

基本問題

- 1 何も持たない手を壁にぶつけても怪我をしないが、重い物を手に持って手を壁にぶつけると怪我をするのはなぜか。
- 2 物体が加速度を持っていないとき、物体にはどのような力も作用していないと言えるか。
- 3 自動車が高速道路を一定速度で走っているとき、加速度は0である。それでは、なぜエンジンを駆動させ、自動車に力を与え続けるのか。
- 4 図1に示すように、2 kg の物体 A と 5 kg の物体 B が、軽くて伸びない糸で結ばれて、テーブル上にある。物体 B を 20 N の力で右方向に引っ張ったところ、糸は切れることなく、物体 A は物体 B と一緒に動いた。物体 A, B とテーブルの間の摩擦は、無視できるとする。(1) 物体の加速度を求めよ。(2) 糸が物体 A を右向きに引く張力を求めよ。(3) 糸が物体 B を左向きに引く張力を求めよ。

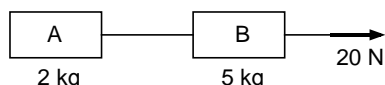


図 1: 糸で引かれる二つの物体

- 5 図2に示すように、質量 400 g で速度 120 km/h の野球ボールをバットで打ったところ、速度 140 km/h で飛んでいった。ボールとバットが衝突している時間は、0.005 s であった。衝突している間に、バットはボールに一定の力を加えると仮定し、バットがボールに加える力を求めよ。

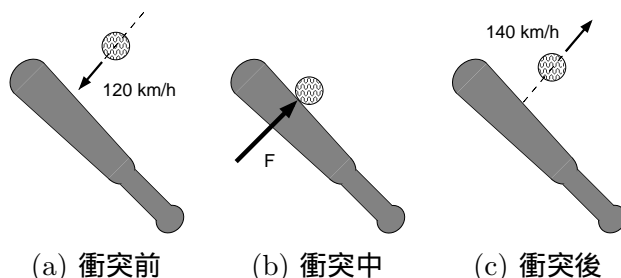


図 2: ボールをバットで打つ

- 6 水平で摩擦のないエアホッケーの台の上で、1 kg のパックに水平加速度 g をつくりだすためには、何 N の水平力を加える必要があるか。また、この水平力は、何 kgf に相当するか。ただし、重力加速度 g は 9.8 m/s^2 とする。
- 7 図3に示すように、真横からセンタリングされたサッカーボールを、ヘディングして 90° 向きを変え、ゴールに入れる。ヘディング後のボールの速さ

は、ヘディング前の速さの 1.2 倍であった。ヘディングのときに、ボールに作用する力の方向を図で表せ。

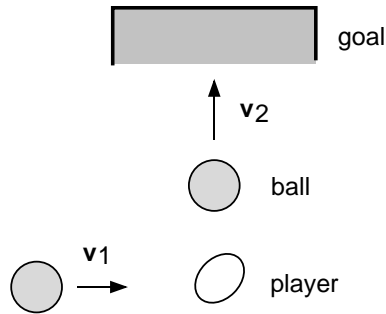


図 3: サッカーボールのヘディング

- 8 糸の下端に $500g$ の重りを取りつけて、上端を上向きに加速度 $2m/s^2$ で引っ張る。このとき、糸の張力を求めよ。重力加速度は $9.8m/s^2$ とする。張力の大きさが糸の限界張力を越えると、糸は切れる。
- 9 図 4 に示す単振り子に対して、以下の問いに答えよ。(1) x, y 方向の質点の加速度 \ddot{x}, \ddot{y} を角度 θ 、角速度 $\dot{\theta}$ 、角加速度 $\ddot{\theta}$ を用いて表せ。(2) 張力の大きさを T で表す。張力ベクトルを求めよ。(3) 質点の運動方程式を求め、角度 θ に関する微分方程式を導け。

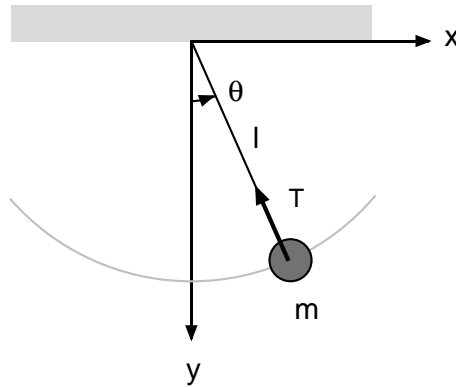


図 4: 単振り子

ヒント

$$\frac{d}{dt} \cos \theta = \dot{\theta}(-\sin \theta)$$

$$\frac{d}{dt} \sin \theta = \dot{\theta}(\cos \theta)$$

$$\frac{d}{dt}(\dot{\theta} \cos \theta) = \ddot{\theta} \cos \theta + (\dot{\theta})^2(-\sin \theta)$$

$$\frac{d}{dt}(\dot{\theta} \sin \theta) = \ddot{\theta} \sin \theta + (\dot{\theta})^2(\cos \theta)$$

