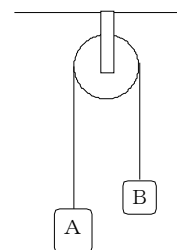


物理プリント 運動の法則(2) 運動方程式 ()組 ()番 氏名 ()

次の各問題を解きなさい。

入門

質量 30kg の物体Aが軽いロープの一端に、他端には質量 20kg の物体Bをつなぎ、軽い滑車を通してぶら下げた。手を離すと物体Aが下降し、物体Bは上昇した。ロープの張力を T [N]、物体の加速度を a [m/s²]とし、重力加速度を 9.8 [m/s²]として次の各問に答えなさい。

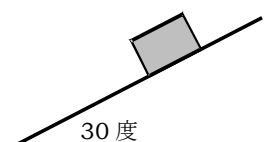


ヒント 運動方程式を作るときには、物体が動く向きを正の向きとせよ。

- 1 物体Aに働く力を、下向き(動く向き)を正とし、ロープの張力 T を使って、て答えなさい。
- 2 物体Aの運動方程式を求めなさい。
- 3 物体Bに働く力を、上向き(動く向き)を正とし、ロープの張力 T を使って、て答えなさい。
- 4 物体Bの運動方程式を求めなさい。
- 5 ②、④より求められた運動方程式 2 式を使って、ロープの張力 T 、物体の加速度 a を求めなさい。

初級

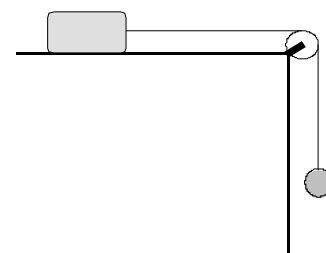
滑らかで傾斜角が 30 度の斜面の上に質量が 20kg の物体が乗っている。重力加速度を 9.8 [m/s²]として、次の各問に答えなさい。



- 1 物体が斜面を滑り落ちようとする力はいくらになるか。
- 2 物体が斜面を滑り降りる加速度はいくらか。
- 3 斜面の上から静かに滑り出して 10 秒間に物体が斜面を滑る距離を求めなさい。

中堅

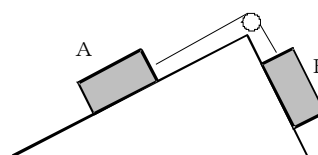
質量 5.0kg の物体が水平で滑らかな机の上に置かれている。この物体に軽い糸をつなぎ、3.0kg の重りをその糸の他端につないで、机の下にぶら下げた。糸の張力を T [N]、物体の加速度を a [m/s²]、重力加速度を 9.8 [m/s²]として、次の各問に答えなさい。 ヒント それぞれの物体が動く方向を正とする



- 1 机の上の物体の運動方程式を作りなさい。
- 2 おもりの運動方程式を作りなさい。
- 3 物体が机の上を滑る加速度 a はいくらになるか。
- 4 糸の張力 T はいくらになるか。

達人

右図に示す、断面が 30 度、60 度、90 度の直角三角形の滑らかな斜面がある。この斜面に 2.0kg の物体A、Bの二つを糸で連結して斜面に置いた。静かに手を離れた後の物体の運動についての各問に答えなさい。



