

## 夏期講習 入門編 第二回 運動方程式（基本）

### 運動方程式の鉄則

- ① 1つの物体に注目し、その物体に働く力をすべて考える！
- ② 注目した物体の動く方向（動こうとする方向）を正とする。
- ③ 各力を動く方向とそれに垂直な方向成分に分けて整理する。
- ④ 動く方向の各力の成分の合力を運動の法則  $f = ma$  に代入すると出来上がる。
- ⑤ 注目する物体が複数あれば、それぞれについて以上の繰り返しを行う。

### 基本例題

滑らかな机の上に質量  $3.0 \text{ [kg]}$  の物体 A が置かれている。物体 A に軽い糸をつなぎ、糸の他端に質量  $2.0 \text{ [kg]}$  の物体 B をつなぎ、机の角から滑車を通してぶら下げた。重力加速度は  $9.8 \text{ [m/s}^2\text{]}$  として次の各問いに答えなさい。

問 1 物体 A、B の運動方程式を作りなさい。

問 2 糸の張力と、物体 A、B の加速度を求めなさい。

手を離すとき、物体 B は床から高さが  $60 \text{ [cm]}$  であった。物体 B が床に落ちるまでに物体 A は机の上にあるものとして次の各問いに答えなさい。

問 3 物体 B が床に達するのは手を離してから何秒後か

問 4 物体 B が床に達する直前の速度を求めなさい。

物体 A と机の間に摩擦力がある場合を考えよう。静止摩擦係数が  $0.40$ 、動摩擦係数が  $0.20$  とし、て次の問いに答えなさい。

問 5 静かに手を離した後、物体 A、B の運動を説明しなさい。

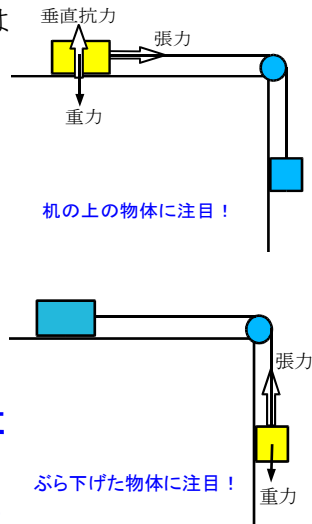
- ① 1つの物体に注目し、その物体に働く力をすべて考える!
- ② 注目した物体の動く方向(動こうとする方向)を正とする。
- ③ 各力を動く方向とそれに垂直な方向成分に分けて整理する。
- ④ 動く方向の各力の成分の合力を運動の法則  $f=ma$  に代入すると出来上がる。
- ⑤ 注目する物体が複数あれば、それぞれについて以上の繰り返しを行う。

**基本例題**

問1 運動方程式の鉄則に従うだけでよい。

**物体Aに注目する(右図)** 動く方向(右向き)を正として、動く方向成分は張力(未知数なので  $T$  としておく)だけなので、加速度(未知数)を  $a$  として、物体Aの運動方程式は  $3a=T \cdots \textcircled{1}$  である。

**物体Bに注目する(右図)** 動く方向(下向き)を正とする。動く方向成分は張力と重力の2つだ。同じ糸なので張力は等しいから  $-T$ 、重力は  $+(2 \times 9.8) = +19.6$  [N] より、その合力は  $19.6 - T$  だ。両物体の加速度は等しいから、物体Bの運動方程式は  $2a = 19.6 - T \cdots \textcircled{2}$  である。



問2 ①、②を解いて  $a=3.92$ 、 $T=11.79$  より、糸の張力は12[N]、物体A、Bの加速度は  $3.9$  [m/s<sup>2</sup>] である。 **※ 運動方程式を連立して解くだけなので簡単!**

問3 前回の等加速度運動の公式に代入するだけでよいから簡単だ。注意するのは、物体Bが  $60[\text{cm}] = 0.60[\text{m}]$  の単位のたましの部分だけ。

床に達するまでの時間を  $t$  [s] とする。初速度ゼロ、加速度  $a=3.92$  [m/s<sup>2</sup>] だから、等加速度運動の公式②に代入して、 $0.60 = \frac{1}{2} \times 3.92 \times t^2$  より、 $t=0.55$  だから、床に達するのは手を離してから0.55秒後である。

問4 等加速度運動の公式②に代入して、 $v=3.92 \times 0.553 = 2.168\dots$  だから、物体Bが床に達する直前の速度は  $2.2$  [m/s] である。

**[別解]** 等加速度運動の公式③に代入して、 $v^2 - 0^2 = 2 \times 3.92 \times 0.6$  より、 $v=2.168\dots$  だから物体Bが床に達する直前の速度は  $2.2$  [m/s] である。

問5 物体Aと机の間に摩擦力がある場合、最初に、「静止したままか滑るのか」を考える。

静止しているとすると、物体Bのつりあいより糸の張力は  $2 \times 9.8 = 19.6$  [N] だ。物体Aの最大摩擦力 ( $0.4 \times 3 \times 9.8$  [N]) を超えているので静止することはできない。よって、物体Aは滑るので動摩擦力を考えればよい。

運動方程式は、物体Aが  $3a = T - 0.2 \times 3 \times 9.8 \cdots \textcircled{1}$ 、物体Bが  $2a = 2 \times 9.8 - T \cdots \textcircled{2}$  である。連立方程式を解いて、 $a=2.744\dots$ 、 $T=14.11\dots$  である。

よって、物体Aは加速度  $2.7$  [m/s<sup>2</sup>] で右向きにすべり、物体Bは加速度  $2.7$  [m/s<sup>2</sup>] で下向きに等加速度運動を行う。なお、そのときの両者をつなぐ糸の張力は  $14$  [N] である。