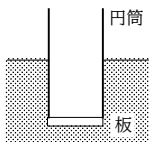


中3 物理化学総合S (甲陽) 物理練習問題 (運動の法則・仕事とエネルギー)

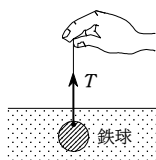
1 液体の圧力

断面積が $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ の円筒に、円筒の断面と同じ大きさの質量 0.45 kg の板を図のようにあてて、水中に十分深く沈め、円筒を上げていくと、ある深さで板がはずれた。このときの板の深さ $h[\text{m}]$ を求めよ。水の密度を $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ とする。



2 浮力

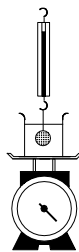
質量 $m[\text{kg}]$ 、密度 $\rho[\text{kg/m}^3]$ の鉄球を軽い糸でつるし、つり下げた状態で密度 $\rho_0[\text{kg/m}^3]$ の液体の中に全体を沈めた。このとき、糸が鉄球を引く力の大きさ $T[\text{N}]$ を求めよ。ただし、重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とする。



3 浮力

ビーカーに水を入れ、台はかりでその重さをはかったら、 6.86 N であった。質量 0.400 kg のガラス球をばねはかりにつるし、右図のようにビーカーの水中に完全に入れたところ、ばねはかりは 1.96 N を示した。重力加速度の大きさを 9.80 m/s^2 とする。

- ガラス球が受けている浮力の大きさ $F[\text{N}]$ を求めよ。
- (1) の浮力の反作用は何から何にはたらくているか。
- このときの台はかりに加わる力は何 N か。



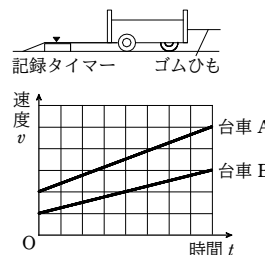
4 運動方程式

静止している質量 2.0 kg の物体に一定の力がはたらき、 3.0 秒後の速度が 12 m/s になった。この力の大きさ F は何 N か。

5 運動方程式

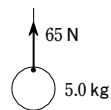
水平でなめらかな机の上で、力学台車 A にゴムひもをつけ、水平方向に一定の力で引いたとき、台車の速度-時間のグラフ ($v-t$ 図) は右図のようになった。

次に、台車 A を質量の異なる台車 B に取りかえて、同じ力で引いたときの速度-時間のグラフは右図のようになった。台車 B の質量は、台車 A の質量の何倍か。



6 運動方程式

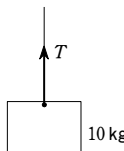
質量 5.0 kg の物体に糸をつけて鉛直上向きに 65 N の力で引くときの加速度 a はどの向きに何 m/s^2 か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。



7 運動方程式

質量 10 kg の物体に糸をつけてぶら下げ、鉛直方向に上げ下げする。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

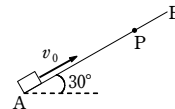
- 糸の張力 T が 148 N のとき、物体の加速度 $a[\text{m/s}^2]$ の大きさと向きを求めよ。
- 物体が鉛直下向きに 2.0 m/s^2 の加速度で下降しているときの糸の張力の大きさ $T[\text{N}]$ を求めよ。
- 物体が一定の速さ 4.0 m/s で上昇しているときの糸の張力の大きさ $T[\text{N}]$ を求めよ。



8 斜面上の運動

傾きの角が 30° のなめらかな斜面 AB にそって上向きに、点 A から物体をすべらせたら、 4.0 秒後に点 A にもどってきた。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

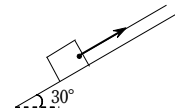
- 点 A で物体に与えた初速度の大きさ v_0 は何 m/s か。
- 物体が達した AB 上の最高点の位置を P とする。AP 間の距離 d は何 m か。



9 斜面上の運動

傾きの角が 30° の斜面上に質量 5.0 kg の物体を置き、これに糸をつけ、斜面に平行に上向きの力を加えて、物体を引き上げたり下ろしたりした。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

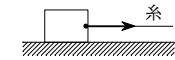
- 斜面がなめらかな場合
 - 糸の張力の大きさが 40 N のとき、物体の加速度 a はどの向きに何 m/s^2 か。
 - 物体の加速度が斜面下方に 1.9 m/s^2 のとき、糸の張力の大きさ T は何 N か。
- 物体と斜面の間の動摩擦係数が $\frac{1}{\sqrt{3}}$ である場合
 - 物体が斜面上方に一定速度 3.0 m/s で動いているとき、糸の張力の大きさ T' は何 N か。
 - 次に、糸の張力の大きさを 60 N にすると、加速度 a' の大きさは何 m/s^2 になるか。



