

【】仕事

[問題](増補 11)(1 学期中間)

次の ~ の空欄にあてはまることばを書け。

- ・ 物体に( )を加えてその向きに移動させたとき, は物体に( )をしたという。
- ・ 仕事の量 = 力の( ) × 力の向きに動いた( )

[解答欄]

--	--	--	--

[解答] 力      仕事      大きさ      距離

[解説]

物体に力を加えて移動させたときの作業量を仕事という。ある物体に 1N の力を加えて 1m 移動させたときの仕事を 1J(ジュール)と定義している。

例えば, 質量 100g の物体に働く重力の大きさは 1N であるので, この物体をしずかに持ち上げるためには 1N の力が必要である。この物体を 1m 持ち上げたときにした仕事は 1J である。

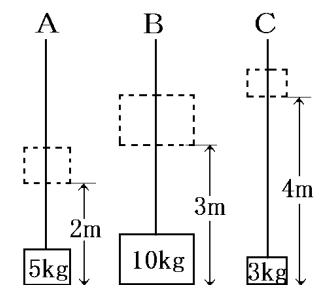
200g の物体を 3m 持ち上げるとき, 力の大きさは 2 倍の 2N, 移動距離は 3 倍になるので, 仕事の大きさは  $2 \times 3 = 6$  倍になる。すなわち, (仕事) =  $2(N) \times 3(m) = 6(J)$  になる。  
(仕事) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) で計算できる。

$$(仕事J) = (力の大きさN) \times (力の向きに動いた距離m)$$

[問題](増補 09)(補充問題)

右図の A ~ C のように, それぞれの物体をそれぞれの高さだけ引き上げるときの仕事について, 次の各問いに答えよ。ただし, 100g の物体を引き上げるのに必要な力を 1N とする。

- (1) A のとき, 物体を引き上げるのに必要な力はいくらか。
- (2) A のときの仕事はいくらか。
- (3) B のときの仕事はいくらか。
- (4) A ~ C のうちで, 仕事がいちばん大きいのはどの場合か。



[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

[解答](1) 50N (2) 100J (3) 300J (4) B

[解説]

$$(\text{仕事J}) = (\text{力の大きさN}) \times (\text{力の向きに動いた距離m})$$

(1) 100g の物体に働く重力の大きさは 1N なので、 $5\text{kg} = 5000\text{g}$  の物体に働く重力の大きさは、 $5000 \div 100 = 50(\text{N})$ である。したがって、A の物体を引き上げるのに必要な力は 50N である。

(2) (A の仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) =  $50(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 100(\text{J})$

(3) (B の仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) =  $100(\text{N}) \times 3(\text{m}) = 300(\text{J})$

(4) (C の仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) =  $30(\text{N}) \times 4(\text{m}) = 120(\text{J})$

なので、B の仕事が一番大きい。

[問題](増補 11)(1 学期期末)

次の仕事を求めよ。ただし、100g の物体を引き上げるのに必要な力を 1N とする。

(1) 質量 2kg の荷物を 3m 持ち上げたときの仕事。

(2) 質量 500g の箱を 80cm 持ち上げたときの仕事。

(3) 質量 500g の箱を 0.3N の力で水平方向に 80cm 引いて動かしたときの仕事。

(4) 質量 100kg のブロックを 15N の力で水平方向に 10m 引いて動かしたときの仕事。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

[解答](1) 60J (2) 4J (3) 0.24J (4) 150J

[解説]

(1) 質量 100g の物体に働く重力の大きさは約 1N なので、 $2\text{kg} = 2000\text{g}$  の物体に働く重力の大きさは、 $2000 \div 100 = 20(\text{N})$ である。

(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) =  $20(\text{N}) \times 3(\text{m}) = 60(\text{J})$

(2) 質量 500g の物体に働く重力の大きさは、 $500 \div 100 = 5(\text{N})$ 。80cm = 0.8m

(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) =  $5(\text{N}) \times 0.8(\text{m}) = 4(\text{J})$

(3) (1)や(2)のような持ち上げる仕事ではないので、(力の大きさ) =  $500 \div 100 = 5(\text{N})$ ではない。水平方向に 0.3N の力で引いているので、(力の大きさ) = 0.3(N)である。

(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) =  $0.3(\text{N}) \times 0.8(\text{m}) = 0.24(\text{J})$

(4) 15N の力で 10m 引いたので、

(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) =  $15(\text{N}) \times 10(\text{m}) = 150(\text{J})$

[問題](増補 11)(1 学期期末)

岩を動かすために 5N の力で押したが、岩はまったく動かなかった。この場合、仕事をしたとはいえない。以下の文章はその理由を説明するものである。( ) に適切な語句を入れて、説明文を完成せよ。

「仕事をする」とは、「物体に( )を加えて、物体を( )向きに( )させる」ことだが、この問題で岩は( )していないので仕事をしたとはいえない。

[解答欄]

--	--	--

[解答] 力 力のはたらく 移動

[解説]

(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) で、力を加えても物体が動かない場合は、(力の向きに動いた距離 m) = 0(m)なので、(仕事 J) = (力の大きさ N) × 0 = 0(J)

[問題](2 学期期末)

次のア～エのうち仕事をしているものを 1 つ選べ。

ア 重いカバンを手を持って、水平に移動した。

イ 大きい岩を押したが動かなかった。

ウ 肩車をして人を持ち上げた。

エ 数学の計算問題をした。

[解答欄]

--

[解答]ウ

[解説]

ある物体に力を加えたとき、力を加えた方向に物体が移動した場合、物体に対して仕事をしたという。(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) という式で表すことができる。

アの場合、力は鉛直上向きの方で、もし物体が上向きに移動したなら仕事をしたといえるが、物体は水平方向にしか動いていない。したがって、(仕事) = 0(J)である。

イは力を加えても物体は動いていないので、(仕事) = 0(J)である。

ウで力は鉛直上向きの方で、人も上方向に移動しているので、仕事をしている。

エは力を加えていないので、仕事をしていない。

[問題](増補 11)(1 学期期末)

次のア～エのうち、物体が仕事をされたといえないものはどれか。すべて選び、記号で答えよ。

ア てこを使って、10kg の物体を 1m の高さまで持ち上げた。

イ 5kg の物体を持ったまま、動かずに立っていた。

ウ 地面に置いた 20kg の物体を横から押したが、動かなかった。

エ 3kg の物体を持って、水平に 2m 歩いた。

[解答欄]

[解答]イ，ウ，エ

[解説]

