

【FdData 高校入試：中学理科 3 年：仕事とエネルギー】

[\[仕事・仕事率\]](#) / [\[動滑車を使った仕事\]](#) / [\[斜面を使った仕事\]](#) / [\[輪軸・てこを使った仕事\]](#) / [\[位置エネルギーと運動エネルギー\]](#) / [\[ふりこ\]](#) / [\[斜面\]](#) / [\[ジェットコースター\]](#) / [\[飛び出し\]](#) / [\[摩擦や空気抵抗がある場合\]](#) / [\[電気エネルギー\]](#) / [\[エネルギーの変換\]](#) / [\[エネルギーの変換効率\]](#) / [\[熱の伝わり方\]](#) / [\[FdData 入試製品版のご案内\]](#)

[\[FdData 入試ホームページ\]](#)掲載の pdf ファイル(サンプル)一覧]

※次のリンクは[Shift]キーをおしながら左クリックすると、新規ウィンドウが開きます

理科：[\[理科 1 年\]](#)，[\[理科 2 年\]](#)，[\[理科 3 年\]](#)

社会：[\[社会地理\]](#)，[\[社会歴史\]](#)，[\[社会公民\]](#)

数学：[\[数学 1 年\]](#)，[\[数学 2 年\]](#)，[\[数学 3 年\]](#)

※全内容を掲載しておりますが、印刷はできないように設定しております

【】 仕事

【】 仕事・仕事率

[仕事]

[問題]

質量 300g の物体を、床から 2m の高さまでゆっくりと持ち上げるときの仕事の大きさは何 J か。ただし、質量 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。

(北海道)

[解答欄]

[解答]6J

[解説]

物体に力を加えて移動させたときの作業量を仕事という。ある物体に 1N の力を加え

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

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。300g の物体を 2m 持ち上げるとき、力の大きさは 3 倍の 3N、移動距離は 2 倍になるので、仕事の大きさは  $3 \times 2 = 6$  倍になる。すなわち、 $(\text{仕事}) = 3(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 6(\text{J})$  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。

※入試出題頻度：「 $(\text{仕事}) = (\text{力の大きさ N}) \times (\text{力の向きに動いた距離 m})$ 」を使った計算○」

(頻度記号：◎(特に出題頻度が高い)，○(出題頻度が高い)，△(ときどき出題される))

[問題]

重さ 4N の物体を水平な机の上に置き、ばねばかりを水平にして、一直線上を一定の速さで引いて 80cm 移動させた。このとき、ばねばかりの目盛りは 1.5N を示していた。摩擦力にさからってした仕事は何 J か。

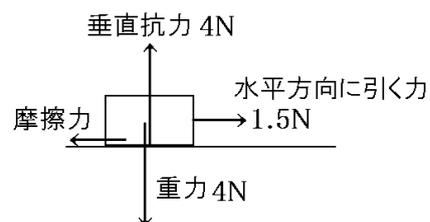
(青森県)

[解答欄]

[解答]1.2J

[解説]

この物体にはたらく力は、右図に示すように、重力 4N、机から受ける垂直抗力 4N、水平に引く力 1.5N、摩擦力の 4 つである。



(仕事 J)=(力の大きさ N)×(力の向きに動いた距離 m)

における「力」は、「動く方向」にはたらいた力である。

重力や垂直抗力は進行方向とは垂直なので、この物体に対しては仕事をしていない。

摩擦力にさからってした仕事は、(仕事 J)=1.5(N)×0.8(m)=1.2(J) である。

[問題]

床に置いた物体を 25N の力で押しながら力の向きに 5m 移動させるときの仕事は何 J か。

(栃木県)

[解答欄]

[解答]125J

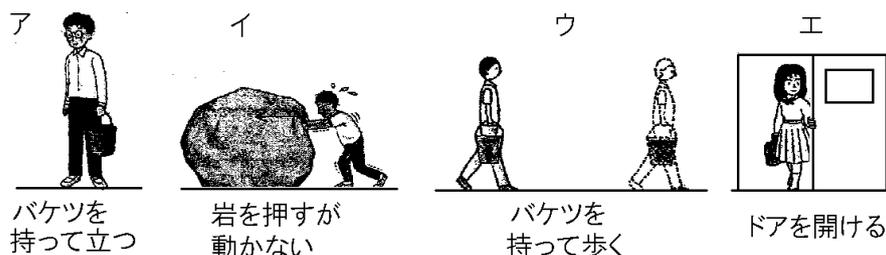
[解説]

(仕事 J)=(力の大きさ N)×(力の向きに動いた距離 m)=25(N)×5(m)=125(J)

[仕事をしている場合・していない場合]

[問題]

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。



(補充問題)

[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)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。

※入試出題頻度：この単元はたまに出題される。

[仕事率]

[問題]

質量 5kg の物体を重力に逆らって床から 2m の高さまで持ち上げるのに 4 秒かかった。このときの仕事率は何 W か求めよ。ただし、質量 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。

(埼玉県)

[解答欄]

[解答]25W

[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)である。5kg =5000g の物体にかかる重力の大きさは、

$5000 \div 100 = 50(N)$ なので、持ち上げるのに必要な力は 50N である。

このとき、(仕事)=(力の大きさ  $N$ )×(力の向きに動いた距離  $m$ )= $50(N) \times 2(m) = 100(J)$

したがって、1 秒間あたりの仕事量(仕事率)は、 $100(J) \div 4(s) = 25(W)$ である。

※入試出題頻度：この単元(仕事率に関する計算問題)はよく出題される。

[仕事率の計算]

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

[問題]

仕事率 1 馬力の馬が、質量 148kg の荷物を 10m 引き上げるとき、かかる時間は何秒か。1 馬力を 740W、質量 1kg の物体にはたらく重力の大きさを 10N として計算せよ。

(岩手県)

[解答欄]

[解答]20 秒

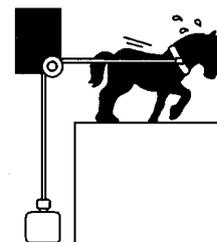
[解説]

質量 1kg の物体にはたらく重力の大きさは 10N なので、質量 148kg の荷物にかかる重力の大きさは、 $10(\text{N}) \times 148 = 1480(\text{N})$  である。したがって、

(仕事) = (力の大きさ N)  $\times$  (力の向きに動いた距離 m) =  $1480(\text{N}) \times 10(\text{m}) = 14800(\text{J})$

(仕事率(W)) = (仕事(J))  $\div$  (時間(秒))なので、 $740(\text{W}) = 14800(\text{J}) \div$  (時間(s))

よって、 $740(\text{W}) \times$  (時間(s)) =  $14800(\text{J})$ 、(時間(s)) =  $14800(\text{J}) \div 740(\text{W}) = 20(\text{秒})$

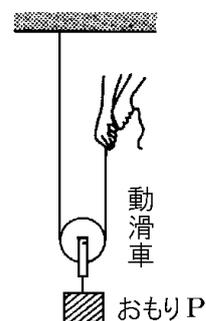


## 【】 動滑車を使った仕事

[仕事の原理]

[問題]

太郎さんは、滑車を使って、仕事について調べた。図のように、動滑車を使って、 $5.0\text{N}$  の重力がはたらいっているおもり P をゆっくりと引き上げた。このとき、糸の質量や動滑車の質量、糸と滑車の間にはたらく摩擦、糸ののび縮みはないものとする。



(1) おもり P をゆっくりと引き上げているとき、手が糸を引く力は何 N か。

(2) 次の文の①、②に当てはまる適当な数値を書け。

太郎さんが糸を( ① )cm 引くと、 $10\text{cm}$  の高さにあったおもり P は、 $40\text{cm}$  の高さまで引き上げられた。このとき、手がおもり A にした仕事は( ② )J である。

(愛媛県)

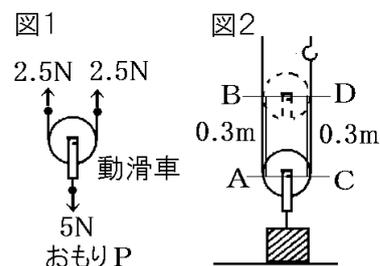
[解答欄]

(1)	(2)①	②
-----	------	---

[解答](1)  $2.5\text{N}$  (2)①  $60$  ②  $1.5$

[解説]

右図 1 で、どうかっしゃ動滑車(質量 0)はおもり P から下向きに  $5.0\text{N}$  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、動滑車は天井と太郎さんから、上向きにそれぞれ、 $5.0(\text{N}) \div 2 = 2.5(\text{N})$  の力で引かれる。したがって、太郎さんがひもを引く力の大きさは  $5.0\text{N}$  の半分の  $2.5\text{N}$  である。



また、おもり P を  $10\text{cm}$  から  $40\text{cm}$  まで  $30\text{cm} = 0.3\text{m}$  引き上げるとき、右図 2 のように動滑車は  $A \rightarrow B$  に移動するが、このとき、ひもの長さは  $AB + CD = 0.3 + 0.3 = 0.6(\text{m})$  短くなる。すなわち、図 2 のように動滑車を使っておもり P を  $0.3\text{m}$  持ち上げるとき、太郎さんが引くひもの長さは  $0.3\text{m}$  の 2 倍の  $0.6\text{m}$  になる。したがって、

[[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  
 } → 仕事は同じ  
 道具を使っても仕事の大きさは同じ

(手がした仕事  $J$ ) = (ひもを引く力  $N$ )  $\times$  (ひもを引く距離  $m$ ) =  $2.5(\text{N}) \times 0.6(\text{m}) = 1.5(\text{J})$  である。

ところで、動滑車を使わずに、おもり P ( $5.0\text{N}$ ) を  $0.3\text{m}$  直接引き上げるときの仕事は、

(仕事  $J$ ) = (力  $N$ )  $\times$  (距離  $m$ ) =  $5.0(\text{N}) \times 0.3(\text{m}) = 1.5(\text{J})$  で、動滑車を使った場合と同じになる。

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。

※入試出題頻度(動滑車)：「引く力を求めよ◎」「引く長さを求めよ◎」「仕事を求めよ◎」

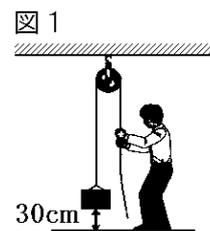
「仕事の原理○」「動滑車 1 個を使ったとき引く力は半分、引く長さは 2 倍◎」

[問題]

滑車を使った仕事について、次の(1), (2)に答えよ。ただし、滑車とロープの重さや摩擦は考えないものとする。

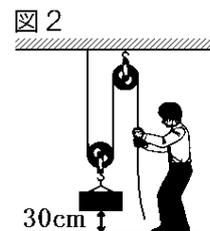
(1) 図1のように、滑車を使ってロープを真下に引き、重さ 25N の荷物をゆっくり一定の速さで 30cm 引き上げた。次の①～③に答えよ。

- ① このとき、人がロープを引いた力の大きさは何 N か。
- ② このとき、荷物が受けている力の合力の大きさは何 N か。
- ③ このとき、人がした仕事の大きさは何 J か。



(2) 図2のように、滑車を使ってロープを真下に引き、重さ 48N の荷物をゆっくり一定の速さで 30cm 引き上げた。次の①～③に答えよ。

- ① このとき、人がロープを引いた力の大きさは何 N か。
- ② このとき、人がロープを引いた長さは何 cm か。
- ③ 月面上で同じ作業を 4 秒かけて行ったとする。このとき、人の仕事率は何 W か。ただし、月面上の重力の大きさは、地球上の 6 分の 1 であるものとする。



(青森県)

[解答欄]

(1)①	②	③	(2)①
②	③		

[解答](1)① 25N ② 0N ③ 7.5J (2)① 24N ② 60cm ③ 0.6W

[解説]

(1)① 図1は定滑車なので、25Nの荷物を持ち上げるのに必要な力は25Nである。

② 荷物には下向きに25Nの重力、上向きにロープから受ける25Nの力が加わっているので、合力は0Nになる。(この2力が釣り合った状態でゆっくりと持ち上げている)

③ (手がした仕事 J)=(引く力 N)×(引く距離 m)=25(N)×0.3(m)=7.5(J)

(2)①, ② 1個の動滑車を使っているので、力は半分の24N(=48(N)÷2)になる。そのかわりにロープを引いた長さは2倍の60cmになる。

③ 月面上の重力の大きさは、地球上の6分の1であるので、荷物にかかる重力の大きさは、48(N)÷6=8(N)である。1個の動滑車を使っているので、力は半分の4Nになる。

ロープを引いた長さは②と同様に60cmになるので、(仕事)=4(N)×0.6(m)=2.4(J)である。4秒かかっているので、(仕事率)=2.4(J)÷4(s)=0.6(W)となる。

[問題]

滑車やてこなどの道具を使うと、物体を動かすために加える力を小さくすることができるが、仕事の大きさ(量)は道具を使わない場合と変わらない。これを( )という。

(北海道)

[解答欄]

[解答]仕事の原理

[問題]

動滑車を使った仕事の説明として最も適当なものを、次のア～エの中から1つ選んで、その記号を書け。ただし、動滑車とひも(糸)の質量は考えないものとする。

- ア 物体を動かすのに必要な力を小さくすることができるが、力を加える距離は長くなる。つまり物体に対する仕事の大きさは変わらない。
- イ 物体を動かすのに必要な力を小さくことができ、力を加える距離も短くなる。つまり物体に対する仕事の大きさは小さくなる。
- ウ 物体を動かすのに必要な力を小さくすることはできないが、力を加える距離は短くなる。つまり物体に対する仕事の大きさは小さくなる。
- エ 物体を動かすのに必要な力を小さくすることはできず、力を加える距離も短くならない。つまり物体に対する仕事の大きさは変わらない。

(茨城県)

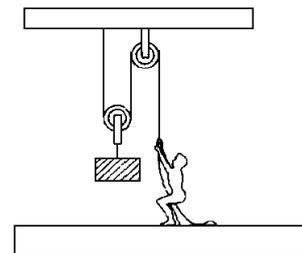
[解答欄]

[解答]ア

[動滑車の質量を考えると]

[問題]

右図のように、Aさんは滑車を使って質量  $55\text{kg}$  のおもりをおもりを床から  $1\text{m}$  の高さまで引き上げた。Aさんがおもりと動滑車にした仕事はいくらか、単位をつけて答えよ。ただし、動滑車の質量は  $5\text{kg}$  であり、ひもの重さと滑車の摩擦は考えないことにする。また、質量  $100\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさを  $1\text{N}$  とする。



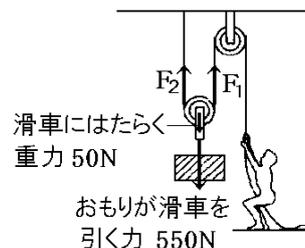
(補充問題)

[解答欄]

[解答]600J

**【解説】**

右図のように、動滑車にはたらく4つの力を考える。おもりの質量は  $55\text{kg}=55000\text{g}$  なので、おもりにたらく重力の大きさは、 $55000 \div 100=550(\text{N})$  である。したがって、おもりが動滑車を下向きに引く力は  $550\text{N}$  である。また、動滑車の質量は  $5\text{kg}=5000\text{g}$  なので、動滑車にはたらく重力の大きさは、 $5000 \div 100=50(\text{N})$  である。



よって、動滑車にはたらく下向きの力の合計は、 $550+50=600(\text{N})$

である。動滑車にはたらく上向きの力は、手が引く力  $F_1$  と天井が動滑車を引く力  $F_2$  なので、 $F_1+F_2=600$  である。 $F_1=F_2$  なので、 $F_1=300(\text{N})$  である。

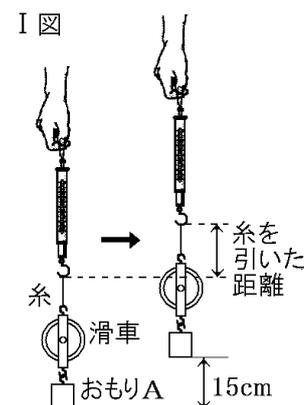
動滑車は1個であるので(定滑車は力の方向を変えるだけである)、おもりを床から  $1\text{m}$  の高さまで引き上げるためには、ひもを  $2\text{m}$  引かなければならない。

したがって、(手がした仕事  $J$ )=(ひもを引く力  $N$ ) $\times$ (ひもを引く距離  $m$ )  
 $=300(\text{N}) \times 2(\text{m})=600(\text{J})$  となる。

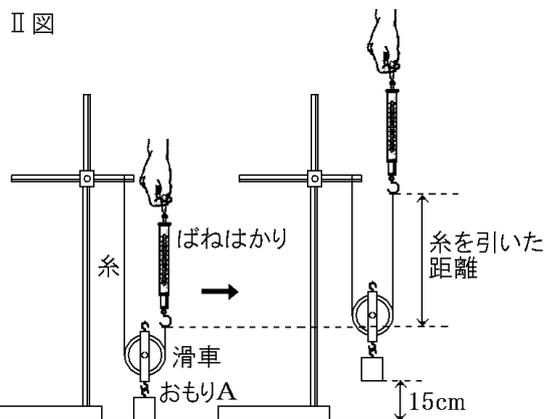
**【問題】**

物体を持ち上げる時の仕事について調べるために、滑車やおもりを用いて、次の実験を行った。これについて、あとの問いに答えよ。ただし、実験で用いた滑車とおもり A の重さはあわせて  $0.4\text{N}$  である。また、糸の重さや滑車にはたらく摩擦は考えないものとする。

(実験)操作①：滑車におもり A をつけ、I 図のようにばねばかりと糸を用いて、滑車とおもり A を高さ  $15\text{cm}$  までゆっくり持ち上げ、糸を引く力の大きさと糸を引いた距離をはかる。



操作②：操作①で用いた滑車を動滑車として使い、II 図のようにばねばかりと糸を用いて、滑車とおもり A を高さ  $15\text{cm}$  までゆっくり持ち上げ、糸を引く力の大きさと糸を引いた距離をはかる。



(1) 操作①において滑車とおもり A をゆっくり持ち上げているあいだの各瞬間における、ばねばかりが糸を引く力と、糸がばねばかりを引く力の関係に関して述べたものとして、最も適当なものを、次のア～エから1つ選べ。

ア どの瞬間においても、ばねばかりが糸を引く力は、糸がばねばかりを引く力よりも大きい。

イ どの瞬間においても、糸がばねばかりを引く力は、ばねばかりが糸を引く力よりも大きい。

ウ どの瞬間においても、ばねばかりが糸を引く力と糸がばねばかりを引く力は同じ大きさである。

エ ばねばかりが糸を引く力のほうが大きくなる瞬間もあれば、糸がばねばかりを引く力のほうが大きくなる瞬間もある。

(2) 操作①において滑車とおもり A を高さ 15cm まで持ち上げたときの仕事の量は何 J か。

(3) 操作②において滑車とおもり A を高さ 15cm まで持ち上げたときの仕事の量は何 J か。

(4) 操作①と操作②それぞれにおいて滑車とおもり A を持ち上げるとき、ばねばかりが動く速さは、ともに 1cm/s であった。それぞれの操作において滑車とおもり A を 15cm 持ち上げたときの仕事率はどのような関係となるか、最も適当なものを、次のア～ウから 1 つ選べ。

ア 操作①における仕事率は、操作②における仕事率よりも大きい。

イ 操作②における仕事率は、操作①における仕事率よりも大きい。

ウ 操作①における仕事率と操作②における仕事率は同じ大きさである。

(京都府)

[解答欄]

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

[解答](1) ウ (2) 0.06J (3) 0.06J (4) ア

[解説]

(2) 滑車とおもり A の重さはあわせて 0.4N で、15cm=0.15m 引き上げているので、  
(手がした仕事 J)=(糸を引く力 N)×(糸を引く距離 m)=0.4(N)×0.15(m)=0.06(J)

(3) 図のように動滑車 1 個を使うと、力は  $\frac{1}{2}$  倍で、糸を引く長さは 2 倍になる。

したがって、(糸を引く力)=0.4(N)÷2=0.2(N)，(糸を引く距離 m)=0.15×2=0.3(m)

よって、(手がした仕事 J)=(糸を引く力 N)×(糸を引く距離 m)=0.2(N)×0.3(m)=0.06(J)  
となる。

(4) 1 秒間あたりの仕事量を仕事率といい、1 秒間あたり 1J

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

の仕事をするとき、仕事率は 1W(ワット)であるという。

操作①では、糸を 15cm 引いているので、かかった時間は、15(cm)÷1(cm/s)=15(s)

したがって、(仕事率 W)=(仕事 J)÷(秒)=0.06(J)÷15(s)=0.004(W)

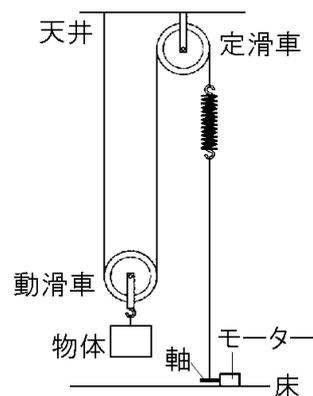
操作②では、糸を 30cm 引いているので、かかった時間は、30(cm)÷1(cm/s)=30(s)

したがって、(仕事率 W)=(仕事 J)÷(秒)=0.06(J)÷30(s)=0.002(W)

よって、操作①における仕事率は、操作②における仕事率よりも大きい。

[問題]

図のように、ばねに糸をつなぎ、40gの動滑車と120gの物体をつり下げて、モーターの軸で糸を巻きとれるようにした。はじめ、モーターの軸が回転しないように、手で固定した。電源装置のスイッチを入れて、モーターの軸から手をはなすと、モーターは糸を静かに巻きとりはじめ、動滑車と物体が引き上げられた。動滑車と物体を50cm引き上げるときのモーターの仕事率が0.2Wであった。質量100gの物体にはたらく重力の大きさを1Nとして、次の問いに答えよ。



- (1) モーターが巻きとった糸の長さは何cmか。
- (2) 何秒かかったか。

(千葉県)

[解答欄]

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

[解答](1) 100cm (2) 4秒

[解説]

図のように動滑車1個を使うと、力は $\frac{1}{2}$ 倍で、糸を引く長さは2倍になる。

したがって、物体を50cm引き上げるときのモーターが巻きとった糸の長さは100cmとなる。40gの動滑車と120gの物体をあわせた質量は160gなので、これにはたらく重力の大きさは、 $160 \div 100 = 1.6(\text{N})$ である。

したがって、モーターが糸を引く力は、 $1.6(\text{N}) \div 2 = 0.8(\text{N})$ である。

(モーターがした仕事  $J$ ) = (糸を引く力  $N$ )  $\times$  (糸を引く距離  $m$ ) =  $0.8(\text{N}) \times 1(\text{m}) = 0.8(\text{J})$

となる。かかった時間を  $x$  秒とする。

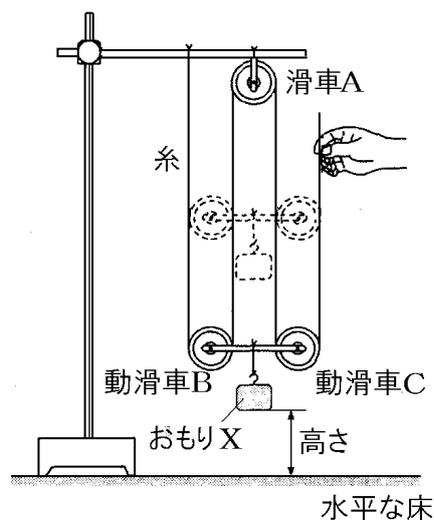
(仕事率  $W$ ) = (仕事  $J$ )  $\div$  (秒)なので、 $0.2(\text{W}) = 0.8(\text{J}) \div x(\text{s})$

したがって、 $x = 0.8 \div 0.2 = 4(\text{s})$

[複数の動滑車を使う場合]

[問題]

日常生活では、重いものを持ち上げるとき、滑車を組み合わせた道具を用いることがある。太郎さんは、滑車を組み合わせた道具を用いても仕事の原理が成り立つことを調べるために、右図のように、滑車 A と動滑車 B、C を組み合わせた装置を用いて、1.2N の重力がはたらいっているおもり X を引き上げる実験をした。図の装置を用いて、糸をゆっくり 40cm 引き上げると、おもり X は 5cm の高さから 15cm の高さまで上がった。このとき、手が糸を引く力を、ばねばかりを用いて調べると、仕事の原理が成り立つことが確認できた。ただし、糸や動滑車などおもり以外の道具の質量、糸の伸び縮み、滑車・動滑車と糸の間の摩擦は考えないものとする。



- (1) 手がおもり X を引く力は何 N か。
- (2) 手がおもり X にした仕事は何 J か。

(愛媛県改)

[解答欄]

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

[解答](1) 0.3N (2) 0.12J

[解説]

「おもり X は 5cm の高さから 15cm の高さまで上がった」とあるので、おもりは 10cm 引き上げられたことがわかる。この装置では、X を 10cm 持ち上げるのに、糸を 40cm 引き上げているので、糸を引いた距離は、実際に持ち上げられた距離の  $40 \div 10 = 4$ (倍) になっている。

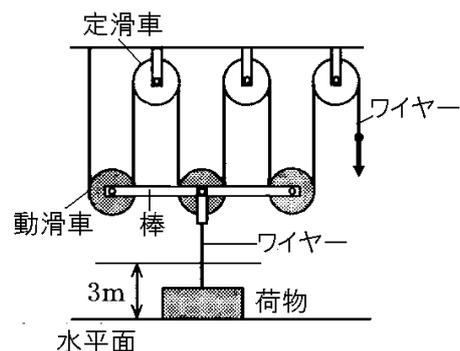
したがって、仕事の原理より、距離が 4 倍のときには、引き上げる力は  $\frac{1}{4}$  倍になる。

よって、(手で引き上げる力) = (X にはたらく重力)  $\times \frac{1}{4} = 1.2(\text{N}) \times \frac{1}{4} = 0.3(\text{N})$  になる。

(手がおもり X にした仕事) = (手で引き上げる力)  $\times$  (糸を引いた距離) =  $0.3(\text{N}) \times 0.4(\text{m}) = 0.12(\text{J})$  になる。

[問題]

建設現場などで使われるクレーンでは、定滑車と動滑車を用いて、小さい力で重いものを持ち上げる工夫がされている。右の図は、あるクレーンの内部を模式的に表したものである。このクレーンは、3つの定滑車と3つの動滑車が1本のワイヤーでつながれ、3つの動滑車は棒で連結されていて、棒はワイヤーを引くと水平面と平行な状態のまま上昇する。このクレーンで、質量  $120\text{kg}$  の荷物を水平面から  $3\text{m}$  の高さまでゆっくりと一定の速さで引き上げるとき、①ワイヤーを引く力の大きさは何  $\text{N}$  か。②また、ワイヤーを引く距離は何  $\text{m}$  か。ただし、ワイヤーと滑車と棒の質量、ワイヤーの伸び、ワイヤーと滑車の摩擦は考えないものとする。



(高知県)

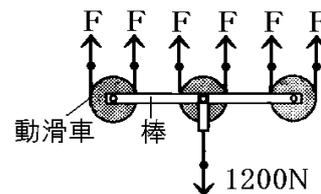
[解答欄]

①	②
---	---

[解答]①  $200\text{N}$  ②  $18\text{m}$

[解説]

① まず、ワイヤーを引く力の大きさを  $F(\text{N})$  として考える。右図の3つの動滑車と棒で連結された部分には、上向きに6つの力が、下向きに荷物がこの部分を引く力が働いている。上向きの6つの力は、すべてワイヤーを引く力  $F(\text{N})$  と等しくなる。したがって、上向きに働く力の合力は  $6F(\text{N})$  になる。



荷物の質量は  $120\text{kg} = 120000\text{g}$  なので、荷物にはたらく重力は、 $120000 \div 100 = 1200(\text{N})$  になる。(上向きに働く力の合力  $6F(\text{N})$ ) = (下向きにはたらく力  $1200\text{N}$ ) なので、 $6F = 1200$ ,  $F = 1200 \div 6 = 200(\text{N})$  になる。

② 仕事の原理を使って考える。

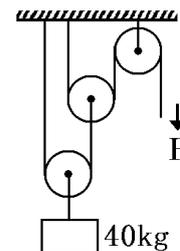
荷物にはたらく重力は  $1200\text{N}$  なので、これを直接  $3\text{m}$  持ち上げるときの仕事は、 $1200(\text{N}) \times 3(\text{m}) = 3600(\text{J})$  になる。