10 あらい水平面上の運動

あらい水平面上に質量 $m[\text{kg}]$ の物体を置き、糸をつけて水平に引く。物体と水平面との静止摩擦係数を 2μ 、動摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ 、進行方向を正とする。

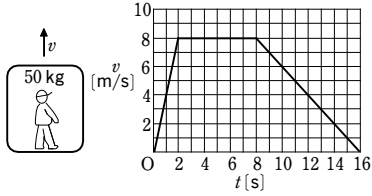
- 糸の張力 T が何 N より大きいと物体はすべりだすか。
- 張力 T が (1) の 2 倍のとき、物体がすべる加速度 $a_1[\text{m/s}^2]$ を求めよ。
- (2) で、すべっている途中で糸をはなした。この後の物体の加速度 $a_2[\text{m/s}^2]$ を求めよ。



11 運動方程式

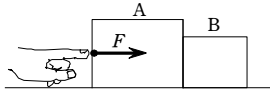
図はエレベーターが上昇したときの $v-t$ 図である。

このエレベーターにのっている質量 50 kg の人が、エレベーターの加速、等速、および減速中に、それぞれ床に及ぼす力の大きさは何 N か。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。



12 2物体の運動

なめらかな水平面上に質量 4.0 kg 、 2.4 kg の物体 A 、 B を互いに接して置き、水平方向から A を B のほうへ一定の力 $F[\text{N}]$ で押し続けた。このとき、2物体は加速度 1.5 m/s^2 で運動した。

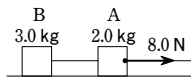


- (1) A が B を押ししている力の大きさ $f[\text{N}]$ を求めよ。
- (2) 外部から A を押す力の大きさ $F[\text{N}]$ を求めよ。

13 2物体の運動

なめらかな水平面上に質量 2.0 kg 、 3.0 kg の物体 A 、 B を置いて、軽い糸でつなぐ。 A を水平に 8.0 N の力で引く。

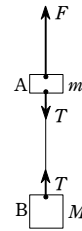
- (1) A 、 B の加速度の大きさ a は何 m/s^2 か。
- (2) AB 間の糸の張力の大きさ T は何 N か。



14 2物体の運動

図のように、質量 m 、 M の2つの物体 A 、 B が糸で結ばれている。物体 A に大きさ F の力を加えて鉛直上方に引き上げた。重力加速度の大きさを g とする。

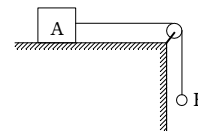
- (1) 糸が引く力の大きさを T 、生じる加速度の大きさを a とし、
 - (a) 物体 A についての運動方程式を立てよ。
 - (b) 物体 B についての運動方程式を立てよ。
- (2) 生じる加速度の大きさ a を F 、 m 、 M 、 g を用いて表せ。
- (3) 糸が引く力の大きさ T を F 、 m 、 M を用いて表せ。
- (4) $2Mg$ 以上の力が糸にはたらくと切れてしまうような糸を使った場合、糸が切れないようにするには F の範囲をどのようにしたらよいか。



15 2物体の運動

水平面上に物体 A を置き、糸をつけ、滑車を通して図のように質量 2.0 kg のおもり B をつるした。次の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

- (1) なめらかな面の場合、おもり B は加速度 5.6 m/s^2 で降下した。
 - (a) おもり B が降下している間の糸の張力の大きさ T_1 は何 N か。
 - (b) 物体 A の質量 M は何 kg か。
- (2) あらい面の場合、おもり B は加速度 5.0 m/s^2 で降下した。
 - (a) おもり B が降下している間の糸の張力の大きさ T_2 は何 N か。
 - (b) 物体 A が水平面から受ける動摩擦力の大きさ F' は何 N か。
 - (c) あらい水平面と物体 A との間の動摩擦係数 μ' の値を求めよ。



16 2物体の運動

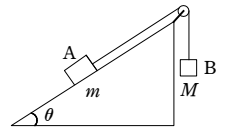
なめらかで水平な氷の上で、質量 40 kg の子どもと 80 kg の大人が接近して、どちらも静止していた。この子どもが大人を押すと、大人と子どもはそれぞれ反対向きに運動し始めた。大人は押されている 0.60 秒の間は加速度が 0.25 m/s^2 の等加速度直線運動をし、その後大人も子どもも等速直線運動をした。

