解答　1回目

1

考え方　重力，静電気力，磁力以外の力は，他の物体との接触によって生じている。

解説

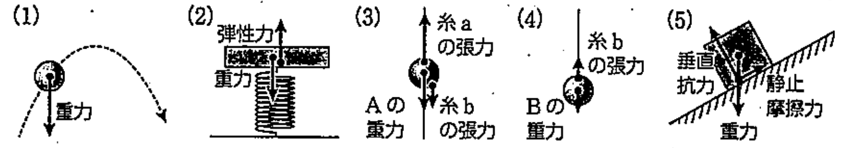
(1)　物体の進む向きと，物体にはたらく力が一致するとは限らない。斜めに投げた物体には重力のみがはたらいている。

(2)　物体には重力と弾性力がはたらいている。

(3)　物体Aには，糸a，糸bからの張力と，物体Aの重力がはたらいている。

(4)　物体Bには，糸bからの張力と，物体Bの重力がはたらいている。

(5)　物体には，重力，斜面から押される垂直抗力，斜面から受ける摩擦力がはたらいている。



2

考え方　フックの法則 $F=kx$ や，重力 $W=mg$ を用いて力の大きさを求める。

解説

(1)　重力は，$W=0.50\times9.8=4.9$ N

(2)　ばねを引く力はばねの弾性力と等しいので $F=kx$ より，

$F=70\times0.10=7.0$ N

(3)　ボールが静止しているので，ボールにはたらく 4.9 N の重力と弾性力がつり合っている。

よって，$F=kx$ より，$4.9=70\times x$

これを解くと，$x=0.070$ m　　よって，ばねの伸びは，7.0 cm

3

考え方　物体にはたらく力を各方向の成分に分けて，力のつり合いを考える。

解説

(1)　水平方向の力のつり合いより

$T_1\sin60^\circ=T_2\sin30^\circ$　　よって，$\dfrac{\sqrt{3}}{2}T_1=\dfrac{1}{2}T_2$

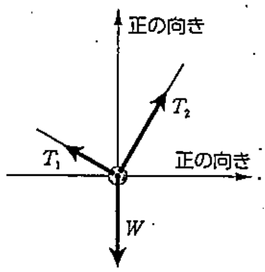
(2)　鉛直方向の力のつり合いより

$T_1\cos60^\circ+T_2\cos30^\circ=W$

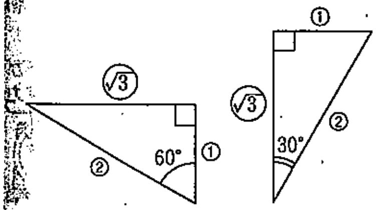
よって，$\dfrac{1}{2}T_1+\dfrac{\sqrt{3}}{2}T_2=W$

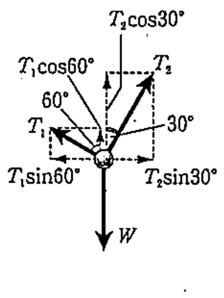
(3)　(1)，(2)の2式を連立させて解くと，

$T_1=\dfrac{1}{2}W$，$T_2=\dfrac{\sqrt{3}}{2}W$



別解　30°，60°，90°の直角三角形の辺の比を用いて，力のつり合いの式を示してもよい。

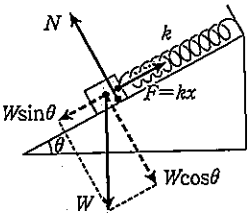




4.

小物体にはたらく重力を，斜面に平行な方向と垂直な方向に分解してみる。
面から物体にはたらく垂直抗力の大きさは，面に垂直な方向の力の関係から考える。

解説



(1) 重力の斜面に平行な成分と弾性力がつり合うから，弾性力の大きさを F〔N〕として，

$F = W\sin\theta$〔N〕

(2) ばねの自然長からの伸びを x〔m〕として，$F = kx$ より，

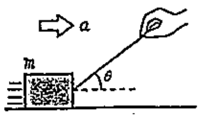
$x = \dfrac{F}{k} = \dfrac{W\sin\theta}{k}$〔m〕

(3) 重力の斜面に垂直な成分と垂直抗力がつり合うから，面から物体にはたらく垂直抗力の大きさを N〔N〕として，

$N = W\cos\theta$〔N〕

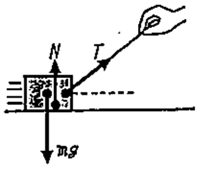
解答　2回目

1.　滑らかな床に置かれた質量 m の物体に糸を付けて斜め上向きに引いたところ，右向きに a の大きさの加速度が生じた。



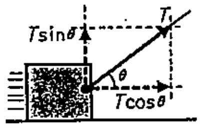
① 物体にはたらく重力 mg，床からの垂直抗力 N，糸の張力 T の 3 力を矢印で図中に示せ。

