

解答

1. 図のように質量3[kg]の物体を長さ5[m]の板の端にのせて傾けたところ、物体の高さが3[m]のところで滑り始めた。

1) 静止摩擦係数 μ_s の値を求めなさい。

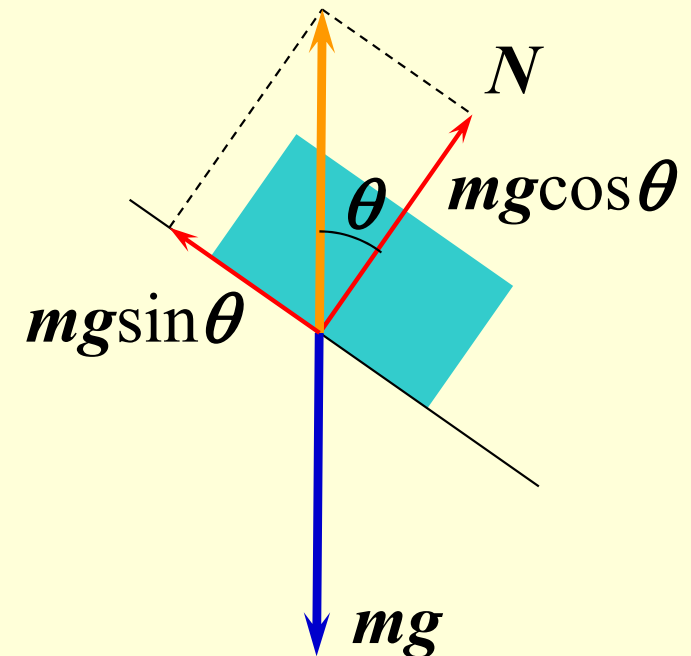
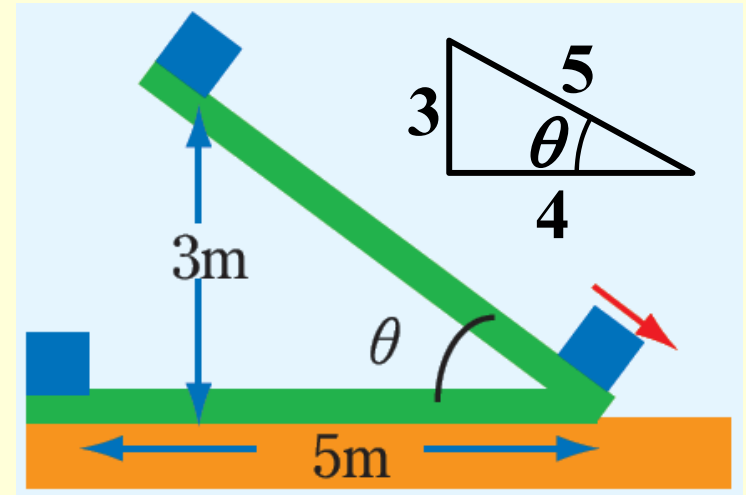
図より垂直効力 N は $N = mg\cos\theta$ であり、
最大摩擦力は $\mu_s N = \mu_s mg\cos\theta$ である。