(仕事  $J$ ) = (力の大きさ  $N$ ) $\times$ (力の向きに動いた距離  $m$ )

イとウは(移動距離) = 0(m)なので、(仕事) = 0(J)である。

エは力の働く向きは、鉛直方向上向きで、移動方向は水平方向なので、

(力の向きに動いた距離  $m$ ) = 0(m) で、(仕事) = 0(J)である。

[問題](増補 11)(後期中間)

次のア～エのうち、それぞれの物体(下線部)が仕事をされたとはいえないものはどれか。すべて選べ。

ア 1kg のイスを持って、動かずに立っていた。

イ てこを使って、1kg の石を 1m の高さまで持ち上げた。

ウ 2kg のカバンを持って、水平に 5m 歩いた。

エ 25kg のテレビ台を横から押したが動かなかった。

[解答欄]

[解答]ア，ウ，エ

[問題](増補 11)(1 学期中間)

次のア～エで、仕事をしていれば○を、仕事をしていなければ×をつけよ。

ア ダンベルを持ち上げる。

イ びくともしないドアを引く。

ウ カバンをひじにかけて歩く。

エ カバンを床に引きずって歩く。

[解答欄]

ア	イ	ウ	エ
---	---	---	---

[解答]ア イ × ウ × エ

【】仕事率

[問題](増補 11)(1 学期中間)

1 秒間にする仕事の量を( )といい、単位には W(ワット)が使われる。

[解答欄]

--

[解答]仕事率

[解説]

例えば質量 1kg の物体を 2m 持ち上げるのに 5 秒かかったとする。1kg = 1000g の物体にかかる重力の大きさは 10N なので、持ち上げるのに必要な力は 10N である。

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

このとき、(仕事) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) = 10(N) × 2(m) = 20(J) したがって、1 秒間あたりの仕事量は、20(J) ÷ 5(秒) = 4(J / 秒)である。

1 秒間あたりの仕事量を仕事率といい、1 秒間あたり 1J の仕事をするとき、仕事率は 1W(ワット)であるという。したがって、このときの仕事率は 4W である。

[問題](増補 11)(2 学期期末)

1 秒あたりにする仕事の量を何というか。漢字で答えなさい。 また、単位の記号も答えなさい。

[解答欄]

--	--

[解答] 仕事率 W

[問題](増補 09)(補充問題)

20kg の物体を、高さ 10m の屋上まで上げようと思う。この物体を人がロープで引き上げたら、3 分かかった。しかし、モーターを使って引き上げたら、30 秒で引き上げることができた。100g の物体を引き上げるのに必要な力を 1N として、次の各問いに答えよ。

- (1) 人とモーターのした仕事はそれぞれいくらか。
- (2) 人の仕事率はいくらか。四捨五入で小数第 1 位まで求めよ。
- (3) モーターの仕事率はいくらか。四捨五入で小数第 1 位まで求めよ。

[解答欄]

(1)人：	モーター：	(2)	(3)
-------	-------	-----	-----

[解答](1)人：2000J モーター：2000J (2) 11.1W (3) 66.7W

[解説]

(1)  $20\text{kg} = 20000\text{g}$  の物体にかかる重力の大きさは  $20000 \div 100 = 200(\text{N})$  であるので、この物体を引き上げるのに必要な力は  $200\text{N}$  である。10m 引き上げるときの仕事は、人が引き上げる場合も、モーターを使って引き上げる場合も同じで、

(仕事  $J$ ) = (力の大きさ  $\text{N}$ ) $\times$ (力の方向に移動した距離  $\text{m}$ ) =  $200(\text{N}) \times 10(\text{m}) = 2000(\text{J})$  である。

(2)(3) 仕事率とは、1秒間にする仕事で、1秒間に1Jの仕事をするときの仕事率は1W(ワット)である。すなわち、(仕事率  $W$ ) = (仕事  $J$ ) $\div$ (秒) である。

人の場合、引き上げるのに3分 = 180秒かかっているので、

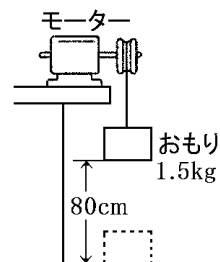
(仕事率  $W$ ) = (仕事  $J$ ) $\div$ (秒) =  $2000(\text{J}) \div 180(\text{秒}) = \text{約 } 11.1(\text{W})$  である。

モーターの場合、引き上げるのに30秒かかっているので、

(仕事率  $W$ ) = (仕事  $J$ ) $\div$ (秒) =  $2000(\text{J}) \div 30(\text{秒}) = \text{約 } 66.7(\text{W})$  である。

[問題](増補 11)(2 学期中間)

右の図のようにモーターを使って、1.5kgのおもりを80cm引き上げた。100gの物体にはたらく重力の大きさを1Nとして、次の各問いに答えよ。



(1) このときの仕事は何Jか。

(2) おもりを引き上げるのに15秒かかったこのときの仕事率は、いくらか単位をつけて答えよ。

(3) 仕事率が(2)のとき、2.4kgのおもりを80cm引き上げるのに、何秒かかるか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)
-----	-----	-----

[解答](1) 12J (2) 0.8W (3) 24秒

[解説]

(1) 質量が  $1.5\text{kg} = 1500\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさは、 $1500 \div 100 = 15(\text{N})$  なので、これを  $80\text{cm} = 0.8\text{m}$  持ち上げるときの仕事は、

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

(2) (仕事率  $W$ ) = (仕事  $J$ ) $\div$ (秒) =  $12(\text{J}) \div 15(\text{秒}) = 0.8(\text{W})$

(3) 質量が  $2.4\text{kg} = 2400\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさは、 $2400 \div 100 = 24(\text{N})$  なので、これを  $80\text{cm} = 0.8\text{m}$  持ち上げるときの仕事は、

(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) = 24(N) × 0.8(m) = 19.2(J)

(仕事率 W) = (仕事 J) ÷ (秒) なので, (仕事率 W) × (秒) = (仕事 J) が成り立つ。

かかった時間を t 秒とすると,  $0.8(W) \times t(\text{秒}) = 19.2(\text{J})$

よって,  $t = 19.2 \div 0.8 = 24(\text{秒})$

[問題](増補 09)(補充問題)

水平面上で, 物体にばねはかりをつけて水平に引いたら, ばねはかりの読みがつねに 10N を示していた。この物体を 1 秒間に 2m の速さで動かす人の仕事率はいくらか。

[解答欄]

[解答]20W

[解説]