図のクレーンを使って持ち上げる場合、ワイヤーを引く力は①より  $200\text{N}$  である。ワイヤーを引く距離を  $X(\text{m})$  とすると、(仕事) =  $200(\text{N}) \times X(\text{m}) = 200X(\text{J})$  になる。

したがって、 $200X = 3600$  が成り立つ。よって、 $X = 3600 \div 200 = 18(\text{m})$  になる。

[問題]

右図の組み合わせ滑車で、①物体を 1m 引き上げるのに必要な力  $F$  と②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。



(補充問題)

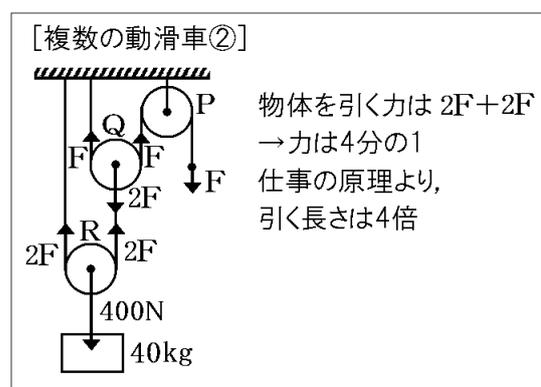
[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 100N ② 4m

[解説]

① 右図で、P は定滑車で力の方向を変えるだけなので、ひもを  $F(N)$  の力で引くと、動滑車 Q は右側のひもから上向きに  $F(N)$  の力で引かれる。また、動滑車 Q は天井から左側のひもを通して  $F(N)$  の力で引かれる。したがって、動滑車 Q にはたらく上向きの力の合計は、 $2F(N)$  になる。動滑車 Q は動滑車 R から下向きの力を受けるが、上向きの力と下向きの力はつり合っているため、下向きの力は  $2F(N)$  になる。



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

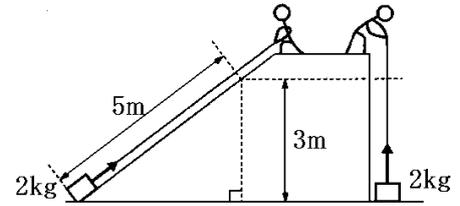
質量が  $40\text{kg}=40000\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさは  $400\text{N}$  であるため、動滑車 R は物体から下向きに  $400\text{N}$  の力を受ける。動滑車 R にはたらく上向きの力  $4F(N)$  と、下向きの力  $400\text{N}$  はつり合うため、 $4F=400$  が成り立つ。したがって、 $F=400\div 4=100(N)$

②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。

【】 斜面を使った仕事

[問題]

右図のように、質量  $2\text{kg}$  の 2 つの物体を、次の 2 つの方法でそれぞれ高さ  $3\text{m}$  までゆっくりと引き上げる。質量が  $100\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさを  $1\text{N}$  とし、(1)、(2)の間に答えよ。ただし、ひもの重さおよび物体と斜面との間の摩擦は考えないものとする。



- ・物体を真上に引き上げる。
- ・物体を斜面にそって引き上げる。

- (1) 物体を真上に  $3\text{m}$  引き上げるのに必要な仕事は何  $\text{J}$  か。  
 (2) 物体を斜面にそって  $5\text{m}$  引き上げるときの引く力の大きさは何  $\text{N}$  か。

(佐賀県)

[解答欄]

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

[解答](1)  $60\text{J}$  (2)  $12\text{N}$

[解説]

(1) 質量が  $100\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさは  $1\text{N}$  なので、 $2\text{kg}=2000\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさは、 $2000 \div 100 = 20(\text{N})$  である。したがって、物体を真上に引き上げる場合の仕事は、

$$(\text{ひもを引く力 } \text{N}) \times (\text{ひもを引く距離 } \text{m}) = 20(\text{N}) \times 3(\text{m}) = 60(\text{J}) \text{ になる。}$$

(2) 物体を斜面にそって引き上げるときの引く力の大きさを  $F(\text{N})$  とすると、

(斜面を使ったときの仕事  $\text{J}$ ) = (ひもを引く力  $\text{N}$ )  $\times$  (ひもを引く距離  $\text{m}$ ) =  $F(\text{N}) \times 5(\text{m}) = 5F(\text{J})$   
 ある物体を一定の高さに持ち上げるのに必要な仕事は、垂直に持ち上げて、斜面を用いて持ち上げて同じである(仕事の原理)ので、

$$5F = 60, \text{ よって, } F = 60 \div 5 = 12(\text{N})$$

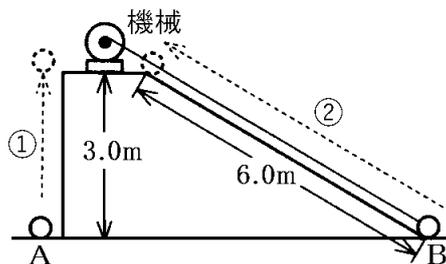
※入試出題頻度：「仕事の原理を使って、斜面にそって物体を引く力を求める問題◎」

[仕事の原理→引く力]

(仕事) =  $F(\text{N}) \times 5(\text{m})$     (仕事) =  $20(\text{N}) \times 3(\text{m})$   
 仕事の原理より、 $F(\text{N}) \times 5(\text{m}) = 20(\text{N}) \times 3(\text{m})$

[問題]

次の図のように、水平な地面上の A 点と B 点に重さ 20N の球形の物体をそれぞれ置く。これらの物体を次の①、②のように移動した。



- ① A 点に置いた物体を、真上に 20N の力を加え続けて 3.0m の高さまで移動した。  
 ② B 点に置いた物体を、機械を使用して、摩擦のない 6.0m の斜面を一定の速さで引き上げ、3.0m の高さまで移動した。
- (1) 実験の①で、3.0m の高さまで移動したとき、物体がされた仕事は何 J か。  
 (2) 実験の②で、物体は 6.0m の斜面を 0.50m/s の速さで引き上げられた。機械が物体を引き上げる力は何 N か。また、この機械の仕事率は何 W か。

(福井県)

[解答欄]

(1)	(2)力：	仕事率：
-----	-------	------

[解答](1) 60J (2)力：10N 仕事率：5.0W

[解説]

(1) (仕事 J) = (糸を引く力 N) × (糸を引く距離 m) = 20(N) × 3.0(m) = 60(J)

(2) 機械が物体を引き上げる力を F(N) とすると、

(仕事 J) = (糸を引く力 N) × (糸を引く距離 m) = F(N) × 6.0(m) = 6F(J) である。

ところで、斜面を使って 3.0m の高さまで持ち上げるときの仕事は、実験①のように直接 3.0m の高さまで持ち上げるときの仕事と等しい。

よって、(仕事 J) = 6F(J) = 60(J)

ゆえに、 $F = 60 \div 6 = 10(N)$  になる。

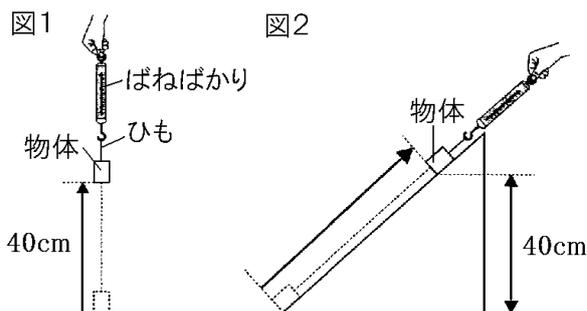
6.0m の斜面を 0.50m/s の速さで引き上げるときにかかる時間は、

$6.0(m) \div 0.50(m/s) = 12(s)$  である。

したがって、(仕事率 W) = (仕事 J) ÷ (秒) = 60(J) ÷ 12(s) = 5.0(W)

[問題]

図 1 のように、300g の物体にひもをつけ、床から 40cm の高さまでゆっくりと一定の速さで引き上げた。次に、図 2 のように、同じ物体を斜面上に置き、床から 40cm の高さまで斜面に沿ってゆっくりと一定の速さで引いたところ、ばねばかりは 2.0N を示した。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 とし、ひもの重さや物体と斜面との摩擦は考えないものとする。



- (1) 図 1, 2 で、手が物体にした仕事の大きさは変わらない。このことを何というか。
- (2) 図 2 について、物体が斜面に沿って移動した距離は何 cm か。
- (3) 図 2 のときより、斜面の傾きの角度を大きくして、物体を斜面に沿って高さ 40cm までゆっくりと引き上げた。このときの引く力の大きさと引く距離は、(2)のときと比べて、それぞれどうなるか、次のア～エから最も適当なものを 1 つ選び、その記号を書け。ただし、斜面の傾きの角度は、 $90^\circ$  未満とする。
  - ア 引く力の大きさは大きくなり、引く距離は短くなる。
  - イ 引く力の大きさは大きくなり、引く距離は長くなる。
  - ウ 引く力の大きさは小さくなり、引く距離は短くなる。
  - エ 引く力の大きさは小さくなり、引く距離は長くなる。

(青森県改)

[解答欄]

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

[解答](1) 仕事の原理 (2) 60cm (3) ア

[解説]

(1)(2) 300g の物体にはたらく力は、 $300 \div 100 = 3(\text{N})$ である。

図 1 において、(図 1 の仕事  $J$ ) = (力  $\text{N}$ )  $\times$  (距離  $\text{m}$ ) =  $3(\text{N}) \times 0.4(\text{m}) = 1.2(\text{J})$

図 2 において、(図 2 の仕事  $J$ ) = (力  $\text{N}$ )  $\times$  (距離  $\text{m}$ )、(仕事  $J$ ) =  $2(\text{N}) \times$  (距離  $\text{m}$ )

仕事の原理より、(図 2 の仕事  $J$ ) = (図 1 の仕事  $J$ )なので、

$2(\text{N}) \times$  (距離  $\text{m}$ ) =  $1.2(\text{J})$ 、(距離  $\text{m}$ ) =  $1.2(\text{J}) \div 2(\text{N}) = 0.6(\text{m})$ 、 $0.6\text{m} = 60\text{cm}$

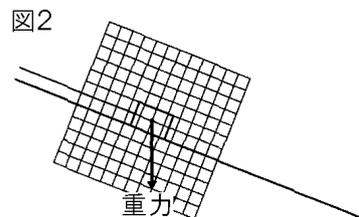
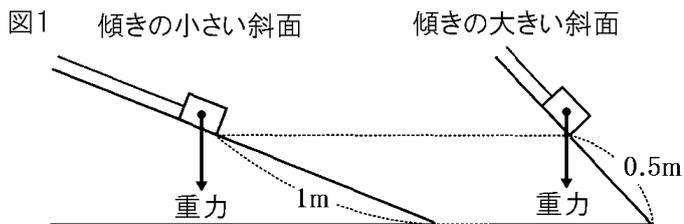
(3) 仕事の原理より、(図 2 の仕事  $J$ ) = (図 1 の仕事  $J$ )なので、

(斜面に沿って引く力  $\text{N}$ )  $\times$  (斜面上を移動した距離  $\text{m}$ ) =  $1.2(\text{J}) \cdots \textcircled{1}$

斜面の傾きの角度を大きくすると、距離は短くなる。①の式より、距離が短くなると斜面に沿って引く力は大きくなる。

[問題]

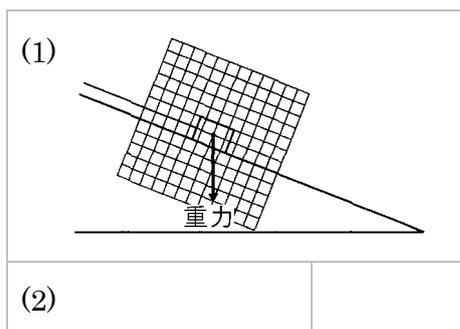
図1のように、同じ質量のおもりにそれぞれ糸をつけ、傾きの異なる2つの斜面を使い、同じ高さまで斜面にそってゆっくり引き上げるときの仕事を調べた。傾きの小さい斜面を使っておもりを引き上げるときに必要な力は3Nで、引いた距離は1mであった。ただし、糸の質量やおもりと斜面との間の摩擦は考えないものとする。また、図ではおもりに はたらく重力だけを示している。



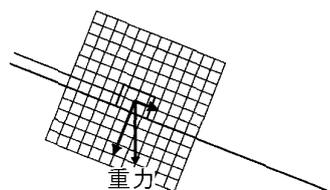
- (1) 傾きの小さい斜面上のおもりにはたらく重力の、斜面に平行な分力と斜面に垂直な分力を図2にかけ。
- (2) 傾きの大きい斜面では、おもりを引き上げる距離が0.5mであった。引き上げるときに必要な力の大きさは何Nか。仕事の原理を使って求めよ。

(長崎県)

[解答欄]



[解答](1)



(2) 6N

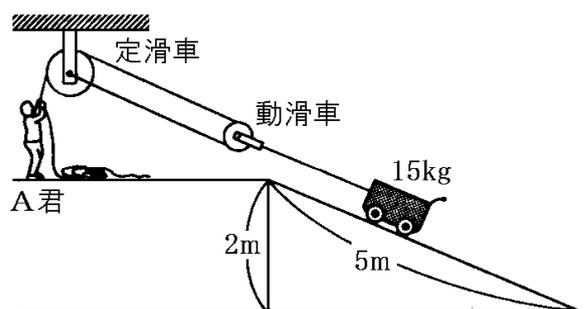
[解説]

(2) 傾きの小さい斜面の場合、(仕事)=(力の大きさ N)×(力の向きに動いた距離 m)より、  
 (仕事)=3(N)×1(m)=3(J)

傾きの大きい斜面の場合、引き上げる高さは傾きの小さい斜面の場合と同じなので、仕事は同じ3Jになる。傾きの大きい斜面で引き上げるときに必要な力の大きさをF(N)とすると、  
 (仕事)=F(N)×0.5(m)=3(J) が成り立つ。したがって、 $F=3(J) \div 0.5(m)=6(N)$

[問題]

右の図は、A君が滑車を使って、なめらかな斜面上にある質量  $15\text{kg}$  の物体を、高さ  $2\text{m}$  の台上に引き上げるようすを示したものである。これについて、次の各問いに答えよ。ただし、動滑車やひもの質量、物体と斜面や滑車とひもの摩擦等は考えないものとする。また、質量  $100\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさを  $1\text{N}$  とする。



- (1) A君が物体を、床面から  $2\text{m}$  の高さの台上まで引き上げるのに、 $15$  秒かかった。このときのA君の仕事率は何  $W$  か。
- (2) A君が物体を引き上げるのに必要な力の大きさは何  $N$  か。

(京都府)

[解答欄]

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

[解答](1)  $20W$  (2)  $30N$

[解説]

(1) まず、 $15\text{kg}$  の物体を垂直に  $2\text{m}$  引き上げるときの仕事を求める。

質量  $15\text{kg}=15000\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさは、 $15000\div 100=150(\text{N})$ なので、

$$(\text{仕事 } J)=(\text{引く力 } N)\times(\text{引く距離 } m)=150(\text{N})\times 2(\text{m})=300(\text{J})$$

斜面を使って物体を  $2\text{m}$  の高さまで持ち上げる仕事は、垂直に  $2\text{m}$  持ち上げる仕事と同じ  $300\text{J}$  である。かかった時間は  $15$  秒なので、

$$(\text{仕事率 } W)=(\text{仕事 } J)\div(\text{秒})=300(\text{J})\div 15(\text{s})=20(\text{W}) \text{ となる。}$$

(2) (A君がする仕事  $J$ )=(手が引く力  $N$ ) $\times$ (ひもを引く距離  $m$ )で、仕事は(1)より  $300\text{J}$  なので、ひもを引く距離がわかれば、手が引く力が計算できる。

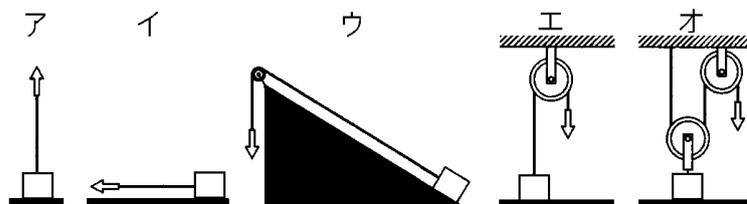
斜面の長さは  $5\text{m}$  で、動滑車が  $1$  個使われているので、(ひもを引く距離) $=5(\text{m})\times 2=10(\text{m})$

$$\text{したがって、}(\text{手が引く力 } N)\times 10(\text{m})=300(\text{J})$$

よって、(手が引く力  $N$ ) $=300(\text{J})\div 10(\text{m})=30(\text{N})$  となる。

[問題]

右図は、床においた質量  $80\text{kg}$  のバーベルを、 $1.5\text{m}$  の高さまで持ち上げたときのようすを表したものである。このときと同じ仕事の量になるのは、次のア～オのうちどれか。すべて選んで、その記号を書け。ただし、すべて、ひもを矢印( $\Rightarrow$ )の方向に  $1.5\text{m}$  引いて質量  $80\text{kg}$  の物体を動かしたときの仕事の量とし、ひもや滑車の質量、まさつはないものとする。



(和歌山県)

[解答欄]

[解答]ア, エ

[解説]

質量  $80\text{kg}=80000\text{g}$  の物体にはたらく重力の大きさは  $80000(\text{g})\div 100=800(\text{N})$  である。

問題のバーベルを持ち上げる仕事で、加える力は  $800\text{N}$  で、動かす距離は  $1.5\text{m}$  である。

ア～オで、手がひもを引く距離はすべて  $1.5\text{m}$  で同じであるので、引く力が同じ  $800\text{N}$  になるかどうか考えればよい。

ア：ひもを引く力は  $800\text{N}$  である。

イ：引く力は摩擦力と等しいが、摩擦力は物体にはたらく重力とは異なる。

ウ：斜面を使っているので、引く力は  $800\text{N}$  より小さくなる。

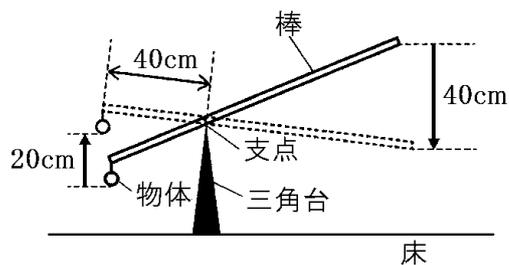
エ：定滑車なので、ひもを引く力は  $800\text{N}$  である。

オ：動滑車を使っているので、引く力は  $800\text{N}$  の半分になる。

【】 輪軸・てこを使った仕事

[問題]

右の図は、かたくて長い棒をてことして利用するときの模式図である。てこの支点が棒の左はしから 40cm となるよう三角台を調整し、棒の左はしに糸で重さ 300N の物体をつるした。棒の右はしに下向きの力を加えて、ゆっくりと 40cm 押し下げると、物体は 20cm 持ち上がった。このとき、棒の右はしに加えた力の大きさは何 N か。ただし、棒と糸の重さは考えないものとする。  
(鹿児島県)



[解答欄]

[解答]150N

[解説]

(物体がされた仕事 J) = (力 N) × (距離 m) = 300(N) × 0.2(m) = 60(J)

(手がした仕事 J) = (加えた力 N) × (距離 m) = (加えた力 N) × 0.4(m)

仕事の原理より、(手がした仕事 J) = (物体がされた仕事 J)なので、

(加えた力 N) × 0.4(m) = 60(J), (加えた力 N) = 60(J) ÷ 0.4(m) = 150(N)

※入試出題頻度：この単元(てこ・輪軸)はときどき出題される。

[問題]

道具を使って物体を持ち上げる仕事を調べるために、次の実験を行った。後の各問いに答えよ。ただし、100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とし、ロープ、棒およびばねばかりの質量は無視できるものとする。

- ① 台の上にある質量 1kg の物体を、長さ 3.0m のかたい棒の端 A 点にとりつけ、もう一方の端 B 点には、ばねばかりをとりつけた。図 1 のように、A 点からの距離が 0.5m の点に、天井に固定したロープをしっかりと結びつけた。
- ② 図 2 のように、B 点のばねばかりを下向きにゆっくりと引き、A 点の物体を 0.2m 持ち上げた。このときのばねばかりの目もりを読んだ。

図1

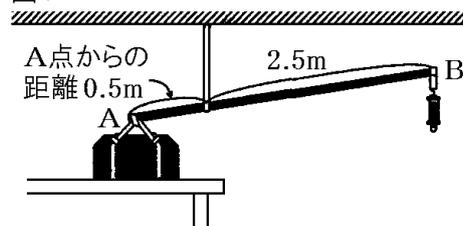
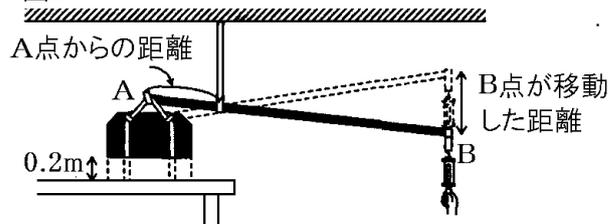


図2



- ③ A点からの距離が1.0m, 1.5m, 2.0mの各点にロープを結びかえ, ②と同様に, A点の物体を0.2m持ち上げた。このときのばねばかりの目もりを, それぞれ読んだ。次の表は, ②, ③の結果をまとめたものである。

A点からの距離(m)	0.5	1.0	1.5	2.0
ばねばかりの値(N)	2	( a )	10	20
B点が移動した距離(m)	1.0	0.4	0.2	( b )

- (1) 表の空欄 a, b に当てはまる数値を, それぞれ求めよ。  
 (2) ②で, 物体を0.2m持ち上げるのに5秒かかった。このときの仕事率は何Wか。  
 (大分県)

[解答欄]

(1)a	b	(2)
------	---	-----

[解答](1)a 5 b 0.1 (2) 0.4W

[解説]

(1) 1kgの物体を直接0.2m持ち上げるときの仕事は,  $10(\text{N}) \times 0.2(\text{m}) = 2(\text{J}) \cdots \text{ア}$  である。

A点からの距離が0.5mのとき, 手は2Nの力で, 1.0m引いているので,

(手がした仕事) =  $2(\text{N}) \times 1.0(\text{m}) = 2(\text{J}) \cdots \text{イ}$  である。

アとイは等しくなるが, これは, 道具を使っても仕事の大きさは同じになる(仕事の原理)からである。A点からの距離が1.0m, 1.5m, 2.0mの各点にロープを結びかえた場合も,

(手がした仕事) = (ばねばかりの値(N))  $\times$  (B点が移動した距離(m)) = 2(J)になる。

よって,  $a \times 0.4 = 2$ ,  $a = 2 \div 0.4 = 5$

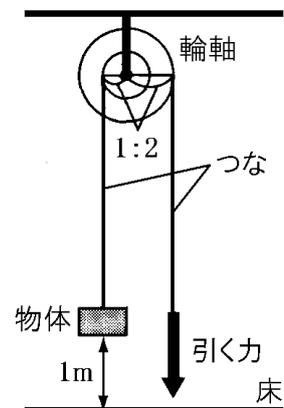
$20 \times b = 2$ ,  $b = 2 \div 20 = 0.1$  となる。

(2) (仕事率 W) = (仕事 J)  $\div$  (時間 s) =  $2(\text{J}) \div 5(\text{s}) = 0.4(\text{W})$

[問題]

右の図のように, 天井からつるされた半径の比が1:2の輪軸を使い, 重さ50Nの物体を床から1mゆっくりと持ち上げた。次のア~エのうち, つなを引く力の大きさと, つなを引いた距離の組み合わせとして, 正しいものはどれか。1つ選び, その記号を書け。ただし, つなや輪軸の質量, 摩擦は考えないものとする。

	つなを引く力の大きさ	つなを引いた距離
ア	25N	0.5m
イ	25N	2m
ウ	100N	0.5m
エ	100N	2m



(岩手県)

[解答欄]

--

[解答]イ

[解説]

輪軸の2つの円の半径の比が1:2であるので、円周の比も1:2になる。

したがって、(物体が持ち上げられた距離):(つなを引いた距離)=1:2になる。

よって、物体を1m持ち上げるとき、つなを引いた距離は2mになる。

仕事の原理より、つなを引く距離が2倍のときには、引く力は $\frac{1}{2}$ 倍になる。

したがって、(つなを引く力の大きさ) $=50(\text{N}) \times \frac{1}{2} = 25(\text{N})$ となる。

[問題]

図1、図2は、自転車の変速機を模式的に表したものである。自転車にはペダルの歯車と後輪の歯車があり、チェーンでつながっている。変速機は後輪の歯車の大きさをかえることができる。次の文は、生徒と先生の会話である。文中の①、②の( )内からそれぞれ適語を選べ。

生徒：図2は、図1に対して後輪の歯車が大きいですね。

先生：上り坂のときは、図2のように後輪の歯車を大きなものにかえることで小さな力で坂を上ることができます。

生徒：実験と観察から変速機のしくみがよくわかりました。図1に比べて図2のときは、後輪の歯車を1回転させるとき、ペダルの回転数は①(多くなり/少なくなり/かわらず)、仕事の量は②(大きくなる/小さくなる/かわらない)はずですね。

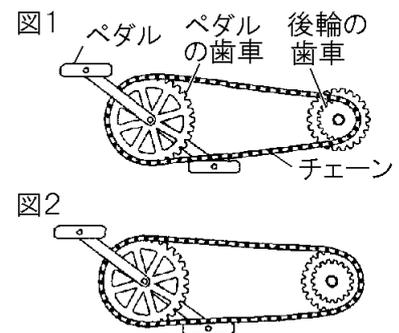
先生：その通りです。よくわかりましたね。

(岩手県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 多くなり ② かわらない



## 【】位置エネルギーと運動エネルギー

[位置エネルギー]

[問題]

物体を重力にさからって基準面からゆっくりある高さまで持ち上げたとき、この物体にした仕事の量が物体のもつ位置エネルギーとなる。水 1000kg が基準面から 50m の高さのダムにあるとき、この水のもつ位置エネルギーは何 J か。ただし、質量 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。

(鳥取県)

[解答欄]

[解答]500000J

[解説]

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

質量が 1000kg=1000000g の水にはたらく重力の大きさは、 $1000000 \div 100 = 10000(\text{N})$ である。したがって、1000kg の水を 50m 持ち上げるのに必要な仕事は、 $\text{(仕事 J)} = 10000(\text{N}) \times 50(\text{m}) = 500000(\text{J})$ である。よって、基準面から 50m の高さのダムにある 1000kg の水の位置エネルギーは 500000(J)である。

※入試出題頻度：「位置エネルギーの計算△」

[問題]

水平面から 8cm の高さの斜面上に置いた質量 45g の金属球 A がもつ位置エネルギーの大きさは、水平面から 2cm の高さの斜面上に置いた質量 30g の金属球 B がもつ位置エネルギーの大きさの何倍であると考えられるか、最も適当なものを、次の[ ]から選べ。

[ 1.5 倍 3 倍 4 倍 6 倍 ]

(北海道)

[解答欄]

[解答]6 倍

[解説]

質量 45g の金属球 A にはたらく重力の大きさは  $45 \div 100 = 0.45(\text{N})$ で、 $8\text{cm} = 0.08\text{m}$ なので、 $\text{(A の位置エネルギー)} = \text{(A を 8cm 持ち上げる仕事)} = 0.45(\text{N}) \times 0.08(\text{m}) = 0.036(\text{J})$ である。質量 30g の金属球 B にはたらく重力の大きさは  $30 \div 100 = 0.3(\text{N})$ で、 $2\text{cm} = 0.02\text{m}$ なので、 $\text{(B の位置エネルギー)} = \text{(B を 2cm 持ち上げる仕事)} = 0.3(\text{N}) \times 0.02(\text{m}) = 0.006(\text{J})$ である。よって、A の位置エネルギーは B の位置エネルギーの  $0.036(\text{J}) \div 0.006(\text{J}) = 6$  倍である。

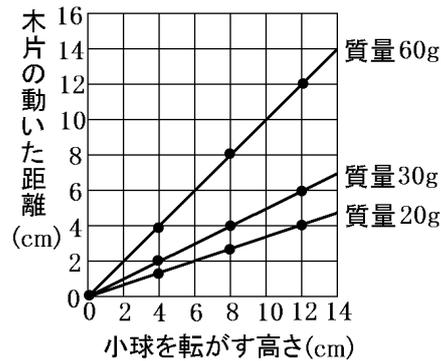
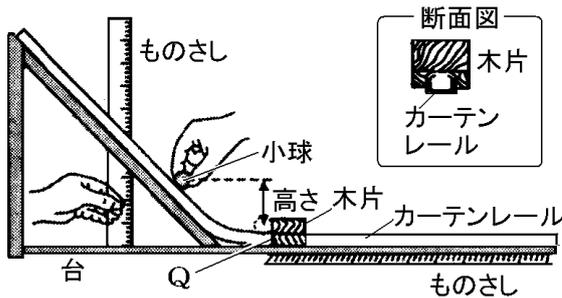
[木片の移動距離の実験]

