

1

状況を図示し、問いに答えよ。

道路を西向きに 25 km/h で進んでいる自動車 A を、東向きに 30 km/h で進んでいる自動車 B から見たときの相対速度 (km/h 単位) を求めよ。

2

物体 A が時刻  $t=0$  s に速度 8.0 m/s で原点を通過後、 $x$  軸上を一定の加速度  $-2.0$  m/s<sup>2</sup> で進む。

(a)  $t=0\sim 6.0$  s の運動を  $v-t$  図に表せ。

(b)  $t=0\sim 6.0$  s での移動距離  $l$  [m], および  $t=6.0$  s での変位  $x$  [m] を求めよ。

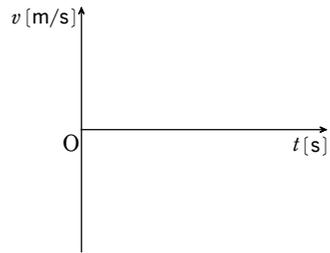
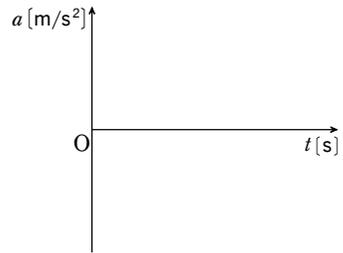
3

等加速度直線運動する物体 A について、(a)  $a-t$  図, (b)  $v-t$  図をかけ。また、(c) では問題で示した時刻における A の位置を  $x-t$  図の中に点で示し、それらを通る曲線をかけ。

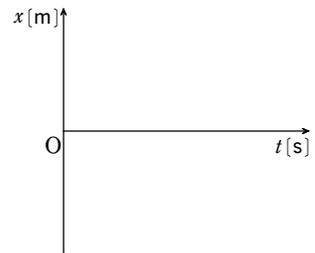
物体 A が時刻  $t=0$  s に速度 8.0 m/s で原点を通過したのち、 $x$  軸上を一定の加速度  $-4.0$  m/s<sup>2</sup> で進む。

(a)  $t=0\sim 6.0$  s の  $a-t$  図

(b)  $t=0\sim 6.0$  s の  $v-t$  図



(c)  $t=0$  s, 2.0 s, 4.0 s, 6.0 s



4

次の問いに答えよ。ただし、鉛直下向きを正の向きとし、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。

物体を鉛直下向きに速さ  $7.0 \text{ m/s}$  で投射した。  $20 \text{ m}$  落下した位置での物体の速度  $v$  [ $\text{m/s}$ ] を求めよ。

5

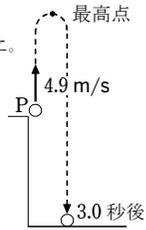
次の問いに答えよ。重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。

ビルの屋上の点  $P$  から初速度  $4.9 \text{ m/s}$  で鉛直上向きに物体を投射した。

(a) 投射してから最高点に達するまでの時間  $t$  [ $\text{s}$ ] を求めよ。

(b) 投射してから  $3.0$  秒後に地面に達したとすると、点  $P$  の地上から

の高さ  $h$  [ $\text{m}$ ] を求めよ。



6

水平な地面のある点から小球を、水平方向と  $30^\circ$  をなす向きに  $58.8 \text{ m/s}$  の速さで打ち出した。重力加速度の大きさを  $9.80 \text{ m/s}^2$  ,  $\sqrt{3} = 1.73$  とする。

(a) 小球が最高点に達するまでの時間  $t_1$  [ $\text{s}$ ] を求めよ。

(b) 最高点の高さ  $h$  [ $\text{m}$ ] を求めよ。

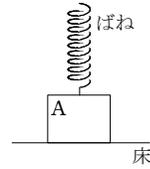
(c) 打ち出してから小球が地面に達するまでの時間  $t_2$  [ $\text{s}$ ] を求めよ。

(d) 小球が落下した点までの水平到達距離  $l$  [ $\text{m}$ ] を求めよ。

7

次の静止した物体が受ける力を、大きさを考慮して図示し、問いに答えよ。

ばねが 20 N の力で物体 A (重さ 30 N) を引く。床が A に及ぼす垂直抗力の大きさ  $N$  [N] を求めよ。

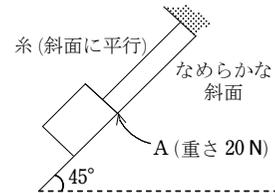


8

次の静止した物体 A が受ける力をすべて図示し、(a) と (b) の A が受ける力の大きさをそれぞれ求めよ。

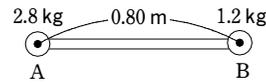
(a) 糸が引く力  $T$  [N]

(b) 斜面からの垂直抗力  $N$  [N]



