

## 【】 仕事

[仕事の大きさを求める式]

[問題](1 学期中間)

次の①～④の空欄にあてはまることばを書け。

- ・ 物体に( ① )を加えてその向きに移動させたとき、(①)が物体に( ② )をしたという。
- ・ 仕事の量=力の( ③ )×力の向きに動いた( ④ )

[解答欄]

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ① | ② | ③ | ④ |
|---|---|---|---|

[解答]① 力 ② 仕事 ③ 大きさ ④ 距離

[解説]

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

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 の力を加えて力の働く方向に 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) =  $2(\text{N}) \times 3(\text{m}) = 6(\text{J})$  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。

[問題](前期中間)

次の各問いに答えよ。

- (1) 次の仕事の大きさを求める式の、①、②にあてはまる語句を答えよ。

$$(\text{仕事の大きさ}) = (\text{①})(\text{N}) \times (\text{②})(\text{m})$$

- (2) 理科でいう仕事の単位は何か。記号と読み方を答えよ。

[解答欄]

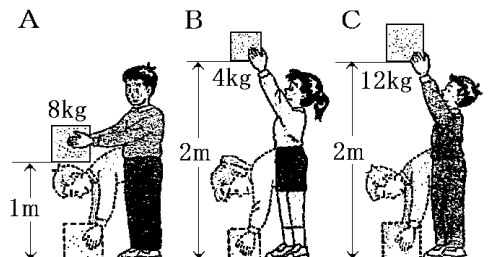
|      |   |        |
|------|---|--------|
| (1)① | ② | (2)記号： |
| 読み方： |   |        |

[解答](1)① 力の大きさ ② 力の向きに動いた距離 (2)記号：J 読み方：ジュール

[物体を持ち上げるときの仕事]

[問題](2 学期期末)

図のように、A～C の 3 人がそれぞれ物体を持ち上げた。A～C がした仕事は、それぞれ何 J か。ただし、100g の物体にはたらく重力を 1N とする。



[解答欄]

| A | B | C |
|---|---|---|
|---|---|---|

[解答] A 80J B 80J C 240J

[解説]

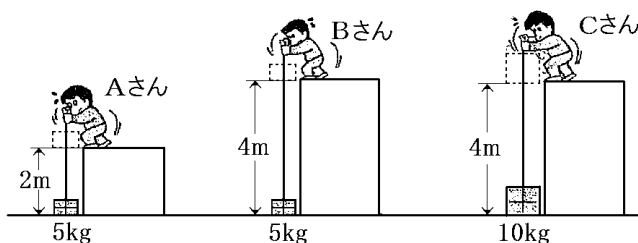
A :  $8\text{kg} = 8000\text{g}$  の物体にはたらく重力は  $8000 \div 100 = 80(\text{N})$  なので、  
 (仕事) =  $80(\text{N}) \times 1(\text{m}) = 80(\text{J})$

B :  $4\text{kg} = 4000\text{g}$  の物体にはたらく重力は  $4000 \div 100 = 40(\text{N})$  なので、  
 (仕事) =  $40(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 80(\text{J})$

C :  $12\text{kg} = 12000\text{g}$  の物体にはたらく重力は  $12000 \div 100 = 120(\text{N})$  なので、  
 (仕事) =  $120(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 240(\text{J})$

[問題](2 学期期末)

下の図のように A, B, C の 3 人が物体を持ち上げた。各問いに答えよ。



- (1) A～C のうち、物体にした仕事をもっとも大きいのはだれか。
- (2) C がした仕事は何 J か。

[解答欄]

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

[解答](1) C (2) 400J

[解説]

A :  $5\text{kg}=5000\text{g}$  の物体にはたらく重力は  $5000 \div 100 = 50(\text{N})$  なので、  
(仕事)  $= 50(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 100(\text{J})$

B :  $5\text{kg}=5000\text{g}$  の物体にはたらく重力は  $5000 \div 100 = 50(\text{N})$  なので、  
(仕事)  $= 50(\text{N}) \times 4(\text{m}) = 200(\text{J})$

C :  $10\text{kg}=10000\text{g}$  の物体にはたらく重力は  $10000 \div 100 = 100(\text{N})$  なので、  
(仕事)  $= 100(\text{N}) \times 4(\text{m}) = 400(\text{J})$

[摩擦力和仕事]

[問題](前期中間)

次の図は、 $800\text{g}$  の木片を一定の速さで  $50\text{cm}$  引いたときのようすを表したものである。このとき、ばねばかりの読みはつねに  $1.8\text{N}$  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) |
|-----|-----|

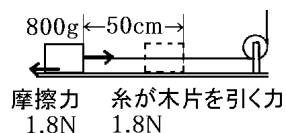
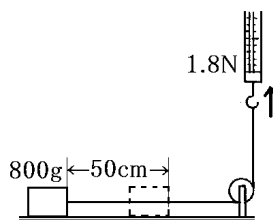
[解答](1)  $1.8\text{N}$  (2)  $0.9\text{J}$

[解説]

木片に水平方向に働く力は、糸が木片を引く力と摩擦力の 2 つである。木片が一定の速さで動いているときこの 2 力はつり合っているので、摩擦力は  $1.8\text{N}$  である。

(手がした仕事  $J$ )  $= (\text{木片を引く力 } \text{N}) \times (\text{距離 } \text{m}) = 1.8(\text{N}) \times 0.5(\text{m}) = 0.9(\text{J})$

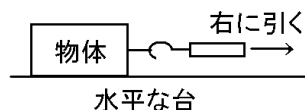
このほか、木片には  $8\text{N}$  の重力と床から上向きに受ける同じ大きさの抗力がはたらいているが、木片の進行方向とは垂直で、垂直方向には移動していないので、重力のする仕事は  $0$  である。



[問題](2 学期中間)

次の各問いに答えよ。

- (1) 右図のように、水平な台の上においた物体を、水平方向からばねばかりをつけて手で引いた。ばねばかりが 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よ。



- (2) (1)のばね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ばねばかりは 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よ。
- (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よ。

[解答欄]

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

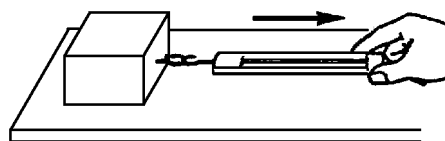
[解答](1) 0J (2) 3N (3) 1.2J

[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。物体が等速で動いているときこの 2 力はつり合っているので、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、ばねばかりは 2.5N を示していた。次の各問いに答えよ。



- (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、ばねば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(N)×x(m)=2(J)

よって、 $x = 2(J) \div 2.5(N) = 0.8(m) = 80(\text{cm})$

[問題](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) 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 1N なので、2kg=2000g 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(N)×3(m)=60(J)

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

(仕事 J)=(力の大きさ N)×(力の向きに動いた距離 m)=5(N)×0.8(m)=4(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(N)×0.8(m)=0.24(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(N)×10(m)=150(J)

[仕事をしている場合・していない場合]

[問題](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したものである。①～③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( ① )を加えて、物体を( ② )向きに( ③ )させる」ことだが、この問題で岩は(③)していないので仕事をしたとはいえない。

[解答欄]

|   |   |   |
|---|---|---|
| ① | ② | ③ |
|---|---|---|

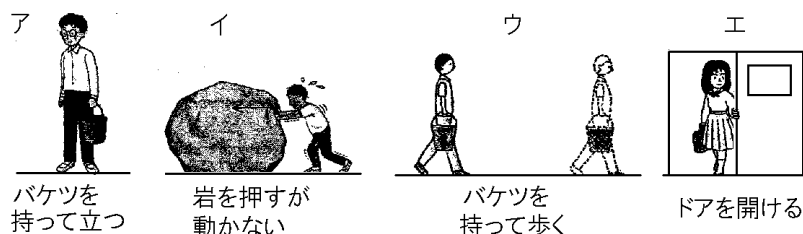
[解答]① 力 ② 力のはたらく ③ 移動

[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](前期中間)

