

復習問題 (1)

以下の問題において，重力加速度を $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ とする．

問題 1 図 1 のように，中央に物体を吊ったロープを，鉛直と 30° の角度になるまで水平に引っ張った．このときのロープの張力 T と水平力 H の大きさはいくらか．

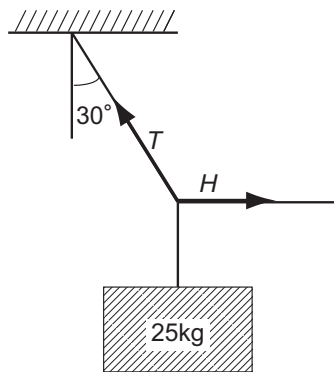


図 1 ロープで吊された物体

問題 2 図 2 のように，傾き θ のなめらかな斜面上に質量 m の台車をのせ，斜面と ϕ の角をなす斜め上方に糸で引いて静止させる．このとき，糸の張力と，台車が斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ．ただし， $\theta + \phi < 90^\circ$ とする．

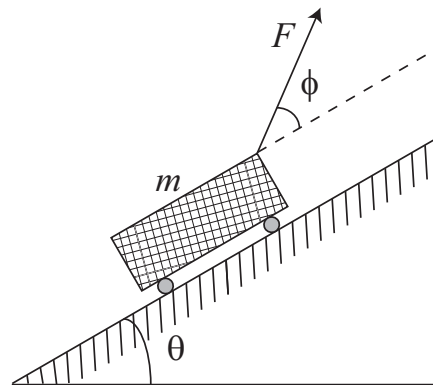


図 2 台車の引き上げ

問題 3 図 3 に示すように質量 m の円筒が水平とのなす角 θ の斜面と鉛直な壁の間にある．接触点での反力 R_1, R_2 の大きさを求めよ．

問題 4 同じ太さで質量 m の 2 本のなめらかな円管を，図 4 のように壁と斜面で支えるとき，各接触線にはたらく反力 $N_1 \sim N_4$ を m, g, θ で表せ．

問題 5 図 5 のように，なめらかな 2 つの斜面を持つ三角柱の頂点に小さな滑車をつけ，2 つの物体を糸でつなぎ斜面上に載せる．これらがつりあって静止するとき，質量 m_1, m_2 の比を求めよ．

問題 6 図 6 のように，地面におかれた質量 m の台の上に質量 M の人が乗り，台につけたロープを天井に固定した滑車に通して，ロープの端を台上の人が大きさ F の力で

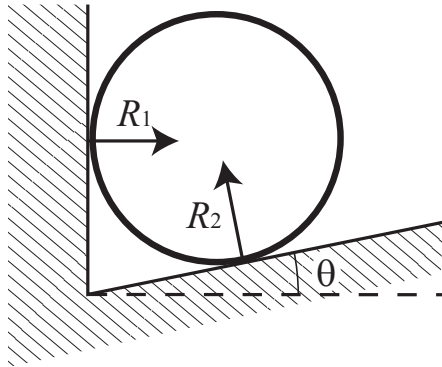


図3 壁と斜面の間におかれた円筒

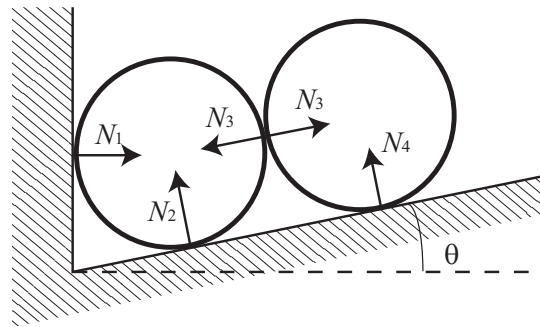


図4 壁と斜面で支えられた2本の円筒

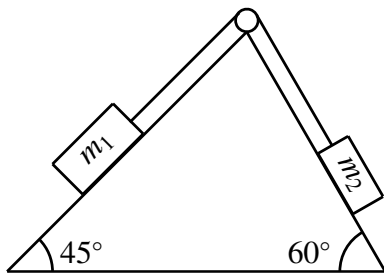


図5 二重斜面での物体のつりあい

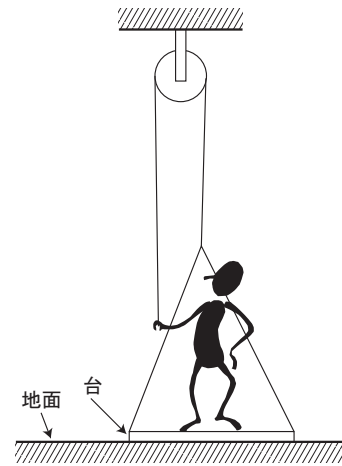


図6 自力引き上げ機

引いている．次の問いに答えよ．

- (1) 人が台におよぼす力の大きさはいくらか．
- (2) 台が地面から離れないとき，台が地面におよぼす力の大きさはいくらか．
- (3) 人の質量が $M = 70.0 \text{ kg}$ ，台の質量が $m = 11.0 \text{ kg}$ のとき，この人が台に乗って自分を引上げるには，いくら以上の力でロープを引かなければならないか．

