

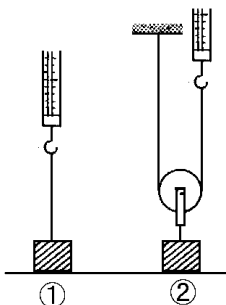
【FdData 中間期末：中学理科3年：仕事】

【仕事の原理：動滑車①】

【引く力・引く長さ→仕事】

【問題】(1 学期中間)

質量 3kg の物体を、 40cm 持ち上げるとき、右図のように①そのまま持ち上げた場合と、②1 個の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。ただし、滑車やひもの重さは無視してよい。



- (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) 右図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) 滑車などの重さを考えないとすると、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](1) 30N (2) 12J (3) 15N (4) 12J

(5) 同じ(等しい) (6) 仕事の原理

[解説]

(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) = $30(\text{N}) \times 0.4(\text{m}) = 12(\text{J})$

図1

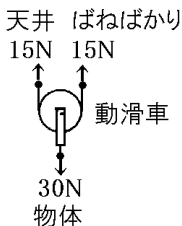
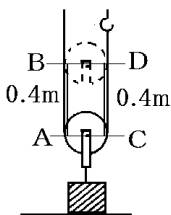


図2



[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

(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、動滑車は天井とばねばかりから、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。

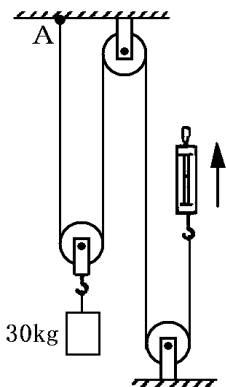
図 2 のように物体を 0.4m 持ち上げるとき、動滑車は A→B に移動するが、このとき、ひもの長さは、

$AB+CD=0.4+0.4=0.8(\text{m})$ 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 ですむが、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)×(力の方向に移動した距離 m)=15(N)×0.8(m)=12(J)

となる。よって、質量が無視できる 1 個の動滑車を用いた場合、ひもを引く力は 2 分の 1 ですむが、ひもを引く長さは 2 倍になるので、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](2 学期期末)

右の図のようにして、ばねば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、ばねば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。

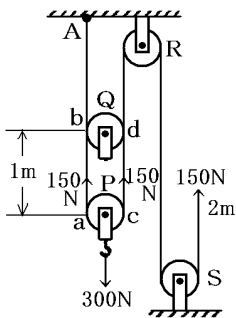


- (1) A 点にかかる力の大きさはいくらか。
- (2) ばねばかりを 2m 移動させたとき手がした仕事はいくらか。
- (3) (2) のとき物体は何 m 引き上げられたか。

[解答](1) 150N (2) 300J (3) 1m

[解説]

まず、右図の滑車 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。

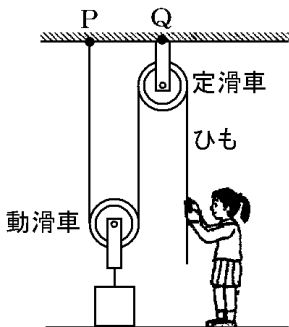
滑車 P を 1m 持ち上げるとき、ひもの長さは ab 間の 1m と cd 間の 1m の合計 2m 短くなるので、手は 2m 分だけひもを引くことになる。

したがって、手がした仕事は、(仕事 J) = (力の大きさ N) \times (力の方向に移動した距離 m) = $150(N) \times 2(m) = 300(J)$ となる。…①

なお、右上図の滑車 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、右図の 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](2学期中間)

図のように、 5kg の物体をゆっくり 2m 引き上げた。滑車やひもの重さ、摩擦はないものとして、次の各問いに答えよ。ただし、 100g の物体にはたらく重力を 1N とする。



- (1) 物体を 2m 引き上げるために、ひもを何 m 引けばよいか。
- (2) 物体をゆっくり引き上げているとき、天井の P 点に加わっている力の大きさは何 N か。
- (3) 物体を 2m 引き上げる間に、人がした仕事の量は何 J か。

[解答](1) 4m (2) 25N (3) 100J

[解説]

