関西大学2023

1

(i) (1) $a_P = \dfrac{v_P^2}{R}$ (ウ)

(2) $m a_P = N - mg\sin\theta$ (エ)

(3) $R\sin\theta$ (カ)

(4) エネルギー保存

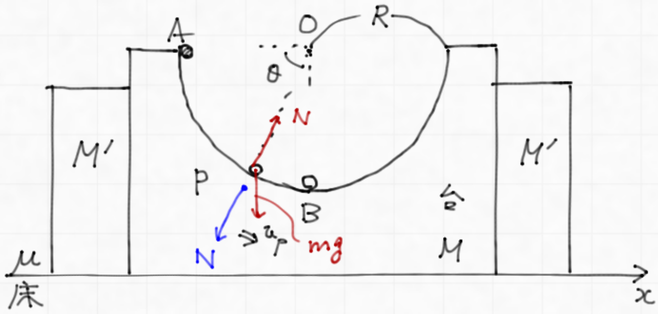
$$0 = \frac{1}{2}mv_P^2 - mgR\sin\theta \qquad v_P = \sqrt{2gR\sin\theta} \quad \text{(コ)}$$

(5) $N = m\dfrac{v_P^2}{R} + mg\sin\theta = 3mg\sin\theta$ (タ)

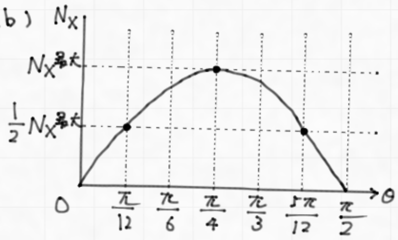
(a) $N_x = N\cos\theta$

(6) $N_x = N\cos\theta = 3mg\sin\theta\cos\theta = \dfrac{3}{2}mg\sin2\theta$ $\theta = \dfrac{\pi}{4}$ のとき最大 (ナ)

(7) 最大値は $\dfrac{3}{2}mg$ (ネ)



(b)

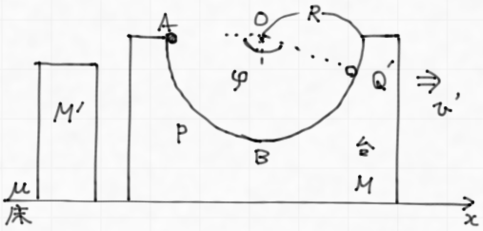


(8) 左 (ホ)

(9) $N_x \leqq \mu M'g$ が θの値にかかわらず成り立つ

$$N_x^{最大} = \frac{3}{2}mg \leqq \mu M'g \qquad M' \geqq \frac{3m}{2\mu} \quad \text{(ヒ)}$$

(10) (4)で $\theta = \dfrac{\pi}{2}$ として $v_B = \sqrt{2gR}$ (サ)



(ii) (11) 最高点だから鉛直方向の速度は 0 (ヲ)

(c) 運動量保存

$$mv_B = (m+M)v'$$

$$v' = \frac{m}{m+M}\sqrt{2gR}$$

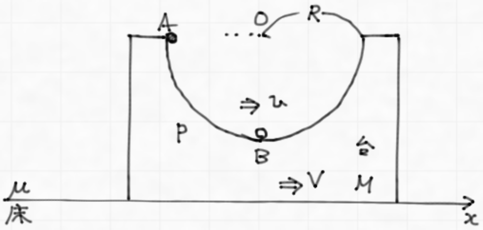
(12) $R - R\sin\varphi$ (コ)

(13) エネルギー保存

$$0 = \frac{1}{2}(m+M)v'^2 - mgR\sin\varphi$$

$$\cancel{mgR}\sin\varphi = \frac{1}{\cancel{2}}\cdot\frac{m^{\cancel{2}}}{m+M}\cdot\cancel{2gR}$$

$$\sin\varphi = \frac{m}{m+M} \quad \text{(サ)}$$



(14) 台が動くことでエネルギーを持つ分だけ高さは低くなる (ソ)