問題7 図7のように，P 点に静止している A 球と同じ水平線上で P より距離 L の点に電磁石で吸着させた B 球がある．A 球を初速度 v_0 で P 点から水平投射すると同時に電磁石のスイッチが切れて B 球が自由落下し，途中で A 球と衝突した．床から投射点 P までの高さを H とし，球の大きさと空気抵抗は無視できるものとする．次の問いに答えよ．

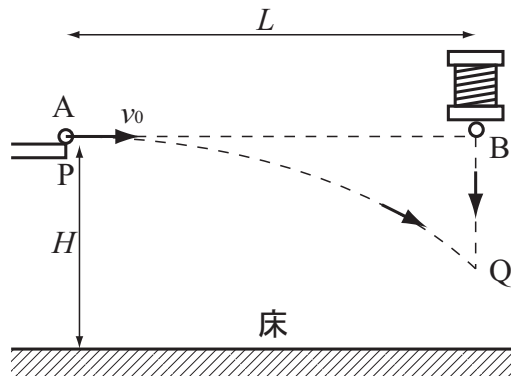


図7 水平投射のモンキーハンティング

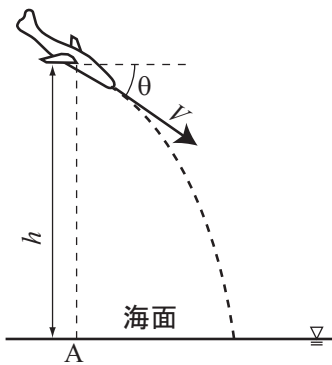


図8 通信筒を投下する飛行機

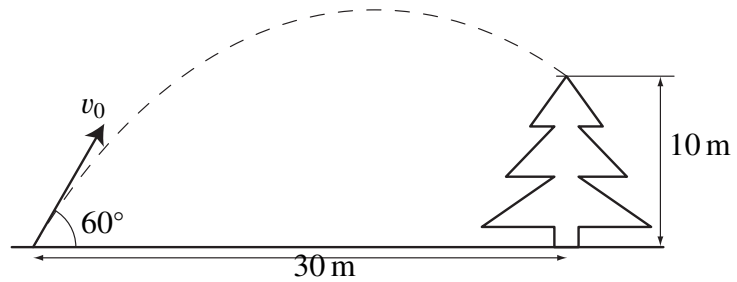


図9 樹木のこずえに小岩を当てる

- (4) B 球が自由落下をはじめてから，A 球と衝突するまでの時間を求めよ．
- (5) 衝突点 Q の床からの高さを求めよ．
- (6) 衝突直前の両球の速さは，それぞれいくらか．

問題 8 図 8 のように，速さ V で水平となす角 θ の斜め下方に降下している飛行機が，海面の A 地点の上空 h の高さから通信筒を投下した．次の問いに答えよ．

- (7) 通信筒が海面に落ちるまでの時間を求めよ．
- (8) 通信筒の落下地点の，A 地点からの距離を求めよ．

問題 9 ある地点から水平方向 30 m 先にある高さ 10 m の樹木のこずえに小石を当てたい． 60° の方向に投げ上げる場合，初速度 v_0 をいくらにすればよいか．

問題 10 図 10 のように，質量や摩擦の無視できる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

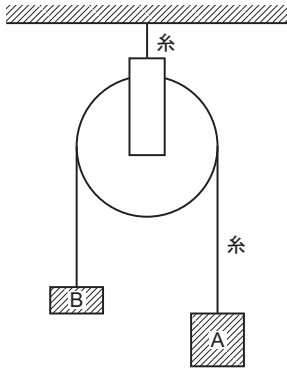


図 10 アトウッドの器械

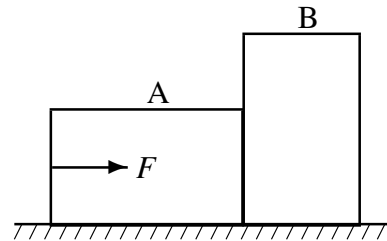


図 11 水平面上の 2 物体

手を離した．次の問いに答えよ．

- (9) A の加速度を求めよ．
- (10) A, B を吊り下げた系の張力を求めよ．
- (11) 滑車を吊り下げた系の張力を求めよ．

問題 11 図 11 のように，なめらかな水平面上に質量 m_A の物体 A と質量 m_B の物体 B を接触させておいてある．水平方向の外力 F で A を B の方向に水平方向に押しとき，加速度，および A が B を押す力を求めよ．

問題 12 図 12 のように，2 つの箱をロープでつないで鉛直上方に持ち上げる．A の質量を m_A ，B の質量を m_B とし，ロープの質量と伸縮性は無視できるものとする．加速度，およびロープの張力を求めよ．

問題 13 図 13 のように，ロープで吊り下げた台 A に箱を載せて鉛直上方に持ち上げる．台 A の質量を m_A ，箱 B の質量を m_B とする．加速度，および台が箱におよぼす反力を求めよ．

