

岡山物理コンテスト2012 問題B 解答用紙①

第1問

問1

$$I = \frac{V}{R+2R} = \frac{V}{3R}$$

$$P = IV = \frac{V}{3R} \times V = \frac{V^2}{3R}$$

(答)  $I = \frac{V}{3R}$  ,  $P = \frac{V^2}{3R}$

問2

$$\begin{aligned} P_{ABC} &= RI_A^2 + (R+R)(I_0 - I_A)^2 \\ &= 3RI_A^2 - 4RI_0I_A + 2RI_0^2 \\ &= 3R\left(I_A - \frac{2I_0}{3}\right)^2 + \frac{2}{3}RI_0^2 \dots \textcircled{1} \end{aligned}$$

$$P_{ABC} = \boxed{3R} I_A^2 - \boxed{4RI_0} I_A + \boxed{2RI_0^2}$$

(答)  $I_A = \frac{2I_0}{3}$  のとき  $P_{ABC}$  は最小値  $\frac{2}{3}RI_0^2$  をとる。

問3

BとCの消費電力が等しいので、BとCの抵抗器の抵抗値は等しい。

X点に対して、Y点の電流が半分になるということは、抵抗器Aの抵抗値と抵抗器BとCの合成抵抗値が等しくなるときである。

抵抗器B、Cの抵抗値をそれぞれRとすると、抵抗器Aの抵抗値は2Rとなる。

よって、(抵抗値  $R_A$ ) : (抵抗値  $R_B$ ) = 2 : 1 となる。

(答)  $\frac{R_A}{R_B} = 2$

## 問4

図1-3の回路の右端の閉回路の関係が問3の解答の回路と同じになる。  
またその右端の閉回路の合成抵抗は $R$ となり、図1-3の中央の閉回路でも同じになる。  
よって、点Xを流れた電流 $I_0$ は、分岐点ごとに半分に分かれていく。

$$\text{(答) (Y 点に流れる電流)} = \frac{I_0}{2}, \quad \text{(Z 点に流れる電流)} = \frac{I_0}{4}$$

## 問5

右端の閉回路から $2R$ の抵抗器と $R$ の抵抗器の合成抵抗を求めると、 $R$ になる。  
この合成を繰り返すと、全体でも合成抵抗は左端の $2R$ の抵抗器を除くと $R$ になる。  
左端の $2R$ の抵抗器と合成して全体は、 $3R$ となる。

$$\text{(答) } 3R$$

## 問6

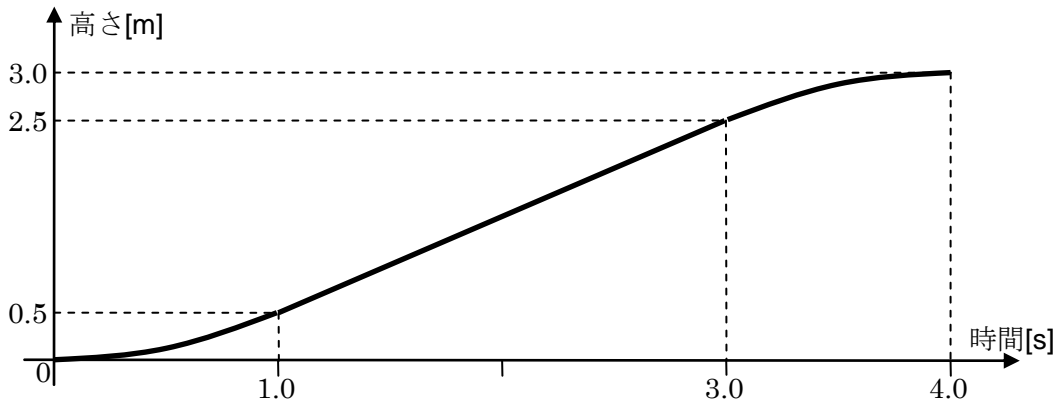
電流は回路の分岐点で半分になっていくので、 $n$ 回繰り返すことで、 $\frac{I_0}{2^n}$ となる。