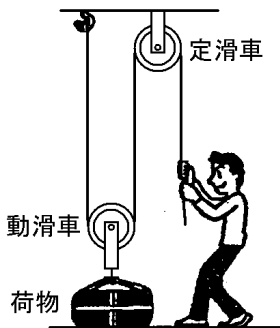
5kg=5000g の物体にかかる重力は、
 $5000 \div 100 = 50(\text{N})$ である。

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 25N になる。そのかわりに、引くひもの長さは 2 倍の 4m 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)=25(N) \times 4(m)=100(J)となる。

[問題](2 学期中間)

右図のように、質量 15kg 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、摩擦や動滑車などの重さは無視できるものとする。



- (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) 重さや摩擦が無視できる動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](1) 75N (2) 3m (3) 450J (4) 90W

(5) 仕事の原理

[解説]

(1)(2) $15\text{kg}=15000\text{g}$ の物体にかかる重力は、
 $15000 \div 100 = 150(\text{N})$

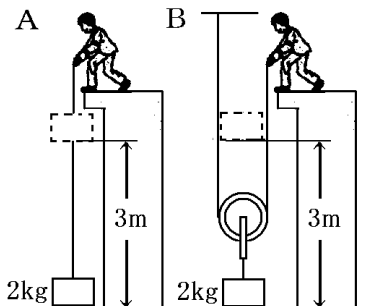
動滑車を使っているので、引き上げるのに必要な力は直接手で持ち上げる場合の半分の 75N になる。そのかわりに、引くひもの長さは2倍になる。ひもを 6m 引いたので、荷物は $6 \div 2 = 3(\text{m})$ 持ち上がる。

(3) 75N の力で 6m ひもを引いているので、手のする仕事は、(仕事 J) = (力の大きさ N) \times (力の方向に移動した距離 m) = $75(\text{N}) \times 6(\text{m}) = 450(\text{J})$

(4) (仕事率 W) = (仕事 J) \div (秒 s) = $450(\text{J}) \div 5(\text{s}) = 90(\text{W})$

[問題](1 学期中間)

図の A, B の方法で, 質量 2kg の物体を 3m の高さまで引き上げた。ただし, 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とし, ひもや滑車の重さ, 摩擦はないものとする。



- (1) A の仕事の大きさは何 J か。
- (2) B で 3m の高さまで物体を引き上げるとき, ひもを引く力の大きさは何 N か。
- (3) A と B で, 人のした仕事の大小関係はどうなるか。記号(A, B, =, <, >)の中から適切なものを使って表せ。
- (4) A では, 物体を 3m まで引き上げるのに 10 秒かかった。仕事率は, いくらか。単位をつけて答えよ。

[解答](1) 60J (2) 10N (3) A=B (4) 6W

[解説]

(1) $2\text{kg}=2000\text{g}$ の物体にかかる重力は、
 $2000 \div 100 = 20(\text{N})$ なので、A のように直接手で
引き上げるのに必要な力は 20N である。

(仕事 J) = (力の大きさ N) \times (力の方向に移動した
距離 m) = $20(\text{N}) \times 3(\text{m}) = 60(\text{J})$

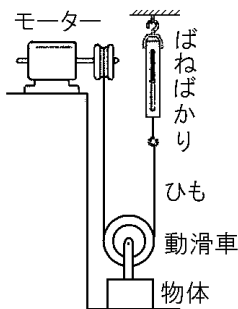
(2)(3) 動滑車を使っているので、引き上げるのに
必要な力は A の場合の半分の 10N になる。その
かわりに、引くひもの長さは 2 倍の 6m になる。
したがって、B の場合、

(仕事 J) = (力の大きさ N) \times (力の方向に移動した
距離 m) = $10(\text{N}) \times 6(\text{m}) = 60(\text{J})$ となり、仕事の
大きさは A の場合と同じになる(仕事の原理)。

(4) 10 秒で 60J の仕事をしているので(仕事率 W)
= (仕事 J) \div (秒 s) = $60(\text{J}) \div 10(\text{s}) = 6(\text{W})$

[問題](1 学期期末)

右図のような滑車を使い、物体を滑車につるしてモーターの軸に巻きつけたひもを 15 秒間に 6m 巻き上げた。モーターを回し始めると同時に物体は床を離れ、ばねばかりは 1.5kg を示していた。滑車やひもの重さは考



えないものとし、摩擦もないものとして、次の各問いに答えよ。ただし、100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。

