

# 物理のこれだけはできないと「やばい」問題集

No.7

剛体のつりあい編  
フツリヨキワヲ

1. 剛体



2. 力のモーメント



3. 剛体のつり合い



4. 倒れる条件



5. 力の合成

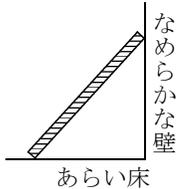


6. 重心

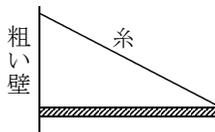


1 斜線が入った物体に働く力を「力の見つけ方」に従い図示せよ。

(1)



(2)

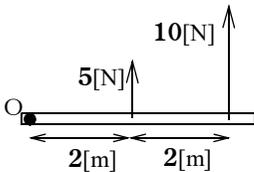


(3)

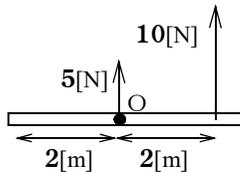


2 図中の各力のモーメントを求めよ。ただし、支点は点Oとし、棒はすべて一様とする。必要があれば、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ として計算せよ。答え方の例：時計回りに  $100[\text{Nm}]$

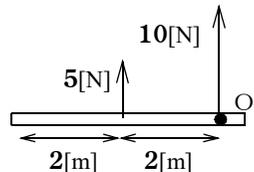
(1)



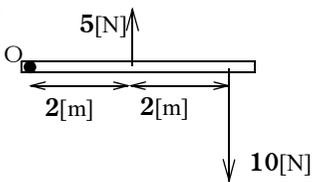
(2)



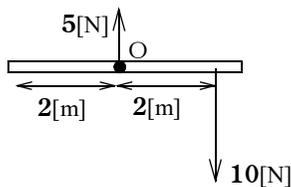
(3)



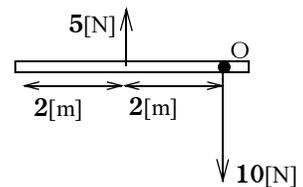
(4)



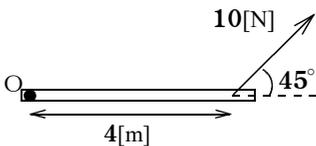
(5)



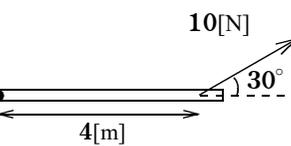
(6)



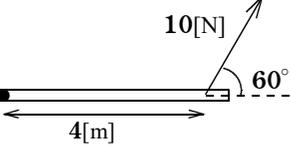
(7)



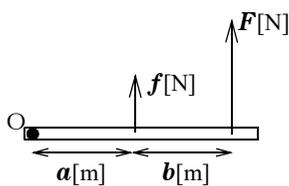
(8)



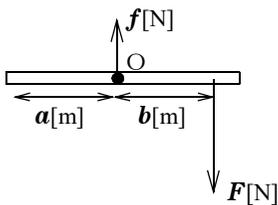
(9)



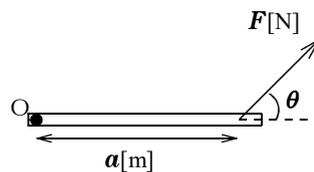
(10)



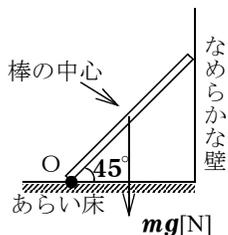
(11)



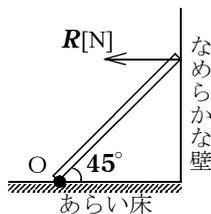
(12)



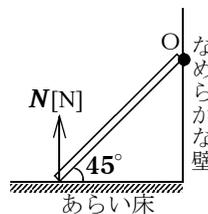
(13) 棒の長さ  $l$  [m]



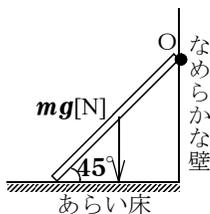
(14) 棒の長さ  $l$  [m]



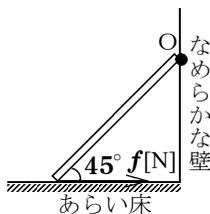
(15) 棒の長さ  $l$  [m]



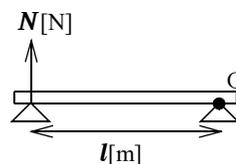
(16) 棒の長さ  $l$  [m]