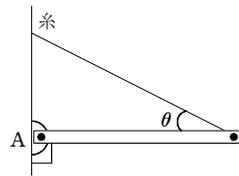
9

図のように、軽い棒におもりを固定したとき、おもりの付いた棒の重心  $G$  の位置を求めよ。



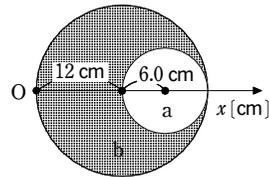
10

長さ  $l$  [m]、重さ  $W$  [N] の棒が図のように静止している。糸が棒を引く力の大きさを  $T$  [N]、棒がちょうつがいから受ける抗力の水平成分を  $R_x$  [N] (右向きを正)、鉛直成分を  $R_y$  [N] (上向きを正) とし、(a) 力のつりあいを表す式を書け。(b) 点 A のまわりの力のモーメントのつりあいを表す式を書け。(c)  $T$  [N]、 $R_x$  [N]、 $R_y$  [N] を求めよ。なお、重力の作用点は棒の midpoint にあるとする。



11

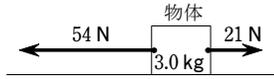
次のような一様な厚さの板について、重心の  $x$  座標を求めよ。半径 12 cm の円板から、半径 6.0 cm の円板 a を切り取った板 b



12

図のように物体に力を加えるとき、次の値を求めよ(向きも答えること)。なお、床は水平でなめらかとする。

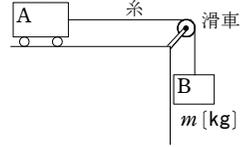
物体の加速度



13

次の値を求めよ。重力加速度の大きさを  $g$  [ $\text{m/s}^2$ ] とする。  $2m$  [ $\text{kg}$ ]

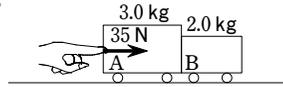
- (a) 物体 A, B の加速度の大きさ  
 (b) 糸の張力の大きさ  $T$  [ $\text{N}$ ]



14

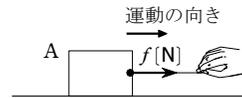
図のように物体に力を加えるとき、次の値を求めよ。

- (a) 台車 A, B の加速度  
 (b) A と B の間で及ぼしあう力の大きさ  $F$  [ $\text{N}$ ]



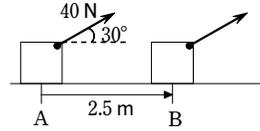
15

質量  $m$  [ $\text{kg}$ ] の物体 A があらい水平面上を運動する。物体 A の加速度  $a$  [ $\text{m/s}^2$ ] を、右向きを正の向きとして求めよ。なお、A と面との間の動摩擦係数を  $\mu'$  とし、重力加速度の大きさを  $g$  [ $\text{m/s}^2$ ] とする。



16

図のように一定の力を受けながら、物体が点 A から点 B まで移動するとき、図に示した力が物体にする仕事  $W$  [J] を求めよ。



17

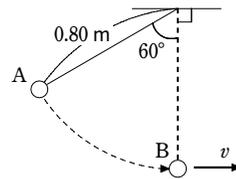
(1) リフトが荷物を  $5.0 \times 10^3$  N の力で、6.0 秒間かけて 4.2 m の高さに上げるときの仕事率  $P$  [W]

(2) 0.25 kWh の仕事は何 J か。

18

上端を天井に固定した長さ 0.80 m の軽い糸に物体を取り付け、糸が鉛直方向と  $60^\circ$  をなす点 A から物体を静かにはなした。最下点 B を通過するときの物体の速さ  $v$  [m/s] を求めよ。

ただし、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。

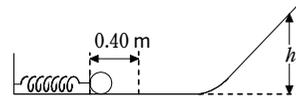


19

水平面上に置いた、ばね定数  $9.8 \text{ N/m}$  のばねに質量  $0.50 \text{ kg}$  の物体を押し付けて、自然の長さから  $0.40 \text{ m}$  だけ縮めた位置で静かにはなした。ばねが自然の長さになった位置で物

体はばねから離れ、斜面をすべり上がった。物体の達した最高点の高さ  $h$  [m] を求めよ。

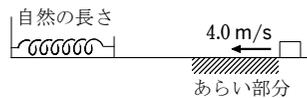
ただし、面はなめらかであるとし、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。



20

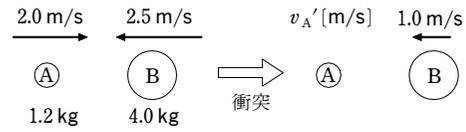
速さ  $4.0 \text{ m/s}$  で進む質量  $0.70 \text{ kg}$  の物体が水平面上のあらい部分を通じたのち、なめらかな部分に置いた自然の長さのばね (ばね定数  $60 \text{ N/m}$ ) に当たって、ばねを押し縮めた。ばね

