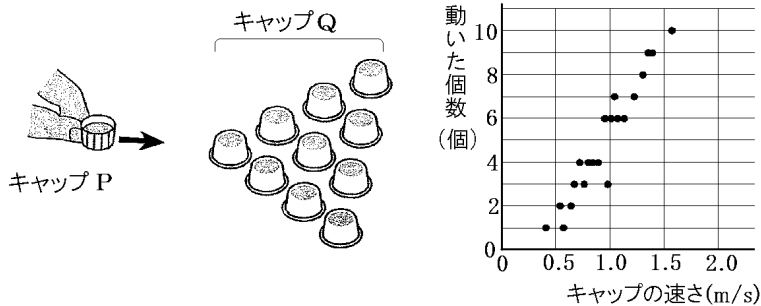


【】 物体のもつエネルギー

[運動エネルギー]

[問題](2 学期期末)

おもりを入れたキャップ P をはじき、キャップ Q の動いた個数を調べる実験を行い、キャップ P の速さと、動いたキャップ Q の個数の関係をグラフにまとめた。後の各問いに答えよ。



- (1) キャップ P の速さを大きくすると、動くキャップ Q の個数はどうなるか。
- (2) 動くキャップ Q の個数を多くするためには、速さの他にキャップ P の何をどのように変化させるとよいか。
- (3) 他の物体を動かしたり、変形させたりすることができる物体は何をもっているといえるか。
- (4) 動いているキャップ P がもつ(3)を特に何というか。

[解答欄]

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

[解答](1) 多くなる。 (2) 質量を大きくする。 (3) エネルギー (4) 運動エネルギー

[解説]

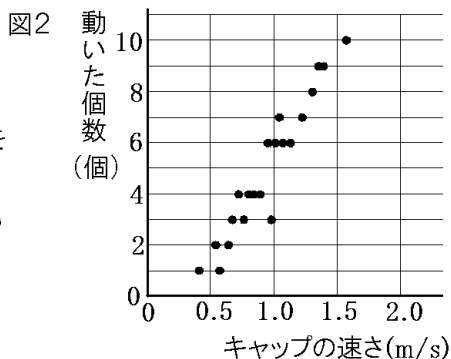
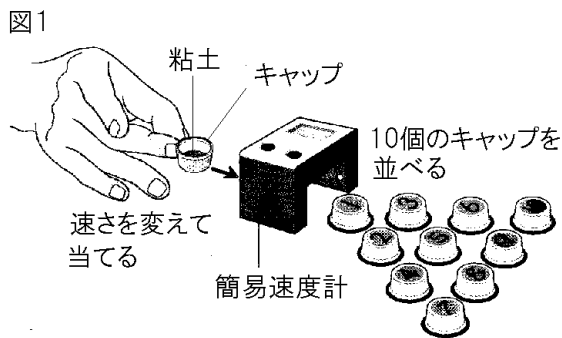
他の物体を動かしたり、変形させたりするすることができる物体は「エネルギーをもっている」という。運動している物体がもっているエネルギーを運動エネルギーという。この実験で、キャップ P の速さが速いほど、動いたキャップ Q の個数が多くなる。また、キャップ P の質量を大きくすると、動いたキャップ Q の個数が多くなる。したがって、速さが速いほど、質量が大きいほど運動エネルギーは大きくなる。

[運動エネルギー]  
 速さが速いほど、  
 質量が大きいほど、  
 運動エネルギーは大きくなる

※この単元でよく出題されるのは、「運動エネルギー」は「速さが速いほど」「質量が大きいほど」大きくなるという点である。キャップを使った問題はときどき出題される。

[問題](2 学期中間)

図1のように、10個のキャップを並べておく。これに、粘土を入れたキャップを当て、動いたキャップの個数を調べた。図2は、粘土を入れたキャップの速さを変えて実験を行った結果を表したものである。次の各問いに答えよ。



- (1) キャップの動いた個数が多いのは、粘土を入れたキャップの速さがどんなときか。
- (2) 粘土を入れたキャップの質量を大きくすると、衝突されたキャップの動く個数はどうなるか。
- (3) 次の文章中の①～③に適語を入れよ。

運動している物体がもっているエネルギーを( ① )エネルギーといい、その大きさは、物体の速さが( ② )ほど、また物体の質量が( ③ )ほど大きい。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)①	②
③			

[解答](1) 速いとき (2) 多くなる (3)① 運動 ② 速い ③ 大きい

[位置エネルギー]

[問題](2 学期中間)

次の各問いに答えよ。

- (1) 高いところにある物体がもつエネルギーを何というか。
- (2) 次の文の( )にあてはまる語句を書け。

物体がもつ(1)のエネルギーは、物体が( ① )ところにあるほど大きい。高さが同じときは、質量の( ② )物体ほどエネルギーは大きい。

[解答欄]

(1)	(2)①	②
-----	------	---

[解答](1) 位置エネルギー (2)① 高い ② 大きい

[解説]

高い位置にある物体は重力によって落下することで、ほかの物体を動かしたり、変形させたりすることができる。

つまり、高い位置にある物体は、エネルギーをもっているといえる。このエネルギーを位置エネルギーといい、物体

[位置エネルギー]
位置が高いほど、
質量が大きいほど、
位置エネルギーは大きい

の位置(高さ)と質量によって決まる。物体の位置が高いほど、また、物体の質量が大きいほど、その物体のもつ位置エネルギーは大きい。

※この単元でよく出題されるのは、「位置エネルギー」は「高いほど」「質量が大きいほど」大きくなるという点である。

[問題](1 学期中間)

エネルギーについて、次の各問いに答えよ。

- (1) 高いところにある物体がもつエネルギーを何というか。
- (2) (1)のエネルギーの大きさを決める要因は2つある。物体の何と何か。

[解答欄]

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

[解答](1) 位置エネルギー (2) 物体の高さ、物体の質量

[問題](2 学期期末)

次の文章中の①～⑦に適する語句を下の[ ]からそれぞれ選べ。

他の物体に( ① )を加え、他の物体を動かしたり、変形させたりすることができる能力をもつものは、「( ② )をもっている」という。物体の位置によって決まるエネルギーを( ③ )エネルギーといい、運動している物体がもっているエネルギーを( ④ )エネルギーという。(③)エネルギーは物体の高さが( ⑤ )ほど大きく、物体の質量が大きいほど大きい。(④)エネルギーは物体の速さが( ⑥ )ほど大きく、質量が大きいほど大きい。また、押し縮められたり引きのばされたりしたばねがもつエネルギーを( ⑦ )エネルギーという。

[ 高い 速い 位置 弾性 運動 力 エネルギー ]

[解答欄]

①	②	③	④
⑤	⑥	⑦	

[解答]① 力 ② エネルギー ③ 位置 ④ 運動 ⑤ 高い ⑥ 速い ⑦ 弾性

[解説]

ばねの<sup>だんせいりよく</sup>弾性力によるエネルギーを弾性エネルギーという。弾性エネルギーは位置エネルギーの一種である。

[問題](2 学期期末)

物体が「エネルギーをもっている」とは、どういうことか。「他の物体を～」につながるように書け。

[解答欄]

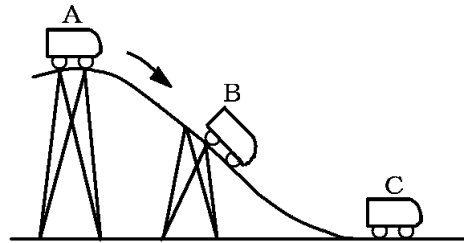
[解答]他の物体を動かしたり，変形させたりすることができること。

【】 力学的エネルギーの保存

【】 斜面・ジェットコースター

[問題](1 学期期末)

右の図のように、A の位置からジェットコースターが斜面を下った。次の文章中の①～⑥の( )内からそれぞれ適語を選べ。



A の位置にあるジェットコースターは、高さに関する①(位置／運動)エネルギーをもっているが、下りはじめると①エネルギーは②(大きくなる／小さくなる／変わらない)。これに対し、速さはだんだん速くなるので、速さに関する③(位置／運動)エネルギーはだんだん④(大きくなる／小さくなる／変わらない)。このとき、⑤(位置／運動)エネルギーが⑥(位置／運動)エネルギーに変わったと考えられる。

[解答欄]

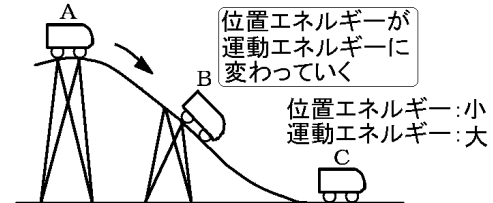
①	②	③	④
⑤	⑥		

[解答]① 位置 ② 小さくなる ③ 運動 ④ 大きくなる ⑤ 位置 ⑥ 運動

[解説]

A→B→Cと高さが低くなるほど位置エネルギーは減少するが、その分、運動エネルギーが増加する。すなわち、斜面を下るとき、位置エネルギーが運動エネルギーに変わる。位置エネルギーと運動エネルギーの和を力学的エネルギーという。摩擦や空気の抵抗がない場合、力学的エネルギーは一定である。これを力学的エネルギーの保存という。

位置エネルギー：大  
運動エネルギー：小



※この単元で出題頻度が高いのは、物体が斜面を下るとき、「位置エネルギーは減少」「運動エネルギーは増加」である。「力学的エネルギーの保存」もよく出題される。

[問題](1 学期期末)

次の文章中の①、②の( )内からそれぞれ適語を選べ。また、③には適語を入れよ。

斜面を下る台車は、下るにつれて、位置エネルギーは①(増加／減少)し、運動エネルギーは②(増加／減少)する。位置エネルギーと運動エネルギーの和を( ③ )エネルギーという。摩擦や空気の抵抗がない場合、(③)エネルギーは一定である。これを(③)エネルギーの保存という。

[解答欄]

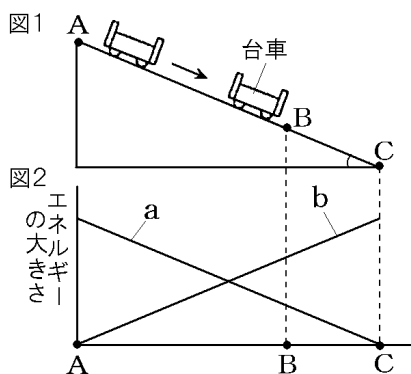
①	②	③
---	---	---

[解答]① 減少 ② 増加 ③ 力学的

[問題](2 学期中間)

図1は斜面を下る台車のようすを、図2はこのときの2種類のエネルギーの変化を示している。次の各問いに答えよ。

- (1) 図1のように台車が斜面を下るとき、しだいに減少するエネルギーは何か。
- (2) 図2の a, b はそれぞれ何エネルギーを示しているか。
- (3) 摩擦や空気の抵抗がない場合、a と b のエネルギーの和はどのようにになっているか。
- (4) (3)のことを何というか。



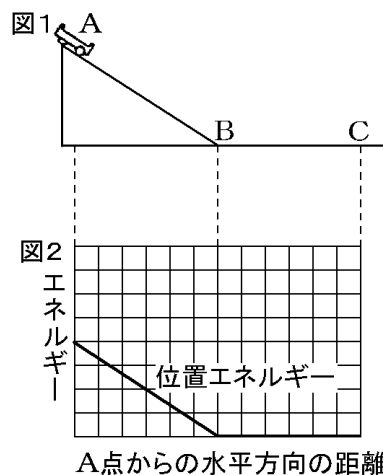
[解答欄]

(1)	(2)a	b
(3)	(4)	

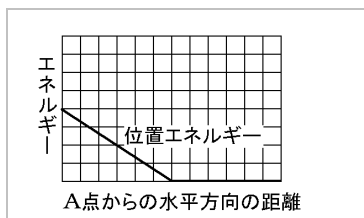
[解答](1) 位置エネルギー (2)a 位置エネルギー b 運動エネルギー (3) 一定である。  
(4) 力学的エネルギーの保存

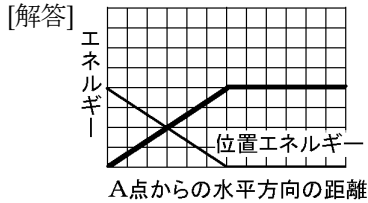
[問題](2 学期期末)

図1のように、台車を斜面上のA点に置いて静かに手をはなすと台車は動きはじめ、B、Cの各点を通じた。図2はこのときの位置エネルギーを表したものである。この台車の運動エネルギーを表すグラフを、A点からC点までについて記入せよ。ただし、摩擦や空気の抵抗は考えないものとする。



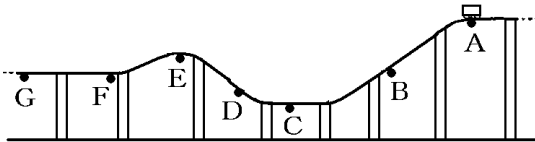
[解答欄]





[問題](1 学期期末)

次の図のようなジェットコースターの軌道がある。この軌道上をジェットコースターはAからゆっくり動き始め、B～Eを通過後、FでブレーキをかけてGで停止する。A～F間では摩擦や空気による抵抗はないものとして次の各問いに答えよ。



- (1) ジェットコースターの速さをもっとも速いのは、A～Fのどの点か。
- (2) 位置エネルギーをもっとも大きいのは、A～Fのどの点か。
- (3) 運動エネルギーをもっとも大きいのは、A～Fのどの点か。
- (4) F～Gで減少するエネルギーは何か。
- (5) 位置エネルギーと運動エネルギーの和を何エネルギーというか。

[解答欄]

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

[解答](1) C (2) A (3) C (4) 運動エネルギー(力学的エネルギー) (5) 力学的エネルギー

[解説]

(1)(3) A～F間では摩擦や空気による抵抗はないので、位置エネルギーと運動エネルギーの和である力学的エネルギーは一定の値になる。したがって、高さが一番低く、位置エネルギーが一番小さいCのときに運動エネルギーは最大になる。速さが速いほど運動エネルギーは大きいので、ジェットコースターの速さをもっとも速いのはC点になる。

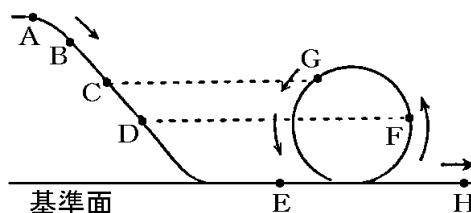
(2) 位置エネルギーは高さが高いほど大きくなるので、A点にあるとき最大になる。

(4) F～Gでは高さが同じなので、位置エネルギーは同じである。F～Gでブレーキをかけたので、速さがだんだんおそくなり、運動エネルギーは減少していく。

(5) 位置エネルギーと運動エネルギーの和を力学的エネルギーという。

[問題](2学期中間)

カーテンレールを使って、右の図のようなジェットコースターの模型をつくり、A点から球を転がし運動の様子を調べた。摩擦や空気抵抗はないものとして、次の各問いに答えよ。



- (1) ①Eを通過するときと同じ速さと考えられるのはどの点か。②また、Gを通過するときと同じ速さと考えられるのはどの点か。
- (2) 次の①～④の状態の球の位置を、図のA～Hからそれぞれすべて選べ。
- ① 運動エネルギーが最大で、位置エネルギーが0である。
  - ② 位置エネルギーが最大である。
  - ③ 位置エネルギーが運動エネルギーに移り変わっている。
  - ④ 運動エネルギーが位置エネルギーに移り変わっている。

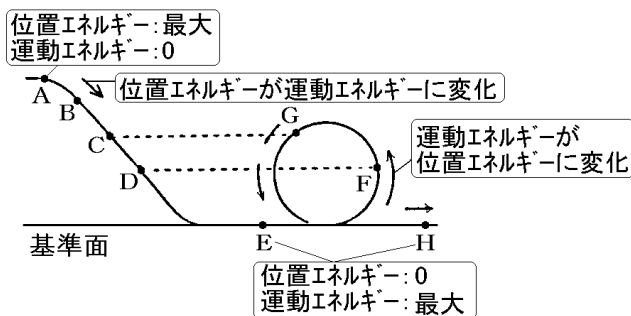
[解答欄]

