入試問題研究 第150回 2005年 神戸大学 ② 力学(モーメント)

Ⅱ 次の文章を読んで、以下の問１から４に有効数字２桁の数値で答えなさい。答には単位を明示し、導出過程も説明しなさい。説明に必要な物理量を表す記号は各自で定義して解答欄に明示しなさい。

水平な床に置かれた図のようなバーベルがある。二つのプレートの直径は等しい。Ａさんがシャフトのａ点を、Ｂさんがｂ点(中点)を、Ｃさんがｃ点を持って床から少しだけ水平に浮かせた。このとき、３人が鉛直上向きに加えた力は、Ａさんが 300 N、Ｂさんが 150 N、Ｃさんが 150 N であった。

バーベルを床に下ろした後、Ａさんがａ点を持ち、200 N の力でシャフトの軸方向にバーベルを引いて動かした。

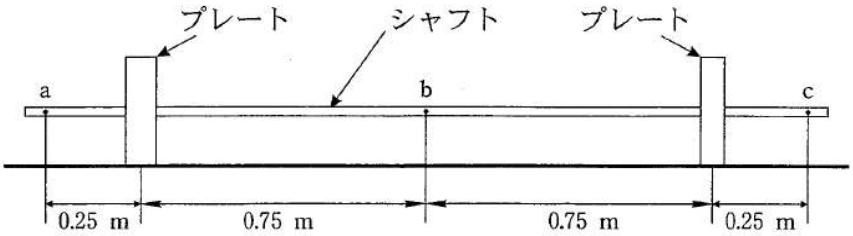
図の左側のプレートと床の間の摩擦は無視できるほど小さい。一方、右側のプレートと床の間の摩擦は無視できず、動摩擦係数は 0.50 である。シャフトの質量はプレートの質量に比べて無視できるほど小さい。両方のプレートの中心は、どちらもシャフトの中点から 0.75 m の位置にある。

問１ バーベルの質量を求めなさい。

問２ バーベルの重心の位置を求めなさい。

問３ バーベルを床の上に下ろして手を放したとき、右側のプレートに床からはたらく垂直抗力を求めなさい。

問４ 水平に引かれたバーベルの速さがゼロから 1.0 m/s に達するまでの間に、Ａさんがした仕事を求めなさい。



入試問題研究 第150回 2005年 神戸大学 ② 力学(モーメント) 解答・解説

Ⅱ **モーメントのつりあいの基本問題である。使用する物理量の定義をきちんとすることが大切。**

問１ **［定義］** バーベルの質量を m [kg]、重力加速度を 9.8 [m/s^2] とする。

バーベルを３人で持ち上げたときの鉛直方向の力のつりあい $300+150+15-9.8m=0$ より、

$m=61.22....$ だから、バーベルの質量は61 [kg] である。

問２ **［定義］** バーベルの重心の位置をａ点から x [m] の位置とする。

ａ点を中心とするモーメントのつりあいより $150\times1.0+150\times2.0-\left(\frac{600}{9.8}\right)\cdot9.8\times x=0$ が成立するので、 $x=450\div600=0.75$ である。

よって、ａ点より0.75 [m] 右の位置に重心がある。(中心より左に0.25 [m] のところ、左のバーベルから右に0.50[m] のところ、右のバーベルから左に1.0[m] など表現はいろいろ)

問３ **［定義］** バーベルを床の上に下ろして手を放したとき、床からはたらく垂直抗力は、左のプレートが N_L [N]、右側のプレートが N_R [N] であるとする。

左のプレートと床の接点を中心とするモーメントのつりあいより

$N_R\times1.5-\left(\frac{600}{9.8}\right)\cdot9.8\times0.50=0$ が成立するので、 $N_R=200$ であるから、右側のプレートの垂直抗力は 200 N である。（また、左のプレートは 400 N である）

問４ バーベルが床から受ける動摩擦力は $f'=0.50\times200=100$ [N]、バーベルを引く外力は 200 N である。バーベルの運動方程式を作ればよい。

［定義］ バーベルの加速度を a [m/s^2] とする。

バーベルの運動方程式は $\left(\frac{600}{9.8}\right)a=200-100$ である。よって、加速度は $a=\frac{9.8}{6}$ である。

［定義］ 次に、水平に引かれたバーベルの速さがゼロから 1.0 m/s に達するまでに動く距離を x とする。

等加速度運動の公式 $v^2-v_0^2=2ax$ より、 $1.0^2-0^2=2\times\frac{9.8}{6}\times x$ が成立する。よって、移動距離は $x=\frac{6}{19.6}$ [m] である。 後は仕事の計算になる。

引く力が 200 N だから、Ａさんがした仕事は $200\times\frac{6}{19.6}=61.22...$ より、61 [J] である。