- (1) 子どもが大人を押した力 F は何 N か。
- (2) 大人を押しているときの子どもの加速度の大きさ a は何 m/s^2 か。
- (3) 等速直線運動しているときの大人の速さ V 、子どもの速さ v は何 m/s か。



17 あらい斜面上のつりあいと運動

傾きの角が θ のあらい斜面上に質量 m の物体 A を置き、 A に結んだ糸で、図のように、なめらかな滑車を通して質量 M の物体 B をつるす。 A と斜面との間の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とし、以下の問いに答えよ。ただし、 $\tan\theta > \mu$ とする。

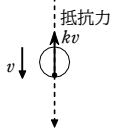


- (1) B の質量 M が M_1 より小さいと、 A は斜面下方にすべりだす。 M_1 を m 、 μ 、 θ を用いて表せ。
- (2) B の質量 M が M_2 より大きいと、 A は斜面上方にすべりだす。 M_2 を m 、 μ 、 θ を用いて表せ。
- (3) 次に、 B のかわりに質量 $M_3 (> M_2)$ の物体 C をつるしたら、 C は一定の加速度で降下した。 C の加速度の大きさ a を m 、 M_3 、 g 、 μ' 、 θ を用いて表せ。

18 空気の抵抗を受ける運動

質量 $m[\text{kg}]$ の小球が空中を落下するとき、空気の抵抗力は小球の速さ v に比例し、 $kv[\text{N}]$ であるとする (k は比例定数)。重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とする。

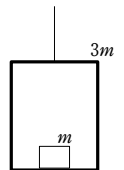
- (1) 小球の速さが $v[\text{m/s}]$ である瞬間の加速度の大きさ $a[\text{m/s}^2]$ を求めよ。
- (2) 小球の速さはやがて一定になる。その速さ (終端速度) $v_t[\text{m/s}]$ を求めよ。
- (3) 小球のおおよその $v-t$ 図をかけ。



19 2物体の運動

質量 $3m[\text{kg}]$ の箱の中に質量 $m[\text{kg}]$ のおもりを入れ、箱に糸をつけて、引き上げたり下ろしたりした。重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ として次の各場合に、おもりの加速度 $a[\text{m/s}^2]$ 、おもりが箱を押す力 $N[\text{N}]$ を求めよ。

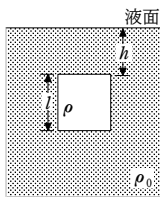
- (1) 糸の張力を $5mg[\text{N}]$ にしたとき
- (2) 糸の張力を $3mg[\text{N}]$ にしたとき
- (3) 糸を切ったとき



【ヒント】 箱とおもりのそれぞれについて運動方程式を立てる。

20 浮力を受ける運動

図のように、高さ l 、底面積 S 、密度 ρ の円柱形の物体の上面を、密度 $\rho_0 (\rho < \rho_0)$ の液体の液面より h だけ下げて手で固定した。重力加速度の大きさを g とする。

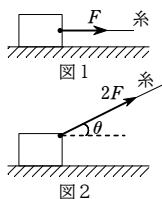


- この物体にはたらく浮力の大きさ F を求めよ。
- 図の状態から静かに手をはなしたところ、物体はまっすぐに上昇を始めた。手をはなしてから物体の上面が液面に達するまでの時間 t を求めよ。ただし、液体の抵抗を無視するものとする。
- 物体の上面が液面に達したときの速さ v を求めよ。

ヒント (2)(3) 物体は浮力と重力を受けて等加速度直線運動をする。

21 あらい水平面上の運動

図1のように、水平なあらい面上に質量 M の物体がある。この物体を、大きさ F の力で水平に引きつづけると、一定の速度で運動した。次に、この物体を図2のように、水平からの角度 θ を保ちながら、大きさ $2F$ の力で斜め上向きに引きつづけたところ、物体は面を離れることなく、水平に一定の速度で運動した。重力加速度の大きさを g とする。

