

復習問題 (2)

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 1740 kg の乗用車が 100 km/h で走行している．このとき自動車にはたらいっている空気抵抗を 370 N とするとき，以下の問いに答えよ．

- (1) 水平な面を走るときには，いくら動力が必要か．
- (2) 5% の傾斜の坂道を登るには，いくら動力が必要か．5% の傾斜とは，坂道の傾きの正接 (タンジェント) が 0.05 という意味である．
- (3) 機械効率を 70% とするとき，この自動車を上記の条件で走らせるのに必要なエンジン馬力を求めよ．(1 馬力は 735.5 W として計算せよ．)

問題 2 滑らかな水平面上を右向きに速度 20 m/s で動いてきた質量 0.20 kg の台車が，先頭に取りつけられた簡易ばねを介して壁に衝突し，左向きに 16 m/s で跳ね返る．簡易ばねはばね鋼ではなく針金でできているので，衝突の際に押し曲げられて元の長さに戻らないものとする．以下の問いに答えよ．

- (4) 衝突する前の台車の運動量を求めよ．
- (5) 台車が壁から受けた力積を求めよ．
- (6) ばねの針金の変形に用いられたエネルギーを求めよ．

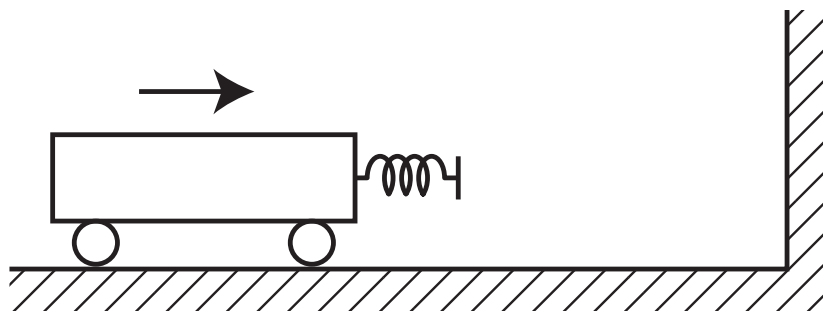


図 1 壁に衝突し跳ね返る台車

問題 3 速度 35 m/s をもつ質量 30 kg の物体が，50 N の抵抗に出会って，それが 6.0 s 間続いたとすれば，このため物体の速度はいくらになったか．

問題 4 速度 35 m/s をもつ質量 30 kg の物体が、 600 N の抵抗に出会って、それが 10 m の距離を運動する間続いたとすれば、このため物体の速度はいくらになったか。

問題 5 一直線上を、質量 0.30 kg の球 A が 2.0 m/s で進み、これと逆向きに、質量 0.60 kg の球 B が 3.0 m/s で進んできて正面衝突した。衝突後、球 B は静止した。球 A の速度を求めよ。

問題 6 図 2 のように、質量 M および m の 2 つの小球がお互いに固定され、間に縮んだばねが挟まれている。ある瞬間に固定をはずすと、それぞれの小球はばねの力によってお互いに押し合い、速度 V および v で運動した。次の問いに答えよ。なお摩擦などによるエネルギーの損失は無視できるものとする。

(7) v を V の式で表せ。

(8) ばねが縮んでいるときに蓄えられていた弾性エネルギーを求めよ。

問題 7 質量 M の長い台車が図 3 のように側壁に接して置かれている。台車の上面と同じ高さの面を滑ってきた質量 m の小物体が速さ v_0 で台車上に乗り、台車の面上を滑ると同時に、台車も滑り出したが、しばらくして小物体は台車上で止まり、台車と一体となって動いた。台車と小物体との間には摩擦がはたらくが、それ以外の水平面の摩擦は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。

(9) 台車と小物体とが一体となったときの速さを求めよ。

(10) 小物体が台車に乗ってから、台車と一体となるまでに摩擦によって失われた力学エネルギーを求めよ。

問題 8 質量 M の木片を糸で静かに吊り下げてある。これに、質量 m の弾丸を水平方向から重心に打ち込んだところ、弾丸は木片の中に入り一体となって糸が鉛直線と θ の角をなすまで振り上がった。木片の重心から糸の支点 (図 4 の O) までの長さを l とする。弾丸の速度を求めよ。

