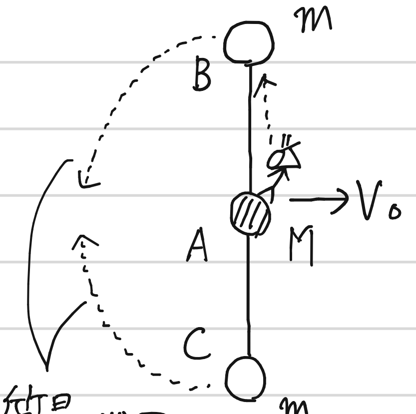
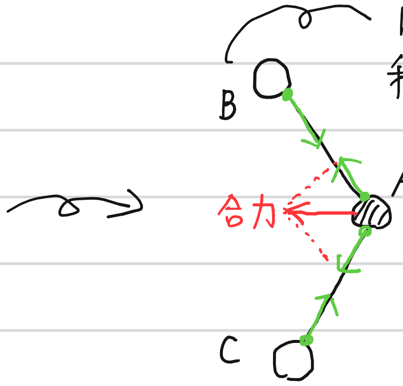
$\boxed{132}$ まずはどんな動きをするか考えてみる.



質量が同じなので、BとCは対称的な運動をしそう



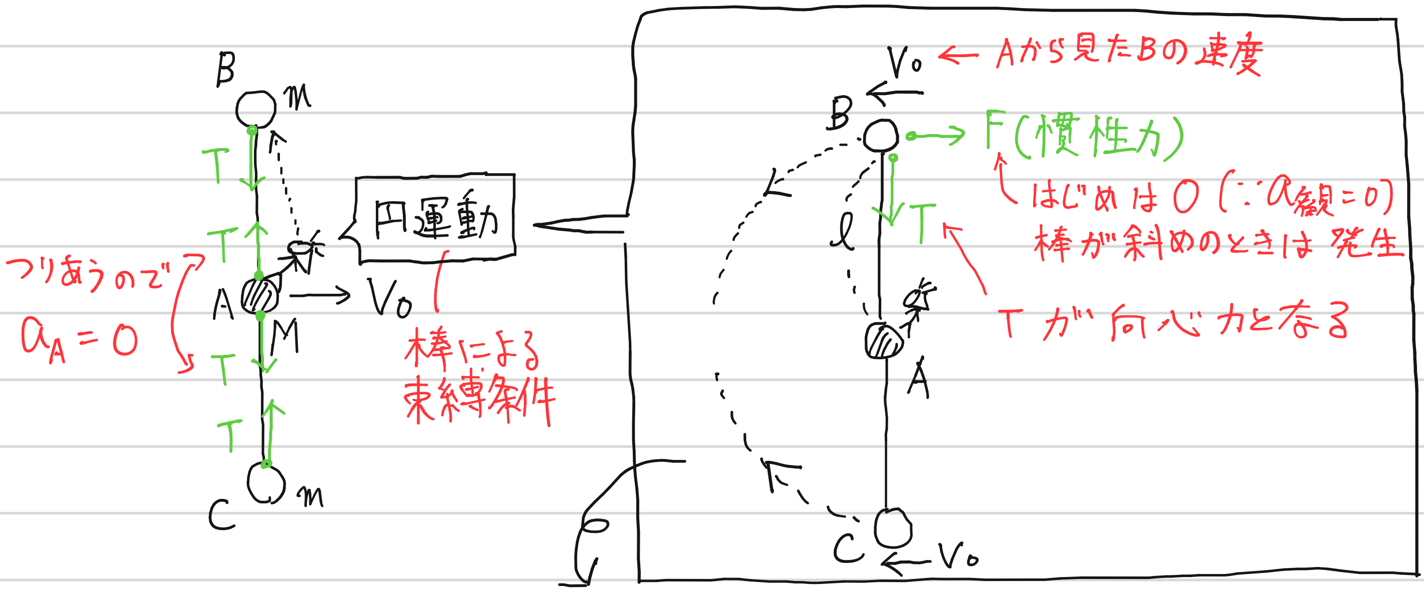
Bは棒からの力で下の方に移動していくはず.

Aは糸が斜めになると、合力が真左にはたらき減速しそう.