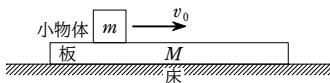


- 物体と面との間の動摩擦係数 μ' を θ で表せ。
- θ はある角度以下にはなりえない。 θ の下限を求めよ。

ヒント (1) 一定の速度で運動している物体にはたらく力の合力は0。
(2) $\mu' > 0$ でなければならない。

22 動く板の上での物体の運動

右の図のように、質量 m の小物体が質量 M の大きな板の上のっている。小物体と板との間の動摩擦係数を μ とし、板と床との間の摩擦を無視する。



時刻 $t=0$ において、小物体に右向きに初速度 v_0 を与えると、板も同時に動き始めた。右向きを正の向きとし、重力加速度の大きさを g とする。

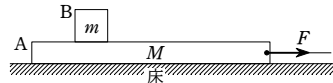
- 小物体の加速度 a を求めよ。
- 板の加速度 A を求めよ。
- 小物体が板に対して静止するまでの時間 t 、その間に小物体が板に対してすべる距離 l を求めよ。

ヒント (2) 板は動摩擦力 μmg によって加速される。

- 両者の速度が等しくなったときが t 。この間の両者の移動距離の差が l 。

23 動く板の上での物体の運動

床の上に物体 A、B がのっている。A と B の質量をそれぞれ M, m 、重力加速度の大きさを g とする。A と床との間の摩擦は無視できる。A と B との間の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' とする。A を力 F で水平に引く。右向きを正の向きとする。



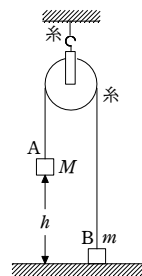
- F が小さいときは、静止摩擦のため A と B は一体になって運動する。このときの A の加速度 a 、B にはたらく摩擦力の大きさ f を求めよ。
- F がある大きさ F_0 をこえようと、B は A の上ですべりようになる。 F_0 を求めよ。
- 引く力 F が F_0 より大きいとき、B は A の上ですべりだす。このときの A および B の加速度 a_A, a_B を求めよ。

ヒント (2) (1) の f が最大摩擦力になるときの F が F_0 である。

- B は動摩擦力 $\mu' mg$ によって加速され、A はその反作用を受ける。

24 2物体の運動

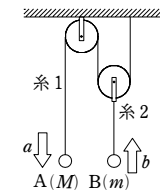
定滑車に糸をかけ、その両端に質量 M と m の物体 A、B をつるす。B は地上に、A は高さ h の所にある。糸や滑車の質量を無視し、 $M > m$ 、重力加速度の大きさを g とする。物体 A を静かにはなして降下させるとき、次の各量を求めよ。



- A の加速度の大きさ a
- A をつるしている糸の張力の大きさ T
- 滑車をつるしている糸の張力の大きさ S
- A と B がすれ違うまでの時間 t と、そのときの A の速さ v

25 動滑車と2物体の運動

糸1を定滑車と動滑車にかけて質量 M [kg] の小球 A をつるし、動滑車には糸2で質量 m [kg] の小球 B をつるして、A、B を同じ高さに支えてからはなす。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、糸と滑車の質量、糸と滑車の間の摩擦を無視する。



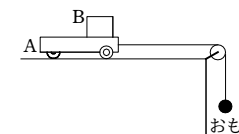
- A の加速度の大きさを a [m/s²] とし、B の加速度の大きさ b [m/s²] を a を用いて表せ。
- 糸1が A を引く力(糸1の張力)を T_1 [N] とし、糸2が B を引く力(糸2の張力) T_2 [N] を T_1 を用いて表せ。
- A が下降するとして、A の加速度の大きさ a を求めよ。
- 動き始めてから、A、B 間の高さの差が h [m] になるまでの時間 t [s] を求めよ。

ヒント (1) 同じ時間の A、B の移動距離を比べる。

- 動滑車にはたらく力の合力は0。

26 物体をのせた台車の運動

図のように、なめらかで水平な台の上に台車 A、物体 B がのっている。A に糸をつけて滑車を通し、他端におもりをつるす。A、B の質量を 2.4 kg、0.80 kg とし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。水平方向の速度、加速度は右向きを正の向きとする。



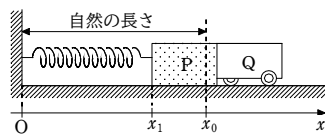
- 質量 2.4 kg のおもりをつるして静かにはなすと、A、B は一体となって動いた。このときの台車 A の加速度を求めよ。
- おもりの質量を少しずつ増加させると、3.2 kg になった直後に、物体 B は台車 A 上をすべり始めた。A と B の間の静止摩擦係数 μ を求めよ。
- おもりの質量を 4.0 kg にして静かにはなしたところ、物体 B は水平な台に対して 4.0 m/s^2 の加速度で動き始めた。A と B の間の動摩擦係数 μ' と A の加速度を求めよ。