[問題]

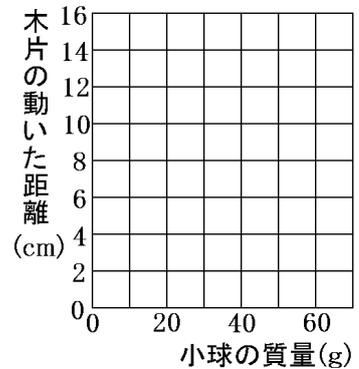
斜面をもつ台に固定したカーテンレールの上に置いた小球を転がして、次の実験をした。これについて、あとの問いに答えよ。

(実験)

下の図のように、小球をいろいろな高さから静かに転がし、Q 点に置いた木片に衝突させたところ、木片は小球と一緒に動いて止まった。このとき木片が動く距離を、小球を転がす高さ、小球の質量を変えてくり返し測定した。下の図は、質量 20g、30g、60g の小球を用いて実験したときの、小球を転がす高さ、木片の動いた距離との関係を表したものである。

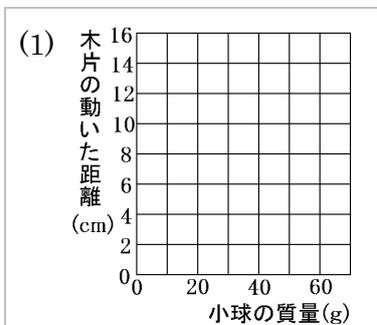


- 小球を転がす高さを 12.0cm にしたとき、小球の質量と木片の動いた距離との関係をグラフに表せ。
- 位置エネルギーは、小球の高さに比例し、小球の質量に比例すると考えられる。このことより、質量 30g の小球が高さ 12.0cm にあるとき、質量 60g の小球が( )cm の高さにあるときの位置エネルギーは同じであると考えられる。( )に適する数字を入れよ。
- この装置を用いて、質量 48g の小球を 10.0cm の高さから転がすと、木片は何 cm 動くと考えられるか。



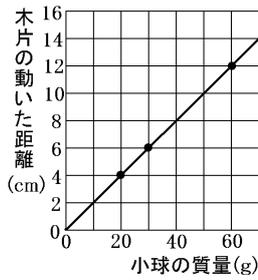
(香川県)

[解答欄]



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

[解答](1) (2) 6.0 (3) 8.0cm



[解説]

(1) 与えられたグラフより、小球が 20g で高さが 12.0cm のときの木片の移動距離は 4cm、小球が 30g で高さが 12.0cm のときの木片の移動距離は 6cm、小球が 60g で高さが 12.0cm のときの木片の移動距離は 12cm である。この 3 つの点をグラフ上にとり、直線で結ぶ。

(2) (位置エネルギー J) = (物体にはたらく重力 N) × (高さ m) である。質量 60g の小球にはたらく重力は、質量 30g の小球にはたらく重力の 2 倍なので、位置エネルギーが同じになるためには高さが  $\frac{1}{2}$  になればよい。したがって、質量 60g の小球の高さは、 $12.0(\text{cm}) \times \frac{1}{2} = 6.0(\text{cm})$

である。

(3) 木片の動いた距離は位置エネルギーに比例するので、(高さ) × (小球の質量) に比例する。よって、(木片の移動距離) = a × (高さ) × (小球の質量) (a は比例定数)

例えば、小球が 20g で高さが 12.0cm のときの木片の移動距離は 4cm なので、

$$4 = a \times 12.0 \times 20 \text{ が成り立つ。よって、} a = 4 \div 12.0 \div 20 = \frac{4}{12 \times 20} = \frac{1}{60}$$

$$\text{ゆえに、(木片の移動距離)} = \frac{1}{60} \times (\text{高さ}) \times (\text{小球の質量})$$

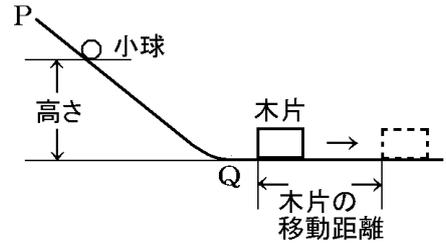
$$\text{質量 48g の小球を 10.0cm の高さから転がすと、(木片の移動距離)} = \frac{1}{60} \times 10 \times 48 = 8.0(\text{cm})$$

※入試出題頻度：「小球の高さと木片の移動距離は比例○」

「小球の質量と木片の移動距離は比例○」

[問題]

右の図のような滑らかな斜面 PQ 上で質量 40g の小球を静かにはなし、水平面上に静止している木片に衝突させたところ、木片は移動して停止した。この実験を、小球をはなす高さを変えて行ったとき、木片の移動距離は、表 1 のようになった。

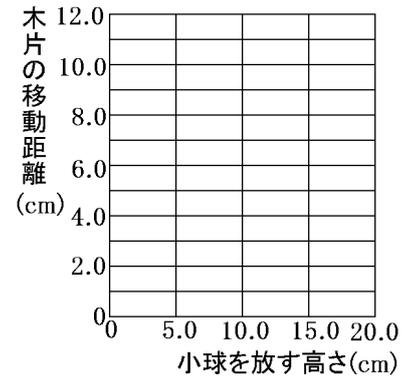


次に、質量の異なる小球を用いて、斜面 PQ 上の同じ高さの点から小球をはなして、それぞれこの実験を行ったとき、木片の移動距離は、表 2 のようになった。このことに関して、次の問いに答えよ。

表 1				
小球をはなす高さ[cm]	5.0	10.0	15.0	20.0
木片の移動距離[cm]	2.8	5.6	8.4	11.2

表 2				
小球の質量[g]	10	15	20	40
木片の移動距離[cm]	1.4	2.1	2.8	5.6

- 表 1 の結果をもとにして、小球をはなす高さ と 木片の移動距離 の関係を表すグラフを右に書け。
- 下線部分について、この点の高さは何 cm か。
- 斜面 PQ 上で高さ 12.5cm の点から 25g の小球を静かにはなし、水平面上に静止している木片に衝突させたときの木片の移動距離は何 cm か、小数第 2 位を四捨五入して求めよ。



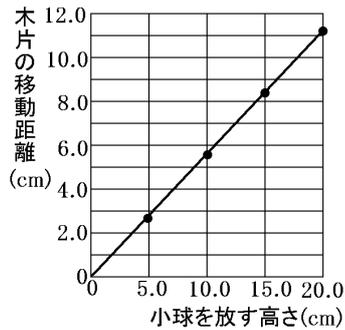
(新潟県)

[解答欄]

(1)

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

[解答](1) 木片の移動距離 (cm) (2) 10.0cm (3) 4.4cm



[解説]

(2) 表 2 で小球が 40g のとき木片の移動距離は 5.6cm になっている。表 1 は 40g の小球を使っているが、木片の移動距離が 5.6cm のときの小球をはなす高さは 10.0cm であることがわかる。

(3) 高い位置にある物体がもっているエネルギーを位置エネルギーという。物体の位置エネルギーは、物体の質量と基準面からの高さによって決まる。表 1 のように、高さが 2 倍、3 倍、4 倍・・・になると、木片の移動距離は 2 倍、3 倍、4 倍・・・になるので位置エネルギーは 2 倍、3 倍、4 倍・・・になると考えられる。また、表 2 のように、物体の質量が 2 倍、3 倍、4 倍・・・になると、位置エネルギーは 2 倍、3 倍、4 倍・・・になる。したがって、

(位置エネルギー)=(質量)×(高さ) という関係が成り立つ。

表 1 と表 2 について、(質量)×(高さ)と木片の移動距離をまとめると、次のようになる。

表 1				
小球をはなす高さ[cm]	5.0	10.0	15.0	20.0
高さ×質量(40g)	200	400	600	800
木片の移動距離[cm]	2.8	5.6	8.4	11.2

表 2				
小球の質量[g]	10	15	20	40
高さ(10cm)×質量	100	150	200	400
木片の移動距離[cm]	1.4	2.1	2.8	5.6

この 2 つの表から、木片の移動距離と(高さ×質量=位置エネルギー)は比例の関係にあることが分かる。したがって、(木片の移動距離)=a×(高さ×質量)・・・①の式が成り立つ。

例えば表 2 より、(高さ×質量)=100 のとき(木片の移動距離)=1.4(cm)なので、①に代入すると、 $1.4 = a \times 100$  となる。よって、 $a = 1.4 \div 100 = 0.014$  となり、

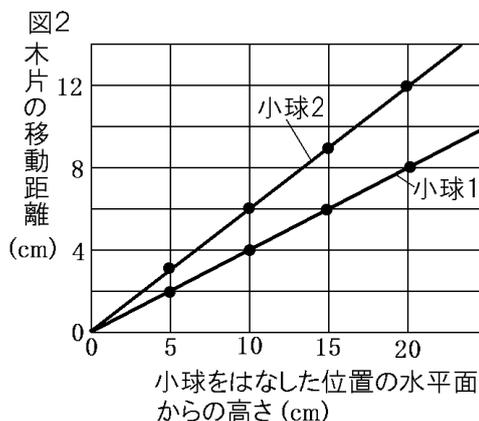
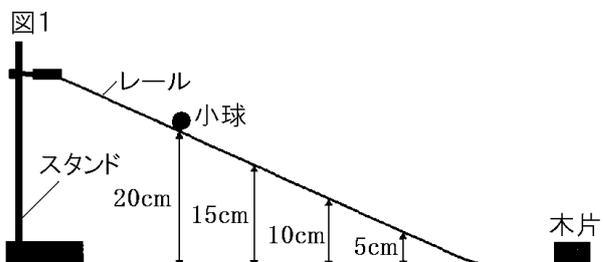
(木片の移動距離)= $0.014 \times$ (高さ×質量) が成り立つ。

(高さ)=12.5cm、(質量)=25g のとき、

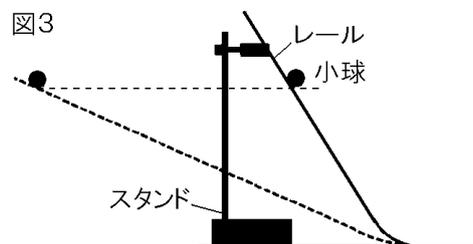
(木片の移動距離)= $0.014 \times (12.5 \times 25) = 4.375 = \text{約 } 4.4(\text{cm})$  となる。

[問題]

水平な台の上に置かれたレールを図1のようにスタンドで固定し、レールの水平部分の上に木片を置く。質量20gの小球1と、質量30gの小球2を、それぞれ高さが5cm、10cm、15cm、20cmとなる位置から静かにはなして木片にあて、木片が移動した距離を調べた。実験結果をまとめると図2のようになった。小球とレールの間には摩擦はなく、木片とレールの間には一定の大きさの摩擦はたらくものとする。



- (1) 小球1を静かにはなして木片にあてるとき、木片の移動距離を10cmにするためには、小球1をはなす高さを何cmにすればよいか。図2の結果を用いて答えよ。
- (2) 図2の結果から、高さ10cmの位置にある小球2と同じ大きさのエネルギーをもつときの小球1の高さは何cmか。
- (3) 図3の装置から木片を取り除き、図3のようにレールの傾きを変えて小球の運動を調べた。同じ質量の小球を同じ高さから静かにはなすとき、傾きを大きくすると、水平面に達するまでの時間と水平面での速さはどうなるか。その説明文として最も適当なものは、次のどれか。
  - ア 短い時間ですべり下り、速さは速くなる。
  - イ 短い時間ですべり下り、速さは変わらない。
  - ウ 時間は変わらないが、速さは速くなる。
  - エ 時間、速さともに傾きには関係なく変わらない。



(長崎県)

[解答欄]

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

[解答](1) 25cm (2) 15cm (3) イ

[問題]

質量が異なる 2 つのものさしを粘土に落とし、粘土の変形の様子から位置エネルギーの大小関係を調べることにした。位置エネルギーとものさしの質量との関係を調べるには、質量と高さの条件をどのように決めて実験をすればよいか。「質量」、「高さ」の 2 つのことを使って、簡単に説明せよ。

(岩手県)

[解答欄]

[解答]異なる質量のものさしを同じ高さから落とす。

[運動エネルギー]

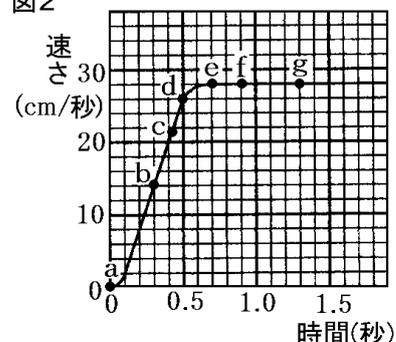
[問題]

図 1 のように水平な床の上にボールを静止させ、手で軽く押しとボールは水平方向に運動する。図 2 は、この運動

図 1



図 2



の時間と速さの関係を表したグラフである。図 2 の各点におけるボールの運動エネルギーの比較として、最も適当なものはどれか。次のア～エの中から 1 つ選び、その記号を書け。ただし、ボールにはたらく摩擦や空気抵抗及びボールの大きさの影響は考えないものとする。

- ア 点 c における運動エネルギーは、点 g における運動エネルギーより大きい。
- イ 点 f における運動エネルギーは、点 g における運動エネルギーより小さい。
- ウ 点 c における運動エネルギーは、点 b における運動エネルギーより大きい。
- エ 点 f における運動エネルギーは、点 b における運動エネルギーより小さい。

(山梨県)

[解答欄]

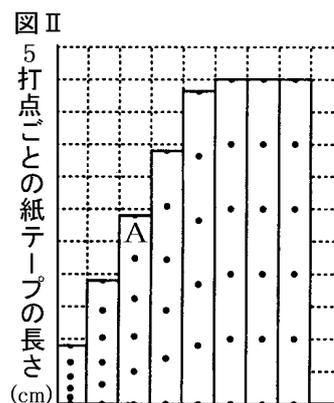
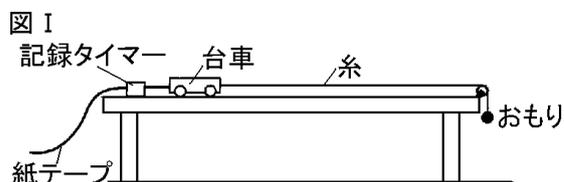
[解答]ウ

[解説]

運動エネルギーは、その物体の質量に比例し、速さの 2 乗に比例する。したがって、質量が同じ場合は、速さが大きくなれば運動エネルギーも大きくなる。図 2 より、a～g の速さは、 $a < b < c < d < e = f = g$  であるので、運動エネルギーの大きさも、 $a < b < c < d < e = f = g$  となる。  
 ※入試出題頻度：「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○」

[問題]

図 I のように、台車を手で押さえておき、水平な机の上で、静かに手をはなした後の運動のようすを、記録タイマーを用いて紙テープに記録した。図 II は、記録された紙テープを、はじめの部分は少し取り除いて、5 打点ごとに切って台紙にはりつけたものである。



A の紙テープが記録されたとき、台車の位置エネルギーは①(小さくなりつつある／変化していない)、台車の運動エネルギーは②(大きくなりつつある／変化していない)。

(群馬県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答] ① 変化していない ② 大きくなりつつある

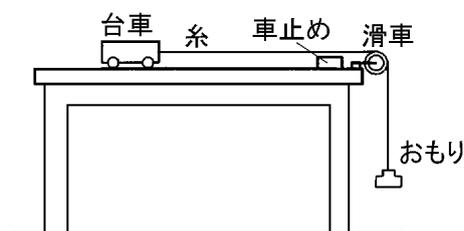
[解説]

A の紙テープが記録されたとき、台車は水平な机の上を運動しており、床からの高さは一定である。したがって、台車の位置エネルギーは変化していない。

A の紙テープが記録されたとき、図 II より台車の速さはだんだん大きくなっている。台車の運動エネルギーは速さの 2 乗に比例するので、運動エネルギーはだんだん大きくなりつつある。

[問題]

200g の台車に糸を取り付けて机の上に置く。糸には 40g のおもりをつり下げ、手をはなしたところ、台車は動き出し、車止めに衝突して静止した。おもりが床に衝突する直前、台車の運動エネルギーとおもりの運動エネルギーのどちらが大きいか、そう判断した理由と合わせて書け。



(石川県)

[解答欄]

[解答]台車とおもりの速さは同じであるが、質量は台車の方が大きいので、運動エネルギーは台車の方が大きい。

[解説]

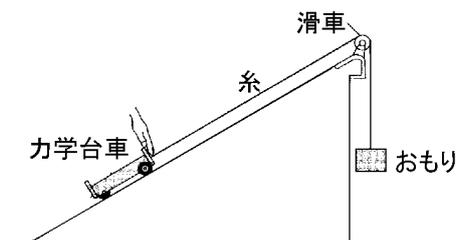
運動している物体は、他の物体に衝突したとき、その物体を動かす能力があるので、エネルギーをもっている。このように、運動している物体がもっているエネルギーを運動エネルギーという。物体の質量が2, 3, 4...倍になると、運動エネルギーは2, 3, 4...倍になる。(比例の関係) また、物体の速さが2, 3, 4...倍になると、運動エネルギーは $2^2$ ,  $3^2$ ,  $4^2$ ...倍になる。(運動エネルギーは速さの2乗に比例する) 例えば、時速80kmで走っている自動車は、時速40kmで走っているときとくらべて、速さが2倍なので、運動エネルギーは $2^2 = 4$ 倍になる。スピードを出しているときに起こした事故の致死率が、スピードを出していないときとくらべて非常に大きいのは、運動エネルギーが速さの2乗に比例するからである。この問題では、台車とおもりは糸でつながっているため衝突前の速さは同じである。台車の質量(200g)はおもりの質量(40g)の5倍である。したがって、台車の衝突直前の台車の運動エネルギーはおもりの運動エネルギーの5倍であることがわかる。

[問題]

右図のように、力学台車におもりのついた糸をとりつけ、糸は滑車に通した。おもりは力学台車よりも質量の小さいものを使った。手をはなすと、おもりは床に向かって落ち始め、力学台車は斜面を上り始めた。おもりが床に達する直前、力学台車とおもりがそれぞれもっている運動エネルギーはどちらが大きいと考えられるか、理由とともに答えよ。

(宮城県)

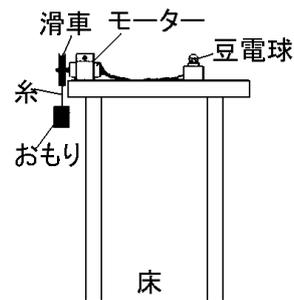
[解答欄]



[解答]力学台車とおもりの速さは同じであるが、質量は力学台車の方が大きいので、運動エネルギーは力学台車の方が大きい。

[問題]

右図のように、滑車をつけたモーターを台の上に固定し、モーターに豆電球をつないだ。滑車に巻いた糸をおもりに結び、おもりを落下させ、豆電球の明るさの変化の様子を観察した。実験の結果、豆電球の明るさは、はじめはだんだん明るくなり、ある時点からは一定の明るさになった。豆電球の明るさが一定である間の、おもりの運動エネルギーの変化について述べた文として適切なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えよ。



- ア おもりにはたらく力が釣り合わず、おもりの運動エネルギーは増加する。
- イ 力学的エネルギーが保存され、おもりの運動エネルギーは変化しない。
- ウ おもりにはたらく力が釣り合っており、おもりの運動エネルギーは変化しない。
- エ 電気エネルギーが豆電球で使われる分、おもりの運動エネルギーは減少する。

(山形県)

[解答欄]

[解答]ウ

[解説]

最初、おもりにはたらく重力の大きさは糸がおもりを引く力よりも大きいため、おもりには下向きの合力(重力-糸が引く力)がはたらき、おもりの速さはだんだん速くなっていく。これにつれて、モーターの回転数も増えていくので、モーターが発電する電気の電流もだんだん大きくなって豆電球はだんだん明るくなっていく。

モーターの回転数が上がるにつれて、糸がおもりを引く力もだんだん大きくなっていく。やがて、糸がおもりを引く力とおもりにはたらく重力の大きさが等しくなるため、おもりの落下速度は一定になり、モーターの回転数が同じになるので電流が一定になり、豆電球の明るさも一定になる。おもりの速さが一定のとき、おもりの運動エネルギーは一定になる。

[問題]

運動している物体がもっている運動エネルギーは、物体の質量に比例し、物体の速さの2乗に比例する。質量  $2\text{kg}$  の物体 P が  $6\text{m/s}$  の速さで運動している。この物体 P がもっている運動エネルギーは、質量  $1\text{kg}$  の物体 Q が  $2\text{m/s}$  の速さで運動しているときに持っている運動エネルギーの何倍か。

(補充問題)

[解答欄]

[解答]18 倍

[解説]

運動している物体がもっている運動エネルギーは、

(運動エネルギーJ) =  $\frac{1}{2} \times (\text{質量 kg}) \times (\text{速さ m/s})^2$  の式で求めることができる。

$$(\text{P の運動エネルギー}) = \frac{1}{2} \times 2(\text{kg}) \times 6(\text{m/s})^2 = 36(\text{J})$$

$$(\text{Q の運動エネルギー}) = \frac{1}{2} \times 1(\text{kg}) \times 2(\text{m/s})^2 = 2(\text{J})$$

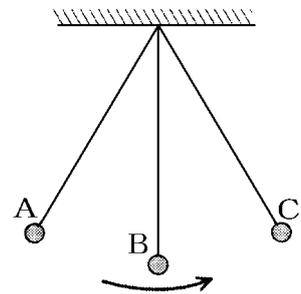
したがって、(P の運動エネルギー) ÷ (Q の運動エネルギー) = 36(J) ÷ 2(J) = 18(倍)

【】 力学的エネルギーの保存

【】 ふりこ

[問題]

右図のような振りこを用意し、おもりをA点から静かにはなすと、おもりは最も低いB点を通り、A点と同じ高さのC点まで達した。このときのエネルギーの移り変わりについて、誤っているものを次のア～エの中から1つ選んで、その記号を書け。ただし、摩擦や空気の抵抗は無視できるものとする。



ア おもりの位置エネルギーは、A点からB点に移動する間は減少し、B点で最小となる。

イ おもりの運動エネルギーは、B点で最大となり、B点からC点に移動する間は減少する。

ウ おもりの位置エネルギーと運動エネルギーは互いに变化するが、それらの和は一定である。

エ おもりの力学的エネルギーは、A点とC点では等しく、B点では小さくなる。

(茨城県)

[解答欄]

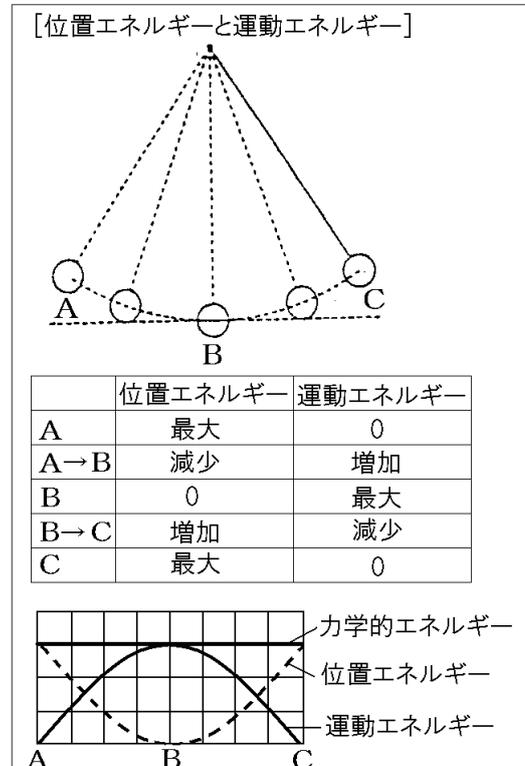
[解答]エ

[解説]

おもりの位置エネルギーは、基準面きじゆんめんからの高さが最も高いA点とC点が最大である。A点にあるとき、おもりの速さは0なので、運動エネルギーは0である。おもりがAからBへふれるにつれて、高さが低くなるので位置エネルギーが減少する。

摩擦や空気抵抗がない場合、(位置エネルギー)+(運動エネルギー)=(力学的エネルギー)はつねに一定であるので、A→Bで位置エネルギーが減少すると、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。おもりが、基準面上のBに達したとき、位置エネルギーは0になり、運動エネルギーと速さは最大になる。おもりがB→Cに移動する場合、基準面からの高さがだんだん高くなるので位置エネルギーは増加していく。



位置エネルギーが増加した分だけ運動エネルギーが減少するのでおもりはだんだんおそくなっていき、Cに到達したとき運動エネルギーと速さはともに0になる。

摩擦や空気抵抗がないとき、力学的エネルギーは一定であるので、Cの位置エネルギーはAの位置エネルギーと等しくなり、Cの高さはAと等しくなる。

※入試出題頻度：「A→Bで位置エネルギーは減少し、運動エネルギーは増加する○」

「位置エネルギーが最大(最小)の点○」「運動エネルギーが最大(最小)の点○」

「グラフ：位置・運動・力学的エネルギーはどれか○」

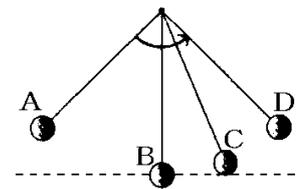
**[問題]**

右の図のような振りこで、Aの位置で手から離れたおもりが、B、Cを通り、Aと同じ高さのDまで上がった。おもりの運動エネルギーが最も大きい位置はどこか、図のA～Dから選べ。

(群馬県)

**[解答欄]**

**[解答]**B



**[問題]**

右の図は、Aの位置で静かに手を離した振りこのおもりが、B、Cを通り、Aと同じ高さのDまで上がった運動を模式的に表したものである。Dの位置にあるおもりがもつ力学的エネルギーと同じ大きさの力学的エネルギーをもつおもりの位置をすべて選んだものは、ア～エのうちではどれか。1つ答えよ。ただし、空気抵抗や摩擦は考えないものとする。

ア A    イ AとB    ウ AとC    エ AとBとC

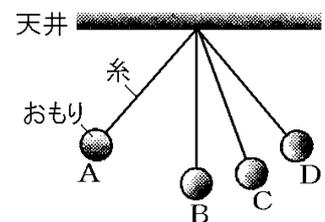
(岡山県)

**[解答欄]**

**[解答]**エ

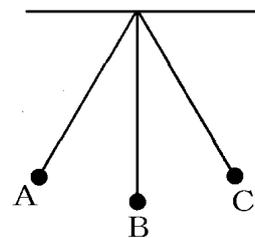
**[解説]**

空気抵抗や摩擦がないとき、力学的エネルギーは保存され、A～Dのどの点でも等しい。



[問題]

右図のように、ふりこのおもりを位置 A まで移動し、おもりを静止させた。この状態で手をはなしたところ、おもりの高さが最も低くなる位置 B を通過し、位置 A と同じ高さの位置 C まで達した。位置 A から位置 B まで移動する間に減少する、おもりがもつ位置エネルギーと等しいものを、次のア～ウのうちからすべて選べ。



- ア 位置 B でおもりがもつ運動エネルギー
  - イ 位置 C でおもりがもつ運動エネルギー
  - ウ 位置 B から位置 C まで移動する間に増加する、おもりがもつ位置エネルギー
- (東京都)

[解答欄]

[解答]ア, ウ

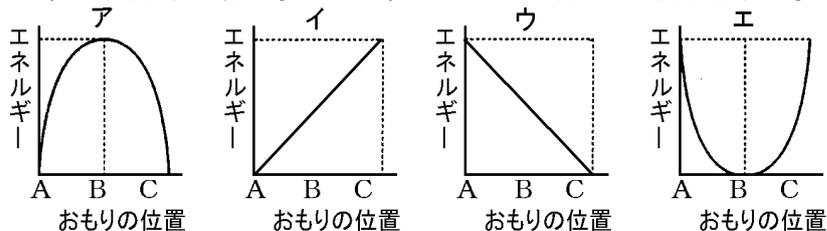
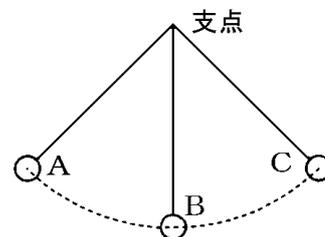
[解説]

