受験番号

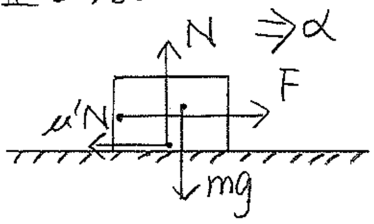
令和４年度　物理解答紙

（３枚のうち，その１）

解答紙には答えだけでなく，設問に応じて，式・計算・図や文章による説明も書き入れよ。

1　すべての問題で右向きを正とする。

（問１）右図より



$$\begin{cases} N = mg \\ m\alpha = F - \mu' N \end{cases}$$

２式を解いて，$\alpha = \dfrac{F}{m} - \mu' g$

答　$\alpha = \dfrac{F}{m} - \mu' g$　[m/s²]

（問２）等加速度直線運動の公式より

$v_0^2 - 0^2 = 2\left(\dfrac{F}{m} - \mu' g\right)a$

$v_0 > 0$ より　$v_0 = \sqrt{2a\left(\dfrac{F}{m} - \mu' g\right)}$ ──①

答　$v_0 = \sqrt{2a\left(\dfrac{F}{m} - \mu' g\right)}$　[m/s]

（問３）BC間の加速度は $(-\mu' g)$ であるから等加速度直線運動の公式より，

$0^2 - v_0^2 = 2(-\mu' g)b$　　$\mu' = \dfrac{a}{mgb}(F - \mu' mg)\ (\because ①)$

これを μ' について解くと，$\mu' = \dfrac{aF}{mg(a+b)}$

答　$\mu' = \dfrac{aF}{mg(a+b)}$

（問４）等加速度直線運動の公式より，

$v_1^2 - v_0^2 = 2(-\mu' g)\cdot\dfrac{b}{2}$ ──②

ここで　$v_0^2 = \dfrac{2a}{m}\left(F - \dfrac{a}{a+b}F\right) = \dfrac{2ab}{m(a+b)}F$

であるから，これを②に代入して v_1 について解くと，

$v_1^2 = \dfrac{ab}{m(a+b)}F$

$v_1 > 0$ より　$v_1 = \sqrt{\dfrac{abF}{m(a+b)}}$

答　$v_1 = \sqrt{\dfrac{abF}{m(a+b)}}$　[m/s]

（問５）DE間の加速度は $(-\beta\mu' g)$ であるから，等加速度直線運動の公式より，

$0^2 - v_1^2 = 2(-\beta\mu' g)\left(\dfrac{b}{2} + c\right)$

$\dfrac{abF}{m(a+b)} = \beta g\dfrac{aF}{mg(a+b)}(b + 2c)$

$b = \beta(b + 2c)$

$\beta = \dfrac{b}{b+2c}$

答　$\beta = \dfrac{b}{b+2c}$

[redacted]

受験番号

令和４年度　物理解答紙

（3枚のうち，その2）

解答紙には答えだけでなく，設問に応じて，式・計算・図や文章による説明も書き入れよ。

2

（問 1） S_1を閉じた直後、コンデンサーは導線とみなせるので、3つの抵抗は、並列接続となる。

$$I_E = \frac{1.2}{1.0} + \frac{1.2}{2.0} + \frac{1.2}{3.0}$$

$$= 2.2$$

答　$I_E = 2.2$〔A〕

（問 2） S_1を閉じて十分時間が経過した後、コンデンサーには電流が流れないので、3つの抵抗は、直列接続となる。

$$I_E = \frac{1.2}{1.0+2.0+3.0} = 0.20$$

答　$I_E = 0.20$〔A〕

（問 3） このとき、C_1にかかる電圧は、抵抗R_2と抵抗R_3にかかる電圧の和 0.60 V と等しく、C_2にかかる電圧は、抵抗R_1と抵抗R_2にかかる電圧の和 1.0 V と等しい。

