

### 復習問題 (1)

問題 1 慣性モーメントの次元は何か答えよ。

問題 2 剛体の回転運動の運動方程式を示し，左辺と右辺との次元が合っていることを示せ。

問題 3 物体の慣性モーメントと作用するトルクがそれぞれ以下に示す値のとき，物体の角加速度を求めよ。

(1) 慣性モーメント  $10 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ，トルク  $20 \text{ N} \cdot \text{m}$

(2) 慣性モーメント  $60 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ，トルク  $6.28 \text{ N} \cdot \text{m}$

問題 4 慣性モーメントが  $6.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  のはずみ車を，回転しはじめてから 30 秒間に 300 rpm まで加速するには，いくらのトルクが必要か。

問題 5 一辺の長さがそれぞれ  $l, h$ ，質量が  $m$  である長方形を長さ  $l$  の辺まわりに回すとき，慣性モーメントを求めよ。

問題 6 図 1 のような台形において， $x$  軸 (図中の横軸) および  $y$  軸 (図中の縦軸) まわりの慣性モーメント，および回転半径を求めよ。なお面密度を  $\rho$  とする。

問題 7 図 2 のような直角二等辺三角形において，軸 1 (重心をとる軸) まわりの慣性モーメント，および回転半径を求めよ。なおこの三角形板の質量を  $M$  とする。

問題 8 図 2 のような直角二等辺三角形において，軸 2 まわりの慣性モーメント，および回転半径を求めよ。なおこの三角形板の質量を  $M$  とする。

問題 9 半円の直径まわりおよび対称軸まわりの慣性モーメントを求めよ。この半円の半径を  $R$ ，質量を  $M$  とする。

問題 10 図 4 のような平行四辺形において， $x$  軸 (図中の横軸)， $y$  軸 (図中の縦軸) および  $z$  軸 (紙面に垂直) まわりの慣性モーメントを求めよ。なおこの平行四辺形の質量を  $m$  とする。

問題 11 図 5 のような穴の空いた円板がある。円盤の直径は 100 mm，穴は正方形で一辺

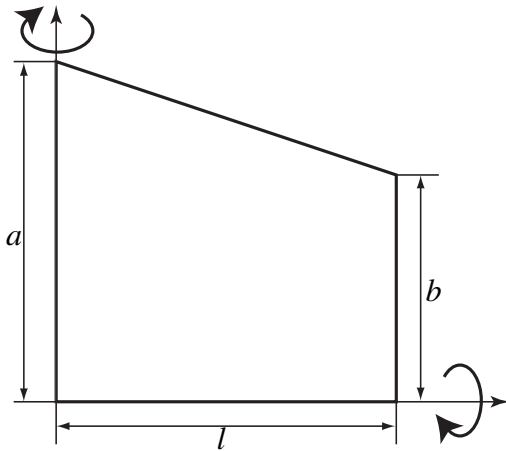


図 1 台形の慣性モーメントの計算

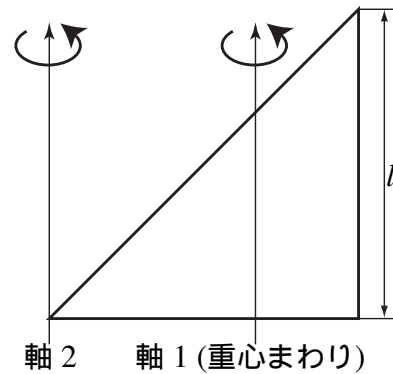


図 2 直角二等辺三角形の慣性モーメントの計算

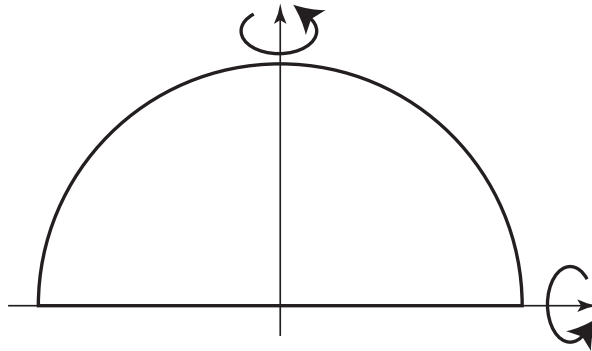


図 3 半円の慣性モーメントの計算

の長さが 20 mm である。  $x$  軸 (図中の横軸) ,  $y$  軸 (図中の縦軸) および  $z$  軸 (紙面に垂直) まわりの慣性モーメントを求めよ。なお面密度を  $0.12 \text{ kg/m}^2$  とする。

