

図1のようにレール上を水平方向になめらかに移動する台座と、その先端に取り付けられた単振り子を考える。長さ l の糸の先端には小球が取り付けられており、紙面内で振動する。単振り子の振幅は十分に小さいものとする。台座の質量を M 、小球の質量を m とする。また、 m は M に比べて十分に小さいので、小球が台座の運動に影響を与えることはないものとする。台座は回転することなく移動し、糸は伸び縮みしないものとする。さらに、すべての摩擦抵抗および空気抵抗は無視できるものとする。重力加速度の大きさは g である。

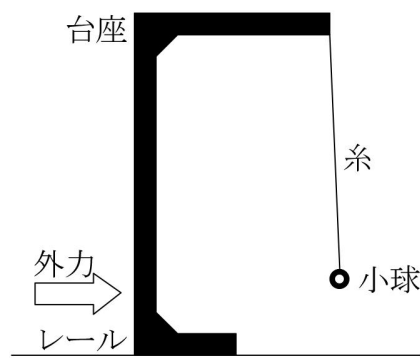


図1

(1) この台座が速度 v で左から右へ等速度運動をしているときを考える。

- (a) 台座上から観測される単振り子の周期 T を求めよ。
 (b) 台座上から観測される単振り子の振れ方を図2の①, ②, ③から1つ選べ。ここで、図2は単振り子の振動の様子を模式的に示したものである。

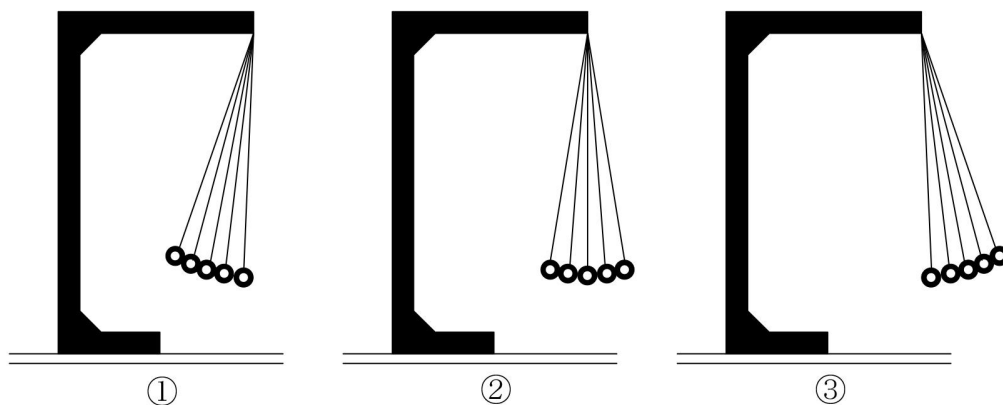


図2

(2) 次に、この台座が一定の大きさの外力 $F (> 0)$ により水平右方向に等加速度運動をしているときを考える。

- (c) レール上に固定した視点から観測した台座の加速度を求めよ。
 (d) この単振り子のつりあいの方向は、糸の方向が鉛直方向となす角度を θ とすると、 $\tan \theta = \boxed{1}$ で与えられる。空欄を正しく埋めよ。
 (e) 台座上から観測される単振り子の振動の様子を図2の①, ②, ③から1つ選べ。
 (f) このときに台座上から観測される単振り子の周期 T' を求めよ。

解説

(1) 等速度運動している台上での物体の運動は、台が静止している場合と同様になる。

$$(a) T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

(b) ②

(2) 小球の質量は台座の運動に影響を与えない。

(c) 台座の加速度を a として、運動方程式は

$$Ma = F$$

ゆえに

$$a = \frac{F}{M}$$

(d) 台座上で観測すると、小球には、重力 mg 、張力 S の他に慣性力 ma が左向きにはたらき、この3力がつりあうから

$$ma = mg \tan \theta \quad \text{より}$$

$$\tan \theta = \frac{a}{g} = \frac{F}{Mg}$$

(e) 小球はつりあいの位置を中心に単振動するから …… ①

(f) 台座から見た見かけの重力加速度の方向は、つりあいでの糸の方向で、その大きさ g' は

$$g' = \sqrt{g^2 + a^2} = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{M}\right)^2}$$

よって

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi \sqrt{\frac{Ml}{\sqrt{(Mg)^2 + F^2}}}$$

