$$a = \frac{F - \mu' mg}{M}$$

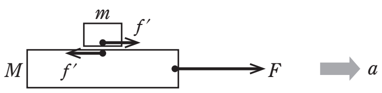


図1　小物体および台が水平方向に受ける力

(2)　台を大きさ$F'(<F)$の力で水平に引くと，小物体と台は一体となって正の向きに等しい加速度で動いた。このとき，小物体は台から正の向きに大きさfの静止摩擦力を受け，一方台は小物体から負の向きに大きさfの力を受ける(作用・反作用の法則)。

小物体の質量m，台の質量M，小物体および台の加速度の大きさをa'とすると，小物体および台それぞれの運動方程式は，「$ma = F$」より，

小物体：$ma' = f$　…④

台　　：$Ma' = F' - f$　…⑤

④，⑤より

$$a' = \frac{f}{m} = \frac{F' - f}{M}$$

$$Mf = mF' - mf$$

$$f = \frac{m}{M + m}F'$$

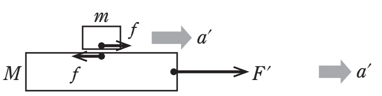


図2　小物体および台が水平方向に受ける力

●2章1節

問1 (p.106)　-6.0 J

物体が一定の大きさの力F〔N〕を受け，力と逆向きにx〔m〕動いたとき，物体がされた仕事Wは$W = -Fx$で表される。$F = 2.0$ N，$x = 3.0$ m より，

$$W = -Fx = -2.0 \times 3.0 = -6.0\ \mathrm{J}$$

やってみよう (p.109)　(1) B　(2) C

問2 (p.111)　4.9×10^2 W

時間t〔s〕の間に一定の仕事W〔J〕を行う場合，仕事率P〔W〕は$P = \dfrac{W}{t}$で表される。

また，質量m〔kg〕の物体を高さh〔m〕までゆっくり動かすときの仕事W〔J〕は，重力加速度の大きさをg〔m/s^2〕とすると，「$W = mgh$」なので，$m = 2.0 \times 10^3$ kg，$g = 9.8$ m/s^2，$h = 5.0$ m，$t = 2.0 \times 10^2$ s より，

$$P = \frac{mgh}{t} = \frac{2.0 \times 10^3 \times 9.8 \times 5.0}{2.0 \times 10^2} = 4.9 \times 10^2\ \mathrm{W}$$

なお，W(ワット)は仕事率の単位であり，1 W = 1 J/s である。

問3 (p.112)　2.0×10^3 倍

質量m〔kg〕，速さv〔m/s〕の物体の運動エネルギーK〔J〕は，$K = \dfrac{1}{2}mv^2$で表される。人の質量$m = 50$ kg，人の速さ$v = 1.0$ m/s，車の質量$m = 1.0 \times 10^3$ kg，車の速さ$v = 10$ m/s なので，人および車の運動エネルギーをそれぞれ$K_{人}$〔J〕，$K_{車}$〔J〕とすると，

「$K = \dfrac{1}{2}mv^2$」より，

$$\frac{K_{車}}{K_{人}} = \frac{\frac{1}{2} \times 1.0 \times 10^3 \times 10^2}{\frac{1}{2} \times 50 \times 1.0^2} = 2.0 \times 10^3\ 倍$$

考えてみよう (p.114)

ストローの中でマッチ棒がされる仕事が2倍になるので，運動エネルギーも2倍になる。運動エネルギーは速さの2乗に比例するので，速さは$\sqrt{2} \fallingdotseq 1.4$倍になる。

問4 (類題) (p.114)　(1) 35 J　(2) 30 J

(1)　1.0 m/s で運動するストーンと人の運動エネルギーの和は，「$K = \dfrac{1}{2}mv^2$」より，

$$K = \frac{1}{2} \times 20 \times 1.0^2 + \frac{1}{2} \times 50 \times 1.0^2 = 10 + 25 = 35\ \mathrm{J}$$