- 10 月面上の重力は，地球上の重力の $1/6$ である． $10kg$ の物体の重さは，月面上ではいくらか．また，地球上ではいくらか．この物体の質量は，月面上ではいくらか．また，地球上ではいくらか．
- 11 質量 m_1 と m_2 の二つの物体を持って，ボートに乗る．ここで， $m_1 > m_2$ とする．二つの物体を順次，同じ方向に投げて，ボートを加速する．質量 m_1, m_2 の順に物体を投げるのと，質量 m_2, m_1 の順に物体を投げるのと，どちらが大きい加速度を得られるか．
- 12 質量 $5kg$ ，速度 $1m/s$ で泳いでいる大きな魚が，質量 $2kg$ ，速度 $0.5m/s$ で逃げる小さな魚を飲み込んだ．飲み込んだ直後の魚の速度を求めよ．
- 13 ボクサーは，体を後方に反らし，相手のパンチを受け流す．体を後方に反らすことにより，パンチを受けている時間が3倍になると，パンチによる力はどれだけ減るか．
- 14 空手家が瓦割の試技を行う．瓦を割るためには，手と空手との衝突時間を長くすればよいか，それとも短くすればよいか．それはなぜか．
- 15 消防士が，大量の水を高速で放出する消化ホースを持つことが難しいのはなぜか．

発展問題

- 1 図5に示すように，天井から糸でおもりをつりさげ，さらにおもりの下に同じ糸をつける．おもりの下の糸を引っ張る．糸を引く力を徐々に増していくと，おもりより上の糸が切れる．糸を急に強く引くと，おもりより下の糸が切れる．糸の引き方によって，切れる糸の位置が異なる理由を述べよ．

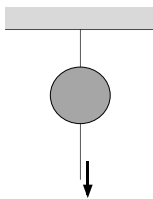


図 5: 糸で吊されたおもり

- 2 図6に示すように，質量 m の二機のグライダーを，索引機が空中で牽引している．最初グライダーは一定速度で飛んでおり，このときのロープ A

の張力は T_0 であった．次に，牽引機が加速度 a で加速した．このとき，ロープ A と B の張力はいくらか．ただし，二機のグライダーに作用する空気抵抗力は等しく，一定速度で飛んでいるときと加速しているときで空気抵抗力は変化しないと仮定する．

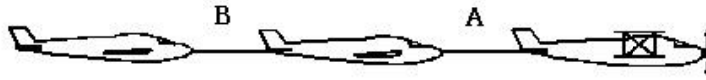


図 6: 飛行機で二機のグライダーを牽引

- 3 図 7 に示すように，ロケットが後方にガスを噴射することにより加速する．加速直前のロケットの質量を $M(kg)$ とする．ガスは，毎秒 $\mu(kg)$ の割合で噴射され，その分ロケットの質量は減少する．ガスの噴射により，力 $F(N)$ が作用する．ロケットの速度を $v(m/s)$ とし，ロケットの運動方程式を求めよ．

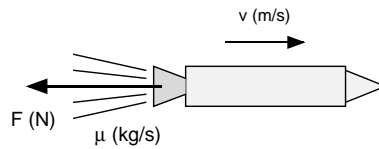


図 7: ロケットの加速

- 4 図 8 に示すように，質量 $5kg$ の物体が摩擦のない平面を $16 m/s$ で水平方向に運動し，静止している質量 $3kg$ の物体に衝突した．衝突後， $5kg$ の物体の速度は， $v_1 = 12 m/s$ となりはじめの進行方向から 30° だけ変化した． $3kg$ の物体の衝突後の速度 v_2 と角度 θ を求めよ．

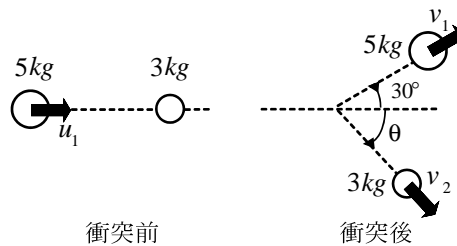


図 8: 物体の衝突