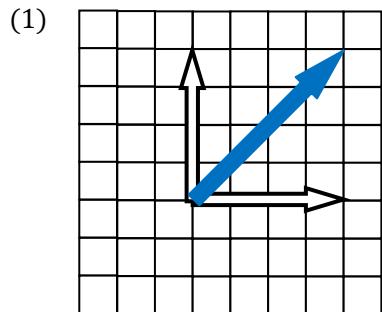
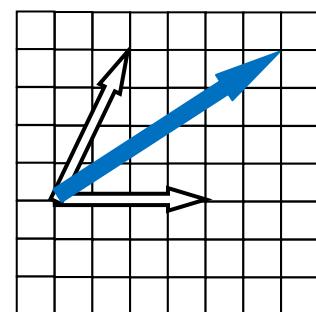


力の合成

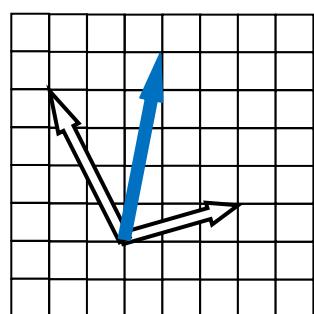
(1)



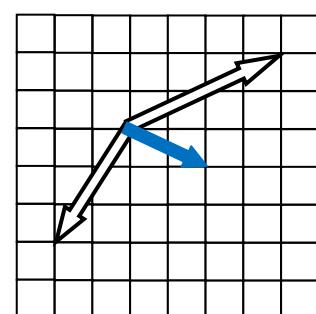
(2)



(3)



(4)

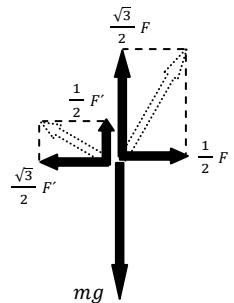


② (1) $3\sqrt{2}$ N

(2) $3\sqrt{29}$ N

力のつりあい

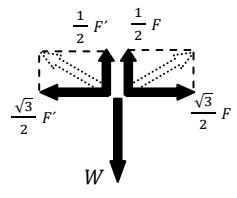
(1)



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sqrt{3}}{2} F + \frac{1}{2} F' = mg \\ \frac{\sqrt{3}}{2} F' = \frac{1}{2} F \end{array} \right.$$

$$\underline{F = \frac{\sqrt{3}}{2} mg} \quad \underline{F' = \frac{1}{2} mg}$$

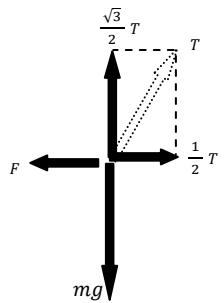
(2)



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} F + \frac{1}{2} F' = W \\ \frac{\sqrt{3}}{2} F = \frac{\sqrt{3}}{2} F' \end{array} \right.$$

$$F = F' = W$$

(3)



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sqrt{3}}{2} T = mg \\ F = \frac{1}{2} T \end{array} \right.$$

$$F = \frac{1}{\sqrt{3}} mg \quad (T = \frac{2\sqrt{3}}{3} mg)$$

作用反作用の法則

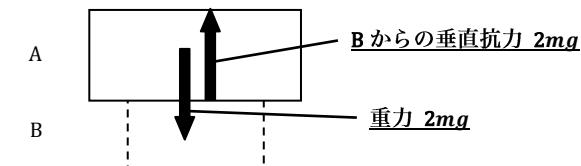
- ① 作用反作用の関係：「面からの垂直抗力」と「物体からの垂直抗力」
つりあいの関係：「面からの垂直抗力」と「物体に働く重力」

- ② おもりが受ける力：「重力」と「糸の張力」

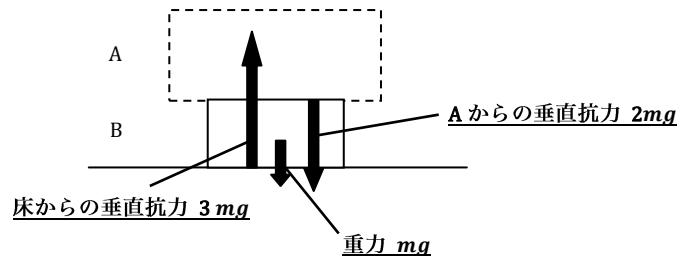
「重力」の反作用：「おもりが地球を引っ張る力」

「糸の張力」の反作用：「おもりが糸を引っ張る力」

- ③ A が受ける力



B が受ける力



- ④ 互いに接近する。

- ⑤ (1) mg (2) $\frac{1}{2} mg$ (3) $\frac{1}{2} (M + m) g$

ばねの弾性力

① $10 \text{ N/m} \times 0.20 \text{ m} = \underline{2.0 \text{ N}}$

② $K (\text{N/m}) \times (0.20 - 0.10) \text{ m} = 1.0 \times 10^{-2} \times 9.8 \text{ N}$ よって $K = \underline{0.98 \text{ N/m}}$

