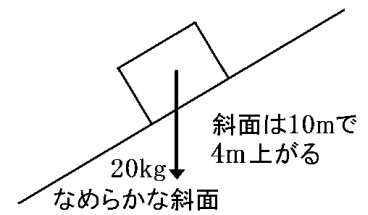


第 7 章	理科(3 年)	名前:	日 付	No.02
	仕事			

[問題 1]

斜面を利用したときの仕事について下の各問いに答えなさい。ただし、摩擦ははたらかないものとする。また、100g の物体を引き上げるのに必要な力を 1N とする。

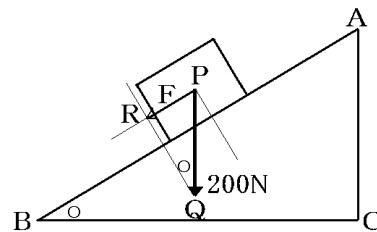
- (1) 斜面に沿って滑り落ちようとする力を求めなさい。
- (2) この斜面上方向に沿って 10m 動かしたときの仕事を求めなさい。
- (3) 直接物体を 4m 持ち上げたときの仕事を求めなさい。
- (4) (2)、(3)の結果からどんなことがわかりますか。



[解答欄]

(1) 80N	(2) 800J	(3) 800J
(4) 直接持ち上げた場合でも、斜面という道具を使った場合でも仕事量は同じになる。		

[解説]



(1) 図の PR が斜面に沿って滑り落ちようとする力の大きさを表している。

PQ は質量 20kg のこの物体に働く重力を表している。質量 100g の物体に働く重力は 1 N なので、質量 20kg=20000g の物体にかかる重力 PQ は、 $20000 \div 100 = 200\text{N}$ である。

次に、図の $\triangle PQR$ と $\triangle ABC$ は、 $\angle PQR = \angle ABC$ 、 $\angle PRQ = \angle ACB = 90^\circ$ なので、2 組の角がそれぞれ等しく相似になる。

よって、 $PQ : PR = AB : AC \cdots \textcircled{1}$ が成り立つ。

この斜面は 10m で 4m 上がる斜面であるので、 $AB = 10(\text{m})$ 、 $AC = 4(\text{m})$ とおく。

また、 $PQ = 200(\text{N})$ なので、 $\textcircled{1}$ 式より、 $200 : PR = 10 : 4$

比の内項の積は外項の積に等しいので、 $PR \times 10 = 200 \times 4$ 、 $PR = 200 \times 4 \div 10 = 80(\text{N})$

(2) 斜面に沿って 10m 引き上げるとき、物体を引く力は、物体が斜面に沿って滑り落ちようとする力と同じ 80N であるので、

(仕事 J) = (力の大きさ N) $\times$ (力の方向に移動した距離 m) $= 80(\text{N}) \times 10(\text{m}) = 800(\text{J})$

(3) 直接物体を 4m 持ち上げるとき、質量 20kg のこの物体に働く重力は 200N なので、(力の大きさ N) $= 200(\text{N})$ である。したがって、

(仕事 J) = (力の大きさ N) $\times$ (力の方向に移動した距離 m) $= 200(\text{N}) \times 4(\text{m}) = 800(\text{J})$

(4) (2)と(3)の計算結果から、直接 4m 持ち上げた場合でも、斜面という道具を使った場合でも仕事量は同じになることがわかる。これを**仕事の原理**という。

[問題 2]

次の各問いに答えなさい。

(1) 右図の斜面の長さ(Xm)を求めなさい。

(2) 図は斜面上の台車を引き上げている様子を表している。

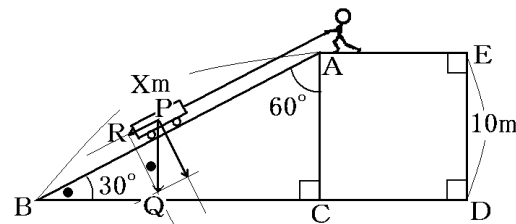
台車の質量が 4kg のとき、人がひもを引く力はいくらか答えなさい。ただし、 100g の物体にはたらく重力を 1N とし、ひもの重さや斜面との摩擦は考えないものとする。

(3) 図の人が斜面の一番下から一番上まで(2)の台車を引き上げたときにした仕事の大きさを答えなさい。

[解答欄]

(1) 20m	(2) 20N	(3) 400J
------------------	------------------	-------------------

[解説]



(1) 図で、 $\triangle ABC$ は 30° 60° 90° の直角三角形なので、 $AB : AC = 2 : 1$ となる。

$AC = ED = 10\text{m}$ なので、

$AB = 10 \times 2 = 20(\text{m})$ となる。

(2) 台車の質量が $4\text{kg} = 4000\text{g}$ なので、台車にかかる重力の大きさは、 $PQ = 4000 \div 100 = 40(\text{N})$ である。