(15) 台上の視点で見ると、エネルギーが保存していることから、元の速さと同じ大きさで戻ってくるので左向きに v_B の速さになっている (イ)

(16) 運動量保存、エネルギー保存が成り立つので、Q'と同じ高さまで戻る。(タ)

2

(i) (1) $E = k_0 \dfrac{q}{r^2}$ (ウ)　(a) $V = k_0 \dfrac{q}{r}$

(2) 0 (ケ)　(3) $-q$ (サ)　(4) $+q$ (ス)

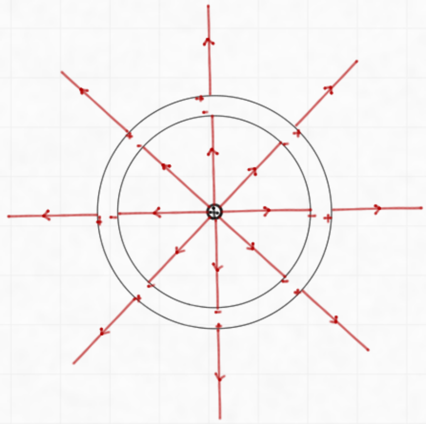
(5) 右図 (キ)

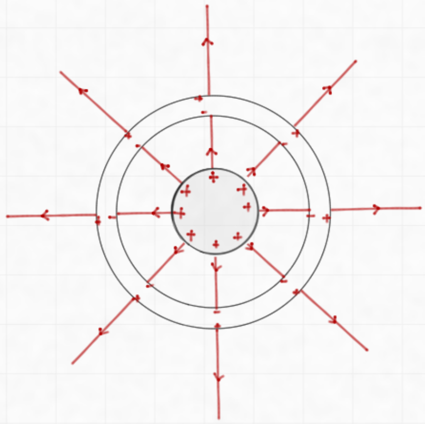
(6) 周辺部の$+q$(c)の電荷が流れでる (エ)

(7) 0 (ケ)　(8) 0 (ケ)

(9) 点電荷の作る電場と同じ　$E = k_0 \dfrac{q}{r^2}$ (ウ)

(10) 弱くなる (ソ)





(ii) (11) $eV = \dfrac{1}{2}mv^2$　$v = \sqrt{\dfrac{2eV}{m}}$ (ウ)

(12) evB_0 (オ)

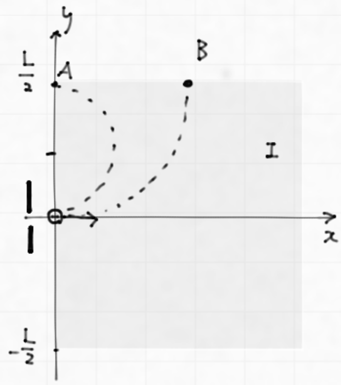
(6) $m\dfrac{v^2}{r} = F$

(13) $r = \dfrac{mv^2}{F} = \dfrac{mv^{\cancel{2}}}{e\cancel{v}B_0} = \dfrac{mv}{eB_0}$ (サ)

(14) ローレンツ力の向きが$+y$の向きだから
磁場の向きは裏から表 (ス)

(15) $r = \dfrac{L}{4} = \dfrac{m}{eB_0}\sqrt{\dfrac{2eV}{m}}$ より $B_0 = \dfrac{4m}{eL}\sqrt{\dfrac{2eV}{m}} = \sqrt{\dfrac{32mV}{eL^2}}$ (ツ)

(16) $r = \dfrac{L}{2} = \dfrac{m}{eB_1}\sqrt{\dfrac{2eV}{m}}$ より $B_1 = \sqrt{\dfrac{8mV}{eL^2}}$ (チ)