ヒント:  $x$  軸,  $y$  軸まわりの慣性モーメントの計算では, 円板の慣性モーメントから穴の慣性モーメントを引き算すれば良い。

問題 12 図 6 のような穴の空いた鋼鉄製の車輪がある。直径まわり, および中心軸まわりの慣性モーメントを求めよ。計算には円板の慣性モーメント  $I_x = \frac{1}{4}mr^2$  および  $I_z = \frac{1}{2}mr^2$  を利用してよい。また鉄の密度は  $7.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  である。

問題 13 図 7 のように, 直径  $D$ , 質量  $M$  の円板状の定滑車に軽くて伸び縮みしない糸を巻き付け, その先端に質量  $m$  のおもりを吊り下げて静かに手を離すと, 滑車が回転しておもりが落下した。輪軸の摩擦は無視できるものとして, 以下の問いに答えよ。  
(3) 定滑車の慣性モーメントを求めよ。

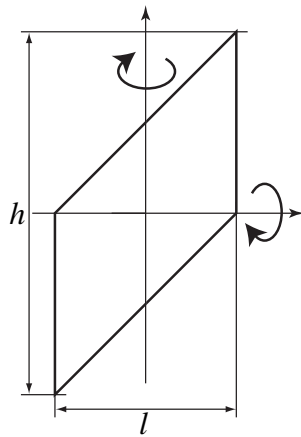


図4 平行四辺形の慣性モーメントの計算

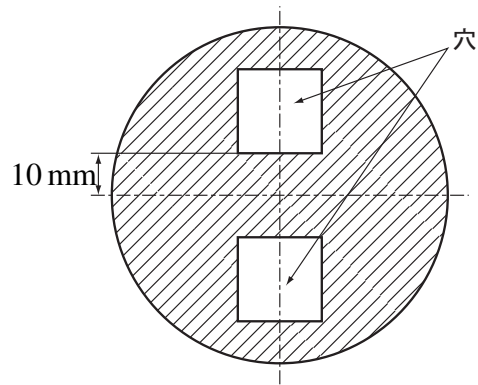


図5 穴空き円板の慣性モーメントの計算 (ハッチングしてある部分が板)

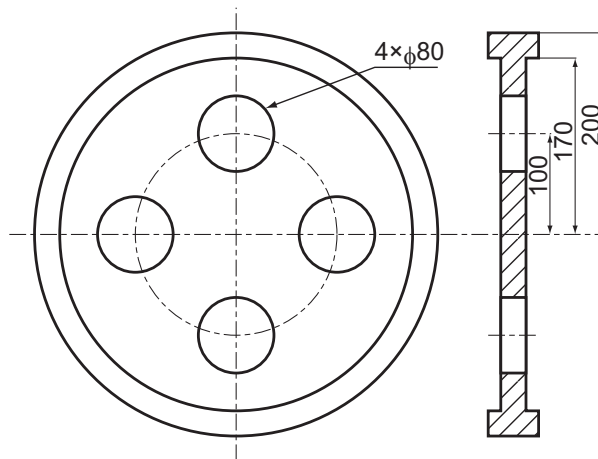


図6 車輪の慣性モーメントの計算

- (4) 定滑車の回転に関する運動方程式，およびおもりの運動方程式を示せ。記号は適宜定めること。
- (5) 滑車の角加速度とおもりの加速度との関係を示せ。
- (6) おもりの加速度を求めよ。

