

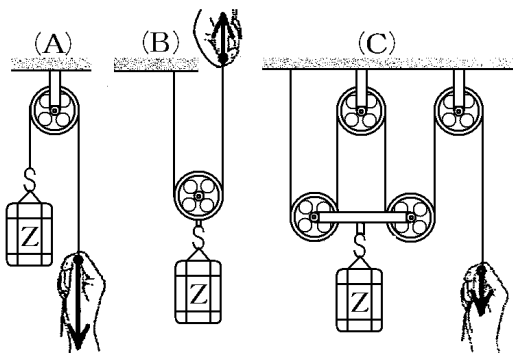
【FdData 中間期末：中学理科3年：仕事】

【仕事の原理：動滑車③】

[複数の動滑車]

[問題](2学期中間)

仕事や仕事の原理について下の図を見ながら各問いに答えよ。なお、図中の滑車の重さは無視する。また、図中のZはすべて同じ物体で、質量は20kgである。



- (1) 図中の B で使われているものは定滑車と動滑車のどちらか。
- (2) 動滑車の特徴として以下の文章を作った。空欄にあてはまる数字を答えよ。

動滑車を1つ使うと力の大きさは(①)倍になるが、移動する長さは(②)倍になる。

- (3) Aの装置を使って物体Zを5m引き上げるとき、①必要な力の大きさと、②ひもを引く長さを答えよ。③また、そのときの仕事の量を表せ。
- (4) Bの装置を使って物体Zを5m引き上げるとき、①必要な力の大きさと、②ひもを引く長さを答えよ。③また、そのときの仕事の量を表せ。
- (5) Cの装置を使って物体Zを5m引き上げるとき、①必要な力の大きさと、②ひもを引く長さを答えよ。③また、そのときの仕事の量を表せ。

[解答](1) 動滑車 (2)① $\frac{1}{2}$ (2) 2 (3)① 200N

② 5m (3) 1000J (4)① 100N (2) 10m

③ 1000J (5)① 50N (2) 20m (3) 1000J

[解説]

(1) ひもを引いたとき、定滑車は位置が変わらないが、動滑車は位置を変える。図のAは定滑車で、Bは動滑車である。Cでは定滑車2個と動滑車2個が使われている。

(2) 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 $\frac{1}{2}$ 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。

(3) 物体 Z の質量は $20\text{kg}=20000\text{g}$ なので、この物体にかかる重力の大きさは、

$20000 \div 100 = 200(\text{N})$ である。A の滑車は定滑車で力の向きを変えるだけなので、ひもを引く力の大きさは 200N である。また、定滑車なので、物体 Z を 5m 引き上げるためには、ひもを 5m 引くことが必要である。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) = $200(\text{N}) \times 5(\text{m}) = 1000(\text{J})$

(4) B では動滑車が使われているので、ひもを引く力は $\frac{1}{2}$ で、ひもを引く長さは 2 倍になる。したがって、

(ひもを引く力) = $200(\text{N}) \div 2 = 100(\text{N})$,

(ひもを引く長さ) = $5(\text{m}) \times 2 = 10(\text{m})$ になる。よって、

(仕事 J) = (力の大きさ N) \times (力の方向に移動した距離 m) = $100(\text{N}) \times 10(\text{m}) = 1000(\text{J})$

図1

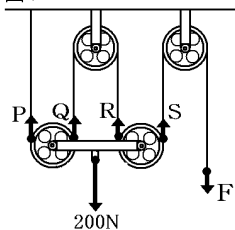
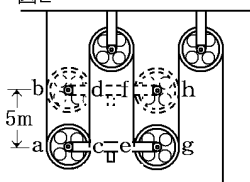


図2



(5)① 上の図 1 において、2 つの動滑車を上向きに引く力を P, Q, R, S とすると、P, Q, R, S の大きさは等しく、その合計は下向きに働く力 200N と等しい。したがって、P, Q, R, S の大きさは、

$200(\text{N}) \div 4 = 50(\text{N})$ である。力 S と力 F は等しいので、 $F = 50(\text{N})$ となる。

② 図 2 において、2 つの動滑車が 5m 引き上げられるとき、ひもは、

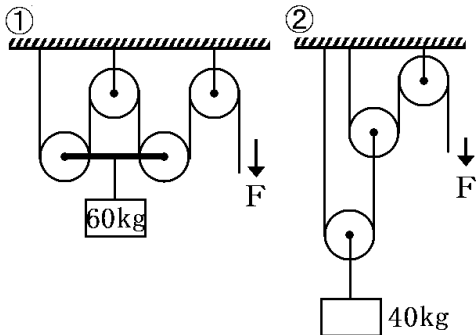
$ab + cd + ef + gh = 5 + 5 + 5 + 5 = 20(\text{m})$ 短くなる。

したがって、ひもを引く長さは 20m である。

③ (仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) = $50(\text{N}) \times 20(\text{m}) = 1000(\text{J})$

[問題](2学期中間)