- 1 物体A、Bの運動方程式を作れ。
- 2 物体の加速度はいくらになるか。
- 3 糸の張力はいくらになるか。

解答・解説 運動の法則(2) 運動方程式

入門

- 1 物体Aには、上向きにロープの張力 T [N]、下向きに重力 $30\text{kg重}=30\times 9.8$ [N]の力の二つの力が働いている。したがって、合力の大きさは下向き(動く向き)を正とすれば、 $(30\times 9.8 - T)$ [N]である。
- 2 物体Aの運動方程式は、 $f = ma$ に代入して、 $30\times 9.8 - T = 30a \dots (A)$ になる。
- 3 物体Bには、上向きにロープの張力 T [N]、下向きに重力 $20\text{kg重}=20\times 9.8$ [N]の力の二つの力が働いている。したがって、合力の大きさは上向き(動く向き)を正とすれば、 $(T - 20\times 9.8)$ [N]である。
- 4 物体Bの運動方程式は、 $f = ma$ に代入して、 $T - 20\times 9.8 = 20a \dots (B)$ になる。
- 5 物体A、Bの運動方程式 (A)、(B)を連立方程式として解くと、 $a = 1.96$ 、 $T = 235.2$ より、物体の加速度 a は約 2.0 [m/s²]、ロープの張力は約 240 [N]である。

初級

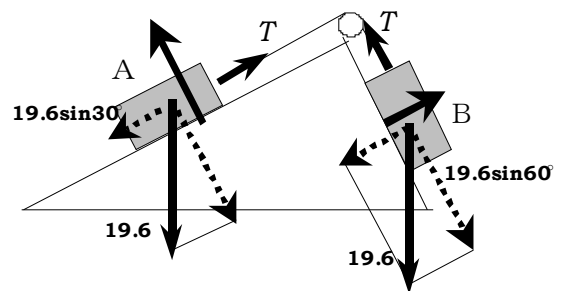
- 1 物体に働く力は重力と、斜面からの垂直抗力の二つの力である。物体の重力は 20kg重 であるので、 20×9.8 [N]である。また、垂直抗力は斜面に垂直上向きの力である。この二つの力が斜面に平行な方向の合力を作る。右の図より、斜面を滑る方向の合力は $20\times 9.8\times 0.5$ [N]であるので、滑り落ちようとする力の大きさは 98 [N]。
- 2 運動方程式を作ると、 $98 = 20a$ であるので、これを解くと、物体が斜面を滑り落ちる加速度は 4.9m/s^2
- 3 初速度ゼロ、加速度 4.9m/s^2 で滑り出して 10 秒後の移動距離だから、等加速度運動の距離の公式 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ より、 $x = 0 \times 10 + \frac{1}{2} \times 4.9 \times 10^2 = 245$ であるので、約 250 [m]下まで滑る。

中堅

- 1 摩擦がない(滑らかな机)ので、物体に働く力は糸の張力だけだから、運動方程式は $T = 5a$ である。
- 2 おもりに働く力は、重力と糸の張力である。また、下向き(動く向き)を正とするので、おもりに働く力の合力は $(3.0\times 9.8 - T)$ [N]であるので、運動方程式は $3.0\times 9.8 - T = 3a$ である。
- 3 物体、おもりの運動方程式を連立して解くと、 $a = 3.675$ であるので、加速度は約 3.7 [m/s²]
- 4 ③と同様にして、 $T = 18.37\dots$ であるので、糸の張力は約 18 [N]である。

達人

- 1 両物体が動く向きは物体Aが斜面上向き、物体Bが斜面下向きであるので、動く向きを正とする。それぞれの重力を斜面に垂直、平行成分に分解すると右図のようになる。重力の斜面に垂直成分は斜面からの垂直抗力と打ち消しあい、それぞれの物体の運動に関与するのは糸の張力と重力の斜面に平行成分になる。物体Aの運動方程式(上向きを正とする)は $T - 2.0 \times 9.8 \times \sin 30^\circ = 2.0 \times a \dots (1)$



- 物体Bの運動方程式(下向きを正とする)は $2.0 \times 9.8 \times \sin 60^\circ - T = 2.0 \times a \dots (2)$
- 2 (1)、(2)の式を辺々足し算すると、 $4a = 9.8(\sqrt{3} - 1)$ であるので、加速度 a は $1.793\dots$ であるので、物体の加速度は約 1.8m/s^2 である。
 - 3 (1)、(2)の式を辺々引き算し、 $2T = 9.8(\sqrt{3} + 1) = 26.77\dots$ であるので、糸の張力は約 13N である。