問題 14 図8のように，半径  $r$ ，質量  $m$  の円柱に軽いロープを巻き付け，ロープを水平方向に引いて転がす。円柱と床との間の滑りはないものとするとき，次の問いに答えよ。

- (7) 円柱の運動方程式を記せ。

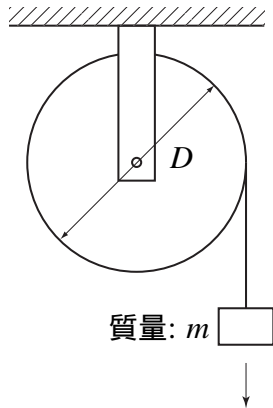


図 7 定滑車から落下するおもり

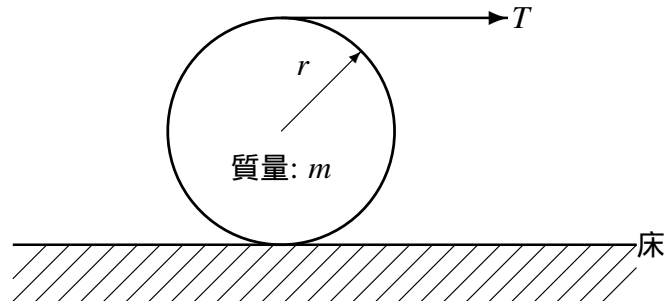


図 8 ロープを巻いた円柱を引く

(8) 円柱の加速度と角加速度の関係を記せ。

(9) 円柱の加速度を求めよ。

問題 15 図 9 のように、定滑車を丈夫な糸で天井に吊るし、これに糸をかけて両端に質量  $m_A$  の物体 A と質量  $m_B$  の物体 B を吊り下げて静かに手を離れた。定滑車は円板と見なしてよいものとし、その半径は  $R$ 、質量は  $M$  である。輪軸の摩擦は無視できるが滑車と糸との間での滑りはないものとする。次の問いに答えよ。

(10) A, B それぞれの運動方程式を記せ。

(11) 定滑車の運動方程式を記せ。

(12) 滑車の角加速度とおもりの加速度との幾何学的関係を示せ。

(13) A の加速度を求めよ。

問題 16 ひもを巻き付けられた質量  $m$ 、半径  $r$  の円柱がある。ひもの一端を天井に固定し円柱を落下させる。次の問いに答えよ。

(14) 円柱の運動方程式を記せ。

(15) 円柱の重心の加速度を求めよ。

(16) ひもの張力を求めよ。

問題 17 図 11 のように、角度  $\theta$  の斜面上にある半径  $r$ 、質量  $m_1$  の円柱の中心を通る回転軸にひもを結び付け、質量と摩擦を無視できる定滑車を経て質量  $m_2$  のおもりを取りつける。このおもりによって円柱が斜面上を滑ることなく転がりながら上昇するとき、次の問いに答えよ。なお転がり摩擦は無視できるものとする。