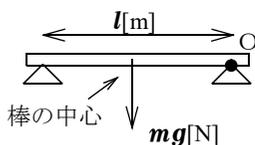
(17) 棒の長さ  $l$  [m]



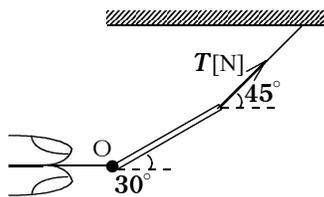
(18)



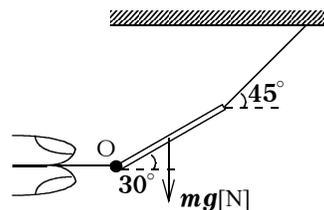
(19)



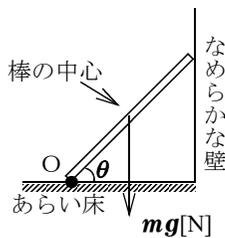
(20) 棒の長さ  $l$  [m]



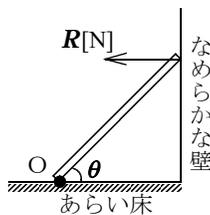
(21) 棒の長さ  $l$  [m]



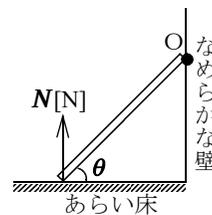
(22) 棒の長さ  $l$  [m]



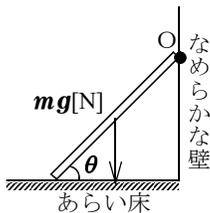
(23) 棒の長さ  $l$  [m]



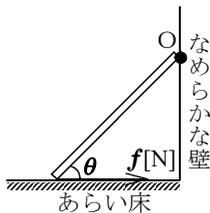
(24) 棒の長さ  $l$  [m]



(25) 棒の長さ  $l$  [m]

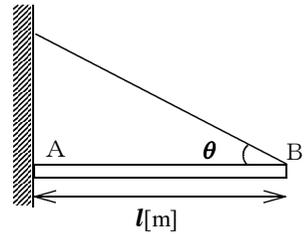


(26) 棒の長さ  $l$  [m]



**3** 次の文章を読み、各問いに答えよ。

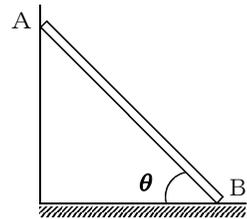
図のように、質量  $m$  [kg]、長さ  $l$  [m] の棒を粗い壁と壁に固定した糸を用いて支えた。このとき、棒は水平に保たれ、棒と糸のなす角は  $\theta$  であった。棒と壁との接点を A、棒に糸を結びつけた点を B とする。また、棒と床との間の静止摩擦係数は  $\mu$ 、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。



- (1) 棒に働く力を「力の見つけ方」に従ってすべて描きなさい。
- (2) 棒が点 A で受ける壁からの垂直抗力を  $N$  [N]、摩擦力を  $f$  [N]、点 B で受ける張力を  $T$  [N] として、以下の 3 つの式を立てよ。
  - ①鉛直方向の力のつりあい
  - ②水平方向の力のつりあい
  - ③点 A まわりでの力のモーメントのつりあい
- (3)  $N$ 、 $T$ 、 $f$  を  $m$ 、 $g$  を用いて答えよ。
- (4) 棒が滑らないための  $\theta$  の条件を求めよ。

**4** 次の文章を読み、各問いに答えよ。

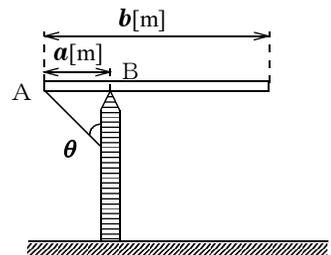
図のように、質量  $m$  [kg]、長さ  $l$  [m] の棒を水平面からの仰角を  $\theta$  にして壁に立てかけた。このときの床は粗く、棒と床との間の静止摩擦係数は  $\mu$  である。棒と壁との接点と棒と床との接点をそれぞれ A、B とする。また、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。