ヒント B は A から受ける摩擦力によって加速される。

中3 物理化学総合S (甲陽) 物理練習問題 (運動の法則・仕事とエネルギー)

27 2物体の運動

水平面上に質量 M の物体 P と質量 m の台車 Q があり、P は自然の長さ x_0 の軽いばね (ばね定数 k) で壁に取りつけてある。壁の位置を原点として、ばねが伸びる向きに x 軸をとる。また、Q と水平面の間には摩擦がないが、P と水平面の間には摩擦があり、その動摩擦係数を μ' とする。Q を P に押しつけて、P が $x = x_1$ ($x_1 < x_0$) の位置にくるまでばねを縮めた後、静かに手をはなすと、2 物体は動きだした。重力加速度の大きさを g とする。

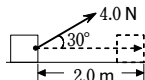


- (1) P の位置が x ($x < x_0$) のとき、P および Q の運動方程式をそれぞれ立てよ。ただし、P と Q が及ぼしあう力の大きさを f 、2 物体の加速度の大きさを a とする。
- (2) f を求めよ。 (3) Q が P を離れるときの P の位置を求めよ。

ヒント (3) Q が P を離れるのは $f=0$ となるときである。

28 仕事

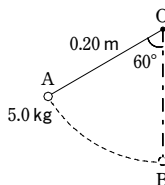
なめらかで水平な床上の重さ 10 N の物体に、水平から 30° 上向きに 4.0 N の力を加え続けて、床にそって 2.0 m 動かした。このとき、次の各力が物体にした仕事はそれぞれ何 J か。



- (1) 加えた力 (2) 重力 (3) 床が及ぼす垂直抗力

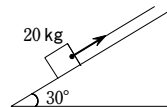
29 仕事

長さ 0.20 m の軽い糸に質量 5.0 kg のおもりをつけた振り子がある。図のように、糸が鉛直線と 60° の角をなす位置 A からおもりを静かにはなした。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。おもりが A から B まで移動する間に、糸が引く力がおもりにする仕事 W_1 [J]、重力がおもりにする仕事 W_2 [J] をそれぞれ求めよ。



30 仕事の原理

水平面と 30° の角をなすなめらかな斜面にそって質量 20 kg の物体をゆっくり引き上げる。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。



- (1) 引き上げるために必要な力 F [N] を求めよ。
- (2) 斜面にそって 10 m 引き上げるのに必要な仕事 W [J] を求めよ。
- (3) この物体を同じ高さまで斜面を利用せず、鉛直上方に引き上げるのに必要な仕事 W' [J] を求めよ。
- (4) 斜面と物体との間に摩擦があり、動摩擦力が 22 N であった。斜面にそって 10 m 引き上げるのに必要な仕事 W'' [J] を求めよ。

31 仕事率

300 W の仕事率で 5.0 時間にする仕事の量は何 kWh か。また、それは何 J か。

32 仕事率

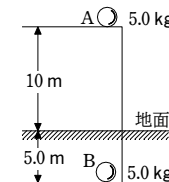
リフトが質量 $2.0 \times 10^3 \text{ kg}$ の荷物を、一定の速さで 4.0 秒かけて 3.0 m の高さまで持ち上げた。このリフトの仕事率 P は何 W か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

33 仕事率

次の文の を正しく埋めよ。
 質量 $1.0 \times 10^3 \text{ kg}$ の車が $2.0 \times 10^2 \text{ N}$ の推進力で、水平な直線道路を一定の速さ 20 m/s で走行している。このとき車の受ける抵抗力の大きさは N で、エンジンの仕事率は kW である。

34 重力による位置エネルギー

質量 5.0 kg の物体 A が高さ 10 m の建物の屋上にあり、同じ質量の物体 B が地下 5.0 m の地下室の床にある。次の各場合について、物体 A と物体 B の重力による位置エネルギー U_A [J]、 U_B [J] とその差 ΔU [J] を求めよ。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。



- (1) 地面を基準としたとき
- (2) 地下室の床を基準としたとき

35 弾性エネルギー

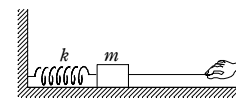
ばね定数 10 N/m のつる巻きばねについて次の問いに答えよ。



- (1) このばねを自然の長さから 0.20 m 引き伸ばしたとき、はねのもつ弾性エネルギー U_1 [J] を求めよ。
- (2) このばねを、さらに 0.20 m 引き伸ばしたとき、ばねのもつ弾性エネルギー U_2 [J] を求めよ。また、このとき、ばねを 0.20 m 引き伸ばすのに要した仕事 W [J] を求めよ。

