

物理練習問題（速度と加速度・力のつり合い）

1 等速直線運動

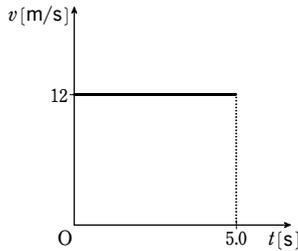
自動車は直線道路を一定の速さ 90 km/h で走行している。

- 90 km/h は何 m/s か。
- この自動車が 3.0 分間に進む距離 x は何 m か。

2 等速直線運動のグラフ

右の図は、一直線上を一定の速度で走っている自動車の速さ v [m/s] と経過時間 t [s] の関係を表している。

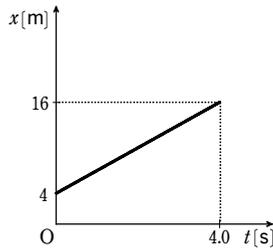
- 自動車の移動距離 x [m] と経過時間 t [s] の関係を表すグラフをかけ。
- 自動車の移動距離 x [m] と経過時間 t [s] の関係を表す式をつくれ。



3 等速直線運動のグラフ

右の図は、 x 軸上を運動する物体の $x-t$ 図である。

- この物体の速さ v は何 m/s か。
- 物体がこの速さで進み続けるとき、10 秒間に移動する距離 s は何 m か。
- 時刻 $t=10$ s のとき、物体の位置の x 座標は何 m か。



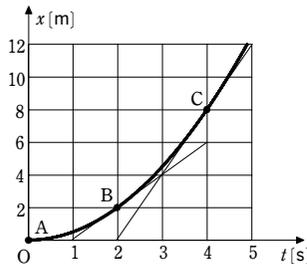
4 平均の速さ

300 m 離れた学校までの道のりを、往路は平均 6.0 m/s の速さで、復路は平均 4.0 m/s の速さで進んだ。往復の間の平均の速さ \bar{v} は何 m/s か。

5 平均の速さと瞬間の速さ

右の図は x 軸上を運動する物体の位置 x [m] と経過時間 t [s] の関係を表す $x-t$ 図である。図中の点 B、C を通る直線は、それぞれ点 B、C における接線である。

- 0~2.0 秒の間、2.0~4.0 秒の間の平均の速さ \bar{v}_{AB} [m/s]、 \bar{v}_{BC} [m/s] を求めよ。
- 時刻 2.0 秒、時刻 4.0 秒における瞬間の速さ、 v_B [m/s]、 v_C [m/s] を求めよ。

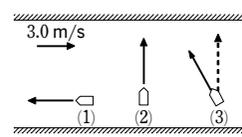


6 速度の合成

静水上を 4.0 m/s の速さで進むボートが、流れの速さ 3.0 m/s の川を進んでいる。次の

各場合について、川岸の人から見たボートの速さを求めよ。 $\sqrt{7}=2.6$ とする。

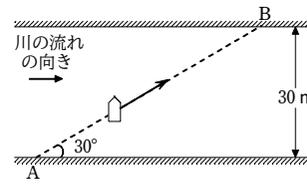
- 川の upstream に向かって進むとき
- へさきを川の流れに直角に保って進むとき
- 川の流れに対して直角に進むとき



7 速度の分解

一定の速さで流れる幅 30 m の川を船で横切するため、船首を川岸に対して直角の方向に向けて一定の速さで進んだが、実際には川岸に対して 30° の方向に進み、15 秒で対岸に達した。

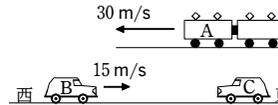
- このとき、この船の岸に対する速さ v は何 m/s か。
- この船の静水上での速さ v_1 は何 m/s か。
- 川の流れの速さ v_2 は何 m/s か。



8 相対速度

東西方向に直線の鉄道と道路が並行している。西向きに速さ 30 m/s の列車 A、東向きに速さ 15 m/s の自動車 B、速度のわからない自動車 C が同時に走っている。

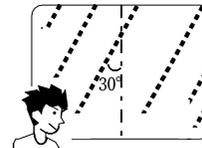
- A から見た B の速度はどの向きに何 m/s か。
- B から見た A の速度はどの向きに何 m/s か。
- C から見た A の速度が西向きに 10 m/s であった。C の速度はどの向きに何 m/s か。