$0.98 \text{ N/m} \times (L - 0.10) \text{ m} = 1.5 \times 10^{-2} \times 9.8 \text{ N}$ よって $L = \underline{0.25 \text{ m}}$

- ③ ばね A とばね B の弾性力はつりあっているので、
ばね A の伸びを X 、ばね定数を K 、
ばね B の伸びを X' 、ばね定数を K' とすると

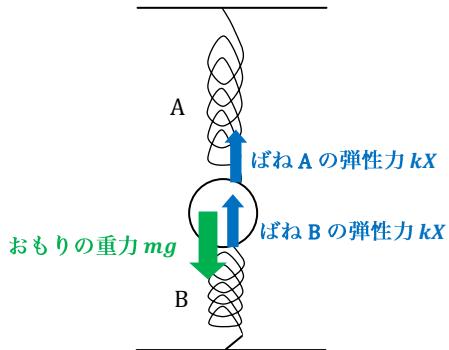
$$KX = K'X'$$

よって $\frac{K}{K'} = \frac{X'}{X} = \frac{3}{2}$ なので $K : K' = \underline{3 : 2}$

④ (1) $\frac{mg}{k}$ (2) $\frac{mg}{k}$ (3) $\frac{mg}{2k}$

- ⑤ (1) と (2) で、ばねの伸びは等しい。

⑥ ばねAの伸び = ばねBの縮み = X として、おもりに働く力のつりあいを考えると



$$KX + KX = mg$$

$$\text{よって } X = \frac{mg}{2k}$$

水圧と浮力

① 大気圧を P_0 とすると、

$$\begin{aligned}\text{上面が受ける力} &= \text{水圧} \times \text{面積} \\ &= (P_0 + 1.0 \times 10^3 \times 0.20 \times 9.8) \times 1.0 \times 10^{-2} \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{下面が受ける力} &= \text{水圧} \times \text{面積} \\ &= (P_0 + 1.0 \times 10^3 \times 0.30 \times 9.8) \times 1.0 \times 10^{-2} \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{浮力} &= \text{下面が受ける力} - \text{上面が受ける力} = \underline{9.8 \text{ N}} \\ &(= 1.0 \times 10^3 \times (1.0 \times 10^{-2} \times 0.10) \times 9.8 \text{ N})\end{aligned}$$

② おもりに働く力はつりあっているので、糸の張力を T とすると

$$Mg = T + \rho V g \quad \text{よって} \quad T = \underline{Mg - \rho V g}$$

③ おもりに働く力はつりあっているので、糸の張力を T とすると

$$Mg = T + \rho \cdot \frac{1}{2} V \cdot g \quad \text{よって} \quad T = \underline{Mg - \frac{1}{2} \rho V g}$$

摩擦力

① 垂直抗力 : mg 静止摩擦力 : F

② 垂直抗力 : $mg - \frac{1}{2}F$ 静止摩擦力 : $\frac{\sqrt{3}}{2}F$

③ 静止摩擦力 \leq 最大摩擦力であれば、物体は滑り出さない。

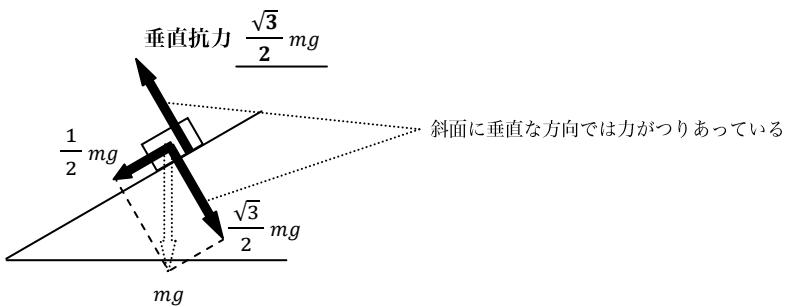
$$\text{静止摩擦力 } \frac{\sqrt{3}}{2}F \leq \text{最大摩擦力 } \mu(mg - \frac{1}{2}F)$$

となるのは、 $F \leq \frac{2\mu mg}{\mu + \sqrt{3}}$ のときであるので、力 F が $\frac{2\mu mg}{\mu + \sqrt{3}}$ を超えると物体は滑り出すことが分かる。