(1)①	②	(2)①	②
③	④		

[解答](1)① H ② C (2)① E, H ② A ③ B, C, D, G ④ F

[解説]

(1) 位置エネルギーは高さが同じときは等しくなる。摩擦や空気抵抗がないとき、  
 $(\text{力学的エネルギー}) = (\text{位置エネルギー}) + (\text{運動エネルギー})$   
 が成り立つので、位置エネルギーが同じなら運動エネルギーも同じになる。すなわち、



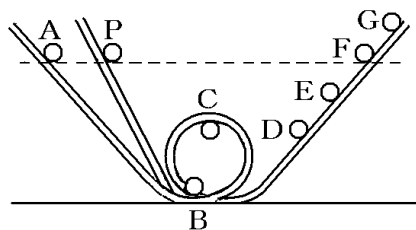
高さが同じときは運動エネルギーが同じになり、速さも同じになる。したがって、Eと速さが等しいのはHで、Gと速さが等しいのはCである。

- (2)① 基準面上のE、Hでは位置エネルギーは0である。
- ② 高さが最も高いAのとき位置エネルギーは最大である。
- ③ 坂を下るときは位置エネルギーが減少し、その分だけ運動エネルギーが増加する。
- ④ 坂を登るときは位置エネルギーが増加し、その分だけ運動エネルギーが減少する。



[問題](1 学期期末)

カーテンレールを図のように曲げ、A 点に金属球を置き、静かに手をはなした。摩擦や空気の抵抗はないものとする。次の各問いに答えよ。



- (1) B 点から C 点まで動くとき、金属球のもつ位置エネルギーと運動エネルギーの大きさはどう変化するか。次のア～エから選べ。  
 ア 位置エネルギーと運動エネルギーはともに一定に保たれる。  
 イ 位置エネルギーは増加し、運動エネルギーは一定に保たれる。  
 ウ 位置エネルギーは増加し、運動エネルギーは減少する。  
 エ 位置エネルギーは一定に保たれ、運動エネルギーは減少する。
- (2) A 点からはなした金属球は、どの位置まで上がるか。D～G から選べ。
- (3) A 点から B 点までの斜面の角度を大きくし、同じ高さの P 点から金属球をはなした。そのとき、B 点での速さは、A 点からはなした場合と比べてどうなるか。

[解答欄]

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

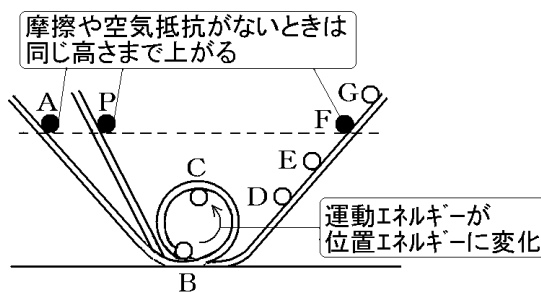
[解答](1) ウ (2) F (3) 同じ(等しい)

[解説]

(1) 摩擦や空気の抵抗がないとき、力学的エネルギー(=位置エネルギー)+(運動エネルギー)は一定に保たれる。B→C のように坂を登るとき、高さが高くなるので位置エネルギーは大きくなり、その分だけ運動エネルギーが減少する。

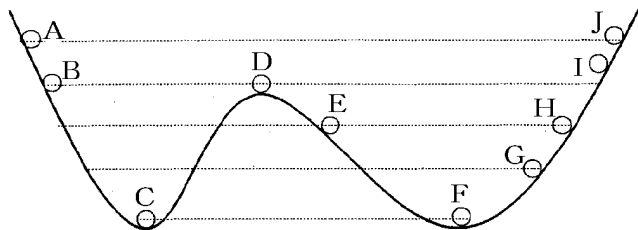
(2) 摩擦や空気の抵抗がないとき、A 点ではなした球は、同じ高さの F 点まで上がる。

(3) 傾斜が急であっても、P 点の高さ自体は A 点の高さと同じなので位置エネルギーの大きさは同じである。A→B の場合も P→B の場合も高さの差が同じなので、位置エネルギーが運動エネルギーに変わった量も同じである。したがって、いずれの場合でも B 点における運動エネルギーは同じなので、速さも同じになる。



[問題](1 学期期末)

カーテンレールと金属球を使って次の図のようなジェットコースターをつくり、A 地点から金属球をころがしたところ、I 地点までころがって一瞬とまった。後の各問いに答えよ。



- (1) ころがる速さが一番大きくなる場所は、A~H のどこか。
- (2) 金属球の持つ位置エネルギーが D と同じなのは B~I のどれか。
- (3) 金属球が持つ位置エネルギーが最大なのは A~I のどれか。
- (4) 金属球が J まで行くことができなかったのはなぜか。
- (5) I 地点までころがって一瞬とまった後、逆向きにころがったが、もとの A までもどることができるか。「できる」「できない」のいずれかで答えよ。

[解答欄]

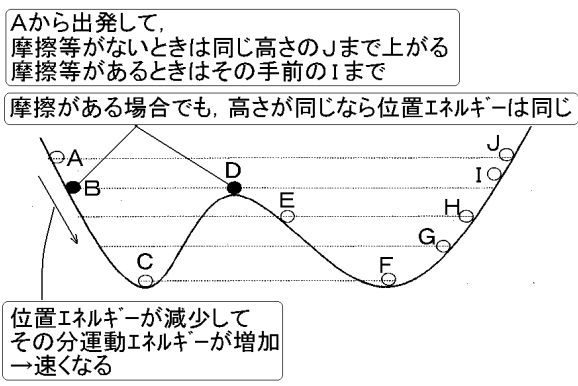
(1)	(2)	(3)
(4)		
(5)		

[解答](1) C (2) B (3) A (4) 摩擦等によって力学的エネルギーが減少したから。 (5) できない

[解説]

(1)(4) もし摩擦等がなければ A からころがした金属球は同じ高さの J まで登るはずだが、実際には摩擦等があるので、その手前の I までしか登っていない。

A→C のように坂を下るとき、位置エネルギーが小さくなるが、それに応じて運動エネルギーが増加する。位置エネルギーが最小になる C まで来たとき運動エネルギーは最大になる。さらに、球は C→D→E→F と進む。F は C と高さと同じなので、位置エネルギー



も同じである。もし、摩擦等がなければ、力学的エネルギーは一定のままなので、Fにおける運動エネルギーはCにおける運動エネルギーと同じになるはずである。しかし、実際には摩擦によって力学的エネルギーは熱エネルギーに変わり、その分だけ力学的エネルギーが減少する。したがって、Fの運動エネルギーは失われたエネルギーの分だけCの運動エネルギーより小さくなる。したがって、運動エネルギーが最大になるのはCのみである。

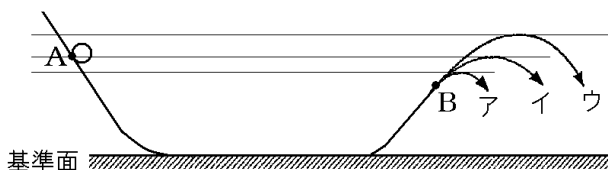
(2) 位置エネルギーは高さによってきまる。D点とB点は高さと同じなので位置エネルギーは同じである。ただし、摩擦によって力学的エネルギーが減少するので力学的エネルギーは同じではない。

(3) 高さが一番高い点Aの位置エネルギーが最も大きい。

(4) Iから球が元に戻る場合、摩擦等によってさらに力学的エネルギーが減少するため、Aの手前でIより低い位置までしか登ることができない。

[問題](前期中間)

次の図のように、なめらかなレール上の点Aに小球を静かに置いて手を離すと、小球はレールに沿ってころがっていった。点Bがレールの終点であるとすると、レールから飛び出た小球はア～ウのどの軌道を描くか。ただし、摩擦や空気抵抗はないものとする。



[解答欄]

[解答]ア

[解説]

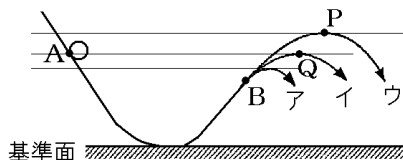
摩擦や空気抵抗はないので、

(力学的エネルギー)=(位置エネルギー)+(運動エネルギー) は一定で、減少したり増加したりすることはない…①。

まず、ウのようになることがあるか考える。

ウの頂点PはA点より高い位置にあるので、P点の位置エネルギーはA点の位置エネルギーより大きい。また、P点は運動エネルギーももつ

ので、(A点の力学的エネルギー)<(P点の力学的エネルギー) となってしまう。



これは、①に反する。よって、ウのようになることはありえない。

次に、イについて考える。Q点はA点と同じ高さなので、

(Q点の位置エネルギー)=(A点の位置エネルギー)となる。

ところで、Q点で小球は横方向に運動しているので、(Q点の運動エネルギー) $>0$

したがって、(A点の力学的エネルギー) $<$ (Q点の力学的エネルギー)となる。

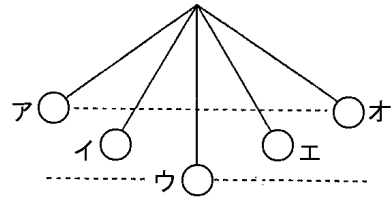
これも、①に反するので、イのようになることもない。

B点をはなれた小球は斜面にそって右上の方向に飛び出し、点Qより低い位置で最高点に達して、その後、落下していく。

【】 ふりこ

【問題】(1 学期期末)

右図のアの位置でふりこをはなすと、ふりこは、イ、ウ、エを通してオの位置まで上がった。次の各問いに答えよ。ただし、空気の抵抗や摩擦はないものとする。



- (1) 位置エネルギーが最も大きいのは図のア～オのどれか。すべてあげよ。
- (2) 運動エネルギーが最も大きいのは図のア～オのどれか。

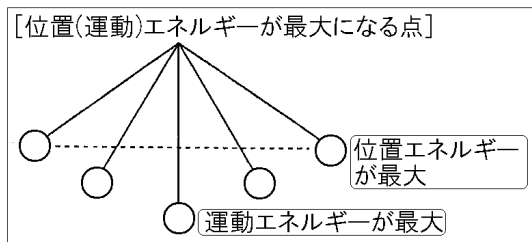
【解答欄】

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

【解答】(1) ア, オ (2) ウ

【解説】

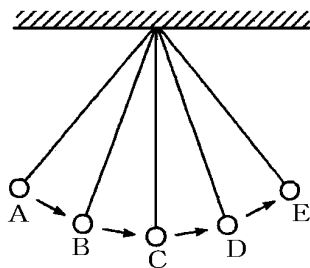
位置エネルギーは高さが高いほど大きくなる。したがって、高さが最も高いアとオの位置エネルギーが最も大きい。位置エネルギーと運動エネルギーの和を力学的エネルギーというが、空気の抵抗や摩擦がない場合、力学的エネルギーは一定である。



したがって、位置エネルギーが最小になるウで運動エネルギーは最大になる。  
 ※この単元で出題頻度が高いのは「位置エネルギー(運動エネルギー)が最大になる点はどこか」という問題である。

【問題】(1 学期中間)

右図で A の位置でふりこをはなすと、ふりこは、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$  のように移動した。空気の抵抗や摩擦がないものとして、次の各問いに答えよ。



- (1) 位置エネルギーが最大である点は、A～E 点のうち、どれとどれか。
- (2) 運動エネルギーが最大である点は、A～E 点のうち、どれか。
- (3) B 点と位置エネルギーの大きさが等しいのは、A, C, D, E 点のどれか。
- (4) おもりが A 点→B 点→C 点と移動するとき、①位置エネルギー、②運動エネルギーはそれぞれどうなるか。「大きくなる」「小さくなる」のいずれかで答えよ。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)①
②			

[解答](1) A と E (2) C (3) D (4)① 小さくなる ② 大きくなる

[解説]

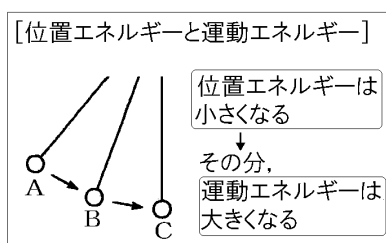
(1) 空気の抵抗及び摩擦力がないので、EはAと同じ高さになる。位置エネルギーが最大になるのは、高さが一番高くなるAとEのときである。

(2) 位置エネルギーと運動エネルギーの和は一定であるので、位置エネルギーが最小になるC点で運動エネルギーは最大になる。

(3) B点と位置エネルギーが同じになるのは、高さと同じであるD点である。

(4) おもりがA点→B点→C点と移動するとき、高さが低くなるので位置エネルギーは小さくなる。

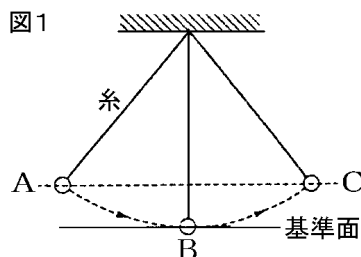
位置エネルギーと運動エネルギーをあわせた力学的エネルギーは空気の抵抗や摩擦がなければ一定であるので、位置エネルギーが小さくなると運動エネルギーは大きくなる。



※この単元で出題頻度が高いのは「位置エネルギー(運動エネルギー)が最大になる点はどこか」「～の区間では位置エネルギー(運動エネルギー)は大きくなるか、小さくなるか」という問題である。

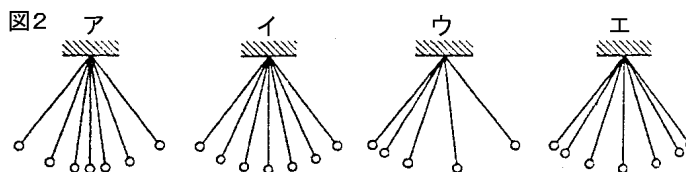
[問題](1 学期期末)

図1のように、ふりこのおもりをAの位置から静かにはなしたところ、おもりは最も低い位置のB点を通り、Cの位置に達した。次の各問いに答えよ。



(1) ふりこの運動のようすを発光間隔が一定のストロボスコープを使って写真撮影をした。このときのようすを正しく表した図を図2のア～エから選び、記号で答えよ。

(2) ふりこの位置エネルギーが最大になるのは、図1のA～Cのどの点とどの点か。



(3) ふりこの運動エネルギーが最大になるのは、図1のA～Cのどの点か。

(4) 図1で、A～Cまでの間に力学的エネルギーは、どのように変化するか。

[解答欄]

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

[解答](1) エ (2) AとC (3) B (4) 一定である。

[解説]

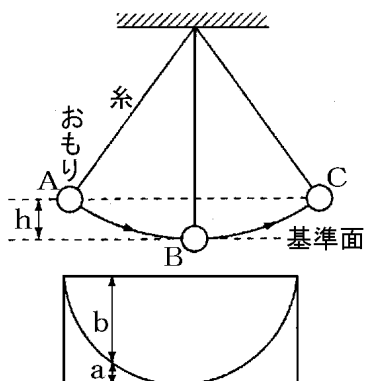
(1) AからBふれるにつれて、高さが低くなるので位置エネルギーが減少し、その分だけ運動エネルギーが増加する。したがって、AからBへ行くにつれて速さはだんだん速くなり、ストロボ写真ではエのようにB付近の間隔が広がる。

(2) 位置エネルギーは高さが高いほど大きい。したがって、位置エネルギーが最大になるのはAとCである。

(3)(4) この問題の場合、Aから振れ始めて、Aと同じ高さのCまでふりが到達しているので、摩擦等はないことを前提にしているものと判断できる。摩擦等がない場合、位置エネルギーと運動エネルギーの和である力学的エネルギーは一定である。位置エネルギーが最小になるB点のとき運動エネルギーは最大になる。

