# 物理学 レポート問題 ⑪ 解答編

[11-1] 東京での周期は $T_{Tokyo} = 2\pi\sqrt{\dfrac{L_{Tokyo}}{g_{Tokyo}}}$

Cambridgeでの周期は $T_{cam} = 2\pi\sqrt{\dfrac{L_{cam}}{g_{cam}}}$

今、$T_{Tokyo} = T_{cam} = 2.0\ [s]$ なので $\dfrac{L_{Tokyo}}{g_{Tokyo}} = \dfrac{L_{cam}}{g_{cam}}$ が成り立つ。

よって $\dfrac{g_{cam}}{g_{Tokyo}} = \dfrac{L_{cam}}{L_{Tokyo}} = \dfrac{0.9942}{0.9927} \sim \underline{1.0015}$

[11-2] (a) 質量$m$の物体が、つり合いの位置から$x$だけ移動した時、ばね1は$x_1$、ばね2は$x_2$だけ伸縮するとする。

Newtonの第3法則より $k_1x_1 = k_2x_2$

これは次の条件 $x = x_1 + x_2$ と合わせて、$x_1 = \left(\dfrac{k_2}{k_1+k_2}\right)x$ と変形できる。

それぞれのばねにかかる力は $F = k_1x_1 = \dfrac{k_1k_2}{k_1+k_2}x = m\underbrace{a}_{a\text{は物体の加速度}}$

調和振動の運動方程式 $F = k_{eff}\cdot x = ma$ と比較すると

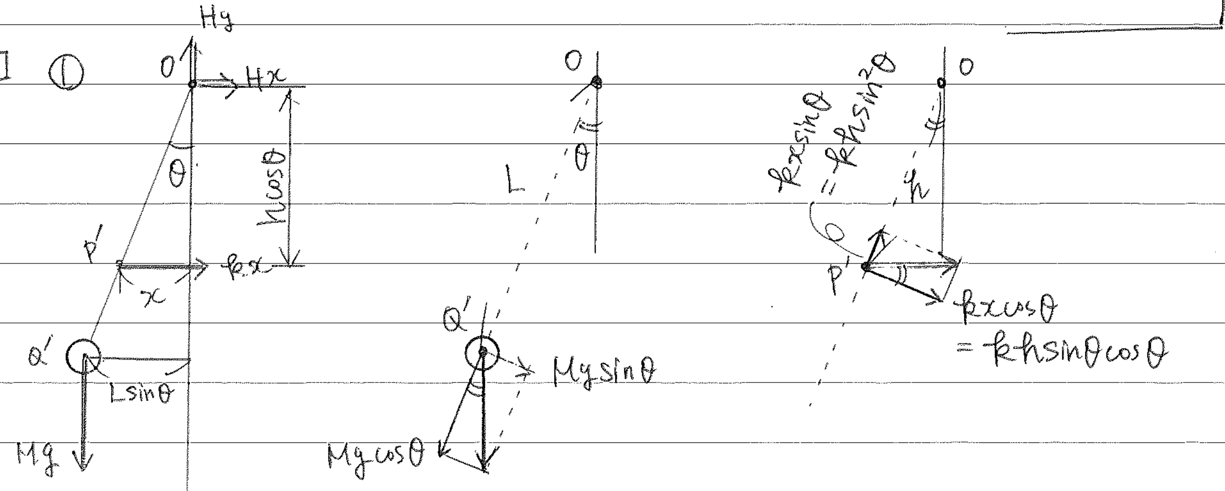
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{eff}}} = 2\pi\sqrt{\frac{(k_1+k_2)}{k_1k_2}m}$$

(b) つり合いの位置から$x$だけ移動したとき、復元力は

$$F = -(k_1+k_2)x$$

$k_1+k_2 = k_{eff}$ とすると $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1+k_2}}$

[11-3] ①



[11-3] continued ②

$$\tau_{Q'} = L \cdot Mg\sin\theta$$

$$\tau_{P'} = h \cdot kh\sin\theta\cos\theta = h^2 k\sin\theta\cos\theta$$

$$\tau_{net} = \Sigma\tau = MgL\sin\theta + \underline{h^2 k\sin\theta\cos\theta}$$

③

$$\tau_{net} = MgL\underbrace{\sin\theta}_{\theta} + h^2 k\underbrace{\sin\theta}_{\theta}\underbrace{\cos\theta}_{1}$$ …近似を用いると

$$= -I\frac{d^2\theta}{dt^2}$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\left(\frac{MgL + kh^2}{I}\right)\theta = -\omega^2\theta$$

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{MgL + kh^2}{ML^2}} \left(= 2\pi f\right) = \frac{2\pi}{T}$$

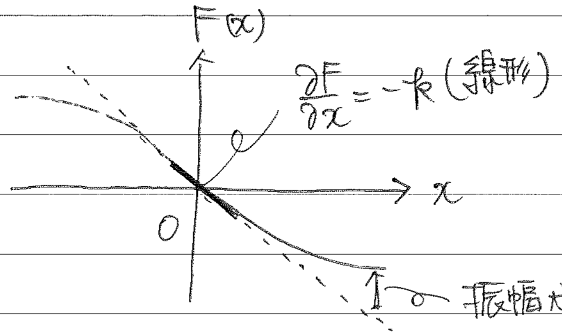
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{ML^2}{MgL + kh^2}}$$

[前回小テストの解説]

Q 単振動は周期が振幅に依らない。振り子の「振幅」を大きくすると、現実の振り子の周期は？ → A：(a) 長くなる。

理由：フックの法則が成り立つのは / 線形近似が適用できるのは 振幅が小さいときのみ。

しかし、振幅が大きくなると、中央に戻す力が弱めにずれる。
⇓
近似が使えないので難しい。




振幅が大きいと、非線形応答になる。
(e.g., バネの変形、エネルギー散逸)