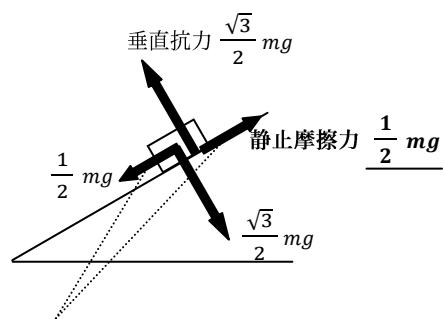
④ 動摩擦力 = $\mu'(mg - \frac{1}{2}F')$

向きは、物体が滑る向きと逆向き

⑤

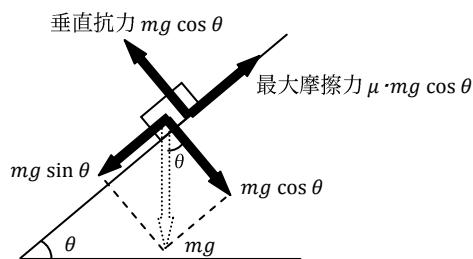


⑥



物体が静止しているので、斜面に沿った方向の力もつりあっている

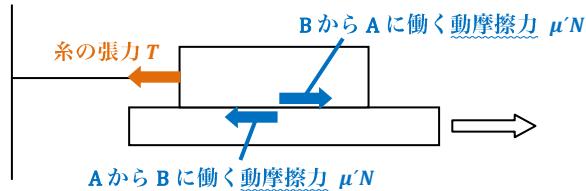
⑦ 斜面の角度が θ のとき、物体には最大摩擦力が働く。



ギリギリ力はつりあっているので $mg \sin \theta = \mu \cdot mg \cos \theta$

$$\text{よって } \mu = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta$$

⑧



(Aは静止しているが、接触面(B)に対して動いているので、動摩擦力が働く)

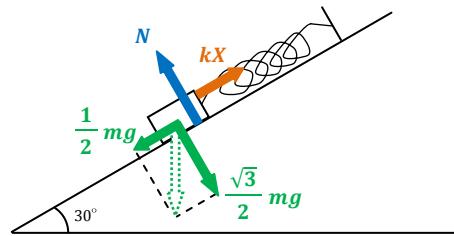
物体Aは静止しているので、力のつりあいから $T = \mu'N$

また、垂直抗力 $N = mg$ なので

$$\text{糸の張力 } T = \mu' mg$$

総合問題

① ばねの自然長からの伸びを X とすると



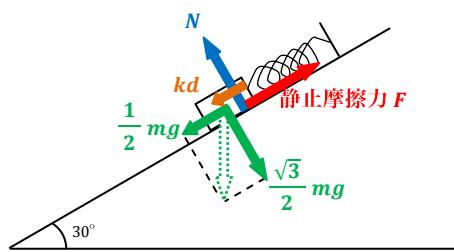
物体が静止するためには、力がつりあう必要があるので

$$\text{斜面に沿った方向: } kX = \frac{1}{2} mg$$

$$(\text{斜面に垂直な方向: } N = \frac{\sqrt{3}}{2} mg)$$

$$\text{よって ばねの伸び } X = \underline{\underline{\frac{mg}{2k}}}$$

②



ばねが d だけ縮んだとき、物体は上のような状態でつりあっている。
力のつりあいを書くと

$$\text{斜面に沿った方向: } kd + \frac{1}{2} mg = F$$

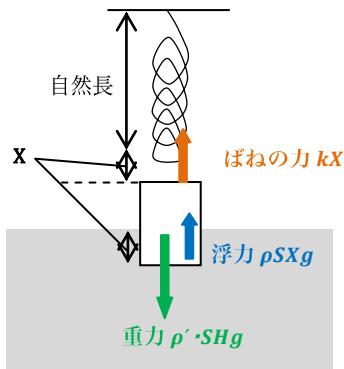
$$\text{斜面に垂直な方向: } N = \frac{\sqrt{3}}{2} mg$$

このとき、物体に働く静止摩擦力 $F \leq$ 最大摩擦力 μN であれば、物体は滑らずに静止し続けられるので

$$kd + \frac{1}{2} mg \leq \mu \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} mg$$

$$\text{よって 静止摩擦係数 } \mu \geq \frac{2kd + mg}{\sqrt{3}mg} \text{ であれば滑らない。}$$

- ③ ばねの伸び(=おもりが水中に沈んだ部分の長さ)を X とすると、おもりに働く力は次のようになる。



「おもりの質量」=「おもりの密度×体積」なので、「 $\rho' \cdot SH$ 」と求められる。
よって、重力は「 $\rho' \cdot SHg$ 」となる。

また、「浮力」=「水の密度×沈んだ部分の体積× g 」なので、「 ρSXg 」となる。

おもりは静止しているので、力のつりあいから

$$kX + \rho SXg = \rho' SHg$$

よって $X = \frac{\rho' SHg}{k + \rho Sg}$