B 点の高さを位置エネルギーの基準として考える。

おもりが A 点にあるときの位置エネルギーを  $e$  とする。A 点にあるときの速さは 0 なので、運動エネルギーは 0 である。したがって、力学的エネルギー(位置エネルギー+運動エネルギー)は  $e$  である。おもりが A→B に移動するとき、位置エネルギーは運動エネルギーに変わり、B 点では位置エネルギーが 0 になるので運動エネルギーが  $e$  になる。したがってアは正しい。おもりが B→C に移動するとき、速さはだんだん小さくなるので運動エネルギーは小さくなっていき、運動エネルギーが減少した分だけ位置エネルギーが大きくなっていく。C では速さが 0 になるので運動エネルギーは 0 になり、位置エネルギーは  $e$  になる。すなわち、B→C でおもりの位置エネルギーは  $e$  だけ増加する。したがってウは正しい。

[問題]

右図の実験で、おもりの位置が、A、B、C の順にかわるとき、おもりのもつ①運動エネルギー、②位置エネルギーを表すグラフはどれか。次のア～エの中から最も適切なものを 1 つずつ選んで、その記号を書け。ただし、B 点を通る面を基準面とする。



(和歌山県)

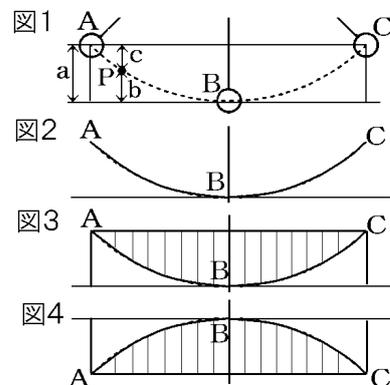
[解答欄]

①	②
---	---

[解答] ① ア ② エ

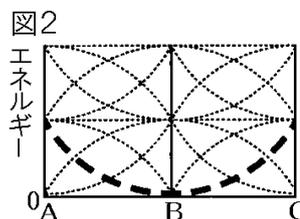
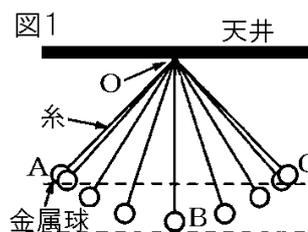
[解説]

右の図1で、おもりがA点にあるときの位置エネルギーを  $a$  とする。運動エネルギーは  $0$  なので、力学的エネルギーは  $a$  になる。おもりがP点にきたときの位置エネルギーは  $b$  で、運動エネルギーは  $c$  になる。したがって、図2の曲線ABCが位置エネルギーを表している。また、運動エネルギーは図3の線を引いた部分で、その上下を逆転させた図4のようになる。



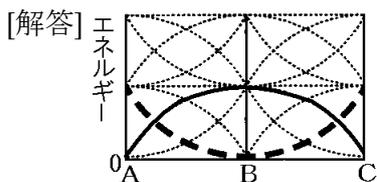
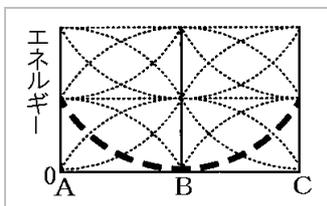
[問題]

図1のように、伸び縮みしない糸の端を天井の点Oに固定し、もう一方の端に金属球をつけ、糸がたるまないようにAの位置まで持ち上げて静止させた。その後、静かに手を離し、金属球が点Oの真下で最も低いBの位置を通過し、Cの位置まで運動したようすをストロボスコープを用いて撮影した。図1は撮影した連続写真をもとに金属球の運動のようすを模式的に表したものである。金属球の位置がAからCに変わるときの金属球のもつ位置エネルギーの変化は、図2の破線(---)のように表すことができる。このとき、金属球のもつ運動エネルギーの変化は、どのように表すことができるか。図2の点線を利用して、実線(—)でかき入れよ。



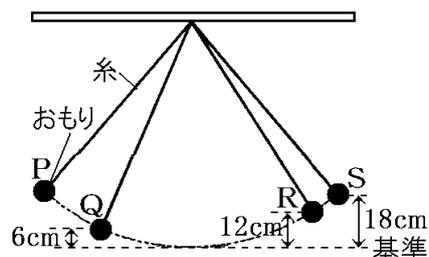
(山梨県)

[解答欄]



[問題]

右の図のように、P点にあるおもりをはなしたところ、Q点、R点を通り、S点に達した。次の各問いに答えよ。ただし、空気の抵抗や摩擦は考えないものとし、Q点は基準面から6cm、R点は12cm、S点は18cmの高さとする。



(1) 図のQ点、R点、S点の中で、おもりのもつ運動

エネルギーが最も大きい位置と位置エネルギーが最も大きい位置として適切なものを、それぞれ1つ選び、その記号を書け。

(2) 図のS点でおもりのもつ位置エネルギーは、R点でおもりのもつ運動エネルギーの何倍か。

(青森県改)

[解答欄]

(1)運動エネルギー最大：	位置エネルギー最大：	(2)
---------------	------------	-----

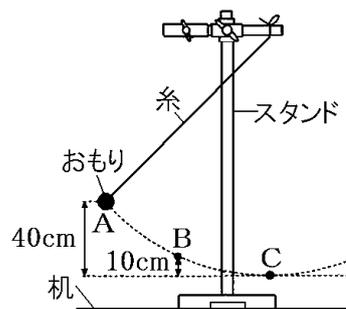
[解答](1)運動エネルギー最大：Q点 位置エネルギー最大：S点 (2) 3倍

[解説]

S点における位置エネルギーを18とすると、運動エネルギーは0なので力学的エネルギーは $18+0=18$ である。R点の位置エネルギーは12になるので、運動エネルギーは、 $18-12=6$ になる。したがって、S点でおもりのもつ位置エネルギーは、R点でおもりのもつ運動エネルギーの、 $18\div 6=3$ (倍)になる。

[問題]

右図のC点で静止しているおもりを、糸がたるまないようにしてC点から40cm高いA点まで持ち上げたあと静かにはなし、おもりの運動を観察した。おもりは、A点からC点まで少しずつ速くなりながら移動した。おもりがC点を通過するときのおもりのもつ運動エネルギーは、おもりがB点を通過するときのおもりのもつ運動エネルギーの何倍か。小数第2位を四捨五入して、小数第1位まで求めよ。ただし、位置エネルギーの基準とする面をC点の高さとし、糸の重さや空気の抵抗は、無視できるものとする。また、糸は伸び縮みしないものとする。



(山形県)

[解答欄]

[解答]1.3倍

[解説]

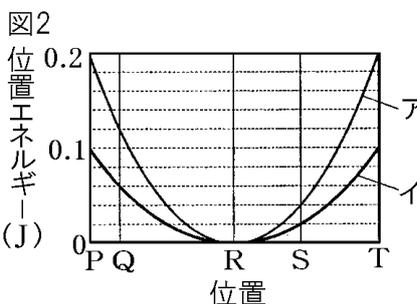
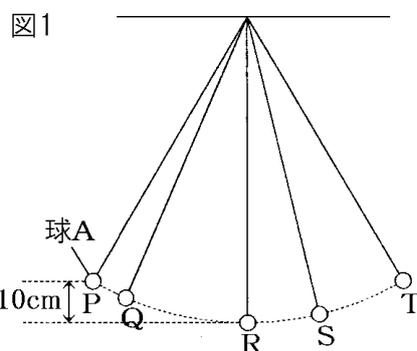
A 点における位置エネルギーを 40 とすると、各点の各エネルギーは次のようになる。

	A	B	C
力学的エネルギー	40	40	40
位置エネルギー	40	10	0
運動エネルギー	0	30	40

$$(C \text{ 点での運動エネルギー}) \div (B \text{ 点での運動エネルギー}) = 40 \div 30 = 1.333 \dots = \text{約 } 1.3(\text{倍})$$

[問題]

大きさが同じで、質量 200g の球 A と質量 100g の球 B を用意し、ふりこの運動について調べる実験を行った。図 1 のように、伸び縮みしない糸の一方の端を天井に固定し、もう一方の端に球 A をつけ、糸がたるまないようにして球 A を P 点まで持ち上げ、手からしずかに離すと、球 A は Q 点、R 点、S 点を通って、P 点と同じ高さの T 点まで移動した。次に、球 A を球 B につけかえ、球 B を P 点まで持ち上げ、手からしずかに離すと、球 B は Q 点、R 点、S 点を通って、T 点まで移動した。図 2 は、この実験で、P 点から T 点まで移動するときの、球 A、球 B それぞれがもつ位置エネルギーの変化を、模式的に示したものである。次の各問いに答えよ。ただし、質量 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とし、摩擦や空気の抵抗は考えないものとする。



(1) 次の文は、図 2 について説明した内容の一部である。

文中の①に、ア、イのうち適切な記号を入れよ。また、②に、あてはまる内容を簡潔に書け。

球 A がもつ位置エネルギーの変化を示したものは、( ① )である。そう判断できるのは、物体が同じ高さにある場合、その物体がもつ位置エネルギーは、その物体の ( ② )ほど大きいからである。

(2) アの位置エネルギーの変化を示す球について、Q 点での運動エネルギーは、S 点での運動エネルギーの何倍か。

(福岡県)

[解答欄]

(1)①	②	(2)
------	---	-----

[解答](1)① ア ② 質量が大きい (2) 0.5 倍

[解説]

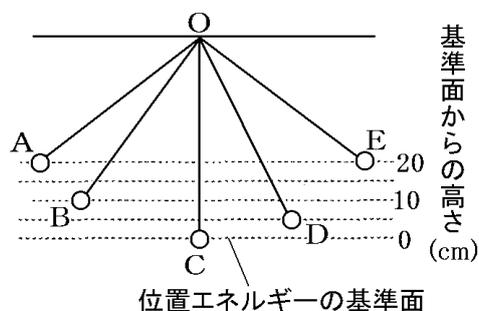
(1) 物体が持つ位置エネルギーは、その物体にかかる重力(N)と高さ(m)によって決まり、  
 (位置エネルギー(J))=(重力(N))×(高さ(m)) という式で表すことができる。

球 A の質量は球 B の質量の 2 倍であるので重力の大きさも 2 倍になり、高さが同じなら位置エネルギーは 2 倍になる。したがって、アが球 A、イが球 B の位置エネルギーを表す。

(2) 図 2 のグラフより、アの P 点での位置エネルギーは 0.2J で、運動エネルギーは 0J なので力学的エネルギーは  $0.2+0=0.2(J)$  である。アの Q 点での位置エネルギーは 0.12J なので、運動エネルギーは  $0.2-0.12=0.08(J)$  である。アの S 点での位置エネルギーは 0.04J なので、運動エネルギーは  $0.2-0.04=0.16(J)$  である。よって、 $0.08(J) \div 0.16(J)=0.5(\text{倍})$  である。

[問題]

右図のように、おもりに糸をつけ、点 O からつり下げてふりこを作った。おもりを点 C から点 A まで手で持ち上げ、静かにはなした。空気の抵抗は考えないものとする。おもりのもつ位置エネルギーと運動エネルギーが等しくなる点はどこか、1 つ選び、その符号を書け。



(石川県)

[解答欄]

[解答]B

[解説]

A 点の位置エネルギーを 20 として考える。A 点ではおもりの速さは 0 なので、A 点における運動エネルギーは 0 で、力学的エネルギーは  $20+0=20$  である。

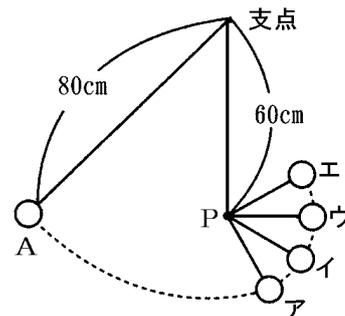
(力学的エネルギー)=(位置エネルギー)+(運動エネルギー)なので、A~E 各点のエネルギーは次のようになる。

	A	B	C	D	E
力学的エネルギー	20	20	20	20	20
位置エネルギー	20	10	0	5	20
運動エネルギー	0	10	20	15	0

したがって、おもりのもつ位置エネルギーと運動エネルギーが等しくなる点は B である。

[問題]

右図のように、支点の鉛直下向き 60cm の P にくぎがあり、糸がひっかかるようになっていいる。今、支点に 40g のおもりで、糸の長さ 80cm のふりこをつり下げ、P と同じ高さの A から、静かにおもりをはなした。おもりは、図のア～エのどの高さまで上がるか。1つ選んで、その記号を書け。



(和歌山県)

[解答欄]

[解答]ウ

[解説]

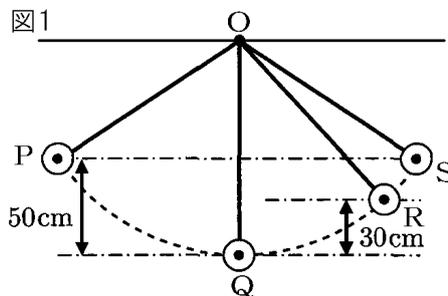
A と高さが同じウまでおもりは上がる。

[問題]

ふりこの運動のようすを調べるために、次の実験を行った。後の各問いに答えよ。ただし、質量 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とし、摩擦や空気抵抗は考えないものとする。

(実験)

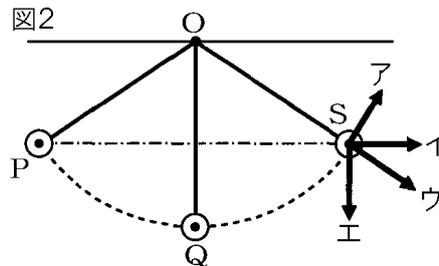
図 1 のように、伸び縮みしない 100cm の糸の一方の端を点 O に固定し、もう一方の端に質量 300g のおもりをつけた。糸がたるまないようにして、おもりを最下点 Q から 50cm の高さにあたる点 P まで持ち上げ、静かにはなした。おもりは点 Q を通過後、点 R を通り点 P と同じ高さの点 S まで達し、その後も、PS 間を往復するふりこの運動を行った。



(1) 図 1 の点 Q から点 P までおもりを持ち上げたときの仕事は何 J か。

(2) おもりが図 1 の点 Q を通るときの運動エネルギーは、点 R を通るときの運動エネルギーの何倍になるか。ただし、点 R は点 Q より 30cm 高い位置にあるものとする。

(3) ふりこの運動を行っているとき、おもりがちょうど点 S に達した瞬間に糸が切れたとすると、おもりはどの向きに運動するか、最も適切な向きを、図 2 のア～エから 1つ選び、記号で答えよ。



- (4) 実験で用いた質量 300g のおもりを、同じ大きさを質量 400g のおもりにかえて、点 P から静かにはなして運動させた。このとき、質量 400g のおもりの、点 Q での速さと運動エネルギーの大きさは、質量 300g のおもりの場合と比べてそれぞれどのようなになるか、最も適切な組み合わせを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

	速さ	運動エネルギーの大きさ
ア	変わらない	変わらない
イ	変わらない	大きくなる
ウ	大きくなる	変わらない
エ	大きくなる	大きくなる

(鳥取県)

[解答欄]

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

[解答](1) 1.5J (2) 2.5 倍 (3) エ (4) イ

[解説]

(1) 質量 100g の物体にはたらく重力の大きさは 1N なので、質量 300g のおもりに働く重力の大きさは 3N である。3N の力でおもりを 0.5m(50cm)持ち上げるときの仕事は、  
 (仕事)=(力の大きさ N)×(力の向きに動いた距離 m)=3(N)×0.5(m)=1.5(J) である。

(2) おもりが Q 点にあるときの高さを位置エネルギーの基準とすると、(1)より、おもりが P 点にあるときの位置エネルギーは 1.5J になる。P 点では静止している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、 $1.5+0=1.5(J)$  である。「摩擦や空気抵抗は考えないものとする」ので、力学的エネルギーは保存される。

おもりが Q 点に来たとき位置エネルギーは 0J になるので、運動エネルギーは  $1.5-0=1.5(J)$  になる。次に、おもりが R 点にあるときの位置エネルギーは、 $3(N) \times 0.3(m)=0.9(J)$  なので、運動エネルギーは、 $1.5-0.9=0.6(J)$  である。

したがって、点 Q を通るときの運動エネルギーは、点 R を通るときの運動エネルギーの、 $1.5(J) \div 0.6(J)=2.5(\text{倍})$  になる。

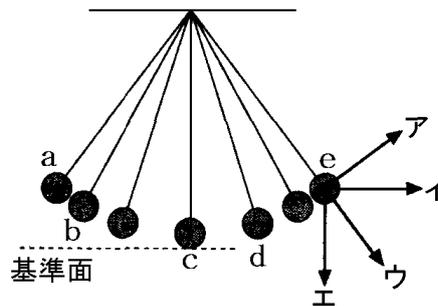
(3) S 点は P 点と同じ高さにあるので、おもりが S 点に来たときの速さは 0 になる。糸が切れた後、おもりにたらく力は重力のみであるので、おもりは真下の方向に落ちていく。

(4) おもりの質量が大きくなると、点 P にあるときの位置エネルギーは大きくなるので、点 Q を通過するときの運動エネルギーも大きくなる。

自由落下の場合、質量が大きくなっても、落下する速さの変化は同じである。これと同様に、ふりこの場合も、質量が大きくなっても、速さの変化は同じになる。

[問題]

右図は、ふりこの運動の様子を表したものである。図の a の位置からふりこのおもりを静かにはなすと、b、c、d を通り、おもりは a と同じ高さの e の位置まで上がった。ふりこが振れているとき、おもりがもつ力学的エネルギーは、一定に保たれていた。



(1) 図の a～d のうち、おもりがもつ運動エネルギーが最も大きいのは、おもりがどの位置にあるときか。適当なものを a～d から 1 つ選び、その記号を書け。

(2) おもりがもつ位置エネルギーが、おもりがもつ力学的エネルギーの  $\frac{1}{5}$  のときがあった。

このとき、おもりがもつ運動エネルギーは、おもりがもつ位置エネルギーの何倍か。

(3) 図で、おもりが e にきたとき、おもりをつるしていた糸が切れると、おもりはどの向きに運動するか。図のア～エから最も適当なものを 1 つ選び、その記号を書け。

(愛媛県)

[解答欄]

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

[解答](1) c (2) 4 倍 (3) エ

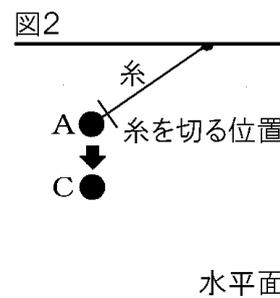
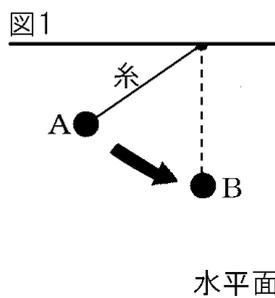
[解説]

(2) (位置エネルギー)+(運動エネルギー)=(力学的エネルギー)なので、位置エネルギーが力学的エネルギーの  $\frac{1}{5}$  のとき、運動エネルギーは  $1 - \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$  となる。したがって、このときの運動エネルギーは位置エネルギーの 4 倍である。

(3) e は a と同じ高さなので、e 点における運動エネルギーは a と同じく 0 である。したがって、e 点での小球の速さは 0 である。よって、おもりが e にきたとき、おもりをつるしていた糸が切れると、おもりは下方方向に落下していく。

[問題]

おもりを糸でつるし、図 1 のように、位置 A からおもりを静かにはなすと、おもりは位置 B を通過する。おもりが再び位置 A まで戻ってきたときに、図 2 のように糸を切ると、おもりは自由落下し、水平面からの高さが、位置 B と同じ位置 C を通過する。摩擦や空気の抵抗はないものとして、次の各問いに答えよ。



- (1) 図 2 でおもりが自由落下するのは、おもりが地球の中心に向かって引かれているからである。このように、地球上の物体が地球の中心に向かって引かれる力を何というか。
- (2) 図 1 でおもりが位置 B を通過するときの速さと、図 2 でおもりが位置 C を通過するときの速さは等しくなる。速さが等しくなる理由を、「減少」という語を用いて述べよ。

(山口県)

[解答欄]

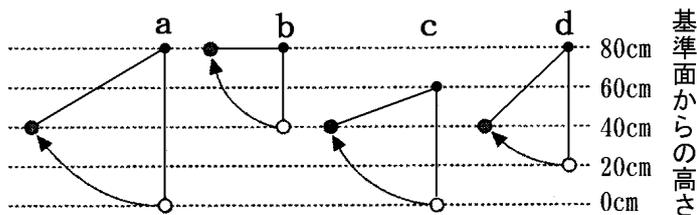
(1)

(2)

[解答](1) 重力 (2) おもりの位置エネルギーの減少する量が、位置 A から位置 B まで移動するときと、位置 A から位置 C まで移動するときで等しいから。

[問題]

図のように、糸の長さやくぎの位置をかえて、質量が同じおもりを 4 つぶら下げた。



- (1) それぞれのおもりが最下点で静止しているとき、おもりの位置エネルギーが最も大きなものは a~d のどれか、1 つ選んで記号を書け。
- (2) 図のように、a~d のおもりを最下点から●の位置までそれぞれ引き上げて静かにはなした。おもりが最下点を通過するときの運動エネルギーの大きさの関係はどうなるか、次から 1 つ選んで記号を書け。

- ア  $a > c > b > d$   
 イ  $a > c > b, c = d$   
 ウ  $a = b = c, a > d$   
 エ  $b > c > a > d$   
 オ  $b > d > a, a = c$   
 カ  $b > a, a = c = d$

(秋田県)

[解答欄]

(1)

(2)

[解答](1) b (2) ウ

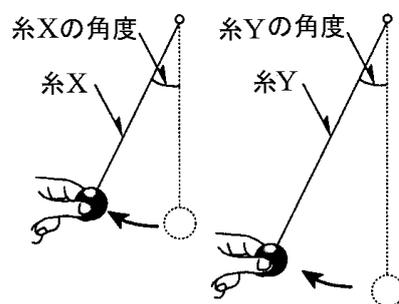
【解説】

(1) (位置エネルギー)=(質量)×(基準面からの高さ)の式より、質量が同じなら基準面からの高さが高いほど位置エネルギーは大きい。静止している位置(○)が最も高いのは b であるので、おもりが最下点で静止しているときの位置エネルギーが最も大きいのは b である。

(2) (最下点○の運動エネルギー)=(●の位置エネルギー)−(最下点○の位置エネルギー)である。a, b, c は●と○の高さの差が 40cm で同じなので、(●の位置エネルギー)−(最下点○の位置エネルギー)も同じになり、最下点○の運動エネルギーも同じになる。d は●と○の高さの差が 20cm で a, b, c より小さいので、最下点○の運動エネルギーは小さくなる。

【問題】

同じ質量の小球を用い、糸 X より長い糸 Y をつけて、右の図のように、2 つのふりこを振らせた。はじめに、糸 X の角度と糸 Y の角度を等しくしてふりこを振らせた。このとき、小球の位置が最も低くなった点で、糸 X のふりこの小球のもつ運動エネルギーは、糸 Y のふりこの小球のもつ運動エネルギーより①(大きい/小さい)。次に、糸 X の角度と糸 Y の角度を変えてふりこを振らせたところ、小球の位置が最も低くなった点での小球のもつ運動エネルギーが等しくなった。このとき、糸 X の角度は糸 Y の角度より②(大きい/小さい)。



(香川県)

【解答欄】

①	②
---	---

【解答】① 小さい ② 大きい

【解説】

角度が同じならば糸が長いほど、最下点での運動エネルギーは大きくなる。右図を使って説明する。糸の長さが OA のとき、最下点 B にきたとき、A 点との高さの差は PB になるので、

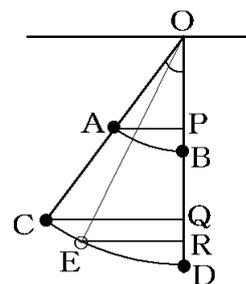
(増加した運動エネルギー)=(減少した位置エネルギー)=(質量)×PB となる。

糸の長さを OA の 2 倍の OC にしたとき、最下点 D にきたとき、

(増加した運動エネルギー)=(減少した位置エネルギー)=(質量)×QD

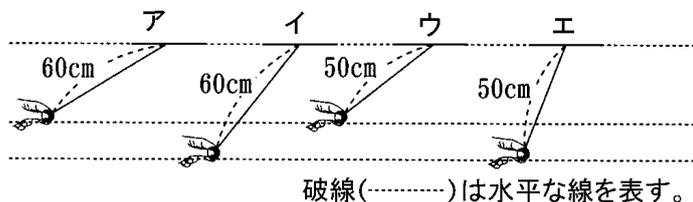
となる。QD は PB の 2 倍になるので、D での運動エネルギーは B の 2 倍になる。

糸の長さを 2 倍にして D 点の運動エネルギーを B 点と同じにするためには、角度を小さくして E 点からふりこを振らせるようにすればよい。



[問題]

次のア～エの図は、いずれも、同じおもりで作った振り子を、糸の長さや持ち上げる高さを変え、手で支えているようすを表したものである。ア～エのうち、静かにおもりをはなしたとき、それぞれの最下点での運動エネルギーが最も大きいものはどれか。1つ選び、その記号を書け。ただし、空気の抵抗はないものとする。



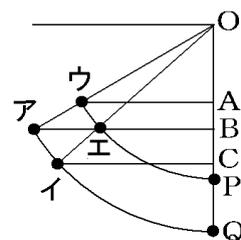
(岩手県)

[解答欄]

[解答]ア

[解説]

角度が同じ場合、糸の長さが長いほど最下点との落差が大きくなり、位置エネルギーから運動エネルギーに変わるエネルギー量が大きくなるため、最下点での運動エネルギーが大きくなる。(例えば、右図でウとアの場合を比べると、ウでは最下点との落差はAPで、アでは最下点との落差はBQで、明らかに $AP < BQ$ である。)



糸の長さが同じ場合は、角度が大きいほど最下点との落差が大きくなり、

最下点での運動エネルギーが大きくなる。(例えば、図のイとアの場合を比べると、イでは最下点との落差はCQで、アでは最下点との落差はBQで、 $CQ < BQ$ である。)

ア～ウのなかではアが糸の長さが最も長く、角度も最も大きい。したがって、最下点でのエネルギーも最も大きくなる。

## 【】 斜面

[運動エネルギーと位置エネルギーの増減]

[問題]

力学台車が斜面を下っている間、力学台車のもつ運動エネルギーと位置エネルギーはそれぞれどうなるか。次の①、②の( )内からそれぞれ選べ。

- ① 運動エネルギーはしだいに(ふえる／減る)。  
② 位置エネルギーはしだいに(ふえる／減る)。

(広島県)

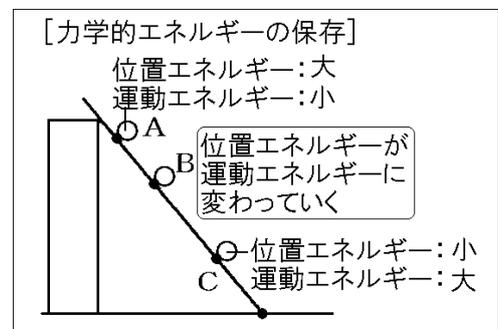
[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① ふえる ② 減る

[解説]

右図で、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、だんだん速くなるので運動エネルギーは増加していく。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っていく。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、摩擦や空気の抵抗がない場合、力学的エネルギーは一定に保たれる。これを力学的エネルギーの保存という。



※入試出題頻度：「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○」  
「力学的エネルギーの保存△」

[問題]

斜面を小球が下っていくとき、小球のもつ運動エネルギーと位置エネルギーの変化について述べた文として、最も適当なものを、次のア～エから1つ選び、その符号を書け。

- ア 運動エネルギーも位置エネルギーも増加していく。  
イ 運動エネルギーは増加していき、位置エネルギーは減少していく。  
ウ 運動エネルギーは減少していき、位置エネルギーは増加していく。  
エ 運動エネルギーも位置エネルギーも減少していく。

(新潟県)

[解答欄]

--

[解答]イ

[問題]

次の文の①，②にあてはまることばを入れよ。ただし，小球と斜面との間の摩擦や空気の抵抗は考えないものとする。

小球が斜面を下るとき，位置エネルギーはしだいに減少し，( ① )エネルギーはしだいに増加する。しかし，位置エネルギーと(①)エネルギーとの和である( ② )エネルギーは，常に一定に保たれている。

(福島県)