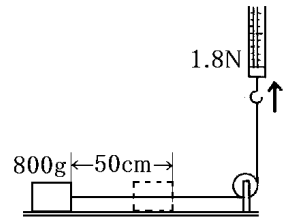
(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) = 10(N) × 2(m) = 20(J)

(仕事率 W) = (仕事 J) ÷ (秒) = 20(J) ÷ 1(秒) = 20(W)

【】 摩擦力と仕事

[問題](増補 09)(補充問題)

次の図は、800g の木片を一定の速さで 50cm 引いたときのようすを表したものである。このとき、ばねはかりの読みはつねに 1.8N を示した。これについて、下の各問いに答えよ。



- (1) 木片が受ける摩擦力はいくらか。
- (2) 仕事はいくらか。

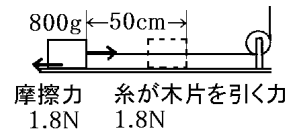
[解答欄]

(1)	(2)
-----	-----

[解答](1) 1.8N (2) 0.9J

[解説]

木片に水平方向に働く力は、糸が木片を引く力と<sup>まきつりまぐ</sup>摩擦力の 2 つである。木片が等速で動くときこの 2 力はつり合っている

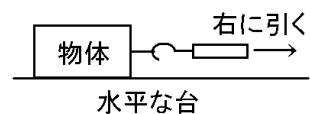


ので、摩擦力は 1.8N である。  
 (手がした仕事 J) = (木片を引く力 N) × (距離 m) = 1.8(N) × 0.5(m) = 0.9(J) このほか、木片には 8N の重力と床から上向きに受ける同じ大きさの抗力があるが、木片の進行方向とは垂直で、垂直方向には移動していないので、重力のする仕事は 0 である。

[問題](増補 11)(2 学期中間)

以下の各問いに答えなさい。

- (1) 右図のように、水平な台の上においた物体を、水平方向からニュートンばかりをつけて手で引いた。ニュートンばかりが 1N を示したが、物体は動かなかった。このとき、物体がされた仕事の大きさを答えなさい。



- (2) (1)のニュートンばかりを手で引かずに、モーターをつなぎスイッチを入れたところ、物体が動き出した。物体が等速で動いている間ニュートンばかりは 3N を示した。物体が動いているときの摩擦力の大きさを答えなさい。
- (3) (2)の状態を物体を 40cm 右に動かした。このとき、物体がされた仕事の大きさを答えなさい。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)
-----	-----	-----

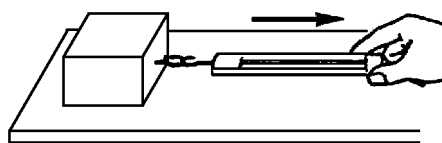
[解答](1) 0J (2) 3N (3) 1.2J

[解説]

- (1) (仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) で、  
(力の向きに動いた距離) = 0(m) なので、(仕事 J) = 0(J) である。
- (2) 物体に水平方向に働く力は、糸が物体を引く力と摩擦力の 2 つである。物体が等速で動くときこの 2 力はつり合っているなので、摩擦力は 3N である。
- (3) (力の大きさ) = 3(N)、(力の向きに動いた距離) = 40(cm) = 0.4(m) なので、  
(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) = 3(N) × 0.4(m) = 1.2(J) である。

[問題](2 学期期末)

図のように質量 500g の物体を水平な台の上で一定速度で引いたところ、ばねはかりは 2.5N を示していた。ただし、ばねはかりの重さは考えないものとする。



- (1) 台と物体の間の摩擦力はいくらか。
- (2) 30cm 動かしたときの仕事はいくらか。
- (3) 仕事が 2J になるのは、この物体を何 cm 引いたときか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)
-----	-----	-----

[解答](1) 2.5N (2) 0.75J (3) 80cm

[解説]

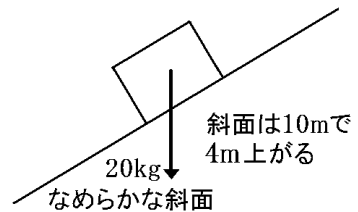
- (1) この物体に水平方向に働く力は、ばねはかりが引く力と摩擦力の 2 つである。「一定速度」とあるので、この 2 力はつりあっていると考えられる。したがって、摩擦力の大きさは 2.5N である。
- (2) (仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) = 2.5(N) × 0.3(m) = 0.75(J)
- (3) この物体を  $x$  m 引いたとき仕事が 2J になるとすると、 $2.5(\text{N}) \times x (\text{m}) = 2(\text{J})$   
よって、 $x = 2(\text{J}) \div 2.5(\text{N}) = 0.8(\text{m}) = 80(\text{cm})$

【】仕事の原理：斜面

[問題](増補 11)(1 学期期末)

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。



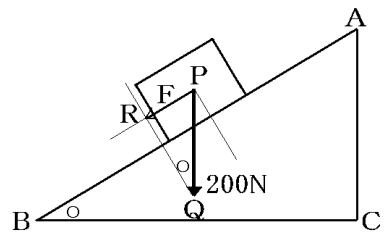
[解答欄]

(1)	(2)	(3)
(4)		

[解答](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) 右図の 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 1N 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、右図の PQR と 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、 $PQ : PR = AB : AC \dots$  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、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) × (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(N) である。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) =  $200(\text{N}) \times 4(\text{m}) = 800(\text{J})$

(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。

(別解)

この問題は、斜面という道具を使ったときにも仕事の原理が成り立つことを導き出すことを主題にしている。しかし、単に答えを出すだけなら、仕事の原理を前提にして、次に示すように簡単に(1)、(2)の解を求めることができる。

まず、(2)を求める。斜面上方向に沿って 10m 動かしたときの仕事は、仕事の原理より、直接物体を 4m 持ち上げたときの仕事と同じなので、 $200(\text{N}) \times 4(\text{m}) = 800(\text{J})$  となる。

次に(1)で、(斜面上に沿って滑り落ちようとする力) = (手で斜面上に沿って引く力) =  $F$  とすると、(仕事) =  $F(\text{N}) \times 10(\text{m}) = 800(\text{J})$  が成り立つ。

よって、 $F = 800 \div 10 = 80(\text{N})$  と計算できる。

[問題](増補 11)(1 学期中間)

道具の質量や摩擦力を考えないとき、道具を使って仕事をして、道具を使わない場合と仕事の量は変わらない。これを( )という。

[解答欄]

[解答]仕事の原理

[問題](増補 11)(2 学期中間)

