

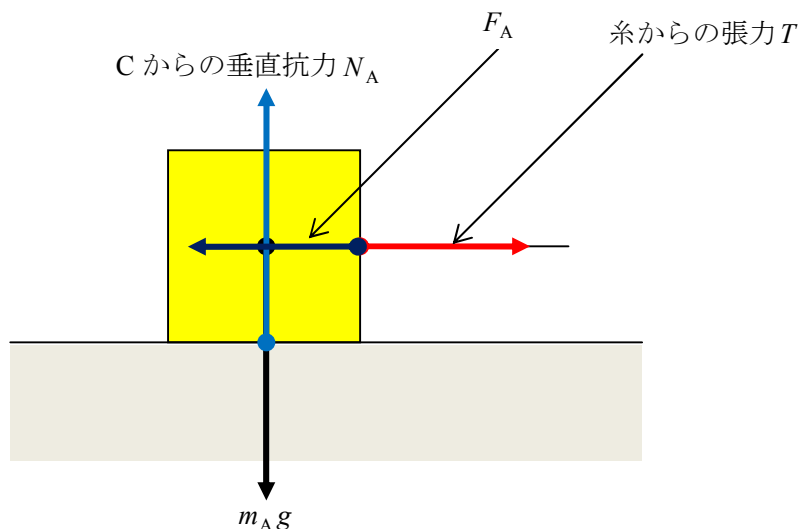
21. 運動の法則と等加速度運動

[A]