問題 14 図 14 のように，角度 θ の滑らかな斜面上にある質量 m_1 の台車にひもを結び付け，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台車が斜面上を上昇するとき，次の問いに答えよ．

- (12) 台車，おもりそれぞれの運動方程式を記せ．
- (13) 台車の加速度を求めよ．
- (14) ひもの張力を求めよ．

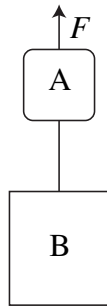


図 12 ロープでつないだ 2 つの箱の持ち上げ

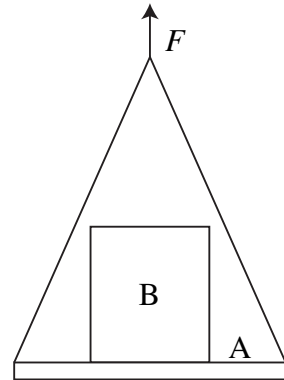


図 13 エレベータによる持ち上げ

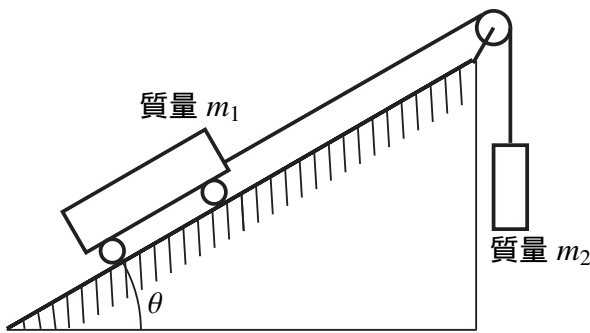


図 14 おもりによる台車の引き上げ

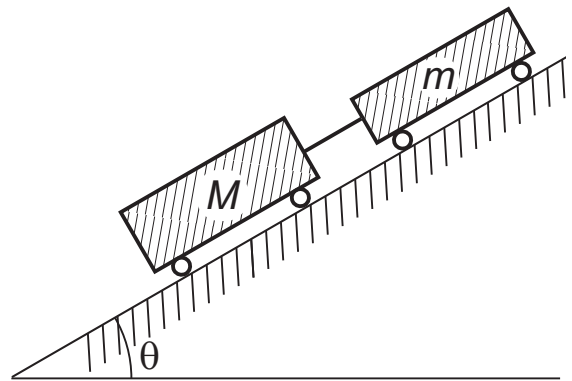


図 15 斜面におかれた、連結された 2 つの台車

問題 15 図 15 のように 2 つの台車を軽く丈夫な糸で連結し、水平面から角度 θ だけ傾いた滑らかな斜面上に置いて手を離れたとき、この台車の加速度と糸の張力を求めよ。(20 点)

問題 16 質量 m の小球を地表から初速度 v で鉛直上方に投げ上げる。以下の問いに答えよ。

(15) 高さ h の位置に小球が届いたときの速度を、運動学的に求めよ。

(16) 高さ h の位置に小球が届いたときの速度を、力学エネルギー保存則から求めよ。

問題 17 図 16 のように、上端を固定したばねの下端に質量 m のおもりをつけ、手で支えながら静かに釣り合いの状態まで下げていったら、 x 伸びて釣り合った。以下の問いに答えよ。

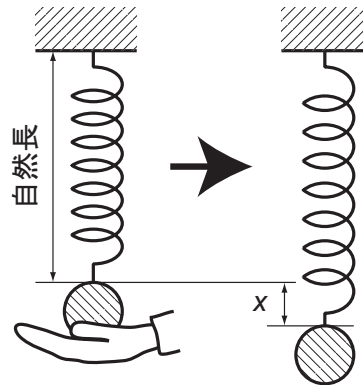


図 16 ばねに吊り下げられたおもり

- (17) ばね定数を求めよ .
- (18) 釣り合いの状態になるまでに , 重力がおもりにした仕事を求めよ .
- (19) 釣り合いの状態において , ばねの持つ弾性エネルギーを求めよ .

問題 18 長さ 40 cm の糸でおもりを吊し , これを一方に引き上げて糸が鉛直方向と 60° の角をなすときに放した . おもりが最下点に達するときの速さを求めよ .

問題 19 抵抗係数 $C_D = 0.60$, 投影面積 $A = 1.8 \text{ m}^2$ のレーシングカーを速度 300 km/h で走らせるのに必要なエンジン馬力を計算したい . 自動車の空気抵抗の大きさは $F = C_D \cdot A \cdot \frac{1}{2} \rho v^2$ ($\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$: 空気の密度) で求められる . 以下の問いに答えよ .

- (20) この車が 300 km/h で走行しているとき , 車体にはたらく空気抵抗の大きさを求めよ .
- (21) この車を 300 km/h で走らせるのに必要な動力を SI 単位で求めよ . なお動力とは 1 秒間あたりに必要なエネルギーのことである . (ヒント : この車は 1 秒間に何メートル進むか?)
- (22) 上記の動力を馬力で示せ . (1 馬力は 735.5 W として計算せよ .)

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