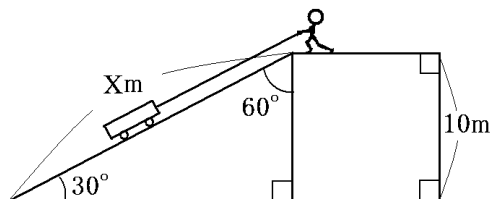
次の各問いに答えなさい。

(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)	(2)	(3)
-----	-----	-----

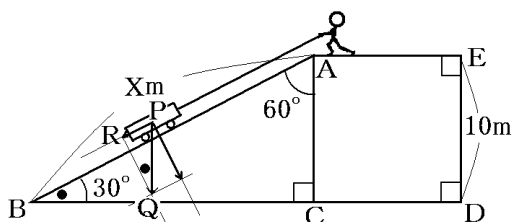
[解答](1) 20m (2) 20N (3) 400J

[解説]

(1) 右図で、ABC は  $30^\circ 60^\circ 90^\circ$  の直角三角形なので、 $AB : AC = 2 : 1$  となる。(中3 数学三平方の定理で習う)

$AC = ED = 10\text{m}$  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。

右上図で、PQR と 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、 $PR = 20(\text{N})$

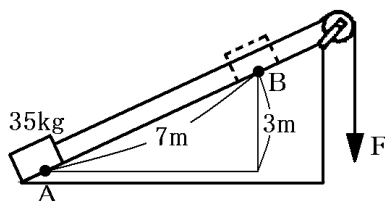
人がひもを引く力は PR の大きさと同じなので  $20\text{N}$  になる。

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

[問題](2 学期期末)

右の図のような斜面を使って質量  $35\text{kg}$  の物体を  $3\text{m}$  の高さまで引き上げた。ただし、ひもの重さ、斜面や滑車の摩擦はないものとする。

また、 $100\text{g}$  の物体を引き上げるのに必要な力を  $1\text{N}$  とする。



(1) このとき、物体がされた仕事はいくらか。

(2) 図のとき、ひもを何 m 引かなければならないか。

(3) ひもを引く力 F の大きさは、ある原理を利用して求められる。ある原理とは何か。

(4) ひもを引く力 F の大きさはいくらか。

[解答欄]

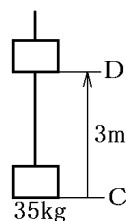
(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

[解答](1)  $1050\text{J}$  (2)  $7\text{m}$  (3) 仕事の原理 (4)  $150\text{N}$

[解説]

問題の図で、ひも引く力を  $F(\text{N})$  とすると、この物体を斜面の上方向に引く力は  $F(\text{N})$  である。このとき、物体は A から B まで  $7\text{m}$  移動しているので、 $F$  がこの物体にした仕事は、 $F \times 7(\text{J})$  である。...

ところで、ある物体を一定の高さに持ち上げるのに必要な仕事は、垂直に持ち上げて、斜面や滑車などの道具を用いて持ち上げて同じである。これを仕事の原理という。この問題で、物体は斜面上を A から B に移動し



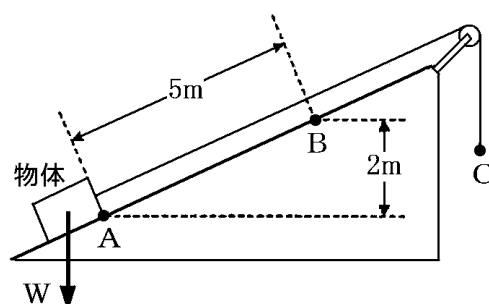
ているが、このときになされた仕事は、右図のように 35kg の物体を垂直に 3m 持ち上げたときの仕事と同じである。

100g の物体に働く重力の大きさは約 1N なので、35kg の物体に働く重力の大きさは、約 350N である。右図で C から D に静かに引き上げるとき、引く力の大きさは重力の大きさと等しくなるので 350N である。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) = 350(N) × 3(m) = 1050J となる。…

仕事の原理と、より、 $F(N) \times 7(m) = 1050(J)$  よって、 $F = 1050 \div 7 = 150(N)$  となる。

[問題](増補 11)(2 学期期末)

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)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

[解答](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、

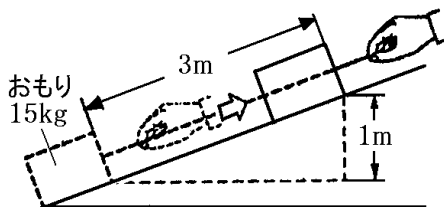
(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) = 100(N) × 2(m) = 200(J)

(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](増補 11)(2 学期期末)

右図のように、摩擦のある斜面にそって、質量 15kg のおもりをゆっくりと引き上げた。そのとき、手がおもりを引く力は 60N であった。



- (1) 斜面にそっておもりを 3m 引き上げるのに 4 秒間かかった。このときの仕事率は何 W になるか。
- (2) この物体を直接手で 1m 持ち上げたときの仕事は、斜面を使ったときと比べて、何 J 小さくなるか。
- (3) 斜面にそっておもりを引き上げていくとき、斜面とおもりの間には何 N の摩擦力がはたらいっているか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)
-----	-----	-----

[解答](1) 45W (2) 30J (3) 10N

[解説]

(1) 斜面にそって 60N の力でおもりを 3m 引き上げるときの仕事は、  
 (仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) = 60(N) × 3(m) = 180(J)  
 引き上げるのに 4 秒間かかったので、

(仕事率 W) = (仕事 J) ÷ (秒) = 180(J) ÷ 4(秒) = 45(W)

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

(2) 質量 15kg = 15000g のおもりに はたらく 重力の大きさは、 $15000 \div 100 = 150(\text{N})$  である。これを 1m もちあげるときの仕事は、 $150(\text{N}) \times 1(\text{m}) = 150(\text{J})$  である。

したがって、直接手で 1m 持ち上げたときの仕事は、斜面を使ったときと比べて、 $180 - 150 = 30(\text{J})$  小さい。(斜面を使ったときの仕事が大きいの、斜面とおもりの間に摩擦力がはたらくためである。)

(3) 斜面に摩擦がないと仮定する。このとき、手がおもりを引く力を F(N) とする。

斜面を使っておもりを 3m 引く仕事は、

(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) = F(N) × 3(m) = 3F(J)