問題 9 なめらかな水平面上で、小球に軽い糸を結び、糸の一端を水平面の O 点に固定する。糸がたるまないようにピンと張って、小球に糸と垂直な方向に、 12.0 m/s の速度を与えて等速円運動させた。このとき糸の長さは 0.650 m であった。次の物理量を求めよ。

(11) 周期 (12) 回転数 (13) 角速度 (14) 加速度の大きさ

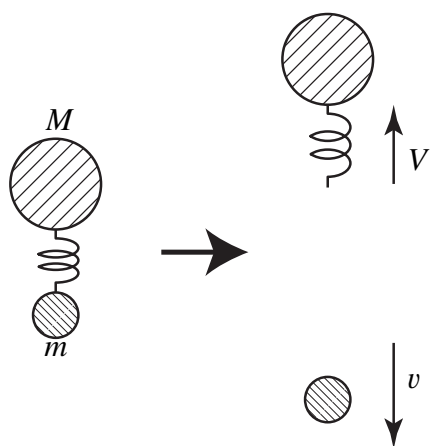


図2 ばねでつながれた2つの小球の分離

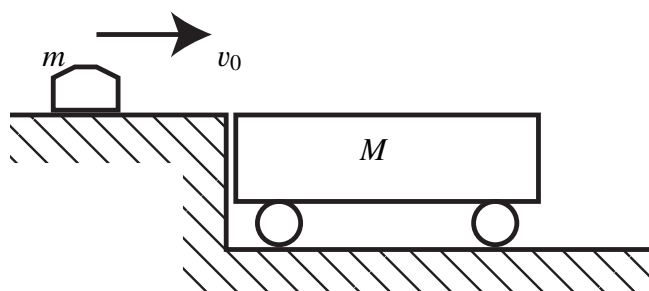


図3 台車上で滑って止まる物体

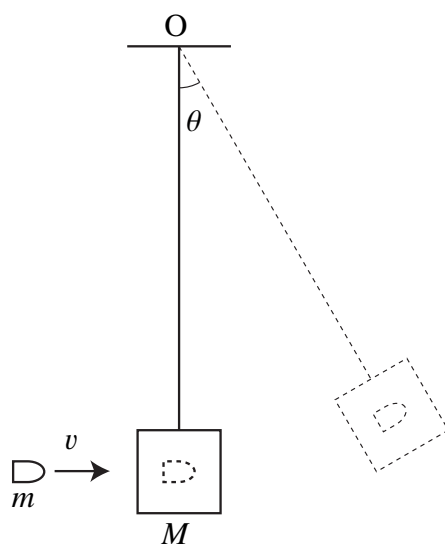


図4 振子に打ち込んだ弾丸

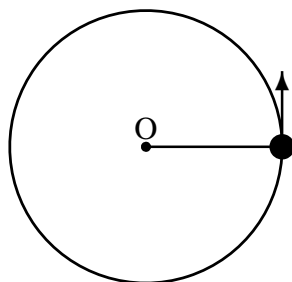


図5 等速円運動

問題 10 図 6 のように，自由に回転する台上に小型モーターと軽いレールが置かれ，その上に質量 3.0 kg のおもりが 2 個置かれている．おもりはモーターの軸と糸でつながれており，またモーターの回転は台には伝わらない．はじめに回転の中心軸からおもりまでの距離を 40 cm にし，台を角速度 6.28 rad/s で回転させた．以下の問いに答えよ．(各 10 点)

- (15) おもりの速度 (周速度) を求めよ．
- (16) おもりの持つ角運動量を求めよ．(2 個分の合計．なお半径 r ，速度 v で回転する質量 m の物体の角運動量は $mr v$ で求められる．)
- (17) 糸の張力を求めよ．
- (18) モーターで糸を巻き取っておもりを中心方向に近づけ，中心軸からおもりまでの距離を 25 cm に縮める．このとき角速度はいくらになるか求めよ．なお台やレール，モーターの質量はおもりに比べて軽く，また空気抵抗や台の回転による摩擦トルクは小さいので，いずれも無視してよいものとする．