次の図①, ②の組み合わせ滑車で, それぞれの物体を1m引き上げるのに必要な力Fとひもを引く長さを求めよ。ただし, 滑車の重さ, ひもの摩擦などは考えないものとする。また, 100gの物体を引き上げるのに必要な力を1Nとする。

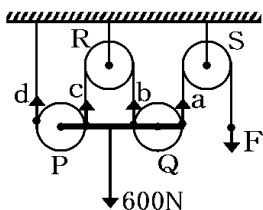


[解答]①力: 150N 長さ: 4m

②力: 100N 長さ: 4m

[解説]

① 右図で, R と S は定滑車で力の方向を変えるだけである。ひもを $F(N)$ の力で引くと, 動滑車 P と Q はそれぞれ4点a,



b, c, d で上向きに $F(N)$ の力で引かれる。

動滑車 P と Q を一体のものと考え、この部分にはたらく上向きの力の合計は $F(N) \times 4 = 4F(N)$ になる。

質量が $60\text{kg} = 60000\text{g}$ の物体にはたらく重力の大きさは 600N であるので、動滑車 P と Q を一体のものとした部分には下向きに 600N の力がかかる。この下向きの力と上向きの力はつり合っているので、

$$4F = 600 \quad \text{よって、} \quad F = 600 \div 4 = 150(\text{N})$$

ひもを 150N の力で $x(\text{m})$ 引くので手がする仕事は、(仕事 J) = (力の大きさ N) \times (力の方向に移動

$$\text{した距離 } m) = 150(\text{N}) \times x(\text{m}) = 150x(\text{J})$$

ところで、この 60kg の物体を直接 1m 持ち上げるために必要な仕事は、

$$\text{(仕事 } J) = 600(\text{N}) \times 1(\text{m}) = 600(\text{J})$$

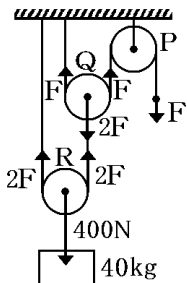
$$\text{仕事の原理より、} \quad 150x = 600$$

$$\text{よって、} \quad x = 600 \div 150 = 4(\text{m})$$

(別解) 図の動滑車を使った場合、力は $150(\text{N}) \div 600(\text{N}) = \frac{1}{4}$ (倍) になるので、仕事の原理より、引

くひもの長さは 4 倍の 4m になる。

② 右図で、P は定滑車で力の方向を変えるだけなので、ひもを $F(N)$ の力で引くと、動滑車 Q は右側のひもから上向きに $F(N)$ の力で引かれる。また、動滑車 Q は天井から左側のひもを通して $F(N)$ の力で引かれる。したがって、動滑車 Q にはた



らく上向きの力の合計は、 $2F(N)$ になる。動滑車 Q は動滑車 R から下向きの力を受けるが、上向きの力と下向きの力はつり合っているため、下向きの力は $2F(N)$ になる。

次に、動滑車 R にはたらく力を考える。作用反作用の法則より、動滑車 R は動滑車 Q から上向きに $2F(N)$ の力で引かれる。動滑車 R は天井からも $2F(N)$ の力で引かれるので、合計 $4F(N)$ の上向きの力を受ける。

質量が $40\text{kg}=40000\text{g}$ の物体にはたらく重力の大きさは 400N であるため、動滑車 R は物体から下向きに 400N の力を受ける。動滑車 R にはたらく上向きの力 $4F(N)$ と、下向きの力 400N はつり合うため、 $4F=400$ が成り立つ。

したがって、 $F=400\div 4=100(N)$

次に、物体を 1m 引き上げるのに必要な、ひもを引く長さ $x(m)$ を求める。

ひもを 100N の力で x (m) 引くので手がする仕事は、

$$\begin{aligned} (\text{仕事 } J) &= (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) \\ &= 100(N) \times x (m) = 100x (J) \end{aligned}$$

ところで、この 40kg の物体を直接 1m 持ち上げるために必要な仕事は、

$$(\text{仕事 } J) = 400(N) \times 1(m) = 400(J)$$

$$\text{仕事の原理より, } 100x = 400$$

$$\text{よって, } x = 400 \div 100 = 4(m)$$

(別解)

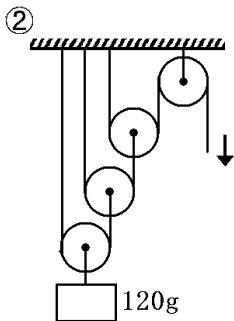
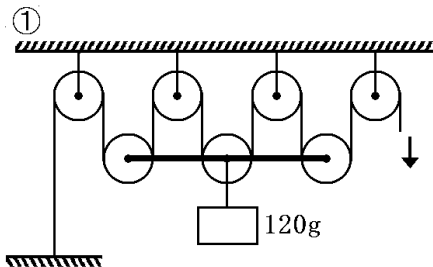
$$\begin{aligned} \text{図の動滑車を使った場合, 力は } & 100(N) \div 400(N) \\ &= \frac{1}{4} \text{ (倍) になるので, 仕事の原理より, 引くひも} \end{aligned}$$