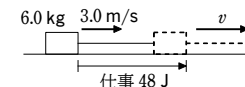
36 仕事

あらい水平面上に質量 m の物体を置き、壁との間をばね定数 k のばねでつないだ。ばねが自然の長さの状態から、手で水平に物体に力を加え、ばねの伸びが x になるまでゆっくりと引き伸ばした。手によってなされた仕事 W はいくらか。面と物体の間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とする。



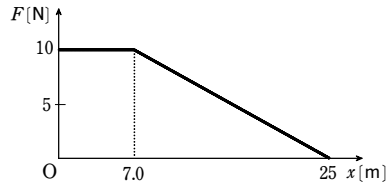
37 仕事と運動エネルギー

3.0 m/s の速さで等速直線運動をしている質量 6.0 kg の物体に、48 J の正の仕事を加えると、物体の速さ v は何 m/s になるか。



38] 仕事と運動エネルギー

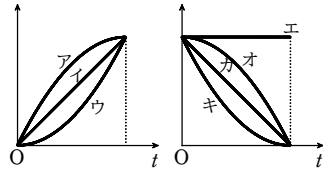
質量 5.0 kg の物体に水平方向の力を加えて、力の向きに直線運動を行わせた。物体の移動距離 x [m] と力の大きさ F [N] との関係は、図のグラフで表される。 $x=0$ m における物体の速さは 6.0 m/s であった。



- $x=0$ m から $x=7.0$ m までの間に、力が物体にした仕事 W_1 [J] を求めよ。
- $x=7.0$ m における物体の速さ v_1 [m/s] を求めよ。
- $x=7.0$ m から $x=25$ m までの間に、力が物体にした仕事 W_2 [J] を求めよ。
- $x=25$ m における物体の速さ v_2 [m/s] を求めよ。

39] 自由落下とエネルギー

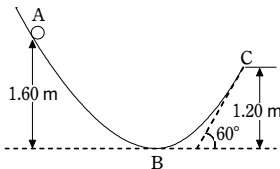
地上 h の高さにある物体が、時刻 $t=0$ から自由落下するとき、次の各エネルギーは時間 t とともにどのように変化するか。右のア～キのグラフのうちから1つずつ選べ。



- 運動エネルギー K
- 重力による位置エネルギー U (地面基準)
- 力学的エネルギー E

40] 力学的エネルギーの保存

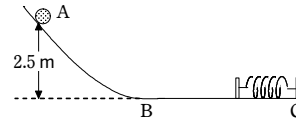
図のような、表面のなめらかな曲面の最下点 B からの高さ 1.60 m の点 A から、初速度 0 で小球をすべらせる。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。



- 小球が B を通る瞬間の速さは何 m/s か。
- 小球は B からの高さ 1.20 m の点 C から飛び出す。C から飛び出す瞬間の速さは何 m/s か。
- C における接線が水平面となす角が 60° であるとする、小球が C から飛び出した後の軌道の最高点は B から何 m の高さのところか。

41] 力学的エネルギーの保存

ともになめらかな、斜面 AB と水平面 BC がつながっており、点 C にばね定数 50 N/m の長いばねがつけてある。

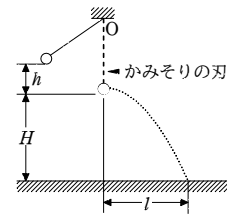


水平面 BC から 2.5 m の高さの点 A に質量 2.0 kg の物体を置き、静かにすべり落とした。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、水平面 BC を高さの基準にとる。

- 点 A での物体の力学的エネルギーは何 J か。
- 水平面 BC に達したときの物体の速さ v は何 m/s か。
- 物体がばねに当たって、ばねを押し縮めていったとき、ばねの最大の縮み x は何 m になるか。

42] 力学的エネルギーの保存

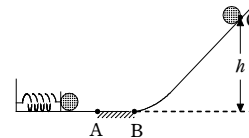
軽くて伸びない糸の一端を天井の点 O に固定し、他端に小球をつけて、糸がたるまないように小球を最下点から h だけ持ち上げて静かにはなす。小球が最下点を通る直前、糸がかみそりの刃に触れて切れ、小球は水平方向に飛び出して H だけ下方の床に落ちる。重力加速度の大きさを g とする。



