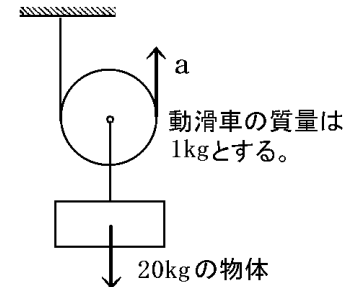


第 7 章	理科(3 年)	名前:	日 付	No.03
	仕事			

[問題 1]

滑車を使ったときの仕事について、次の各問いに答えなさい。ただし、100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。

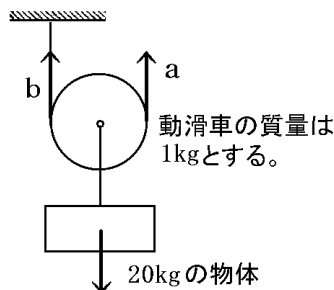
- (1) 右図のひも a を引く力を求めなさい。
- (2) 物体を 50cm 持ち上げた時にひも a が動く距離を求めなさい。
- (3) ひも a がする仕事を求めなさい。
- (4) 質量が無視できない動滑車を使うと、仕事の量は、道具を使わないときより大きくなるが、これはなぜか。理由を説明しなさい。



[解答欄]

(1) 105N	(2) 1m	(3) 105J
(4) 動滑車に対しても仕事をすることになるから。		

[解説]



動滑車の質量が 0 でない場合は仕事の原理は成り立たない。

- (1) 20kg の物体にかかる重力の大きさは 200N で、1kg の動滑車にかかる重力の大きさは 10N なので、動滑車は下向きに $200 + 10 = 210(\text{N})$ の力で引かれている。

天井につながっているひもが動滑車を引く力を $b(\text{N})$ 、ひも a が動滑車を引く力を $a(\text{N})$ とすると、 $a + b = 210$ である。

$a = b$ なので、 $a = 210 \div 2 = 105(\text{N})$ となる。

- (2) 動滑車を使って物体を 50cm 持ち上げた時にひも a が動く距離は 2 倍の $100\text{cm} = 1\text{m}$ になる。

- (3) 105N の力で 1m 引くので、

$$(\text{仕事 } J) = (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 105(\text{N}) \times 1(\text{m}) = 105(\text{J})$$

- (4) 動滑車を使わずに、20kg の物体を 50cm 持ち上げるとき、

$$(\text{仕事 } J) = 200(\text{N}) \times 0.5(\text{m}) = 100(\text{J}) \text{ となる。}$$

よって、この動滑車を使ったとき、 $105 - 100 = 5(\text{J})$ だけ仕事が大きくなる。

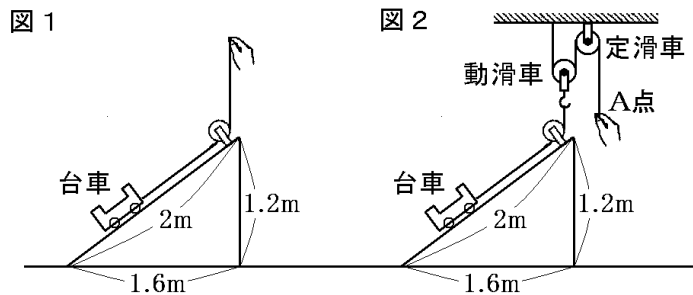
これは、ひも a を引いて物体を 50cm 持ち上げるとき、物体だけではなく動滑車も 50cm 持ち上げられるので、動滑車も仕事をされるからである。

$$(\text{動滑車がされる仕事}) = 10(\text{N}) \times 0.5(\text{m}) = 5(\text{J})$$

すなわち、動滑車がかかる仕事 5J の分だけ仕事が大きくなる。

[問題 2]

図 1、図 2 のように、質量 1kg の台車を水平面に固定された斜面の上に乗せ、引き上げた。これについて、次の各問いに答えよ。ただし、摩擦や空気の抵抗、滑車や糸の質量は考えないものとし、 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。



- (1) 台車を斜面にそって 1m 引き上げたとき、台車は何 m の高さまで持ち上げられたか。
- (2) 図 1 のように、台車を斜面にそって 1m 引き上げるためには①何 N の力で引き上げればよいか。
②また、このときの仕事の大きさは何 J か。
- (3) 図 2 のように、台車を斜面にそって 1m 引き上げるためには A 点で何 m 糸を引けばよいか。
- (4) (3) のとき、①何 N の力で引き上げればよいか。②また、このときの仕事の大きさは何 J か。
- (5) このように、道具の質量や摩擦などを考えなければ、道具を使って仕事をして、手で直接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]

