

運動方程式 初歩③

運動方程式ならお任せ？！

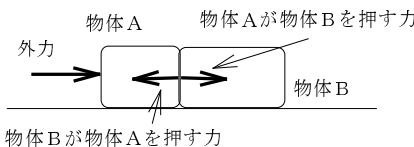
※ 特に指示の無い場合、重力加速度は $9.8[m/s^2]$ としなさい。

運動方程式のポイント

- ① 一つの物体に注目し、その物体に働く力だけを考える。
- ② 運動する向きを正の向きとして①の力の合力を求める。
- ③ その合力を F に、注目した物体の質量を m に、加速度を a 代入する。
- ④ 複数の物体がある場合は、残りの物体について①からを繰り返す。
- ⑤ 連立方程式として、未知数となっている量を求める。

(1) 質量 $2.0[kg]$ の物体A、質量 $3.0[kg]$ の物体Bが滑らかで水平な床の上に接して置かれている。物体Aに、 $15[N]$ の力をかけて両物体を動かした。両物体の加速度はいくらになるか。また、物体Bを物体Aが押す力はいくらになるか。

<解答> 物体Aが物体Bを押す力を $F [N]$ とし、加速度を $a [m/s^2]$ とする。また、物体が動く向きは右向きだから、右向きを正の向きとする。



物体A 物体Aが受ける力は、外から押される力は右向きだから $+15[N]$ 。また、物体Aが物体Bを押す力は左向きだから $-F[N]$ である。合力は [] $[N]$ これを $F=ma$ に代入すると、運動方程式は [] である。

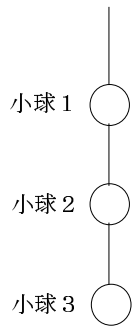
物体B 物体Bが受ける力は、物体Aから押される力は右向きだから [] $[N]$ 。これを $F=ma$ に代入すると、運動方程式は [] である。

上の二つの運動方程式を解くと、 $F=9$ 、 $a=3$ であるので、加速度は右向きに $3.0[m/s^2]$ 、物体Aが物体Bを押す力は $9.0[N]$ である。

(2) 右の図に示すように、質量 $1.0[kg]$ の小球3個が糸で数珠つなぎになっている。小球1の上の糸を $30[N]$ の力で引き上げる。この時の加速度と、小球1、2間の糸の張力、小球2、3間の糸の張力を求めなさい。

<ヒント> 小球にかかる力は「張力」、「重力」の2~3力である。

<解答> それぞれの小球の加速度を $a [m/s^2]$ とし、小球1、2間の糸の張力 S 、小球2、3間の糸の張力 $T [N]$ とすると、



小球1の運動方程式は []

小球2の運動方程式は []

小球3の運動方程式は []

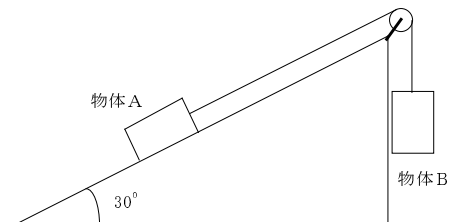
以上の三方程式を解くと、小球の加速度は $a = [] [m/s^2]$ 、

張力はそれぞれ $S = [] [N]$ 、 $T = [] [N]$ である。

(3) 右の図に示すような傾斜角 30° の斜面がある。斜面に置かれた質量 $2.0[kg]$ の物体Aを糸で結び、糸の他端に質量 $2.0[kg]$ の物体Bをつなぎ、滑車を通して右側に釣り下げた。手を離すと、それぞれの物体は動き出した。

それぞれの加速度と糸の張力を求めなさい。

<ヒント> 力を運動方向とそれに垂直な方向に分解し、運動方程式を作る！



※「運動方程式 初歩②」の答え※ (2) $a=2.5[m/s^2]$ 、 $T=37[N]$ (3) $a=1.6[m/s^2]$ 、 $T=8.2[N]$

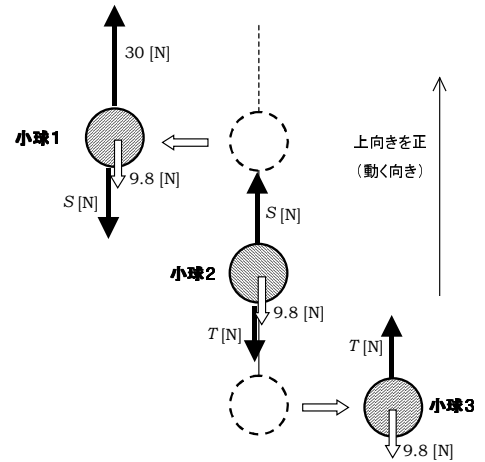
運動方程式 初歩③ (解説)

このあたりから運動方程式は難しくなる！

複数の物体の運動方程式 → 「一つの物体に注目する」を忘れない！

(2) 右の図に示すように、質量 $1.0[\text{kg}]$ の小球 3 個が糸で数珠つなぎになっている。小球 1 の上の糸を $30[\text{N}]$ の力で引き上げる。この時の加速度と、小球 1、2 間の糸の張力、小球 2、3 間の糸の張力を求めなさい。