(2)　2.0 m/s で運動するストーンの運動エネルギーは，「$K = \dfrac{1}{2}mv^2$」より，

$$K = \frac{1}{2} \times 20 \times 2.0^2 = 40\ \mathrm{J}$$

(1)でストーンがもつ運動エネルギーは 10 J なので，ストーンがされた仕事は，

40 J − 10 J = 30 J

問5 (p.114)　(1) 7.2 J　(2) 7.2 J，1.2 m/s　(3) $L = \dfrac{7.3 \times 10^{-2}}{\mu'}$〔m〕

(1)　「$W = Fx$」より，

$$W = 6.0 \times 1.2 = 7.2\ \mathrm{J}$$

(2)　物体がされた仕事の分だけ，物体の運動エネルギーが変化する。したがって，運動エネルギーは 7.2 J である。また，このときの速さをv_2とすると

「$W = \dfrac{1}{2}mv_2{}^2 - \dfrac{1}{2}mv_1{}^2$」より，

$$7.2 = \frac{1}{2} \times 10 \times v_2{}^2 - \frac{1}{2} \times 10 \times 0^2$$

$$v_2 = 1.2\ \mathrm{m/s}$$

(3)　この場合，動摩擦力が負の仕事をして物体の運動エネルギーが 0 J になる。$m = 10$ kg，$g = 9.8$ m/s^2，$W = -7.2$ J なので，「$F' = \mu' N$」および「$W =$

$-Fx$」より，

$F' = \mu' mg = \mu' \times 10 \times 9.8$ …①

$-7.2 = -F' \times L$ …②

①，②より $L = 0.073/\mu'$〔m〕

問6 (p.115)　3.5×10^2 J

質量 m〔kg〕の物体が地面(基準面)より高さ h〔m〕の位置にあるときの重力による位置エネルギー U〔J〕は，重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とすると，$U = mgh$ で表される。「$U = mgh$」より，

$$U = 60 \times 9.8 \times 0.60 = 352 = 3.5 \times 10^2 \text{ J}$$

問7（類題） (p.118)　(1) $U_1 = 0$ J，$U_2 = 0.49$ J，$W = 0.49$ J
(2) $U_1 = -0.49$ J，$U_2 = 0$ J，$W = 0.49$ J

(1)　本の質量 $m = 0.10$ kg，重力加速度 $g = 9.8$ m/s^2，持ち上げる前の本の基準面からの高さ $h_1 = 0$ m なので，持ち上げる前の本がもつ重力による位置エネルギー U_1〔J〕は，「$U = mgh$」より，

$$U_1 = 0.10 \times 9.8 \times 0 = 0 \text{ J}$$

持ち上げた後の本の基準面からの高さ $h_2 = 1.00$ m $- 0.50$ m $= 0.50$ m なので，持ち上げた後の本がもつ重力のよる位置エネルギー U_2〔J〕は，「$U = mgh$」より，

$$U_2 = 0.10 \times 9.8 \times 0.50 = 0.49 \text{ J}$$

手がした仕事 W〔J〕は，「$W = U_2 - U_1$」より，

$$W = 0.49 - 0 = 0.49 \text{ J}$$

(2)　基準面からの高さ h〔m〕は，基準面より高い位置は正，低い位置は負となる。よって，持ち上げる前の本の位置は基準面より 0.50 m 低いので負となり基準面からの高さ $h_1 = -0.50$ m なので，持ち上げる前の本がもつ重力による位置エネルギー U_1〔J〕は，「$U = mgh$」より，

$$U_1 = 0.10 \times 9.8 \times (-0.50) = -0.49 \text{ J}$$

持ち上げた後の本の基準面からの高さ $h_2 = 0$ m なので，持ち上げた後の本がもつ重力による位置エネルギー U_2〔J〕は，「$U = mgh$」より，

$$U_2 = 0.10 \times 9.8 \times 0 = 0 \text{ J}$$

手がした仕事 W〔J〕は「$U_2 - U_1 = W$」より，

$$W = 0 - (-0.49) = 0.49 \text{ J}$$

基準面のとり方で位置エネルギー U の値は変化するが，手がした仕事 W は変わらない。

考えてみよう (p.118)