理科でいう仕事がおこなわれている図はどれか。ア～エから 1 つ選び記号で答えよ。



[解答欄]

[解答]エ

[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)

アとイは、物体は動いていないので、(仕事)=0(J)

ウでは、物体は動いているが、その方向は水平方向で、力の働く垂直方向には移動していないので、(力の向きに動いた距離  $m$ )=0(m)である。したがって、(仕事)=0(J)

エでは、力を加えた方向にドアが移動しているので、仕事をしている。

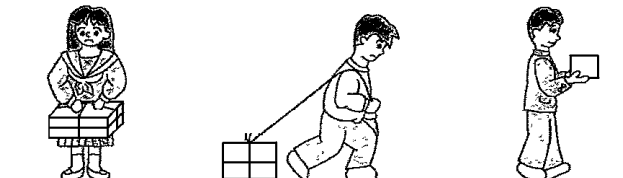
[問題](1 学期期末)

下の図の①～③は仕事をしているか。仕事をしている場合は○を，していない場合は下のア～エの中からその理由を選び，記号で答えよ。

① 荷物を持って立っている

② 荷物を引きずる

③ 荷物を一定の高さにたもって歩く



- ア 運動の向きとは反対に力がはたらいているから。
- イ 力の向きに動いていないから。
- ウ 力ははたらいているが，荷物は動いていないから。
- エ そもそも力がはたらいていないから。

[解答欄]

|   |   |   |
|---|---|---|
| ① | ② | ③ |
|---|---|---|

[解答]① ウ ② ○ ③ イ

[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](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  $N$ ) × (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。



## 【】 仕事率

[仕事率の計算]

[問題](2 学期期末)

太郎君は 15kg の荷物を 2m 持ち上げるのに 10 秒かかった。このときの仕事率を求めよ。ただし、100g の物体にはたらく重力を 1N とする。

[解答欄]

[解答]30W

[解説]

1 秒あたりにする仕事の量を仕事率という。1 秒間あたり 1J の仕事をするとき、仕事率は 1W(ワット)

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

であるという。15kg=15000g の物体にかかる重力の大きさは、 $15000\div 100=150(N)$ なので、持ち上げるのに必要な力は 150N である。

このとき、(仕事)=(力の大きさ N) $\times$ (力の向きに動いた距離 m)=150(N) $\times$ 2(m)=300(J)したがって、1 秒間あたりの仕事量(仕事率)は、 $300(J)\div 10(s)=30(W)$ である。

[問題](2 学期期末)

① 1 秒あたりにする仕事の量を何というか。漢字で答えよ。②また、単位の記号も答えよ。

[解答欄]

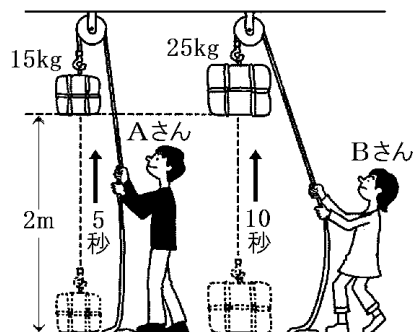
|   |   |
|---|---|
| ① | ② |
|---|---|

[解答]① 仕事率 ② W

[問題](2 学期中間)

右図の A さんと B さんがおこなった仕事について、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 とし、ロープやフックの重さ、滑車等の摩擦は考えないものとする。

- (1) より大きな仕事をしたのは、A さん B さんのどちらか。
- (2) A さんがおこなった仕事の仕事率を求めよ。
- (3) B さんがおこなった仕事の仕事率を求めよ。
- (4) より効率の良い仕事をしたのは A さん B さんのうちどちらか。



[解答欄]

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

[解答](1) Bさん (2) 60W (3) 50W (4) Aさん

[解説]

(1) まず A と B のそれぞれの仕事の大きさを求める。

A :  $15\text{kg}=15000\text{g}$  なので, (A が引く力) $=15000\div 100=150(\text{N})$  したがって,  
 (A の仕事) $=(\text{力の大きさ N})\times(\text{力の向きに動いた距離 m})=150(\text{N})\times 2(\text{m})=300(\text{J})$

B :  $25\text{kg}=25000\text{g}$  なので, (B が引く力) $=25000\div 100=250(\text{N})$  したがって,  
 (B の仕事) $=(\text{力の大きさ N})\times(\text{力の向きに動いた距離 m})=250(\text{N})\times 2(\text{m})=500(\text{J})$   
 よって, より大きな仕事をしたのは B である。

(2) (A の仕事率) $=(\text{仕事 J})\div(\text{秒 s})=300(\text{J})\div 5(\text{s})=60(\text{W})$

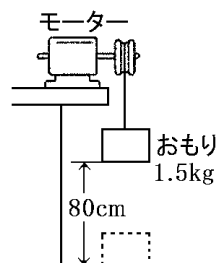
(3) (B の仕事率) $=(\text{仕事 J})\div(\text{秒 s})=500(\text{J})\div 10(\text{s})=50(\text{W})$

(4) 仕事率が大きいほど効率がよいので, より効率の良い仕事をしたのは A である。

[仕事率・仕事→時間]

[問題](2 学期中間)

右の図のように, モーターを使って  $1.5\text{kg}$  のおもりを  $80\text{cm}$  引き上げた。  $100\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさを  $1\text{N}$  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,  $2.4\text{kg}$  のおもりを  $80\text{cm}$  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) $=(\text{力の大きさ N})\times(\text{力の方向に移動した距離 m})=15(\text{N})\times 0.8(\text{m})=12(\text{J})$

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

(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、

$$(\text{仕事 } J) = (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 24(N) \times 0.8(m) = 19.2(J)$$

(2)より、このモーターの仕事率は  $0.8W$  なので、1秒間に  $0.8J$  の仕事を行うことができる。したがって、 $19.2J$  の仕事を行うには、 $19.2(J) \div 0.8(W) = 24(s)$  かかる。

[問題](2 学期期末)

仕事率  $60W$  の機械が  $50$  秒かかる仕事を仕事率  $15W$  の機械ですると何秒かかるか。

[解答欄]

[解答]200 秒

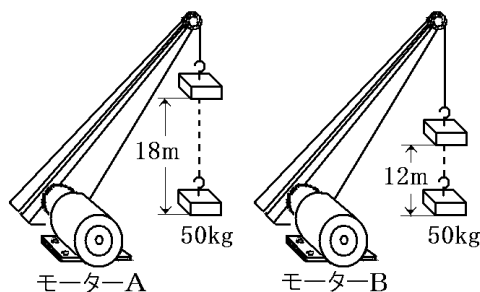
[解説]

仕事率  $60W$  の機械は1秒間に  $60J$  の仕事を行うので、 $50$  秒では、 $60(W) \times 50(s) = 3000(J)$  の仕事を行う。仕事率  $15W$  の機械は1秒間に  $15J$  の仕事を行うので、 $3000J$  の仕事を行うには、 $3000(J) \div 15(J/s) = 200(s)$  で、 $200$  秒かかる。

[問題](2 学期期末)

図のようにモーターA、Bを使って  $50\text{kg}$  の物体を引き上げた。モーターAは  $10$  秒、Bは  $8$  秒かかった。次の各問いに答えよ。