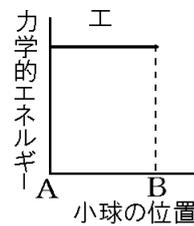
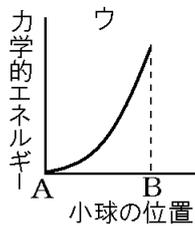
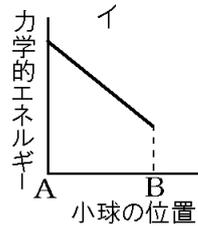
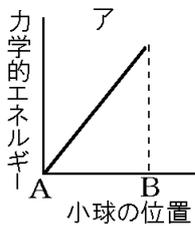
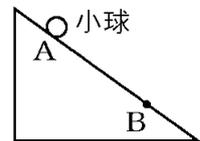
[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 運動 ② 力学的

[問題]

右の図のように斜面上の A 点から，小球を静かにはなし，B 点まで移動する間の運動の様子を調べた。次のア～エのうち，このときの力学的エネルギーを表したグラフとして最も適当なものはどれか。1つ選び，その記号を書け。ただし，小球にはたらく摩擦や空気抵抗は考えないものとする。



(岩手県)

[解答欄]

[解答]エ

[解説]

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ので，エのようになる。

[問題]

摩擦や空気の抵抗などがなければ，位置エネルギーと運動エネルギーがたがいに移り変わっても，位置エネルギーと運動エネルギーの和は一定に保たれる。このことを何というか，その名称を書け。

(三重県)

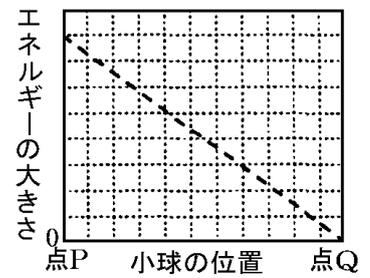
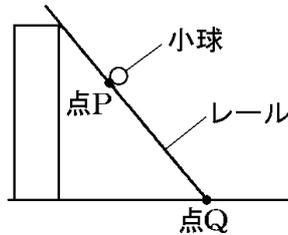
[解答欄]

[解答] 力学的エネルギーの保存

[位置エネルギーと運動エネルギーのグラフ]

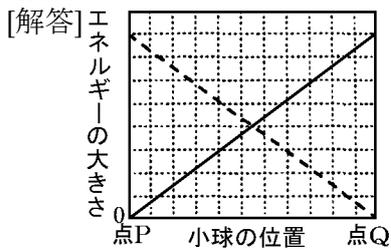
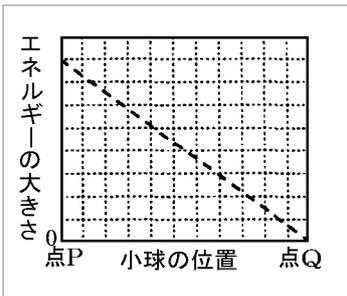
[問題]

斜面上の点 P に小球を置き、静かに手をはなしたところ、小球はレールにそって運動し、点 Q を通過した。右のグラフは、小球が斜面上の点 P から点 Q の間を移動したときの、小球の位置エネルギーの変化を破線で模式的に表したものである。このときの小球の運動エネルギーの変化のようすを、図に実線をかき入れよ。ただし、空気の抵抗、小球とレールとの間の摩擦は考えないものとする。



(高知県)

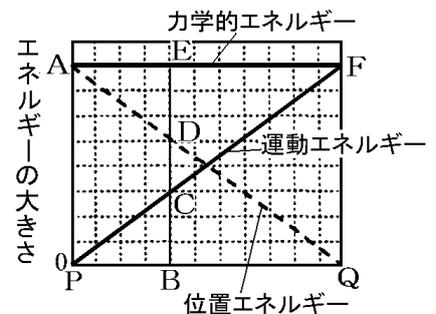
[解答欄]



[解説]

P にあるとき、速さは 0 なので運動エネルギーは 0 である。位置エネルギーは PA である。小球がレールを下っていくとき、位置エネルギーは減少し運動エネルギーが増加していく。空気抵抗や摩擦は 0 としているので、力学的エネルギー(=位置エネルギー+運動エネルギー)は一定の値に保たれる(力学的エネルギーの保存)。

P における運動エネルギーは 0 なので、P における力学的エネルギーの大きさは位置エネルギーの大きさ PA と等しい。



小球が右図の B の位置にきたときの位置エネルギーの大きさは BD なので、  
 (運動エネルギー) = (力学的エネルギー) - (位置エネルギー) = BE - BD = DE となる。DE = BC  
 となるように点 C をとると、BC が運動エネルギーの大きさになる。

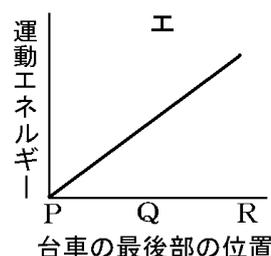
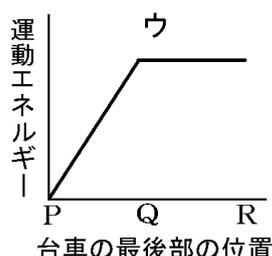
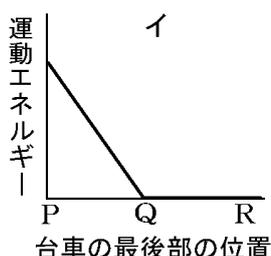
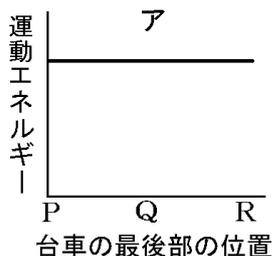
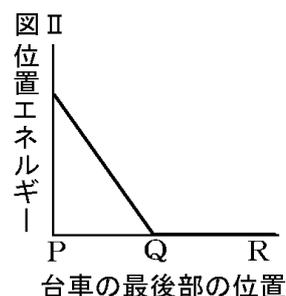
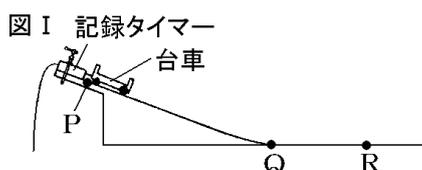
小球が Q にきたとき位置エネルギーの大きさは 0 になるので、  
 (運動エネルギー) = (力学的エネルギー) - (位置エネルギー) = QF - 0 = QF となる。

以上より、運動エネルギーを表す線は PCF となる。

※入試出題頻度：この単元(位置エネルギーと運動エネルギーのグラフ)はよく出題される。

[問題]

図 II は、図 I の台車が摩擦のない斜面を下り始めてから台車の最後部が R 点を通るまでの間の台車のもつ位置エネルギーの変化のようすを示したものである。次のア～エのうち、台車が斜面を下り始めてから台車の最後部が R 点を通るまでの間の台車のもつ運動エネルギーの変化のようすを表す図として最も適しているものはどれか。1 つ選び、記号を書け。



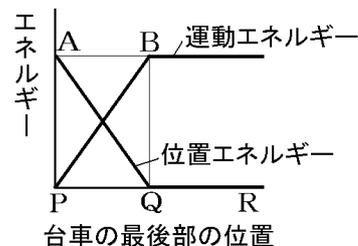
(大阪府)

[解答欄]

[解答]ウ

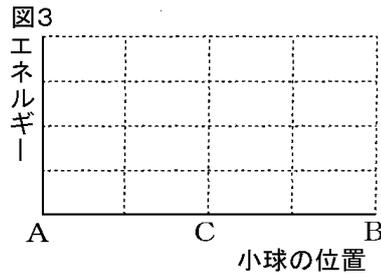
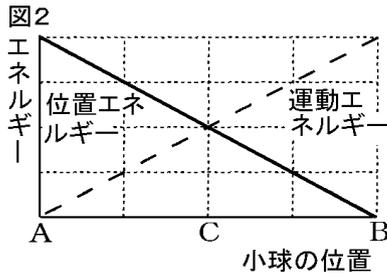
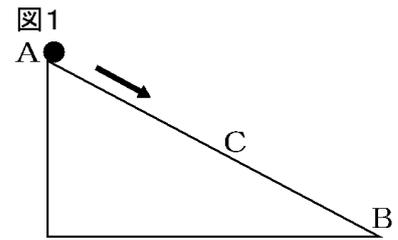
[解説]

P 点にあるときの台車の速さは 0 なので、運動エネルギーも 0 である。台車が斜面を下るにつれて位置エネルギーは減少するが、その減少した分だけ運動エネルギーが増加する。台車が Q の位置に来たとき位置エネルギーは 0 になるので、Q での運動エネルギーは、台車が最初 P 点でもっていた位置エネルギーと同じ大きさになる。したがって、Q 点での運動エネルギーは右図の点 B で表される。水平面を運動するとき、台車の速さは一定なので運動エネルギーも一定になる。以上より、運動エネルギーを表すグラフはウのようになる。



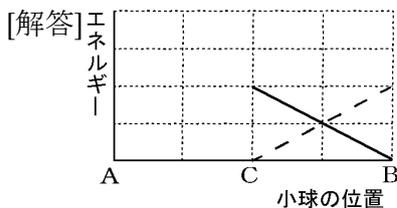
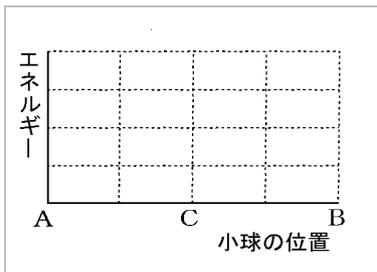
[問題]

図1のように斜面のAの位置に小球を置き、静かに手をはなした。図2は、小球がAの位置からBの位置に達するまでの位置エネルギーと運動エネルギーの変化を表したものである。次に、ABの中点Cの位置に小球を置き、静かに手をはなした。このときのエネルギーの変化はどのようなになるか。図2にならって、位置エネルギーの変化を実線で、運動エネルギーの変化を破線で、図3に書き入れよ。ただし、摩擦の影響はないものとする。



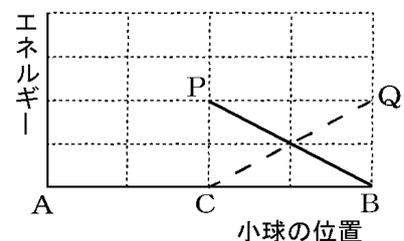
(鹿児島県)

[解答欄]



[解説]

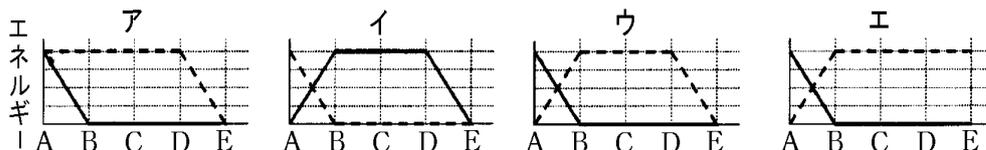
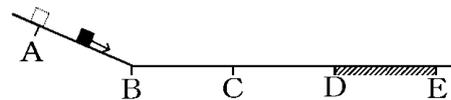
ABの中点Cの位置に置かれた小球の位置エネルギーはA点にあるときの位置エネルギーの半分なので、右図のようにP点をとる。小球がBに到達したときの位置エネルギーは0なので、PとBを結んだ線が位置エネルギーの変化を表す。小球をABの中点に置いたとき、速さは0なので運動エネルギーも0である。



(位置エネルギー)+(運動エネルギー)は一定なので、B点に来たときの運動エネルギーは図のQのようになる。したがって、右図のCQを結んだ線が運動エネルギーの変化を表す。

[問題]

右図のように斜面とそれになめらかにつながる水平面がある。A 地点から物体を静かにすべらせた。A から D までは摩擦がなく、DE 間には摩擦がある。D 地点を通過した後、物体の速さはしだいに減少し、ちょうど E 地点で止まった。A 地点から E 地点までの位置エネルギーと運動エネルギーの大きさの変化を表すグラフを、次のア～エの中から 1 つ選んで、その記号を書け。ただし、——は位置エネルギーを、-----は運動エネルギーを表す。



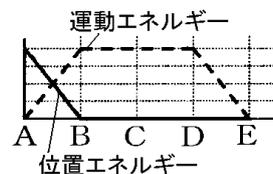
(茨城県)

[解答欄]

[解答]ウ

[解説]

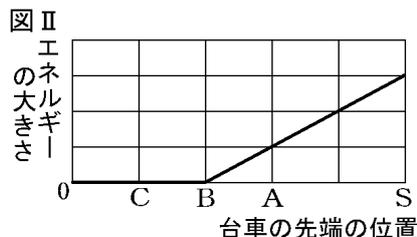
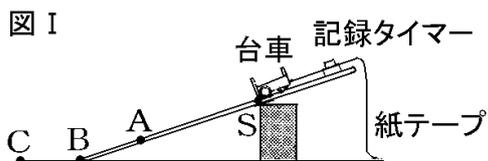
A～B では位置エネルギーは減少し、B 点以降では 0 になる。A 点で 0 であった運動エネルギーは A～B 間で次第に増加し、BD 間では一定になる。DE 間では摩擦のために速さは次第に減少するので運動エネルギーも減少し、静止する E 点で 0 になる。



[位置・運動エネルギーの倍率]

[問題]

図 I のように、紙テープをつけた台車の先端を S の位置にあわせ、静かに手をはなした。図 II は、台車の位置エネルギーの変化を表したものである。A の位置での台車の運動エネルギーは、同じ A の位置での位置エネルギーの何倍になるか。数字で書け。ただし、台車と斜面・水平面との間の摩擦はないものとする。



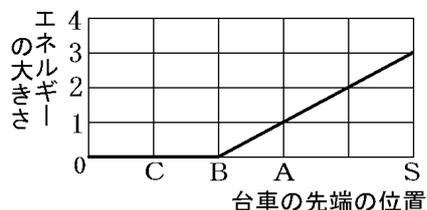
(岩手県)

[解答欄]

[解答]2 倍

[解説]

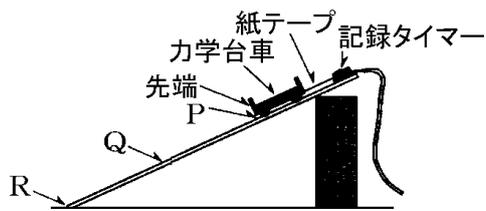
右図のように、台車が S 点にあるときの位置エネルギーを 3 とする。S 点での台車の速さは 0 なので運動エネルギーは 0 である。台車が斜面を下るにつれて位置エネルギーは減少し、その減少した分だけ運動エネルギーが増加する。台車が A 点に来たとき位置エネルギーは右図のように 1 になるので、運動エネルギーは  $3-1=2$  となる。したがって、A の位置での台車の運動エネルギーは、同じ A の位置での位置エネルギーの 2 倍になる。



※入試出題頻度：この単元(位置・運動エネルギーの倍率)はしばしば出題される。

[問題]

右図において、力学台車の先端が P 点にあるとき、力学台車は位置エネルギーだけをもっていた。この後、位置エネルギーは、斜面を下るにつれて運動エネルギーに移り変わっていき、力学台車の先端が R 点に達したときには、運動エネルギーだけになった。



次の文は、図において、力学台車をもつエネルギーについて述べようとしたものである。文中の( )内にあてはまる最も適当な数値を 1 つ選べ。ただし、摩擦や空気抵抗はないものとする。

P 点にあった力学台車の先端が Q 点に達したとき、力学台車のもつ位置エネルギーは、P 点での位置エネルギーの 0.5 倍になっていた。そのとき、力学台車のもつ運動エネルギーは、P 点での位置エネルギーの(0.2/0.5/1/2/4)倍になっている。

(徳島県)

[解答欄]

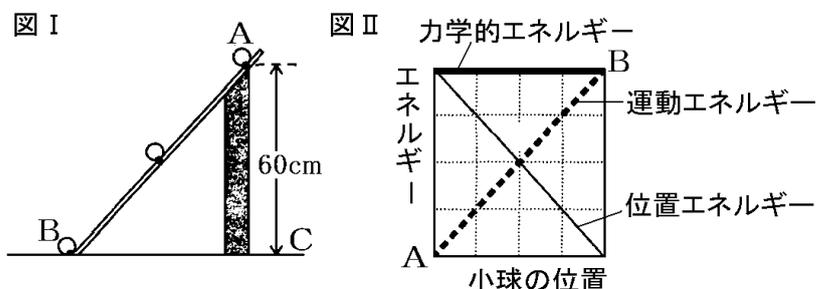
[解答]0.5

[解説]

P 点にあるときの位置エネルギーを 1 とする。P 点にあるとき台車の速さは 0 なので運動エネルギーは 0 である。台車が斜面を下るにつれて位置エネルギーは減少し、その減少した分だけ運動エネルギーが増加する。台車が Q に来たときの位置エネルギーは 0.5 になるので、運動エネルギーは、 $1-0.5=0.5$  となる。したがって、Q 点での運動エネルギーは、P 点での位置エネルギーの 0.5 倍になる。

[問題]

図は斜面 AB 上を運動するときの小球のようすと、運動エネルギー、位置エネルギー、力学的エネルギーの関係を模式的に表したものである。ただし、水平面 BC 上を位置エネルギーの基準の高さとしている。いま、斜面 AB 上のある点では、運動エネルギーの大きさが力学的エネルギーの大きさの  $\frac{1}{4}$  であった。この点の水平面 BC からの高さは何 cm か。



(島根県)

[解答欄]

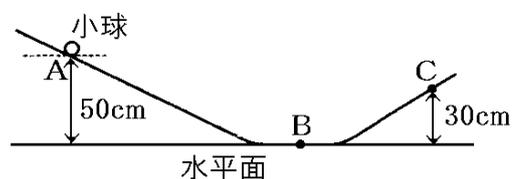
[解答]45cm

[解説]

力学的エネルギー(=位置エネルギー+運動エネルギー)の大きさを 1 とする。斜面 AB 上のある点では、運動エネルギーの大きさが力学的エネルギーの大きさの  $\frac{1}{4}$  であったので、このときの運動エネルギーは 0.25 で、位置エネルギーは  $1 - 0.25 = 0.75$  である。点 A にあるときの位置エネルギーは力学的エネルギーと等しく 1 である。位置エネルギーは基準面からの高さに比例するので、ある点の高さは A 点の高さの 0.75 倍になる。よって、ある点の高さは、 $60(\text{cm}) \times 0.75 = 45(\text{cm})$  になる。

[問題]

右の図のように、小球を、水平面からの高さ 50cm の、斜面上の A 点に静かに置いたところ、小球は斜面上を移動し、水平面上の B 点を通り、さらに斜面を上がって、水平面からの高さ 30cm の、斜面上の C 点を通過した。小球が B 点を通るときの運動エネルギーの大きさは、C 点を通る時の運動エネルギーの大きさの何倍か。ただし、小球がもつ位置エネルギーの大きさは、水平面からの高さに比例し、小球には摩擦力がはたらかないものとする。



(新潟県)

[解答欄]

--

[解答]2.5 倍

[解説]

A 点の位置エネルギーを 5 とすると、A、B、C 点の位置・運動エネルギーは次のようになる。

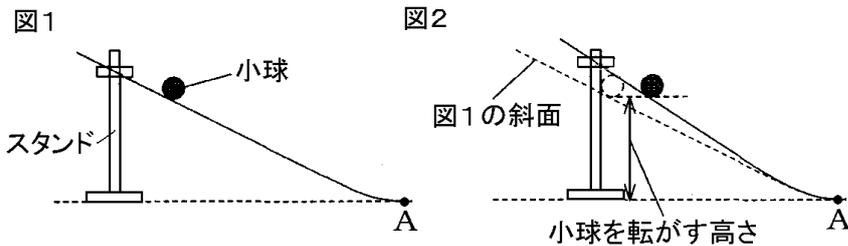
	A	B	C
位置エネルギー	5	0	3
運動エネルギー	0	5	2

$$(B \text{ 点での運動エネルギー}) \div (C \text{ 点での運動エネルギー}) = 5 \div 2 = 2.5(\text{倍})$$

[斜面の角度を変える]

[問題]

図 1 のように、小球を斜面上から静かに転がした。次に、図 2 のように、図 1 と小球を転がす高さを変えずに斜面の傾きを大きくして、小球を斜面上から静かに転がした。後の問いに答えよ。ただし、小球とレールの間の摩擦や空気の抵抗は考えないものとする。



- (1) 図 2 では、図 1 に比べて斜面を下るときに小球にはたらく斜面方向の力はどうか。最も適当なものを次のア～ウから選べ。
- ア 大きくなる    イ 変わらない    ウ 小さくなる
- (2) 図 2 では、図 1 に比べて A 点を通過するまでの時間と A 点での速さはどうか。最も適当なものを次のア～エから選べ。
- ア 時間は短くなり、速さは速くなる。  
イ 時間は短くなるが、速さは変わらない。  
ウ 時間は変わらないが、速さは速くなる。  
エ 時間も速さも変わらない。

(福井県)

[解答欄]

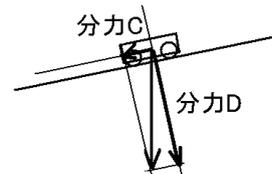
(1)	(2)
-----	-----

[解答](1) ア (2) イ

**【解説】**

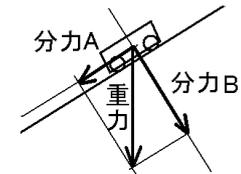
(1) 斜面の角度を大きくすると、右図のように、台車に働く斜面方向の力(分力)の大きさは大きくなって、台車の速度が増加する割合も大きくなる。

[斜面の傾きが小]



斜面にそった分力Cは小さい  
→速さの増加量は小さい

[斜面の傾きが大]



斜面にそった分力Aは大きい  
→速さの増加量が大きい

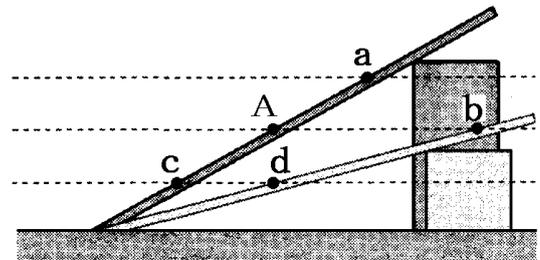
(2) 図1と図2の場合小球の高さは同じなので、出発点～A点で、位置エネルギーから運動エネルギーに変わるエネルギー量は同じである。

したがって、A点を通過するときの速さは同じになる。ただ、傾斜の大きい図2の場合は速さが増える割合が図1の場合よりも大きいため、短い時間で斜面を下ってA点に到達する。

※入試出題頻度：この単元(斜面の角度を変えたときの速さ)はしばしば出題される。

**【問題】**

水平面上に、板で斜面をつくり、質量1kgの台車をのせて、実験を行った。右図のAおよびa～dは、台車をはなした位置を、破線はその高さを表している。①Aの位置からはなしたときと斜面を下った後の台車の速さが等しくなるのは、a～dのどの位置からはなしたときか。適切なものを1つ選び、その記号を書け。②また、速さが等しくなる理由を書け。



(青森県)

**【解答欄】**

①

②

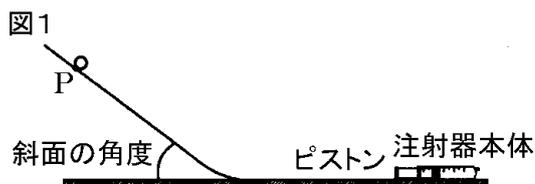
**【解答】**① b ② 位置エネルギーが同じなので、斜面を下った後の運動エネルギーが等しくなるから。

**【解説】**

水平面を位置エネルギーの基準面にして考える。A点にある台車は位置エネルギーを持っているが、斜面を下って水平面に達したとき位置エネルギーは0になり、その減少したエネルギーは運動エネルギーに変わる。A点と同じ高さのb点に台車があるとき、台車の位置エネルギーは同じなので、斜面を下って水平面上にきたときの運動エネルギーはA点の場合と等しくなり、したがって、速さも等しくなる。

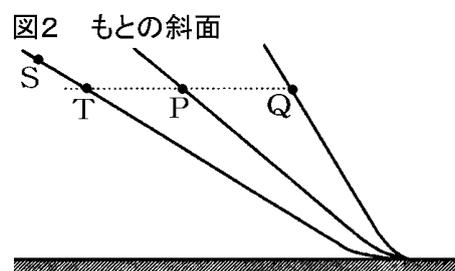
[問題]

図1のように、斜面と水平面がつながった装置を準備した。斜面と水平面はなめらかに接続されており、注射器本体は図の位置に固定されている。



- ① 斜面上の点 P に鉄球を置いて、静かに手をはなした。鉄球は斜面から水平面上へと運動した後、注射器のピストンに衝突し、少しだけ押し込んで静止した。
- ② 注射器のピストンを押し込む量に注目して、条件を変えて実験を行った。このことについて、次の問いに答えよ。ただし、斜面や水平面と鉄球の間の摩擦や空気の抵抗はないものとし、注射器のピストンと注射器本体の間には一定の摩擦力がはたらくものとする。

実験②で、実験①よりもピストンを大きく押し込むことができるのはどれか。次のアからオの中からすべて選び、記号で書け。なお、図2は斜面の傾きのようすと鉄球をはなす位置を示したものであり、点 Q, T は点 P と同じ高さである。



- ア 同じ鉄球を、点 Q から静かにはなす。
- イ 同じ鉄球を、点 S から静かにはなす。
- ウ 同じ鉄球を、点 T から静かにはなす。
- エ 同じ鉄球を、点 T から斜面に沿って下方向に勢いをつけてはなす。
- オ 実験①の鉄球より質量が小さい鉄球を、点 Q から静かにはなす。

(栃木県)

[解答欄]

[解答]イ, エ

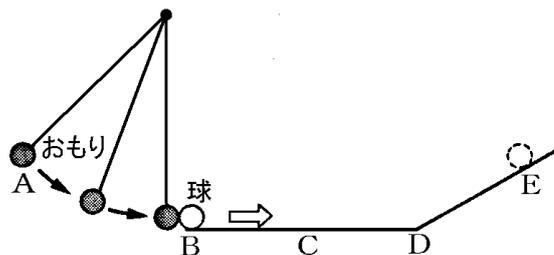
[解説]

ピストンが押し込まれる長さは、衝突前の鉄球の運動エネルギーが大きいほど長くなる。注射器の置かれた平面を位置エネルギーの基準とすると、最初、静止しているときの鉄球の位置エネルギーと衝突前の鉄球の運動エネルギーは等しい。したがって、静止しているときの鉄球の位置エネルギーが大きいほどピストンが押し込まれる距離は長くなる。

アとウは、鉄球の質量と高さが、最初 P からはなした場合と同じなので位置エネルギーは同じになる。イは、質量は同じであるが高さが高いため、位置エネルギーが大きくなり、ピストンが押し込まれる長さが長くなる。エは位置エネルギーは同じであるが、下向きに勢いをつけてはなしているため、力学的エネルギーは、最初に与えられた運動エネルギーの分だけ大きくなる。したがって、その分だけピストンが押し込まれる長さが長くなる。オは高さは同じであるが、質量が小さいので位置エネルギーは小さくなり、ピストンが押し込まれる長さは短くなる。

[問題]

図のように、糸でつるしたおもりを糸がたるまないようにA点まで引き上げ、静かにはなし、B点で静止していた球に衝突させた。球は水平面上のC、D点を通過し、斜面上のE点でいったん静止した。次の問いに答えよ。ただし、空気の抵抗や、摩擦は考えないものとする。



(1) 次の文は、図のふりこの運動について述べたものである。①、②に入る適切な語を書け。

A点から動き出したおもりのもつ位置エネルギーは減少し、運動エネルギーは増加する。B点で球と衝突するまでは、この2つのエネルギーの( ① )は一定に保たれるので、( ② )エネルギーは保存される。

(2) 図の実験で、球をE点より高いところまで上昇させるにはどのようにしたらよいか。次のア～カの中から適切なものをすべて選び、その記号を書け。

- ア 斜面の角度を大きくする。
- イ 斜面の角度を小さくする。
- ウ B点の近くからおもりをはなす。
- エ A点より高いところからおもりをはなす。
- オ 球の質量を大きいものにかえる。
- カ おもりの質量を大きいものにかえる。

(青森県)

[解答欄]

(1)①	②	(2)
------	---	-----

[解答](1)① 和 ② 力学的 (2) エ, カ

[解説]