一方、重力の板に並行な成分は $mg\sin\theta$ と
なるので、滑る直前には、

$$\mu_s mg\cos\theta = mg\sin\theta$$

である。これより、

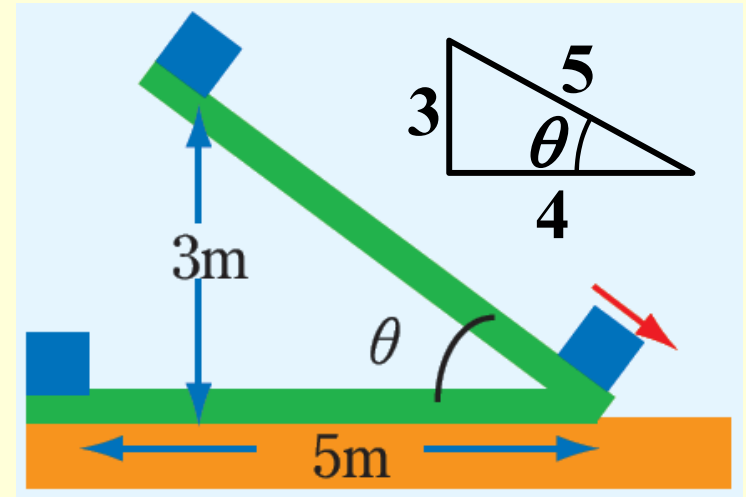
$$\mu_s = \tan\theta = 3/4 = 0.75$$



解答

1. 図のように質量3[kg]の物体を長さ5[m]の板の端にのせて傾けたところ、物体の高さが3[m]のところから滑り始めた。

2) 滑り始めてから滑り降りるまでの時間は2.5[s]であった。動摩擦係数 μ_k と静摩擦係数 μ_s の差を求めなさい。ただし、重力加速度の大きさを $g = 10[\text{m/s}^2]$ とする。



滑り出した後の摩擦力は $\mu_k N = \mu_k mg \cos \theta$ であり、重力の板に並行な成分は1)より $\mu_s mg \cos \theta$ である。よって運動方程式は、

$$(\mu_s - \mu_k) mg \cos \theta = ma$$

となる。 $x = (1/2)at^2$ より、加速度は $a = 2 \times 5[\text{m}] / (2.5[\text{s}])^2 = 8 / 5[\text{m/s}^2]$ なので、

$$\mu_s - \mu_k = \frac{a}{g \cos \theta} = \frac{8/5[\text{m/s}^2]}{10[\text{m/s}^2] \times (4/5)} = 0.2$$

解答

2. 図のように、直線上を水平に等加速度運動している電車の天井から、質量 $m=2[\text{kg}]$ のおもりを糸でつるした。そのとき、糸は鉛直方向と角 θ をなし、おもりの床からの高さは $h=0.8[\text{m}]$ であった。電車の速さが $V=3[\text{m/s}]$ になったときに糸を切ったところ、おもりは床に落ちた。ただし、重力加速度の大きさを $g=10[\text{m/s}^2]$ とする。

1) 電車の加速度の大きさはいくらか。

重力の大きさ

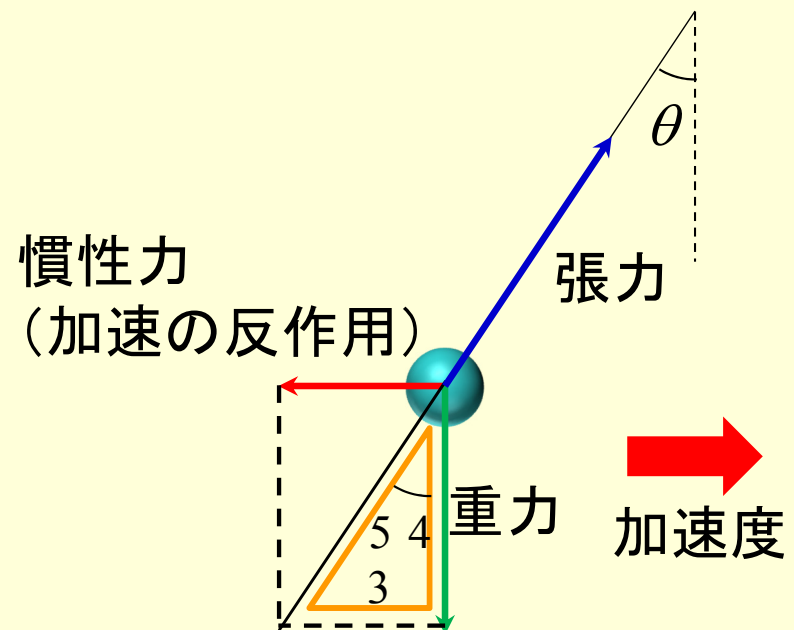
$$mg = 2[\text{kg}] \times 10[\text{m/s}^2] = 20[\text{N}]$$