[問題](2 学期期末)

右図のように、ふりこのおもりをAの位置ではなしたところ、Bを通過し、Cの位置に達する運動をした。空気の抵抗や摩擦がないものとして、次の各問に答えよ。



(1) a, bは、各点でおもりがもっているエネルギーを表している。それぞれを何エネルギーというか。

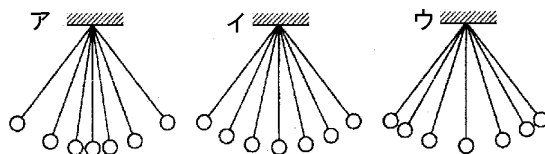
(2) aとbのエネルギーの和を何というか。

(3) ふりこの運動は、この後どうなると考えられるか。次のア～ウから1つ選び、記号で答えよ。

ア ふれが小さくなっていく。

イ ふれが大きくなっていく。

ウ 同じ運動がいつまでも続く。



(4) おもりのA～C間の運動を撮影したス

トロボ写真は次のどれか。右のア～ウから1つ選び記号で答えよ。

[解答欄]

(1)a	b	(2)
(3)	(4)	

[解答](1)a 位置エネルギー b 運動エネルギー (2) 力学的エネルギー (3) ウ (4) ウ

[解説]

(1) おもりがもっているエネルギーは位置エネルギーと運動エネルギーである。位置エネルギーは高さが高いほど大きいので A 点で最大になり、B 点で最小になる。したがって a が位置エネルギーを表している。摩擦等がない場合、位置エネルギーと運動エネルギーの和(力学的エネルギー)は一定であるので、b は運動エネルギーを表していると判断できる。

(3) 摩擦等がないので力学的エネルギーは一定で、同じ運動がいつまでも続くと判断できる。

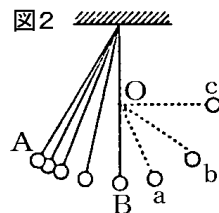
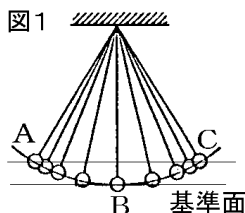
(4) A から B へ下るにつれて、高さが低くなるので位置エネルギーが減少し、その分だけ運動エネルギーが増加する。したがって、A から B へ行くにつれて速さはだんだん速くなり、ストロボ写真ではウのように B 付近の間隔が広がる。

[問題](2 学期中間)

図 1 は、振りこのおもりが A 点から C 点まで移動するようすのストロボ写真である。

(1) 図 1 で、振りこのおもりが A 点から B 点まで動くとき、おもりの速さはどうなるか。

(2) 次の①には適切な語を書き、②、③は( )内から正しいものを選べ。



力学的エネルギーは、位置エネルギーと( ① )エネルギーをあわせたエネルギーである。おもりが A 点から C 点まで移動する間の①エネルギーは、おもりが B 点に近づくとともに②(増えて/減って)いき、B 点を過ぎると③(増えて/減って)いく。

(3) A 点から C 点まで移動する間の力学的エネルギーの変化について簡単に書け。

(4) 図 2 のように、O 点の位置に棒を置いて、おもりが B 点に達したときに糸がさえぎられるようにした。このとき、おもりが B 点を通過したあと、a~c のどの位置まで達するか。

[解答欄]

(1)	(2)①	②
③	(3)	
(4)		



[解答](1) だんだん速くなる。 (2)① 運動 ② 増えて ③ 減って (3) 力学的エネルギーは一定である。 (4) b

[解説]

(1) A から B にふれるにつれて、高さが低くなるので位置エネルギーが減少し、その分だけ運動エネルギーが増加する。したがって、A から B へ行くにつれて速さはだんだん速くなる。

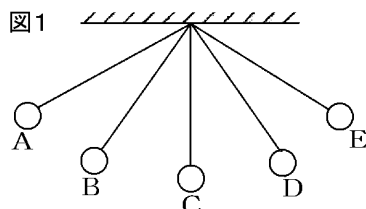
(2) 力学的エネルギーは、位置エネルギーと(運動)エネルギーをあわせたエネルギーである。おもりが A 点から C 点まで移動する間の(運動)エネルギーは、おもりが B 点に近づくとともに②(増えて)いき、B 点を過ぎると③(減って)いく。

(3) この問題の場合、A から振れ始めて、A と同じ高さの C までふりが到達しているので、摩擦等はないことを前提にしているものと判断できる。摩擦等がない場合、位置エネルギーと運動エネルギーの和である力学的エネルギーは一定である。

(4) 位置エネルギーは高さによって決まるので、O 点で糸をさえぎる場合も、A 点と同じ高さの b 点までおもりは上がるものと考えられる。

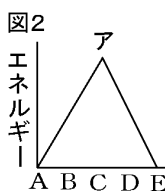
[問題](1 学期期末)

図 1 のようにふりを A 点からはなしたところ、ふりは A→B→C→D→E と E 点まで上がった。摩擦や空気抵抗はないものとして次の各問いに答えよ。



(1) おもりがもっとも速くなるのは A～E のどの場所か。記号で選び答えよ。

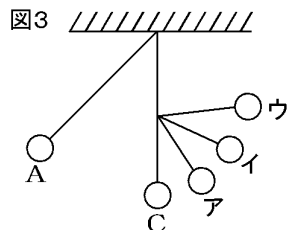
(2) A 点と E 点の高さはどのようなになっているか答えよ。



(3) おもりの持つ力学的エネルギーの総和を示すグラフはどれか。右の図 2 から記号で選べ。

(4) (3)の法則を何というか。

(5) 図 3 のように、C 点で糸の途中が釘にかかるようにした。おもりはその後、どの位置まで上がるか。ア～ウから選べ。



[解答欄]

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

[解答](1) C (2) 同じ。 (3) ウ (4) 力学的エネルギーの保存 (5) イ

[解説]

(1) 位置エネルギーは高さによって決まるので、C 点のとき最小になる。摩擦等がない場合、位置エネルギーと運動エネルギーの和は一定なので、C 点で運動エネルギーは最大になり、もっとも速くなる。

(2) この問題では摩擦等がないと仮定しているので、E 点の位置エネルギーは A 点と同じで、したがって、高さが同じになる。

(3)(4) 位置エネルギーと運動エネルギーの和を力学的エネルギーというが、摩擦等がないので、力学的エネルギーはウのように一定である。これを力学的エネルギーの保存という。

(5) 位置エネルギーは高さによって決まるので、くぎで糸をさえぎる場合も、A 点と同じ高さのイまでおもりは上がるものと考えられる。

【】仕事と力学的エネルギー

【】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語句を書け。

- ・ 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=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]

物体に力を加えてその向きに移動させたとき、力がその物体に対して仕事をしたという。

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

ある物体に 1N の力を加えて力の向きに 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、 $\text{(仕事)} = 2(\text{N}) \times 3(\text{m}) = 6(\text{J})$  になる。 $\text{(仕事)} = \text{(力の大きさ N)} \times \text{(力の向きに動いた距離 m)}$  で計算できる。

※この単元(仕事の公式)はときどき出題される。

[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。

$$\text{(仕事)} = \text{( ① )}(\text{N}) \times \text{( ② )}(\text{m})$$

(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]

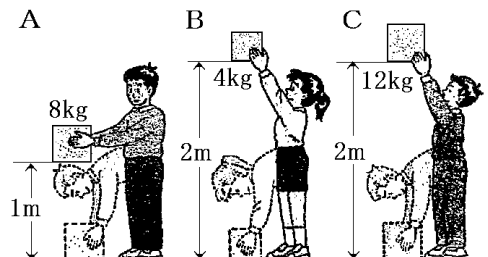
(1)①	②	(2)記号：
読み方：		

[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

[物体を持ち上げる時の仕事]

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

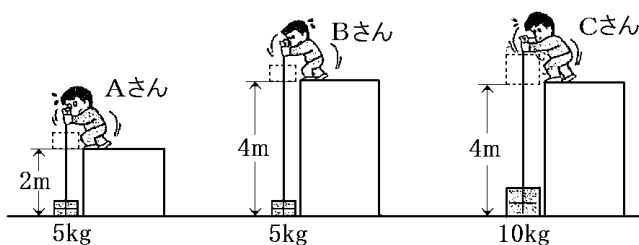
B : 4kg = 4000g の物体にはたらく重力は  $4000 \div 100 = 40(N)$  なので、  
 (仕事) =  $40(N) \times 2(m) = 80(J)$

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

※この単元で特に出題頻度が高いのは、「物体を持ち上げる時の仕事」の計算である。

[問題](2 学期期末)

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



- (1) C がした仕事は何 J か。
- (2) 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。

[解答欄]

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

[解答](1) 400J (2) C

[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)

右の図は、 $800\text{g}$  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、ばねばかりはつねに  $1.8\text{N}$  を示していた。これについて、次の各問いに答えよ。

- (1) 木片が受ける摩擦力はいくらか。
- (2) 木片がされた仕事はいくらか。

[解答欄]

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

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

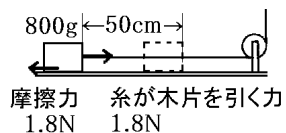
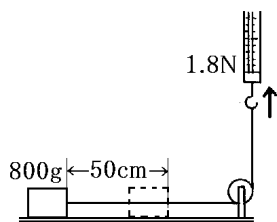
[解説]

木片に水平方向に働く力は、糸が木片を引く力と<sup>まさつりよく</sup>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。

(木片がされた仕事  $J$ ) = (木片を引く力  $N$ )  $\times$  (距離  $m$ ) =  $1.8(\text{N}) \times 0.5(\text{m}) = 0.9(\text{J})$

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垂直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。

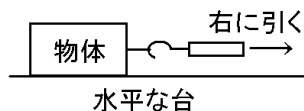
※この単元で出題頻度が高いのは「摩擦力」「仕事」を求めさせる問題である。



[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。ばねばかりは 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。物体が一定の速さ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

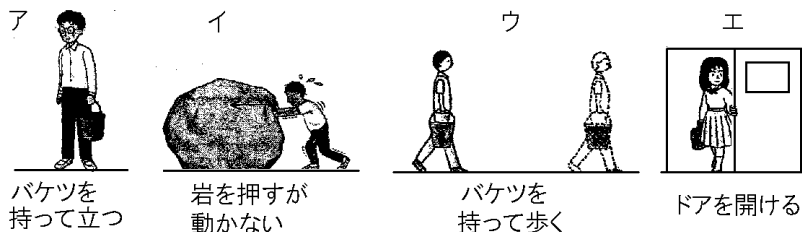
[解説]

- (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、物体を引く力と摩擦力の 2 つである。物体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 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。

[仕事をしている場合・していない場合]

[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  $N$ ) ×  $0 = 0(J)$  といは、物体は動いていないので、(仕事) =  $0(J)$  である。

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) =  $0(J)$  である。

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。

※この単元で出題頻度が高いのは「次の～のうち仕事をしている(していない)のはどれか」という問題である。

[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 重いカバンを手に持ったまま水平に移動した。

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。アの場合、力は上向きの方向で、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向で、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、 $10\text{kg}$  の物体を  $1\text{m}$  の高さまで持ち上げた。

イ  $5\text{kg}$  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  $20\text{kg}$  の物体を横から押したが、動かなかった。

エ  $3\text{kg}$  の物体を手に持ったまま水平に  $2\text{m}$  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。

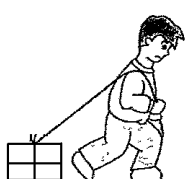
[問題](1 学期期末)

次の図の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。

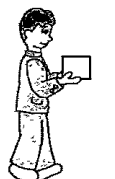
① 荷物を持って立っている



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

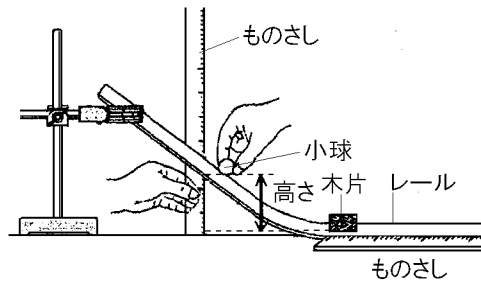


【】 衝突の実験

[小球の質量・高さ と 木片の移動距離の関係]

[問題](2 学期期末)

右の図の装置で、質量の異なる小球を、高さを変えて転がし、木片に当てて、木片の動いた距離を調べた。次の各問いに答えよ。



- (1) 同じ高さから落としたとき、質量が大きい小球ほど、木片の動いた距離は長くなるか、短くなるか。
- (2) 同じ質量の小球を使うとき、高いところから落とすほど、木片の動いた距離は長くなるか、短くなるか。
- (3) 同じ小球を、斜面の傾きを変えて同じ高さから落とした。斜面の傾きによって、木片の動いた距離は変化するか、変化しないか。

[解答欄]

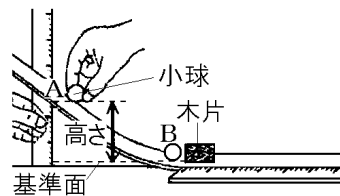
(1)	(2)	(3)
-----	-----	-----

[解答](1) 長くなる。 (2) 長くなる。 (3) 変化しない。

[解説]

例えば、100g(1N)の小球を 20cm の高さに持ち上げるために必要な仕事は、 $1(N) \times 0.2(m) = 0.2(J)$ である。

したがって、右図の A にある小球のもつ位置エネルギーは 0.2J である。A で手をはなすと、小球は斜面上を下り、小球の位置エネルギーが減少して、その分だけ運動エネルギーが増加する。基準面上の B に来たとき、小球の位置エネルギーは 0J で、



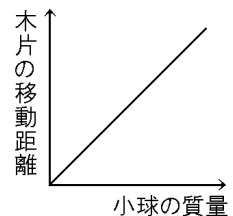
斜面の摩擦等がない場合、運動エネルギーは 0.2J になる。小球は木片に当たって、木片を動かし、やがて静止して運動エネルギーは 0J になる。このエネルギーは木片に対する仕事に使われる。木片にはたらく摩擦力を仮に 2N とすると、

$$(\text{摩擦力}) \times (\text{木片の移動距離}) = (\text{木片に対する仕事}), \quad 2(N) \times (\text{木片の移動距離}) = 0.2(J)$$

よって、 $(\text{木片の移動距離}) = 0.2(J) \div 2(N) = 0.1(m) = 10(\text{cm})$ となる。

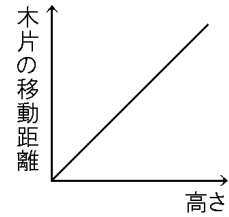
小球の質量や高さを変化させた場合を考える。

小球の質量を 2 倍にした場合は、小球の位置エネルギーも 2 倍になり、木片に対する仕事も 2 倍になって、木片の移動距離も 2 倍になる(摩擦力は一定と考える)。小球の質量を 3 倍にしたとき、木片の移動距離も 3 倍になる。すなわち、小球の質量と木片の移動距離は比例する。この関係をグラフに表すと右図のように、原

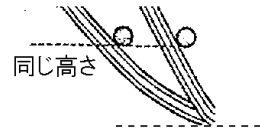


点を通る直線になる。

小球の高さを2倍にした場合は、小球の位置エネルギーも2倍になり、木片に対する仕事も2倍になって、木片の移動距離も2倍になる。小球の高さと木片の移動距離も比例する。この関係をグラフに表すと右図のように、原点を通る直線になる。



次に、斜面の傾きを変えて同じ高さから落とした場合を考える。斜面の角度が変わっても、高さが同じならば、小球の位置エネルギーは同じなので、木片に対する仕事も同じになる。したがって、木片の移動距離は同じになる。