9 相対速度

鉛直に降っている雨を、水平な線路上を速さ 4.0 m/s で走る電車 A の窓から見ると、鉛直と 30° の角度をなして降っているように見えた。

- 雨の降る速さ $v_{雨}$ [m/s] を求めよ。また、電車 A の窓から見た雨の降る速さ $v_{A雨}$ [m/s] を求めよ。



10 加速度

一直線上を、静止の状態から動き始めた物体の、時刻 t [s] とそのときの位置 x [m] の関係をまとめた結果が次の表である。

時刻 t [s]	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70
位置 x [m]	0	0.03	0.12	0.27	0.48	0.75	1.08	1.47
変位 (m)								
平均の速度 (m/s)								

- 各 0.10 秒間の変位と平均の速度を求め、表の中に書きこめ。

- 物体の運動の $v-t$ 図をかけ。
- 物体の加速度 a [m/s²] を求めよ。
- 時刻 0.50 秒における物体の速度 v [m/s] を求めよ。

11 等加速度直線運動

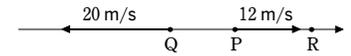
次のような、 x 軸上の等加速度直線運動での加速度 a はそれぞれの向きに何 m/s² か。

- 自動車が正の向きに動きだしてから 4.0 秒後に 16 m/s の速さになった。
- 正の向きに 1.0 m/s の速さで進んでいた力学台車が、4.0 秒後に負の向きに 3.0 m/s の速さになった。
- 負の向きに進む自動車が 15 m/s の速さから減速して、6.0 秒後に負の向きに 3.0 m/s となった。
- 正の向きに進む自動車が 14 m/s の速さから減速して、5.0 秒間に 45 m 進んだ。
- 正の向きに進む自動車が 10 m/s の速さから 20 m/s の速さまで加速する間に 200 m 進んだ。

12 負の等加速度直線運動

一直線上を等加速度運動している物体

がある。時刻 $t=0$ s に点 P を右向きに通過するときの速さは 12 m/s であった



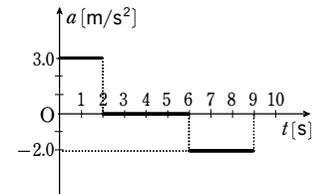
が、8.0 秒後には点 Q を左向きに 20 m/s の速さで通過した。

- この物体の速度 v [m/s] と時刻 t [s] の関係を表すグラフ ($v-t$ 図) をつくれ。右向きは速度を正とする。
- この物体の加速度 a [m/s²] の大きさと向きを求めよ。
- この物体が折り返し地点 R に達する時刻 t_R [s] と点 R の位置 x_R [m] を求めよ。
- 点 P を左向きに通過する時刻 t_P [s] とそのときの速さ v_P [m/s] を求めよ。
- 点 Q の位置 x_Q [m] を求めよ。
- 点 P から点 R を通り点 Q に達するまでの通過距離 l [m] を求めよ。

13 等加速度直線運動のグラフ

右の図は、止まっていたエレベーターが上昇し、停止するまでの加速度 a [m/s²] の時間変化を表したグラフである。

- エレベーターの速度 v [m/s] と時間 t [s] との関係を表すグラフに表せ。
- 9.0 秒間にエレベーターが上昇した高さ h は何 m か。
- エレベーターの上昇距離 x [m] と時間 t [s] との関係を表すグラフに表せ。



物理練習問題（速度と加速度・力のつり合い）

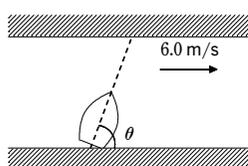
14 等加速度直線運動の式

x 軸上の原点を時刻 $t=0$ s に出発し、時刻 t [s] における位置 x [m] が $x=5.0t+3.0t^2$ で表される運動をする物体がある。

- (1) この運動の初速度 v_0 [m/s] と加速度 a [m/s²] を求めよ。
- (2) 時刻 t [s] における物体の速度 v [m/s] を与える式を示せ。
- (3) $t=4.0$ s での物体の位置 x [m] を求めよ。
- (4) 物体の位置が 42 m になる時刻 t [s] を求めよ。
- (5) (4) の時刻における物体の速度 v [m/s] を求めよ。

15 速度の合成

静水上を 10 m/s の速さで進むことのできる船が、一定の川幅 72 m、流速 6.0 m/s の川を渡るために手前の岸から向こう側の岸へ向かってこぎ出した。図のように、川の流れの向きと船のへさきとのなす角を θ とする。