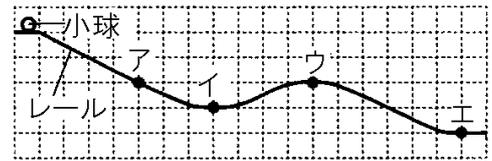
(2) おもりが球に与えるエネルギーを大きくするには、おもりが最初にもっている位置エネルギーを大きくしてやればよい。(位置エネルギー)=(質量)×(高さ)なので、おもりの質量を大きくしたり、おもりをA点より高い位置ではなすことによって位置エネルギーを大きくすることができる。

【】 ジェットコースター

[運動エネルギーと位置エネルギー]

[問題]

右の図は、一郎さんが滑走したスキークースのコースを、レールで再現したときの模式図であり、レールに沿って小球を運動させ、速さが最大になる場所を調べた。次の各問いに答えよ。ただし、レールはなめらかに繋がっており、小球とレールの摩擦、空気の抵抗は考えないものとする。



(1) 小球の速さが最大になる場所は、図中のア～エのうちではどれか。1つ答えよ。

(2) 小球の運動について説明した次の文の①～③の( )内からそれぞれ適語を選べ。

①(位置／運動／力学的)エネルギーは保存されるので、②(位置／運動／力学的)エネルギーが最も小さくなる場所では、③(位置／運動／力学的)エネルギーが最も大きくなるため、小球の速さが最大になると考えられる。

(岡山県)

[解答欄]

(1)	(2)①	②	③
-----	------	---	---

[解答](1) エ (2)① 力学的 ② 位置 ③ 運動

[解説]

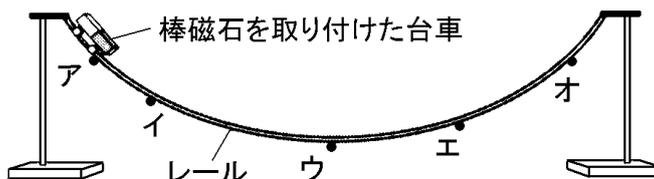
高さが低くなるほど位置エネルギーは減少するが、その分、運動エネルギーが増加する。すなわち、斜面を下るとき、位置エネルギーが運動エネルギーに変わっていく。位置エネルギーと運動エネルギーの和を力学的エネルギーというが、摩擦や空気の抵抗がない場合、力学的エネルギーは一定である。これを力学的エネルギーの保存という。

ア～エでもっとも低い位置にあるエで位置エネルギーは最も小さくなるので、エで運動エネルギーは最も大きくなり、小球の速さが最大になる。

※入試出題頻度：この単元はよく出題される。

[問題]

図のように、棒磁石を取り付けた重さが 20N の台車を、レールのアの位置で静かにはなした。



(1) 台車の運動エネルギーが最大となるのは、台車が図のア～オのどの位置にあるときか、1つ選んでその記号を書け。

(2) 摩擦や空気抵抗がないものとして、この実験を行うと、台車は永久に往復運動を続けることになる。このとき、イの位置で台車がつもつ位置エネルギーを  $a$ 、運動エネルギーを  $b$ 、エの位置で台車がつもつ位置エネルギーを  $c$ 、運動エネルギーを  $d$  として、それぞれのエネルギーの関係を式で表すとどのようなになるか。  $a\sim d$  の文字をすべて用いて書け。

(和歌山県)

[解答欄]

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

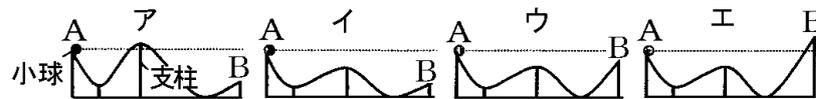
[解答](1) ウ (2)  $a+b=c+d$

[解説]

摩擦や空気抵抗がない場合、(位置エネルギー)+(運動エネルギー)は一定の値になる。高さが最も低いウで位置エネルギーが最小になるので運動エネルギーは最も大きくなる。

[問題]

次のア～エのようなジェットコースターの模型をつくった場合、A から静かにはなした小球が B まで達するものはどれか。次のア～エから 2 つ選び、記号で答えよ。ただし、空気抵抗や摩擦はないものとする。



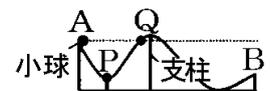
(山口県)

[解答欄]

[解答]イ, ウ

[解説]

空気抵抗や摩擦が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)は保存され一定の値をとる。アの場合、右図のように A 点では運動エネルギーは 0 である。A→P では位置エネルギーが減少

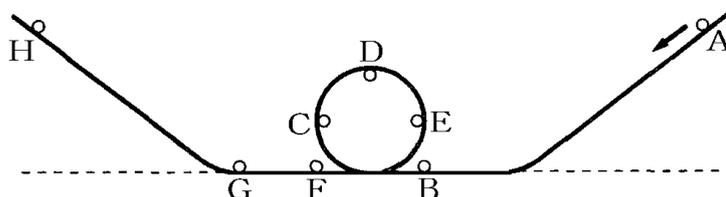


して、その分だけ運動エネルギーが増加する。P→Q では位置エネルギーが増加して運動エネルギーが減少する。A と同じ高さの Q 点に達したとき、位置エネルギーは A 点と同じになり、運動エネルギーは A 点と同じく 0 になる。すなわち、小球の速さは 0 になり、小球はそれ以上坂を上ることができず、Q→P に逆戻りする。

小球は元の高さ以上の高さに上ることはできない。従って、エの場合も B 点まで達することはできない。イとウでは、元の高さ以上になることはないので、小球は B 点に到達できる。

[問題]

次の図のように、電気コードのカバーをレールにして、ループが円になるようにループコースターをつくった。A 点から静かに小球を転がすと、小球は B 点を通過したあと、レールからはなれることなくループに沿って進んだ。その後、小球が到達した最も高い位置を H 点とした。ただし、レールと小球との間の摩擦と、空気抵抗は考えないものとする。



(1) 実験 I において、H 点の高さとして正しいものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

ア A 点より高い。                      イ A 点と同じ。

ウ D 点より高く A 点より低い。      エ D 点と同じ。

(2) ループコースターの区間 FG のレール上にうすい布をはり、この区間だけうすい布と小球との間に一定の大きさの摩擦力がはたらくようにした。A 点から静かに小球を転がすと、小球は H 点まで到達しなかった。小球が H 点まで到達しなかった理由を、簡潔に説明せよ。その際、「力学的エネルギー」という語句を用いよ。

(宮城県)

[解答欄]

(1)

(2)

[解答](1) イ (2) 摩擦力がはたらくことによって力学的エネルギーが減少したため。

[解説]

(1) 摩擦や空気抵抗が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)は保存され一定の大きさをたもつ。すなわち、A～H のすべての点の力学的エネルギーは同じ大きさになる。A 点と H 点では小球の速さは 0 なので運動エネルギーは 0 となり、位置エネルギー=力学的エネルギーとなる。したがって、A 点と H 点の位置エネルギーは同じになる。よって、A 点と H 点の高さは同じになる。

(2) FG 間で摩擦力がはたらくと、力学的エネルギーの一部が熱エネルギーなどに変わり、その分だけ力学的エネルギーが減少する。したがって、小球の到達点における位置エネルギーは A 点の位置エネルギーより小さくなる。したがって、このときの到達点の高さは A 点よりも低くなる。

[問題]

遊園地のジェットコースターは、位置エネルギーと運動エネルギーがたがいに移り変わりながら運動する。このとき、ある高さからすべり始めたジェットコースターは、ふたたび同じ高さまで上がることができない。その理由を書け。

(佐賀県)

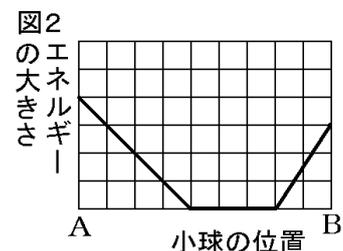
[解答欄]

[解答] 摩擦力や空気の抵抗がはたらき、力学的エネルギーが減少するから。

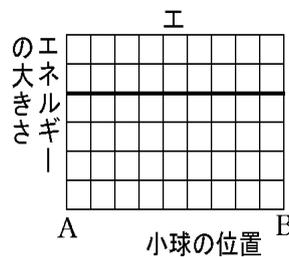
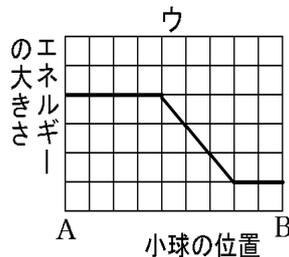
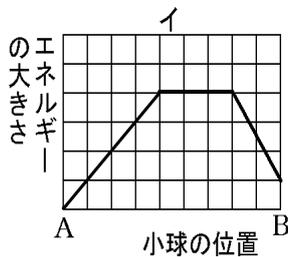
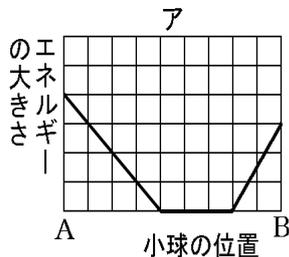
[グラフ]

[問題]

図2は、小球が図1のA点から斜面をすべり落ち、水平面を移動し、さらに斜面を上ってB点を通る運動をしたときの、小球のもつ位置エ



ネルギーの変化を表したものである。このとき、①小球のもつ運動エネルギー、②力学的エネルギーの変化を表したものとして、最も適当なものを、次のア～エからそれぞれ選び、その符号を書け。ただし、摩擦や空気抵抗は考えないものとする。



(新潟県改)

[解答欄]

①	②
---	---

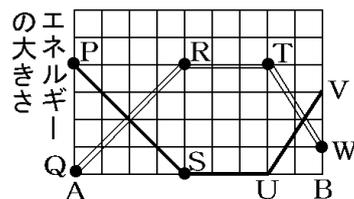
[解答] ① イ ② エ

[解説]

摩擦や空気抵抗がない場合、

(力学的エネルギー) = (位置エネルギー) + (運動エネルギー) は一定の値になるので、力学的エネルギーのグラフはエになる。

小球がA点にあるときの位置エネルギーは右図のPで、運動エネルギーは0なので右図のQである。小球が斜面を下るとき、位置エネルギーは減少し(P→S)、その減少分だけ運動エネルギーが増加する(Q→R)。



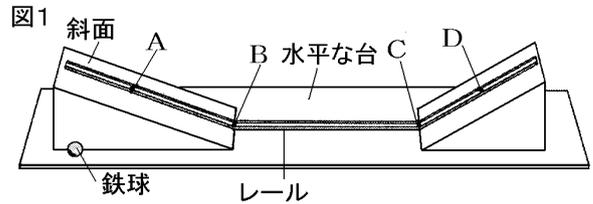
水平面上を運動するとき、運動エネルギーは一定である(R→T)。

斜面を登って B 点を通過していくとき、位置エネルギーは増加し(U→V)、その分だけ運動エネルギーは減少する(T→W)。したがって、運動エネルギーのグラフはイのようになる。

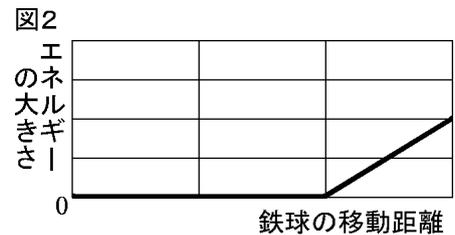
※入試出題頻度：この単元はよく出題される。

[問題]

図1のように、A 点に鉄球を置いて静かに手をはなすと、鉄球はレールに沿って斜面を下り、B 点、C 点を通過した後、反対側の斜面を D 点まで上がった。鉄球にはたらく摩擦

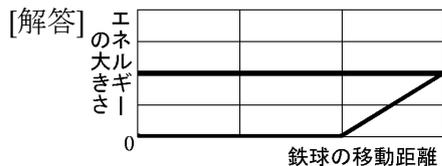
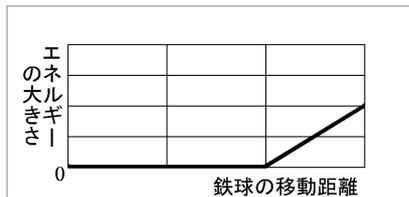


や空気の抵抗は無視できるものとする。図2は、実験で、鉄球が B 点から D 点までレール上を移動したときの、鉄球の移動距離と鉄球がもつ位置エネルギーの大きさとの関係をグラフに表したものである。鉄球が B 点から D 点までレール上を移動したときの、鉄球の移動距離と鉄球がもつ力学的エネルギーの大きさとの関係を図にかき加えよ。



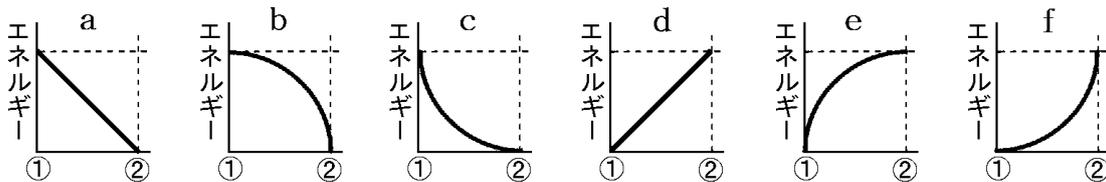
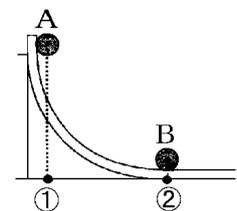
(北海道)

[解答欄]



[問題]

右図のように、曲げたレール上で球を A 点から静かにはなしたところ、球は A 点から B 点に移動した。このとき、運動エネルギーはどのように変化するか。次の a~f の中から 1 つ選び、その記号を書け。



(青森県)

[解答欄]

[解答]e

[解説]

(位置エネルギー)=(質量)×(高さ)で、質量は一定なので、球の位置エネルギーは高さに比例する。したがって、位置エネルギーの曲線はレールの曲線と同じような形(図の c)になる。運動エネルギーを表す曲線は、c のグラフを上下に反転させた e のグラフになる。

[問題]

図1のように、電気コードのカバーをレールにして、ループが円になるようにループコースターをつくった。A 点から静かに小球を転がすと、小球は B 点を通過したあと、レールからはなれることなくループに沿って進んだ。ただし、B 点、F 点、G 点をふくむ水平面を位置エネルギーの基準とし、各点の高さはこの面からはかった。C 点と E 点の高さは、ループの最高点である D 点の高さの半分にした。また、レールと小球との間の摩擦と、空気抵抗は考えないものとする。

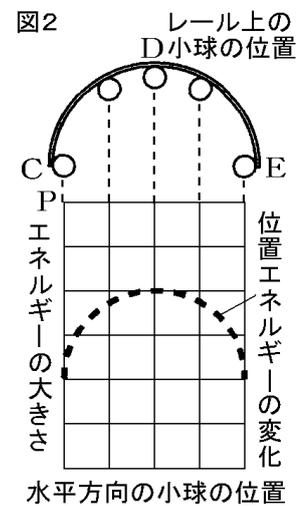
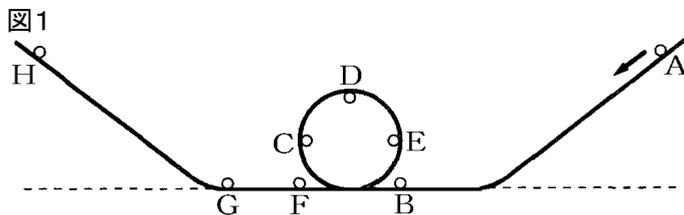
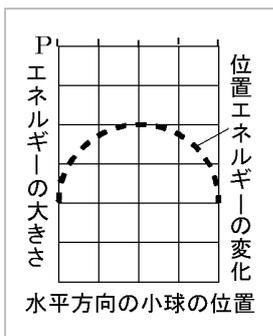
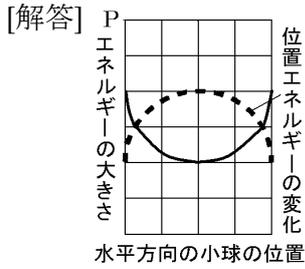


図2のように、実験における区間 CDE での小球のもつ位置エネルギーの変化のようすを、破線で表す。A 点での小球のもつ位置エネルギーの大きさを P で表すとき、区間 CDE での小球のもつ運動エネルギーの変化のようすを、図に実線で書き入れよ。

(宮城県)

[解答欄]



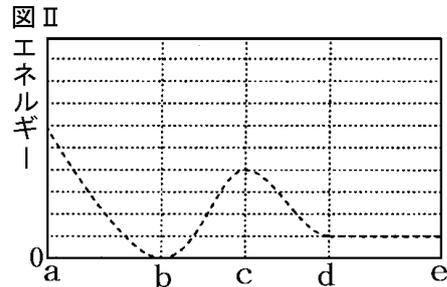
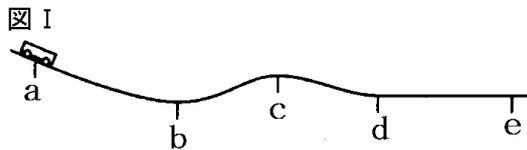


[解説]

図 2 のグラフのエネルギーの大きさの 1 目盛りを 1 とすると、P で表される A 点の位置エネルギーは 6 である。A 点では速さは 0 なので、(力学的エネルギーの合計)=(A 点の位置エネルギー)=6 となる。グラフより C 点と E 点の位置エネルギーは 2 なので運動エネルギーは 4 になる。D 点の位置エネルギーは 4 なので運動エネルギーは 2 になる。これらの点を位置エネルギーの曲線を上下にひっくり返した曲線で結ぶ。

[問題]

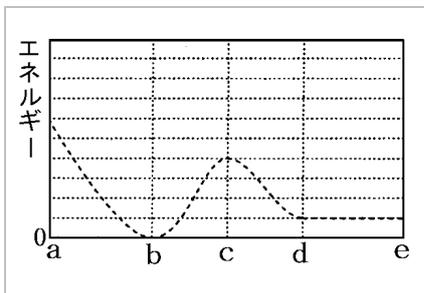
図 I のように、摩擦のない面の点 a に台車を静かに置くと、台車は点 e まで移動した。図 II は、この運動での台車の位置エネルギーを表したグラフである。この運動での台車の運動エネルギーを表したグラフを、図 II にかき入れよ。



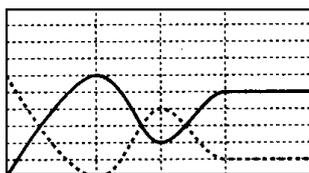
点線---は位置エネルギーを示している。

(群馬県)

[解答欄]



[解答]

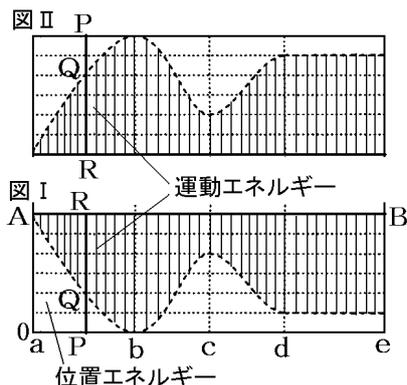


[解説]

摩擦が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)は保存され一定の大きさになる。台車が a にあるとき、運動エネルギーは 0 なので、

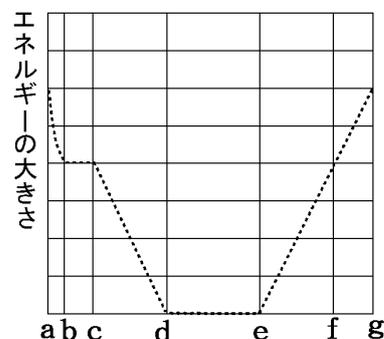
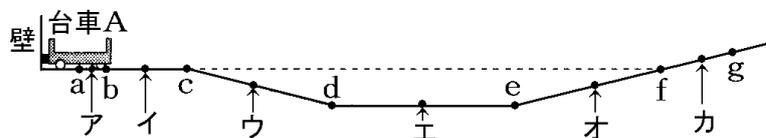
力学的エネルギー=位置エネルギー+運動エネルギー  
 =位置エネルギー+0=位置エネルギー=(aA の大きさ)

なので、力学的エネルギーを表す線は直線 AB になる。台車が右図の P の位置にあるとき、位置エネルギーは PQ なので、運動エネルギーは QR になる。ほかの点でも同様に考えると、図 I の縦線で示した部分が運動エネルギーを表すことになる。図 II は図 I を上下に反転させたもので、縦線で示した部分が運動エネルギーを表している。



[問題]

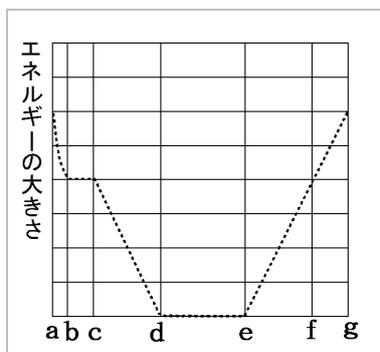
図のように、斜面を組み合わせた面上で、台車 A を壁におしつけてばねを縮めた。このときの台車 A の中心の真下の位置を点 a とした。そして、手をはなしたところ、台車 A は動きだし、面上を移動して、台車 A の中心の真下の位置が点 g まで達した。なお、図の点 b は、ばねが壁から離れた瞬間の台車 A の中心の真下の位置で、点線は水平面を表している。

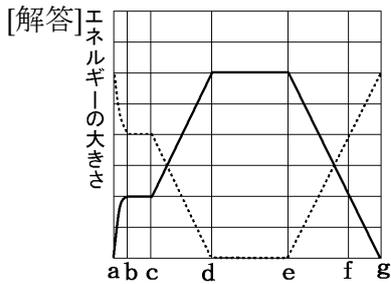


台車 A が動き出すのは、おし縮められたばねがもつエネルギーのためである。ばねがもつエネルギーの大きさは、ばねがのび縮みした距離(位置)で決まるので、位置エネルギーにふくまれる。台車 A が、点 a から点 g まで移動する間の位置エネルギーの大きさの変化は、右の図にある点線(.....)のグラフのとおりである。このときの台車 A の運動エネルギーの大きさの変化を表すグラフを、実線で書け。ただし、摩擦や空気の抵抗は無視できるものとする。

(福島県)

[解答欄]



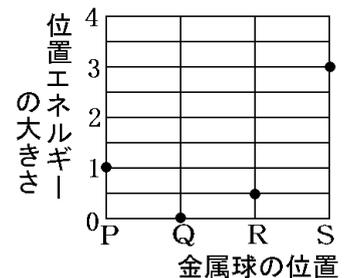
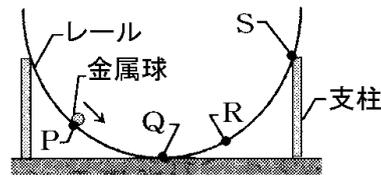


[解説]

(ばねの位置エネルギー)+(位置エネルギー)+(運動エネルギー)は一定の値になる。a で 0 であった運動エネルギーは、ab 間では、ばねの位置エネルギーが減少した 2 目盛り分だけ増加する。bc 間では位置エネルギーは一定であるので、運動エネルギーも一定となる。cd 間では位置エネルギーが減少した 4 目盛り分だけ増加する。de 間では位置エネルギーは一定であるので、運動エネルギーも一定となる。eg 間で斜面を上るときには位置エネルギーが増加するので、その増加分だけ運動エネルギーは減少していき、g に達したとき運動エネルギーは 0 になる。

[問題]

右図のような、レールでつくった軌道がある。この軌道上の点 P を矢印の方向に、金属球がある速さで通った後、金属球は軌道上の点 Q、点 R を通って、点 S まで達して静止し、再び、点 R、点 Q、点 P を通った。グラフは、点 P における金属球の位置エネルギーの大きさを 1 として、点 Q、点 R、点 S における金属球の位置エネルギーの大きさを表したものである。このとき、金属球の点 R における運動エネルギーの大きさは、点 P における運動エネルギーの大きさの何倍か。ただし、摩擦や空気抵抗などはないものとする。



(静岡県)

[解答欄]

[解答]1.25 倍

[解説]

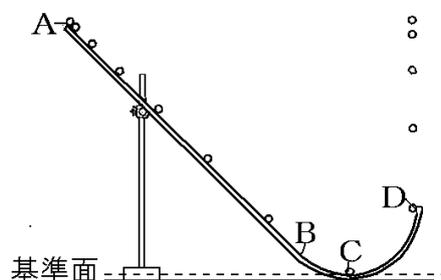
(力学的エネルギー)=(位置エネルギー)+(運動エネルギー) は一定である。S の位置における速さは 0 なので運動エネルギーも 0 である。S での位置エネルギーはグラフより 3 であるので、(力学的エネルギー)=(位置エネルギー)+(運動エネルギー)=3+0=3 である。P 点の位置エネルギーは 1 なので、(P 点での運動エネルギー)=3-1=2

R 点の位置エネルギーは 0.5 なので、(R 点での運動エネルギー) $=3-0.5=2.5$

よって、(R 点での運動エネルギー) $\div$ (P 点での運動エネルギー) $=2.5\div 2=1.25$ (倍) となる。

[問題]

右図のようなレールの A 点に小球を置き、静かに手をはなしたところ、小球はレールに沿って動き出し、B 点、C 点を通過後、D 点から真上に向かって飛び出した。A 点で小球がもつ位置エネルギーが、D 点で小球がもつ位置エネルギーの 4 倍だった場合の、C 点で小球がもつ運動エネルギーと D 点で小球がもつ運動エネルギーの比を、最も簡単な整数の比で表せ。



ただし、小球にはたらく摩擦や空気の抵抗は考えないものとする。また、小球がもつ位置エネルギーについては、基準面での位置エネルギーを 0 とする。

(宮城県)

[解答欄]

[解答]4 : 3

[解説]

D 点で小球がもつ位置エネルギーを 1 とすると、A 点で小球がもつ位置エネルギーは、D 点で小球がもつ位置エネルギーの 4 倍なので、4 になる。A 点では小球は静止しているので、運動エネルギーは 0 である。したがって、

(A 点での力学的エネルギー) $=$ (位置エネルギー) $+$ (運動エネルギー) $=4+0=4$  である。

「摩擦や空気の抵抗は考えないものとする」とあるので、力学的エネルギーは保存される。したがって、A、C、D 各点の位置エネルギーと運動エネルギーは次のようになる。

	A	C	D
力学的エネルギー	4	4	4
位置エネルギー	4	0	1
運動エネルギー	0	4	3

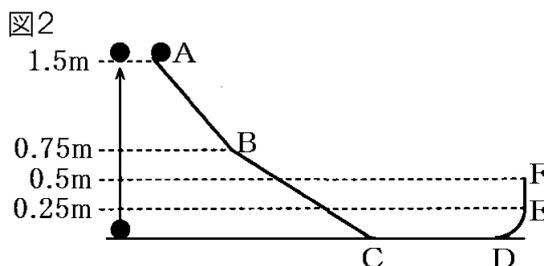
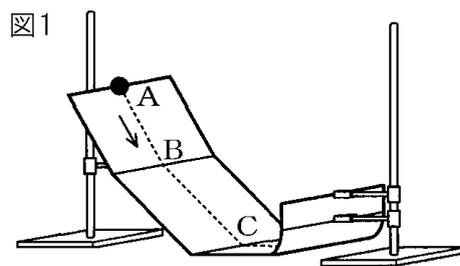
したがって、(C 点での運動エネルギー) $:$ (D 点での運動エネルギー) $=4 : 3$

[問題]

物体の運動のようすとエネルギーの移り変わりを調べるために、次の実験を行った。後の問いに答えよ。

(実験)

図1のように、平面と曲面をなめらかにつないだ装置を作った。図2はその装置の断面図であり、各面の端をそれぞれA~Fで表した。DEは曲面で、他はすべて平面である。ABはBCよりも傾きが急で、CDは水平であり、EFは水平面と垂直に設置してある。A、B、E、Fの水平面CDからの高さはそれぞれ1.5m、0.75m、0.25m、0.5mである。はじめに手で小球を水平面CDと同じ



高さから、真上にAと同じ高さまで、3秒間かけて一定の速さで持ち上げた。次に小球をAに置き、手をはなすと、小球はAからBCDEFを通過してFから真上に飛び出した。なお、この小球にはたらく重力の大きさは0.5Nであり、AからFまで運動する間、小球は面から離れず、小球にはたらく摩擦や空気の抵抗は無視できるものとする。

