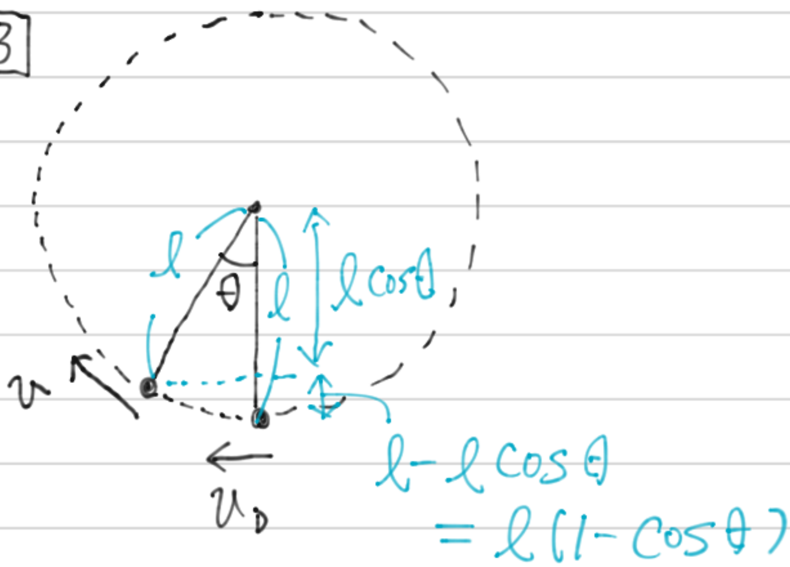
93



(イ) 最下点を重力による位置エネルギーの基準とすると

(最下点) = (位置θ)

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mgl(1-\cos\theta)$$

$$\therefore v^2 = v_0^2 - 2gl(1-\cos\theta)$$

(ロ) はたらく力を書いて、中心向きの力を求めると、

中心向き成分は

$T - mg\cos\theta$

これが向心力Fとなっている。

円運動の運動方程式をたてると

$$m\frac{v^2}{r} = F$$

$$\Rightarrow m\frac{v^2}{l} = \underline{T - mg\cos\theta}$$ (ロ)

93 続き

(ハ) Tについて解いて

$$T = m\frac{v^2}{l} + mg\cos\theta$$

(イ) のv^2を代入して

$$T = m\frac{v_0^2 - 2gl(1-\cos\theta)}{l} + mg\cos\theta$$

$$= m\frac{v_0^2}{l} - 2mg(1-\cos\theta) + mg\cos\theta$$

$$= m\frac{v_0^2}{l} - 2mg + 3mg\cos\theta$$

$$= m\left\{\frac{v_0^2}{l} + (3\cos\theta - 2)g\right\}$$

(ニ) 糸がたるまずに最高点 ⇒ 最高点($\theta=\pi$)で $T=0$ でギリギリ

(ハ)の式より $\theta=\pi$ のときの T は

$$T = m\left\{\frac{v_0^2}{l} + (-3-2)g\right\}$$

$$T = m\left(\frac{v_0^2}{l} - 5g\right)$$

ここで $T=0$ となるときの v_0 は

$$v_0^2 = 5gl$$

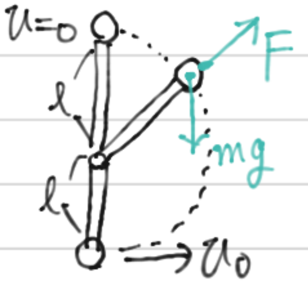
$$\therefore v_0 = \sqrt{5gl}$$

これより大きればいいので

$$v_0 \geqq \sqrt{5gl}$$

93 続き

(ホ) 棒の場合は棒が支えてくれるので、vが小さくても最高点に到達できる



} 円軌道を保って移動する。

⇓

最高点で $v=0$ となる v_0 がギリギリ

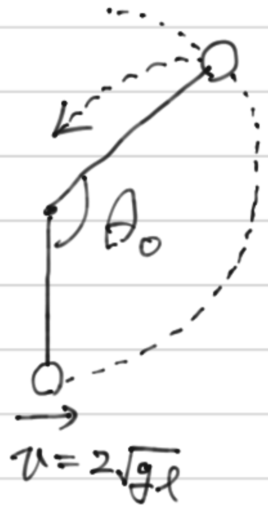
$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_0^2 = mg\cdot 2l$

$\therefore v_0 = \sqrt{4gl} = 2\sqrt{gl}$

これより大きければいいので

$v_0 > \underline{2\sqrt{gl}}$ //

※ ひもで $v_0 = 2\sqrt{gl}$ で打ちだすとどうなるか



途中で糸がたるんで

円軌道の内側に入ってしまう。

⇒ 最高点に到達できない

ちなみに (イ)の式

$T = m\left\{\frac{v_0^2}{l} + (3\cos\theta - 2)g\right\}$

で $v_0 = 2\sqrt{gl}$ のとき

$T = m\left\{\frac{4gl}{l} + (3\cos\theta - 2)g\right\}$

$T = mg(4 + 3\cos\theta - 2)$

$T = mg(2 + 3\cos\theta)$

ここで $T=0$ となるのは

$\cos\theta = -\frac{2}{3}$

のときで、三角関数表を用いると、

$\theta = 131.8°$

くらいでたるむとわかる。

最高点まで行けないのだ。