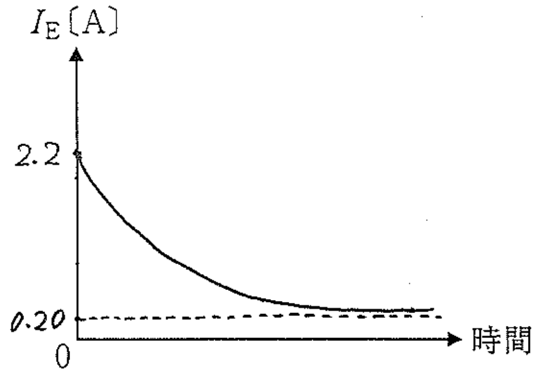
$Q = CV$ より、

$$Q_1 = 1.0\times10^{-6}\times0.60 = 6.0\times10^{-7}$$

$$Q_2 = 1.0\times10^{-6}\times1.0 = 1.0\times10^{-6}$$

答　$Q_1 = 6.0\times10^{-7}$〔C〕
$Q_2 = 1.0\times10^{-6}$〔C〕

（問 4） 時間が経過すると、電流の大きさはだんだん減少していき 0.20A になるので、



（問 5） S_1とS_2を閉いて十分時間が経過した後、回路に電流は流れず、2つのコンデンサーは並列となる。また、電気容量は等しいので$Q_1' = Q_2'$となる。

電気量保存則より

$$6.0\times10^{-7} + 1.0\times10^{-6} = Q_1' + Q_2'$$

よって　$Q_1' = Q_2' = 8.0\times10^{-7}$

答　$Q_1' = 8.0\times10^{-7}$〔C〕
$Q_2' = 8.0\times10^{-7}$〔C〕

（問 6） コンデンサーの静電エネルギー $\frac{Q^2}{2C}$ の変化が抵抗で失われる全ジュール熱になるので、

$$J = \frac{Q_1^2}{2C_1} + \frac{Q_2^2}{2C_2} - \left(\frac{Q_1'^2}{2C_1} + \frac{Q_2'^2}{2C_2}\right)$$

$$= 4.0\times10^{-8}$$

答　$J = 4.0\times10^{-8}$〔J〕

受験番号	

令和４年度 **物理解答紙**

（３枚のうち，その３）

解答紙には答えだけでなく，設問に応じて，式・計算・図や文章による説明も書き入れよ。

3

（問１）

答 $E = h\nu$ [J] , $p = \frac{h\nu}{c}$ [kg・m/s]

（問２） $p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$ よって $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv_e}$

答 $\lambda = \frac{h}{mv_e}$ [m]

（問３） 円周の長さが電子波の整数倍になるとき安定するので

$2\pi r = n\lambda = n\frac{h}{mv}$ ―① $r = \frac{nh}{2\pi mv}$

答 $r = \frac{nh}{2\pi mv}$ [m]

（問４） 円運動の運動方程式より

$m\frac{v^2}{r_n} = k_0\frac{e^2}{r_n^2}$ ― ②

また①より $v = \frac{nh}{2\pi m r_n}$

これを②に代入して整理すると

$r_n = \frac{h^2}{4\pi^2 k_0 m e^2}\cdot n^2$

答 $r_n = \frac{h^2}{4\pi^2 k_0 m e^2}\cdot n^2$ [m]

（問５） $E_n = \frac{1}{2}mv_n^2 + \left(-k_0\frac{e^2}{r_n}\right)$

$= -k_0\frac{e^2}{2r_n}$ （∵②より）

$= -\frac{k_0 e^2}{2}\,\frac{4\pi^2 k_0 m e^2}{h^2}\cdot\frac{1}{n^2}$

$= -\frac{2\pi^2 k_0^2 m e^4}{h^2}\cdot\frac{1}{n^2}$

答 $E_n = -\frac{2\pi^2 k_0^2 m e^4}{h^2}\cdot\frac{1}{n^2}$ [J]

（問６） （問5）の結果を用いて．

$eV = E_2 - E_1$

$= -\frac{2\pi^2 k_0^2 m e^4}{h^2}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2}\right)$

$= \frac{3\pi^2 k_0^2 m e^4}{2h^2}$

$V = \frac{3\pi^2 k_0^2 m e^3}{2h^2}$

答 $V = \frac{3\pi^2 k_0^2 m e^3}{2h^2}$ [V]

（問７）

$\frac{1}{2}mv'^2 = eV$ が成り立つので，（問6）の結果を用いて

$\frac{1}{2}mv'^2 = e\,\frac{3\pi^2 k_0^2 m e^3}{2h^2}$

$v'^2 = \frac{3\pi^2 k_0^2 e^4}{h^2}$

$v' > 0$ より $v' = \frac{\sqrt{3}\pi k_0 e^2}{h}$

答 $v' = \frac{\sqrt{3}\pi k_0 e^2}{h}$ [m/s]