- (1) 棒に働く力を「力の見つけ方」に従ってすべて描きなさい。
- (2) 棒が点 A で受ける壁からの力を  $R$  [N]、点 B で受ける垂直抗力を  $N$  [N]、摩擦力を  $f$  [N] として、以下の 3 つの式を立てよ。
  - ①鉛直方向の力のつりあい
  - ②水平方向の力のつりあい
  - ③点 B まわりでの力のモーメントのつりあい
- (3)  $N$ 、 $R$ 、 $f$  を  $m$ 、 $g$  を用いて答えよ。
- (4) 棒が滑らないための  $\theta$  の条件を求めよ。

**5** 次の文章を読み、各問いに答えよ。

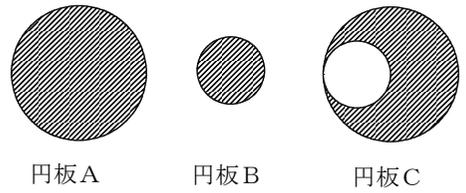
図のように床に対して鉛直に固定された支柱に長さ  $b$  [m]、質量  $m$  [kg] の棒を置き、棒の一端につけた糸を支柱に結びつけ、棒の左端から支柱の先までの距離が  $a$  [m] ( $4a > b > 2a$ ) となったときに棒が水平になった。また、このとき、糸と支柱のなす角度は  $\theta$  であった。ただし、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。



- (1) 棒に働く力を「力の見つけ方」に従ってすべて描きなさい。
- (2) 棒に働く張力を  $T$ 、支柱からの垂直抗力と摩擦力をそれぞれ  $N$ 、 $f$  として、以下の 3 つの式を立てよ。
  - ①鉛直方向の力のつりあい
  - ②水平方向の力のつりあい
  - ③点 B まわりでの力のモーメントのつりあい
- (3)  $T$ 、 $N$ 、 $f$  を  $m$ 、 $g$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $\theta$  を用いて答えよ。

**6** 次の文章を読み、各問いに答えよ。

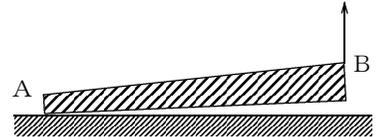
質量  $m$  [kg]、半径  $r$  [m] の一様な厚さの円板 A から、図のように円板 A の半分の半径の円板 B をくり抜いた。残った部分を円板 C とする。



- (1) 円板 B, C の質量を求めよ。
- (2) 円板 C の重心を求めよ。
- (3) 円板 B と同形で密度が 2 倍の円板 D を円板 C の切り抜かれた部分に入れた。この物体の重心を求めよ。

**7** 次の文章を読み、各問いに答えよ。

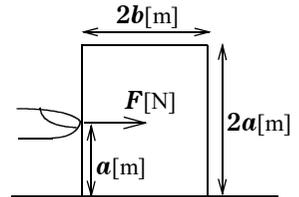
長さ  $l$  [m] で太さが均一ではない棒 AB がある。A 端を地面に付けたまま、B 端に鉛直上向きに力を加えて少し持ち上げるには  $F_1$  [N] の力が必要で、B 端を地面に付けたまま、A 端に鉛直上向きに力を加えて少し持ち上げるには  $F_2$  [N] の力が必要であった。棒の重心の位置と重さを求めよ。



**8** 次の文章を読み、各問いに答えよ。

図のように、質量  $m$  [kg]、高さ  $2a$  [m]、幅  $2b$  [m] の直方体の一様な物体がある。この物体の高さ  $a$  [m] の場所に  $F$  [N] の力を指で加えた。直方体と床との静摩擦係数を  $\mu$ 、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

- (1) 物体が傾き出すことなく滑り出した場合、指で加える力がいくらかを越えたときか。
- (2) 物体が滑り出すことなく傾き出した場合、指で加える力がいくらかを越えたときか。
- (3) 物体が滑り出すことなく傾く場合の  $\mu$  の条件を求めよ。



**9** 次の文章を読み、各問いに答えよ。

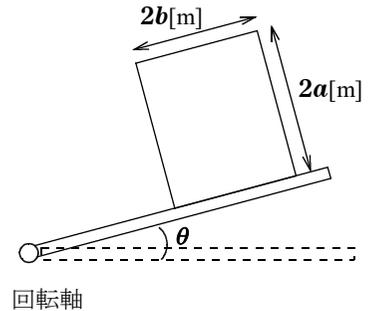
質量  $m$  [kg]、高さ  $2a$  [m]、幅  $2b$  [m] の直方体の一様な物体が粗い板の上に置かれている。この板の端には回転軸がついており、これを軸に板が自由に回転でき、この板と水平面のなす角を  $\theta$  とする。ただし、静摩擦係数を  $\mu$ 、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