- (1) モーターBがした仕事は何Jか。
- (2) モーターBの仕事率は何Wか。
- (3) モーターAを使うと  $20$  秒かかる仕事は、モーターBを使うと何秒かかるか。



[解答欄]

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

[解答](1)  $6000J$  (2)  $750W$  (3)  $24$  秒

[解説]

(1) 質量が  $50\text{kg}=50000\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさは、 $50000 \div 100 = 500(N)$  なので、これを  $12\text{m}$  持ち上げるときの仕事は、

$$(B \text{ の仕事 } J) = (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 500(N) \times 12(m) = 6000(J)$$

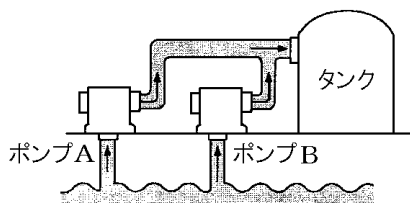
$$(2) (B \text{ の仕事率 } W) = (\text{仕事 } J) \div (\text{秒 } s) = 6000(J) \div 8(s) = 750(W)$$

(3) モーターAは10秒で、50kgの物体を18m引き上げるので、20秒では $18 \times 2 = 36(m)$ 引き上げる。このとき、

(Aの仕事  $J$ ) = (力の大きさ  $N$ )  $\times$  (力の方向に移動した距離  $m$ ) =  $500(N) \times 36(m)$   
 $= 18000(J)$  (2)より、モーターBの仕事率は750Wなので、モーターBは1秒で750Jの仕事を行うことができる。したがって、 $18000(J) \div 750(J/s) = 24(s)$ かかる。

**[問題](後期中間)**

右の図のように、水面から3mの高さまで、A、Bのポンプを使って川の水をくみ上げた。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) ポンプAで、質量20kgの水をくみ上げるのに1分かかった。このとき、ポンプAの仕事率は何Wか。
- (2) ポンプBでは、30秒間に質量15kgの水をくみ上げた。このとき、ポンプBの仕事率は何Wか。
- (3) ポンプA、Bを同時に使うと、5分間で何kgの水をくみ上げることができるか。
- (4) ポンプA、Bを同時に使うと、1000kgの水をくみ上げるのに何分かかかるか。

**[解答欄]**

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

**[解答]**(1) 10W (2) 15W (3) 250kg (3) 20分

**[解説]**

(1) 質量が20kg=20000gの水にはたらく重力の大きさは、 $20000 \div 100 = 200(N)$ なので、これを3m持ち上げるときの仕事は、

$$(仕事 J) = (力の大きさ N) \times (力の方向に移動した距離 m) = 200(N) \times 3(m) = 600(J)$$

1分=60秒で600Jの仕事を行うので、

$$(仕事率 W) = (仕事 J) \div (秒 s) = 600(J) \div 60(s) = 10(W)$$

(2) 質量が15kg=15000gの水にはたらく重力の大きさは、 $15000 \div 100 = 150(N)$ なので、これを3m持ち上げるときの仕事は、

$$(仕事 J) = (力の大きさ N) \times (力の方向に移動した距離 m) = 150(N) \times 3(m) = 450(J)$$

30秒で450Jの仕事を行うので、

$$(仕事率 W) = (仕事 J) \div (秒 s) = 450(J) \div 30(s) = 15(W)$$

(3) ポンプA、Bの仕事率の合計は、 $10 + 15 = 25(W)$ で、1秒間に25Jの仕事を行うこ

とができ、5分=300秒では、 $25(\text{J}) \times 300(\text{s}) = 7500(\text{J})$ の仕事を行う。・・・①

$x \text{ kg}$ の水をくみ上げることができるとする。

質量が  $x \text{ kg} = 1000x \text{ g}$ の水にはたらく重力の大きさは、 $1000x \div 100 = 10x \text{ (N)}$ なので、これを  $3\text{m}$ 持ち上げるときの仕事は、

(仕事  $J$ ) = (力の大きさ  $N$ )  $\times$  (力の方向に移動した距離  $m$ ) =  $10x \text{ (N)} \times 3(\text{m}) = 30x \text{ (J)}$ ・・・②

①、②より、 $30x = 7500$

よって、 $x = 7500 \div 30 = 250(\text{kg})$

(4) 質量が  $1000\text{kg} = 1000000\text{g}$ の水にはたらく重力の大きさは、 $1000000 \div 100 = 10000(\text{N})$ なので、これを  $3\text{m}$ 持ち上げるときの仕事は、

(仕事  $J$ ) = (力の大きさ  $N$ )  $\times$  (力の方向に移動した距離  $m$ ) =  $10000(\text{N}) \times 3(\text{m}) = 30000(\text{J})$

(3)より、ポンプ A、Bを同時に使うと、1秒間に  $25\text{J}$ の仕事を行うことができるので、 $30000\text{J}$ の仕事を行うには、 $30000(\text{J}) \div 25(\text{W}) = 1200(\text{s})$ 、 $1200 \div 60 = 20(\text{分})$ かかる。

#### [問題](後期期末)

モーターを用いて  $25\text{kg}$ の物体  $M$ を  $2\text{m}$ の高さまで引き上げた。モーターの抵抗は  $10\Omega$ である。このモーターに  $50\text{V}$ の電圧をかけると何秒で物体  $M$ を  $2\text{m}$ の高さまで引き上げることができるか。使われた電気エネルギーが摩擦などの熱で失われることはなく、すべて物体  $M$ を持ち上げるのに利用されると考えて答えよ。

[解答欄]

[解答]2秒

[解説]

まず、 $25\text{kg}$ の物体  $M$ を  $2\text{m}$ 持ち上げるときの仕事を求める。

質量が  $25\text{kg} = 25000\text{g}$ の物体にはたらく重力の大きさは、 $25000 \div 100 = 250(\text{N})$ なので、これを  $2\text{m}$ 持ち上げるときの仕事は、

(仕事  $J$ ) = (力の大きさ  $N$ )  $\times$  (力の方向に移動した距離  $m$ ) =  $250(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 500(\text{J})$

次に、このモーターの仕事率(電力)を求める。

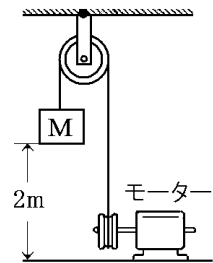
電力の単位ワット(W)と仕事率の単位ワット(W)は同じものである。

(電流  $A$ ) = (電圧  $V$ )  $\div$  (抵抗  $\Omega$ ) =  $50(\text{V}) \div 10(\Omega) = 5(\text{A})$ なので、

(モーターの電力) = (電圧  $V$ )  $\times$  (電流  $A$ ) =  $50(\text{V}) \times 5(\text{A}) = 250(\text{W})$

よって、このモーターは1秒間に  $250\text{J}$ の仕事を行うことができる。

したがって、 $500\text{J}$ の仕事を行うには、 $500(\text{J}) \div 250(\text{J/s}) = 2(\text{s})$ なので、2秒かかる。



[問題](補充問題)

600W の電子レンジが 50 秒かかる調理を、1500W の電子レンジで行うと、何秒かかるか。

[解答欄]

[解答]20 秒

[解説]

電力の単位ワット(W)と仕事率の単位ワット(W)は同じものである。また、熱量の単位ジュール(J)と仕事の単位ジュール(J)は同じものである。

600W の電子レンジは 1 秒間に 600J の熱量を発生する。したがって、50 秒では  $600(\text{J}) \times 50 = 30000(\text{J})$  の熱量を発生させる。

