

2. 力学的ブラックボックス: 内部にボールの入った円筒

質量 m の小さなボールが質量 M の長い円筒の上端から距離 z の位置に固定されている。円筒の中心軸に垂直に一連の穴があけられている。これらの穴は、円筒を鉛直につるす支点にするためにあけられている。

装置を壊すことなく測定を行い、後のヒントを参考に、次の数値を定めて誤差の見積もりを行え:

i. ボールの入った円筒の重心の位置

また、その重心を測定する実験のセットアップの概略図も記入せよ。 [1.0 points]

ii. 距離 z

[3.5 points]

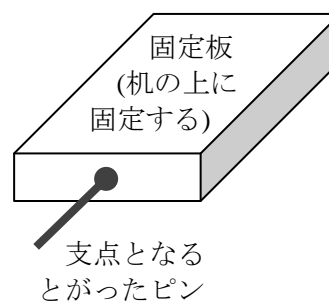
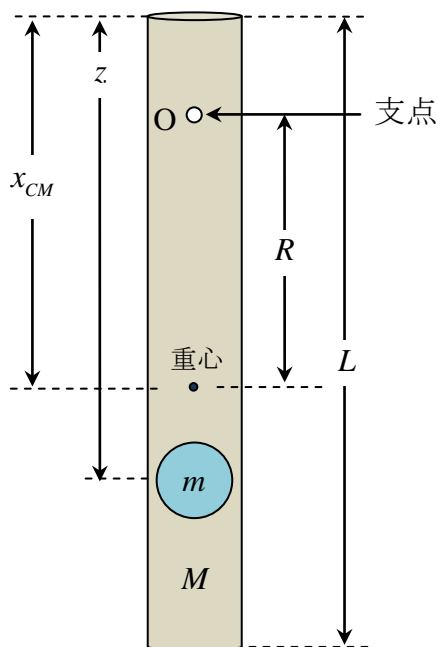
iii. 質量比 $\frac{M}{m}$

[3.5 points]

iv. 重力加速度 g

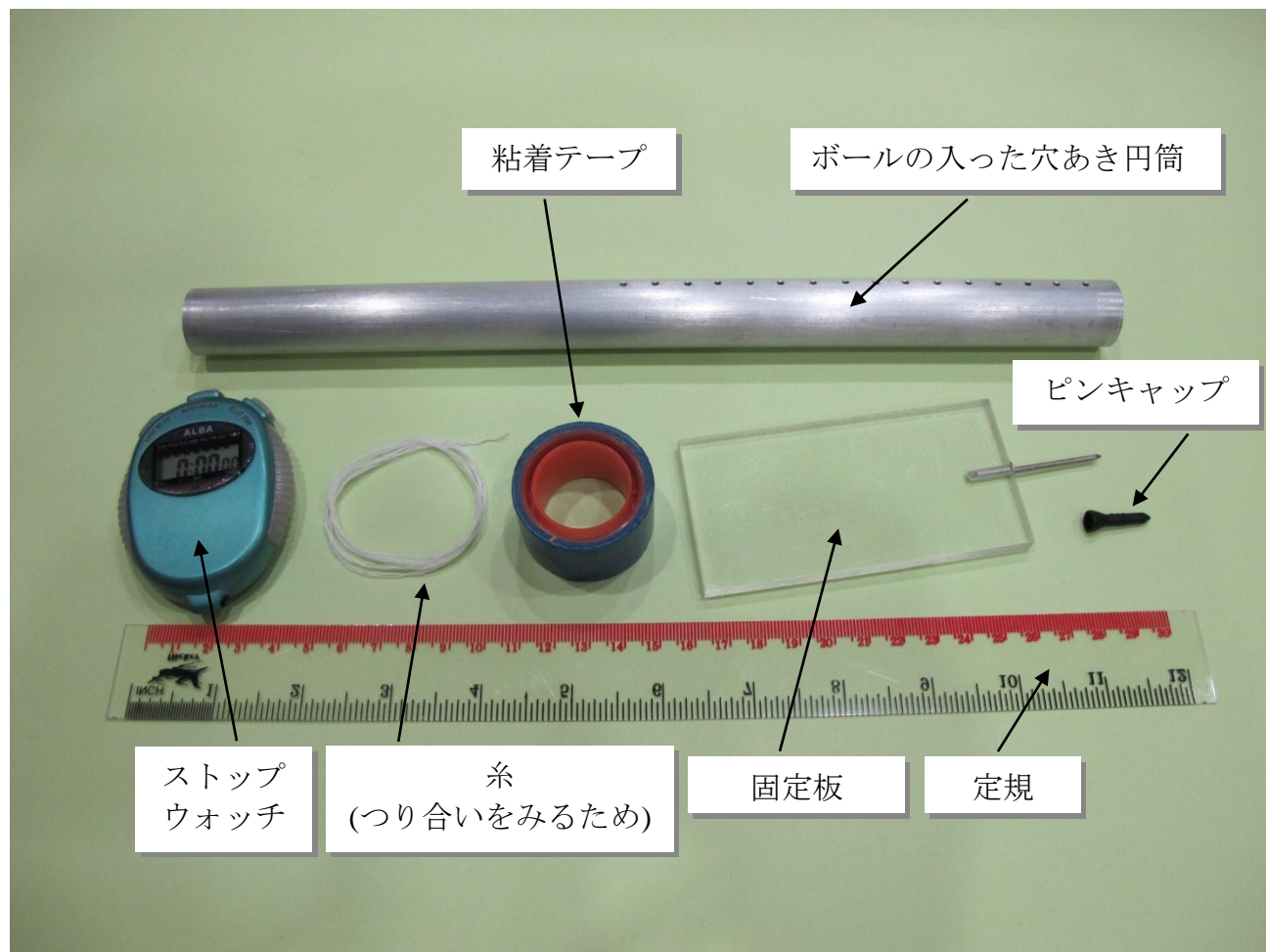
[2.0 points]

実験装置: ボールの入った穴あき円筒, とがったピンの付いた固定板, ピンキャップ, 定規, ストップウォッチ, 糸, 鉛筆, 粘着テープ



x_{CM} は円筒の上端から重心までの距離である。

R は支点から重心までの距離である。



注意：安全のために、使用しないときはピンにピンキャップを取り付けておくこと。

重要なヒント：

1. このような剛体振り子では、 $\{(M+m)R^2 + I_{CM}\} \frac{d^2\theta}{dt^2} \approx -(M+m)gR\theta$ の関係が成立する。

ただし、 I_{CM} はボールが入った円筒の重心まわりの慣性モーメント、 θ は変位角である。

2. 長さ L 、質量 M の円筒が、重心を通り円筒に垂直な軸まわりに回転する。このときの重心まわりの慣性モーメントは、 $\frac{1}{3}M\left(\frac{L}{2}\right)^2$ と近似できる。
3. 平行軸の定理： $I = I_{\text{重心}} + \mathbf{M}x^2$ 、ただし、 x は回転中心から重心までの距離、 \mathbf{M} は物体の総質量である。
4. ボールは質点として扱ってよく、円筒の中心軸上にある。
5. 円筒の両端にあるふたの質量は無視でき、円筒は一様とみなしてよい。