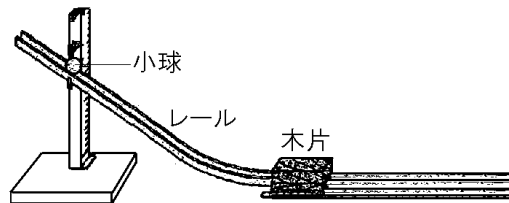


[小球の質量・高さとも木片の移動距離の関係]  
 小球の質量が2倍→木片の移動距離も2倍(比例)  
 小球の高さが2倍→木片の移動距離も2倍(比例)  
 同じ高さなら、斜面の角度を変えても移動距離は同じ

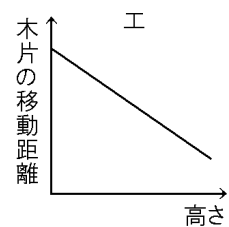
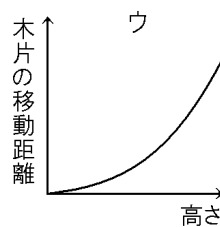
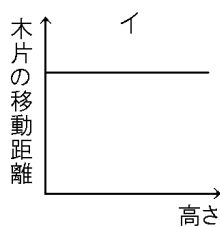
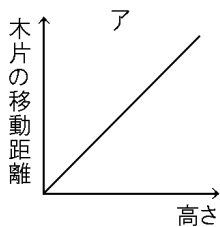
※この単元で出題頻度が高いのは「小球の質量(高さ)と木片の移動距離は比例」「高さが同じなら斜面の角度が変わっても木片の移動距離は同じ」である。

[問題](2 学期期末)

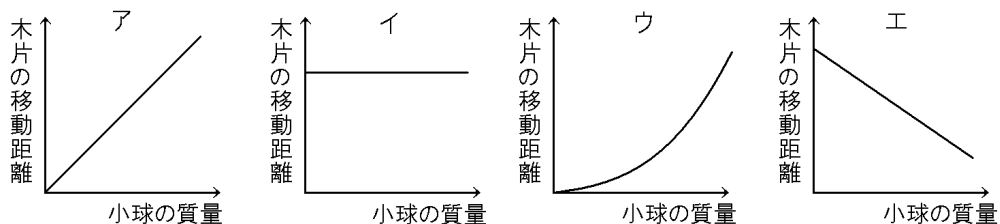
右の図のような装置を使い、斜面から小球を転がして木片に当てる実験を行った。次の各問いに答えよ。



- (1) 小球のもつ位置エネルギーの大きさが大きいほど、木片の移動距離はどうか。
- (2) 同じ小球を用いて、高さを変えて実験を行ったとき、小球の高さと木片の移動距離の関係のグラフとして、適当なものを次のア～エから選べ。



- (3) 高さを一定にして、小球の質量を変えて実験を行ったとき、小球の質量と木片の移動距離の関係のグラフとして、適当なものを次のア～エから選べ。



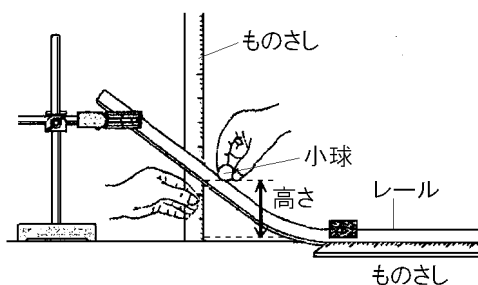
[解答欄]

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

[解答](1) 大きくなる。 (2) ア (3) ア

[問題](2 学期期末)

右の図のように、斜面上の高さ 20cm の位置から 100g の小球を転がし、木片に当たったところ、木片が動いた。次の各問いに答えよ。



- (1) 小球に当たった木片の移動距離は、小球の何と何によって変わるか。  
 (2) 図の状態から条件を変え、次の①～④のようにして小球を転がすと、木片の移動距離はそれぞれ何倍になるか。

- ① 小球の高さは変えないで、小球の質量を 200g にする。  
 ② 小球の質量は変えないで、小球の高さを 30cm にする。  
 ③ 小球の質量は変えないで、高さ 20cm のまま斜面の傾きを大きくする。  
 ④ 小球の質量を 200g、小球の高さを 30cm にする。

[解答欄]

(1)	(2)①	②	③
④			

[解答](1) 高さ と 質量 (2)① 2 倍 ② 1.5 倍 ③ 1 倍 ④ 3 倍

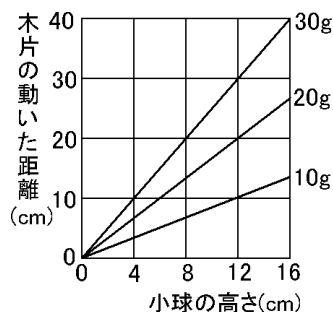
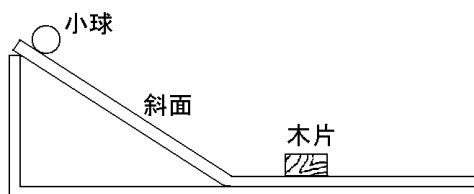
[解説]

- (1) 小球に当たった木片の移動距離は、小球の高さと質量にそれぞれ比例する。  
 (2)① 小球の質量が、 $200(g) \div 100(g) = 2(\text{倍})$ なので、木片の移動距離も 2 倍になる。

- ② 小球の高さが、 $30(\text{cm}) \div 20(\text{cm}) = 1.5(\text{倍})$ なので、木片の移動距離も 1.5 倍になる。
- ③ 斜面の角度を変えても、高さが変わらない場合、小球の位置エネルギーは同じなので、木片の移動距離は同じ(1 倍)になる。
- ④ 小球の質量が、 $200(\text{g}) \div 100(\text{g}) = 2(\text{倍})$ 、小球の高さが、 $30(\text{cm}) \div 20(\text{cm}) = 1.5(\text{倍})$ なので、小球の位置エネルギーは、 $2 \times 1.5 = 3(\text{倍})$ になり、木片の移動距離も 3 倍になる。

[問題](1 学期中間)

次の図のように、質量の異なる 3 種類の小球を転がして木片の移動距離を調べた。後の各問いに答えよ。



- (1) 30g の小球で、高さを 4cm から 12cm にしたとき、木片の動く距離は何倍になるか。
- (2) 12cm の高さから小球を転がす場合、小球の質量を 10g, 20g, 30g と 2 倍, 3 倍にすると、グラフより木片の移動距離も 10cm, 20cm, 30cm と 2 倍, 3 倍になることがわかる。このことから、小球の質量と木片の移動距離は( )するといえる。( )に適語を入れよ。
- (3) 小球の高さと質量がともに 2 倍になると、木片の移動距離は何倍になるか。
- (4) 小球の高さが 6cm で質量が 40g のとき、木片は何 cm 動くか。

[解答欄]

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

[解答](1) 3 倍 (2) 比例 (3) 4 倍 (4) 20cm

[解説]

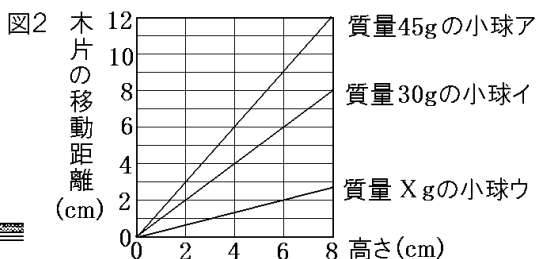
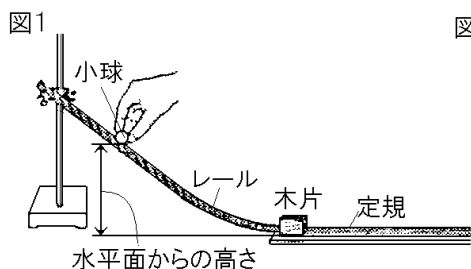
- (1) グラフより、30g の小球で高さが 4cm のときの木片の移動距離は 10cm で、高さが 12cm のときの移動距離は 30cm である。したがって、移動距離は 3 倍になる。
- (2) 小球の質量と木片の移動距離は比例する。小球の高さと木片の移動距離も比例する。
- (3) 小球の高さだけを 2 倍にすると、木片の移動距離は 2 倍になる。また、小球の質量だけを 2 倍にすると、木片の移動距離は 2 倍になる。小球の高さと質量がともに 2 倍になると、木片の移動距離は、 $2 \times 2 = 4$  倍になる。

(4) 例えば、小球が 20g のときのグラフを利用する。グラフより、20g の小球を 12cm の高さから転がしたときの木片の移動距離は 20cm である。「小球の高さが 6cm で質量が 40g」のとき、質量は  $40(\text{g}) \div 20(\text{g}) = 2(\text{倍})$ 、高さは  $6(\text{cm}) \div 12(\text{cm}) = \frac{1}{2}(\text{倍})$  なので、

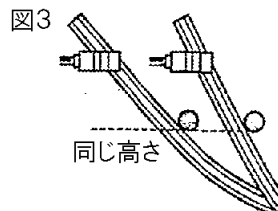
木片の移動距離は、 $2 \times \frac{1}{2} = 1$  倍になる。したがって、移動距離は 20cm になる。

[問題](2 学期中間)

図 1 のような装置を使い、小球ア～ウをいろいろな高さから転がして木片に衝突させ、木片の移動距離を測定した。図 2 はその結果をグラフにしたものである。次の各問いに答えよ。



- (1) 小球イを 5cm の高さから転がしたときの、木片の移動距離は何 cm か。
- (2) 小球ウの質量を答えよ。
- (3) 2cm の高さにある小球アの位置エネルギーは、6cm の高さにある小球ウの位置エネルギーの何倍か。
- (4) 同じ実験装置で図 3 のように小球の高さは変えずに斜面の角度を大きくすると、木片の移動距離はどうなるか。最も適切なものを [ ] から 1 つ選べ。



[ 大きくなる 小さくなる 変わらない ]

[解答欄]

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

[解答](1) 5cm (2) 10g (3) 1.5 倍 (4) 変わらない

[解説]

(1) グラフより、小球イの場合、木片の移動距離は、高さが 2cm のときは 2cm、高さが 4cm のときは 4cm、高さが 6cm のときは 6cm、高さが 8cm のときは 8cm なので、高さが 5cm のときの木片の移動距離は 5cm とわかる。

(2) 小球の高さが 6cm のとき、小球ウを転がしたときの木片の移動距離は 2cm で、質量が 30g の小球イを転がしたときの木片の移動距離は 6cm である。同じ高さから転がしたときの木片の移動距離は、小球ウの場合は小球イの場合の  $2(\text{cm}) \div 6(\text{cm}) = \frac{1}{3}$  倍になる。

したがって、小球ウの質量は小球イの  $\frac{1}{3}$  で、 $30(\text{g}) \times \frac{1}{3} = 10(\text{g})$  である。

(3) グラフより、2cm の高さにある小球アを転がしたときの木片の移動距離は 3cm で、6cm の高さにある小球ウを転がしたときの木片の移動距離は 2cm である。木片の移動距離は小球の位置エネルギーに比例するので、2cm の高さにある小球アの位置エネルギーは、6cm の高さにある小球ウの位置エネルギーの、 $3(\text{cm}) \div 2(\text{cm}) = 1.5$  倍になる。

[速さと木片の移動距離]

[問題](1 学期期末)

図 1 のような装置を用いて、質量 15g、30g、45g の小球をそれぞれ発射し、木片にぶつけて、木片の移動距離を測定した。小球の速さを変えて実験をくり返したところ、図 2 のグラフに示す結果となった。次の各問いに答えよ。

図 1

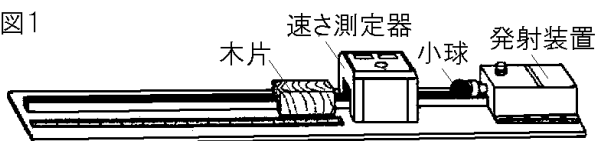
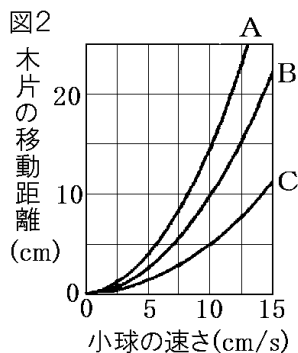


図 2



- (1) 質量 45g の小球で行ったときの結果は、図 2 の A~C のどれか。
- (2) 木片に衝突する直前に小球がもっていたエネルギーは何エネルギーか。
- (3) 次の①、②、③のとき、木片が移動する距離はそれぞれ何倍になるか。
  - ① 小球の速さは変えずに、質量を 2 倍にしたとき。
  - ② 小球の質量は変えずに、速さを 2 倍にしたとき。
  - ③ 小球の質量を 3 倍、小球の速さを 2 倍にしたとき。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)①
②	③	

[解答](1) A (2) 運動エネルギー (3)① 2 倍 ② 4 倍 ③ 12 倍

[解説]

(1) 小球の速さが同じであれば、質量が大きいほど運動エネルギーは大きくなり、木片の移動距離は大きくなる。グラフで、小球の速さが  $10\text{cm/s}$  のときの木片の移動距離は、Aは  $15\text{cm}$ 、Bは  $10\text{cm}$ 、Cは  $5\text{cm}$  なので、Aは  $45\text{g}$  の小球、Bは  $30\text{g}$  の小球、Cは  $15\text{g}$  の小球であることがわかる。

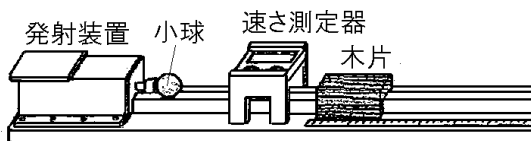
(3) (運動エネルギー  $J$ ) =  $\frac{1}{2} \times (\text{質量 kg}) \times (\text{速さ m/s}) \times (\text{速さ m/s})$  の式が成り立つ。

- ① 質量が 2 倍になれば、運動エネルギーは 2 倍、木片の移動距離も 2 倍になる。
- ② 速さが 2 倍になれば、運動エネルギーは  $2 \times 2 = 4$ (倍)、木片の移動距離も 4 倍になる。
- ③ 小球の質量が 3 倍、小球の速さが 2 倍になれば、運動エネルギーは  $3 \times 2 \times 2 = 12$ (倍) になり、木片の移動距離も 12 倍になる。

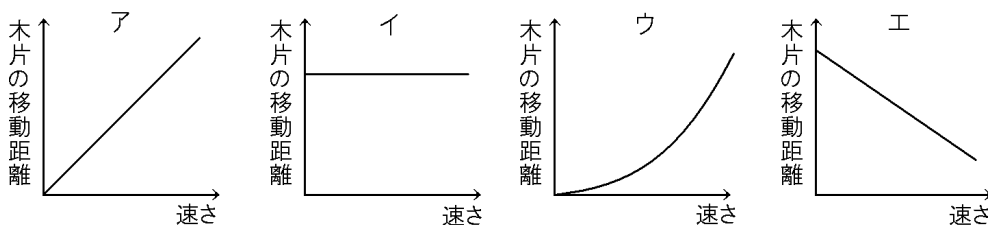
※この単元はときどき出題される。

[問題](2 学期期末)

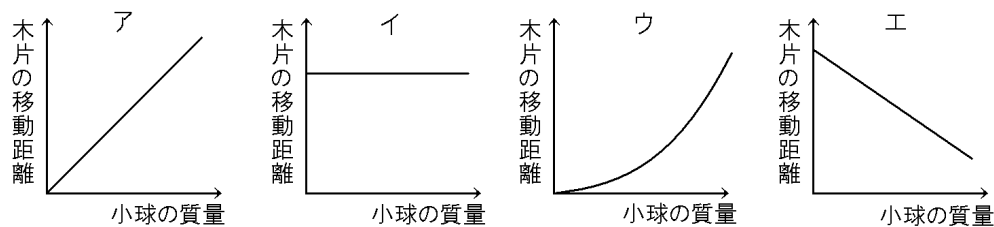
右の図のような装置を使い、水平な面の上で小球を転がして木片に当て、木片の移動距離を調べる実験を行い、運動エネルギーの大きさを調べた。