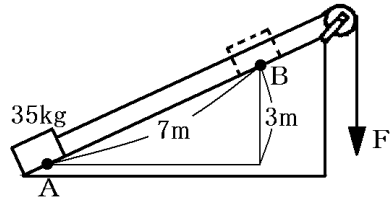
1500W の電子レンジは 1 秒間に 1500J の熱量を発生するので、30000J の熱量を発生させるためには、 $30000 \div 1500 = 20(\text{秒})$  がかかる。

【】仕事の原理：斜面

[仕事の原理→引く力]

[問題](2 学期期末)

右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  $\text{m}$  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]

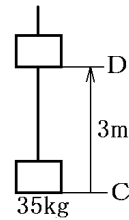
|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
|-----|-----|-----|-----|

[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、ひもを引く力を  $F(\text{N})$  とすると、この物体を斜面上の 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、 $F(\text{N}) \times 7(\text{m}) = 7F(\text{J})$  である。…①

ところで、斜面や滑車などの道具の摩擦や重さを考えなければ、ある物体を一定の高さに持ち上げるのに必要な仕事は、垂直に持ち上げても、斜面や滑車などの道具を用いて持ち上げても同じである。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  $35\text{kg}$  の物体を垂直に  $3\text{m}$  持ち上げたときの仕事と同じである。

$100\text{g}$  の物体に働く重力の大きさは  $1\text{N}$  なので、 $35\text{kg} = 35000\text{g}$  の物体に働く重力の大きさは、 $35000 \div 100 = 350(\text{N})$  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  $350\text{N}$  である。したがって、

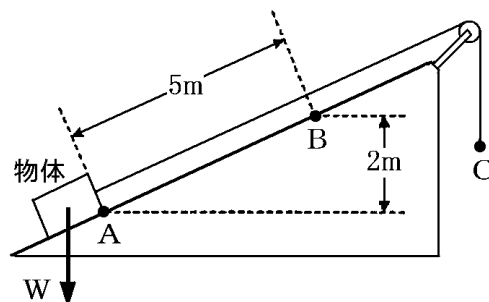
(仕事  $J$ ) = (力の大きさ  $N$ )  $\times$  (力の方向に移動した距離  $\text{m}$ ) =  $350(\text{N}) \times 3(\text{m}) = 1050\text{J}$  となる。…②

仕事の原理と①、②より、 $7F = 1050$

よって、 $F = 1050 \div 7 = 150(\text{N})$  となる。

[問題](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、滑車の重さや摩擦などは考えないものとする。



- (1) この物体を直接垂直に 2m 持ち上げる仕事を求めよ。
- (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  $W_2$  の関係を式で表せ。
- (3) 斜面や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。このことを何というか。
- (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よ。

[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、

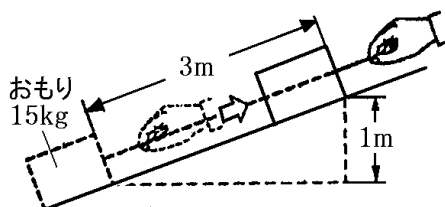
(仕事 J)=(力の大きさ N)×(力の方向に移動した距離 m)=100(N)×2(m)=200(J)

(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](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。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) 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、

$$(\text{仕事 } J) = (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 60(N) \times 3(m) = 180(J)$$

引き上げるのに 4 秒かかったので、

$$(\text{仕事率 } W) = (\text{仕事 } J) \div (\text{秒 } s) = 180(J) \div 4(s) = 45(W)$$

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

(2) 質量 15kg=15000g のおもりにほたらく重力の大きさは、 $15000 \div 100 = 150(N)$ である。これを 1m もちあげるときの仕事は、 $150(N) \times 1(m) = 150(J)$ 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、 $180 - 150 = 30(J)$ 小さい。(斜面を使ったときの仕事が多いのは、斜面とおもりの間に摩擦力がほたらくためである。)

(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、

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

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 150J)は等しい(仕事の原理)。

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

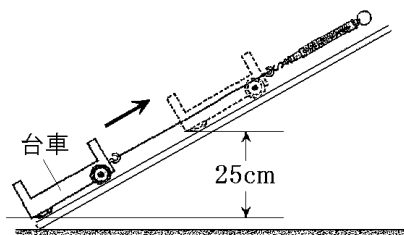
摩擦のあるときの手がおもりを引く力は 60N であるので、

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

[仕事の原理→質量・距離]

[問題](前期期末)

右図のように、糸を引いて、台車を斜面にそって 25cm の高さまでゆっくり引き上げた。このとき糸を引く力は 6N、糸を引いた距離は 50cm であった。糸の重さや台車にはほたらく摩擦力は考えないものとして、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) このときの仕事は何 J か。

(2) 斜面を使わずに台車を直接 25cm の高さまで持ち上げたときの仕事は何 J か。

(3) この台車の質量は何 kg か。

[解答欄]

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

[解答](1) 3J (2) 3J (3) 1.2kg

[解説]

(1) (仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) = 6(N) × 0.5(m) = 3(J)

(2) 仕事の原理より、摩擦などを考えなければ、ある物体を一定の高さに持ち上げるのに必要な仕事は、垂直に持ち上げても、斜面や滑車などの道具を用いて持ち上げても同じである。

(3) この台車の質量を Mkg とする。1kg = 1000g の物体にはたらく重力は 10N なので、この台車に働く重力の大きさは、10M(N) である。

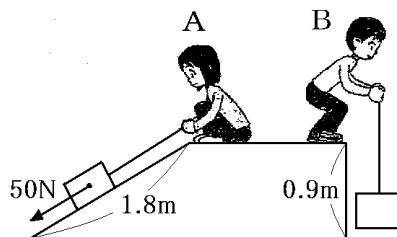
したがって、台車を直接 25cm の高さまで持ち上げたときの仕事は、

(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) = 10M(N) × 0.25(m) = 2.5M(J)

(2) より、 $2.5M = 3$  よって、 $M = 3 \div 2.5 = 1.2(\text{kg})$

[問題](後期中間)

右図のようにして、AさんとBさんが同じ質量の荷物を床から 0.9m の高さまでロープでゆっくりと引き上げた。このとき、荷物にはたらく斜面方向の力は 50N であった。100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。次の各問いに答えよ。



(1) この斜面に摩擦がないとすると、Aさんがロープを引いていた力はいくらか。

(2) Aさんがした仕事はいくらか。

(3) Aさんのように斜面を使った場合と、Bさんのように斜面を使わなかった場合で仕事の大きさは変わらない。このことを何というか。

(4) この荷物の質量は何 kg か。

(5) Bさんが荷物を引き上げるのに、15秒かかった。このときの仕事率はいくらか。

[解答欄]

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
| (5) |     |     |     |

[解答](1) 50N (2) 90J (3) 仕事の原理 (4) 10kg (5) 6W

[解説]

(1) 「ゆっくり引き上げる」(加速しない)場合、Aさんがロープを引く力は、荷物にはたらく斜面方向の力 50N と等しい。

(2) (仕事 J)=(力の大きさ N)×(力の方向に移動した距離 m)=50(N)×1.8(m)=90(J)

(3)(4) Bさんがおもりを引く力を F(N)とすると、

(Bさんの仕事 J)=(力の大きさ N)×(力の方向に移動した距離 m)=F(N)×0.9(m)

=0.9F(J) 仕事の原理より、Aさんのように斜面を使った場合と、Bさんのように斜面を使わなかった場合で仕事の大きさは変わらない。Aさんの仕事は 90J なので、