- (1) 小球を手で持ち上げているとき、手は小球に力を加えると同時に、小球から同じ大きさで逆向きの力を受ける。これを何の法則というか。その法則名を書け。
- (2) 小球をAと同じ高さまで持ち上げたときの仕事率は何Wか。
- (3) AB、BC、CDの各区間の途中の点で、小球にはたらく合力の大きさを比較する。次のア~ウを大きい順に書け。
  - ア AB間の途中の点で小球にはたらく合力の大きさ
  - イ BC間の途中の点で小球にはたらく合力の大きさ
  - ウ CD間の途中の点で小球にはたらく合力の大きさ
- (4) 高さが0mを基準面とし、小球がC、D間にあるときの位置エネルギーを0Jとする。このとき、次の①、②に答えよ。
  - ① 小球が点Fにあるときの運動エネルギーの大きさを求めよ。
  - ② 小球が点Cにあるときの運動エネルギーは、点Fにあるときの運動エネルギーの何倍か。

(福井県改)

[解答欄]

(1)	(2)	(3)
(4)①	②	

[解答](1) 作用・反作用の法則 (2) 0.25W (3) ア、イ、ウ (4)① 0.5J ② 1.5倍

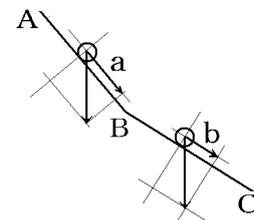
【解説】

(2) A の高さが 1.5m で、小球にはたらく重力の大きさは 0.5N である。「水平面 CD と同じ高さから、真上に A と同じ高さまで、3 秒間かけて一定の速さで持ち上げた」とあるので、

$$(仕事) = (力の大きさ N) \times (力の向きに動いた距離 m) = 0.5(N) \times 1.5(m) = 0.75(J)$$

$$(仕事率) = (仕事 J) \div (秒) = 0.75(J) \div 3(秒) = 0.25(W)$$

(3) 小球が AB 間や BC にあるとき、小球に働く力は重力と斜面から受ける垂直抗力で、その合力は、右図のように斜面下方向(a, b)になる。右図からもわかるように、この斜面下方向の合力は斜面の傾きが大きいほど大きくなる。小球が CD 間にあるときは、小球に働く重力と、水平面から受ける垂直抗力が釣り合い、合力は 0 になる。



(4) (2)より、小球が点 A にあるときの位置エネルギーは 0.75J である。

A 点では小球は静止しているので、運動エネルギーは 0(J)である。したがって、

(A 点での力学的エネルギー) = (位置エネルギー) + (運動エネルギー) = 0.75 + 0 = 0.75(J) である。

「小球にはたらく摩擦や空気の抵抗は無視できる」とあるので、力学的エネルギーは保存される。したがって、A～F 各点の位置エネルギーと運動エネルギーは次のようになる。

	力学的エネルギー	位置エネルギー	運動エネルギー
A	0.75J	$0.5(N) \times 1.5(m) = 0.75(J)$	0J
B	0.75J	$0.5(N) \times 0.75(m) = 0.375(J)$	$0.75 - 0.375 = 0.375(J)$
C	0.75J	$0.5(N) \times 0(m) = 0(J)$	$0.75 - 0 = 0.75(J)$
D	0.75J	$0.5(N) \times 0(m) = 0(J)$	$0.75 - 0 = 0.75(J)$
E	0.75J	$0.5(N) \times 0.25(m) = 0.125(J)$	$0.75 - 0.125 = 0.625(J)$
F	0.75J	$0.5(N) \times 0.5(m) = 0.25(J)$	$0.75 - 0.25 = 0.5(J)$

したがって、① 小球が点 F にあるときの運動エネルギーは 0.5J である。

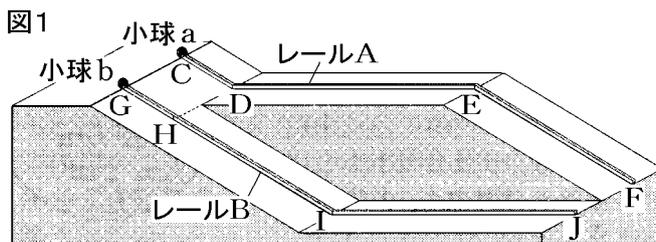
② 小球が点 C にあるときの運動エネルギーは 0.75J で、点 F にあるときの運動エネルギーは 0.5J なので、 $0.75(J) \div 0.5(J) = 1.5(倍)$ になる。

[問題]

レール上の小球の運動のようすを調べた次の実験について、あとの(1)~(4)の問いに答えよ。

(実験)

図1のように、水平な面と斜面に、同じ長さのレールA、Bを、角度が変わ

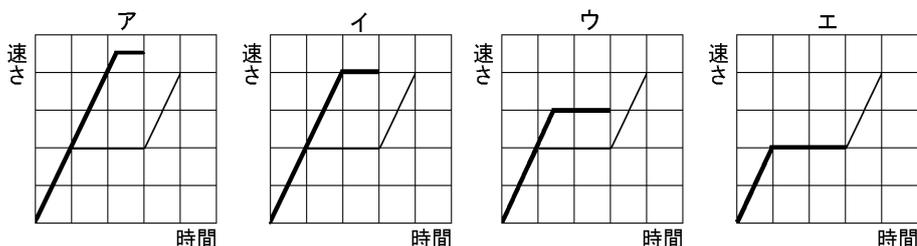
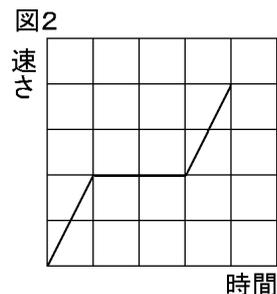


る部分をなめらかにつないでとりつけ、それぞれのレール上に左端からC点~F点、G点~J点をとった。質量の等しい小球a、小球bをそれぞれC点、G点に置き、同時に静かにはなすと、2つの小球はレールをはなれることなくレールに沿って進み、小球bが先に、続いて小球aがそれぞれレールの右端J点、F点に到着した。ただし、C点とG点、D点とE点とH点、F点とI点とJ点は、それぞれ同じ高さ、区間DEと区間IJは同じ長さ、どの斜面も同じ傾きとする。また、小球にはたらく摩擦や空気の抵抗は考えないものとする。

- (1) 区間DE上を動いている小球aの運動を何というか。
- (2) 区間EF上を動いている小球aにはたらく斜面方向の力について、正しく述べているものを、次のア~エから1つ選び、記号で答えよ。

- ア 向きは斜面方向に上向きで、大きさは一定である。
- イ 向きは斜面方向に上向きで、大きさはしだいに大きくなる。
- ウ 向きは斜面方向に下向きで、大きさは一定である。
- エ 向きは斜面方向に下向きで、大きさはしだいに大きくなる。

- (3) 小球aと小球bの運動のようすを比べるために、運動の速さと時間の関係をグラフに表した。図2は、C点を出発してからF点に到着するまでの小球aの運動のようすを表したものである。このグラフに、G点を出発してからJ点に到着するまでの小球bの運動のようすを太い実線でかき加えたものとして、最も適切なものを、次のア~エから1つ選び、記号で答えよ。



- (4) レールAとレールBの長さが等しいにもかかわらず、小球bが小球aより先にレールの右端に到着するのはなぜか、力学的エネルギーの保存の考え方をもとに、簡潔に説明せよ。

(宮城県)

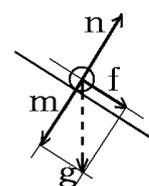
[解答欄]

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

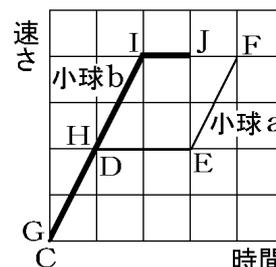
[解答](1) 等速直線運動 (2) ウ (3) イ (4) 位置エネルギーと運動エネルギーの和は一定であるので、高さが低いほど位置エネルギーは小さく運動エネルギーは大きくなる。よって、小球 a の DE での速さより小球 b の IJ 間の速さが速いため、DE 間・IJ 間にかかる時間は、小球 b のほうが短くなる。また、CD 間と GH 間の時間は等しく、EF 間と HJ 間の時間は等しい。したがって、小球 b の時間が短くなる。

[解説]

(1)(2) 小球が斜面上にあるときに働く力は右図のようになる。小球に働く重力  $g$  は斜面下方向の力  $f$  と斜面に垂直な方向の力  $m$  に分解される。さらに斜面からの垂直抗力  $n$  が働く。小球に働く  $f$ ,  $m$ ,  $n$  の 3 つの力のうち  $m$  と  $n$  は大きさが等しく反対方向であるため、全体では  $f$  の力のみが働く。斜面の傾斜が同じなら、力  $f$  の大きさは一定である。斜面上にあるときは、 $f$  がつねに働くため小球はだんだん速くなっていく。これに対し、小球が水平面上にあるときは、 $f$  は働かないため、小球の速さは一定で、小球は等速直線運動を行う。



(3)(4) J, F 点の高さを位置エネルギーの基準として考える。2 つの小球は質量が等しく C と G の高さと同じであるので、C 点にある小球 a と G 点にある小球 b の位置エネルギーは等しい。また、C 点・G 点にあるとき、速さは 0 なので運動エネルギーはともに 0 である。



レールを下ってそれぞれ F 点と J 点を通過するとき、高さは 0 なので位置エネルギーはともに 0 になる。ところで、力学的エネルギー保存の法則より、(位置エネルギー)+(運動エネルギー)の値は一定であるので、F 点と J 点を通過するときの小球 a と小球 b の運動エネルギーは等しくなる。2 つの小球の質量は同じなので、F 点と J 点を通過するときの小球 a と小球 b の速さは等しくなる。

同様に、高さが等しい D, E, H 点を通過するときの小球 a, b の位置エネルギーは同じなので、運動エネルギーは同じになり、したがって速さも同じになる。

そこで、2 つの小球が F 点, J 点に到着するまでの時間を比較する。点 D での小球 a の速さと点 H での小球 b の速さは等しいので、小球 a の CD 間の運動と小球 b の GH 間の運動(速さ・かかる時間)はまったく同じになる。次に、小球 a の EF 間の運動と小球 b の HI 間の運動についても、(E での小球 a の速さ)=(H での小球 b の速さ),

(F での小球 a の速さ)=(I での小球 b の速さ)なので、運動の様子(速さ・かかる時間)は同じになる。これに対し、小球 a の DE 間の速さより、小球 b の IJ 間の速さが速いため、(小球 a が DE 間にかかる時間)>(小球 b が IJ 間にかかる時間)となる。

以上より、

(小球 a の CF 間の時間)=(CD 間の時間)+(DE の時間)+(EF の時間)

(小球 b の GJ 間の時間)=(GH 間の時間)+(HI の時間)+(IJ の時間)で、

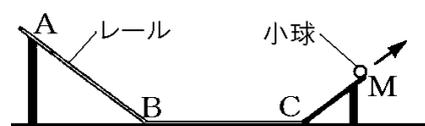
(CD 間の時間)=(GH 間の時間), (EF の時間)=(HI の時間), (DE の時間)>(IJ の時間)

なので、(小球 a の CF 間の時間)>(小球 b の GJ 間の時間)となる。

【】 飛び出し

[問題]

右図で、A の位置で小球を静かにはなしたところ、小球は A→B→C→M と進み、M から飛び出した。M から斜め上方に飛び出した後の、小球の位置エネルギーの最大値はどうか、次のア～ウから選べ。ただし、空気の抵抗や摩擦は考えないものとする。



- ア A での位置エネルギーより大きい。
- イ A での位置エネルギーと等しい。
- ウ A での位置エネルギーより小さい。

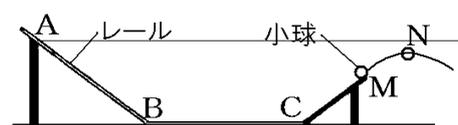
(群馬県)

[解答欄]

[解答]ウ

[解説]

右図のように、小球が最も高くなった点を N とすると、N 点で小球の位置エネルギーは最大になる。



N 点では小球は右方向に運動しているので運動エネルギーを持っている。空気の抵抗や、摩擦は考えないので、小球の力学的エネルギー(位置エネルギー+運動エネルギー)は一定に保たれる。よって、

$$(A \text{ 点での力学的エネルギー}) = (N \text{ 点での力学的エネルギー})$$

$$(A \text{ 点での位置エネルギー}) = (N \text{ 点での位置エネルギー}) + (N \text{ 点での運動エネルギー})$$

$$(N \text{ 点での位置エネルギー}) = (A \text{ 点での位置エネルギー}) - (N \text{ 点での運動エネルギー})$$

よって、 $(N \text{ 点での位置エネルギー}) < (A \text{ 点での位置エネルギー})$

したがって、N 点は A 点より低くなる。

※入試出題頻度：この単元はときどき出題される。

[問題]

右図の点 P から小球を静かにはなしたところ、レール上を動いて点 Q から飛び出し、最高点 R を通過した。小球がもつ力学的エネルギーは保存されるが、点 Q から飛び出した後、到達する最高点 R の高さは点 P よりも低くなる。その理由として、最も適切なものは次のうちどれか。ただし、摩擦や空気の抵抗は考えないものとする。



- ア 小球は、点 R で運動エネルギーをもつから。
- イ 小球は、点 R で位置エネルギーをもつから。
- ウ 小球は、点 R では運動エネルギーをもたないから。
- エ 小球は、点 R では位置エネルギーをもたないから。

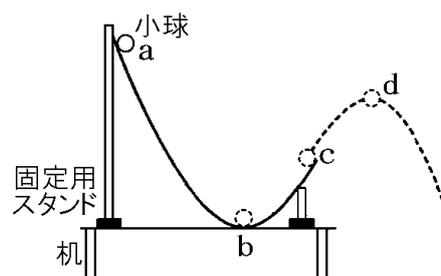
(栃木県)

[解答欄]

[解答]ア

[問題]

水平な机の上に、右図のように固定された曲線上のレールを用意した。a から小球を静かにはなすと、レールの上をすべりおち、最下点 b を通り c から飛び出した。そのあと、点線のように、d の高さまで上がり、落下していった。摩擦や空気の抵抗はないものとして、次の各問いに答えよ。



- (1) c のときの小球の位置エネルギーの大きさは、a のときの 0.4 倍であった。b のときの小球の運動エネルギーの大きさと c のときの小球の運動エネルギーの大きさの比を、最も簡単な整数の比で書け。ただし、b の高さを基準面とする。
- (2) 小球が c を飛び出したあと、基準面からの d の高さは a よりも低かった。次の小球の 3 つのエネルギーの大きさについて、a と d での大きさを比べ、①～③に適する等号または不等号(=, <, >)をそれぞれ 1 つ選んで書け。ただし、同じものを何度選んでもよい。

(a での力学的エネルギー)( ① )(d での力学的エネルギー)

(a での運動エネルギー)( ② )(d での運動エネルギー)

(a での位置エネルギー)( ③ )(d での位置エネルギー)

(福井県)

[解答欄]

(1)	(2)①	②	③
-----	------	---	---

[解答](1) 5 : 3 (2)① = ② < ③ >

[解説]

(1) a の位置にあるときの小球の位置エネルギーを  $E(J)$  とする。a では小球の速度は 0 なので、運動エネルギーは  $0J$  である。よって、(力学的エネルギー)  $= E + 0 = E(J)$  である。

b の位置に来たときの位置エネルギーは  $0J$  なので、

(b での運動エネルギー)  $=$  (力学的エネルギー)  $-$  (位置エネルギー)  $= E - 0 = E(J)$  である。

「c のときの小球の位置エネルギーの大きさは、a のときの 0.4 倍であった」とあるので、c のときの位置エネルギーは  $0.4E(J)$  である。したがって、

(c での運動エネルギー)  $=$  (力学的エネルギー)  $-$  (位置エネルギー)  $= E - 0.4E = 0.6E(J)$  になる。

よって、(bでの運動エネルギー):(cでの運動エネルギー)= $E:0.6E=1:0.6=10:6=5:3$

(2)① 摩擦等がないので力学的エネルギーは保存され、

(aでの力学的エネルギー)=(dでの力学的エネルギー)が成り立つ。

② dでの位置エネルギーを $E'(J)$ とすると、dはaよりも低い位置にあるので、 $E > E'$ である。

(aでの運動エネルギー)= $0J$

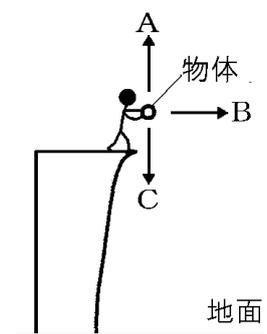
(dでの運動エネルギー)=(力学的エネルギー)-(dでの位置エネルギー)= $E - E' > 0$

よって、(aでの運動エネルギー)<(dでの運動エネルギー)になる。

③ aはdより高い位置にあるので、(aでの位置エネルギー)>(dでの位置エネルギー)

### [問題]

右の図のように、水平な地面に対して同じ高さから、ある物体を、A真上、B水平、C真下の3方向に同じ速さで投げ出した。A、B、Cそれぞれの方向に投げ出した物体が地面にぶつかる直前の速さをそれぞれa、b、cとし、これらの関係を等号や不等号を使って示したものととして最も適するものを次のア～カの中から1つ選び、その記号を答えよ。ただし、物体にはたらく空気抵抗は考えないものとする。



ア  $a=b<c$  イ  $a<b<c$  ウ  $b<c<a$  エ  $b<a=c$

オ  $c<b<a$  カ  $a=b=c$

(神奈川県)

### [解答欄]

[解答]カ

### [解説]

この物体が持つ力学的エネルギーは、位置エネルギーと運動エネルギーの和になる。A、B、Cのいずれの場合も、投げた直後の高さは同じなので、位置エネルギーは等しい。また、方向が違って同じ速さなので、運動エネルギーも等しくなる。したがって、力学的エネルギーはA、B、Cとも同じになる。地面にぶつかる直前の位置では、高さが低くなる分だけ位置エネルギーは等しく減少し、その分だけ運動エネルギーは等しく増加する。したがって、A、B、Cとも地面にぶつかる直前の運動エネルギーは同じになる。A、B、Cは運動エネルギーが等しいので、速さも同じになる。

## 【】 摩擦や空気抵抗がある場合

### [問題]

図のように、レールで軌道をつくり、レール上の A の位置に金属球を置いた。手をはなしたところ、金属球はレール上を運動し始めた。レール上を運動している金属球をしばらく観察すると、まさつ力や空気の抵抗があることで、金属球の達する高さがしだいに低くなり、やがて B の位置で静止した。摩擦力や空気の抵抗があることで、金属球の達する高さがしだいに低くなっていくのはなぜか。その理由を、「力学的エネルギー」「熱など」という語句を使って簡単に書け。



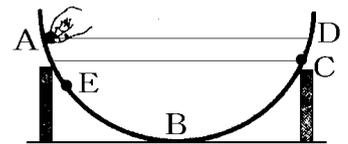
(静岡県)

### [解答欄]

[解答] 力学的エネルギーが熱などのエネルギーに変わって減少していくから。

### [解説]

もし摩擦や空気抵抗がないとしたら力学低エネルギーは保存され、(位置エネルギー)+(運動エネルギー)は一定の値になる。たとえば、B の面を基準にして、A の位置エネルギーを 1 とすると、金属球が A→B へレール上を下っていくとき位置エネルギーは運動エネルギーに変わっていく。金属球が B にきたとき位置エネルギーが 0 になって、運動エネルギーが 1 になる。B を通過してレール上を登っていくときには運動エネルギーがしだいに位置エネルギーにかわっていき、運動エネルギーが 0 になる D まで登っていく。D 点で運動エネルギーが 0 になって金属球が一瞬静止するとき、位置エネルギーは 1 になる。D 点の位置エネルギーは A 点の位置エネルギーと同じ 1 なので、D 点の高さは A 点と同じになる。その後、金属球は D→B→A→B→D→…と AD 間を永久に往復運動することになる。しかし、実際には、空気抵抗と摩擦があるためにこのような永久運動を行うことはない。金属球が A→B→C と動く間に、力学的エネルギーの一部は熱エネルギーなどに変わっていく。仮に A→B→C と動く間に力学的エネルギーの 10% が熱エネルギーとして失われるとすると、坂を登って一瞬静止する C 点での力学的エネルギーは 0.9 になる。C 点での運動エネルギーは 0 なので、C 点での位置エネルギーは 0.9 になる。したがって、C 点は A 点の 0.9 倍の高さになる。さらに金属球が C→B→E と動いていき、E 点まで達したとすると、E 点の高さは A 点の  $1 \times 0.9 \times 0.9 = 0.81$  倍になる。このようにして、金属球の登る高さはだんだん低くなっていき、何度か往復してついには B 点で静止することになる。



※入試出題頻度：この単元はしばしば出題される。

[問題]

ふりこが何回か振れている間におもりの上がる基準面からの高さはしだいに低くなっていく。その理由を「空気抵抗」「運動エネルギーと位置エネルギーの和」という語句を使って説明せよ。

(沖縄県)

[解答欄]

--

[解答]空気抵抗のために、位置エネルギーと運動エネルギーの和が減少したため。

[問題]

右図のように、摩擦力がはたらかないレール X を、摩擦力がはたらく水平なレールに A の位置でつないだ。小球を P の位置に置くと、小球はひとりでに動き始め、水平なレール上の Q で静止した。



- (1) PA 間では、小球の位置エネルギーは、別のエネルギーに移り変わる。どのようなエネルギーに移り変わるか。そのエネルギーの名称を書け。
- (2) AQ 間では、小球がもっていたエネルギーは、別のエネルギーに移り変わる。おもにどのようなエネルギーに移り変わるか。そのエネルギーの名称を書け。

(埼玉県)

[解答欄]

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

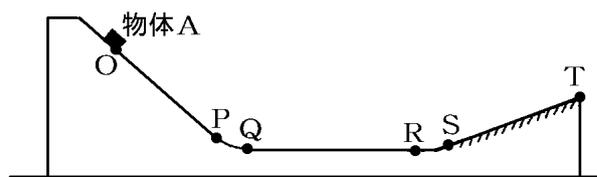
[解答](1) 運動エネルギー (2) 熱エネルギー

[解説]

- (1) PA 間は摩擦がないので力学的エネルギーは保存される。P→A で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。
- (2) A→Q 間は水平なので位置エネルギーは一定である。しかし、摩擦があるので運動エネルギーは熱エネルギーに変わり、ついには運動エネルギー=0 となる。

[問題]

右図のように、なめらかな斜面 OP, なめらかな曲面 PQ, なめらかな水平面 QR, なめらかな曲面 RS, あらい斜面 ST がある。物体 A を点 O に静止させたあと、静かに手をはなしたところ、物体 A は斜面を下り始めた。その後、物体 A は点 P, 点 Q, 点 R, 点 S を通過して、点 T から飛び出した。空気抵抗は無視できるものとし、摩擦によって生じるエネルギーは、すべて熱エネルギーに変わるものとする。物体 A が点 R を通過するときにもっている力学的エネルギー  $E_1$  と、点 T を通過するときにもっている力学的エネルギー  $E_2$ , および ST 間で生じる熱エネルギー  $J$  の間に成り立つ関係式として正しいものはどれか。次のア～カの中から 1 つ選び、記号を書け。



- ア  $E_1 = E_2 + J$     イ  $E_1 = E_2 - J$     ウ  $E_1 = J - E_2$   
 エ  $E_1 > E_2 + J$     オ  $E_1 < E_2 - J$     カ  $E_1 > J - E_2$

(佐賀県)

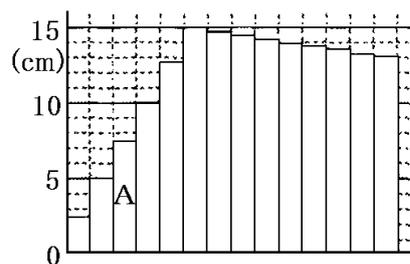
[解答欄]

[解答]ア

[解説]ST 間に摩擦がないならば、力学的エネルギーは保存されて  $E_1 = E_2$  となるはずであるが、実際には摩擦によって力学的エネルギーの一部が熱エネルギーに変わる。したがって、力学的エネルギーの減少分  $E_1 - E_2$  は発生した熱エネルギー  $J$  と等しいので、 $E_1 - E_2 = J$  となる。よって、 $E_1 = E_2 + J$  となる。

[問題]

記録タイマーを用いて、斜面とそれに続く水平面上での台車の運動のようすを調べた。このときの運動のようすが記録された紙テープを 0.1 秒ごとに切り、右図のようにグラフ用紙に左から順にはりつけた。



- (1) 台車が図の A の紙テープに記録された運動をしているときの台車のもつ運動エネルギーと位置エネルギーについて述べたものはどれか。

- ア 運動エネルギーは変化しないが、位置エネルギーはしだいに増加する。  
 イ 運動エネルギーは変化しないが、位置エネルギーはしだいに減少する。  
 ウ 運動エネルギー、位置エネルギーともに、しだいに増加する。  
 エ 運動エネルギーはしだいに増加するが、位置エネルギーはしだいに減少する。

- (2) 台車が水平面上や運動しているときの紙テープをみると 0.1 秒ごとの長さが少しずつ短くなり、速さがしだいに小さくなっている。この理由を簡潔に書け。

(千葉県)

[解答欄]

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

[解答](1) エ (2) 摩擦力や空気の抵抗など，台車の運動をさまたげる力がはたらくため。

[解説]

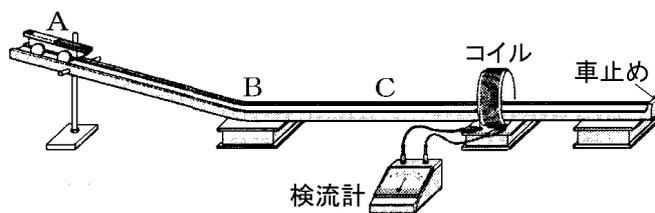
(1) A の紙テープの前後で，0.1 秒ごとに切り取った紙テープの長さがだんだん長くなっているのので，台車はだんだん速くなっており，台車が斜面上を下っていることが分かる。台車が斜面を下るとき，位置エネルギーは減少し，運動エネルギーが増加する。

(2) もし，摩擦や空気抵抗がなければ，水平面上で台車の進行方向に働く力は 0 なので，台車は等速直線運動を行うはずである。しかし，実際には，摩擦や空気抵抗で，台車の進行方向とは逆向きの方が働くため，台車はしだいにおそくなっていく。

## 【】 電気エネルギー

### [問題]

右図のように、棒磁石を固定した台車を用意し、斜面上のAの位置に置き、静かに手をはなした。台車は動き始め、B、Cを通過し、検流計を接続したコイルの中を通り、車止めで停止した。



なお、Bから車止めまでのレールは水平である。また、台車にはたらく摩擦や空気の抵抗は考えないものとする。

(1) 台車がコイルを通過するとき、検流計の針が振れた。針はどのように振れたか、ア～エから1つ選べ。

- ア 左右に1回振れ、もとにもどった。
- イ 左右にしばらく振れ続けた。
- ウ 片方に振れ、もとにもどった。
- エ 片方に振れたまま止まった。

(2) 次の文は、台車がAでもっていたエネルギーが移り変わっていくようすを述べたものである。(①)・(②)にあてはまる語句は何か、それぞれ書け。

Aで台車もっていた( ① )エネルギーは、Bでは運動エネルギーに変わっている。また、検流計の針が振れたことから、コイル付近では、運動エネルギーの一部が( ② )エネルギーに変わったと考えられる。

(徳島県)

### [解答欄]

(1)	(2)①	②
-----	------	---

[解答](1) ア (2)① 位置 ② 電気

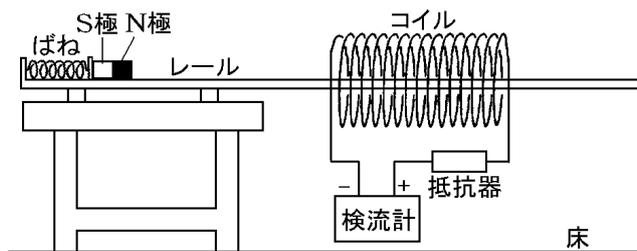
### [解説]

(1) 例えば、棒磁石のN極を前に、S極を後にして台車に固定したとする。N極がコイルに近づくと、これを妨げるようコイルの左側がN極になるように誘導電流が流れる。…①  
台車がコイルの中を通過して、棒磁石の後側のS極がコイルから離れていくとき、これを妨げるようにコイルの右側がN極になる。このときコイルの左側はS極になるので、①とは反対向きの誘導電流が流れる。

(2) 台車がAからBに移動するにつれて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し速さが増加する。Bから台車はしばらく等速直線運動を続けるが、コイルを通過するときにコイルから進行方向と反対の力を受けて速さが落ち、運動エネルギーが減少する。減少した分の運動エネルギーはコイルを流れる誘導電流のもつ電気エネルギーに変わる。  
※入試出題頻度：この単元はしばしば出題される。