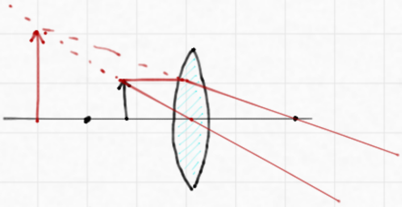


(c) 周期 $= \dfrac{2\pi r}{v} = 2\pi\dfrac{m}{eB_1}$ の $\dfrac{1}{4}$

$T = \dfrac{\pi m}{2eB_1}$

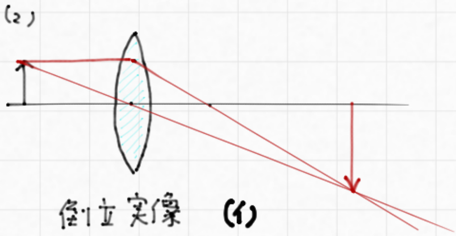
3

(i) (1)



正立虚像 (ウ)

(2)

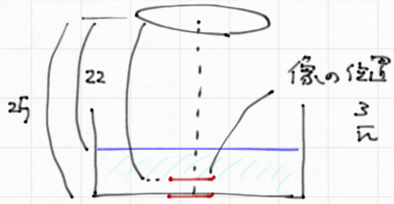


倒立実像 (イ)

(3) $\frac{1}{25}+\frac{1}{b}=\frac{1}{20}$ より $b=100$ cm (オ)

(4) $\frac{100}{25}=4$ 倍 (カ)

(5)
(6) $\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{20}$, $a+b=125$ と連立. $a=100$. $b=25$



レンズを上方に 75 cm 動かせばよい (ア) (コ)

(a) $\frac{1}{22+\frac{3}{n}}+\frac{1}{120}=\frac{1}{20}$ $22+\frac{3}{n}=\frac{120}{5}$ $n=\frac{3}{2}=\mathbf{1.5}$

(ii) (7)〜(10) $p=p'\cos\theta+mv\cos\varphi$ (ア) (エ)

$0=p'\sin\theta-mv\sin\varphi$ (イ) (ウ)

(11) $E=h\nu=h\frac{c}{\lambda}$ (キ) (12) $p=\frac{h\nu}{c}=h\cdot\frac{1}{\lambda}$ (ウ)

(13) $\theta\to0$ のとき、エネルギーを失っていないと考えられる. 5.62×10^{-11} (イ)

(14) $\theta=\pi$ のとき $\lambda'=6.10\times10^{-11}$

$$6.10\times10^{-11}=5.62\times10^{-11}+\frac{6.63\times10^{-34}}{m\times3.00\times10^{8}}(1+1)$$

$$m=\frac{\overset{2.21}{\cancel{6.63}}\times\cancel{10^{-34}}\times2}{0.48\times\cancel{10^{-11}}\times\cancel{3.00}\times\cancel{10^{8}}}10^{-31}=\frac{4.42}{0.48}\times10^{-31}=9.2\times10^{-31}$$ (ク)

(15) $\theta=\pi$ のときに $\varphi=0$ となる. (タ)

(b) $$\frac{1}{2}mv^2=\frac{hc}{\lambda}-\frac{hc}{\lambda'}=6.63\times10^{-34}\times3.00\times10^{8}\times\left(\frac{1}{5.62\times10^{-11}}-\frac{1}{6.10\times10^{-11}}\right)$$

[keV]の単位に直して

$$\frac{1}{2}mv^2=3\times6.63\times\cancel{10^{-15}}\times\left(\frac{1}{5.62}-\frac{1}{6.10}\right)\times\frac{1}{1.60\times\cancel{10^{-19}}}\times\cancel{10^{-3}}\times10$$

$$=\frac{3\times6.63\times0.48\times10}{5.62\times6.10\times1.60}=1.740..=\mathbf{1.7}\ [\mathrm{keV}]$$

(c) $\theta=\frac{\pi}{2}$ のとき $p=mv\cos\varphi$

$0=p'-mv\sin\varphi$

$$\tan\varphi=\frac{p'}{p}=\frac{\frac{h}{\lambda'}}{\frac{h}{\lambda}}=\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{5.62\times10^{-11}}{5.86\times10^{-11}}=\mathbf{0.96}$$