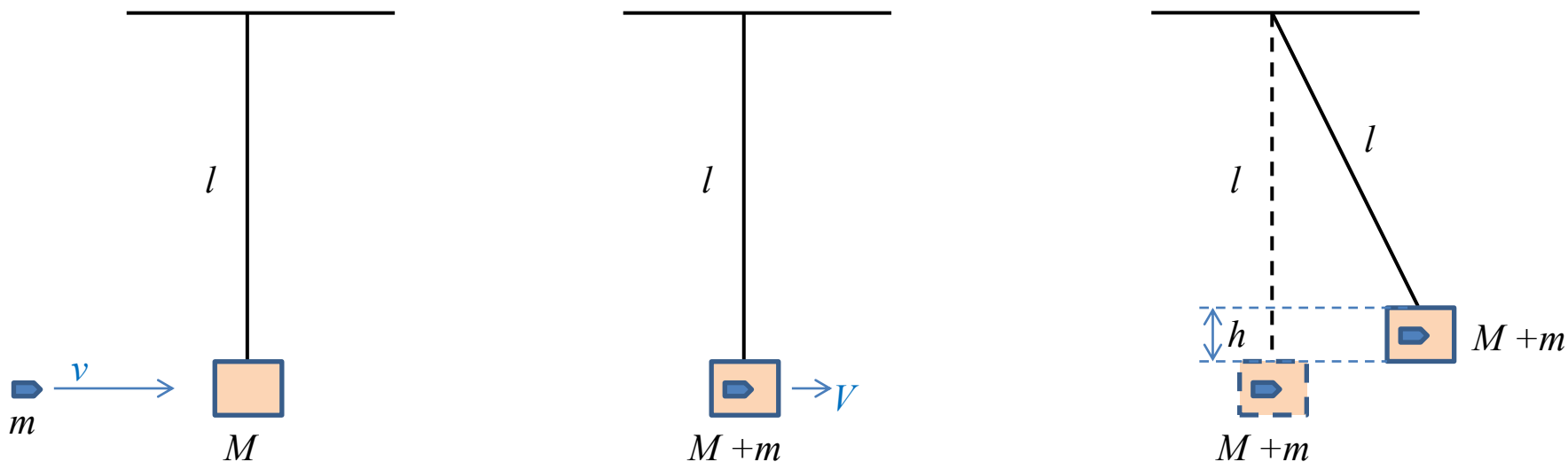


## Balistické kyvadlo

- měření rychlosti střely



- hmotnost střely  $m = 0.50$  g, maximální chyba  $\varepsilon_m = 0.01$  g
- hmotnost kyvadla  $M = 500$  g, maximální chyba  $\varepsilon_M = 10$  g
- délka kyvadla  $l = 4.0$  m, maximální chyba  $\varepsilon_l = 0.1$  m
- výška do které vystoupalo kyvadlo  $h = 0.8$  mm, maximální chyba  $\varepsilon_h = 0.1$  mm
- jaká byla rychlost střely  $v$  a s jakou přesností (maximální chybou) ji určíme?

## Balistické kyvadlo - řešení

- měření rychlosti střely

- zákon zachování hybnosti:  $mv = (M + m)V \rightarrow V = \frac{m}{M + m}v$

- zákon zachování energie:  $\frac{1}{2}(M + m)V^2 = (M + m)gh$

$$\frac{1}{2}(M + m) \left( \frac{m}{M + m} \right)^2 v^2 = (M + m)gh$$

- rychlost střely:  $v = \frac{M + m}{m} \sqrt{2gh} \quad v = 125 \text{ m s}^{-1}$

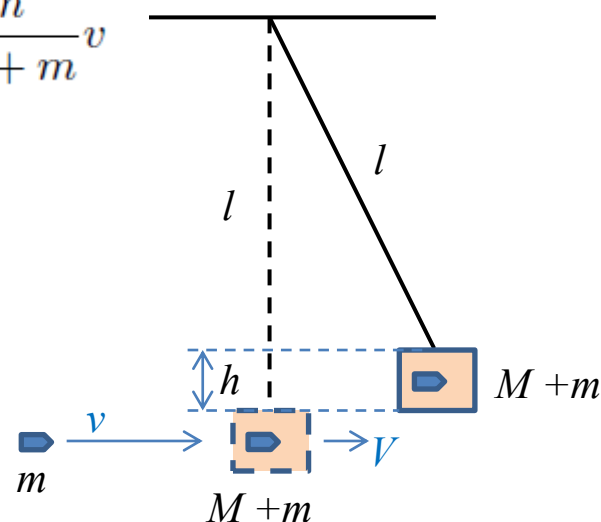
- relativní maximální chyba:  $\frac{\varepsilon_v}{v} = \frac{\varepsilon_{M+m}}{M + m} + \frac{\varepsilon_m}{m} + \frac{1}{2} \frac{\varepsilon_h}{h}$

$$\varepsilon_{M+m} = \varepsilon_M + \varepsilon_m$$

- relativní maximální chyba:  $\frac{\varepsilon_v}{v} = \frac{\varepsilon_M}{M + m} + \frac{\varepsilon_m}{M + m} + \frac{\varepsilon_m}{m} + \frac{1}{2} \frac{\varepsilon_h}{h}$

- po dosazení:  $\frac{\varepsilon_v}{v} = 10\%$

- absolutní maximální chyba:  $\varepsilon_v = 13 \text{ m s}^{-1} \approx 10 \text{ m s}^{-1}$



$$v = (1.3 \pm 0.1) \times 10^2 \text{ m s}^{-1}$$