解　右図



② 糸の張力を，運動の方向(水平方向)と，運動に垂直な方向(鉛直方向)に分解し，それぞれの分力の大きさを図中に示せ。

解　右図



③ 水平方向についての運動方程式と，鉛直方向についてのつり合いの式をそれぞれ立てよ。

解　水平方向について，右向きを正として，

$\underline{ma = T\cos\theta}$　…①

鉛直方向について，上向きを正として，

$\underline{N + T\sin\theta - mg = 0}$　…②

④ 糸の張力の大きさ T 及び床からの垂直抗力の大きさ N を求めよ。

解　①式より，$T = \underline{\dfrac{ma}{\cos\theta}}$

②式より，$N = mg - T\sin\theta$

$= mg - \left(\dfrac{ma}{\cos\theta}\right)\sin\theta$

$= \underline{m(g - a\tan\theta)}$

2.　①斜面に平行な方向：$ma = mg\sin\theta$　…(i)

斜面に垂直な方向：$N - mg\cos\theta = 0$　…(ii)

②(i)式より，$a = g\sin\theta$

(ii)式より，$N = mg\cos\theta$

3.　考え方　物体，おもりについてそれぞれ運動方程式を立てる。2 物体の加速度の向きは異なるが，大きさは同じである。

解説

(2) 物体とおもりの加速度の大きさを a，糸が物体とおもりを引く張力の大きさを T とする。運動方程式は，

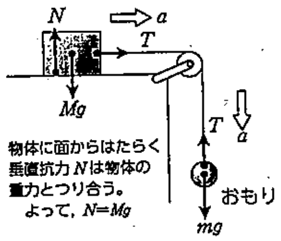
物体：$Ma = T$　…①

おもり：$ma = mg - T$　…②

①＋②より，$(M+m)a = mg$

よって，$a = \dfrac{m}{M+m}g$

これを①式に代入して，$T = \dfrac{Mmg}{M+m}$



4.　解答

(1) $g(\sin\theta - \mu'\cos\theta)$　(2) $\sqrt{2gL(\sin\theta - \mu'\cos\theta)}$　(3) $\sqrt{\dfrac{2L}{g(\sin\theta - \mu'\cos\theta)}}$

考え方　静かに置いて滑りだしたので，初速度 0 で斜面を滑り降りていることがわかる。

解説

(1) AB 間で物体にはたらく力は右図のようになる。

斜面に平行下向きを正より，運動方程式は，

$ma = mg\sin\theta - \mu' mg\cos\theta$

よって，$a = g(\sin\theta - \mu'\cos\theta)$

(2) $v^2 - v_0^2 = 2ax$ より，

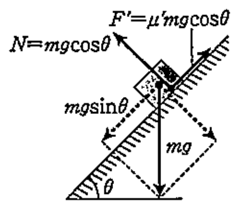
$v^2 - 0^2 = 2g(\sin\theta - \mu'\cos\theta)L$

よって，$v = \sqrt{2gL(\sin\theta - \mu'\cos\theta)}$

(3) $v = v_0 + at$ より，$v = 0 + at$

よって，

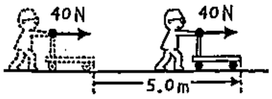
$t = \dfrac{v}{a} = \dfrac{\sqrt{2gL(\sin\theta - \mu'\cos\theta)}}{g(\sin\theta - \mu'\cos\theta)} = \sqrt{\dfrac{2L}{g(\sin\theta - \mu'\cos\theta)}}$



解答　3回目

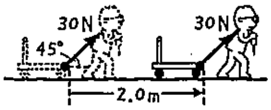
1.　次の①～④について，矢印で示した力がする仕事を求めよ。

① 40Nの力で5.0m押した。



解　$W = Fx = 40\text{N} \times 5.0\text{m} = \underline{2.0 \times 10^2\ \text{J}}$

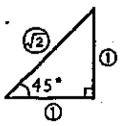
② 30Nの力で力と45°をなす向きに2.0m引いた。



解　$W = Fx\cos\theta = 30\text{N} \times 2.0\text{m} \times \cos 45°$

$= 60\ \text{J} \times \dfrac{\sqrt{2}}{2} \fallingdotseq 42.3\ \text{J} \fallingdotseq \underline{42\ \text{J}}$

別解　力の移動方向成分 F_x は，

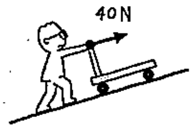


$F_x : 30\text{N} = 1 : \sqrt{2}$

$F_x = \dfrac{30}{\sqrt{2}}\text{N}$

よって，$W = \dfrac{30}{\sqrt{2}}\text{N} \times 2.0\text{m} \fallingdotseq 42\ \text{J}$