小球の加速度を $a [\text{m/s}^2]$ とし、小球 1、2 間の糸の張力 S 、小球 2、3 間の糸の張力 $T [\text{N}]$ とすると、



- ☆ 小球 1 にかかる力 → 引く力 $30[\text{N}]$ 上向き
 小球 1、2 間の糸の張力 $S[\text{N}]$ 下向き
 小球 1 の重力 $9.8[\text{N}]$ 下向き
- ☆ 小球 2 にかかる力 → 小球 1、2 間の糸の張力 $S[\text{N}]$ 上向き
 小球 2、3 間の糸の張力 $T [\text{N}]$ 下向き
 小球 2 の重力 $9.8[\text{N}]$ 下向き
- ☆ 小球 3 にかかる力 → 小球 2、3 間の糸の張力 $T [\text{N}]$ 上向き
 小球 3 の重力 $9.8[\text{N}]$ 下向き

小球 1 の運動方程式は $[(+30)+(-S)+(-9.8)=1 \cdot a] \dots \textcircled{1}$

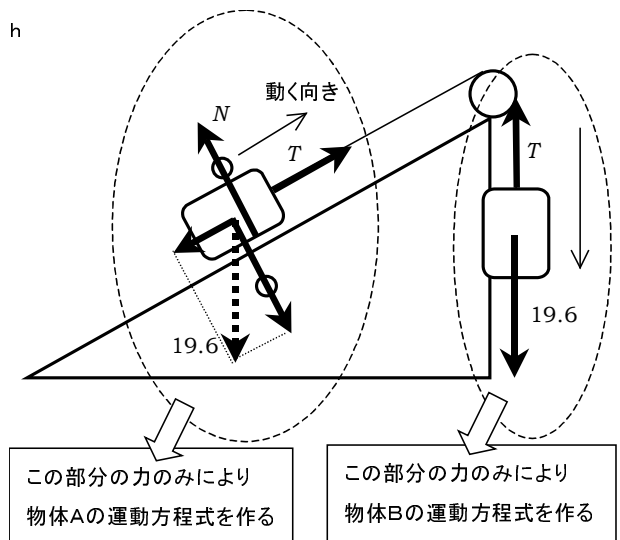
小球 2 の運動方程式は $[(+S)+(-T)+(-9.8)=1 \cdot a] \dots \textcircled{2}$

小球 3 の運動方程式は $[(+T)+(-9.8)=1 \cdot a] \dots \textcircled{3}$

以上の三方程式を解けばよい。①+②+③より、 $30-9.8 \times 3 = 3a$ だから、小球の加速度は $a = 0.20 [\text{m/s}^2]$ である。これを③、②に代入して求めると、それぞれの張力は $S = 20[\text{N}]$ 、 $T = 10[\text{N}]$ である。

斜めに動く運動方程式 「動く方向をそれに垂直の方向に力を分けて整理することから始めること」

(3) 右の図に示すような傾斜角 30 度の斜面がある。斜面に置かれた質量 $2.0[\text{kg}]$ の物体 A を糸で結び、糸の他端に質量 $2.0[\text{kg}]$ の物体 B をつなぎ、滑車を通して右側に釣り下げた。手を離すと、それぞれの物体は動き出した。それぞれの加速度と糸の張力を求めなさい。



物体 A に注目 物体 A の動く方向を斜面上向きとすると、力を分解する方向は、斜面に平行/垂直の 2 方向である。重力 $2.0 \times 9.8[\text{N}]$ は、斜面下向き成分 $2.0 \times 9.8 \times \sin 30^\circ$ (下向き) と垂直成分 $2.0 \times 9.8 \times \cos 30^\circ$ (これは斜面からの垂直抗力とつりあい消える) である。糸の張力を $T [\text{N}]$ とすると、物体 A の運動方程式は $T - 9.8 = 2a \dots \textcircled{1}$ である。

物体 B に注目 物体 B の動く方向を鉛直下向きとすると、上下方向に力を分解して、重力が $2.0 \times 9.8[\text{N}]$ (下向き)、糸の張力 $T [\text{N}]$ (上向き) の二つの力だ。動く向き(下向き)を正として、物体 B の運動方程式は $19.6 - T = 2a \dots \textcircled{2}$ である。

運動方程式を解く 二つの運動方程式 $T - 9.8 = 2a \dots \textcircled{1}$ 、 $19.6 - T = 2a \dots \textcircled{2}$ だ。連立方程式①、②を解くと、 $a = 2.45[\text{m/s}^2]$ 、 $T = 14.7[\text{N}]$ より、**物体の加速度は $2.5[\text{m/s}^2]$ 、糸の張力は $15[\text{N}]$ である。**

※「運動方程式 初歩②」の答え※ (2) $a = 2.5[\text{m/s}^2]$ 、 $T = 37[\text{N}]$ (3) $a = 1.6[\text{m/s}^2]$ 、 $T = 8.2[\text{N}]$