ばねの伸び x が2倍になると，弾性力による位置エネルギー $\frac{1}{2}kx^2$ は $2^2 = 4$ 倍になる。最高点では，これがすべて重力による位置エネルギー mgh となるので，跳び上がる高さは4倍になる。よって，③。

問8 (p.119)　0.20 J

ばね定数 k〔N/m〕のばねの伸び(または縮み)が x〔m〕のとき，ばねの弾性力による位置エネルギー U〔J〕は，$U = \frac{1}{2}kx^2$ で表される。

$k = 10$ N/m，$x = 0.20$ m なので U〔J〕は，「$U = \frac{1}{2}kx^2$」より，

$$U = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.20^2 = 0.20 \text{ J}$$

問9 (p.122)　7.1 m/s

水平投射運動をする場合，重力(保存力)のみが物体に仕事をするので力学的エネルギー(運動エネルギーと重力による位置エネルギーの和)が一定に保たれる。

質量 m〔kg〕の物体が，点Aから点Bまで移動したとする。高さ h_A〔m〕，h_B〔m〕での速さをそれぞれ v_A〔m/s〕，v_B〔m/s〕，重力加速度の大きさ g〔m/s^2〕とすると，力学的エネルギー保存の法則より

(点Aでの力学的エネルギー) ＝ (点Bでの力学的エネルギー)

$$\frac{1}{2}m{v_A}^2 + mgh_A = \frac{1}{2}m{v_B}^2 + mgh_B$$

$m = 0.20$ kg，$v_A = 1.0$ m/s，$g = 9.8$ m/s^2，地面を基準面とすると $h_A = 2.5$ m，$h_B = 0$ m なので，ボールが地面に着く直前の速さ v_B〔m/s〕は，力学的エネルギー保存の法則より，

(ボールを投げたときの力学的エネルギー)

$$\frac{1}{2} \times 0.20 \times 1.0^2 + 0.20 \times 9.8 \times 2.5$$

＝ (ボールが地面に着く直前の力学的エネルギー)

$$= \frac{1}{2} \times 0.20 \times {v_B}^2 + 0.20 \times 9.8 \times 0$$

$$v_B = \sqrt{50} = 5\sqrt{2} = 5 \times 1.41 = 7.05 \fallingdotseq 7.1 \text{ m/s}$$

問10 (p.124)　(1) $d\sqrt{\dfrac{k}{m}}$　(2) d　(3) $\dfrac{d}{2}\sqrt{\dfrac{3k}{m}}$

物体が受ける次の3力，重力，垂直抗力，弾性力のうち，弾性力(保存力)のみが物体に仕事をするので，力学的エネルギー(運動エネルギーと弾性力による位置エネルギーの和)は保存される。

(1)　ばねが自然長になったときの，物体の速さ v_1〔m/s〕は，物体の質量 m〔kg〕，ばね定数 k〔N/m〕，物体をはなした直後のばねの伸び d〔m〕なので，力学的エネルギー保存則より，

(物体をはなした直後の力学的エネルギー) ＝ (ばねが自然長になったときの力学的エネルギー)

$$\frac{1}{2}m \times 0^2 + \frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}m{v_1}^2 + \frac{1}{2}k \times 0^2$$

$$v_1 = d\sqrt{\frac{k}{m}} \text{〔m/s〕}$$

(2)　ばねが最も縮むときの物体の速さは 0 m/s なので，そのときのばねの縮み x_2〔m〕は，「力学的エネルギー保存則」より，

(物体をはなした直後の力学的エネルギー) ＝ (ばねが最も縮むときの力学的エネルギー)

$$\frac{1}{2}m \times 0^2 + \frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}m \times 0^2 + \frac{1}{2}kx_2{}^2$$

$$x_2 = d\,〔\mathrm{m}〕$$

(3) ばねが $\frac{d}{2}$ だけ伸びているときの物体の速さ v_3〔m/s〕は，力学的エネルギー保存則より，

(物体をはなした直後の力学的エネルギー) ＝ (ばねが $\frac{d}{2}$ だけ伸びているときの力学的エネルギー)

$$\frac{1}{2}m \times 0^2 + \frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}mv_3{}^2 + \frac{1}{2}k\left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$v_3 = \frac{d}{2}\sqrt{\frac{3k}{m}}\,〔\mathrm{m/s}〕$$