- 小球が水平方向に飛び出す瞬間の速さ v_0 を求めよ。
- O と小球の落下点との間の水平距離 l を h, H で表せ。
- 床に達する直前の小球の速さ v を求めよ。

43] 保存力以外の力の仕事

図のように床と斜面がつながれている。床の AB 間はあらいが、他はなめらかである。床の一部分にばね定数 k のばねをつけ、一端に質量 m の物体を押しあてて、ばねを l 縮めた。AB 間の物体と床との間の動摩擦係数を μ' 、距離を S 、重力加速度の大きさを g とする。



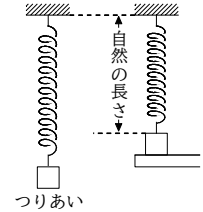
- ばねを解放したとき、物体が点 A に達する直前の速さ v_A を求めよ。
- 物体は点 B を通過後、斜面を上り、最高点 C に達した。C の床からの高さ h を求めよ。

よ。

- もどってきた物体がばねを縮めた。ばねの最大の縮み x を求めよ。

44] 力学的エネルギーの保存

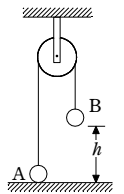
ばね定数 k [N/m] の軽い巻きばねの一端を固定し、他端に質量 m [kg] のおもりをつるして、おもりを下から手で持った台で、ばねが自然の長さになるように支える。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



- 台をゆっくりおろしていくとき、 x [m] だけ下がった位置で台がおもりを支える力の大きさ F [N] を求めよ。
- おもりが台から離れるときのばねの伸び x_1 [m] を求めよ。
- はじめの状態でおもりを急に取り去った場合、最下点でのばねの伸び x_2 [m] を求めよ。
- おもりの最下点について、 x_1 と x_2 の差が生じた理由を述べよ。

45] 力学的エネルギーの保存

定滑車に糸をかけ、両端に質量 m および M ($M > m$) の小球 A, B を取りつけた。A は水平な床に接し、B は床から h の高さに保持されて糸はたるみのない状態になっている。いま、B を静かにはなすと B は下降を始めた。重力加速度の大きさを g とする。



- B が下り始めて床と衝突する直前までの間に、A と B の位置エネルギーの和はいくら減少するか。
- B が床に衝突する直前の A, B の速さ v はいくらか。
- B が床に衝突した後、A が達する最高点の床からの高さ H はいくらか。

中3 物理化学総合S (甲陽) 物理練習問題 (運動の法則・仕事とエネルギー)

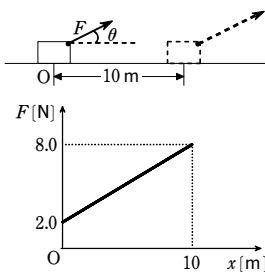
46] 仕事と運動エネルギー

質量 2.0 kg の物体が、なめらかな水平面の x 軸上の原点 O を速さ 3.0 m/s で通過した瞬間から、速度の方向を含む鉛直面内で一定の角 θ だけ上向きに力 $F \text{ [N]}$ を加えた。力 F の大きさは移動とともに右のグラフのように変化する。また、 $\cos \theta = 0.80$ とする。

- (1) 力 F が物体にした仕事 W は何 J か。
- (2) 物体が $x = 10 \text{ m}$ の点を通過する瞬間の速さ v は何 m/s か。

ヒント 力 F の分力 $F \cos \theta$ のみが仕事をする。

(F - x 図の面積) $\times \cos \theta$ が、 F のした仕事となる。



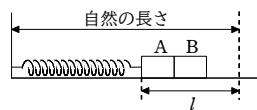
- (1) 面がなめらかな場合、ばねから離れた後の物体の速さ v_1 はいくらか。
- (2) 面があらの場合、面と物体との動摩擦係数を μ' とすると、ばねから離れた直後の物体の速さ v_2 はいくらか。

49] 力学的エネルギーの保存

ばね定数 k の軽い巻きばねの一端を壁に固定し、他端に質量 M の物体 A を取りつけて、なめらかな水平面上に置く。このとき、ばねの中心軸は水平である。図のように、質量 m の物体 B を A に接触させて置き、 B を押して、ばねを自然の長さから l だけ縮めてはなすと、ばねが自然の長さになった所で B は A から離れる。