慣性力の大きさ

$$ma = 2[\text{kg}] \times a[\text{m/s}^2] = 2a[\text{N}]$$

これら2つの関係 ($ma = mg \tan \theta$) より

$$a = g \tan \theta = 10 \times (3/4) = 7.5[\text{m/s}^2]$$



解答

2. 図のように、直線上を水平に等加速度運動している電車の天井から、質量 $m=2[\text{kg}]$ のおもりを糸でつるした。そのとき、糸は鉛直方向と角 θ をなし、おもりの床からの高さは $h=0.8[\text{m}]$ であった。電車の速さが $V=3[\text{m/s}]$ になったときに糸を切ったところ、おもりは床に落ちた。ただし、重力加速度の大きさを $g=10[\text{m/s}^2]$ とする。

2) 電車内の観測者が測定した場合の、おもりが床に達する直前のおもりの速さはいくらか。

切り離された途端に、おもりは鉛直方向に自由落下する！

$$t \times 10t \div 2 = 5t^2 = 0.8$$

$$t^2 = 0.16 \quad \text{よって, } t = 0.4[\text{s}]$$

その時の速度は、下向きに

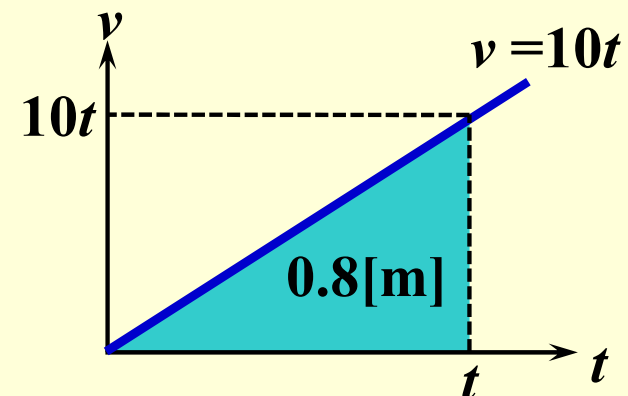
$$10[\text{m/s}^2] \times 0.4[\text{s}] = 4[\text{m/s}]$$

だけではない...

$$\frac{1}{2}gt^2 = h$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$v = \sqrt{2gh}$$



解答

2. 図のように、直線上を水平に等加速度運動している電車の天井から、質量 $m=2[\text{kg}]$ のおもりを糸でつるした。そのとき、糸は鉛直方向と角 θ をなし、おもりの床からの高さは $h=0.8[\text{m}]$ であった。電車の速さが $V=3[\text{m/s}]$ になったときに糸を切ったところ、おもりは床に落ちた。ただし、重力加速度の大きさを $g=10[\text{m/s}^2]$ とする。

2) 電車内の観測者が測定した場合の、おもりが床に達する直前のおもりの速さはいくらか。

自由落下している間に電車は加速しているので、

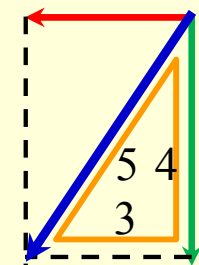
$7.5[\text{m/s}^2] \times 0.4[\text{s}] = 3[\text{m/s}]$
だけ、後ろ向き速度を持ってるように見える。

よって、図より $5[\text{m/s}]$

$$g \tan \theta \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh} \tan \theta$$

$$\sqrt{2gh(1 + \tan^2 \theta)} = \frac{\sqrt{2gh}}{\cos \theta}$$

$$\sqrt{2gh} \tan \theta = 3[\text{m/s}]$$



$$\sqrt{2gh} = 4[\text{m/s}]$$

解答

2. 図のように、直線上を水平に等加速度運動している電車の天井から、質量 $m=2[\text{kg}]$ のおもりを糸でつるした。そのとき、糸は鉛直方向と角 θ をなし、おもりの床からの高さは $h=0.8[\text{m}]$ であった。電車の速さが $V=3[\text{m/s}]$ になったときに糸を切ったところ、おもりは床に落ちた。ただし、重力加速度の大きさを $g=10[\text{m/s}^2]$ とする。