の最大の縮みは  $0.30 \text{ m}$  であった。はじめにあらい部分を通じたときに、動摩擦力のした仕事  $W$  [J] を求めよ。



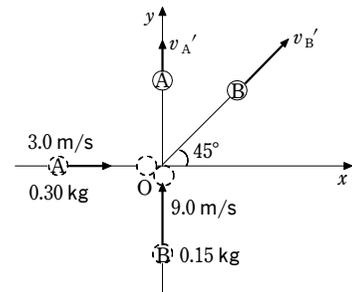
21

一直線上を運動する物体 A, B が衝突する。衝突後の物体 A の速度  $v_A'$  [m/s] を求めよ。なお、衝突前の物体 A の進む向きを正とする。



22

なめらかな水平面上を運動する物体 A, B が衝突する。衝突後の物体 A の速さ  $v_A'$  [m/s] および物体 B の速さ  $v_B'$  [m/s] を求めよ。



23

高さ 2.5 m の所から小球を自由落下させたところ、床と衝突して高さ 0.40 m まではね上がった。重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。

- 衝突直前の小球の速さ  $v$  [m/s] を求めよ。
- 衝突直後の小球の速さ  $v'$  [m/s] を求めよ。
- 床と小球との間の反発係数  $e$  を求めよ。

24

なめらかな氷の上で、質量 60 kg の A と質量 48 kg の B がスケートをしている。A と B が同じ場所に立って、静止した状態からお互いに押し合ったところ、A は速さ 1.2 m/s で東向きに進んだ。B の速さと向きを求めよ。

25

水平でなめらかな床に、小球が床面と  $60^\circ$  の角度で衝突し、床面と  $45^\circ$  の方向にはねかえった。小球と床の間の反発係数  $e$  を求めよ。答えの数値の根号、分数はそのままよい。

26

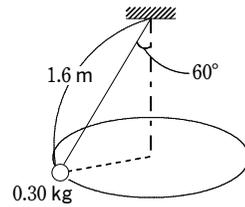
半径  $r=3.0\text{ m}$  の円周上を周期  $T=0.50\text{ s}$  で等速円運動している物体がある。円周率を  $\pi$  とする。

- (a) 回転数  $n$  [Hz] を求めよ。
- (b) 角速度  $\omega$  [rad/s] を求めよ。
- (c) 速さ  $v$  [m/s] を求めよ。

27

円錐振り子の糸の長さを  $l$  [m]、糸が鉛直方向となす角を  $\theta$ 、小球の質量を  $m$  [kg]、重力加速度の大きさを  $9.8\text{ m/s}^2$ 、円周率を  $\pi$  とする。

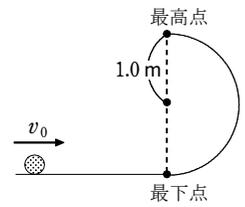
$l=1.6\text{ m}$ 、 $\theta=60^\circ$ 、 $m=0.30\text{ kg}$  の円錐振り子について、糸が小球を引く力  $S$  [N] と、小球の等速円運動の周期  $T$  [s] を求めよ。



28

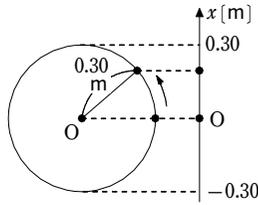
半径  $r=1.0\text{ m}$  のなめらかな半円筒の内面の最下点に向かって、質量  $m=0.80\text{ kg}$  の小球を水平方向に速さ  $v_0$  [m/s] ですべらせた。小球は半円筒の内面をすべり、最高点に達した。重力加速度の大きさ  $g$  を  $9.8\text{ m/s}^2$  とする。

- (a) 最高点での小球の速さ  $v$  [m/s] を、 $v_0$  を用いて表せ。
- (b) 小球が最高点まで円運動するために必要な、 $v_0$  [m/s] の最小値を求めよ。



29

半径  $A=0.30\text{ m}$ 、周期  $T=0.50\pi\text{ s}$  ( $\pi$  は円周率) で等速円運動している物体を  $x$  軸上に正射影した単振動について、次の (a)~(d) を求めよ。ただし、物体は図の矢印の向きに回転し、初期位相は  $0$  とする。



- (a) 単振動の角振動数  $\omega$  [rad/s]
- (b) 時刻  $t$  [s] の変位  $x$  [m] を表す式
- (c) 時刻  $t$  [s] の速度  $v$  [m/s] を表す式
- (d) 時刻  $t$  [s] の加速度  $a$  [m/s<sup>2</sup>] を表す式

30

一直線上を運動する質量  $m=2.0\text{ kg}$  の物体が、変位  $x$  [m] のとき  $F=-50x$  で表される力  $F$  [N] を受けて単振動している。円周率を  $\pi$  とする。