問11 (p.125)　(1) $x_0 = \frac{mg}{k}$　(2) $v_0 = \sqrt{\frac{m}{k}}\,g$

(3) $x_1 = \frac{2mg}{k}$

物体にはたらく力は，重力と弾性力である。

(1) つり合いの位置では，重力 mg と弾性力 kx_0 の合力が0となる。

$$mg - kx_0 = 0$$

$$x_0 = \frac{mg}{k}$$

(2) 手をはなした直後から，物体には保存力である重力と弾性力のみが仕事をするので，力学的エネルギー(運動エネルギーと重力による位置エネルギーと弾性力による位置エネルギーの和)は保存される。ばね自然長の位置を基準面とすると，力学的エネルギー保存の法則より，

(手をはなした直後の力学的エネルギー)

$$\frac{1}{2} \times m \times 0^2 + mg \times 0 + \frac{1}{2} \times k \times 0^2$$

＝ (つり合いの位置の力学的エネルギー)

$$= \frac{1}{2} \times m \times v_0{}^2 + mg \times (-x_0) + \frac{1}{2} \times k \times x_0{}^2$$

(1)の解答を代入して整理すると，

$$v_0 = g\sqrt{\frac{m}{k}}$$

(3) 物体の最下点における速さは0 m/sである。最下点は基準面より x_1 低いので，力学的エネルギー保存の法則より，

(手をはなした直後の力学的エネルギー)

＝ (最下点の力学的エネルギー)

$$\frac{1}{2} \times m \times 0^2 + mg \times 0 + \frac{1}{2} \times k \times 0^2$$

$$= \frac{1}{2} \times m \times 0^2 + mg \times (-x_1) + \frac{1}{2} \times k \times x_1{}^2$$

$$\frac{1}{2} \times k \times x_1{}^2 - mgx_1 = 0$$

$$x_1\left(x_1 - \frac{2mg}{k}\right) = 0$$

$$x_1 = 0,\ \frac{2mg}{k}$$

$x_1 = 0$ は，手をはなした直後なので不適。よって，

$$x_1 = \frac{2mg}{k}$$

〈EXERCISE 7〉

Ex. 問13（類題） (p.126)　$v = \sqrt{v_0{}^2 + 2gh}$

B点を重力による位置エネルギーの基準面として，力学的エネルギー保存の法則を考える。小球の質量を m とすると，各点における力学的エネルギーは，

A点：$\frac{1}{2}mv_0{}^2 + mgh$，B点：$\frac{1}{2}mv^2 + 0$

であるから，$\frac{1}{2}mv_0{}^2 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 + 0$

$v > 0$ より，$v = \sqrt{v_0{}^2 + 2gh}$

Ex. 問14（類題） (p.127)　$v = 2\sqrt{\frac{gh}{3}}$

最下点を重力による位置エネルギーの基準面として，A点とB点について力学的エネルギーの保存を用いて式を立てる。小球の質量を m とすると，各点における力学的エネルギーは，

A点：$0 + mgh$，B点：$\frac{1}{2}mv_0{}^2 + mg\left(\frac{h}{3}\right)$

であるから，$mgh = \frac{1}{2}mv_0{}^2 + mg\left(\frac{h}{3}\right)$

$v_0 > 0$ より，$v_0 = 2\sqrt{\frac{gh}{3}}$

Ex. 問15（類題） (p.128)　$v = \sqrt{v_0{}^2 - gl}$

A点を重力による位置エネルギーの基準面として，A点とB点について力学的エネルギーの保存を用いて式を立てる。B点はA点よりも，$\frac{1}{2}l$ 高い位置にある。おもりの質量を m とすると，各点における力学的エネルギーは，