摩擦がないので、斜面を使って 1m 持ち上げる仕事と直接手で 1m 持ち上げたときの仕事(2)より 150(J) は等しい(仕事の原理)。

したがって、 $3F = 150$  よって  $F = 150 \div 3 = 50(\text{N})$

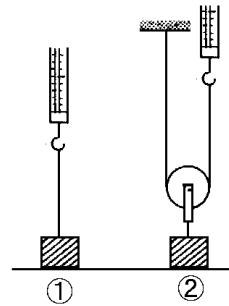
摩擦のあるときの手がおもりを引く力は 60N であるので、

摩擦力は、 $60(\text{N}) - 50(\text{N}) = 10(\text{N})$  と計算できる。

【】仕事の原理：動滑車

[問題](増補 11)(1 学期中間)

質量 3kg の物体を、40cm 持ち上げるとき、そのまま持ち上げた場合と、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) のときに物体を持ち上げるのに必要な力は何 N か。
- (2) のとき、仕事の量は何 J か。
- (3) 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) 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)	(2)	(3)	(4)
(5)	(6)		

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

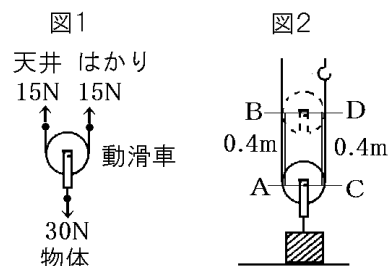
[解説]

(1) 質量 3kg = 3000g 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) × (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) 右図 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。

右図 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



[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

倍の0.8mになる。したがって、

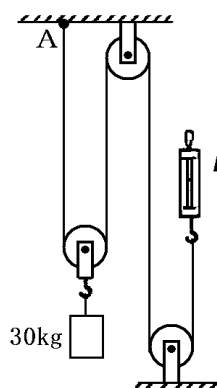
$$(仕事 J) = (力の大きさ N) \times (力の方向に移動した距離 m) = 15(N) \times 0.8(m) = 12(J)$$

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、力は半分ですむが、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](2 学期期末)

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)	(2)	(3)
-----	-----	-----

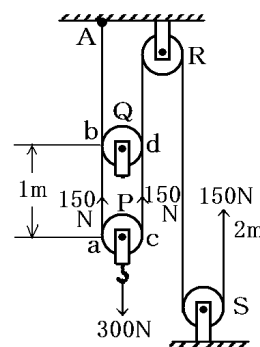
[解答](1) 150N (2) 300J (3) 1m

[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。

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(N) × 2(m) = 300J となる。…

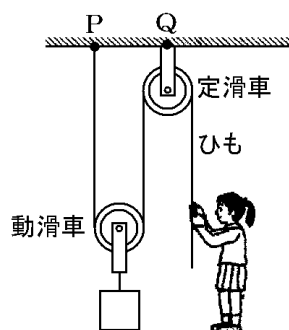
なお、右図の滑車Pは、ひも引くと高さが変わる動滑車である。動滑車1個で力の大きさは半分に、ひもを引く長さは2倍になる。これに対し、右図のRとSは位置が変わらない定滑車である。定滑車は力の向きを変えるだけである。



[問題](増補 11)(2 学期中間)

右の図のように、3kg 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、人はひもを何 m 引くか。
- (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。



[解答欄]

(1)	(2)	(3)
-----	-----	-----

[解答](1) 4m (2) 15N (3) 60J

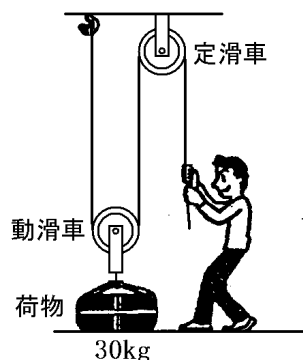
[解説]

3kg = 3000g の物体にかかる重力は、 $3000 \div 100 = 30(\text{N})$ 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 15N 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) × (力の方向に移動した距離 m) =  $15(\text{N}) \times 4(\text{m}) = 60(\text{J})$ となる。

[問題](増補 11)(2 学期中間)

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)	(2)	(3)	(4)
(5)			

[解答](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だから、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。

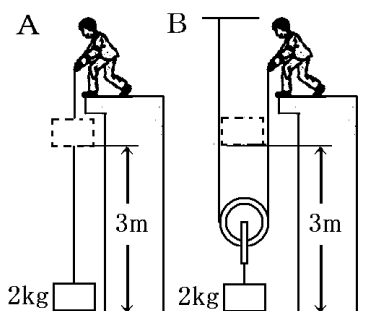
(3) 150N の力で 6m ひもを引いているので、手のする仕事は

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

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

[問題](増補 11)(1 学期中間)

右図の 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。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

[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) × (力の方向に移動した距離 m) =  $20(\text{N}) \times 3(\text{m}) = 60(\text{J})$

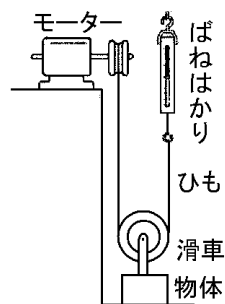
(2)(3) 動滑車を使っているのだから、引き上げるのに必要な力は A の場合の半分の 10N になる。そのかわりに、引くひもの長さは 2 倍の 6m になる。したがって、B の場合、

(仕事 J) = (力の大きさ N) × (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) ÷ (秒) =  $60(\text{J}) \div 10(\text{秒}) = 6(\text{W})$

[問題](増補 11)(1 学期期末)

図のように滑車を使い、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、ばねはかりは 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) モーターがひもを引いた力は何 N ですか。
- (2) 物体の重さは何 N ですか。
- (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 引き上げられますか。
- (4) このモーターの仕事率は何 W ですか。
- (5) 仕事率 2W のモーターで同じ仕事をさせると何秒かかりますか。
- (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、このような滑車を使わないでモーターを使って、直接持ち上げても、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) このことからいえる原理を何といいますか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)
(5)	(6)		

[解答](1) 15N (2) 30N (3) 3m (4) 6W (5) 45 秒 (6) 仕事の原理

[解説]

(1)(2) ばねはかりは 1.5kg = 1500g を示しているのので、ばねは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) = (ばねはかりが引く力) + (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) × (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) ÷ (秒) =  $90(\text{J}) \div 15(\text{秒}) = 6(\text{W})$

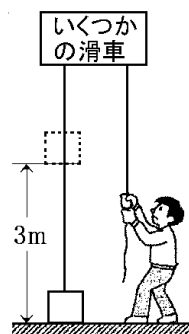
(5) 仕事率 2W のモーターで同じ仕事をさせるときにかかる時間を t 秒とする。