(1) 作図のポイント

- Aから見ると、棒の束縛条件より、Bは円運動しているといえる
- はじめはAにはたらく力がつりあっており、Aの加速度が0なので Aから見たときの慣性力は0.

(地面視点) (A視点)

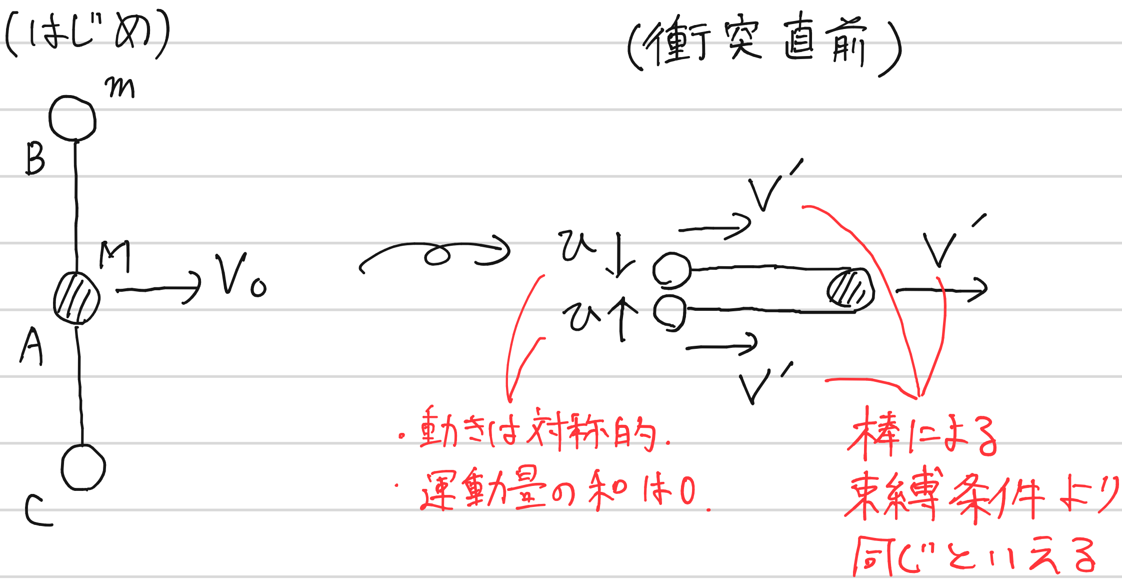


円運動の運動方程式より

$$m\frac{V_0^2}{l} = T$$

132 続き

(2) (はじめ)と(衝突直前)で運動量が保存する



水平の運動量の保存より

$$MV_0 = (M+2m)V'$$

$$\therefore V' = \frac{M}{M+2m}V_0 \quad //$$

(3) 摩擦熱、衝突熱などのロスがないので、系全体のエネルギーは保存

$$\frac{1}{2}MV_0^2 = \frac{1}{2}MV'^2 + \underbrace{\frac{1}{2}mV'^2 + \frac{1}{2}mV'^2}_{\text{B、Cの水平方向エネ}} + \underbrace{\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mv^2}_{\text{B, Cの鉛直方向エネ}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}MV_0^2 = \frac{1}{2}(M+2m)V'^2 + mv^2$$

(2)の V' を代入して

$$\frac{1}{2}MV_0^2 = \frac{1}{2}(M+2m)\left(\frac{M}{M+2m}V_0\right)^2 + mv^2$$

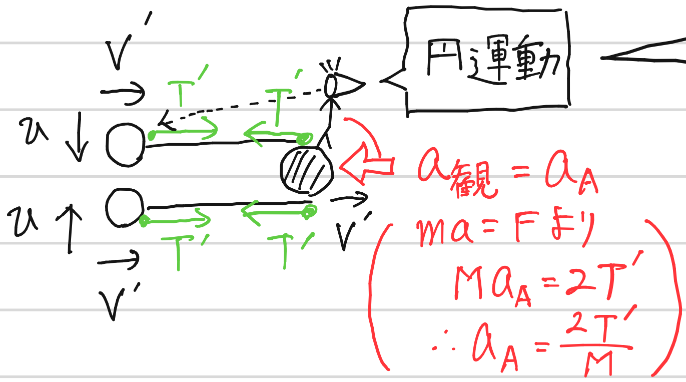
$$\Rightarrow mv^2 = \frac{1}{2}MV_0^2\left(1 - \frac{M}{M+2m}\right)$$