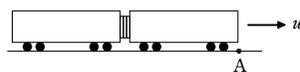


- (1) 船のへさきを $\theta=60^\circ$ の向きに向けて進むとき、船の進む速さ v [m/s] を求めよ。
- (2) 向こう側の岸へ到着するまでの移動距離を最も短くしたい。船のへさきを向けるべき角を $\theta=\theta_1$ とするとき $\cos\theta_1$ の値を求めよ。
- (3) 向こう側の岸へ到着するまでの時間を最も短くしたい。船のへさきを向けるべき角を $\theta=\theta_2$ とするとき $\cos\theta_2$ の値と、到着するまでの時間 t [s] を求めよ。

ヒント (1) 静水中での船の速度を 2 方向に分解して考える。川の流れの方向の速度成分を求めてから、合成速度を求める。

16 等加速度直線運動

列車が一定の加速度 a [m/s²] で一直線上を走っている。A 地点を列車の前端は速さ u [m/s] で通過した。また、A 地点を後端が通過したときの速さは v [m/s] であった。



- (1) この列車が A 地点を通過するのに要した時間 t [s] を、 a 、 u 、 v を用いて表せ。
- (2) この列車の長さ l [m] を、 a 、 u 、 v を用いて表せ。
- (3) この列車の midpoint が A 地点を通過したときの速さ v' [m/s] を、 u 、 v を用いて表せ。

ヒント 列車が A 地点を通過する間に、列車はその長さ l だけ進んでいる。

17 等加速度直線運動

霧の高速道路を速さ 24.0 m/s で走っていた自動車 B の運転手が、前方に低速の自動車 A を発見し、一定の加速度で減速し始めて、2.0 秒後に速さ 18.0 m/s になった。この瞬間を時刻 $t=0$ s とする。



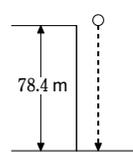
一方、速さ 8.0 m/s で進んでいた A は $t=0$ s の瞬間から一定の加速度で加速し始めた。その結果、 $t=2.0$ s のとき、車間距離は最も短くなって 5.0 m となったが、衝突をまぬがれた。A、B の進行方向を正とする。

- (1) まず B の加速度 a_B [m/s²] を、次に A の加速度 a_A [m/s²] を求めよ。
- (2) $t=0$ s の瞬間の車間距離 l [m] を求めよ。

ヒント 2 台の自動車の速度の差が 0 になった瞬間、車間距離は最短となる。

18 自由落下

高さ 78.4 m のビルの屋上から小石を静かに落とした。重力加速度の大きさを 9.80 m/s² とする。

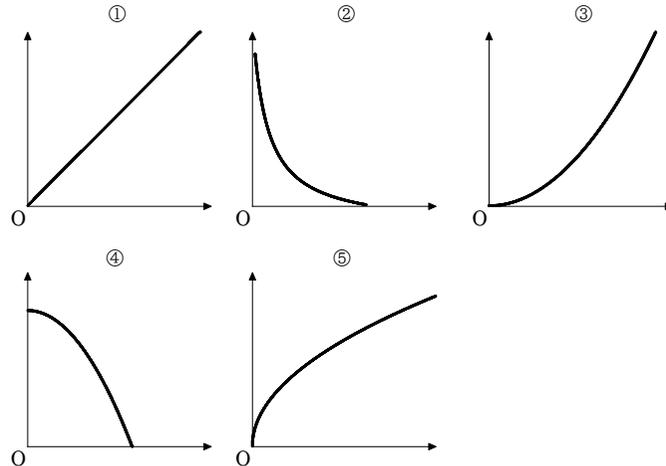


- (1) 小石が着地するまでの時間 t [s] を求めよ。
- (2) 着地直前の小石の速さ v [m/s] を求めよ。

19 自由落下

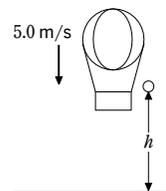
自由落下をする物体について、次の (1)~(4) のグラフをかくと、そのグラフは下の ①~⑤ のどれになるか。

- (1) 物体が落ち始めてからの時間 t を横軸に、物体の速さ v を縦軸にとったグラフ
- (2) 物体が落ち始めてからの時間 t を横軸に、物体の落下距離 y を縦軸にとったグラフ
- (3) 物体が地上 H の高さから自由落下を始めるとき、落ち始めてからの時間 t を横軸に、地表面からの物体の高さ h を縦軸にとったグラフ
- (4) 物体の落下距離 y を横軸に、そのときの物体の速さ v を縦軸にとったグラフ