- (1) モーターがひもを引いた力は何 N か。
- (2) 物体の重さは何 N か。
- (3) モーターがひもを 6m 巻き上げたとき、物体は床から何 m 引き上げられるか。
- (4) このモーターの仕事率は何 W か。
- (5) 仕事率が 2W のモーターで同じ仕事をさせると何秒かかるか。
- (6) 実験により、このように滑車を使って仕事をした場合と、滑車を使わないでモーターを使って、直接持ち上げて、仕事の大きさは変わらないことがわかった。(滑車の重さは考えない) この原理を何というか。

[解答](1) 15N (2) 30N (3) 3m (4) 6W

(5) 45 秒 (6) 仕事の原理

[解説]

(1)(2) ばねばかりは $1.5\text{kg}=1500\text{g}$ を示しているので、ばねばかりがひもを引く力は、 $1500 \div 100 = 15(\text{N})$ である。したがって、モーターがひもを引く力も 15N で、あわせて 30N の力で滑車を引いている。よって、

(物体が滑車を引く力) = (ばねばかりが引く力) + (モーターが引く力) = $15 + 15 = 30(\text{N})$

(3) このように、動滑車を使うと、モーターが物体を引き上げるのに必要な力は直接引き上げる場合の半分ですむが、巻き上げるひもの長さは2倍になる。したがって、モーターがひもを 6m 巻き上げたとき、物体は床から $6 \div 2 = 3(\text{m})$ 引き上げられる。

(4) モーターは 15N の力でひもを 15 秒間で 6m 巻き上げたので、

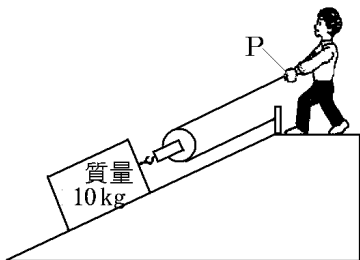
(仕事 J) = (力の大きさ N) \times (力の方向に移動した距離 m) = $15(\text{N}) \times 6(\text{m}) = 90(\text{J})$ となり、

(仕事率 W) = (仕事 J) \div (秒 s) = $90(\text{J}) \div 15(\text{s}) = 6(\text{W})$

(5) 仕事率 2W のモーターは 1 秒間に 2J の仕事を行う。したがって、 90J の仕事を行うには、 $90 \div 2 = 45(\text{秒})$ かかる。

[問題](2 学期中間)

図のように、斜面と動滑車を使って、質量 10kg の物体を引きあげる仕事をした。このとき P 点に加える力の大きさは 25N とする。動滑車やひもの質量、摩擦などは考えないものとして、次の各問いに答えよ。



- (1) 物体を斜面にそって 5m 動かしたとき、手がした仕事量はいくらか。
- (2) 物体を手がした仕事と同じ高さまで垂直に持ち上げた(直接おこなう)とする。このとき、垂直方向に何 m 引き上げなければならないか。

[解答](1) 250J (2) 2.5m

[解説]

(1) 動滑車が使われているので、物体を斜面にそって 5m 動かすためには、ひもを 2 倍の 10m 引かなければならない。したがって、

(仕事 J)=(力の大きさ N)×(力の方向に移動した距離 m)=25(N)×10(m)=250(J)

(2) 物体を手がした仕事と同じ高さまで垂直に持ち上げるとき、仕事の原理より、仕事の量は同じ250Jである。10kg=10000gなので、この物体にかかる重力の大きさは

10000÷100=100(N)である。垂直方向に x m 引き上げるとすると、

(仕事 J)=(力の大きさ N)×(力の方向に移動した距離 m)=100(N)× x (m)=100 x (J)

よって、 $100x = 250$ $x = 250 \div 100 = 2.5$ (m)である。

◆理科3年の各ファイルへのリンク

<http://www.fdttext.com/dp/r3b/index.html>

◆FdData 中間期末の特徴(QandA 方式)

http://www.fdttext.com/dp/qanda_k.html

◆製品版(パソコン Word 文書 : 印刷・編集用)
の価格・購入方法

<http://www.fdttext.com/dp/seihin.html>

※ iPhone でリンク先が開かない場合は、
「iBooks」で開いてリンクをタップください。

【Fd教材開発】 Mail : info2@fdtext.com