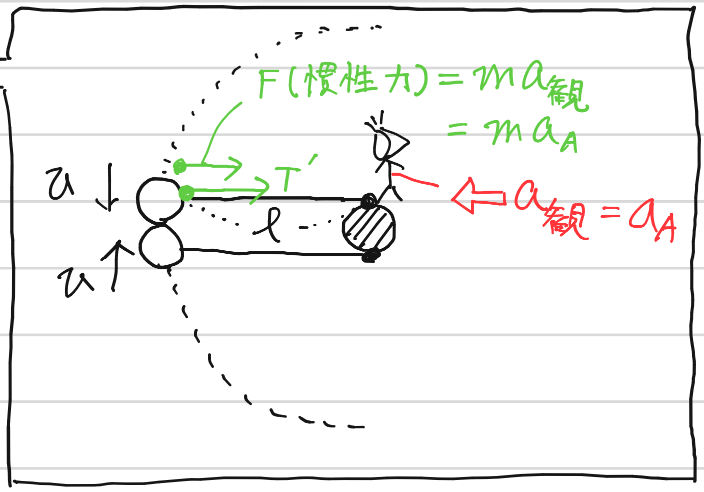
$$\therefore v = V_0\sqrt{\frac{M}{M+2m}} \quad //$$

132 続き

(4) Aから見て円運動となることを利用する。(1)のときとちがい、Aが加速しているので慣性力がはたらくことに注意する。

（地面視点）　　　　　　　　　　　　（A視点）





円運動の運動方程式より

$$m\frac{v^2}{\ell}=T'+ma_A$$

$$\Rightarrow m\frac{v^2}{\ell}=T'+\frac{2m}{M}T' \quad \left(\because a_A=\frac{2T'}{M}\right)$$

(3)の v を代入して

$$\Rightarrow m\frac{\left(V_0\sqrt{\frac{M}{M+2m}}\right)^2}{\ell}=T'\left(1+\frac{2m}{M}\right)$$

$$\Rightarrow m\frac{M\,V_0^2}{(M+2m)\ell}=T'\left(\frac{M+2m}{M}\right)$$

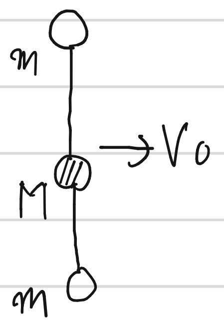
$$\therefore T'=\frac{mM^2V_0^2}{(M+2m)^2\ell}$$

$\boxed{132}$ 続き

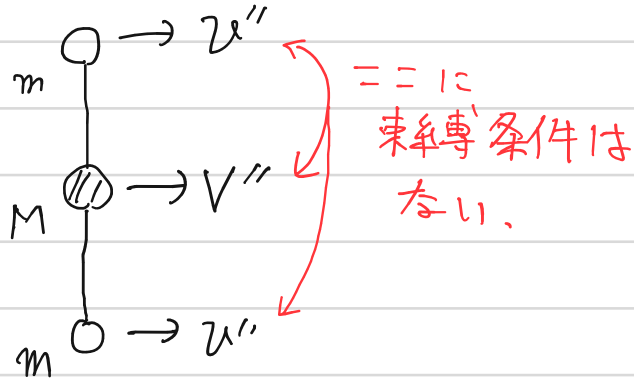
(5) 弾性衝突とあるので、反発係数は $e=1$ であり、衝突によるエネルギーの損失はおきない。

$\boxed{\text{はじめ}}$ と $\boxed{\text{最後}}$ で運動量と、エネルギーの保存の式をたてる

(はじめ)



(最後)



運動量の保存より

$$MV_0 = MV'' + 2mv''$$

$$\Rightarrow v'' = \frac{M}{2m}(V_0 - V'')$$

系全体でのエネルギーの保存より.