0.9F=90 が成り立つ。したがって、 $F=90 \div 0.9=100(N)$

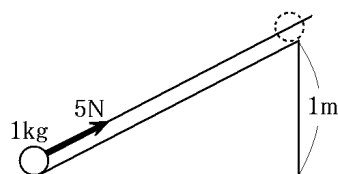
1kg=1000g の物体にはたらく重力は、10N なので、

この荷物の質量は、 $100 \div 10=10(kg)$ である。

(5) (仕事率 W)=(仕事 J)÷(秒)=90(J)÷15(秒)=6(W)

[問題](2 学期中間)

質量 1kg の物体を斜面にそって 1m の高さに引き上げたとき 5N の力が必要であった。物体を斜面にそって引いた長さは何 m か。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]

[解答]2m

[解説]

質量 1kg=1000g のおもりにはたらく重力の大きさは、 $1000 \div 100=10(N)$ である。これを 1m もちあげるときの仕事は、 $10(N) \times 1(m)=10(J)$ である。

(斜面にそって引き上げたときの仕事)=(力の大きさ N)×(力の方向に移動した距離 m)

である。(力の大きさ N)=5N なので、 $5(N) \times (力の方向に移動した距離 m)=10(J)$

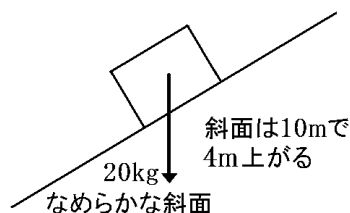
よって、(力の方向に移動した距離 m)= $10(J) \div 5(N)=2(m)$

[斜面に沿った力を計算→仕事]

[問題](1 学期期末)

斜面を利用したときの仕事について、次の各問いに答えよ。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よ。
- (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よ。
- (3) 直接物体を 4m 持ち上げたときの仕事を求めよ。
- (4) (2), (3)の結果からどんなことがわかるか。



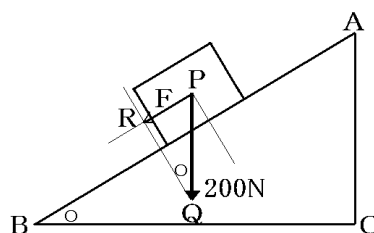
[解答欄]

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| (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 $\triangle PQR$ 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(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。

(別解)

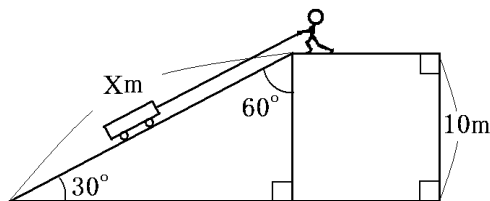
この問題は、斜面という道具を使ったときにも仕事の原理が成り立つことを導き出すことを主題にしている。しかし、単に答えを出すだけなら、仕事の原理を前提にして、次に示すように簡単に(1)、(2)の解を求めることができる。

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](2 学期中間)

次の各問いに答えよ。

- (1) 右図の斜面の長さ  $X(\text{m})$  を求めよ。
- (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  $4\text{kg}$  のとき、人がひもを引く力はいくらか。ただし、 $100\text{g}$  の物体にはたらく重力を  $1\text{N}$  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求めよ。



[解答欄]

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

[解答](1) 20m (2) 20N (3) 400J

[解説]

(1) 右図で、 $\triangle ABC$  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)

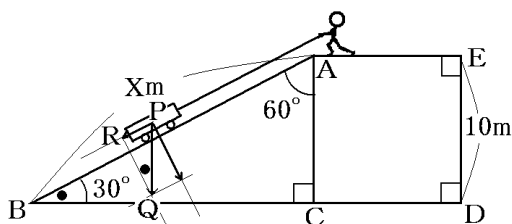
$AC = ED = 10\text{m}$  なので、

$AB = 10 \times 2 = 20(\text{m})$  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、 $\triangle PQR$  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  $20\text{N}$  になる。

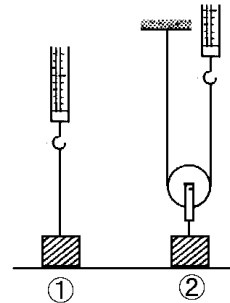
(3) (仕事  $J$ ) = (力の大きさ  $N$ )  $\times$  (力の方向に移動した距離  $m$ ) =  $20(\text{N}) \times 20(\text{m}) = 400(\text{J})$

【】仕事の原理：動滑車

[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。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) 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

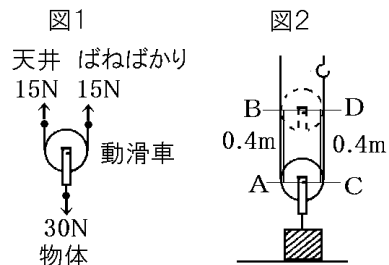
[解説]

(1) 質量  $3\text{kg}=3000\text{g}$  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) × (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。

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



[仕事の原理：動滑車]

・引く力は半分 } → 仕事は同じ  
・引く長さは2倍 }

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、

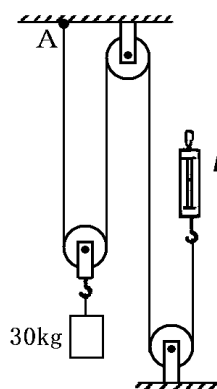
$$(\text{仕事 } J) = (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 15(N) \times 0.8(m) = 12(J)$$

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

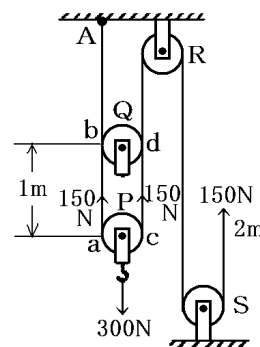
[解説]

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。

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) = 300(J)となる。…①

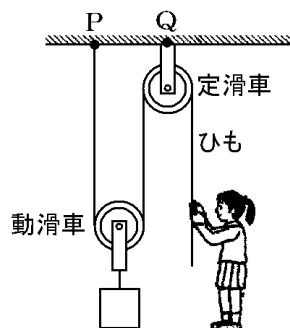
なお、右上図の滑車Pは、ひも引くと高さが変わる動滑車である。動滑車1個で力の大きさは半分に、ひもを引く長さは2倍になる。これに対し、右図のRとSは位置が変わらない定滑車である。定滑車は力の向きを変えるだけである。





[問題](2 学期中間)

右図のように、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。

[解答欄]

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

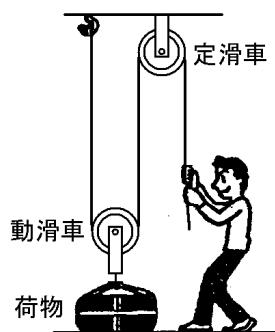
[解答](1) 4m (2) 25N (3) 100J

[解説]

5kg=5000g の物体にかかる重力は、 $5000 \div 100 = 50(N)$ 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)×(力の方向に移動した距離 m)=25(N)×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。

[解答欄]

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
| (5) |     |     |     |

[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)

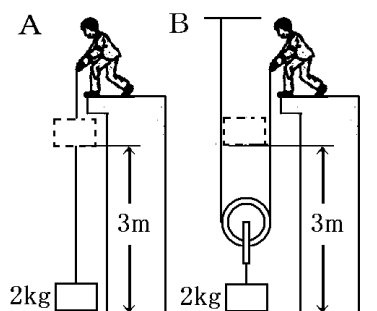
右図の A, B の方法で、質量 2kg の物体を 3m の高さまで引き上げた。ただし、100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とし、ひもや滑車の重さ、摩擦はないものとする。