$$\text{(答) } I_n = \frac{I_0}{2^n}$$

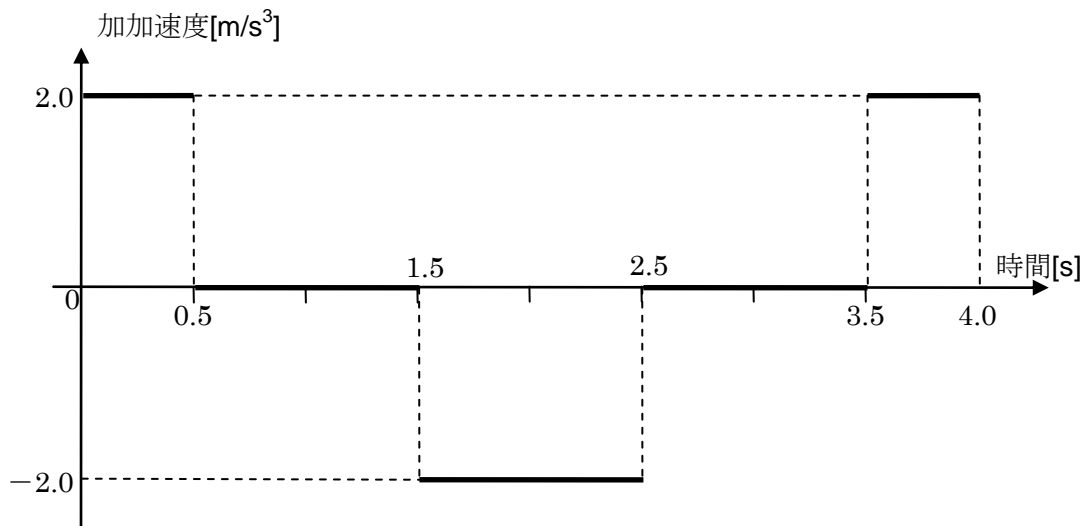
岡山物理コンテスト2012 問題B 解答用紙②

第2問

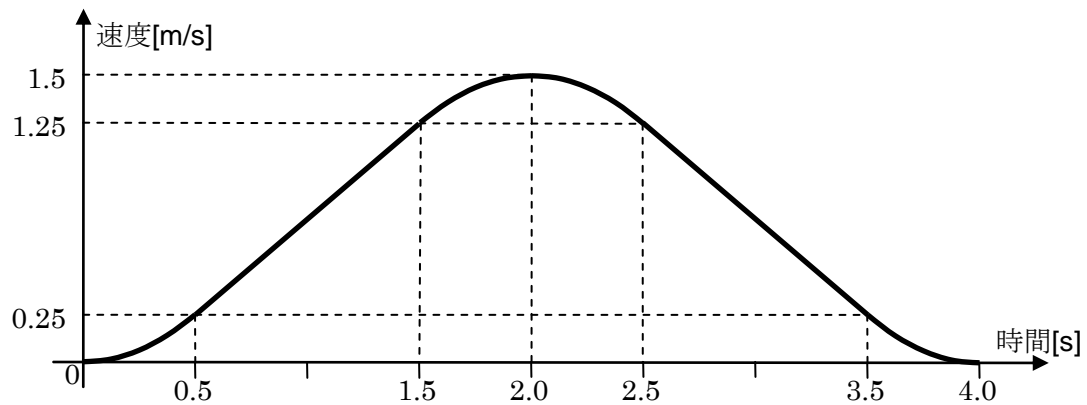
問1



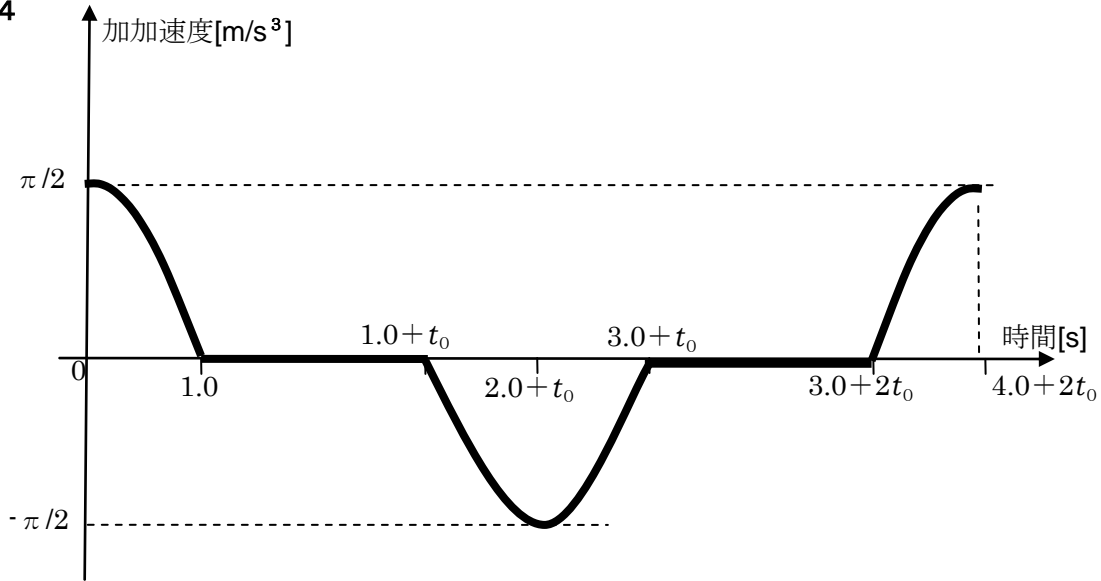
問2



問3



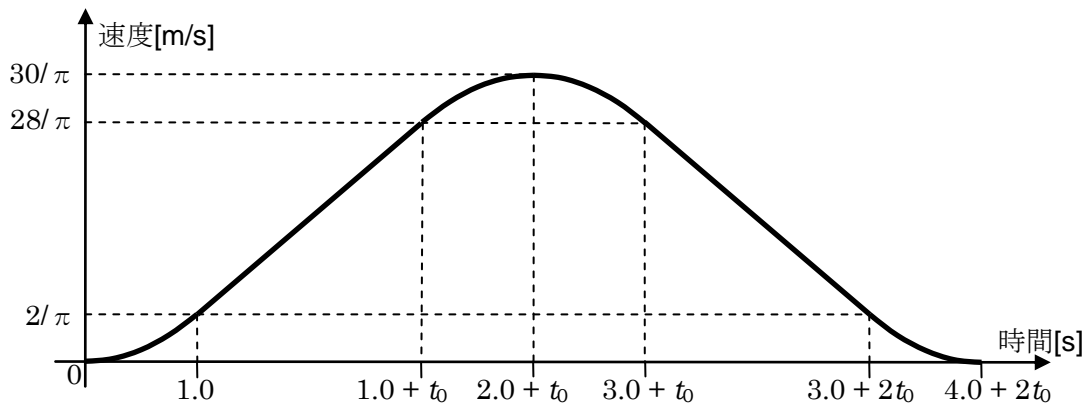
問4



問5

$v-t$  グラフは下のようになります。  $t_0 = \frac{26}{\pi}$  となります。

グラフの面積を求めて、  $\frac{780}{\pi^2} + \frac{60}{\pi}$  [m]



(答)  $\frac{780}{\pi^2} + \frac{60}{\pi}$  [m]

岡山物理コンテスト2012 問題B 解答用紙③

第3問

問1

(1) エネルギー保存の法則より,

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{k_0 Z_A Z_B e^2}{r_0}$$

$$r_0 = \frac{2k_0 Z_B e}{\frac{m}{Z_A e} \cdot v^2}$$

(答) \_\_\_\_\_

(2)  $\alpha$  粒子の質量/電荷比は  $\frac{m}{Z_A e} = 2.0 \times 10^{-8} \text{ [kg/C]}$ ,  $k_0 = 9.0 \times 10^9 \text{ [Nm}^2\text{/C}^2\text{]}$ ,

$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ [C]}$ ,  $v = 2.1 \times 10^7 \text{ [m/s]}$  を代入して計算すると,

$$r_0 = 3.3 \times Z_B \times 10^{-16}$$

$$(答) \quad \underline{3.3 \times 10^{-16}}$$

問2

$$R' = r_0 \sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} r_0$$

$$S' = \pi R'^2 = \frac{1}{2} \pi r_0^2$$

(答) \_\_\_\_\_

問3

$$N_i = nS \quad , \quad N_s = nS' \quad , \quad S = \pi R^2 \quad \text{より}$$

$$P = \frac{N_s}{N_i} = \frac{nS'}{nS}$$

$$S' = SP = \pi R^2 P$$

$$\text{また } S' = \frac{1}{2} \pi r_0^2 \text{ なので } \frac{1}{2} \pi r_0^2 = \pi R^2 P$$

$$(答) \quad \underline{r_0 = \sqrt{2P} \cdot R}$$

チャレンジ番号

氏名

解答例

第3問

———以下の空白は、計算などに利用しないで。———