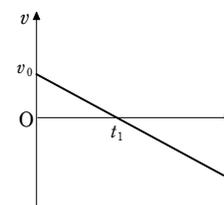
20 鉛直投げ下ろし

5.0 m/s の一定の速さで鉛直に降下しつつある気球から、静かに小球を落としたら、3.0 秒後に地面に達した。小球が地面に衝突する速さ v [m/s]、小球を落とした点の高さ h [m] を求めよ。重力加速度の大きさを 9.8 m/s² とする。



21 鉛直投げ上げ

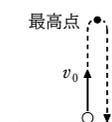
右の図は初速度 v_0 で小石を真上に投げ上げたときの $v-t$ 図である。



- (1) 図中の t_1 は、小石がどんな位置に達する時刻を示すか。
- (2) 重力加速度の大きさ g は、グラフの何に示されているか。
- (3) v 軸、 t 軸および $v-t$ 直線が囲む三角形の面積は何を示すか。
- (4) 小石がもとの位置にもどる時刻 t_2 を $v-t$ 図に記入せよ。

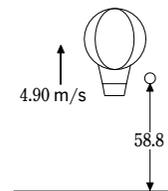
22 鉛直投げ上げ

時刻 0 において地表から鉛直上方へ初速度 v_0 で投げ上げられた小球が最高点に達する時刻 t_1 、その高さ h_1 、地上に落下する時刻 t_2 、そのときの速度 v_2 (鉛直上向きを正とする) を、重力加速度の大きさを g として求めよ。



23 鉛直投げ上げ

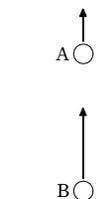
4.90 m/s の一定の速さで鉛直に上昇しつつある気球から、静かに小球を落とした。小球を落とした点の高さは地上から 58.8 m の所であった。小球が地上に達するまでの時間 t [s] を求めよ。重力加速度の大きさを 9.80 m/s² とする。



24 鉛直投げ上げ

小球 A を初速度 19.6 m/s で真上に投げ上げてから 1.00 秒後に、別の小球 B を同じ初速度で真上に投げ上げたところ、2 つの小球は空中で衝突した。重力加速度の大きさを 9.80 m/s² とする。

- (1) 2 つの小球が衝突するのは、小球 B を投げたときから何秒後か。
- (2) 衝突した高さ h [m] を求めよ。

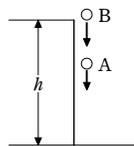


物理練習問題（速度と加速度・力のつり合い）

25 自由落下と鉛直投げ下ろし

ビルの屋上から小石 A を静かに落下させ、2.0 秒後に屋上から別の小石 B を初速度 24.5 m/s で投げ下ろしたところ、2 つの小石は同時に地面に落ちた。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

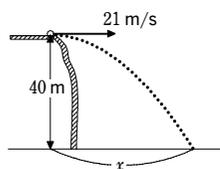
- 小石 B を投げ下ろしてから地面に落ちるまでの時間 t [s] を求めよ。
- ビルの高さ h [m] を求めよ。



26 水平投射

高さ 40 m のがけの上から、海に向かって小石を水平に速さ 21 m/s で投げ出した。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

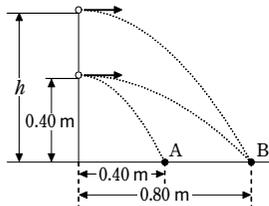
- 投げ出してから小石が海面に落下するまでの時間 t [s] を求めよ。
- 海面に落下するまでに、小石が水平方向に飛んだ距離 x [m] を求めよ。
- 海面に落下するときの、小石の鉛直方向の速さ v_y [m/s] を求めよ。
- 海面に落下するときの、小石の速さ v [m/s] を求めよ。



27 水平投射

高さ 0.40 m の机の上から小球を v_0 [m/s] の速さで水平に投げ出すと、机の端から水平方向に 0.40 m 離れた点 A に落下した。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

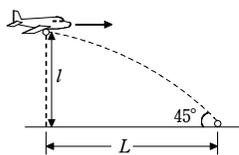
- 点 A に達するまでの時間 t [s] を求めよ。
- 投げ出した速さ v_0 [m/s] を求めよ。
- 点 A より 2 倍離れた点 B に小球を届かせるためには、投げ出す速さを v_0 の何倍にすればよいか。
- (2) と同じ速さ v_0 で水平に投げ出して、点 B に届かせるためには投げ出す高さ h [m] をいくらにすればよいか。