- (1) 物体に働く垂直抗力と摩擦力を求めよ。  
次に、 $\theta$  を大きくしていくと、 $\theta = \theta_1$  で物体が滑り始めた。

- (2) 静摩擦係数を求めよ。

次に、静摩擦係数が大きい板にかえて  $\theta$  を大きくしていくと、 $\theta = \theta_2$  で物体が傾き始めた。

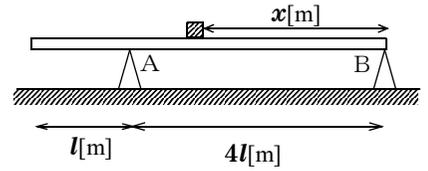
- (3)  $\tan \theta_2$  を求めよ。



**10** 次の文章を読み、各問いに答えよ。

長さ  $5l$ [m]、質量  $M$ [kg] の一様な棒を、2つの支点A、Bによって水平に支え、質量  $m$ [kg] で大きさが無視できる小物体を図の位置にのせた。ただし、重力加速度を  $g$ [m/s<sup>2</sup>] とする。

- (1) 小物体が図の位置にあるとき、棒が支点A、Bから受ける垂直抗力  $N_A$ 、 $N_B$  を  $x$  等を用いて求めよ。
- (2) 小物体を図の左向きに移動させたところ、棒はひっくりかえった。このときの、小物体の位置を求めよ。
- (3) 小物体が棒上のどの位置であっても棒が倒れないための条件を求めよ。

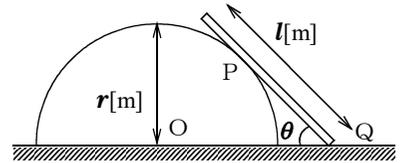


## 【チャレンジ問題】

**11** 次の文章を読み、各問いに答えよ。

図のように、あらい水平面上に固定された半径  $r$  [m] のなめらかな半円柱に、長さ  $l$  [m]、質量  $m$  [kg] の一様な棒を立てかけた。半円柱の中心を  $O$ 、半円柱と棒の接点を  $P$ 、棒と床の接触する点を  $Q$  とする。また、棒と水平面とのなす角を  $\theta$ 、棒と床との静止摩擦係数を  $\mu$ 、重力加速度  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

- (1) 棒に働く力を「力の見つけ方」に従ってすべて描きなさい。
- (2) 棒が点  $P$  で受ける円柱からの力を  $R$  [N]、点  $Q$  で受ける垂直抗力を  $N$  [N]、摩擦力を  $f$  [N] とし、以下の3つの式を立てよ。
  - ①鉛直方向の力のつりあい
  - ②水平方向の力のつりあい
  - ③点  $Q$  まわりでの力のモーメントのつりあい
- (3)  $N$ 、 $R$ 、 $f$  を  $m$ 、 $r$ 、 $l$ 、 $g$  を用いて答えよ。
- (4) 棒が滑らないための  $\mu$  の条件を求めよ。



**12** 次の文章を読み、各問いに答えよ。

図のように、質量  $M$  [kg]、長さ  $l$  [m] の棒を水平面からの仰角を  $\theta$  にして壁に立てかけ、質量  $m$  [kg] の人が棒をはしごにしてのぼっていく。このときの床は粗く、棒と床との間の静止摩擦係数は  $\mu$  である。棒と壁との接点を  $A$ 、棒と床との接点を  $B$  とする。また、重力加速度  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

- (1) 棒に働く力を「力の見つけ方」に従ってすべて描きなさい。
- (2) 人から点  $B$  までの距離を  $x$  [m]、棒が点  $A$  で受ける壁からの力を  $R$  [N]、点  $B$  で受ける垂直抗力を  $N$  [N]、摩擦力を  $f$  [N] とし、以下の3つの式を立てよ。
  - ①鉛直方向の力のつりあい
  - ②水平方向の力のつりあい
  - ③点  $B$  まわりでの力のモーメントのつりあい
- (3)  $N$ 、 $R$ 、 $f$  を  $m$ 、 $M$ 、 $g$ 、 $x$ 、 $\theta$ 、 $l$  等を用いて答えよ。
- (4) 人が棒上の点  $B$  から点  $A$  まで移動しても、棒が滑らないための  $\mu$  の条件を求めよ。