- (1) A から離れたときの B の速さ v を求めよ。
- (2) ばねの伸びの最大値 x を求めよ。

ヒント (2) B が離れてからは、 A のみについて力学的エネルギー保存則の式を立てる。



47] 保存力以外の力の仕事

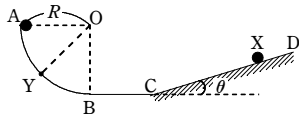
半径 R の円弧状のなめらかな曲面 AB がある。円弧の上端 A と円弧の中心 O の高さは等しく、円弧の最下点 B と O を通る線は鉛直である。その右側にはなめらかな水平面 BC と傾角 θ のあらい斜面 CD がある。

いま、円弧の上端 A から質量 m の小物体を

静かにはなしたら、円弧にそってすべり降り、さらに斜面 CD にそってのぼり始めたが、点 C からある距離を進んだ点 X で速度がいったん 0 になった。その直後に逆もどりをして、円弧面のある高さの点 Y に達したところで再び速度が 0 になった。小物体と斜面との間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とする。

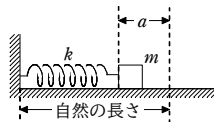
- (1) 小物体が最初に円弧の最下点 B を通過するときの速さ v はいくらか。
- (2) CX 間の距離 d はいくらか。
- (3) 小物体が逆もどりをして円弧面をのぼったときの最高点 Y の高さ H は、点 B を基準にしていくらか。

ヒント 動摩擦力は、斜面の上り、下りともに物体に対して負の仕事をする。



48] 保存力以外の力の仕事

水平面上にばね定数 k のばねを置き、一端は固定し、他端は自由にしてある。このばねに質量 m の物体を押しつけ、ばねを a だけ縮めてはなすと、ばねが自然の長さになった位置で物体はばねから離れた。重力加速度の大きさを g とする。



50] 斜面上のばね振り子の運動

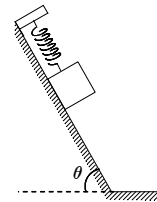
上端を固定したばねで物体が斜面に接してつり下げられている。物体の質量を m 、斜面の傾角を θ 、ばね定数を k 、重力加速度の大きさを g とする。

[A] 斜面がなめらかな場合について、次の (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) 物体が静止しているときのばねの伸び x_1 を求めよ。
- (2) ばねが自然の長さの状態ではなしたとき、ばねの伸びが (1) の x_1 になるときの物体の速さ v_1 を求めよ。
- (3) 前問 (2) の場合、物体が最下点に到達したときのばねの伸び x_2 を求めよ。

[B] 次に、物体と斜面の間に摩擦がある場合について、次の (4) ~ (6) に答えよ。ただし、静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' 、 $\mu' < \mu < \tan \theta$ とする。

- (4) 斜面にそって物体を手で動かし、静かに手をはなすと、物体がすべらずに静止するかどうかを調べたところ、ばねの伸びが最小値 x_3 と最大値 x_4 の範囲にあるとき、物体を静止させることができた。 x_3 と x_4 を求めよ。
- (5) ばねが自然の長さの状態ではなしたとき、物体が最下点に到達したときのばねの伸び x_5 を求めよ。
- (6) 物体が最下点に到達した後、再び斜面を上昇するか、静止するかは、静止摩擦係数や動摩擦係数などの条件による。物体が再び上昇する条件を θ 、 μ 、 μ' を用いて表せ。



ヒント (4) 物体が静止していることから、斜面上方にも斜面下方にもすべりださない条件を考える。

51] 棒をすべるリングの運動

質量 m のリングと質量 $2m$ のおもりを糸でつないで、図のように糸を滑車にかけ、リングを鉛直な棒に通す。重力加速度の大きさを g とし、糸と滑車との間、リングと棒との間の摩擦を無視する。糸が棒となす角を θ 、滑車と棒の間の距離を a とする。

- (1) つりあいの位置は θ の値がどれだけのところか。
- (2) リングを O から静かにはなすと、図の位置 P を通る瞬間のリングの速さを v とすると、その瞬間のおもりの速さ V はどのように表されるか。
- (3) 糸の長さを l として、リングが P を通る瞬間の速さ v を用いて、力学的エネルギーの保存を表す式をつくれ。
- (4) つりあいの位置を通過する瞬間のリングの速さ v_0 を求めよ。

ヒント (2) リングとおもりは糸でつながれているので、リングの糸にそった方向の速度成分の大きさと、おもりの速さは等しい。