- (1) 小球のもつ運動エネルギーの大きさが大きいほど、木片の移動距離はどうなるか。
- (2) 同じ小球を用いて、速さを変えて実験を行った。小球の速さと木片の移動距離の関係のグラフとして、適当なものを次のア～エから選べ。



- (3) 速さを一定にして、小球の質量を変えて実験を行った。小球の質量と木片の移動距離の関係のグラフとして、適当なものを次のア～エから選べ。



[解答欄]

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

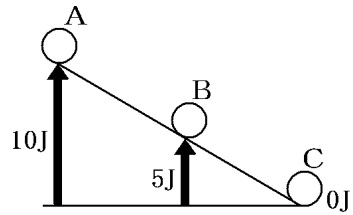
[解答](1) 大きくなる。 (2) ウ (3) ア



【】 力学的エネルギーの計算

[問題](1 学期期末)

小球を摩擦がない斜面の最高点の A 点において静かに手をはなすと、小球は B 点から C 点まで転がった。小球が A 点、B 点、C 点でもっている位置エネルギーは、それぞれ 10J、5J、0J であった。摩擦や空気抵抗はないものとして次の各問いに答えよ。



- (1) A 点、B 点、C 点での運動エネルギーはそれぞれ何 J か。
- (2) A 点、B 点、C 点で一定に保たれているエネルギーの名前を答えよ。
- (3) (2)のエネルギーの大きさを答えよ。

[解答欄]

(1)A	B	C
(2)	(3)	

[解答](1) A 0J B 5J C 10J (2) 力学的エネルギー (3) 10J

[解説]

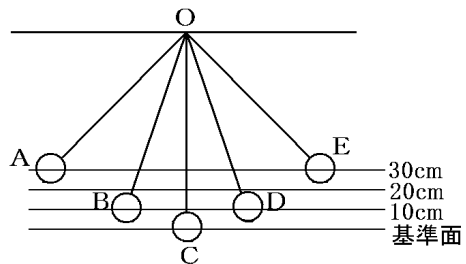
摩擦等がない場合、位置エネルギーと運動エネルギーの和である力学的エネルギーはつねに一定である。このことを力学的エネルギーの保存という。

A 点での球の速さは 0 なので、運動エネルギーは 0J である。したがって、力学的エネルギーは  $10+0=10\text{J}$  である。B 点の位置エネルギーが 5J なので、運動エネルギーは 5J である。C 点の位置エネルギーは 0J なので、運動エネルギーは 10J である。

※この単元はときどき出題される。

[問題](1 学期期末)

右の図は、質量 100g のおもりをつけた糸を O 点に固定し、基準面から 30cm の高さの A 点でおもりをはなしたときの運動の様子を表している。空気の抵抗や摩擦はないものとする。また、質量が 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。



- (1) 図の A のおもりがもっている位置エネルギーの大きさは何 J か。
- (2) 図の C のおもりがもっている運動エネルギーの大きさは何 J か。
- (3) 図の D のおもりがもっている運動エネルギーの大きさは何 J か。

[解答欄]

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

[解答](1) 0.3J (2) 0.3J (3) 0.2J

[解説]

(1) 質量 100g のおもりにはたらく重力は 1N で、A 点の基準面からの高さは 0.3m なので、(A 点での位置エネルギー J) = (重力 N) × (A 点の高さ m) = 1(N) × 0.3(m) = 0.3(J)

(2) A 点ではおもりの速さは 0m/s なので、運動エネルギーは 0J である。

(力学的エネルギー) = (位置エネルギー) + (運動エネルギー) なので、

(A 点での力学的エネルギー) = 0.3 + 0 = 0.3(J) である。

空気の抵抗や摩擦がないので、力学的エネルギーは保存され、A ~ E の力学的エネルギーはすべて 0.3J である。

C 点は基準面にあるので、(基準面からの高さ) = 0(m) となり、位置エネルギーは 0J になる。(力学的エネルギー) = (位置エネルギー) + (運動エネルギー) なので、

0.3(J) = 0(J) + (運動エネルギー) となり、(運動エネルギー) = 0.3(J) となる。

(3) D 点の基準面からの高さは 0.1m なので、

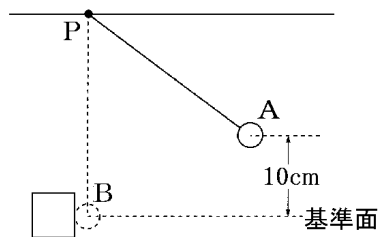
(D 点での位置エネルギー J) = (重力 N) × (D 点の高さ m) = 1(N) × 0.1(m) = 0.1(J)

(力学的エネルギー) = (位置エネルギー) + (運動エネルギー) なので、

0.3(J) = 0.1(J) + (運動エネルギー) よって、(運動エネルギー) = 0.3(J) - 0.1(J) = 0.2(J)

[問題](補充問題)

右図のように、ふりこのおもりを水平面上に置いてある木片に衝突させ、木片に仕事をする実験をした。ふりこのおもりの質量は 1kg で、A の位置は基準面から 10cm の高さである。この位置から、静かに手をはなし、B の位置で質量 2kg の木片に衝突させると、おもりは、はね返って基準面から一定の高さまで上がった。木片は 5cm 移動してとまった。木片が水平面上をすべるときの摩擦力は木片の速さに関係なくつねに 12N の大きさだった。摩擦や空気の抵抗は考えないものとする。また、質量が 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。



- (1) A 点におけるおもりの位置エネルギーは何 J か。
- (2) B 点でおもりが衝突前に持っていた運動エネルギーは何 J か。
- (3) おもりが木片にした仕事は何 J か。

(4) 衝突直後のおもりの運動エネルギーは何 J か。

(5) 衝突後おもりは何 cm の高さまで上がったか。

[解答欄]

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

[解答](1) 1J (2) 1J (3) 0.6J (4) 0.4J (5) 4cm

[解説]

(1) (位置エネルギー J) = (おもりにかかる重力 N) × (高さ m) = 10(N) × 0.1(m) = 1(J)

(2) 球が A → B に移るにつれて、位置エネルギーが運動エネルギーに変わっていく。B 点でのおもりの位置エネルギーは 0J なので、運動エネルギーは 1J である。

(3) おもりが木片に衝突して木片が動く。このとき木片が与えられた運動エネルギーは摩擦熱となって失われる。摩擦力が木片に対しておこなった(マイナスの)仕事は、  
(摩擦力 N) × (移動距離 m) = 12(N) × 0.05(m) = 0.6(J)

したがって、木片がおもりからされた仕事も 0.6J である。

(4) (3) よりおもりは 0.6J のエネルギーを木片に与えた。したがって、残った運動エネルギーは、 $1 - 0.6 = 0.4(J)$  である。

(5) 木片と衝突してはね返った後、おもりが  $x$  m の高さまで上がったとする。このときの位置エネルギーは、

(位置エネルギー J) = (おもりにかかる重力 N) × (高さ m) = 10(N) ×  $x$  = 10 $x$  (J)

この位置エネルギーは、衝突後のおもりの運動エネルギー 0.4J と等しいので、  
 $10x = 0.4$  よって、 $x = 0.4 \div 10 = 0.04(m) = 4(cm)$  である。

【】仕事の原理と仕事率

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

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

このとき、(仕事)=(力の大きさ N)×(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(仕事率)は、 $300(J) \div 10(s) = 30(W)$ である。

※この単元で特に出題頻度が高いのは「仕事率を求めよ」という問題である。

[問題](2 学期期末)

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

[解答欄]

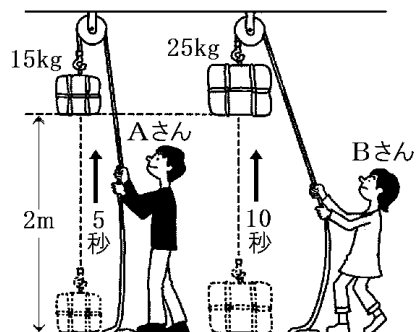
①	②
---	---

[解答]① 仕事率 ② W

[問題](2 学期中間)

右図の A さんと B さんがした仕事について、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 さんがした仕事の仕事率を求めよ。
- (3) B さんがし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) $=(\text{力の大きさ } \text{N})\times(\text{力の向きに動いた距離 } \text{m})=150(\text{N})\times 2(\text{m})=300(\text{J})$

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) $=(\text{力の大きさ } \text{N})\times(\text{力の向きに動いた距離 } \text{m})=250(\text{N})\times 2(\text{m})=500(\text{J})$

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

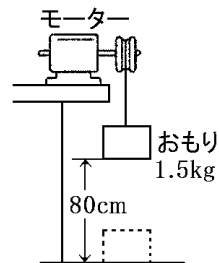
(3) (B の仕事率) $=(\text{仕事 } \text{J})\div(\text{秒 } \text{s})=500(\text{J})\div 10(\text{s})=50(\text{W})$

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

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

(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、

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

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

※仕事率と仕事から、かかった時間を求めさせる問題もよく出題される。

[問題](2 学期期末)

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

[解答欄]

[解答]  $200$  秒

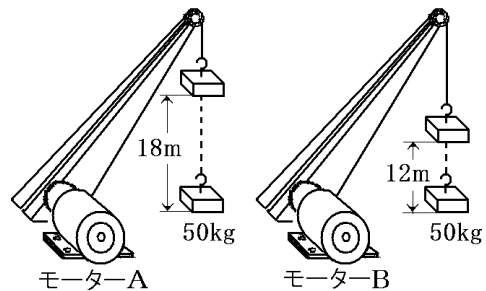
[解説]

仕事率  $60\text{W}$  の機械は1秒間に  $60\text{J}$  の仕事を行うので、 $50$  秒では、 $60(\text{W}) \times 50(\text{s}) = 3000(\text{J})$  の仕事を行う。仕事率  $15\text{W}$  の機械は1秒間に  $15\text{J}$  の仕事を行うので、 $3000\text{J}$  の仕事を行うには、 $3000(\text{J}) \div 15(\text{W}) = 200(\text{s})$  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)  $6000\text{J}$  (2)  $750\text{W}$  (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、 $50000 \div 100 = 500(\text{N})$  なので、これを  $12\text{m}$  持ち上げるときの仕事は、

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

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

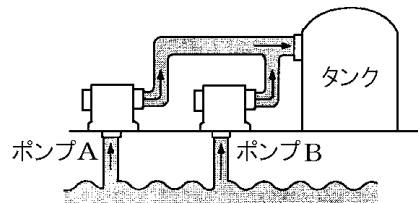
(3) モーターAは10秒で、50kgの物体を18m引き上げるので、20秒では  $18 \times 2 = 36(m)$  引き上げる。このとき、

(Aの仕事  $J$ ) = (力の大きさ  $N$ ) × (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  $N$ ) × (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  $J$ ) ÷ (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  $N$ ) × (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  $J$ ) ÷ (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,  $25(J) \times 300(s) = 7500(J)$  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  $x \text{ kg} = 1000 x \text{ g}$  の水にはたらく重力の大きさは,  $1000 x \div 100 = 10 x (N)$ 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  $m$ ) =  $10 x (N) \times 3(m) = 30 x (J)$ …②

①, ②より,  $30 x = 7500$

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,

$1000000 \div 100 = 10000(N)$ 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  $m$ ) =  $10000(N) \times 3(m) = 30000(J)$

(3)より, ポンプ A, B を同時に使うと, 1 秒間に  $25J$  の仕事を行うことができるので,  $30000J$  の仕事を行うには,  $30000(J) \div 25(W) = 1200(s)$ ,  $1200 \div 60 = 20(\text{分})$ 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,  $25000 \div 100 = 250(N)$ 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  $m$ ) =  $250(N) \times 2(m) = 500(J)$

次に, このモーターの仕事率(電力)を求める。

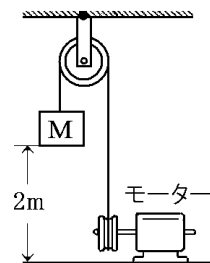
電力の単位のワット( $W$ )と仕事率の単位のワット( $W$ )は同じものである。

(電流  $A$ ) = (電圧  $V$ )  $\div$  (抵抗  $\Omega$ ) =  $50(V) \div 10(\Omega) = 5(A)$ なので,

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

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

したがって,  $500J$  の仕事を行うには,  $500(J) \div 250(J/s) = 2(s)$ 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。

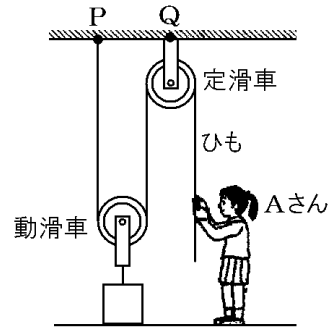
1500W の電子レンジは 1 秒間に 1500J の熱量を発生するので、30000J の熱量を発生させるためには、 $30000 \div 1500 = 20(\text{秒})$  がかかる。

【】仕事の原理：動滑車

[引く力・引く長さ]

[問題](2 学期中間)

右図のように、A さんが 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) 物体をゆっくり引き上げているとき、A さんがひもを引く力の大きさは何 N か。
- (2) 物体を 2m 引き上げるために、A さんはひもを何 m 引けばよいか。
- (3) 物体を 2m 引き上げる間に、A さんがした仕事は何 J か。

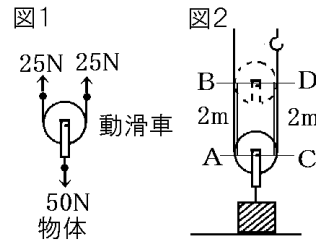
[解答欄]

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

[解答](1) 25N (2) 4m (3) 100J

[解説]

(1) 100g の物体にはたらく重力は 1N なので、5kg=5000g の物体にかかる重力は、 $5000 \div 100 = 50(N)$  である。右の図 1 で、動滑車は物体から下向きに 50N の力で引かれている。動滑車にはたらく力はつり合っているため、動滑車は天井(P)と A さんから、上向きにそれぞれ、 $50(N) \div 2 = 25(N)$  の力で引かれる。したがって、A さんがひもを引く力の大きさは 50N の半分の 25N である。



(2) 右図 2 のように物体を 2m 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、 $AB + CD = 2 + 2 = 4(m)$  短くなる。すなわち、図 2 のように動滑車を使って物体を 2m 持ち上げるとき、A さんが引くひもの長さは 2m の 2 倍の 4m になる。

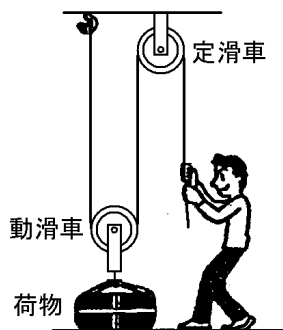
[動滑車を使ったとき]  
 ・引く力は半分  
 ・引く長さは 2 倍

(3) (仕事 J) = (力の大きさ N) × (力の方向に移動した距離 m) =  $25(N) \times 4(m) = 100(J)$  となる。

※この単元で特に出題頻度が高いのは動滑車を使ったときの「引く力」「引く長さ」「仕事」を求める問題である。

[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。

[解答欄]

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

[解答](1) 75N (2) 3m (3) 450J (4) 90W

[解説]

(1)(2)(3) 15kg=15000g の物体にかかる重力は、 $15000 \div 100 = 150(N)$ 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 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  $6 \div 2 = 3(m)$ 持ち上がる。75N の力で 6m ひもを引いているので、手のする仕事は、

$$(\text{仕事 } J) = (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 75(N) \times 6(m) = 450(J)$$