(仕事率 W) = (仕事 J) ÷ (秒) を変形すると、(仕事率 W) × (秒) = (仕事 J)なので、

$2 \times t = 90$  よって、 $t = 90 \div 2 = 45(\text{秒})$

[問題](増補 11)(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、各問いに答えなさい。また、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ですか。
- (2) この装置を通して荷物を 3m 引き上げるとき、人がしなければならない仕事の大きさはいくらですか。
- (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 ですか。
- (4) 3m / 秒の速さでロープを引くと何秒かかりますか。
- (5) (4) のとき、人がする仕事の仕事率は何 W になりますか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)
(5)			

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

[解説]

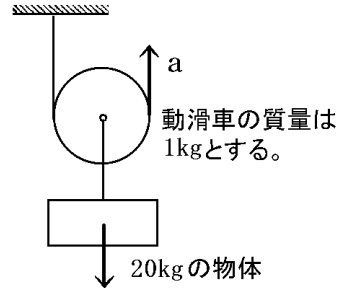
- (1) 質量が 30kg = 30000g の物体にかかる重力の大きさは、 $30000 \div 100 = 300$ (N) したがって、この荷物を直接持ち上げるためには 300N の力が必要である。  
(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) = 300(N) × 3(m) = 900(J)
- (2) ロープの摩擦や滑車の重さは考えなくてよいので、仕事の原理が成り立つ。  
よって、この装置を通して荷物を 3m 引き上げるときの仕事は、荷物を直接 3m 持ち上げるときの仕事と同じ 900J になる。
- (3) この装置を使って荷物を 3m 引き上げるとき、人がロープを引かなければならない長さを  $x$  m とする。(2)より仕事は 900J なので、  
(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) = 50(N) ×  $x$  (m) = 900(J)  
よって、 $x = 900 \div 50 = 18$ (m)
- (4)  $18$ (m)  $\div$   $3$ (m / 秒) = 6(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(J)  $\div$  6(秒) = 150(W)

【】仕事の原理：動滑車

[問題](増補 11)(1 学期期末)

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)	(2)	(3)
(4)		

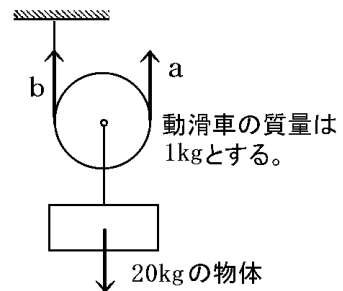
[解答](1) 105N (2) 1m (3) 105J (4) 動滑車に対しても仕事をするようになるから。

[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  $200 + 10 = 210$ (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  $b$ (N)、ひも a が動滑車を引く力を  $a$ (N) とすると、 $a + b = 210$  である。  
 $a = b$  なので、 $a = 210 \div 2 = 105$ (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、

(仕事 J) = (力の大きさ N) × (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、

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

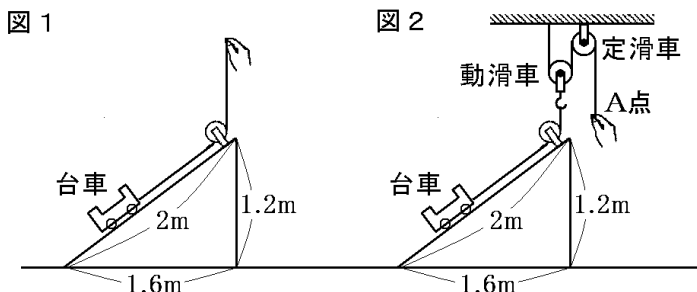
これは、ひも a を引いて物体を 50cm 持ち上げるとき、物体だけではなく動滑車も 50cm 持ち上げられるので、動滑車も仕事をされるからである。

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

すなわち、動滑車がされる仕事 5J の分だけ仕事が大きくなる。

[問題](増補 11)(1 学期期末)

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のせ, 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 何 N の力で引き上げればよいか。 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, 何 N の力で引き上げればよいか。 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)	(2)		(3)
(4)		(5)	

[解答](1) 0.6m (2) 6N 6J (3) 2m (4) 3N 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) × (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  $F(N)$  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  $J$ ) =  $F \times 1(m) = 6(J)$  よって、 $F = 6 \div 1 = 6(N)$  となる。

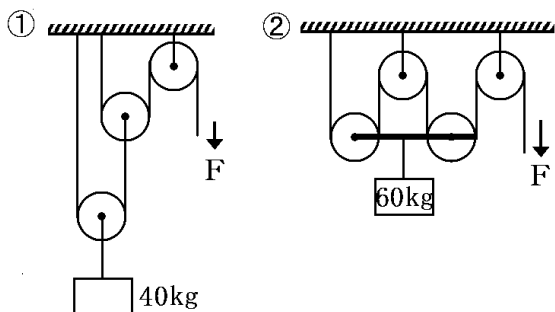
(3) 図 2 のように、台車を斜面にそって  $1m$  引き上げるとき、図の動滑車は  $1m$  上方向へ持ち上げられる。動滑車を  $1m$  持ち上げるためには、A 点で糸を 2 倍の  $2m$  引くことが必要である。

(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  $J$ ) =  $3(N) \times 2(m) = 6(J)$

[問題](増補 11)(2 学期中間)

次の図， の組み合わせ滑車で、それぞれの質量の物体を  $1m$  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。



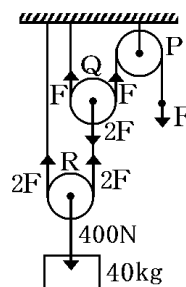
[解答欄]

力：	長さ：	力：	長さ：
----	-----	----	-----

[解答] 力：100N 長さ：4m 力：150N 長さ：4m

[解説]

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がつり合っているので、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  $400\text{N}$  であるので、動滑車 R は物体から下向きに  $400\text{N}$  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  $400\text{N}$  はつり合うので、 $4F = 400$  が成り立つ。

したがって、 $F = 400 \div 4 = 100(N)$

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

ひもを  $100\text{N}$  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) × (力の方向に移動した距離 m) =  $100(N) \times x(\text{m}) = 100x(\text{J})$

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

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

仕事の原理より、 $100x = 400$  よって、 $x = 400 \div 100 = 4(\text{m})$

(別解)

図の動滑車を使った場合、力は  $100(N) \div 400(N) = \frac{1}{4}$  (倍) になるので、仕事の原理より、

引くひもの長さは 4 倍の  $4\text{m}$  になる。

右図で、R と S 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 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  $600\text{N}$