上図で、 $\triangle PQR$ と $\triangle ABC$ は相似なので、 $PQ : PR = AB : AC$ が成り立つ。

$AB = 20(\text{m})$ 、 $AC = 10(\text{m})$ 、 $PQ = 40(\text{N})$ を代入すると、

$40 : PR = 20 : 10$ 、 $40 : PR = 2 : 1$ よって、 $PR = 20(\text{N})$

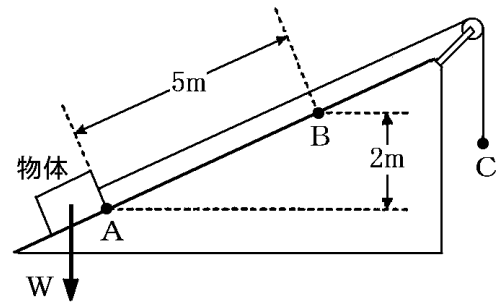
人がひもを引く力は PR の大きさと同じなので 20N になる。

(3) (仕事 J) = (力の大きさ N) $\times$ (力の方向に移動した距離 m) $= 20(\text{N}) \times 20(\text{m}) = 400(\text{J})$

[問題 3]

重さ 100N の物体を持ち上げる作業について考える。
 ただし、滑車の重さやひもとの摩擦、物体と斜面との摩擦などは考えないものとする。

- (1) 物体を直接垂直に 2m 持ち上げる仕事を求めなさい。
 単位もそえること。
- (2) 手で垂直に引き上げるときの仕事を W_1 、斜面を使って同じ高さまで引き上げるときの仕事を W_2 としたとき、 W_1 と W_2 の関係を式で表しなさい。
- (3) 滑車などの道具の摩擦や重さを考えなければ、同じ物体に対して同じ結果になる作業をする際(2)の関係がなりたつ。このことを何といいますか。
- (4) 物体を図の斜面を用いて斜面に沿って引き上げるときの力の大きさを求めなさい。単位もそえること。



[解答欄]

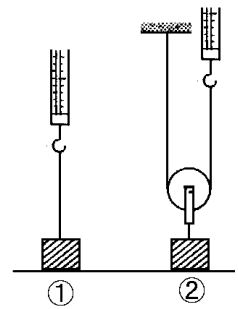
(1) 200J	(2) $W_1 = W_2$	(3) 仕事の原理	(4) 40N
----------	-----------------	-----------	---------

[解説]

- (1) 重さ 100N の物体を持ち上げるのに必要な力は 100N なので、
 (仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) = 100(N) × 2(m) = 200(J)
- (4) 斜面に沿って引き上げるときの力の大きさを F(N) とする。
 F(N) の力で斜面上を 5m 移動させるときの仕事は、 $F(N) \times 5(m) = 5F(J)$
 仕事の原理より、 $5F = 200$ よって、 $F = 200 \div 5 = 40(N)$

[問題 4]

質量 3kg の物体を、 40cm 持ち上げるとき、①そのまま持ち上げた場合と、
 ②動滑車を使って持ち上げた場合では、どのような違いがあるだろうか。
 次の各問いに答えよ。ただし、滑車やひもの重さは無視してよい。
 また、 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。

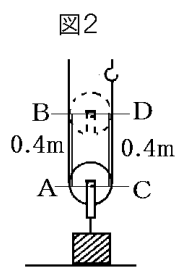
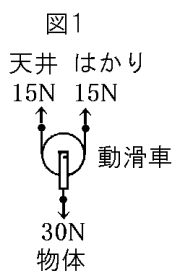


- (1) ①のときに物体を持ち上げるのに必要な力は何 N か。
- (2) ①のとき、仕事の量は何 J か。
- (3) ②のように動滑車を使ったとき、物体を持ち上げるのに必要な力は何 N か。
- (4) ②のとき、仕事の量は何 J か。
- (5) 同じ質量のものを同じ高さに持ち上げるとき、手で直接仕事をする場合と、道具を使って仕事をする場合で、仕事の量がどうなっているといえるか。
- (6) (5)のような関係を何というか。

[解答欄]

(1) 30N	(2) 12J	(3) 15N	(4) 12J
(5) 同じ(等しい)	(6) 仕事の原理		

[解説]



[仕事の原理:動滑車]

- ・引く力は半分
 - ・引く長さは2倍
- 仕事は同じ

(1) 質量 $3\text{kg}=3000\text{g}$ の物体にはたらく重力は $3000 \div 100 = 30(\text{N})$ なので、これを持ち上げるのに必要な力は 30N である。

(2) (仕事 J) = (力の大きさ N) $\times$ (力の方向に移動した距離 m) = $30(\text{N}) \times 0.4(\text{m}) = 12(\text{J})$

(3)～(6) 図 1 で、動滑車は物体から下向きに 30N の力で引かれている。

また、動滑車は天井とはかりから、上向きにそれぞれ 15N の力で引かれている。

したがって、動滑車を使ったとき、物体を持ち上げるのに必要な力は 30N の半分の 15N である。

図 2 のように物体を 0.4m 持ち上げるとき、動滑車は $A \rightarrow B$ に移動するが、このとき、ひもの長さは、 $AB + CD = 0.4 + 0.4 = 0.8(\text{m})$ 短くなる。