A点：$\frac{1}{2}mv_0{}^2 + 0$，B点：$\frac{1}{2}mv^2 + mg\left(\frac{1}{2}l\right)$

であるから，$\frac{1}{2}mv_0{}^2 + 0 = \frac{1}{2}mv^2 + mg\left(\frac{1}{2}l\right)$

$v > 0$ より，$v = \sqrt{v_0{}^2 - gl}$

Ex. 問16（類題） (p.128)　$v = \sqrt{2gl(1 - \cos\theta)}$

B点を重力による位置エネルギーの基準面として，A点とB点について力学的エネルギーの保存を用いて式を立てる。A点はB点よりも，

$l - l\cos\theta = l(1 - \cos\theta)$ だけ高い位置にある。おもりの質量を m とすると，各点における力学的エネルギーは，

A点：$0 + mgl(1 - \cos\theta)$，B点：$\frac{1}{2}mv^2 + 0$

であるから，$0 + mgl(1 - \cos\theta) = \frac{1}{2}mv^2 + 0$

$v > 0$ より，$v = \sqrt{2gl(1 - \cos\theta)}$

Ex. 問17（類題）(p.129)　$x = v_0\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

自然長の状態とばねが最大に伸びた状態について力学的エネルギーの保存を用いて式を立てる。各状態における力学的エネルギーは，

$$\text{自然長：}\frac{1}{2}mv_0^2 + 0,\ \text{伸び最大：}0 + \frac{1}{2}kx^2$$

であるから，$\dfrac{1}{2}mv_0^2 + 0 = 0 + \dfrac{1}{2}kx^2$

$x > 0$ より，$x = v_0\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

Ex. 問18（類題）(p.129)　$v = \sqrt{\dfrac{k}{m}a^2 - ga}$

A点を重力による位置エネルギーの基準面として，力学的エネルギーの保存を用いて式を立てる。各点における力学的エネルギーは，

$$\text{A点：}0 + 0 + \frac{1}{2}ka^2,$$

$$\text{B点：}\frac{1}{2}mv^2 + mga\sin 30^\circ + 0$$

であるから，

$$0 + 0 + \frac{1}{2}ka^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mga \times \frac{1}{2} + 0$$

$v > 0$ より，$v = \sqrt{\dfrac{ka^2}{m} - ga}$

節末問題【1】(p.133)　(1) 正　(2) 負　(3) 正　(4) 0

(1) 物体の質量 m，重力加速度の大きさ g とすると，物体が地球から受ける重力は鉛直下向きに一定の大きさ mg である。仕事は，(力の大きさ) × (力の向きへの移動距離) で表される。(a)→(c)の過程で重力の向きと同じ鉛直下向きに物体が移動するので重力が物体にする仕事は，正。

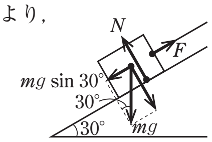
(2) 物体がばねから受ける力の向きは，ばねが縮むと伸びようとするため，ばねの上に置かれた物体に対して鉛直上向きである。(a)→(c)の過程で物体がばねから受ける力の向きと逆向きの鉛直下向きに物体は移動するので物体がばねから受ける力が物体にする仕事は，負。

(3) ばねが物体から受ける力は物体がばねから受ける力と作用・反作用の関係にあるので力の向きが逆向きとなり鉛直下向きである。(a)→(c)の過程でばねが物体から受ける力の向きと同じ鉛直下向きに物体は移動するので，正。

(4) ばねが床を押す力は床がばねから受ける力のことである。床がばねから受ける力の向きは鉛直下向きである。(a)→(c)の過程で床は動かないのでばねが床を押す力が床にする仕事は，0。

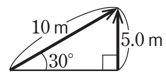
節末問題【2】(p.133)　(1) 2.5 N　(2) 25 J　(3) － 25 J　(4) 4.9 W

(1) 物体を一定の速さで引き上げる。図のように，重力の大きさを mg〔N〕とおくと，引き上げる力の大きさ F〔N〕は重力の斜面方向成分とつり合っているので，力のつり合いの関係より，



$$
\begin{aligned}
F &= mg\sin 30^\circ \\
&= 0.50 \times 9.8 \times \frac{1}{2} \\
&= 2.45\ \text{N} \fallingdotseq 2.5\ \text{N}
\end{aligned}
$$