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

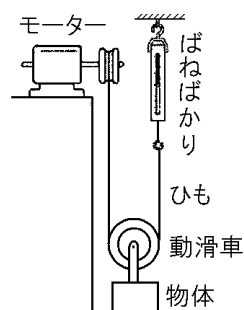
(2)(3) 動滑車を使っているので、引き上げるのに必要な力は A の場合の半分の 10N になる。そのかわりに、引くひもの長さは 2 倍の 6m になる。したがって、B の場合、

(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) ばねばかりは 1.5kg=1500g を示しているのので、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、

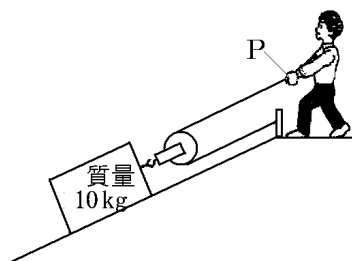
(仕事 J)=(力の大きさ N) $\times$ (力の方向に移動した距離 m) $=15(\text{N}) \times 6(\text{m}) = 90(\text{J})$  となり、

(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)

右の図のように、斜面と動滑車を使って、質量 10kg の物体を引き上げる仕事をした。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。

[解答欄]

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

[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、

$$(\text{仕事 } J) = (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 25(N) \times 10(m) = 250(J)$$

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

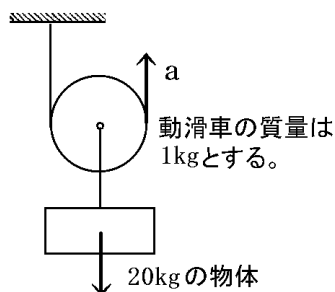
$$(\text{仕事 } J) = (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 100(N) \times x(m) = 100x(J)$$

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

[動滑車の質量を考えると]

[問題](1 学期期末)

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



- (1) 図のひも a を引く力を求めよ。
- (2) 物体を 50cm 持ち上げたときにひも a が動く距離を求めよ。
- (3) ひも a を引く手がする仕事を求めよ。
- (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、それはなぜか。理由を説明せよ。

[解答欄]

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

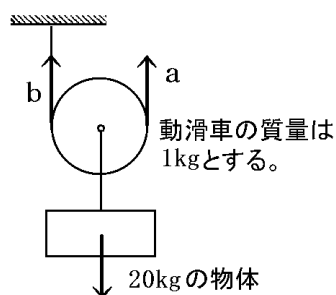
[解答](1) 105N (2) 1m (3) 105J (4) 動滑車に対しても仕事をするようになるから。

[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、

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

(4) 動滑車を使わずに、20kgの物体を50cm持ち上げるとき、

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

よって、この動滑車を使ったとき、 $105-100=5$ (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。

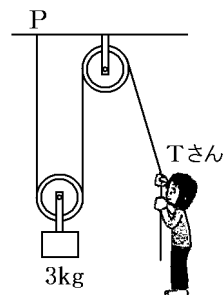
$$(\text{動滑車がされる仕事}) = 10(N) \times 0.5(m) = 5(J)$$

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](前期期末)

右の図のように、400gの滑車2個を使って、3kgの物体をゆっくり2m引き上げた。ひもの重さや摩擦はないものとする。また、100gの物体にはたらく重力の大きさを1Nとする。次の各問いに答えよ。

- (1) 物体を2m引き上げるために、Tさんはひもを何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、Tさんがした仕事の量は何Jか。
- (4) (3)の仕事の量は、物体にした仕事の量より大きくなる。その理由を答えよ。



[解答欄]

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

[解答](1) 4m (2) 17N (3) 68J (4) 動滑車に対しても仕事をしているから。

[解説]

(1) この問題では、動滑車 1 個(右図の Q)と定滑車 1 個(右図の R)が使われている。動滑車が 1 個の場合、ひもを引く長さは物体を引き上げる 2m の 2 倍の 4m になる。

(2) 物体(3kg)と動滑車(400g)を合わせた質量は 3400g である。したがって、これにはたらく重力は  $3400 \div 100 = 34(N)$  である。物体と動滑車にはたらく上向きの力は、右図のように、AB と CD である。上向きの力と下向きの重力(34N)はつり合っているので、 $(AB \text{ の力}) + (CD \text{ の力}) = 34(N)$

また、 $(AB \text{ の力}) = (CD \text{ の力})$  なので、 $(AB \text{ の力}) = (CD \text{ の力}) = 34(N) \div 2 = 17(N)$

天井の P 点に加わっている力の大きさは AB の力と等しいので、17N である。

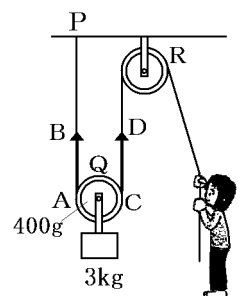
(3) (2)より  $(CD \text{ の力}) = 17N$  なので、T さんがひもを引く力も 17N である。T さんが引くひもの長さは、(1)より 4m なので、

$(\text{仕事 } J) = (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 17(N) \times 4(m) = 68(J)$

(4) 3kg の物体を 2m もちあげるための仕事は、 $30(N) \times 2(m) = 60(J)$  である。

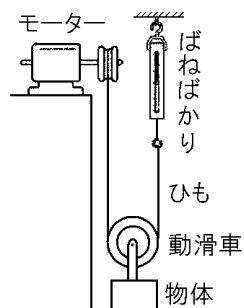
400g の動滑車 Q を 2m もちあげるための仕事は、 $4(N) \times 2(m) = 8(J)$  である。

T さんがした仕事は、この 60J と 8J の和になっている。



[問題](1 学期期末)

質量が 40g の動滑車に、物体が固定されている。この動滑車のひもの一端をばねばかりにつないで天井に固定し、他端をモーターの軸につないだ。図は、そのようすを示している。次に、モーターを回すと、物体は床をはなれて等速で上昇した。このとき、モーターは 4 秒間で 80cm のひもを巻きとっており、ばねばかりはつねに 0.7N を示していた。100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とし、次の各問いに答えよ。



- (1) モーターがひもを引く力は何 N か。
- (2) この物体の質量は何 g か。
- (3) モーターが行った仕事は何 J か。
- (4) このときモーターの仕事率は何 W か。

[解答欄]

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

[解答](1) 0.7N (2) 100g (3) 0.56J (4) 0.14W

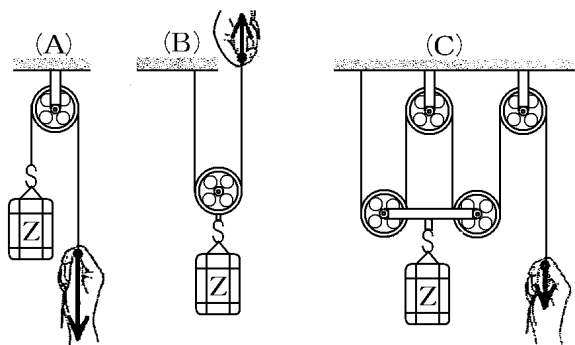
[解説]

- (1) モーターがひもを引く力は、ばねばかりがひもを引く力 0.7N と等しい。
- (2) 動滑車と物体を一体のものとして考えると、これに働く上向きの力の合計は、 $0.7(N)+0.7(N)=1.4(N)$  である。100g の物体にはたらく重力の大きさは 1N なので、動滑車と物体の質量の合計は、 $1.4 \times 100 = 140(g)$  である。したがって、  
(物体の質量) =  $140 - (\text{動滑車の質量}) = 140 - 40 = 100(g)$  である。
- (3) (1)よりモーターがひもを引く力は 0.7N で、 $80\text{cm} = 0.8\text{m}$  のひもを巻きとったので、  
(仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) =  $0.7(N) \times 0.8(m) = 0.56(J)$
- (4) (仕事率 W) = (仕事 J) ÷ (秒 s) =  $0.56(J) \div 4(s) = 0.14(W)$

