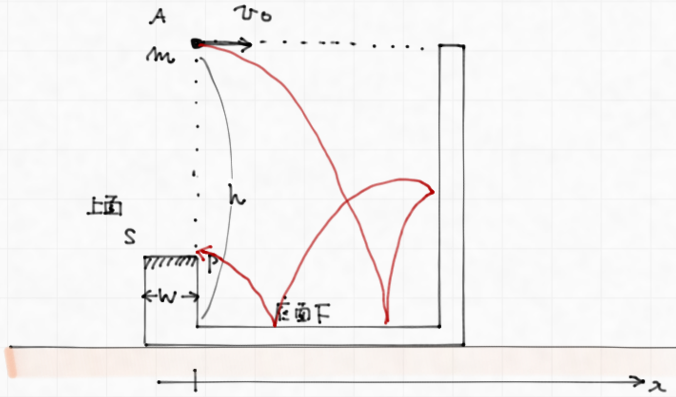
和歌山県立医大 2021



1

I 1. エネルギー保存（鉛直方向のみ）

$mgh = \frac{1}{2}mv^2$ より　$v = \sqrt{2gh}$

2. 衝突直後の鉛直方向の速さは $e\sqrt{2gh}$
その後の最高点を h' として鉛直方向のエネルギー保存を考える

$\frac{1}{2}m(e\sqrt{2gh}) = mgh'$ より　$h' = e^2h$

3. 鉛直方向の動きのみを考える　$t = \frac{\sqrt{2gh}}{g} + \frac{e\sqrt{2gh}}{g} = (1+e)\sqrt{\frac{2h}{g}}$

4. 底面Fと2度衝突するので　$(e^2)^2h = e^4h$

5. $t = \frac{\sqrt{2gh}}{g} + \frac{e\sqrt{2gh}}{g}\times 2 + \frac{e^2\sqrt{2gh}}{g} = (1+2e+e^2)\sqrt{\frac{2h}{g}}$

6 運動量保存　$mv_0 = mv + MV$
はねかえり　$-e = \frac{v-V}{v_0-0}$

$v = \frac{m-eM}{m+M}v_0$,　$V = \frac{(1+e)m}{m+M}v_0$

7. $|v-V| = |-ev_0| = ev_0$

8. Fの幅をLとする。　水平方向の往復に要する時間は　$\frac{L}{v_0} + \frac{L}{ev_0}$
これが5と等しいので

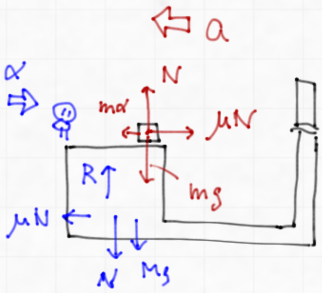
$(1+2e+e^2)\sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{L}{v_0}\left(1+\frac{1}{e}\right)$　　$L = \overset{1+e}{(1+\cancel{2e+e^2})}\times\frac{e}{\cancel{1+e}}v_0\sqrt{\frac{2h}{g}} = e(1+e)v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$

問1　$e = 0.7$, $m = 0.2M$ とすると

$v = \frac{0.2M - 0.7M}{1.2M}v_0 = -\frac{5}{12}v_0 < 0$

最初にFにあたり、次に右壁にあたって左へはねる… (う)

II



9~11 物体Aについては台上の視点から考える

A: $\begin{cases} N = mg \\ ma = m\alpha - \mu N \end{cases}$

台 $\begin{cases} R = N + Mg \\ M\alpha = -\mu N \end{cases}$

P以降の時間を t_1 として
$ev_0 + at_1 = 0$ のとき
$ev_0t_1 + \frac{1}{2}at_1^2 < W$

連立.　$\alpha = -\frac{\mu}{M}mg$　　$a = \frac{-\mu m}{M}g - \mu g = -\frac{m+M}{M}\mu g$

$t_1 = -\frac{ev_0}{a} = \frac{ev_0M}{(m+M)\mu g}$ [10]　　まさつ力は $\mu N = \mu mg$ [9]

$W > \frac{e^2v_0^2M}{(m+M)\mu g} - \frac{1}{2}\frac{m+M}{M}\mu g\cdot\frac{e^2v_0^2M^2}{(m+M)^2\mu^2g^2} = \frac{e^2v_0^2M}{2(m+M)\mu g}$ [11]

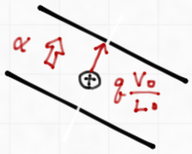
12. 運動量保存　$mv + MV = (m+M)v_\infty$　　$v_\infty = \frac{m(m+M)v_0}{(m+M)^2} = \frac{mv_0}{m+M}$

和歌山県立医大2021

2 Ⅰ

1. qV_0

2. 運動方程式 $m\alpha = q\dfrac{V_0}{L_0}$ より $\alpha = \dfrac{qV_0}{mL_0}$ この加速度で L_0 だけすすむので



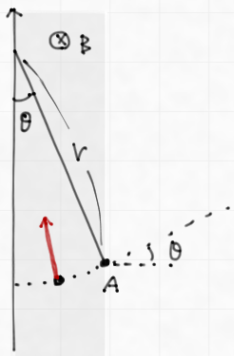
$L_0 = \dfrac{1}{2}\alpha t^2$ より $t = \sqrt{\dfrac{2L_0}{\alpha}} = \sqrt{2L_0\cdot\dfrac{mL_0}{qV_0}} = L_0\sqrt{\dfrac{2m}{qV_0}}$