(2) 図のように，高さ h = 5.0 m まで持ち上げるためには，斜面に沿って引き上げる距離 x = 10 m になる。よって，引き上げる力が物体にする仕事 W は，「$W = Fx$」より，



$$
\begin{aligned}
W &= 2.45 \times 10 \\
&= 24.5\ \text{J} \fallingdotseq 25\ \text{J}
\end{aligned}
$$

（別解）

仕事の性質より，斜面に沿って引き上げる仕事は，同じ位置まで真上に持ち上げる仕事に等しいので，「$W = Fx$」より，

$$W = mgh = 0.50 \times 9.8 \times 5.0 = 24.5\ \text{J}$$

よって，25 J

(3) 重力の向きと変位の向きのなす角は 120° なので，重力が物体にする仕事 W' は，「$W = Fx\cos\theta$」より，

$$
\begin{aligned}
W' &= mgx\cos\theta \\
&= 0.50 \times 9.8 \times 10 \times \cos 120^\circ \\
&= 0.50 \times 9.8 \times 10 \times \left(-\frac{1}{2}\right) \\
&= -24.5\ \text{J} \fallingdotseq -25\ \text{J}
\end{aligned}
$$

（別解）

重力による仕事は経路によらないため，重力の向きと逆向きに引き上げることから，

$$
\begin{aligned}
W' &= mgh\cos 180^\circ \\
&= 0.50 \times 9.8 \times 5.0 \times (-1) \\
&= -24.5\ \text{J} \fallingdotseq -25\ \text{J}
\end{aligned}
$$

(4) 引き上げる力の仕事率 P〔W〕は，力の向きの速さを v〔m/s〕として，「$P = Fv$」より，

$$P = 2.45\ \text{N} \times 2.0\ \text{m/s} = 4.9\ \text{W}$$

節末問題【3】(p.133)　(1) 0.20 J　(2) 4.0×10^{-2} m　(3) 0.20 m

(1) 「$K = \dfrac{1}{2}mv^2$」より，

$$K = \frac{1}{2} \times 0.10 \times (2.0)^2 = 0.20\ \text{J}$$

(2) 力学的エネルギー保存の法則より，物体の運動エネルギー K〔J〕とばねの弾性力による位置エネルギー U〔J〕の和は一定に保たれる。

ばねが最も縮んだときの自然長からの変位を x_1〔m〕とする。そのとき物体の速さは 0 m/s である。$k = 2.5 \times 10^2$ N/m なので「$K = \dfrac{1}{2}mv^2$」，「$U = \dfrac{1}{2}kx^2$」より，

$$\frac{1}{2} \times 0.10 \times 2.0^2 + \frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^2 \times 0^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.10 \times 0^2 + \frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^2 \times x_1{}^2$$

よって，

$$x_1 = \sqrt{\frac{0.10 \times 2.0^2}{2.5 \times 10^2}} = \sqrt{\frac{2.0^2}{5.0^2 \times 10^2}}$$

$$= \frac{2.0}{5.0 \times 10} = 4.0 \times 10^{-2}\,\mathrm{m}$$

(3) 力学的エネルギー保存の法則より，物体の運動エネルギー K〔J〕と物体の重力による位置エネルギー U〔J〕の和は一定に保たれる。

重力による位置エネルギーの基準面を水平面とする。物体が最高点に達したときの水平面からの高さは h〔m〕であり，そのとき物体の速さは 0 m/s である。$g = 9.8\,\mathrm{m/s^2}$ なので「$K = \frac{1}{2}mv^2$」，「$U = mgh$」より，

$$\frac{1}{2} \times 0.10 \times 2.0^2 + 0.10 \times 9.8 \times 0$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.10 \times 0^2 + 0.10 \times 9.8 \times h$$

$$h = 0.204$$

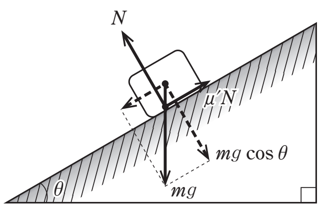
よって，0.20 m

節末問題【4】(p.133)　(1) $-\dfrac{\mu' mgh}{\tan\theta}$

(2) $\sqrt{2gh\left(1 - \dfrac{\mu'}{\tan\theta}\right)}$

(1) 物体が斜面をすべり下りるとき，物体は，鉛直下向きの大きさ mg〔N〕の重力，斜面垂直方向上向きに大きさ N〔N〕の垂直抗力，斜面方向上向きに大きさ $\mu' N$〔N〕の動摩擦力を受ける。垂直抗力の大きさ N〔N〕は斜面垂直方向の力のつり合いの関係より，