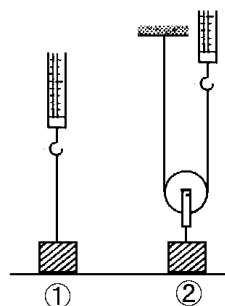
$$(4) (\text{仕事率 } W) = (\text{仕事 } J) \div (\text{秒 } s) = 450(J) \div 5(s) = 90(W)$$

[仕事の原理]

[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  $30\text{N}$  である。

(2) (仕事  $J$ ) = (力の大きさ  $\text{N}$ )  $\times$  (力の方向に移動した距離  $\text{m}$ ) =  $30(\text{N}) \times 0.4(\text{m}) = 12(\text{J})$

(3)(4) ②では、動滑車を 1 個使っているので、

ひもを引く力は直接持ち上げる場合の半分の  $30(\text{N}) \div 2 = 15(\text{N})$  になる。また引くひもの長さは、直接持ち上げる場合の 2 倍の  $0.4(\text{m}) \times 2 = 0.8(\text{m})$  になる。したがって、

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

(5)(6) 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。すなわち、道具を使っても仕事の大きさは同じになる。これを仕事の原理という。

※この単元で特に出題頻度が高いのは、動滑車 1 個を使ったとき「引く力は半分」「引く長さは 2 倍」である。「仕事の原理」もよく出題される。

<p>〔仕事の原理〕          動滑車 1 個では          ・引く力は半分          ・引く長さは 2 倍          道具を使っても仕事の大きさは同じ</p>	<p>→ 仕事は同じ</p>
--	----------------

[問題](1 学期中間)

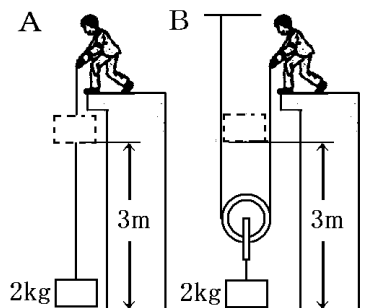
右図の A, B の方法で、質量  $2\text{kg}$  の物体を  $3\text{m}$  の高さまで引き上げた。ただし、 $100\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさを  $1\text{N}$  とし、ひもや滑車の重さ、摩擦はないものとする。

(1) A の仕事の大きさは何 J か。

(2) B で  $3\text{m}$  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  $3\text{m}$  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  $20\text{N}$  である。

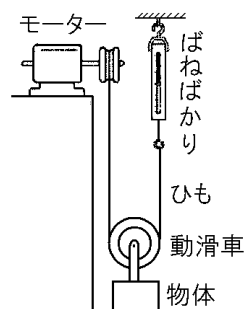
(仕事 J)=(力の大きさ N)×(力の方向に移動した距離 m) $=20(\text{N}) \times 3(\text{m}) = 60(\text{J})$

(2)(3) 動滑車を使っているので、引き上げるのに必要な力は A の場合の半分の  $10\text{N}$  になる。そのかわりに、引くひもの長さは 2 倍の  $6\text{m}$  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  $60\text{J}$  の仕事をしているので(仕事率 W)=(仕事 J)÷(秒 s) $=60(\text{J}) \div 10(\text{s}) = 6(\text{W})$

[問題](1 学期期末)

右図のような動滑車を使い、物体を動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  $6\text{m}$  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  $1.5\text{kg}$  を示していた。動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、 $100\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさを  $1\text{N}$  とする。



- モーターがひもを引いた力は何 N か。
- 物体の重さは何 N か。
- モーターがひもを  $6\text{m}$  巻き上げたとき、物体は床から何 m 引き上げられるか。
- このモーターの仕事率は何 W か。
- 仕事率が  $2\text{W}$  のモーターで同じ仕事をさせると何秒かかるか。
- 実験により、このように動滑車を使って仕事をした場合と、動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。(動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  $1.5\text{kg}=1500\text{g}$  を示しているので、ばねばかりがひもを引く力は、 $1500 \div 100 = 15(\text{N})$ である。したがって、モーターがひもを引く力も  $15\text{N}$  で、あわせて  $30\text{N}$  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  $6\text{m}$  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  $15\text{N}$  の力でひもを  $15$  秒間で  $6\text{m}$  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  $s$ ) =  $90(\text{J}) \div 15(\text{s}) = 6(\text{W})$

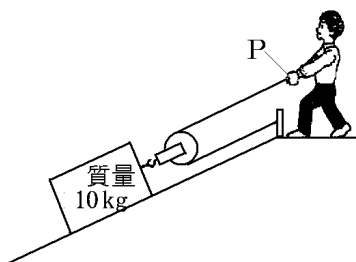
(5) 仕事率  $2\text{W}$  のモーターは  $1$  秒間に  $2\text{J}$  の仕事を行う。したがって、 $90\text{J}$  の仕事を行うには、 $90 \div 2 = 45(\text{秒})$  かかる。

[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  $10\text{kg}$  の物体を引きあげる仕事をした。このとき  $P$  点に加える力の大きさは  $25\text{N}$  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  $5\text{m}$  動かしたとき、手がした仕事はいくらか。

(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)  $250\text{J}$  (2)  $2.5\text{m}$

[解説]

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

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

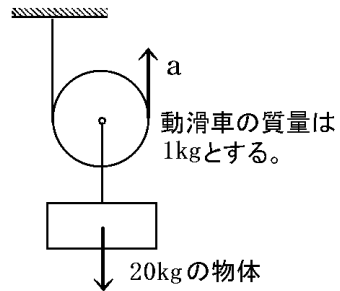
(2) 物体を手がした仕事と同じ高さまで垂直に持ち上げるとき、仕事の原理より、仕事は同じ  $250\text{J}$  である。 $10\text{kg}=10000\text{g}$  なので、この物体にかかる重力の大きさは

10000÷100=100(N)である。垂直方向に  $x$  m 引き上げるとすると、  
 (仕事  $J$ )=(力の大きさ  $N$ )×(力の方向に移動した距離  $m$ )=100(N)×  $x$  (m)=100  $x$  (J)  
 よって、100  $x$  =250  $x$  =250÷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) 物体を 50cm 持ち上げたときにひも  $a$  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、仕事は、動滑車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)		

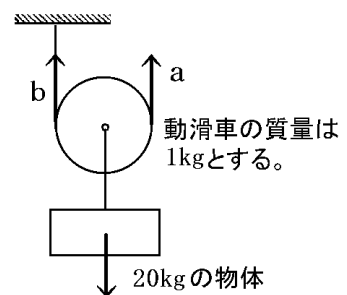
[解答](1) 105N (2) 1m (3) 105J (4) 動滑車に対しても仕事をしているから。

[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、 $a=210÷2=105(N)$  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 100cm=1m 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(N)×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、

(仕事 J) = 200(N) × 0.5(m) = 100(J) 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。

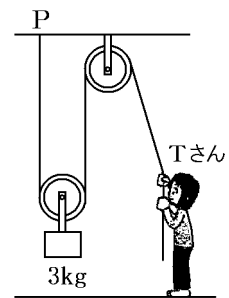
(動滑車がされる仕事) = 10(N) × 0.5(m) = 5(J)

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。

※この単元(動滑車の質量を考える場合)もときどき出題される。

[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 さんがした仕事は何 J か。
- (4) (3)の仕事は、動滑車を使わないで 3kg の物体を 2m 引き上げたときの仕事より大きくなる。その理由を答えよ。

[解答欄]

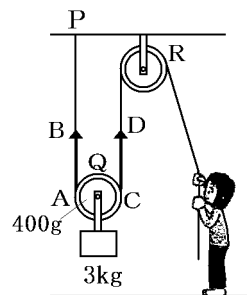
(1)	(2)	(3)
(4)		

[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 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、

(仕事 J)=(力の大きさ N)×(力の方向に移動した距離 m)=17(N)×4(m)=68(J)

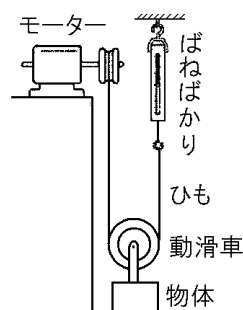
(4) 3kg の物体を 2m もちあげるための仕事は、30(N)×2(m)=60(J)である。

400g の動滑車 Q を 2m もちあげるための仕事は、4(N)×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一定の速さで上昇した。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 として、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

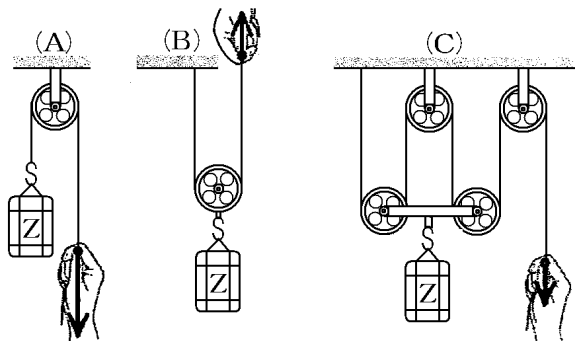
[解説]

- (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)= $140-(動滑車の質量)=140-40=100(g)$  である。
- (3) (1)よりモーターがひもを引く力は 0.7N で、 $80cm=0.8m$  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次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  $\frac{1}{2}$  (0.5) 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  $200\text{N}$  である。また、定滑車なので、物体 Z を  $5\text{m}$  引き上げるためには、ひもを  $5\text{m}$  引く必要がある。したがって、

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

(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、

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

(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  $200\text{N}$  と等しい。したがって、P, Q, R, S の大きさは、

$200(\text{N}) \div 4 = 50(\text{N})$  である。力 S と力

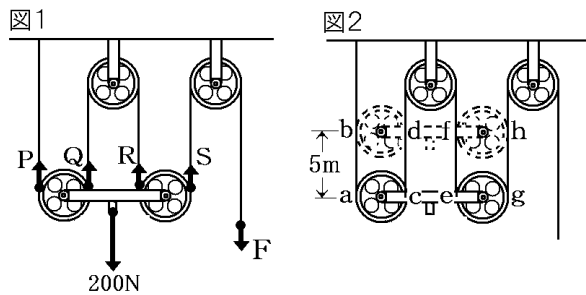
F は等しいので、 $F = 50(\text{N})$  となる。

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

したがって、ひもを引く長さは  $20\text{m}$  である。

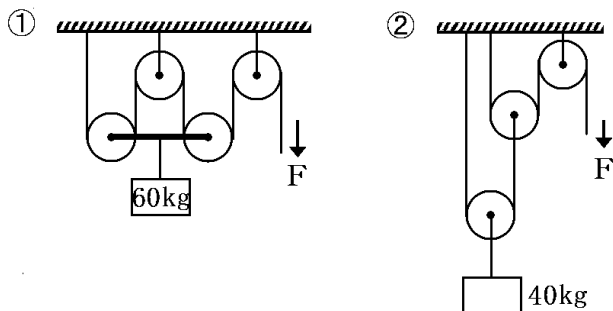
③ (仕事 J)  $= (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 50(\text{N}) \times 20(\text{m}) = 1000(\text{J})$

※この単元(複数の動滑車を使う問題)はときどき出題される。



[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  $60\text{kg} = 60000\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさは

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

この下向きの力と上向きの力はつり合っているので、

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

ひもを 150N の力で  $x(m)$  引くので手がする仕事は、

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

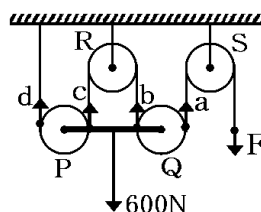
ところで、この 60kg の物体を直接 1m 持ち上げるために必要な仕事は、

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

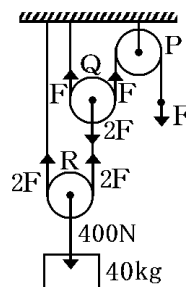
仕事の原理より、 $150x = 600$  よって、 $x = 600 \div 150 = 4(m)$

(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、

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

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、

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

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

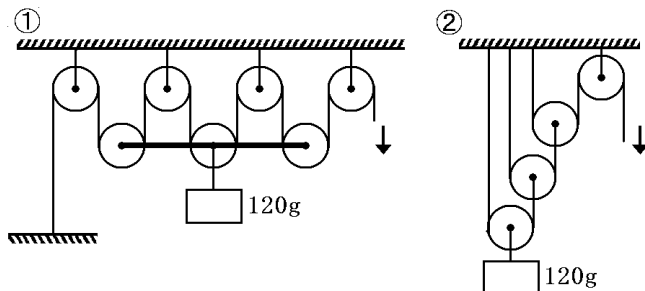
(別解)

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  $4\text{m}$  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。

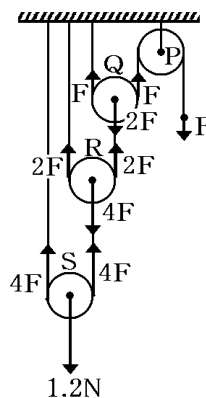
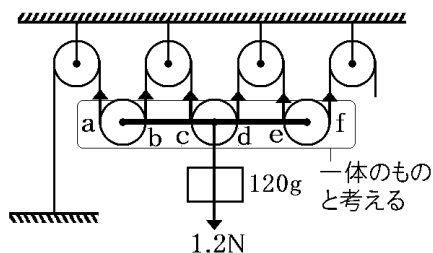
図の P は定滑車なので、力の向きを変えるだけである。

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。

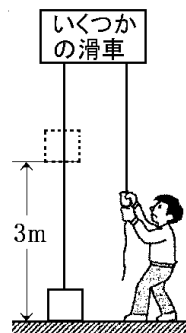


動滑車 S にはたらく上向きの力と下向きの力は等しいので、

$$8F=1.2 \quad \text{よって、} F=1.2 \div 8=0.15(\text{N})$$

[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/s 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、 $30000 \div 100=300(\text{N})$  したがって、この荷物を直接持ち上げるためには 300N の力が必要である。

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

(2) ロープの摩擦や滑車の重さは考えなくてよいので、仕事の原理が成り立つ。よって、この装置を通して荷物を 3m 引き上げるときの仕事は、荷物を直接 3m 持ち上げるときの仕事と同じ 900J になる。

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

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

$$\text{よって、} x=900 \div 50=18(\text{m})$$

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

(5) 900J の仕事をするのに 6 秒かかっているので、

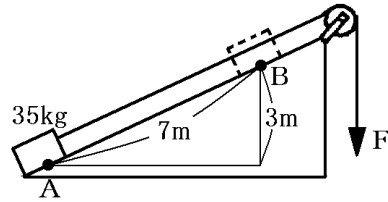
$$(\text{仕事率 } W)=(\text{仕事 } J) \div (\text{秒})=900(\text{J}) \div 6(\text{秒})=150(\text{W})$$

【】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、 $100\text{g}$  の物体にはたらく重力を  $1\text{N}$  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]

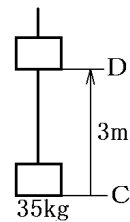
(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

[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、 $F(\text{N}) \times 7(\text{m}) = 7F(\text{J})$  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、 $7F = 1050$

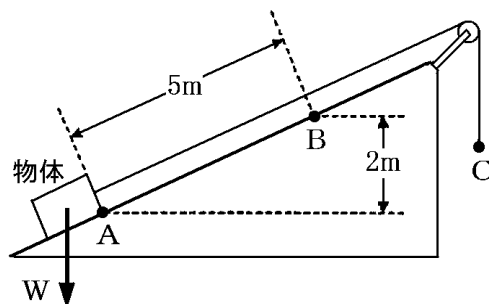
よって、 $F = 1050 \div 7 = 150(\text{N})$  となる。