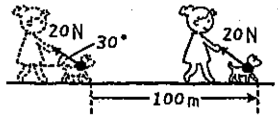
③ 台車が動かないように，40Nの力で50秒間支えた。



解　台車は移動していないから，移動距離 $x = 0\text{m}$ である。よって，

$W = 40\text{N} \times 0\text{m} = \underline{0\ \text{J}}$

④ 飼い犬にリードを付け，20Nの力を加えながら100m散歩した。



解　力の向きと移動の向きは150°をなすから，

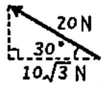
$W = Fx\cos\theta = 20\text{N} \times 100\text{m} \times \cos 150°$

$= 2000\ \text{J} \times \left(-\dfrac{\sqrt{3}}{2}\right) \fallingdotseq -1730\ \text{J}$

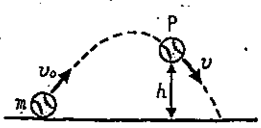
$\fallingdotseq \underline{-1.7 \times 10^3\ \text{J}}$

別解　$W = -10\sqrt{3}\ \text{N} \times 100\text{m}$

$\fallingdotseq -1.7 \times 10^3\ \text{J}$



2.　地面の高さから，質量 m のボールに初速 v_0 を与えて斜めに投げ出した。地面の高さを基準面とし，重力加速度の大きさを g とする。



① 投げ出した直後のボールの運動エネルギー K_1 と位置エネルギー U_1 をそれぞれ求めよ。

解　投げ出した直後の速さは v_0 であるから

運動エネルギー $K_1 = \dfrac{1}{2}mv_0^2$

また，高さは0であるから，

位置エネルギー $U_1 = mg \cdot 0 = 0$

② 高さ h の点Pを通過する瞬間の速さを v として，この瞬間の運動エネルギー K_2 と位置エネルギー U_2 をそれぞれ求めよ。

解　運動エネルギー $K_2 = \dfrac{1}{2}mv^2$

位置エネルギー $U_2 = mgh$

③ 力学的エネルギー保存の法則を用いて，v を v_0，g 及び h を用いて表せ。

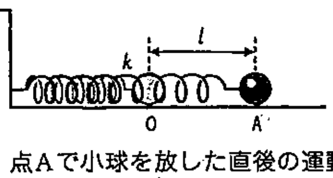
解　力学的エネルギー保存の法則より，

$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

$\dfrac{1}{2}mv_0^2 + 0 = \dfrac{1}{2}mv^2 + mgh$

$v = \underline{\sqrt{v_0^2 - 2gh}}$

3.　ばね定数 k のばねに質量 m の小球を付け，小球を引いてばねの自然長の位置Oから点Aまで l だけ引き伸ばし，静かに放す。



① 点Aで小球を放した直後の運動エネルギー K_1 及び弾性エネルギー U_1 をそれぞれ求めよ。

解　放した直後の速さは0であるから，

運動エネルギー $K_1 = \dfrac{1}{2}m \cdot 0^2 = \underline{0}$

弾性エネルギー $U_1 = \underline{\dfrac{1}{2}kl^2}$

② 力学的エネルギー保存の法則を用いて，点Oを通過するときの速さを求めよ。

解　求める速さを v とすると，点Oを通過する瞬間の運動エネルギーと弾性エネルギーは，

運動エネルギー $K_2 = \dfrac{1}{2}mv^2$

弾性エネルギー $U_2 = \dfrac{1}{2}k \cdot 0^2 = 0$

小球を放してから点Oに達するまでは弾性力のみが仕事をするから，力学的エネルギー保存の法則が成り立つ。

$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

$0 + \dfrac{1}{2}kl^2 = \dfrac{1}{2}mv^2 + 0$

よって，$v = \underline{l\sqrt{\dfrac{k}{m}}}$

4.

①物体には重力，垂直抗力，弾性力がはたらくが垂直抗力は物体の運動方向と常に垂直にはたらくので仕事をしない。

(a) 放した直後は小物体の速さは0であるので，運動エネルギー $K=\mathbf{0}$

(b) 位置エネルギー Uは，$U=\mathbf{0}$

(c) 自然長から l だけ縮んでいるので，弾性エネルギー $U=\boldsymbol{\frac{1}{2}kl^2}$

②(a) 運動エネルギー $K=\boldsymbol{\frac{1}{2}mv^2}$

(b) 位置エネルギー Uは，$U=\mathbf{0}$

(c) 小物体が離れたとき，ばねは自然長なので，弾性エネルギー $U=\mathbf{0}$

③小物体には重力と弾性力のみが仕事をするので，力学的エネルギーは保存される。①，②より，

$$0+0+\frac{1}{2}kl^2=\frac{1}{2}mv^2+0+0$$

$$v^2=\frac{kl^2}{m} \qquad v=l\sqrt{\frac{k}{m}}$$

④(a) 最高点に達したとき，小物体の速さは0であるので，運動エネルギー $K=\mathbf{0}$

(b) 位置エネルギー Uは，$U=\boldsymbol{mgh}$

⑤①，④より，

$$0+0+\frac{1}{2}kl^2=0+mgh+0$$

$$h=\frac{kl^2}{2mg}$$