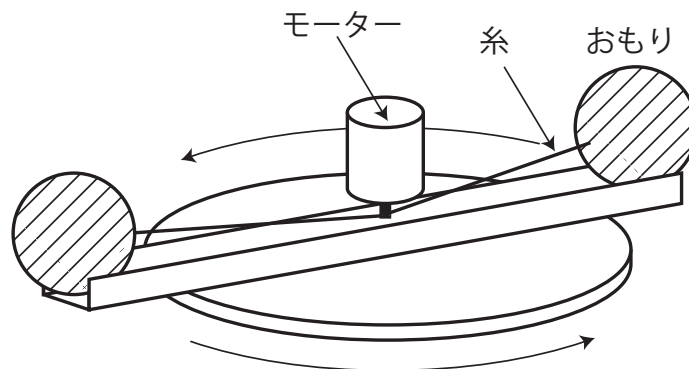


図 6 回転する台上の 2 つのおもり

問題 11 長さ 2.50 m の糸の先端に質量 0.160 kg のおもりを取りつけた円錐振り子が，鉛直線と 30° の角度で回転している．このとき次の問いに答えよ．

- (19) 鉛直方向の力の釣り合いから，糸にはたらく張力を求めよ．
- (20) 水平方向の運動方程式から，振り子の角速度と回転数を求めよ．

問題 12 図 7 のように，なめらかで水平な回転台の上に，ばね定数 k で自然長 l_0 の軽いばねを横たえ，一端に質量 m のおもりをつけ，他端を回転台の軸に固定して回転台とともに角速度 ω で回転させた．ばねの伸びを求めよ．

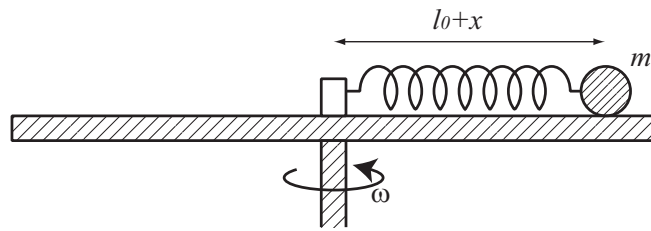


図7 水平な回転台に固定されたばねとおもり

問題 13 長さ l の糸の先端に質量 m のおもりを取りつけた円錐振り子が、鉛直線と θ の角度で回転している。このときの振り子の回転する角速度と、糸にはたらく張力を求めよ。

問題 14 直径 1.75 m の車輪をつけた機関車の車軸が毎分 240 回転しているとき、その角速度および車輪の周速度を求めよ。

問題 15 長さ 2.00 m の糸の一端に、質量 120 g のおもりを結びつけ、他端を中心として、おもりを水平面内に 69.0 rpm で回転させたとき、糸にはたらく張力を求めよ。

問題 16 時速 40 km/h で走っているオートバイが、半径 50 m のカーブを曲がる時車体を垂直から何度傾ければよいか。

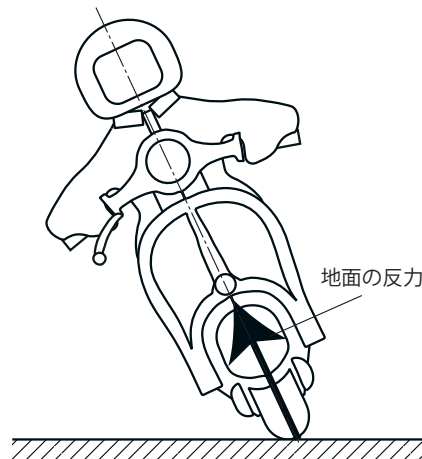


図8 カーブを曲がるオートバイ

問題 17 鈴鹿サーキットのデグナーカーブと呼ばれるコーナーは入口が 15 R , 出口が 25 R の複合カーブである。ここで 15 R とは曲率半径が 15 m という意味である。以下の問いに答えよ。

- (21) レーシングカーが 90 km/h でこのコーナーに進入したとき，コーナー入口でのこの車の横方向加速度を求めよ．
- (22) この車が同じ横方向加速度でコーナー出口から出てくるとするとき，この車の速度を求めよ．

問題 18 体重 65 kg の人が自動車に乗っている．以下の問いに答えよ．

- (23) 自動車が 60 km/h から 40 km/h まで 2.9 s で減速した．このときこの人にはたらく慣性力を求めよ．
- (24) 自動車が半径 26 m のカーブを 40 km/h で曲がるとき，この人にはたらく遠心力を求めよ．

連絡

1. この演習の解答は，下記のウェブページに掲載しています．過去の復習問題もあります．
http://fluid.mech.kogakuin.ac.jp/~minnie/for_students/
2. 定期試験は 7 月 28 日 (水) 第 2 時限の予定です．(必ず自分で掲示を確認すること．)
3. 定期試験には関数電卓を必ず持参のこと．