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  $600\text{N}$  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、

$4F = 600$  よって、 $F = 600 \div 4 = 150(N)$

ひもを  $150\text{N}$  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) × (力の方向に移動した距離 m) =  $150(N) \times x(\text{m}) = 150x(\text{J})$

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

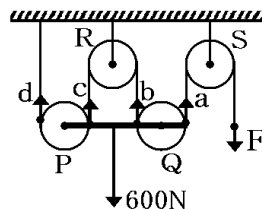
(仕事 J) =  $600(N) \times 1(\text{m}) = 600(\text{J})$

仕事の原理より、 $150x = 600$  よって、 $x = 600 \div 150 = 4(\text{m})$

(別解)

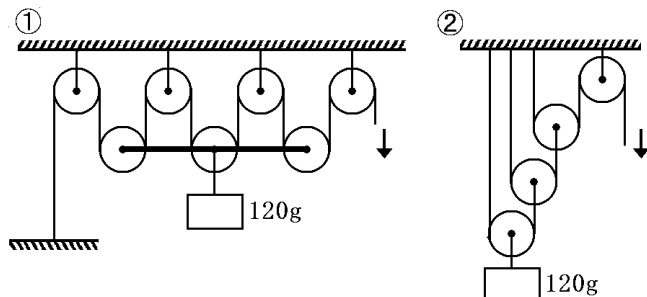
図の動滑車を使った場合、力は  $150(N) \div 600(N) = \frac{1}{4}$  (倍) になるので、仕事の原理より、

引くひもの長さは 4 倍の  $4\text{m}$  になる。



[問題](増補 11)(1 学期期末)

次のように滑車を設置した場合、ひもを引く力は何 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。



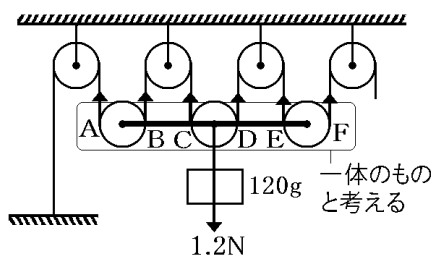
[解答欄]

--	--

[解答] 0.2N 0.15N

[解説]

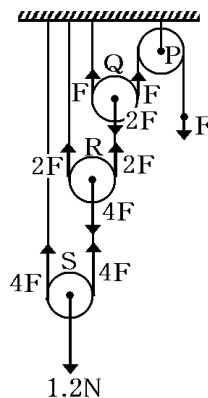
3 つの動滑車を一体のものとする。  
 質量 120g のおもりにたらく重力の大きさは  $120 \div 100 = 1.2(\text{N})$  なので、  
 3 つの動滑車の部分は下向きに 1.2N の力を受けている。



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  $x(\text{N})$  とすると、上向きの力の合計は  $x \times 6 = 6x(\text{N})$  になる。  
 上向きの力  $6x(\text{N})$  と下向きの力 1.2N はつり合っているので、 $6x = 1.2$   
 よって、 $x = 1.2 \div 6 = 0.2(\text{N})$

したがって、ひもを引く力の大きさは 0.2N となる。

右図で、ひもを引く力の大きさを  $F(\text{N})$  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  $F + F = 2F(\text{N})$  になる。よって、動滑車 Q は動滑車 R から  $2F(\text{N})$  の力で下向きに引かれることがわかる。



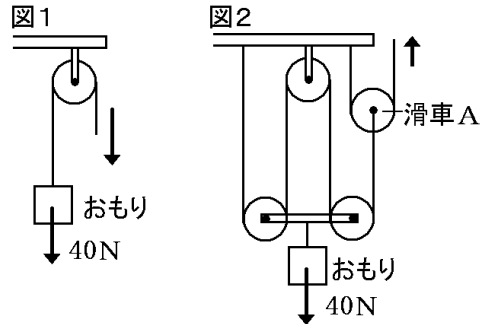
動滑車 R は、上向きに  $2F + 2F = 4F(\text{N})$  の力で引かれるので、  
 動滑車 S から下向きに  $4F(\text{N})$  の力で引かれることがわかる。  
 動滑車 S は、上向きに  $4F + 4F = 8F(\text{N})$  の力で引かれる。

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](増補 11)(2 学期中間)

以下の各問いに答えよ。

- (1) 図 1 のように滑車を用いておもりを 2m 引き上げた。おもりにはたらく重力は 40N である。 おもりを引き上げるのに必要な力は何 N か。 また、引いた系の長さは何 m か。 ただし滑車や糸の重さ、摩擦は無視できるものとする。
- (2) (1)で行った仕事の大きさを、単位をつけて答えよ。
- (3) 図 2 のように滑車を組み合わせて、おもりを引き上げた。滑車 A を上向きに引く力は何 N か。 滑車などの道具や糸の重さ、摩擦は無視できるものとする。
- (4) 図 1、図 2 で、それぞれおもりを 2m 引き上げたとき、図 4 の装置で行った仕事の大きさは、図 1 の装置で行った仕事の大きさに比べてどうなっているか。 ただし、滑車などの道具や糸の重さ、摩擦は無視できるものとする。
- (5) 図 2 でおもりを 2m 引き上げるとき、引きあげた糸の長さは何 m になるか。



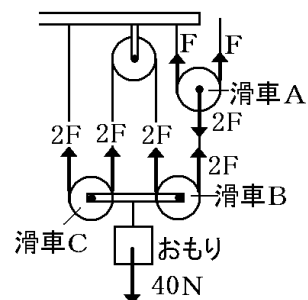
[解答欄]

(1)		(2)	(3)
(4)	(5)		

[解答](1) 40N 2m (2) 80J (3) 5N (4) 同じ(等しい) (5) 16m

[解説]

- (1) 図 1 の滑車は位置が変わらない定滑車なので、力の向きを変えるだけで、力の大きさは変わらない。したがって、おもりを引き上げるのに必要な力は 40N である。また、引いた糸の長さは、おもりを引き上げる高さ 2m と同じである。
- (2) (仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m)  
 $= 40(N) \times 2(m) = 80(J)$
- (3) 手が滑車 A を上向きに引く力を F(N) とする。A は動滑



車で、天井からも  $F(N)$  の力で引かれるので、A に上向きにはたらく力の合計は、 $F + F = 2F(N)$  である。

滑車 A は滑車 B から下向きに引かれている。滑車 A にかかる上向きと下向きの力は等しいので、滑車 B が滑車 A を下向きに引く力は  $2F(N)$  である。