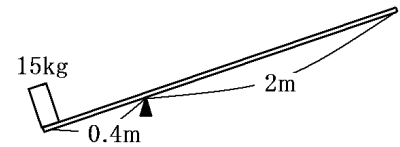
(1) 0.6m	(2)① 6N	② 6J	(3) 2m
(4)① 3N	② 6J	(5) 仕事の原理	

[解説]

- (1) 図 1 より、台車を斜面にそって 2m 引き上げたとき、台車は 1.2m の高さまで持ち上げられる。したがって、台車を斜面にそって 1m 引き上げたとき、台車は $1.2 \div 2 = 0.6(\text{m})$ の高さに持ち上げられる。
- (2) まず、 1kg の台車を直接手で垂直に 0.6m 持ち上げるときの仕事の大きさを求める。
質量が $1\text{kg} = 1000\text{g}$ の台車にはたらく重力の大きさは、 $1000 \div 100 = 10(\text{N})$ 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) = $10(\text{N}) \times 0.6(\text{m}) = 6(\text{J})$
摩擦や空気の抵抗、滑車や糸の質量は考えないので、仕事の原理が成り立つ。
したがって、斜面を使って台車を 0.6m の高さに持ち上げるときの仕事も 6J となる。
台車を斜面にそって $F(\text{N})$ の力で引くとすると、台車を斜面にそって 1m 引き上げるので、
(仕事 J) = $F \times 1(\text{m}) = 6(\text{J})$ よって、 $F = 6 \div 1 = 6(\text{N})$ となる。
- (3) 図 2 のように、台車を斜面にそって 1m 引き上げるとき、図の動滑車は 1m 上方向へ持ち上げられる。動滑車を 1m 持ち上げるためには、A 点で糸を 2 倍の 2m 引く必要がある。
- (4) (2) より動滑車は台車から 6N の力で引かれている。したがって、A 点で糸を引く力の大きさは、 6N の半分の 3N になる。
A 点で 3N の力で 2m ひくので、**(仕事 J) = $3(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 6(\text{J})$**

[問題 3]

短い方のうでの長さが 0.4m、長い方のうでの長さが 2m のてこがある。このてこを使って重さ 15kg の物体を 10cm もち上げる仕事について、次の各問いに答えよ。ただし、100g の物体にかかる重力の大きさを 1N とする。

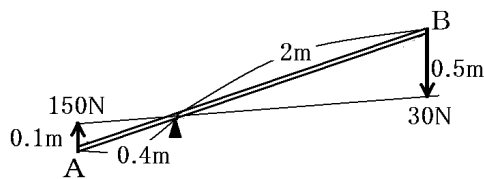


- (1) この物体をもち上げるには、何 N 以上の力でうでをおせばよいか。
- (2) 10cm もち上げたとき、手のした仕事はいくらか。
- (3) この物体を手でかかえて、10cm もち上げたときの仕事はいくらか。

[解答欄]

(1) 30N	(2) 15J	(3) 15J
---------	---------	---------

[解説]



[てこ]
腕の長さの比が1:5の場合、
力は $\frac{1}{5}$
移動距離は5倍

(1)(2) $15\text{kg}=15000\text{g}$ の物体にかかる重力の大きさは、 $15000 \div 100 = 150(\text{N})$ である。

このてこのうでの長さの比は、 $0.4 : 2 = 1 : 5$ なので、

物体を A で 0.1m もちあげるためには、B の部分を $0.1(\text{m}) \times 5 = 0.5(\text{m})$ と 5 倍の距離を動かさなければならない。そのかわりに、B でてこを下に押す力は A で加える力 150N の $\frac{1}{5}$ ですむ。

したがって、この物体をもち上げるには、 $150(\text{N}) \times \frac{1}{5} = 30(\text{N})$ 以上の力でうでをおせばよい。

このとき、(手のした仕事 J)=(加える力 N)×(押した距離 m) = $30(\text{N}) \times 0.5(\text{m}) = 15(\text{J})$

(3) この物体を手でかかえて、10cm もち上げたときの仕事は

(手のした仕事 J)=(加える力 N)×(押した距離 m) = $150(\text{N}) \times 0.1(\text{m}) = 15(\text{J})$

と、(2)の場合と同じになる。

腕の長さの比が 1 : 5 であるてこを使った場合、力が $\frac{1}{5}$ ですむかわりに、

移動距離は 5 倍になり、仕事は同じになる(仕事の原理)。

[問題 4]

次の各問いに答えよ。ただし、100g の物体にかかる重力の大きさを 1N とする。

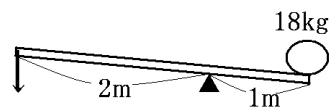
- (1) 図のように、18kg の物体を 0.4m 持ち上げた。

このとき、てこを下にさげた距離は何 m か。

- (2) てこに加えた力は何 N か。

- (3) てこを使って物体を持ち上げたときの仕事は何 J か。

- (4) 図のように道具を使っても、使わなくても仕事の大きさは変わらないことを何というか。



[解答欄]

