運動させた。これは地表面上の運動であり、空気抵抗などは無視できるものとし、重力加速度の大きさを g[m/s^2]とせよ。

(1) A に生じた加速度の大きさを求めよ。

解答: 運動方程式 $F=ma$ より $a = F / m$ [m/s^2]

(2)力を加え始めた時刻を 0 とする。時刻 t[s] (t>0)における A の速さを求めよ。

解答: 速度は加速度の積分(初期条件を考慮) $v(t) = \int a(t)dt = \int \frac{F}{m}\,dt$ より、$v(t) = \frac{Ft}{m}$ [m/s]

(3) 力を加え始めてから A が距離 L[m]だけ移動するのにかかる時間を求めよ。

解答: $v(t) = \frac{Ft}{m}$ [m/s] かかる時間を T[s]として $L=\int_0^T v(t)dt = \int_0^T \frac{Ft}{m}dt = \frac{FT^2}{2m}$ から、 $T=\sqrt{\frac{2mL}{F}}$ [s]

問題 4. なめらかな水平面内で、質量 1.0 kg の小物体 A に 0.50 m の伸び縮みしない軽いひもをつけ、回転数 2.0 Hz で回転させた。重力や空気抵抗は無視し必要なら円周率 π =3.14 で計算せよ。

(1) A の運動の周期(一回転するのにかかる時間)を求めよ。

解答: 回転数(n) 2.0 Hz だから 周期(T)= $1/n$ = 1/2.0 = 0.50 s (注：1/2 も 0.5 も不正解)

(2) A の速さを求めよ。

解答: 半径を r[m]とすると、速さ $v = 2\pi r \times n$ [m/s] そこで、n=2.0, r =0.50 を入れて

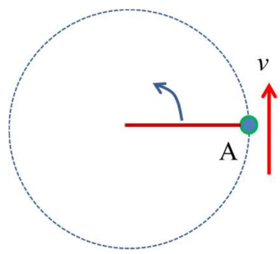
v = 2×3.14×0.50×2.0 = 6.28 有効数字 2 桁なので 答 6.3 m/s

(3) A の加速度の大きさを求めよ。

解答: 回転の中心方向の加速度 $v^2/r = (6.28)^2/0.50 = 78.88$ 有効数字 2 桁なので 79 m/s^2

(4) ひもが A を引く力の大きさを求めよ。

解答: これは遠心力(=向心力)に等しい 質量 1.0 kg なので(3)の答から 79 N



(5) A につけたひもが切れた時、A はどのような動きをするか、答えよ。

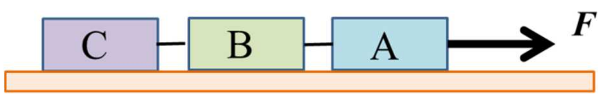
解答: ひもの張力によって回転運動が起こる

回転運動＝接線方向の運動＋円の中心方向の運動

ひもが切れる⇒円の中心方向への力が働かない ⇒ 向心力=0

したがって接線方向の運動をする(速さはひもが切れた時点での接線方向の速さ)

問題 5. 右図のように、なめらかな水平面上に、質量がそれぞれ m_A, m_B, m_C [kg]の小物体 A, B, C を軽く伸び縮みしないひもで連結した。そして A につけた軽いひもで水平に大きさ F[N]の力で引いたところ、A, B, C は一体となって動き出した。これは地表面上の運動であり、空気抵抗は無視できるものとして以下の問いに答えよ。



(1) 水平方向におけるこれらの小物体の加速度の大きさを求めよ。

解答: 一体となって動いたので、みな等しい---その値を α[m/s^2]とすると $F= (m_A + m_B+ m_C)\,\alpha$

よって、 $\frac{F}{m_A + m_B + m_C}$ [m/s^2]

(2) AB 間のひもの張力と BC 間のひもの張力をそれぞれ求めよ。

解答: AB 間のひもの張力は BC に対して(1)の加速度を与える力に等しい ∴ $\frac{F(m_B+ m_C)}{m_A + m_B + m_C}$ [N]

BC 間のひもの張力は C に対して(1)の加速度を与える力に等しい ∴ $\frac{F\,m_C}{m_A + m_B + m_C}$ [N]