すなわち、図 2 のように動滑車を使って 30N の重さの物体を 0.4m 持ち上げるとき、手が引く力は 30N の半分の 15N ですが、引き上げるひもの長さは 0.4m の 2 倍の 0.8m になる。したがって、

(仕事 J) = (力の大きさ N) $\times$ (力の方向に移動した距離 m) = $15(\text{N}) \times 0.8(\text{m}) = 12(\text{J})$ となる。

したがって、質量が無視できる 1 個の動滑車を用いた場合、力は半分ですが、仕事の大きさそのものは、直接持ち上げる場合と同じになる。これを**仕事の原理**という。

[問題 5]

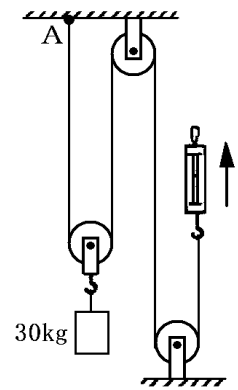
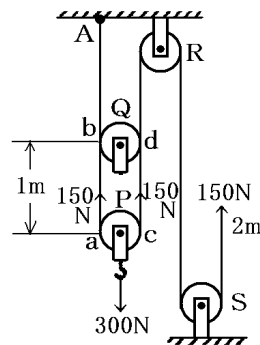
右の図のようにして、ばねはかりを真上に引き上げた。物体の質量は 30kg である。ただし、ひも、滑車、ばねはかりの重さや摩擦は考えないものとする。また、 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。

- (1) A 点にかかる力の大きさはいくらか。
- (2) ばねはかりを 2m 移動させたとき手がした仕事はいくらか。
- (3) (2) のとき物体は何 m 引き上げられたか。

[解答欄]

(1) 150N	(2) 300J	(3) 1m
-----------------	-----------------	---------------

[解説]



まず、図の滑車 P に働く力について考える。滑車 P に下方向に働く力は 30kg の物体が引く力 300N である。また、滑車 P は 2 本のひも (ab と cd) によって上向きに引かれている。

上向きに働く 2 力の合力は、下向きの力 300N とつりあっているので、2 本のひもによって引かれる力は、それぞれ 150N である。

したがって A 点にかかる力は 150N で、さらに、ばねばかりがひもを引く力も 150N である。

また、滑車 P を 1m 持ち上げるとき、ひもの長さは ab 間の 1m と cd 間の 1m の合計 2m 短くなるので、手は 2m 分だけひもを引くことになる。したがって、

手がした仕事は、**(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m)**
 $= 150(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 300\text{J}$ となる。・・・①

なお、図の滑車 P は、ひも引くと高さが変わる動滑車である。

動滑車 1 個で力の大きさは半分に、

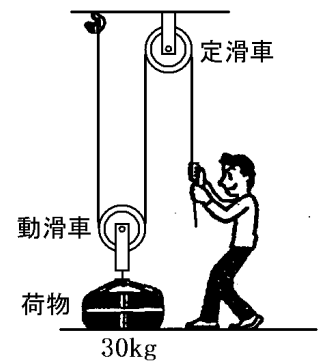
ひもを引く長さは 2 倍になる。これに対し、図の R と S は位置が変わらない定滑車である。

定滑車は力の向きを変えるだけである。

[問題 6]

右図のように、質量 30kg の荷物を滑車で持ち上げた。ただし、 100g の物体にはたらく重力を 1N とし、道具の摩擦や質量はないものとする。

- (1) ひもを引く力の大きさは何 N になるか。
- (2) ひもを 6m 引いたとすると、荷物は何 m 持ち上がるか。
- (3) (2)で人がした仕事は何 J か。
- (4) この仕事をするのに 5 秒かかったとき、仕事率は何 W か。
- (5) 滑車やてこなどの道具を使って仕事をして、手で直接仕事をする場合と仕事の大きさは変わらない。このことを何というか。



[解答欄]

(1) 150N	(2) 3m	(3) 900J	(4) 180W	(5) 仕事の原理
-----------------	---------------	-----------------	-----------------	------------------

[解説]

(1)(2) $30\text{kg}=30000\text{g}$ の物体にかかる重力は、 $30000 \div 100 = 300(\text{N})$

動滑車を使っているので、引き上げるのに必要な力は直接手で持ち上げる場合の半分の 150N になる。
そのかわりに、引くひもの長さは 2 倍になる。ひもを 6m 引いたので、荷物は $6 \div 2 = 3(\text{m})$ 持ち上がる。

(3) 150N の力で 6m ひもを引いているので、手のする仕事は

$$(\text{仕事 } J) = (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 150(\text{N}) \times 6(\text{m}) = 900(\text{J})$$

$$(4) (\text{仕事率 } W) = (\text{仕事 } J) \div (\text{秒}) = 900(\text{J}) \div 5(\text{秒}) = 180(\text{W})$$