28 水平投射

地上から高さ l の所を一定の速さで水平に飛び飛行機から、物資を静かに投下したら、物資は地面に対して斜め 45° の角度で着地した。重力加速度の大きさを g とする。

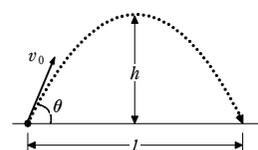
- 物資が地上に着くまでの時間 t を求めよ。
- 飛行機の速さ v_0 を求めよ。
- 物資の投下点と着地点の間の水平距離 L を求めよ。
- 飛行機から見た物資の位置と運動について簡単に説明せよ。



29 斜方投射

水平面上で水平面に対して θ の角度で小球を投げ上げた。小球の初速度の大きさを v_0 [m/s]、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

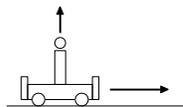
- 初速度の水平成分 v_{0x} 、鉛直成分 v_{0y} の大きさはそれぞれ何 m/s か。
- 小球が最高点に達するまでの時間 t は何秒か。また、最高点の高さ h は何 m か。
- 小球が水平面に落下する点までの水平到達距離 l は何 m か。
- 角度 θ を何度にとると、(3) の水平到達距離が最大となるか。必要があれば $2\sin\theta\cos\theta = \sin 2\theta$ を用いよ。



30 走る台車からの投射

台車の上に発射筒を鉛直に立て、台車を走らせながら、筒からみて小球を真上に発射したら、小球は筒先から 0.90 m の高さまで上がった後、筒の中に落下した。その間に台車は 1.2 m 移動した。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

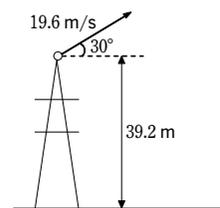
- 台車から見ると、小球の運動はどのように観測されるか。また、床で静止している人から見ると、小球の運動はどのように観測されるか。
- 台車に対する小球の初速度の大きさ v は何 m/s か。
- 小球が発射されてから筒にもどるまでの時間 t は何秒か。
- 台車の速さ V は何 m/s か。



31 斜方投射

地上 39.2 m の高さの塔の上から、小球を水平から 30° 上方に初速度 19.6 m/s で投げた。重力加速度の大きさを 9.80 m/s^2 とする。

- 投げてから最高点に達するまでの時間 t_1 は何秒か。
- 最高点の高さ H は地上何 m か。
- 投げてから地面に達するまでの時間 t_2 は何秒か。
- 小球が地上に落下した点と塔の間の水平距離 l は何 m か。



32 自由落下と鉛直投げ下ろし

高い塔の上から小球 A を自由落下させ、2.00 秒後に小球 B を投げ下ろす。重力加速度の大きさを 9.80 m/s^2 とする。

- B を投げてから 4.00 秒後に A に追いつかせるための B の初速度 v_0 は何 m/s か。
- B を投げてから t [s] 後の B に対する A の相対速度 v_{BA} [m/s] を v_0 で表せ。
- v_0 がある値以下の場合には、どれだけ時間がたっても B は A に追いつかない。この限界の初速度はいくらか。

ヒント (3) 相対速度は一定であるので、これが上向きでない、B は A に追いつかない。

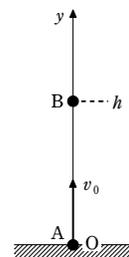


33 自由落下と鉛直投げ上げ

2 球 A、B を、同一の鉛直線上でそれぞれ次のように運動させた。A は、地面から初速度 v_0 で鉛直上方に投げ上げた。B は、高さ h の所から自由落下させた。地面を原点として鉛直上方に y 軸をとり、重力加速度の大きさを g とする。

- 打ち上げてから時間 t 後の A の高さ y_A を求めよ。
- 自由落下させてから時間 t 後の B の高さ y_B を求めよ。
- B が地面に到達するまでの時間 t_1 を求めよ。
- A、B の運動の開始が、時刻 $t=0$ に同時に行われ、A と B は空中で衝突した。この時刻 t_2 を求めよ。
- この衝突が空中で起こるためには、 v_0 はどのような値でなければならないか。