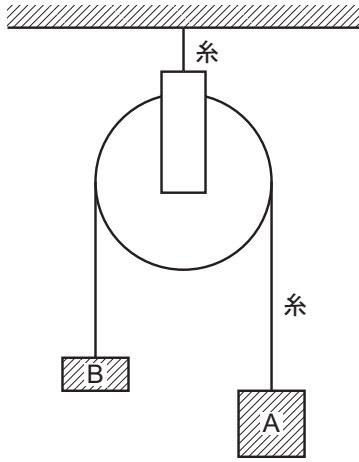


図9 アトウツドの器械

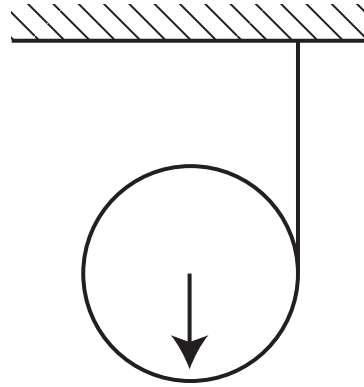


図10 ひもを巻き付けられて落下する円柱

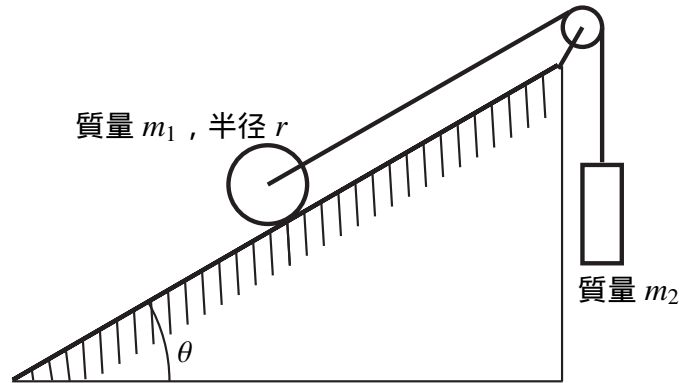


図11 おもりによる円柱の引き上げ

- (17) 円柱, おもりそれぞれの運動方程式を記せ。
- (18) 円柱の角加速度とおもりの加速度との幾何学的関係を示せ。
- (19) 円柱の加速度を求めよ。
- (20) ひもの張力を求めよ。

問題 18 質量 2.0 kg の箱を水平な床に置き, 水平方向に力  $F$  を加える。床と箱との間の静摩擦係数は 0.25, 動摩擦係数は 0.20 である。下記のそれぞれの力を加えたとき, 箱の運動を論ぜよ。

- (21)  $F = 4.50 \text{ N}$
- (22)  $F = 6.00 \text{ N}$

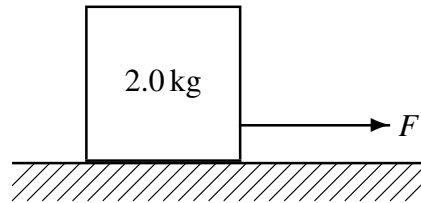


図 12 床に置いた箱を引く

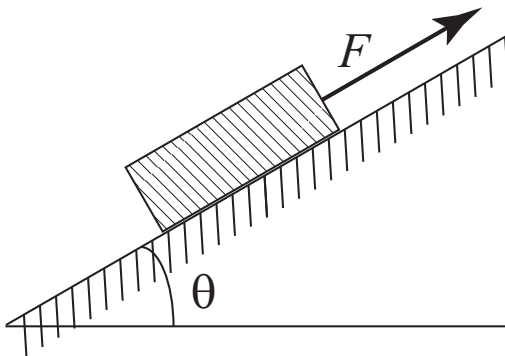


図 13 斜面上に置かれた箱の支持

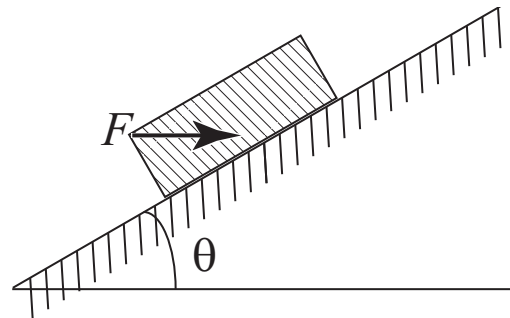


図 14 斜面上に置かれた箱の支持

問題 19 図 13 のように、水平と  $\theta$  の角度をもつ斜面上におかれた質量  $m$  の箱を、斜面方向の力  $F$  で支える。斜面と箱との間の静摩擦係数を  $\mu_s$  とするとき、この箱が動かないための  $F$  の条件を求めよ。

問題 20 図 2 のように、水平と  $\theta$  の角度をもつ斜面上におかれた質量  $m$  の箱を、斜面方向の力  $F$  で支える。斜面と箱との間の静摩擦係数を  $\mu_s$  とするとき、この箱が動かないための  $F$  の条件を求めよ。