[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。

[解答欄]

|     |      |      |      |
|-----|------|------|------|
| (1) | (2)① | ②    | (3)① |
| ②   | ③    | (4)① | ②    |
| ③   | (5)① | ②    | ③    |

[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) × (力の方向に移動した距離 m) =  $200(\text{N}) \times 5(\text{m}) = 1000(\text{J})$

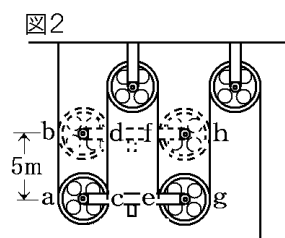
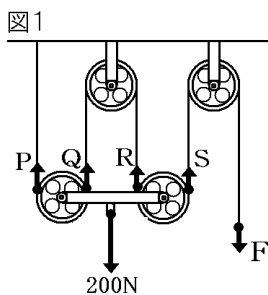
(4) B では動滑車が使われているので、ひもを引く力は  $\frac{1}{2}$  で、ひもを引く長さは 2 倍に

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

(5)① 右の図 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、 $F=50(N)$ となる。

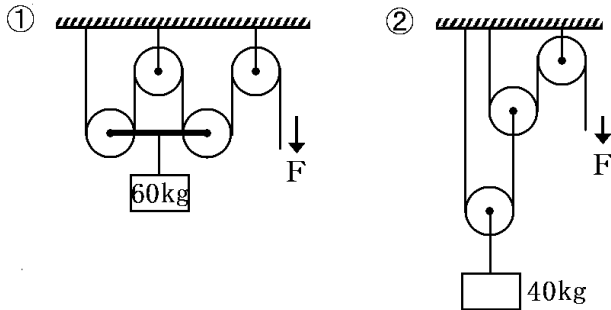
② 右の図2において、2つの動滑車が5m引き上げられるとき、ひもは、 $ab+cd+ef+gh=5+5+5+5=20(m)$ 短くなる。

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)= $50(N) \times 20(m)=1000(J)$

[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。



[解答欄]

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| ①力： | 長さ： | ②力： | 長さ： |
|-----|-----|-----|-----|

[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 $60kg=60000g$ の物体にはたらく重力の大きさは600N

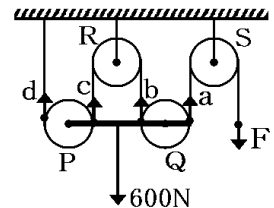
であるので、動滑車PとQを一体のものとした部分には下向きに600Nの力がかかる。

この下向きの力と上向きの力はつり合っているので、

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

ひもを150Nの力でx(m)引くので手がする仕事は、

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



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、

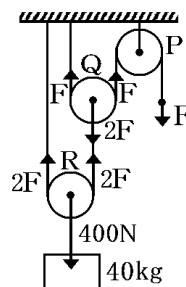
$$(仕事 J) = 600(N) \times 1(m) = 600(J)$$

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

(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 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  $40kg = 40000g$  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、

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

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、

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

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

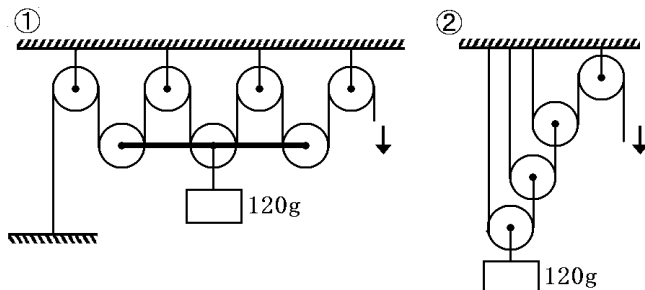
(別解)

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 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。



[解答欄]

|   |   |
|---|---|
| ① | ② |
|---|---|

[解答]① 0.2N ② 0.15N

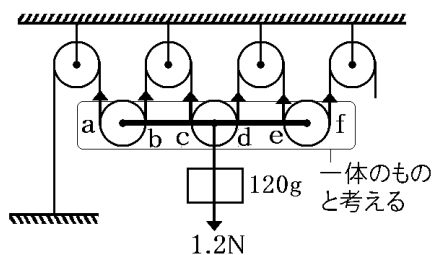
[解説]

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  
ているので、 $6F = 1.2$  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  $F(\text{N})$  とする。

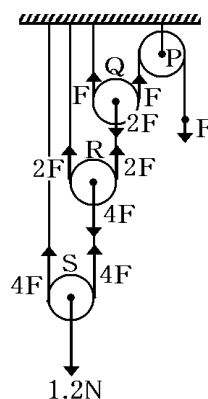
図の P は定滑車なので、力の向きを変えるだけである。

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。

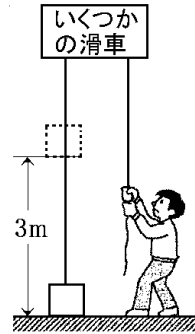
動滑車 S はおもりに 1.2N の力で下向きに引かれる。



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、人がしなければならない仕事の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) 3m/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

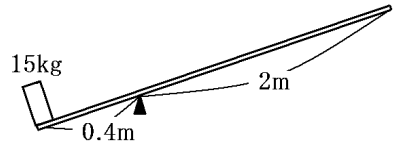
[解説]

- (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) $\times$ (力の方向に移動した距離 m) $=300(N)\times 3(m)=900(J)$
- (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) $\times$ (力の方向に移動した距離 m) $=50(N)\times x(m)=900(J)$   
 よって、 $x=900\div 50=18(m)$
- (4)  $18(m)\div 3(m/\text{秒})=6(\text{秒})$
- (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) $=900(J)\div 6(\text{秒})=150(W)$

【】仕事の原理：てこ

【問題】(前期期末)

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, 棒の重さは考えないものとし, 100g の物体にかかる重力の大きさを 1N とする。



- (1) このてこを使って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) このてこを使ってこの物体を 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。
- (4) (2), (3) のようになるのは, 何の原理によるか。

【解答欄】

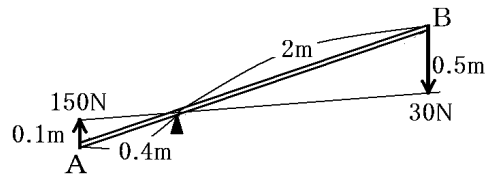
|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
|-----|-----|-----|-----|

【解答】(1) 30N (2) 15J (3) 15J (4) 仕事の原理

【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,  $150(N) \times \frac{1}{5} = 30(N)$

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)(4) この物体を手でかかえて, 10cm もち上げたときの仕事は

(仕事 J)=(加える力 N)×(距離 m) =  $150(N) \times 0.1(m) = 15(J)$

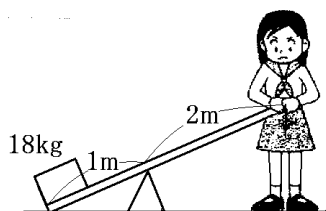
と, (2) の場合と同じになる。腕の長さの比が 1:5 であるてこを使った場合, 力が  $\frac{1}{5}$  で

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](2 学期中間)

次の各問いに答えよ。ただし、棒の重さは考えないものとし、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) (1)のように、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、 $18000 \div 100 = 180(N)$ なので、力の大きさは90Nになる。