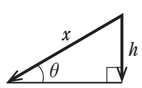
$$N = mg\cos\theta$$



変位の大きさを x〔m〕とすると，下図より，

$$\sin\theta = \frac{h}{x}$$

$$x = \frac{h}{\sin\theta}$$



下端に到達するまでに動摩擦力が物体にする仕事 W〔J〕は，動摩擦力の向きと変位の向きのなす角が 180° なので「$W = Fx\cos\theta$」より，

$$W = \mu' N \times x\cos 180^\circ$$

$$= \mu' mg\cos\theta \times \frac{h}{\sin\theta} \times (-1)$$

$$= -\frac{\mu' mgh}{\tan\theta}$$

(2) 力学的エネルギーの変化は動摩擦力が物体にする仕事に等しい。重力による位置エネルギーの基準面を斜面の下端とする。「$E_2 - E_1 = W$」より，

$$\left(\frac{1}{2}mv^2 + mg \times 0\right) - \left(\frac{1}{2}m \times 0^2 + mgh\right) = W$$

$$\frac{1}{2}mv^2 - mgh = -\frac{\mu' mgh}{\tan\theta}$$

$$v = \sqrt{2gh\left(1 - \frac{\mu'}{\tan\theta}\right)}$$

●2章2節

話し合ってみよう (p.136)

(1) 温度はいくらでも高くなる。原子や分子の熱運動が激しくなればなるほど温度は上がる。熱運動はいくらでも激しくなるため。

(2) 温度はいくらでも低くなることはない。原子や分子の熱運動が止まったときが温度の下限であるため。

問12 (p.136)　体温：36 ℃→絶対温度：309 K

日常的に用いられている温度は，単位 ℃ で表すセ氏温度である。自分の体温が $t = 36$ ℃ であるとすると，絶対温度 T〔K〕で表すと「$T = t + 273$」より，

$$T = 36 + 273 = 309\,\mathrm{K}$$

なお，温度の下限である絶対零度(0 K)は，セ氏 −273 ℃ である。

問13 (p.139)　1.7×10^7 J

$m = 200\,\mathrm{kg} = 200 \times 10^3\,\mathrm{g}$ の水の温度を 20 ℃ から 40 ℃ に上げるのに必要な熱量 Q〔J〕は，水の比熱 $c = 4.2\,\mathrm{J/(g\cdot K)}$ なので，「$Q = mc\Delta T$」より，

$$Q = 200 \times 10^3 \times 4.2 \times (40 - 20)$$

$$= 1.68 \times 10^7\,\mathrm{J} \fallingdotseq 1.7 \times 10^7\,\mathrm{J}$$

なお，温度変化 1 ℃ は温度変化 1 K に等しいので，

$$\Delta T = 40\,℃ - 20\,℃$$

$$= (40 + 273)\mathrm{K} - (20 + 273)\mathrm{K}$$

$$= (40 - 20)\mathrm{K}$$

問14 (p.139)　5.68×10^2 J/K

〈石英ガラスの容器〉

$m = 200\,\mathrm{g}$，石英ガラスの比熱は表 1 から $C = 0.749\,\mathrm{J/(g\cdot K)}$ なので，ガラス容器の熱容量 C_1〔J/K〕は，「$C = mc$」より，

$$C_1 = 200 \times 0.749 = 149.8\,\mathrm{J/K}$$

〈水〉

$m = 100\,\mathrm{g}$，水の比熱は表 1 から $C = 4.18\,\mathrm{J/(g\cdot K)}$ なので水の熱容量 C_2〔J/K〕は，「$C = mc$」より，

$$C_2 = 100 \times 4.18 = 418\,\mathrm{J/K}$$

〈石英ガラスの容器〉+〈水〉

全体の熱容量 C〔J/K〕は，