接触する物体との作用・反作用の関係の力を忘れないようにする。

図で、作用・反作用

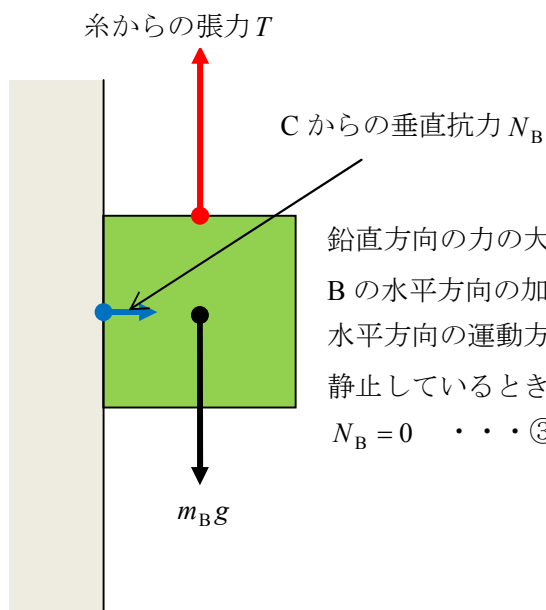
A にはたらく力



水平方向の力の大きさのつりあいより、 $F_A = T$ ……①

鉛直方向の力の大きさのつりあいより、 $N_A = m_A g$

B にはたらく力

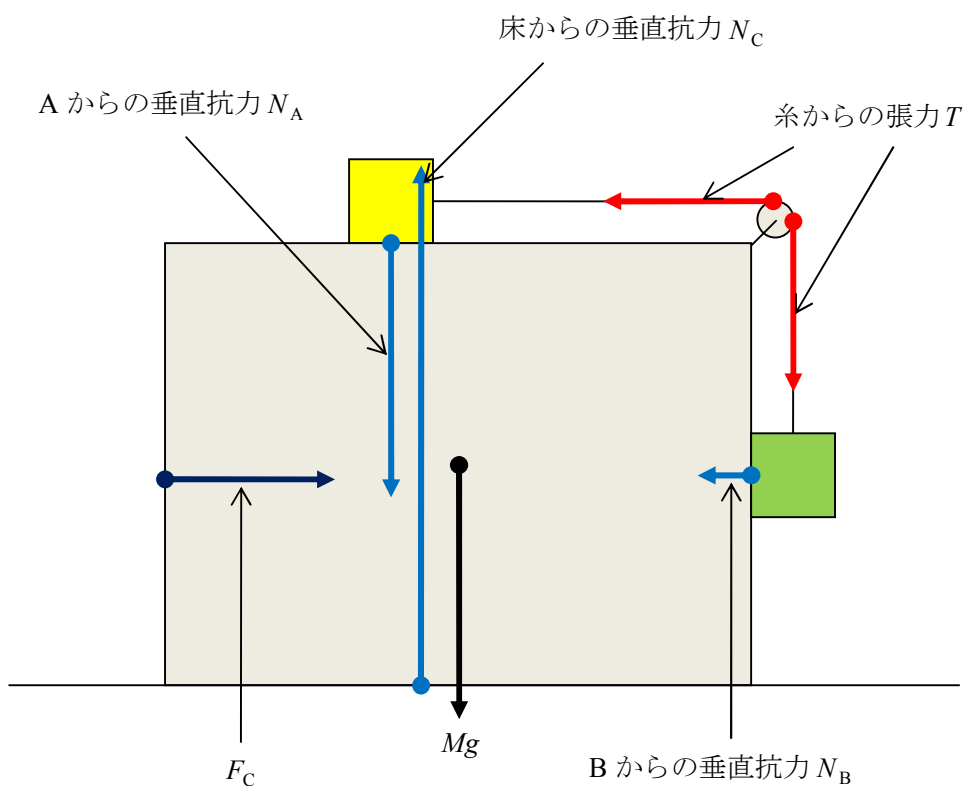


鉛直方向の力の大きさのつりあいより、 $T = m_B g$ ……②

B の水平方向の加速度を b とすると、
水平方向の運動方程式は、 $m_B b = N_B$

静止しているときは、 $b = 0$ だから、
 $N_B = 0$ ……③

C にはたらく力



水平方向の力のつりあいより、 $F_C = T + N_B$ ……④

鉛直方向の力のつりあいより、 $N_C = T + Mg + N_A$

①, ②より,

$$F_A = m_B g$$

②, ③, ④より,

$$F_C = m_B g$$

[C]

水平方向の運動方程式

水平右向きの加速度の大きさを a とする。

A の運動方程式

$$m_A a = T \quad \dots \textcircled{5}$$

B の運動方程式

$$m_B a = N_B$$

C の運動方程式

$$M a = F_C - T - N_B$$

鉛直方向の運動方程式

B の鉛直下向きの加速度を b とすると、B の鉛直方向の運動方程式は、

$m_B b = m_B g - T$ であるが、これまでの運動方程式から b を求めるのは不可能である。

そこで、B の運動が受ける制限条件に着目する。

A と B の運動は、滑車で束縛（拘束）され、糸の張力を束縛力とする束縛運動である。

このとき、滑車（束縛者）から見れば、

「A の加速度の大きさ = B の加速度の大きさ」（滑車問題で使う束縛条件）

である。

A と C の加速度は等しいから、C から見た A は等速運動する。

すなわち、C から見た A の加速度は 0 である。

したがって、滑車は C につけられているから、滑車から見た A の加速度も 0 である。

よって、滑車から見た B の加速度も 0 となる。

ゆえに、滑車から見た B の運動方程式は、

$$0 = m_B g - T \quad \dots \textcircled{6}$$

⑤, ⑥より、

$$m_A a = m_B g$$

よって、

$$a = \frac{m_B}{m_A} g$$

束縛運動

物体の運動が外部の条件によって制限を受けるとき、

この物体の運動を束縛運動または拘束運動という。

また、束縛運動の原因となる力を束縛力、

物体の運動に外部から与えられる制限条件を束縛条件という。

たとえば、

- ・なめらかで水平な固い床を滑る質点の運動は、床に束縛された運動であり、質点に働く重力で鉛直下方に移動しようとしても床から垂直抗力を受けるため、鉛直方向の加速度は 0 である。

このときの束縛力は床からの垂直抗力、束縛条件は鉛直方向の加速度 $= 0$ である。

- ・同様に、なめらかで固い斜面上を滑る質点の運動も、斜面上に束縛された運動であり、束縛力は斜面からの垂直抗力、束縛条件は斜面に垂直方向の加速度 $= 0$ である。

したがって、

斜面上の人または斜面と同じ運動状態にある人から見れば、質点はずねに斜面に沿って運動する。

尚、この束縛条件は、斜面が水平運動する場合の斜面上の質点の運動問題でよく使う。

- ・なめらかなリングに沿って回転する質点の運動はリングの円周上に束縛された運動であり、束縛力はリングからの垂直抗力、束縛条件は垂直抗力 $=$ 向心力である。
- ・糸でつるされた質点の運動は、糸の張力による束縛力を受ける束縛運動であり、糸が天井からつるされていれば質点は振り子運動という束縛運動となり、両端に質点 A と質点 B をもつ糸が回転しない滑車にかけられ、なめらかにすべるとき、糸の運動は滑車に束縛され、質点の運動は糸の張力により束縛される。糸を伸びない糸とすると、質点の運動は間接的にはあるが滑車に束縛され、束縛条件は、「滑車から見た A の加速度の大きさ $=$ 滑車から見た B の加速度の大きさ」となる。この束縛条件は、滑車が鉛直方向の運動をする場合の滑車問題でよく使う。

束縛運動そのものは当たり前のように観察される運動であり、

問題を解くにあたって、束縛条件を使う必要のない問題が多い。

しかし、太字で示した場合のように、束縛条件を使わないと解けない問題もある。