問題 21 図 15 に示すように、太さが一様な長さ  $2l$ 、質量  $m$  の棒 AB を鉛直壁面と水平床面に立てかけて置きたい。水平面と棒 AB のなす角を  $\theta$  とするとき、以下の問いに答えよ。

(23) 壁も床も滑らかなときは、B 点に水平力をかけないと棒は滑り落ちる。このときの水平力の大きさを求めよ。

(24) 床面と棒との静摩擦係数を  $\mu_s$  とし、壁の摩擦を無視するとき、棒が滑り落ちないための  $\theta$  の条件を求めよ。

問題 22 直径 50 mm、質量 170 g のプラスチック球を水平面上で初速度 6.0 m/s で転がしたところ、7.0 秒転がって自然に停止した。この球と水平面との間の転がり摩擦

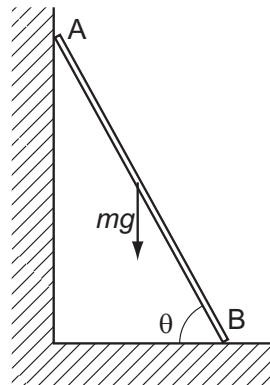


図 15 壁に立てかけられた棒

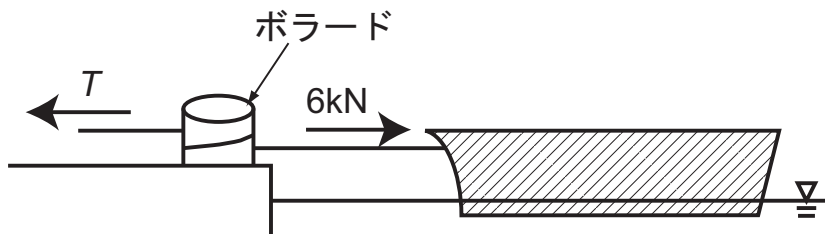


図 16 船の係留に必要な張力

係数を求めよ。

問題 23 頂角  $20^\circ$  の平鑿 (ひらたがね) を石材に打ち込んで割ろうとしている。石材を押し割る力を  $7.5 \text{ kN}$  以上にするための、鑿を打ち込む力の条件を求めよ。なお鑿と石材との間の摩擦係数を  $0.3$  とする。

問題 24 船を港に係留するために、波止場の円柱 (ボラード) にロープを巻き付ける。円柱を用いずに船に係留するのに必要なロープの張力を  $6 \text{ kN}$ 、円柱の直径を  $40 \text{ cm}$ 、円柱とロープとの間の静摩擦係数を  $0.3$  とするとき、以下の問いに答えよ。

(25) ロープを円柱に 1 周巻き付けたとき、船に係留するために必要なロープの張力 (図 16 中の  $T$ ) の大きさを求めよ。

(26) ロープの張力が  $60 \text{ N}$  のとき、船に係留するためにはロープを円柱に何周巻き付ける必要があるか。

問題 25 滑らかな水平面の上に粗い水平面を持つ台がある。この台の一方から質量  $0.40 \text{ kg}$  の小物体を初速度  $3.0 \text{ m/s}$  で滑らせ、粗い面を  $80 \text{ cm}$  通過して再び滑らかな面に出たとき、速度は  $2.0 \text{ m/s}$  になっていた。以下の問いに答えよ。

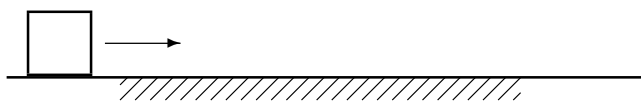


図 17 台の上を滑る小物体

- (27) 粗い面を滑っているときの，小物体の加速度を求めよ。
- (28) 粗い面を滑っているときに小物体にはたらく摩擦力を求めよ。
- (29) 動摩擦係数を求めよ。

この復習問題の解答について

この復習問題の解答は、以下の URL に置く予定です。

[http://fluid.mech.kogakuin.ac.jp/~minnie/for\\_students/engmech.html](http://fluid.mech.kogakuin.ac.jp/~minnie/for_students/engmech.html)