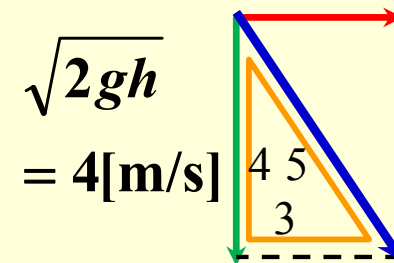
3) 地上の静止観測者が測定した場合の、おもりが床に達する直前のおもりの速さはいくらか。

鉛直方向は電車内と同じ。
水平方向は速度 V で落下しているように見えるので、
図より $5[\text{m/s}]$

慣性の法則

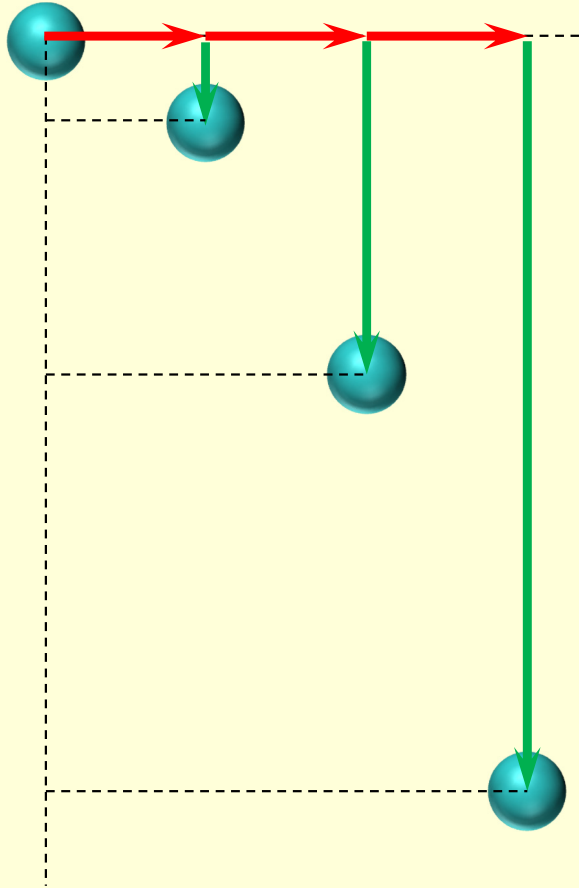
$$\sqrt{2gh + V^2}$$

$$V = 3[\text{m/s}]$$

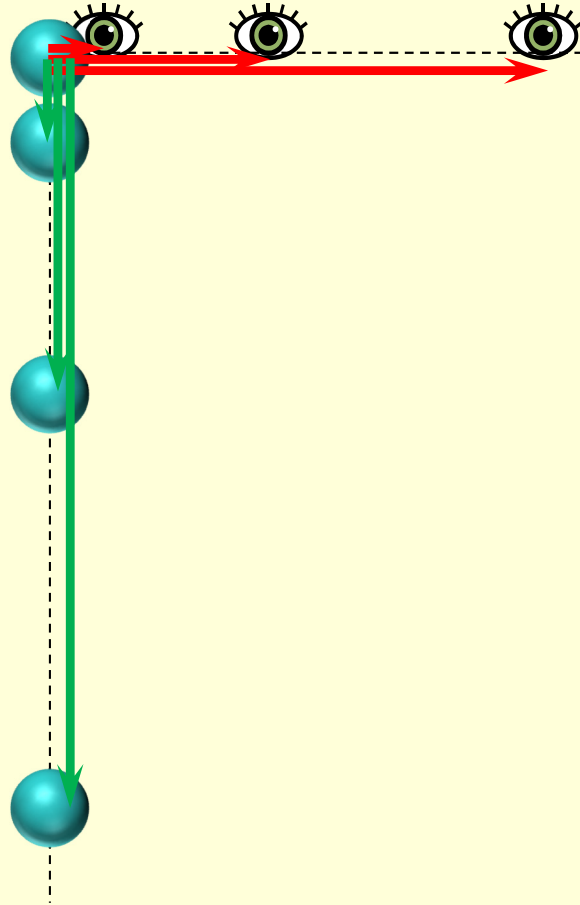


解答

外から見れば



中から見れば



あたかも