3. $\alpha t = \cancel{L_0}\sqrt{\dfrac{2m}{qV_0}}\times\dfrac{qV_0}{m\cancel{L_0}} = \sqrt{\dfrac{2qV_0}{m}}$

4. $Q = CV_1$

5. 電場の強さ $E_s = \dfrac{\frac{CV_1}{\varepsilon_0}}{\phi sh} = \dfrac{CV_1}{\varepsilon_0\phi sh}$ 荷電粒子の受ける力は $\dfrac{qCV_1}{\varepsilon_0\phi sh}$

6. 円運動の運動方程式を満たせばよい $m\dfrac{\left(\frac{2qV_0}{m}\right)}{s} = \dfrac{qCV_1}{\varepsilon_0\phi sh}$ より $V_1 = \dfrac{2\cancel{q}V_0}{\cancel{s}}\times\dfrac{\varepsilon_0\phi\cancel{s}h}{\cancel{q}C} = \dfrac{2\varepsilon_0\phi V_0h}{C}$



7. 運動方程式 $\cancel{m}\dfrac{\left(\frac{2qV_0}{\cancel{m}}\right)}{r} = q\sqrt{\dfrac{2qV_0}{m}}B$ より

$r = 2\cancel{q}V_0\cdot\dfrac{1}{\cancel{q}B}\sqrt{\dfrac{m}{2qV_0}} = \dfrac{1}{B}\sqrt{\dfrac{2mV_0}{q}}$

8. 左図の θ を用いて. $d = r - r\cos\theta$

$\sin\theta = \dfrac{L_1}{r}$ より $\cos\theta = \sqrt{1-\dfrac{L_1^2}{r^2}}$ だから $d = r\left(1-\sqrt{1-\dfrac{L_1^2}{r^2}}\right)$

9. $d \fallingdotseq r - r\left(1-\dfrac{L_1^2}{2r^2}\right) = \dfrac{L_1^2}{2r}$

10. $\tan\theta = \dfrac{\sin\theta}{\cos\theta} \fallingdotseq \dfrac{L_1}{r}\times\dfrac{1}{1-\frac{L_1^2}{2r^2}} \fallingdotseq \dfrac{L_1}{r}$

11. $y = d + L_2\tan\theta = \dfrac{L_1^2}{2r} + L_2\cdot\dfrac{L_1}{r} = \dfrac{1}{2}L_1(L_1+2L_2)B\sqrt{\dfrac{q}{2mV_0}}$

Ⅱ

12. ^{2}H のとき、質量が $m \to 2m$ となるので. y 座標は $\dfrac{1}{\sqrt{2}}$ 倍となる. ⇨ c (ウ)

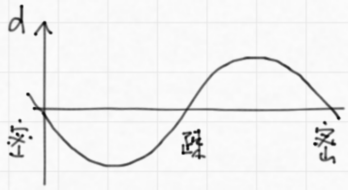
13. $^4_2$He のとき 質量は $m \to 4m$ となるので y 座標は $\dfrac{1}{2}$ 倍となる. ⇨ d (エ)

和歌山県立医大 2021

3 Ⅰ 1. 周期 $T=\frac{2\pi}{\omega}$ だから $\lambda = TV = \frac{2\pi V}{\omega}$　　2. $f_0 = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

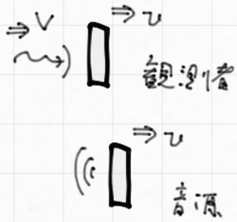
3. $d = A\sin\omega\left(t - \frac{x}{V}\right)$

4. $t=0$ のとき $d = A\sin\omega\left(0-\frac{x}{V}\right) = -A\sin\omega\frac{x}{V}$



したがって疎密は左のようになっている.ので.
Δpのグラフは (5) である

Ⅱ. 5. 反射板を観測者として捉えると. 音波の相対的な速さが $V-v$ となってしまっているので.
観測時間は長くなる. $\Delta t \times \frac{V}{V-v}$



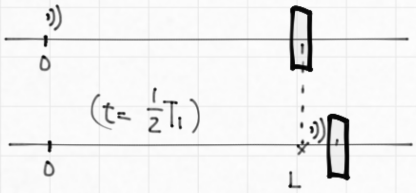
6. 波長は変わっていないので. $f = \frac{V-v}{\lambda} = \frac{V-v}{\frac{V}{f_0}} = f_0\frac{V-v}{V}$

7. 8. 6の f の振動数の波を送信する音源として捉える

$f' = f\times\frac{V}{V+v} = f_0\frac{V-v}{V+v}$ $\boxed{8}$　　$\lambda' = \frac{V}{f'} = \frac{V(V+v)}{f_0(V-v)}$ $\boxed{7}$

9. $\Delta t'$ 秒間観測したものとすると. 波の観測回数は $f_0\Delta t$ だから.

$f_0\Delta t = f'\Delta t'$　　$\Delta t' = \frac{V+v}{V-v}\Delta t$



10. $t=0$ のときの反射板までの距離を L として.

$L + v\cdot\frac{1}{2}T_1 = V\frac{1}{2}T_1$

$L = \frac{1}{2}(V-v)T_1$

11. $\Delta f = f_0 - f' = f_0\frac{2v}{V+v}$ より $V\Delta f + v\Delta f = 2vf_0$　　$v = \frac{V\Delta f}{2f_0 - \Delta f}$