※この単元で出題頻度が高いのは、まず、直接持ち上げる場合の仕事を求めさせ、「仕事の原理」を使って、「斜面にそって物体を引く力」を求めさせる問題である。



[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、

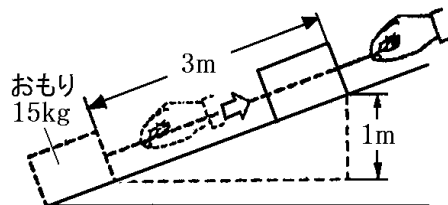
$$(\text{仕事 } J) = (\text{力の大きさ } N) \times (\text{力の方向に移動した距離 } m) = 100(N) \times 2(m) = 200(J)$$

(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 の物体にはたらく重力を 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、

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

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、

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

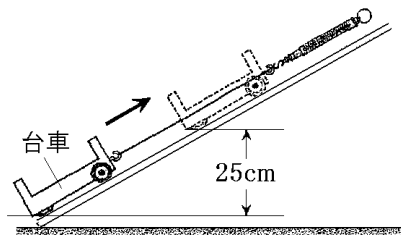
摩擦がないので、斜面を使って 1m 持ち上げる仕事と直接手で 1m 持ち上げたときの仕事(2)より 150J は等しい(仕事の原理)。したがって、 $3F = 150$

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、摩擦力は、 $60(N) - 50(N) = 10(N)$ 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 の物体にはたらく重力を 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、

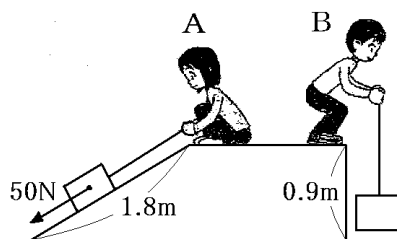
(仕事 J)=(力の大きさ N)×(力の方向に移動した距離 m)=10M(N)×0.25(m)=2.5M(J)

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

※この単元でやや出題頻度が高いのは、まず、直接持ち上げる場合の仕事を求めさせ、「仕事の原理」を使って、「物体の質量」「斜面にそって引き上げた長さ」を求めさせる問題である。

[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、 $F=90 \div 0.9=100(N)$

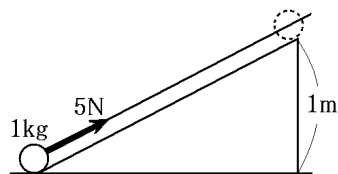
1kg=1000g の物体にはたらく重力は、10N なので、

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 の物体にはたらく重力を 1N とする。



[解答欄]

[解答]2m

[解説]

質量 1kg=1000g のおもりにて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。

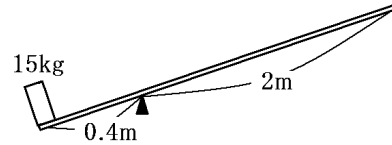
(斜面にそって引き上げたときの仕事)=(力の大きさ N)×(力の方向に移動した距離 m)である。(力の大きさ N)=5N なので、 $5(N) \times (力の方向に移動した距離 m)=10(J)$

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

【】仕事の原理：てこ・輪軸など

[問題](前期期末)

短いうでの長さが 0.4m, 長いうでの長さが 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)
-----	-----	-----	-----

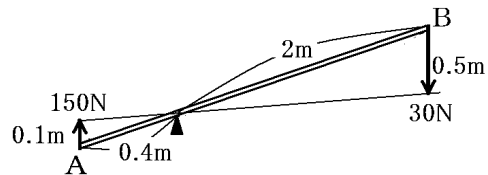
[解答](1) 30N (2) 15J (3) 15J (4) 仕事の原理

[解説]

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

このてこのうでの長さの比は,  $0.4 : 2 = 1 : 5$  なので, 物体を A で 0.1m もちあげるためには, B の部分を  $0.1(\text{m}) \times 5 = 0.5(\text{m})$  と 5 倍の

距離を動かさなければならない。そのかわりに, B でてこを下に押す力は A で加える力 150N の  $\frac{1}{5}$  ですむ。



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

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) =  $30(\text{N}) \times 0.5(\text{m}) = 15(\text{J})$

(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) =  $150(\text{N}) \times 0.1(\text{m}) = 15(\text{J})$

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

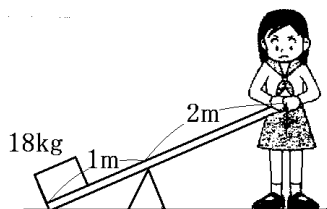
すむかわりに, 移動距離は 5 倍になり, 仕事は同じになる(仕事の原理)。

※この単元(てこを使った問題)もよく出題される。

[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。

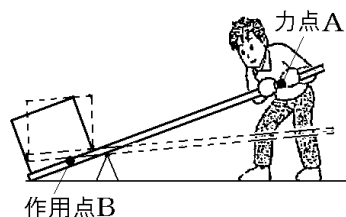
(手のした仕事 J)=(加える力 N)×(押した距離 m)=90(N)×0.8(m)=72(J)

[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、

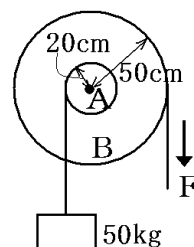
(物体がされた仕事  $J$ ) = (力  $N$ )  $\times$  (距離  $m$ ) =  $200(N) \times x(m) = 200x(J)$

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]

$50\text{kg} = 50000\text{g}$  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) =  $1(m) \times \frac{5}{2} = 2.5(m)$

※この単元(輪軸を使った問題)はたまに出題される。

【】仕事の原理：全般

[問題](2学期中間)

図1, 2のように, A, Bの2人が, 質量10kgの荷物を床から1.2mの高さまで引き上げた。質量100gの物体にはたらく重力の大きさを1N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

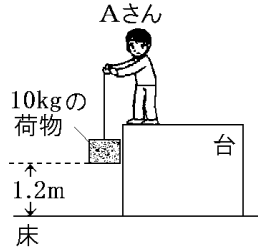


図2

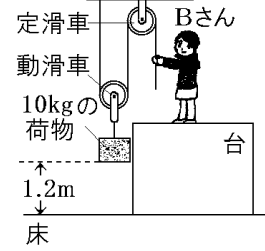


図3

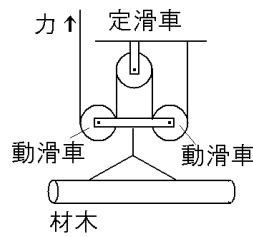
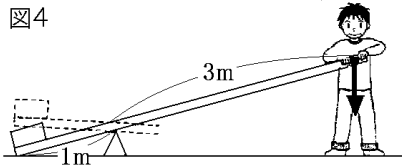


図4



- (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)からわかる原理(または法則)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10kgの材木を引き上げた。このとき, 引く力の大きさは何Nになるか。
- (5) 図4のようにして, Aが60kgの物体を20cm持ち上げたとき, ①Aがてこを押す力の大きさは何Nか。②力を加えて動かす距離は何cmか。

[解答欄]

(1)	(2)①	②	③
(3)	(4)	(5)①	②

[解答](1) 120J (2)① 50N ② 2.4m ③ 120J (3) 仕事の原理 (4) 25N (5)① 200N ② 60cm



[解説]

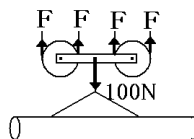
(1)  $10\text{kg}=10000\text{g}$  の物体にはたらく重力は、 $10000\div 100=100(\text{N})$ なので、

(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。

図 1

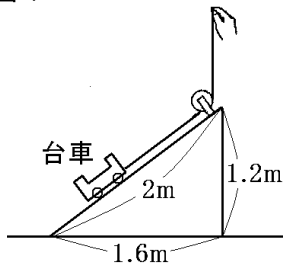
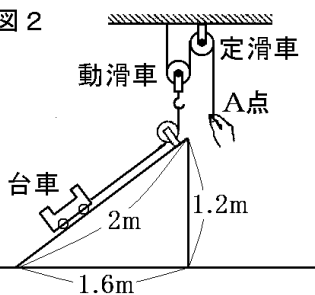


図 2



- (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) =  $3(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 6(\text{J})$

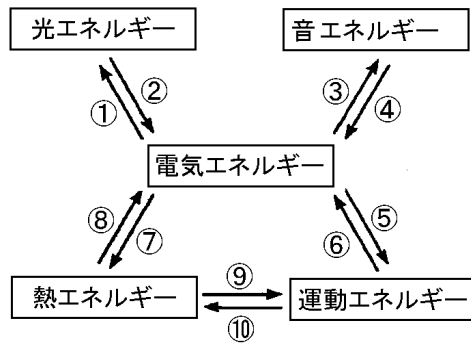
【】 エネルギーの移り変わり

【】 エネルギーの移り変わり

[問題](1 学期中間)

右図のように、エネルギーはいろいろなものに移り変わることができる。次のア～キにあてはまるエネルギーの移り変わりをそれぞれ図の番号で答えよ。

- ア 自転車の発電機      イ 電気ストーブ  
 ウ 蛍光灯              エ ラジオ  
 オ 火起こし            カ 光電池  
 キ 掃除機のモーター



[解答欄]

ア	イ	ウ	エ
オ	カ	キ	

[解答]ア ⑥    イ ⑦    ウ ①    エ ③    オ ⑩    カ ②    キ ⑤

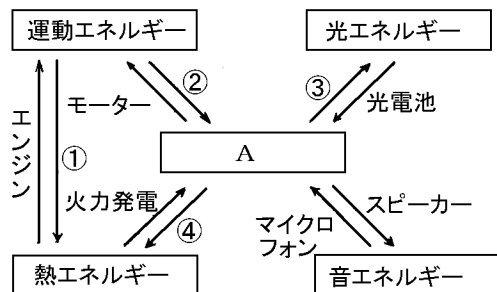
[解説]

- ア 自転車の発電機は、運動エネルギーを電気エネルギーに変換する装置である。(⑥)  
 イ 電気ストーブは、電気エネルギーを熱エネルギーに変換する装置である。(⑦)  
 ウ 蛍光灯は、電気エネルギーを光エネルギーに変換する装置である。(①)  
 エ ラジオは、電気エネルギーを音エネルギーに変換する装置である。(③)  
 オ 火起こしは、運動エネルギーを熱エネルギーに変換する装置である。(⑩)  
 カ 光電池は、光エネルギーを電気エネルギーに変換する装置である。(②)  
 キ モーター、電気エネルギーを回転の運動エネルギーに変換する装置である。(⑤)  
 ※この単元はときどき出題される。

[問題](2 学期中間)

右の図は、エネルギーの移り変わりを表したものである。これについて、次の各問いに答えよ。

- (1) 図の A にあてはまるエネルギーは、何エネルギーか。  
 (2) 図の①～④にあてはまる具体例を、次の[ ]からそれぞれ選べ。



[ 電球 発電機 ジェットコースター ふりこ 電気ストーブ 火起こし ]

[解答欄]

(1)	(2)①	②
③	④	

[解答](1) 電気エネルギー (2)① 火起こし ② 発電機 ③ 電球 ④ 電気ストーブ

[解説]

(1) 日常生活の中で使われるエネルギーの中心は電気エネルギーである。電気エネルギーは運動エネルギーや光エネルギーなどさまざまなエネルギーに変換されて使われている。

(2)① 手で火起こしの棒を回して、<sup>まさつ</sup>摩擦熱を発生させて火をつける。このとき、運動エネルギーが熱エネルギーに変えられている。

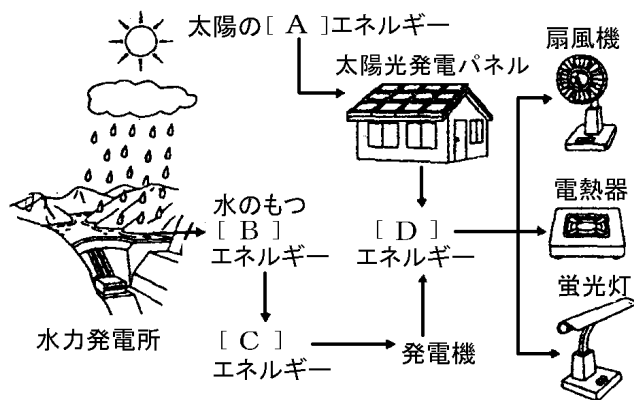
② 発電機はタービンの回転の運動エネルギーを電気エネルギーに変換する装置である。

③ 電気エネルギーを光エネルギーに変換する装置は電球である。

④ 電気エネルギーを熱エネルギーに変換する装置は電気ストーブである。

[問題](2 学期中間)

エネルギーの移り変わりについて、図のA～Dにあてはまる語句を答えよ。



[解答欄]

A	B	C	D
---	---	---	---

[解答]A 光 B 位置 C 運動 D 電気

[解説]

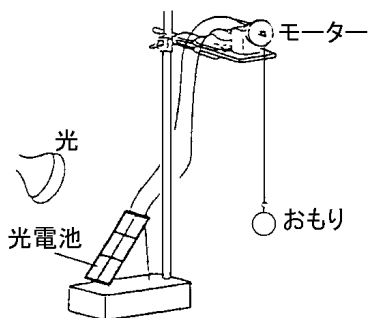
太陽光発電パネルは、光エネルギー(A)を電気エネルギー(D)に変換する装置である。水力発電は、ダムにためられた水を高いところから低いところへ放流し、水の流れで水車とつながった発電機を回転させて電気を作っている。このとき、水のもつ位置エネルギー

一(B)は、水の運動エネルギー(C)に変わり、さらに発電機で電気エネルギー(D)に変換される。このようにして作られた電気エネルギーは、さまざまな電気器具によって他のエネルギーに変換される。図の扇風機せんふうきでは運動エネルギーに、電熱器でんねつきでは熱エネルギーに、蛍光灯けいこうとうでは光エネルギーに変換される。

[問題](1 学期期末)

図のような装置で、光電池に光を当てるとモーターが回転しておもりが引き上げられた。このときのエネルギーの移り変わりを示した下の①～④にあてはまる語句をそれぞれ答えよ。

( ① )エネルギー → 光電池 → ( ② )エネルギー  
 → モーター → ( ③ )エネルギー → おもりの上昇  
 → ( ④ )エネルギー



[解答欄]

①	②	③	④
---	---	---	---

[解答]① 光 ② 電気 ③ 運動 ④ 位置

[解説]

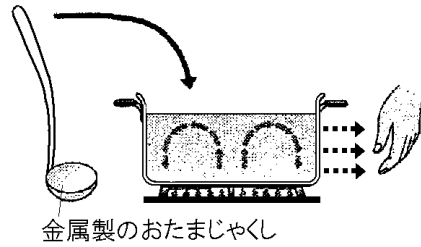
光電池は光エネルギーを電気エネルギーへんかんに変換する装置である。モーターは電気エネルギーそうちを運動エネルギーに変換する装置である。モーターが回転することによっておもりが引き上げられ、おもりの位置エネルギーが大きくなる。つまり、  
 (光エネルギー) → 光電池 → (電気エネルギー) → モーター → (運動エネルギー)  
 → おもりの上昇 → (位置エネルギー) とエネルギーが移り変わる。

【】 熱の伝わり方

【問題】(2 学期期末)

図のようにして湯をわかしたとき、次の①～③が起こるのは、熱の何という伝わり方によるものか。それぞれ答えよ。

- ① 熱が水全体に伝わり、湯がわく。
- ② なべの側面に手をかざすと、あたたかく感じる。
- ③ 湯に入れた金属製のおたまじゃくしの柄の部分が発熱する。



【解答欄】

①	②	③
---	---	---

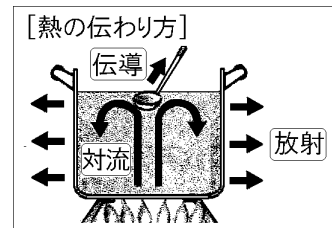
【解答】① 対流 ② 放射 ③ 伝導

【解説】

湯に金属製のおたまじゃくしを入れると、湯→おたまじゃくしと熱が直接伝わる。このように、熱源から直接熱が伝わることを伝導でんどうという。水を入れたなべをあたためると、あたためられた水はなべの中を移動して熱が伝わる。このように、液体や気体の状態で、あたためられた物質が移動して、全体に熱が伝わることを対流たいりゅうという。