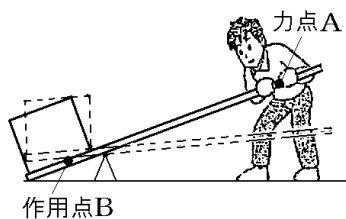
(手のした仕事 J)=(加える力 N)×(押した距離 m)=90(N)×0.8(m)=72(J)

[問題](2 学期期末)

右の図のように、てこを使って力点Aに50Nの力を加えたところ、作用点Bでてこから200Nの力を受けて物体が押し上げられた。次の各問いに答えよ。

ただし、棒の重さは考えないものとし、100gの物体にかかる重力の大きさを1Nとする。

- (1) 力点Aを0.4m押し下げたとき、手がした仕事の大きさは何Jか。
- (2) (1)のとき、仕事の原理を使うと、物体は何m押し上げられたとわかるか。



[解答欄]

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

[解答](1) 20J (2) 0.1m

[解説]

(1) (手のした仕事  $J$ ) = (加える力  $N$ )  $\times$  (押した距離  $m$ ) =  $50(N) \times 0.4(m) = 20(J)$

(2) 物体が  $x$  m 押し上げられたとすると、

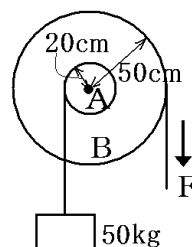
(物体がされた仕事  $J$ ) = (力  $N$ )  $\times$  (距離  $m$ ) =  $200(N) \times x(m) = 200x(J)$

仕事の原理より、手のした仕事と物体がされた仕事は等しいので、 $200x = 20$

よって、 $x = 20 \div 200 = 0.1(m)$

[問題](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、 $F = 500(N) \times \frac{2}{5} = 200(N)$

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) =  $1(m) \times \frac{5}{2} = 2.5(m)$

【】仕事の原理：総合

【問題】(2 学期中間)

図のように、A、B の 2 人が、質量  $10\text{kg}$  の荷物を床から  $1.2\text{m}$  の高さまで引き上げた。質量  $100\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさを  $1\text{N}$  として、後の各問いに答えよ。ただし、滑車やひもの質量は考えないものとする。

図1

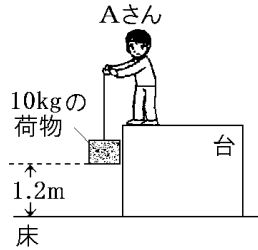


図2

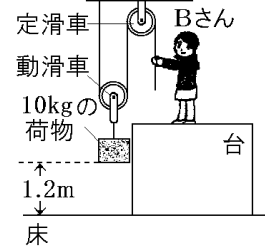


図3

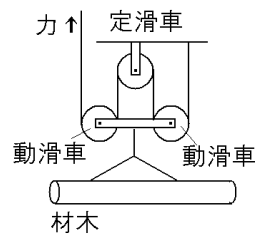
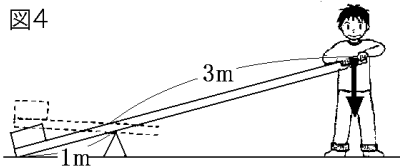


図4



- (1) 図1でAがした仕事はどれだけか。
- (2) Bがした仕事について、次の各問いに答えよ。
  - ① Bが手でひもを引く力の大きさはいくらか。
  - ② Bが手でひもを引く距離はいくらか。
  - ③ Bがした仕事はいくらか。
- (3) (1), (2)からわかる法則は何か。次の[ ]から1つ選べ。  
[ 重力の法則    てこの法則    仕事の原理    フックの法則    質量保存の法則 ]
- (4) Aは次に、図3のようにして  $10\text{kg}$  の材木を引き上げた。このとき、引く力の大きさは何  $\text{N}$  になるか。
- (5) 図4のようにして、Aが  $60\text{kg}$  の物体を  $20\text{cm}$  持ち上げたとき、①Aがてこを押す力の大きさは何  $\text{N}$  か。②力を加えて動かす距離は何  $\text{cm}$  か。

【解答欄】

|     |      |      |   |
|-----|------|------|---|
| (1) | (2)① | ②    | ③ |
| (3) | (4)  | (5)① | ② |

【解答】(1)  $120\text{J}$  (2)①  $50\text{N}$  ②  $2.4\text{m}$  ③  $120\text{J}$  (3) 仕事の原理 (4)  $25\text{N}$  (5)①  $200\text{N}$  ②  $60\text{cm}$



[解説]

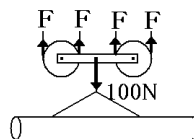
(1)  $10\text{kg}=10000\text{g}$  の物体にはたらく重力は、 $10000\div 100=100(\text{N})$ なので、

(仕事  $J$ )=(加える力  $N$ ) $\times$ (引いた距離  $m$ )= $100(\text{N})\times 1.2(\text{m})=120(\text{J})$

(2) 動滑車が 1 個使われているので、ひもを引く力は  $100\text{N}$  の半分の  $50\text{N}$ 、ひもを引く長さは 2 倍の  $2.4\text{m}$  となる。したがって、

(仕事  $J$ )=(加える力  $N$ ) $\times$ (引いた距離  $m$ )= $50(\text{N})\times 2.4(\text{m})=120(\text{J})$

(4) ひもを引く力の大きさを  $F(\text{N})$ とする。右図のように 2 個の動滑車よりなる部分を一体のものとして考えると、これに働く下向きの力は  $100\text{N}$  で、上向きの力は  $F\times 4(\text{N})$ である。

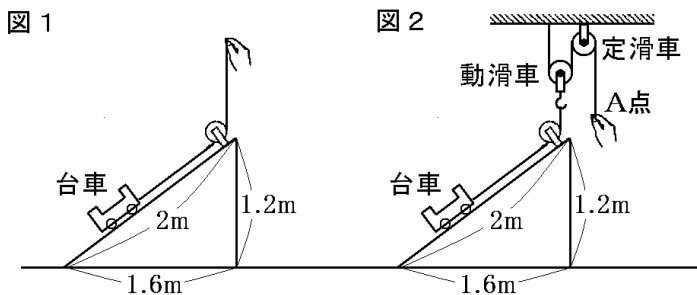


よって、 $F\times 4=100$ 、 $F=100\div 4=25(\text{N})$ となる。

(5)  $60\text{kg}=60000\text{g}$  なので、この物体に働く重力の大きさは、 $60000\div 100=600(\text{N})$ である。てこを使っているので、力の大きさは  $\frac{1}{3}$  の  $200\text{N}$ 、動かす距離は 3 倍の  $60\text{cm}$  となる。

[問題](1 学期期末)

図 1、図 2 のように、質量  $1\text{kg}$  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、 $100\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさを  $1\text{N}$  とする。



- (1) 台車を斜面にそって  $1\text{m}$  引き上げたとき、台車は何  $\text{m}$  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  $1\text{m}$  引き上げるためには①何  $\text{N}$  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  $\text{J}$  か。
- (3) 図 2 のように、台車を斜面にそって  $1\text{m}$  引き上げるためには A 点で何  $\text{m}$  糸を引けばよいか。
- (4) (3) のとき、①何  $\text{N}$  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  $\text{J}$  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)① | ②   | (3) |
| (4)① | ②    | (5) |     |

[解答](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 持ち上げる時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時の仕事も 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) =  $F \times 1(\text{m}) = 6(\text{J})$  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) =  $3(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 6(\text{J})$

[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(7,800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.fdtex.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(RunFdData2)]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 1800 ページ以上)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 【 <http://fddata.deci.jp/lnk/instRunFdDataWDs.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】(092) 404-2266

<http://www.fdtex.com/dat/>