2017.05.20　基礎物理学Ⅰ　演習問題１　 回答

問 1、

(1) 太陽から見ると地球は円になり、その円の面積 S は

$S = \pi r^2 = 3.14 \times (6 \times 10^6\ [m])^2 = 1.13 \times 10^{14} [m^2]$

この円に 1 日に入射するエネルギーは

$$1366\ [\mathrm{W}/m^2] \times 1.13 \times 10^{14} [m^2] \times 24 \times 60 \times 60 [s] = 1.33 \times 10^{22}\ [J]$$

(2)　$1.33 \times 10^{22} [J/day] \times (1 - 0.3) \times 45 \times 10^8 \times 365\ [day] = 1.53 \times 10^{34}\ [J]$

(3)

$$\frac{1.5 \times 10^{13}\ [W]}{1366 [W/m^2] \times 1.08 \times 10^{14}\ [m^2]} = 1.02 \times 10^{-4}$$

従って約 0.1 ms

問 2　(1)

中性子の数は$15 \times 60 = 900\ [\mathrm{s}]$　で半分になるとしましょう。すなわち半分になるまでに進む距離は

$$3 \times 10^8\ [m/s] \times 900\ [s] = 2.7 \times 10\ [m]$$

担う。この時$1.5 \times 10^{11}\ \ [m]$ すすむと

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1.5 \times 10^{11}}{2.7 \times 10^{11}}} =\ 0.68$$

したがって 68%が地球に届く。(実際には相対論的効果で時間が延び、より多くの流心が地球に飛来する)

(2) 太陽から 1 m² の検出器に向けて放出された中性子の数は

10 [個/m²/s] ÷0.68

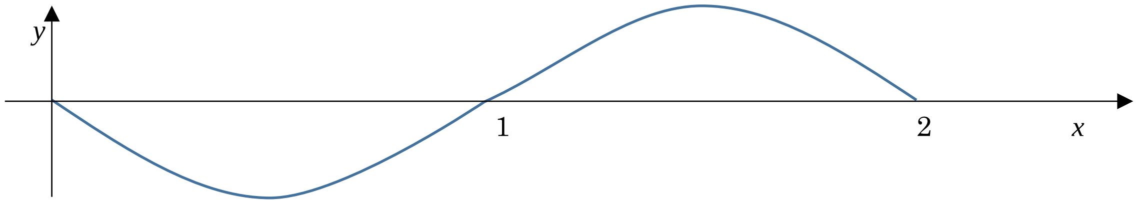
太陽を中心として検出器を含む球の表面積は$\mathrm{S} = 4\pi (1.5 \times 10^{11})^2\ [m^2]$ だから、太陽から放出された全中性子の数は

$$10\ \left[個 m^{-2} s^{-1}\right] \div 0.68 \times 4\pi \times (1.5 \times 10^{11})^2\ [m^2] = 4.16 \times 10^{24}\ [個 s^{-1}]$$

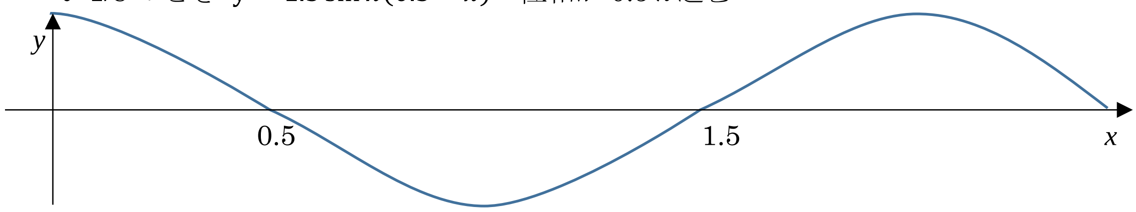
問 3　略

問 4、　$y = 1.5\sin 2\pi(2t - 0.5x)$

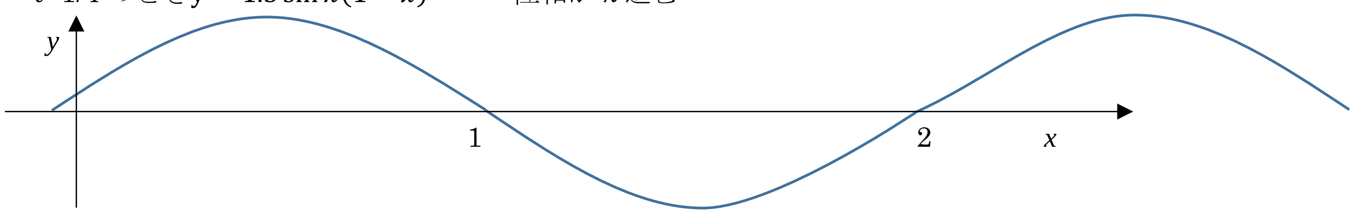
t=0 のとき　$y = 1.5\sin(-\pi x)$



t=1/8 のとき　$y = 1.5\sin\pi(0.5 - x)$　位相が 0.5π 進む



t=1/4 のとき$y = 1.5\sin\pi(1 - x)$　　位相が π 進む



すなわち 0.25 秒の間に x=1 進むので、速さは　v=4 [m/s]

問 5　$f(x) \sim 1 + nx + \frac{1}{2}n(n-1)x^2$

問 6　x=0.01　(x~0)として、$(1+x)^n$　を展開して x=0.01, n=60 を代入する。177,700 円

問 7　(1)　$f(x) \sim 1 + 2\log_e 5 \times 25^0 x + 4(\log_e 5)^2 \times 25^0 x^2 = 1 + 2\log_e 5\, x + 4(\log_e 5)^2 x^2$

(2) 1.37

問 8　(1)　$\cos x = 1 - \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{4!}x^4 - \frac{1}{6!}x^6$

(2)　$\sin x = x - \frac{1}{3!}x^3 + \frac{1}{5!}x^5$

(3)　$e^{ix} = 1 + ix - \frac{1}{2}x^2 - \frac{i}{3!}x^3 + \frac{1}{4!}x^4 + \frac{i}{5!}x^5 - \frac{1}{6!}x^6$

$$= \left(1 - \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{4!}x^4 - \frac{1}{6!}x^6\right) + \mathrm{i}\left(x - \frac{1}{3!}x^3 + \frac{1}{5!}x^5\right) = \cos x + i\sin x$$