(1) 0.8m	(2) 90N	(3) 72J	(4) 仕事の原理
----------	---------	---------	-----------

[解説]

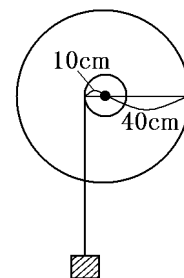
てこのうでの長さの比は、1 : 2 なので、物体を 0.4m もちあげるためには、2 倍の距離 0.8m 押し下げなければならない。そのかわりに、てこを下に押す力は半分ですむ。

質量 $18\text{kg}=18000\text{g}$ の物体にかかる重力の大きさは、 $18000 \div 100 = 180(\text{N})$ なので、力の大きさは 90N になる。

$$(\text{手のした仕事 } J) = (\text{加える力 } N) \times (\text{押した距離 } m) = 90(\text{N}) \times 0.8(\text{m}) = 72(\text{J})$$

[問題 5]

大きい輪の半径が 40cm、小さい輪の半径が 10cm の輪軸がある。この輪軸を使って重さ 80kg の荷物を引き上げようと思う。100g の物体にかかる重力の大きさを 1N として次の各問いに答えよ。

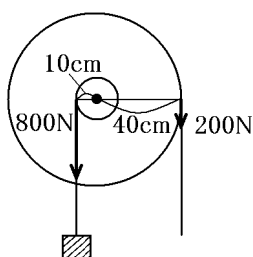


- (1) 荷物を引き上げるには、最小何 N の力が必要か。
- (2) この荷物を 2m 引き上げるには、つなを何 m 引けばよいか。
- (3) (1)、(2)から荷物を 2m 引き上げたときの仕事を求めよ。
- (4) 輪軸を使わないで、荷物を直接つなで引き上げたときの仕事はいくらか。
- (5) (3)、(4)からどのようなことがいえるか。

[解答欄]

(1) 200N	(2) 8m	(3) 1600J	(4) 1600J
(5) 輪軸を使うと小さい力で荷物を引き上げることができるが、仕事は変わらない			

[解説]



[輪軸]
半径の比が1:4の場合、
力は $\frac{1}{4}$
移動距離は4倍

(1) $80\text{kg}=80000\text{g}$ の物体にかかる重力の大きさは、 $80000 \div 100 = 800(\text{N})$ である。

2つの輪の半径の比が $10:40=1:4$ になっているので、

てこの場合と同様に、手がひもを引く力は $\frac{1}{4}$ になる。

したがって、(手がひもを引く力) $= 800(\text{N}) \times \frac{1}{4} = 200(\text{N})$ になる。

(2) この輪軸が 1 回転したときの大小の軸につながっているつなの移動距離は半径の比と同じく、 $1:4$ になる。したがって、この荷物を 2m 引き上げるには、 $2(\text{m}) \times 4 = 8(\text{m})$ つなを引かなければならない。

(3) (手がする仕事 J) $= (\text{つなを引く力 N}) \times (\text{引いた距離 m}) = 200(\text{N}) \times 8(\text{m}) = 1600(\text{J})$

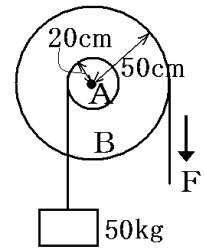
(4)(5) 荷物を直接つなで引き上げたときの仕事は、

(手がする仕事 J) $= (\text{つなを引く力 N}) \times (\text{引いた距離 m})$
 $= 800(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 1600(\text{J})$ となる。

半径の比が $1:4$ の輪軸を使った場合、力が $\frac{1}{4}$ ですむかわりに、移動距離は 4 倍になり、仕事は同じになる(仕事の原理)。

[問題 6]

次の図で、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、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。



[解答欄]

力：200N	長さ：2.5m
--------	---------

[解説]

50kg=50000g の物体にかかる重力の大きさは、 $50000 \div 100 = 500(\text{N})$ である。

2つの輪の半径の比が $20 : 50 = 2 : 5$ になっているので、

てこの場合と同様に、手がひもを引く力は $\frac{2}{5}$ 倍になる。

$$\text{したがって、} F = 500(\text{N}) \times \frac{2}{5} = 200(\text{N})$$

この輪軸で、力が $\frac{2}{5}$ になるので、ひもを引く長さは $\frac{5}{2}$ 倍になる。

$$\text{したがって、(ひもを引く長さ)} = 1(\text{m}) \times \frac{5}{2} = 2.5(\text{m})$$