の長さは 4 倍の 4m になる。

[問題](1 学期期末)

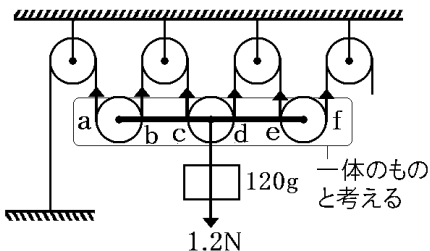
次の①, ②のように滑車を設置した場合, ひもを引く力はそれぞれ何Nになるか。

ただし, 滑車の質量はないものとし, おもりの質量はすべて 120g 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。



[解答]① 0.2N ② 0.15N

[解説]



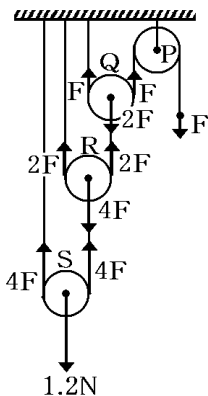
① 3つの動滑車を一体のものとする。

質量120gのおもりにはたらく重力の大きさは $120 \div 100 = 1.2(\text{N})$ なので、3つの動滑車の部分は下向きに1.2Nの力を受けている。

また、a~fの6点でそれぞれ同じ大きさの上向きの力を受けている。この力を $F(\text{N})$ とすると、上向きの力の合計は $F \times 6 = 6F(\text{N})$ になる。

上向きの力 $6F(\text{N})$ と下向きの力 1.2N はつり合っているため、 $6F = 1.2$ よって、 $F = 1.2 \div 6 = 0.2(\text{N})$

したがって、ひもを引く力の大きさは0.2Nとなる。



② 右図で、ひもを引く力の大きさを $F(N)$ とする。
図の P は定滑車なので、力の向きを変えるだけである。したがって、動滑車 Q にはたらく上向きの力は $F+F=2F(N)$

になる。よって、動滑車 Q は動滑車 R から $2F(N)$ の力で下向きに引かれることがわかる。

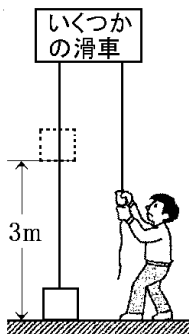
動滑車 R は、上向きに $2F+2F=4F(N)$ の力で引かれるので、動滑車 S から下向きに $4F(N)$ の力で引かれることがわかる。

動滑車 S は、上向きに $4F+4F=8F(N)$ の力で引かれる。動滑車 S はおもりから $1.2N$ の力で下向きに引かれる。動滑車 S にはたらく上向きの力と下向きの力は等しいので、

$8F=1.2$ よって、 $F=1.2 \div 8=0.15(N)$

[問題](1 学期期末)

右図のように 30kg の荷物にロープを結び、ある装置を通して 3m の高さまで引き上げた。この装置は、いくつかの滑車を組み合わせて作られている。ロープの摩擦や滑車の重さは考えなくてよいこととして、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) この荷物を直接 3m 持ち上げるときの仕事の大きさはいくらか。
- (2) この装置を通して荷物を 3m 引き上げるとき、人がしなければいけない仕事の大きさはいくらか。
- (3) 人がこの荷物を持ち上げるときの力は 50N であった。荷物を 3m 持ち上げるために、人がロープを引かなければならない長さは何 m か。
- (4) $3\text{m}/\text{秒}$ の速さでロープを引くと何秒かかるか。
- (5) (4) のとき、人がする仕事の仕事率は何 W になるか。

[解答](1) 900J (2) 900J (3) 18m (4) 6秒
(5) 150W

[解説]

(1) 質量が $30\text{kg}=30000\text{g}$ の物体にかかる重力の大きさは、 $30000 \div 100=300(\text{N})$

したがって、この荷物を直接持ち上げるためには 300N の力が必要である。

(仕事 J)=(力の大きさ N) \times (力の方向に移動した距離 m) $=300(\text{N}) \times 3(\text{m})=900(\text{J})$

(2) ロープの摩擦や滑車の重さは考えなくてよいので、仕事の原理が成り立つ。

よって、この装置を通して荷物を 3m 引き上げるときの仕事は、荷物を直接 3m 持ち上げるときの仕事と同じ 900J になる。

(3) この装置を使って荷物を 3m 引き上げるとき、人がロープを引かなければならない長さを $x\text{ m}$ とする。(2)より仕事は 900J なので、

(仕事 J)=(力の大きさ N) \times (力の方向に移動した距離 m) $=50(\text{N}) \times x(\text{m})=900(\text{J})$

よって、 $x=900 \div 50=18(\text{m})$

(4) $18(\text{m}) \div 3(\text{m}/\text{秒})=6(\text{秒})$

(5) 900J の仕事をするのに 6 秒かかっているので、

(仕事率 W)=(仕事 J) \div (秒) $=900(\text{J}) \div 6(\text{秒})=150(\text{W})$

◆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