作用反作用の法則より、滑車 B は滑車 A から  $2F(N)$  の力で上向きに引かれる。

滑車 B と滑車 C を一体のものと考えたと、この部分は右上図のように、上向きに  $2F(N)$ 、 $2F(N)$ 、 $2F(N)$ 、 $2F(N)$  の合計  $8F(N)$  の力で引かれている。また、この部分はおもりから下向きに  $40N$  の力で引かれている。この上下の力はつり合っているので、

$8F = 40$  が成り立つ。よって、 $F = 40 \div 8 = 5(N)$

(4) 滑車などの道具や糸の重さ、摩擦は無視できるので仕事の原理が成り立つ。

したがって、 $40N$  のおもりを  $2m$  の高さに持ち上げるのに必要な仕事は、図 1 の場合も図 2 の場合も同じ  $80J$  になる。

(5) 図 2 でおもりを  $2m$  引き上げるとき、引きあげた糸の長さを  $x$  (m) とする。

(4) より、仕事は  $80J$  なので、

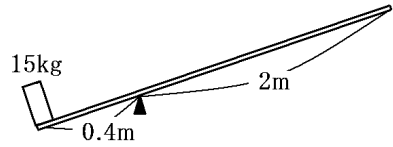
(仕事  $J$ ) = (力の大きさ  $N$ )  $\times$  (力の方向に移動した距離  $m$ ) =  $5(N) \times x$  (m) =  $80(J)$

よって、 $x = 80 \div 5 = 16(m)$  となる。

【】仕事の原理：てこ

[問題](増補 09)(補充問題)

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)	(2)	(3)
-----	-----	-----

[解答](1) 30N (2) 15J (3) 15J

[解説]

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

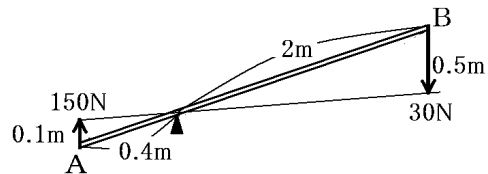
このてこのうでの長さの比は、 $0.4 : 2 = 1 : 5$

なので、

物体を A で 0.1m もちあげるためには、B の

部分を  $0.1(m) \times 5 = 0.5(m)$  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。



[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

したがって、この物体をもち上げるには、 $150(N) \times \frac{1}{5} = 30(N)$ 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) =  $30(N) \times 0.5(m) = 15(J)$

(3) この物体を手でかかえて、10cm もち上げたときの仕事は

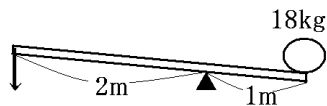
(手のした仕事 J) = (加える力 N) × (押した距離 m) =  $150(N) \times 0.1(m) = 15(J)$

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](増補 11)(2 学期中間)

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)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

[解答](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 18kg = 18000g 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。

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

[問題](増補 11)(1 学期期末)

てこを使って質量 80kg の岩を持ち上げる。以下の各問いに答えよ。ただし、100g の物体にかかる重力の大きさを 1N とする。

- (1) 図のようにてこを設置した場合、人は何 N の力でてこを押し下げる必要があるか。  
 (2) 岩を 50cm 持ち上げようとする場合、人は何 cm てこを押し下げなければならないか。



[解答欄]

(1)	(2)
-----	-----

[解答](1) 200N (2) 200cm

[解説]

(1) 質量 80kg = 80000g の岩にはたらく重力は  $80000 \div 100 = 800(\text{N})$ である。

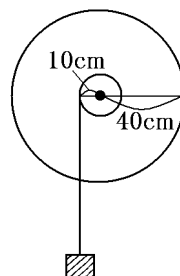
このてこのうでの長さの比は、1 : 4 なので、力は  $\frac{1}{4}$  になる。 $800(\text{N}) \times \frac{1}{4} = 200(\text{N})$

(2) このてこのうでの長さの比は、1 : 4 なので、岩を 50cm 持ち上げるためには、50cm の 4 倍の 200cm 押し下げなければならない。

【】仕事の原理：輪軸

[問題](増補 09)(補充問題)

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)	(2)	(3)	(4)
(5)			

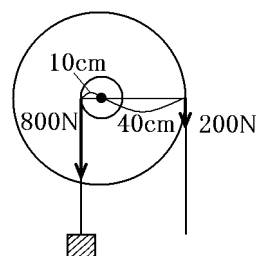
[解答](1) 200N (2) 8m (3) 1600J (4) 1600J (5) 輪軸を使うと小さい力で荷物を引き上げることができるが，仕事は変わらない。

[解説]

(1) 80kg = 80000g 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) = (つなを引く力 N)  $\times$  (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) = (つなを引く力 N)  $\times$  (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)。

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

[問題](増補 11)(2 学期中間)

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：	長さ：
----	-----

[解答]力：200N 長さ：2.5m

[解説]

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

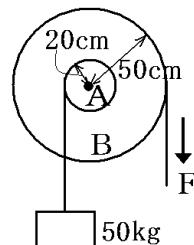
2つの輪の半径の比が  $20 : 50 = 2 : 5$  になっているので、

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。

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。

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



[印刷 / 他の PDF ファイルについて]

このファイルは、FdData 中間期末理科 3 年(7,200 円)の一部を PDF 形式に変換したサンプルで、印刷はできないようになっています。製品版の FdData 中間期末理科 3 年は Word(または一太郎)の文書ファイルで、印刷・編集を自由に行うことができます。

FdData 中間期末(社会・理科・数学)全分野の PDF ファイル、および製品版の購入方法は <http://www.fdtype.com/dat/> に掲載しております。

下図のような、[FdData 無料閲覧ソフト(RunFdData)]を、Windows のデスクトップ上にインストールすれば、FdData 中間期末・FdData 入試の全 PDF ファイル(各教科約 1500 ページ)を自由に閲覧できます。次のリンクを左クリックするとインストールが開始されます。

RunFdData(Word 版) 【 <http://www.fdtype.com/lnk/instRunFdDataWDs.exe> 】

RunFdData(一太郎版) 【 <http://www.fdtype.com/lnk/instRunFdDataTAs.exe> 】

ダイアログが表示されたら、【実行】ボタンを左クリックしてください。インストール中、いくつかの警告が出ますが、[実行][許可する][次へ]等を選択します。

【イメージ画像】



【Fd 教材開発 : URL <http://www.fdtype.com/dat/> Tel (092) 404-2266】