ヒント (5) 時刻 t_2 が t_1 より前であれば、A、B は空中で衝突する。

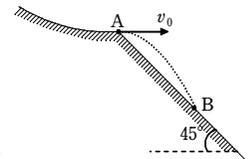


34 水平投射

小球が右の図の点 A から速さ v_0 [m/s] で水平方向に飛び出し、水平面と傾角 45° をなす斜面上の点 B に着地した。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

- A から B までの所要時間 t は何秒か。
- A から B までの距離 l は何 m か。
- 点 B に着地する直前の小球の速さ v は何 m/s か。

ヒント 傾角 45° より、水平方向の移動距離＝鉛直方向の落下距離

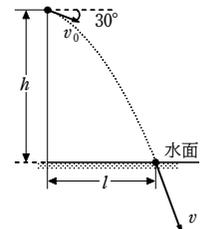


35 斜方投射

図のように、水面からの高さ h の位置から、小球を水平に対して 30° の角度で斜め下方に速さ $v_0 = \sqrt{gh}$ で投げ出した。 g は重力加速度の大きさを表す。次の問いに、 h 、 g を用いて答えよ。

- 小球が水面に達するまでの時間 t を求めよ。
- 小球を投げた位置から着水点までの水平距離 l を求めよ。
- 着水する瞬間の小球の速さ v を求めよ。

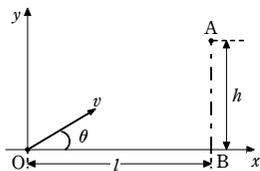
ヒント (1) 高さ h を、 t を用いて表すと、 t に関する 2 次方程式が得られる。



物理練習問題 (速度と加速度・力のつり合い)

36 自由落下と斜方投射

図のように、原点 O から x 軸方向に l だけ離れた点 B の真上で、高さ h の点を A とする。時刻 $t=0$ に点 A から小さな物体を自由落下させると同時に、点 O から初速 v で弾丸を水平と角 θ をなす方向に発射した。重力加速度の大きさを g とし、以下の問いに答えよ。

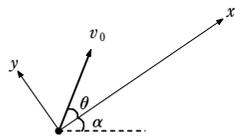


- 点 A から自由落下する物体の時刻 t での位置座標を求めよ。
- 点 O から初速 v 、水平と角 θ をなす方向に発射された弾丸が $x=l$ に到達したときの y 座標 y_B を求めよ。
- 弾丸が物体に必ず命中するためには、 θ, l, h の間にどんな関係があればよいか。
- 弾丸が物体に命中するまでの時間 t_0 を、 v, l, h を用いて表せ。
- OB が地面の場合、物体が点 B に落下するまでに弾丸が必ず命中するためには、 v はどのような条件を満たさなければならないか。 h, l, g を用いて表せ。
- 弾丸が軌道の最高点で物体に命中するためには、 v をどのような値にすればよいか。 h, l, g を用いて表せ。

ヒント 弾丸が物体に命中するためには、 $x=l$ での物体と弾丸の y 座標が一致すればよい。

37 斜方投射

図のような傾角 α の斜面上の 1 点から、小球を斜面の上に向かって斜面に対して角度 θ 、初速度 v_0 で発射する ($0^\circ < \alpha + \theta < 90^\circ$)。重力加速度の大きさを g とする。



- 斜面と衝突するまでの小球の運動で、発射から時間 t 後の斜面に平行な速度成分 v_x 、斜面に垂直な速度成分 v_y を $v_0, g, \alpha, \theta, t$ で表せ。
- 発射から斜面と衝突するまでの時間 t_0 を v_0, g, α, θ で表せ。
- 発射地点から衝突地点までの斜面にそっての到達距離 R を v_0, g, α, θ で表せ。必要があれば以下の式を用いよ。

$$\sin(A \pm B) = \sin A \cos B \pm \cos A \sin B$$

$$\cos(A \pm B) = \cos A \cos B \mp \sin A \sin B$$

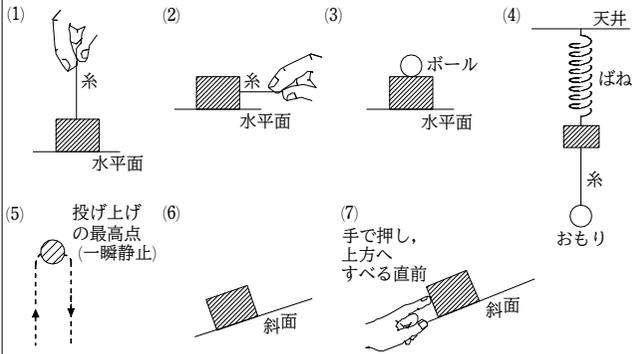
- 小球が斜面に対して垂直に衝突するためには、 θ をどのような値にすればよいか。 $\tan \theta$ の値を α を用いて表せ。