- (a) 角振動数  $\omega$  [rad/s]、周期  $T$  [s] を求めよ。
- (b) 振幅  $A=5.0\text{ m}$  のとき、速度の最大値を求めよ。

31

なめらかな水平面上に軽いつる巻きばねを置き、一端に質量  $m$  [kg] の小球をつけ、他端を固定した。ばねが自然の長さのときの小球の位置を原点  $O$ 、ばねが伸びる向きを正の向きとする  $x$  軸をとるとき、次の問いに答えよ。円周率を  $\pi$  とする。

ばね定数  $k=0.18\text{ N/m}$ 、小球の質量  $m=0.50\text{ kg}$  のとき、 $x=1.5\text{ m}$  の位置で小球を静かにはなした。

- (a) 単振動の周期  $T$  [s] と角振動数  $\omega$  [rad/s] を求めよ。
- (b) 小球の速さの最大値  $v_0$  [m/s]、加速度の大きさの最大値  $a_0$  [m/s<sup>2</sup>] を求めよ。

32

ばね定数  $k$  [N/m] の軽いつる巻きばねの一端に質量  $m$  [kg] の小球をつけて鉛直につるしたところ、ばねは  $x_0$  [m] 伸びて静止した。鉛直下向きに  $x$  軸をとり、つりあいの位置を原点  $O$  とするとき、次の問いに答えよ。重力加速度の大きさを  $9.8\text{ m/s}^2$ 、円周率を  $\pi$  とする。

ばね定数  $k=70\text{ N/m}$ 、小球の質量  $m=0.70\text{ kg}$  のとき

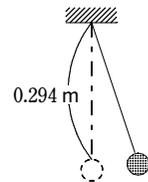
- (a) つりあいの位置のばねの伸び  $x_0$  [m] を求めよ。
- (b) 小球を  $x=-x_0$  の位置までもっていき、静かにはなして単振動させた。振幅  $A$  [m] を求めよ。
- (c) 単振動の周期  $T$  [s] を求めよ。
- (d) 速さの最大値  $v$  [m/s] を求めよ。

33

長さ  $l$  [m] の軽い糸に小球をつけた単振り子がある。

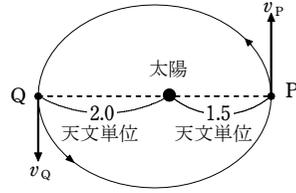
$l=0.294\text{ m}$  のときの単振動の周期  $T$  [s] を求めよ。

重力加速度の大きさを  $9.80\text{ m/s}^2$ 、円周率を  $\pi$ 、 $\sqrt{3}=1.73$  とする。



34

図のようなだ円軌道を周回する小惑星が、速さ  $v_P = 24 \text{ km/s}$  で点 P を通過した。速さ  $v_Q \text{ (km/s)}$  を求めよ。点 P, 点 Q はだ円軌道の長軸の両端とする。



35

地球の公転軌道の長半径を 1.0 天文単位、公転周期を 1.0 年とする。  
太陽を 1 つの焦点とするだ円軌道を周回する小惑星の公転周期が 8.0 年であるとき、だ円軌道の長半径  $a$  [天文単位] を求めよ。

36

地球のまわりの円軌道を等速で周回している人工衛星について、次の問いに答えよ。地球の質量を  $M \text{ [kg]}$ 、半径を  $R \text{ [m]}$ 、万有引力定数を  $G \text{ [N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2]$  とする。

- (1) 人工衛星の速さを  $v \text{ [m/s]}$  とおき、人工衛星の地上からの高度  $h \text{ [m]}$  を求めよ。
- (2)  $h = 3R \text{ [m]}$  のときの速さ  $v \text{ [m/s]}$  と周期  $T \text{ [s]}$  を求めよ。
- (3) 重力加速度の大きさ  $g \text{ [m/s}^2]$  を用いて、 $h = 3R \text{ [m]}$  のときの速さ  $v \text{ [m/s]}$  を求めよ。

37

万有引力定数を  $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ 、地球の質量を  $M = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$ 、地球の半径を  $R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$  とする。

質量  $m = 5.0 \times 10^2 \text{ kg}$  の物体が、地上から高度  $h = 3.0 \times 10^5 \text{ m}$  の円軌道を等速で周回している。

- (a) 万有引力による位置エネルギー  $U \text{ [J]}$  を求めよ。
- (b) 物体の運動エネルギー  $K \text{ [J]}$  を求めよ。
- (c) 物体の力学的エネルギー  $E \text{ [J]}$  を求めよ。

38

地球の半径を  $R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$ 、周回軌道は地表すれすれとする。また、地球の重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。

- (a) 地球での第一宇宙速度の大きさ  $v_1 \text{ [m/s]}$  を求めよ。
- (b) 地球での第二宇宙速度の大きさ  $v_2 \text{ [m/s]}$  を求めよ。