$$\frac{1}{2}MV_0^2 = \frac{1}{2}MV''^2 + \frac{1}{2}mv''^2 + \frac{1}{2}mv''^2$$

$$\Rightarrow MV_0^2 = MV''^2 + 2mv''^2$$

2式より v'' を消去して

$$MV_0^2 = MV''^2 + 2m\left\{\frac{M}{2m}(V_0 - V'')\right\}^2$$

$$\Rightarrow V_0^2 = V''^2 + \frac{M}{2m}(V_0 - V'')^2$$

$$\Rightarrow V_0^2 - V''^2 = \frac{M}{2m}(V_0 - V'')^2$$

$$\Rightarrow \cancel{(V_0 - V'')}(V_0 + V'') = \frac{M}{2m}(V_0 - V'')^{\cancel{2}}$$

$$\Rightarrow V_0 + V'' = \frac{M}{2m}(V_0 - V'')$$

$\Rightarrow$ さらに整理して $\therefore V'' = \dfrac{M - 2m}{2m + M}V_0$ //

$\boxed{132}$ 続き

(6) $v'' = \dfrac{M}{2m}(V_0 - V'')$ に(5)の答えを代入して

$$v'' = \frac{M}{2m}\left(V_0 - \frac{M-2m}{2m+M}V_0\right)$$

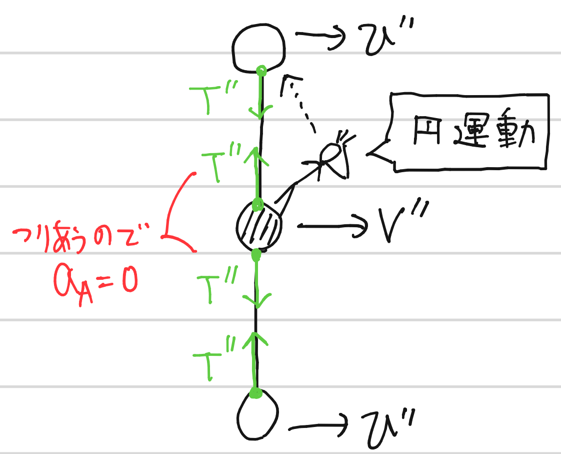
$$= \frac{M}{2m}V_0\left(1 - \frac{M-2m}{2m+M}\right)$$

$$= \frac{M}{2m}V_0\left(\frac{4m}{2m+M}\right)$$

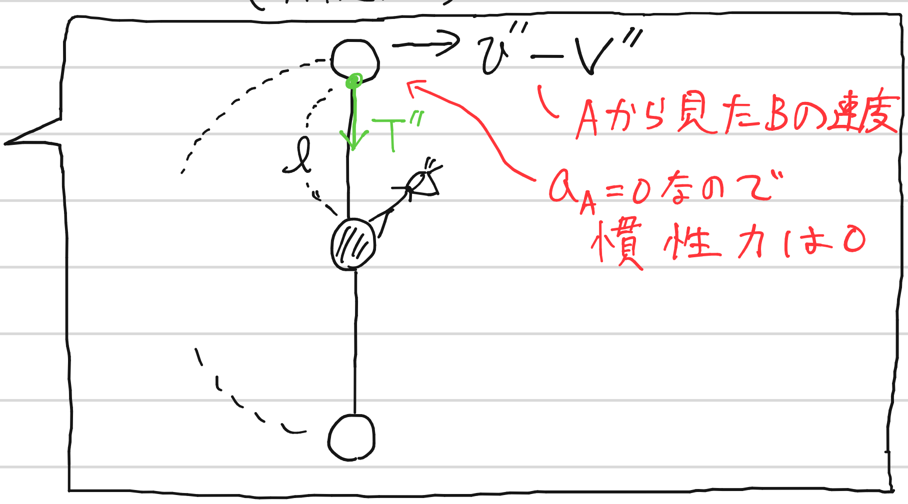
$$\therefore v'' = \underline{\frac{2M}{2m+M}V_0}$$

(7) A視点だと円運動に見えることを利用する.

(地面視点)



(A視点)



円運動の運動方程式より

$$m\frac{(v''-V'')^2}{\ell} = T''$$

$$\Rightarrow T'' = m\frac{\left(\frac{2M}{2m+M}V_0 - \frac{M-2m}{2m+M}V_0\right)^2}{\ell}$$

$$= m\frac{\left(\frac{M+2m}{2m+M}V_0\right)^2}{\ell} = \underline{m\frac{V_0^2}{\ell}}$$