光源(太陽光など)や熱源からはなれていても、熱くなることがある。このような熱の伝わり方を放射ほうしゃという。放射の正体は、肉眼では見えない赤外線せきがいせんという光である。

※この単元で出題頻度が高いのは「伝導」「対流」「放射」である。



【問題】(前期期末)

右の図は、水を入れたなべを加熱したときの熱の伝わり方を表している。次の各問いに答えよ。

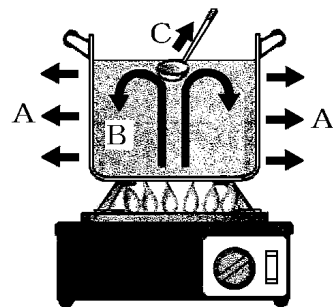
- (1) 図の A～C の熱の伝わり方をそれぞれ何というか。

次の [ ] から 1 つずつ選べ。

[ 対流 伝導 放射 ]

- (2) 次の①～③は、それぞれ図の A～C のどの熱の伝わり方と同じか。

- ① 熱した鉄製のやかんにさわると熱く感じる。
- ② 上昇気流、下降気流によって、大気の動きが起こる。



③ 太陽光にあたるとあたたかく感じる。

[解答欄]

(1)A	B	C	(2)①
②	③		

[解答](1)A 放射 B 対流 C 伝導 (2)① C ② B ③ A

[問題](前期期末)

次の各問いに答えよ。

- (1) 図の矢印が示す熱の伝わり方を何というか。
- (2) 図の熱の伝わり方以外の熱の伝わり方を2つあげよ。
- (3) (1)であげた熱の伝わり方が起こっている具体的な例をア～ウから1つ選べ。  
 ア オープンの光でパンが温まった。  
 イ 冷たいコップをさわったら手が冷えた。  
 ウ ストープをつけ、しばらくすると天井付近が温かくなった。



[解答欄]

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

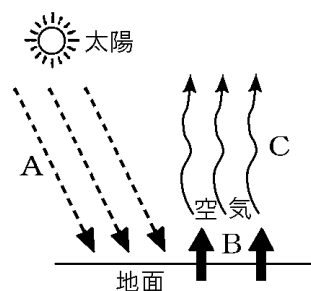
[解答](1) 伝導 (2) 放射, 対流 (3) イ

[解説]

(3)アは放射, イは伝導, ウは対流である。

[問題](3 学期)

右図の A～C の矢印は熱の伝わり方について示したものである。図の C は、空気の循環による熱の伝わり方である。B は地面に接触している空気を地面があたたためるときの熱の伝わり方である。A～C をそれぞれ何というか。



[解答欄]

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

[解答]A 放射 B 伝導 C 対流

[問題](3 学期)

次の文の①～④にあてはまる適切な語句を書け。

ストーブに手をかざすと、ストーブにふれなくとも手があたたまる。このような熱の伝わり方を( ① )という。しばらくストーブをつけたままにしておくと、部屋全体の空気があたたまってきた。これは、ストーブの近くであたためられた空気が( ② )し、上の方にあった空気が下降してストーブであたためられ、また(②)するということを繰り返して、部屋全体の空気に熱が伝わったもので、このような熱の伝わり方を( ③ )という。また、ストーブの上に水を入れたやかんを置いておくと、ストーブにふれていたやかんが熱くなった。このような熱の伝わり方を( ④ )という。

[解答欄]

①	②	③	④
---	---	---	---

[解答]① 放射 ② 上昇 ③ 対流 ④ 伝導

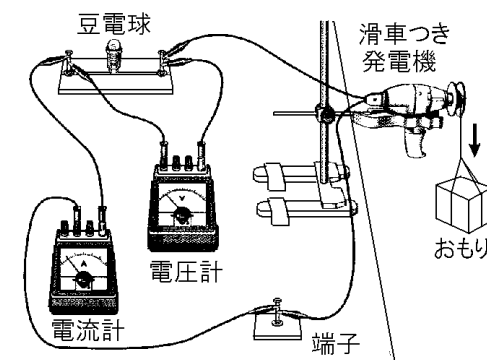


【】 エネルギーの保存と変換効率

[問題](前期期末)

500gのおもりを1.0mの高さまで巻き上げてから、おもりを1.0m落下させて発電し、そのときの電流、電圧、落下時間を記録したところ、次の表のようになった。後の各問いに答えよ。ただし、100gの物体にはたらく重力は1.0Nであるとする。

	電圧	電流	時間
1回目	1.0V	0.15A	8.1秒
2回目	1.0V	0.15A	7.9秒
平均	1.0V	0.15A	8.0秒



- (1) おもりに重力がした仕事はいくらか。単位をつけて答えよ。
- (2) おもりの落下で発電された電気エネルギーは何Jか。記録の平均値から答えよ。
- (3) 発電された(2)の電気エネルギーは、おもりに重力がした(1)の仕事の何%か。

[解答欄]

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

[解答](1) 5.0J (2) 1.2J (3) 24%

[解説]

(1) 100gの物体にはたらく重力は1.0Nであるので、500gのおもりには、 $500 \div 100 = 5.0$ (N)の重力がかかる。おもりの移動した距離は1.0mなので、(重力がした仕事J)=(力N)×(距離m)= $5.0$ (N)× $1.0$ (m)= $5.0$ (J)である。

(2) 電流計は0.15A、電圧計は1.0Vを示しているので、

$$\text{(電力 W)} = \text{(電圧 V)} \times \text{(電流 A)} = 1.0(\text{V}) \times 0.15(\text{A}) = 0.15(\text{W})$$

落下するのに8.0秒かかっているので、

$$\text{(電気エネルギーJ)} = \text{(電力 W)} \times \text{(秒)} = 0.15(\text{W}) \times 8.0(\text{秒}) = 1.2(\text{J})$$

(3) (エネルギー変換効率%)=(変換された利用可能なエネルギー量)÷(初めに投入されたエネルギー量)×100=(電気エネルギーJ)÷(重力がした仕事J)×100=

$$1.2(\text{J}) \div 5.0(\text{J}) \times 100 = 24(\%)$$

おもりの位置エネルギーが電気エネルギーに変換される過程で、摩擦などによって、熱エネルギーや音エネルギーにも変換されている。熱や音など、失われるエネルギーまでふくめれば、エネルギー変換の前後でエネルギーの総量は変わらない。エネルギー変換の前後で、エネルギーの総量が一定に保たれることをエネルギーの保存という。

[エネルギーの保存と変換効率]

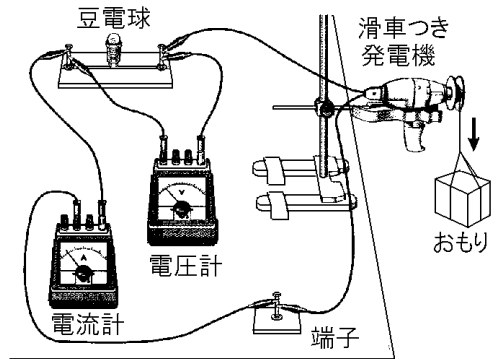
エネルギーの保存：エネルギー変換の前後で、エネルギーの総量が一定に保たれること

エネルギー変換効率 = (変換された利用可能なエネルギー量) ÷ (初めに投入されたエネルギー量) × 100

※この単元で出題頻度が高いのは、「エネルギー変換効率は何%か」「エネルギーの保存」である。

[問題](1 学期期末)

手回し発電機を使って右図のような装置をつくり、1.0kgのおもりを1.2m落下させている間、豆電球が点灯し、電流計は0.50A、電圧計は1.0Vを示した。また、おもりが落下するのに6.0秒かかった。次の各問いに答えよ。ただし、100gの物体にはたらく重力は1.0Nであるとする。



- (1) このときの重力がした仕事を求めよ。
- (2) 発電された電気エネルギーは何Jか。
- (3) このとき、エネルギー変換効率は何%か。
- (4) この装置では電気エネルギー以外に、どのようなエネルギーが発生しているか。2つ答えよ。
- (5) (4)もふくめれば、エネルギー全体の量は変わらない。これを何というか。

[解答欄]

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

[解答](1) 12J (2) 3.0J (3) 25% (4) 熱エネルギー、音エネルギー (5) エネルギーの保存

[解説]

- (1) 100gの物体にはたらく重力は1.0Nであるので、1kg=1000gのおもりには、 $1000 \div 100 = 10(N)$ の重力がかかる。おもりの移動した距離は1.2mなので、(重力がした仕事 J) = (力 N) × (距離 m) =  $10(N) \times 1.2(m) = 12(J)$ である。
- (2) 1Vの電圧で1Aの電流が流れるとき、1秒間に発生するエネルギー(電力)は1Wで、(電力 W) = (電圧 V) × (電流 A) が成り立つ。

「電流計は0.50A、電圧計は1.0Vを示した」とあるので、

$$(\text{電力 } W) = (\text{電圧 } V) \times (\text{電流 } A) = 1.0(V) \times 0.50(A) = 0.50(W)$$

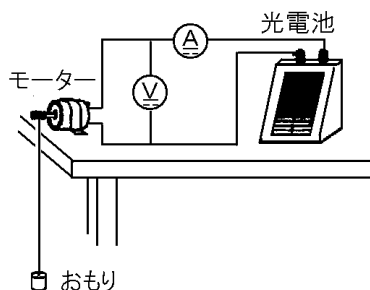
「落下するのに 6.0 秒かかった」とあるので、

$$(\text{電気エネルギー } J) = (\text{電力 } W) \times (\text{秒}) = 0.50(W) \times 6.0(\text{秒}) = 3.0(J)$$

$$\begin{aligned} (3) \text{ (エネルギー変換効率}\%) &= (\text{変換された利用可能なエネルギー量}) \div (\text{初めに投入されたエネルギー量}) \times 100 \\ &= (\text{電気エネルギー } J) \div (\text{重力がした仕事 } J) \times 100 \\ &= 3.0(J) \div 12(J) \times 100 = 25(\%) \end{aligned}$$

[問題](2 学期中間)

光電池とモーターを用いて、右図のような装置をつくり、光がエネルギーをもっていることを確かめる実験をした。光電池に光をあてると、モーターが回転し質量 0.12kg のおもりを 0.10m/s の一定の速さで引き上げた。このとき、電圧計は 1.5V、電流計は 0.10A を示していた。100g の物体にはたらく重力を 1.0N とし、次の各問いに答えよ。



- (1) モーターで消費された電力は何 W か。
- (2) おもりを一定の速さで引き上げているとき、2.0 秒間に、モーターがおもりにした仕事は何 J か。
- (3) (2)のときの仕事率は、モーターの消費する電力の何%か。

[解答欄]

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

[解答](1) 0.15W (2) 0.24J (3) 80%

[解説]

(1)  $(\text{電力 } W) = (\text{電圧 } V) \times (\text{電流 } A) = 1.5(V) \times 0.10(A) = 0.15(W)$

(2) 質量 0.12kg = 120g の物体にかかる重力は  $120 \div 100 = 1.2(N)$  である。

2.0 秒間におもりは、 $0.1(m/s) \times 2.0(s) = 0.20m$  持ち上げられるので、モーターがおもりにした仕事は、

$$(\text{仕事 } J) = (\text{力 } N) \times (\text{距離 } m) = 1.2(N) \times 0.20(m) = 0.24(J)$$

(3) (2)より、2.0 秒間で 0.24J の仕事をしているので、

$$(\text{仕事率 } W) = (\text{仕事 } J) \div (\text{秒}) = 0.24(J) \div 2.0(\text{秒}) = 0.12(W)$$

(1)より、モーターの消費する電力は 0.15W なので、

仕事率は、モーターの消費する電力の、 $0.12(W) \div 0.15(W) \times 100 = 80\%$  である。

残りの 20%は熱エネルギー。音エネルギーなどの形で放出される。

[問題](2 学期中間)

エネルギーの移り変わりを調べるため、手回し発電機で豆電球をつけた。次の各問いに答えよ。



- (1) この実験でエネルギーはどのように移り変わっていったか。次の A~C に入るエネルギーを答えよ。  
 ( A )エネルギー→( B )エネルギー  
 →( C )エネルギー
- (2) エネルギーが移り変わる前と後の、摩擦熱や摩擦音などまでを含めたエネルギーの総和はどのようにになっているか。
- (3) (2)のことを何というか。
- (4) 初めに投入されたエネルギー量と変換された利用可能なエネルギー量との比を何というか。

[解答欄]

(1)A	B	C	(2)
(3)		(4)	

[解答](1)A 運動 B 電気 C 光 (2) 変わらない。 (3) エネルギーの保存 (4) エネルギー変換効率

[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。

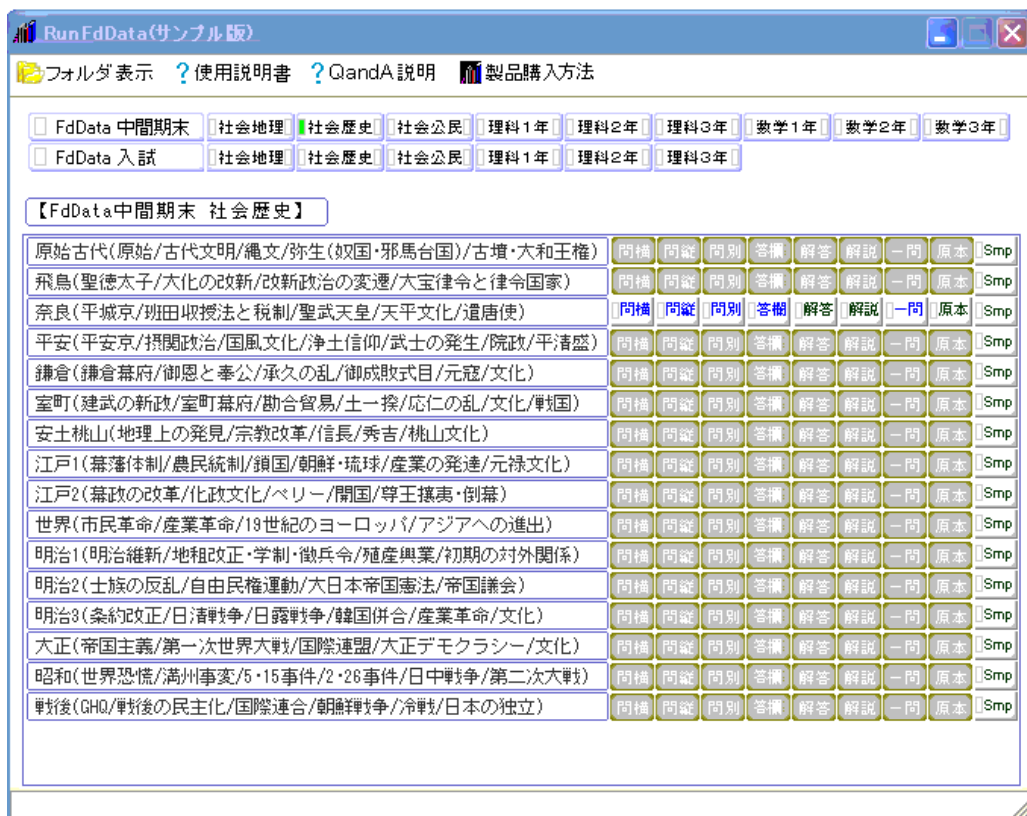
※FdData中間期末(社会・理科・数学)全分野のPDFファイル、および製品版の購入方法は<http://www.fdttext.com/dat/>に掲載しております。

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.fdttext.com/dat/>