ヒント 重力加速度を斜面に平行な成分と垂直な成分に分解する。

38 力の図示

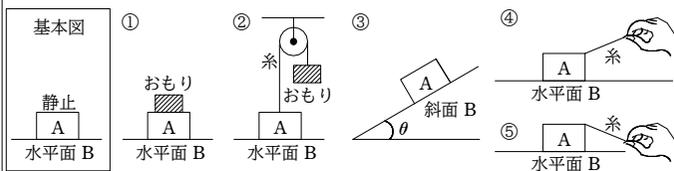
次の (1)~(7) の各場合について、斜線で示した物体にはたらく力をすべて矢印で図示せよ。ただし物体はいずれも静止しており、水平面および斜面は摩擦のあるあるいは面、糸はたるむことなく張り、(7) では物体は斜面の上方へすべりだす直前の状態

であるものとする。



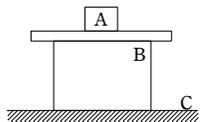
39 垂直抗力

物体 A にはたらく面 B からの垂直抗力が、基本図での大きさより大きいもの、小さいものはそれぞれ ①~⑤ のどれか。糸はたるみなく張っているとす。



40 作用反作用の法則

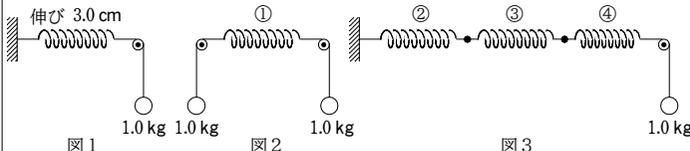
水平な床 C に机 B を置き、その上に荷物 A をのせてある。



- 机 B が受ける力をすべて具体的にあげよ。
- それぞれの力と反作用の関係にある力を示せ。
- 荷物 A にはたらく重力とつりあっている力は何か。

41 作用反作用の法則

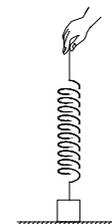
図 1 のように軽い巻きばねと 1.0 kg のおもりを糸と滑車を用いて壁に取りつけたところ、ばねの伸びは 3.0 cm であった。このばねと同じばね ①~④ を用意し、図 2、図 3 のように取りつけた。①~④ の伸びはそれぞれ何 cm か。



42 弾性力

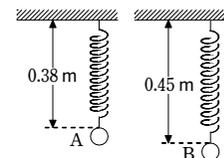
ばね定数が 70 N/m のつる巻きばねの一端に質量 1.0 kg のおもりをつけ、おもりを水平な台の上にのせ、ばねの他端を静かに引き上げる。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

- ばねの伸びが 5.0 cm のとき、台がおもりを支えている力の大きさ $N[\text{N}]$ を求めよ。
- おもりが台から離れるときのばねの伸び $x[\text{m}]$ を求めよ。



43 弾性力

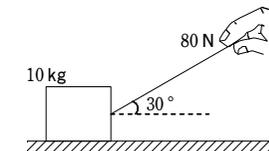
軽いつる巻きばねの一端を天井に固定し、他端に質量 2.0 kg のおもり A をつるしたら長さが 0.38 m になり、質量 3.0 kg のおもり B をつるしたら長さが 0.45 m になった。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。



ばねの自然の長さ l は何 m か。また、ばね定数 k は何 N/m か。

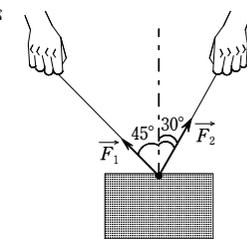
44 力のつりあい

あらい水平面上に質量 10 kg の物体を置き、糸をつけて水平から 30° 上向きに 80 N の力で引いたが、物体は動かなかった。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、物体にはたらく摩擦力の大きさ $F[\text{N}]$ 、垂直抗力の大きさ $N[\text{N}]$ を求めよ。



45 力のつりあい

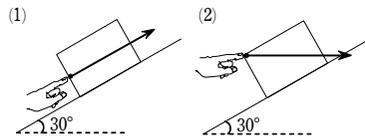
重さ $W[\text{N}]$ の荷物に 2 本のひもをつけ、2 人の人がこのひもを持って支えるとき、2 本のひもは鉛直線と 45° 、および 30° をなした。各ひもが引く力の大きさ $F_1[\text{N}]$ 、 $F_2[\text{N}]$ を求めよ。



物理練習問題 (速度と加速度・力のつり合い)

46 斜面上のつりあい

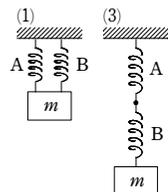
水平面より 30° 傾いているなめらかな斜面上に質量 m [kg] の物体をのせ、1つの力を加えてすべりださないようにした。次の2つの場合について、物体にはたらいている力のベクトルを図中に記入し、各力の大きさを求めよ。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



- (1) 斜面に平行な方向に力を加えたとき
- (2) 水平方向に力を加えたとき

47 ばねの連結

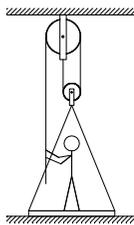
自然の長さが等しく、ばね定数がそれぞれ k_1 [N/m]、 k_2 [N/m] の軽い巻きばね A、B がある。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



- (1) A、B の一端をいっしょにして天井に固定し、他端もいっしょにして質量 m [kg] のおもりをつると、ばねは何 m 伸びるか。
- (2) (1) のとき、ばね A、B を1つのばねとみなすと、そのばね定数 $k_{並}$ は何 N/m か。
- (3) A の一端を天井に固定して他端に B の一端をつけ、B の他端に (1) の場合と同じ質量のおもりをつると、おもりは何 m 下降した位置でつりあうか。
- (4) (3) のとき、ばね A、B を1つのばねとみなすと、そのばね定数 $k_{直}$ は何 N/m か。

48 滑車につるした台上の人のつりあい

右図のように、定滑車と動滑車からなる装置の台上に人が乗る、網の一端を引っ張って落ちないように支えている。それぞれの重さは人が 600 N、台が 100 N、動滑車が 50 N である。ただし、網の重さは無視できる。



- (1) 台が地面に接していて、人が綱を引く力の大きさが 200 N であるとき、地面が台を押す力の大きさ R は何 N か。
- (2) 台が地面から離れて静止しているとき、人が綱を引く力の大きさ T 、人が台を押す力の大きさ N はそれぞれ何 N か。

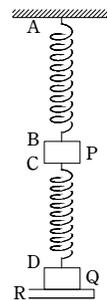
ヒント 人、台、動滑車にはたらく力を図示し、それぞれのつりあいの式をつくる。

49 2つのばねと2つの物体のつりあい

自然の長さ 20 cm の軽い巻きばね AB の上端を固定し、B に重さ 10 N の物体 P を下げたら、AB の長さ l_1 は 24 cm になった。次に、P の下に AB と等しいばね CD をつけ、その下に重さ 20 N の物体 Q をつけて Q を板 R で支える。AB、CD がつねに1鉛直線上にあるように R を上下に動かして AB が次の長さになるようにしたとき、CD の長さ l_2 [cm] と、R が Q を押す力の大きさ F [N] とを求めよ。

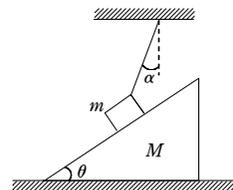
- (1) 18 cm
- (2) 20 cm
- (3) 28 cm

ヒント 物体 P、Q それぞれについてつりあいの式をつくる。



50 斜面をもつ台のつりあい

図のように、水平なあらい床の上に、なめらかな斜面をもつ台が置かれている。台は質量が M [kg] で、底面と斜面のなす角度は θ である。質量 m [kg] の小物体が、一端が天井に固定された糸で斜め上方に引っ張られ、斜面上で静止している。このとき台は床との間の摩擦力で静止しているものとする。糸と鉛直方向のなす角度は α である。ただし、糸は伸び縮みせず、質量が無視できるものとする。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。また、 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ 、 $0^\circ < \alpha + \theta < 90^\circ$ とする。



答えは θ 、 α 、 g 、 M 、 m の中から必要な記号を用いて表せ。必要があれば $\sin(A+B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B$ を用いよ。

- (1) 糸が小物体を引く力の大きさ T [N]、および小物体が斜面から受ける垂直抗力の大きさ P [N] を求めよ。
- (2) 台が床から受ける垂直抗力の大きさ N [N] と静止摩擦力の大きさ F [N] を求めよ。

ヒント 垂直抗力、静止摩擦力の大きさはつりあいの式から求める。