[問題]

右図のように、レールを囲むようにコイルを取り付け、検流計と抵抗器をつないだ。小さな棒磁石を、N極をコイルに向けてレールに置き打ち出した。この棒磁石はそのままの向きで移動し、コイルを通るときに、検流計に電流が



流れることが観察された。棒磁石がコイルに入る直前に、検流計の針は+の向きにふれた。棒磁石がコイルを通り抜けた直後、検流計の針はどのようにふれるか。また、そのときの棒磁石の速さはコイルに入る前に比べてどうなっていると考えられるか。正しいものを、次のア～カから1つ選び、記号で答えよ。

- ア 針は+の向きにふれ、速さはおそくなる。
- イ 針は+の向きにふれ、速さははやくなる。
- ウ 針は0をさし、速さはおそくなる。
- エ 針は0をさし、速さははやくなる。
- オ 針は-の向きにふれ、速さはおそくなる。
- カ 針は-の向きにふれ、速さははやくなる。

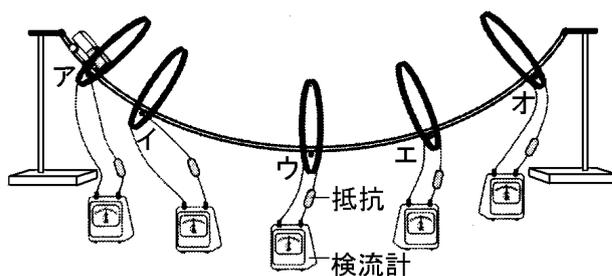
(宮城県)

[解答欄]

[解答]オ

[問題]

右図のように、同じようにして作った5個のコイルに、それぞれ抵抗と検流計を接続したものを、ア～オの位置に取り付けた。棒磁石を取り付けた台車をアの位置で静かにはなしたところ、台車の往復運動にともない検流計の針が振れ、台車は少しずつ振れを小さくしながら、50秒後に静止した。



- (1) 検流計の針が振れたのは、コイルに電圧が生じ、電流が流れたからである。この電流を何というか、書け。
- (2) 針が最も大きく振れたのは、図のア～オのどの位置のコイルに接続した検流計か、1つ選んでその記号を書け。
- (3) この実験では、コイルを置いていない場合より短い時間で台車が静止した。このことをエネルギーの移り変わりから説明せよ。

(和歌山県)

[解答欄]

(1)	(2)
(3)	

[解答](1) 誘導電流 (2) ウ (3) 力学的エネルギーが電気エネルギーに移り変わったから。

[解説]

(1)(2) 棒磁石を取り付けた台車がコイルに近づいて離れていくときに誘導電流が流れるが、棒磁石の速さが速いほど誘導電流は大きくなる。台車がア→イ→ウと進むとき、位置エネルギーが減少して運動エネルギーが増加していく。運動エネルギーの一部はア、イで誘導電流の電気エネルギーに変わるが、運動エネルギーはウの位置で最大になり、台車の速さも最大になると考えられる。したがって、最初にウを通過するときの台車の速さが最大で、このとき、流れる誘導電流が最も大きくなって、検流計の針が最も大きく振れると考えられる。

(3) コイルを置いていない場合、ア→イ→ウと台車が斜面を下るにつれて位置エネルギーが減少して運動エネルギーが増加する。また、ウ→エ→オと斜面を登るにつれて位置エネルギーが増加して運動エネルギーが減少する。もし、摩擦や空気抵抗がなければ、位置エネルギーと運動エネルギーの和は一定で、台車は永久に斜面上で往復運動を行うことになる。しかし、実際には、摩擦や空気抵抗のために力学的エネルギーを熱エネルギーなどの形で失い、振れ幅が減少して、やがて台車は静止する。

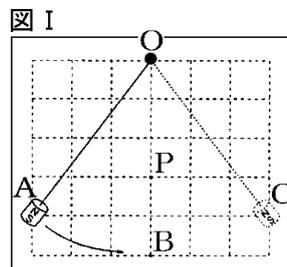
この実験のように、コイルを置いた場合、棒磁石を取り付けた台車がコイルを通過する前後で、棒磁石はコイルから進行方向と反対の力を受けて、その分だけ速さが減少し、運動エネルギーを失う。したがって、コイルを置いていない場合より短い時間で台車が静止することになる。失った運動エネルギーは誘導電流の電気エネルギーに変わる。

[問題]

ふりこの運動とエネルギーの移り変わりについて調べるために、次の実験を行った。後の問いに答えよ。ただし、糸の伸びや空気の抵抗はないものとする。

(実験 1)

(a) 図 I のように、糸に磁石をつけたふりこを O のくぎに取りつけ、糸がたるまないように磁石を A まで持ち上げ、静かにはなした。磁石は B を通過した後、A と同じ高さの C まで達した。

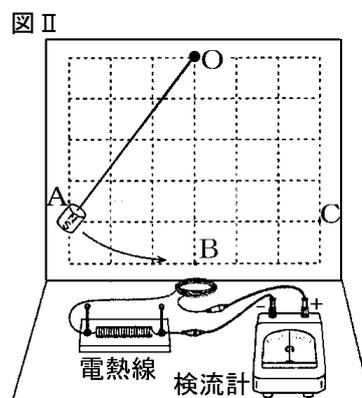
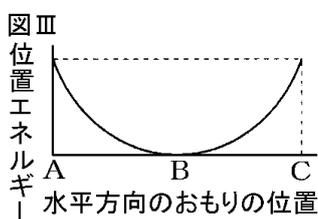


(b) 図 I の P にくぎを打ち、糸がたるまないように磁石を A まで持ち上げ、静かにはなした。

(c) ふりこの糸がくぎにぶつかった後、磁石が最も高くなった位置を調べた。

(実験 2)

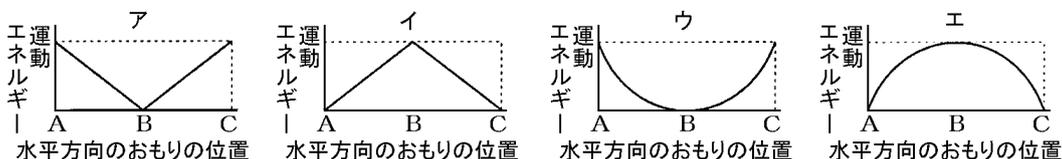
(a) 図 II のように、B の真下にコイルを置き、検流計と電熱線をつないだ。糸がたるまないように磁石を A まで持ち上げ、静かにはなした。



(b) 磁石が B を通過するときの検流計の針の動きと、磁石が最も高くなった位置を調べた。

(1) 図 III は、実験 I の(a)の磁石の位置エネルギーの変化を表したものである。このときの運動エネルギーの変化を表したものを、次のア～エから選べ。

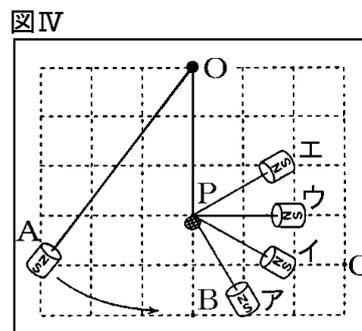
たものである。このときの運動エネルギーの変化を表したものを、次のア～エから選べ。



(2) 実験 1 の(c)で、磁石が最も高くなった位置はどこか、図 IV のア～エから選べ。

(3) 次の文は、実験 2 の(b)における検流計の針の動きを説明したものである。文中の①には当てはまる語を、②には当てはまる言葉を、それぞれ書け。

磁石が A から B に近づくとき、検流計の針が動いた。このようにコイルのまわりの磁界が変化すると、コイルに電流を流そうとする電圧が生じる。この現象を ( ① ) という。また、磁石が B を通過する前と後で、検流計の針の動く向きは ( ② ) 。



(4) 実験 2 の(b)で、B を通過した磁石は A と同じ高さの C まで達しなかった。その理由を、エネルギーの移り変わりに着目して、簡潔に書け。

(群馬県)

[解答欄]

(1)	(2)	(3)①	②
(4)			

[解答](1) エ (2) イ (3)① 電磁誘導 ② 逆になる (4) ふりこの力学的エネルギーの一部が電気エネルギー、さらに熱エネルギーに変わったため。

【】 いろいろなエネルギー

【】 エネルギーの変換

[各種発電]

[問題]

次の文は、火力発電におけるエネルギーの移り変わりについてまとめたものである。文中の①～③に当てはまる語を、それぞれ書け。

( ① )エネルギーをもっている石油などの化石燃料を燃やし、得た( ② )エネルギーで高温の水蒸気をつくり、発電機のタービンを回す。発電機では、タービンの( ③ )エネルギーが電気エネルギーに変わる。

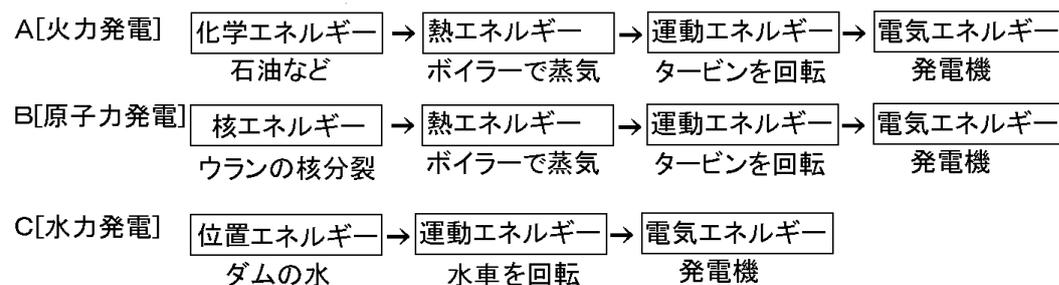
(群馬県)

[解答欄]

①	②	③
---	---	---

[解答]① 化学 ② 熱 ③ 運動

[解説]



火力発電の燃料は、石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料である。石油などは化学エネルギーをもっているが、ボイラー内で燃焼させることで化学エネルギーは熱エネルギーに変換され、水を加熱して水蒸気に変える。発生した水蒸気はタービンを回転させて、熱エネルギーは運動エネルギーに変換される。さらに、タービンとつながった発電機によって、この運動エネルギーは電気エネルギーに変えられる。

原子力発電の燃料はウランなどの核燃料である。原子炉内でウランなどの核燃料を核分裂させて熱を発生させる。このとき、核エネルギーは熱エネルギーに変換される。火力発電と同じように、この熱を使って発生させた水蒸気はタービンを回転させ、熱エネルギーは運動エネルギーに変換される。さらに、タービンとつながった発電機によって、この運動エネルギーは電気エネルギーに変えられる。

水力発電は、高い位置にあるダムの水を落下させて、水車を回転させ、水車とつながった発電機で電気に変えられる。すなわち、位置エネルギー→運動エネルギー→電気エネルギーの変換が行われる。

※入試出題頻度：「何エネルギーから何エネルギーに変換されるか○」

[問題]

次の文は、水力発電におけるエネルギーの移り変わりについて述べたものである。文中の①、②に入る適切な語を書け。

高いところにある水のもつ( ① )エネルギーが、管を流れる水と、それによって回転する水車の( ② )エネルギーに変わり、さらに、水車の(②)エネルギーが発電機によって電気エネルギーに変わる。

(青森県)

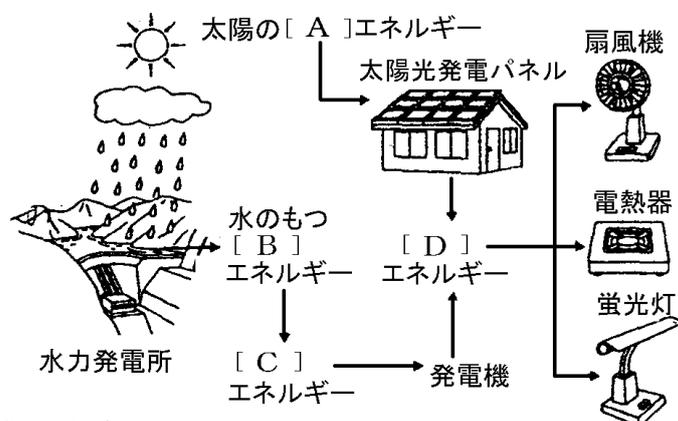
[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 位置 ② 運動

[問題]

エネルギーの移り変わりについて、次の図のA～Dにあてはまる語句を答えよ。



(補充問題)

[解答欄]

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

[解答]A 光 B 位置 C 運動 D 電気

[問題]

簡易電気分解装置で水に水酸化ナトリウム水溶液を加えて電気分解すると、それぞれの電極に気体が発生した。しばらく電気分解した後、電源をはずして電極に電子オルゴールをつなぐと、電子オルゴールがしばらく鳴り続けた。実験の下線部では、水素と酸素がもっていた( ① )エネルギーが、化学変化により( ② )エネルギーに移り変わって、電子オルゴールを鳴らした。文中の①、②に適語を入れよ。

(徳島県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 化学 ② 電気

[解説]

かんいでんきぶんかいそうち  
簡易電気分解装置で水を電気分解すると、電気エネルギーは化学エネルギーに変換される。  
簡易電気分解装置にオルゴールをつなぐと、簡易電気分解装置はねんりょうでんち燃料電池としてはたつき。  
たくわえられた化学エネルギーが電気エネルギーに変換されて、電子オルゴールで音のエネルギーに変換される。

[手回し発電機]

[問題]

エネルギーの移り変わりを調べるために、右図のような実験を行った。次の文中の①，②に適語を入れよ。

手回し発電機のハンドルを回すと、豆電球が点灯した。このとき、( ① )エネルギーが電気エネルギーに移り変わって、次に、その電気エネルギーが熱エネルギーや( ② )エネルギーに移り変わっている。

(福岡県)

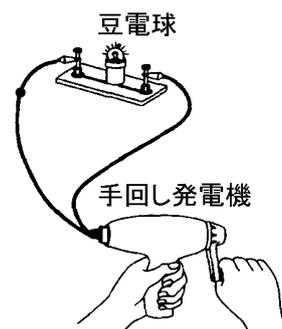
[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 運動 ② 光

[解説]

運動エネルギー→電気エネルギー→光エネルギーと熱エネルギー  
※入試出題頻度：この単元はしばしば出題される。



[問題]

右図のような装置をつくり、手回し発電機のハンドルを一定の速さで回した。この実験でエネルギーは主にどのように移り変わるか。次の①，②に当てはまる語を、それぞれ書け。

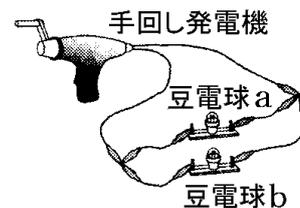
運動エネルギー → ( ① )エネルギー → { ( ② )エネルギー  
(手回し発電機) { 熱エネルギー  
(豆電球)

(群馬県)

[解答欄]

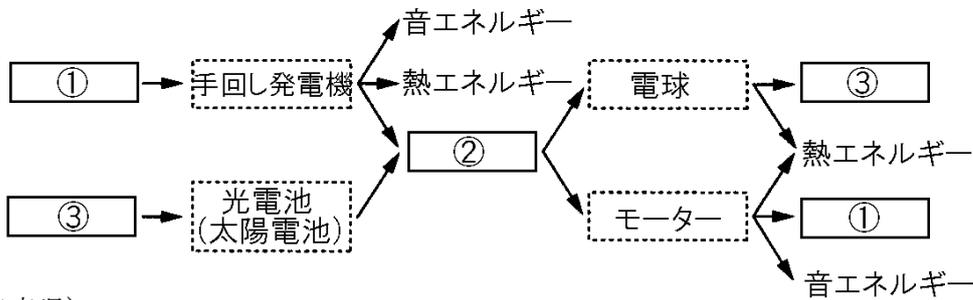
①	②
---	---

[解答]① 電気 ② 光



[問題]

次の図は、手回し発電機、電球、光電池(太陽電池)、モーターによるエネルギーの移り変わりを表したものである。次の①～③にあてはまるエネルギーの種類は何か、書け。



(青森県)

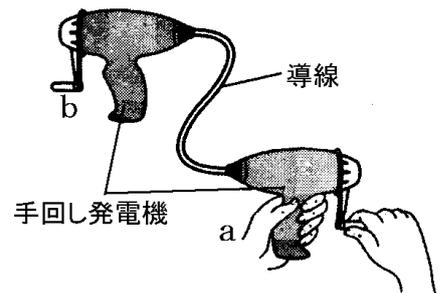
[解答欄]

①	②	③
---	---	---

[解答]① 運動エネルギー ② 電気エネルギー ③ 光エネルギー

[問題]

2つの同じ手回し発電機 a, b を右図のように導線でつなぎ、a のハンドルを手で回すと、b のハンドルが回った。



(1) 次の文の①, ②に入る適切な語句を書け。

a のハンドルを手で回すと、( ① )エネルギーが電気エネルギーに変わる。そのとき生じた電流が b に流れると、b の発電機は( ② )としてはたらくので、b のハンドルが回転する。

(2) 手回し発電機 a, b のハンドルの回る速さを比べると、a のハンドルを手で回す速さより、b のハンドルが回る速さが遅かった。これはなぜか、書け。

(兵庫県)

[解答欄]

(1)①	②
(2)	

[解答](1)① 運動 ② モーター (2) エネルギーを変換する際に、エネルギーの一部が熱などになって逃げたため。

[解説]

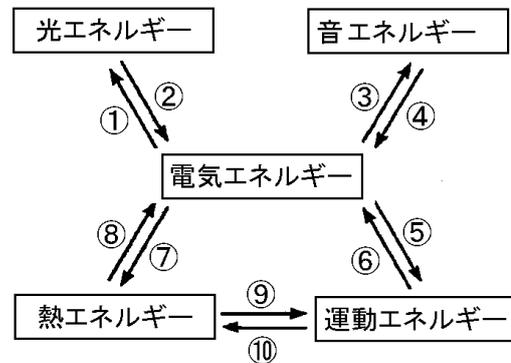
発電機とモーターの基本的な構造は同じなので、発電機に電流を流してやると発電機はモーターとしてはたらく。a の手回し発電機で、運動エネルギーが電気エネルギーに変換される。この電気は b に送られ、b がモーターとしてはたらくので b のハンドルが回転する。

すなわち、運動エネルギー(a)→電気エネルギー→運動エネルギー(b) とエネルギーが変換される。ただし、エネルギーの変換が行われるとき、エネルギーの一部は熱エネルギーなどになって逃げていくので、bの運動エネルギーはaの運動エネルギーより小さくなる。

[電気エネルギー]

[問題]

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

(補充問題)

[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)

※入試出題頻度：この単元はしばしば出題される。

[問題]

掃除機は、電気エネルギーをおもにどのようなエネルギーに変換しているか。

(秋田県)

[解答欄]

[解答]運動エネルギー

[問題]

次の文中の①，②に適語を入れよ(①，②は順不同)。

エネルギーはいろいろなすがたに移り変わるものである。たとえば，テレビでは，電気エネルギーが( ① )エネルギーや( ② )エネルギーに変わっている。このとき，電気エネルギーの一部は，熱エネルギーにも変わってしまう。

(鹿児島県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 光 ② 音

[問題]

わたしたちの生活の中で，電気エネルギーが他のエネルギーに比べてよく利用されている主な理由を2つ書け。

(鹿児島県)

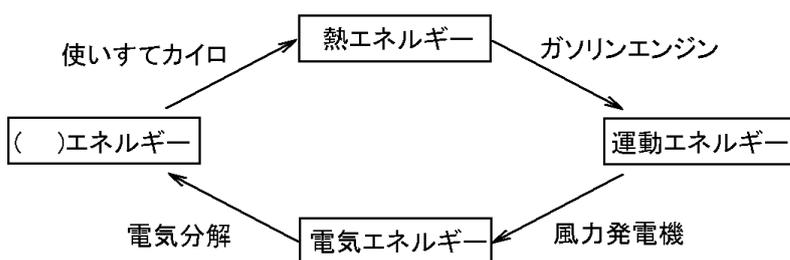
[解答欄]

[解答]エネルギー変換がしやすい。距離のはなれた場所にも供給しやすい。

[その他]

[問題]

下の図はエネルギー変換の一例である。( )にあてはまる適当な語句を入れよ。



(鳥取県)

[解答欄]

[解答]化学

[問題]

次の A～E のうち、化学エネルギーが熱エネルギーに移り変わっているものはどれか、すべて選んで記号を書け。

- A 鉄粉と活性炭の混合物に食塩水を数滴加えガラス棒でよくかき混ぜると、熱エネルギーが放出される。現在多く使われているかいろは、この反応を応用している。
- B ヒトは、食物を消化して得た養分と、呼吸でとり入れた気体を使ってエネルギーをとり出す。そのエネルギーの一部は、体温維持のための熱エネルギーとして使われる。
- C 火きりで木をこすり合わせると、そのときの摩擦によって生じる熱エネルギーを使って火を起こすことができる。
- D 石油ストーブの石油が燃焼するとき得られる熱エネルギーによって室内の空気が温められる。
- E オープントースターに電流が流れると、そのとき生じる熱エネルギーを使って調理することができる。

(秋田県)

[解答欄]

--

[解答]A, B, D

[解説]

A, B, D では化学エネルギーが熱エネルギーに変換されている。C では運動エネルギーが熱エネルギーに変換され、E では電気エネルギーが熱エネルギーに変換されている。

[問題]

次の文は、右の図のような道具を動かして、火を起こしたときのエネルギーの移り変わりについて述べたものである。文中の①, ②に当てはまる語として適切なものを、下の[ ]から1つずつ選べ。

( ① )エネルギーが、( ② )エネルギーに移り変わっている。

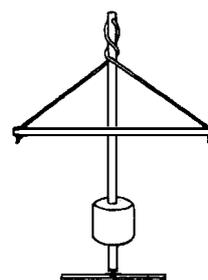
[ 電気 熱 化学 運動 ]

(高知県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 運動 ② 熱



【】 エネルギーの変換効率

[照明器具のエネルギー変換効率]

[問題]

照明器具には、白熱電球や蛍光灯、LED(発光ダイオード)電球などが使われている。40W型の白熱電球と、それと同じ程度の明るさの蛍光灯やLED電球について、それぞれの消費電力を比較すると、(白熱電球/蛍光灯/LED電球)の消費電力が最も小さい。文中の( )内から適語を選べ、

(福島県)

[解答欄]

--

[解答]LED電球

[解説]

投入されたエネルギーに対して、利用できるエネルギーの割合をエネルギー変換効率へんかんこうりつという。

照明器具しょうめいきぐには白熱電球はくねつでんきゅうや蛍光灯けいこうとう、LED(発光ダイオード)などが使われている。白熱電球は、金属(フィラメント)に電流を流して発熱させ、その熱で明るく光るが、投入された電気エネルギーのうち光として使われるのは約10%で、残りの約90%は熱として消費される。すなわち、白熱電球のエネルギー変換効率は約10%である。蛍光灯のエネルギー変換効率は20%、LED電球のエネルギー変換効率は30%~50%である。同じ明るさにするために必要な消費電力は、LED電球が最も小さく、次に蛍光灯、そして白熱電球の順になる。

[照明器具のエネルギー変換効率]

LED電球>蛍光灯>白熱電球

※入試出題頻度：「エネルギー変換効率△」「LED電球>蛍光灯>白熱電球○」

[問題]

次の文は、明るさが同程度の白熱電球とLED電球を用意し、それぞれの電球を一定時間使用したときの、消費電力のちがいについて説明した内容の一部である。文中の①に適切な語句を入れよ。また、②の( )内から、適切な語句を選べ。

白熱電球に比べてLED電球は、電気エネルギーを( ① )エネルギーに変換する際に発生する熱の量が少ないので、消費電力が②(小さい/大きい)。

(高知県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 光 ② 小さい

[問題]

LED 電球は白熱電球に比べて、消費電力が小さい。この理由を説明した文として、最も適切なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア LED 電球のほうが発生する熱エネルギーが大きく、エネルギーの変換効率が低いから。
- イ LED 電球のほうが発生する熱エネルギーが大きく、エネルギーの変換効率が低いから。
- ウ LED 電球のほうが発生する熱エネルギーが小さく、エネルギーの変換効率が低いから。
- エ LED 電球のほうが発生する熱エネルギーが小さく、エネルギーの変換効率が低いから。

(鳥取県)

[解答欄]

--

[解答]エ

[問題]

次の文は、身近な照明器具についてまとめた内容の一部である。後の各問いに答えよ。

エネルギーの変換効率とは、もとのエネルギーから目的のエネルギーに変換された割合のことをいい、エネルギーを無駄なく利用する目安となる。私たちが普段用いている①照明器具は、電気エネルギーを光エネルギーに変換する器具であるが、②すべての電気エネルギーを光エネルギーに変換することはできない。

(1) 文中の下線①について、光エネルギーへの変換効率の高い順に、次の[ ]を並べよ。

[ 蛍光灯 白熱電球 LED ]

(2) 文中の下線②について、電気エネルギーは光エネルギーのほかに、主に何エネルギーに変換されているか。

(和歌山県)

[解答欄]

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

[解答](1) LED, 蛍光灯, 白熱電球 (2) 熱エネルギー

[問題]

私たちは、日常、さまざまな装置を用いてエネルギーを変換しながら利用しているが、これらの装置では、エネルギー資源をむだなく使うための工夫がすすんでいる。たとえば照明器具では、白熱電球よりも電球型蛍光灯の方が、省エネルギーの効果が高いと注目されている。60ワットの白熱電球と12ワットの電球型蛍光灯を100Vの電圧で点灯させると、ほぼ同じ明るさであることが分かった。ほぼ同じ明るさであるのに、白熱電球の方がワット数が大きいのはなぜか。その理由を、白熱電球が点灯しているときのエネルギーの移り変わりの面から簡単に書け。

(静岡県)

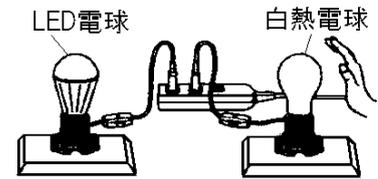
[解答欄]

--

[解答]白熱電球は、電気エネルギーのうち、熱エネルギーに移り変わる量が多いから。

[問題]

右図のように、明るさがほぼ同じで、消費電力が 9W の LED(発光ダイオード)電球と 60W の白熱電球に、それぞれ 100V の電圧を加えて点灯させ、しばらくしてから電球に手をかざしたところ、白熱電球の方が熱かった。



この実験について説明した次の文が正しくなるように、①には語句を、②には内容をそれぞれ書け。

実験の 2 つの電球は、どちらも電気エネルギーを( ① )エネルギーに変換して利用しているが、電気エネルギーの一部は熱エネルギーにも変換されている。同じ明るさの電球で比べたとき、LED 電球は白熱電球よりも消費電力が小さいことから、LED 電球の方が電気エネルギーを(①)エネルギーに変換する( ② )といえる。

(秋田県)

[解答欄]

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

[解答]① 光 ② 効率が高い

[問題]

エネルギーの変換について、次の各問いに答えよ。

- (1) エネルギーは、さまざまな装置を使うことによってたがいに変換することができる。もとのエネルギーから目的のエネルギーに変換された割合を何というか。
- (2) 白熱電球や LED 電球は、電気エネルギーを光エネルギーに変換しているが、光エネルギー以外のエネルギーにも変換されてしまう。何エネルギーに変換されるか、最も適切なものを次の[ ]から 1 つ選べ。

[ 運動エネルギー 位置エネルギー 熱エネルギー 化学エネルギー ]

(徳島県)

[解答欄]

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

[解答](1) 変換効率 (2) 熱エネルギー

[問題]

右図のように、コンデンサーと手回し発電機をつないで、一定の速さで 20 回ハンドルを回した後、手回し発電機をはずし、コンデンサーに豆電球をつなぐと、点灯して消えた。同じ方法で、コンデンサーに LED 豆電球をつなぐと、LED 豆電球のほうが豆電球よりも長い時間点灯して消えた。次に、同じ方法で、コンデンサーにモーターをつなぐと、モーターが回り、しばらくすると回らなくなった。豆電球、LED 豆電球が点灯したことについて説明した次の文の①～③の( )内からそれぞれ適語を選べ。



この実験において、コンデンサーには①(力学的／電気)エネルギーが蓄えられており、豆電球や LED 豆電球では①エネルギーが②(電気／光)エネルギーに変換されている。LED 豆電球のほうが点灯する時間が長かったことから、豆電球と LED 豆電球では、③(LED 豆電球／豆電球)のほうが変換効率が高いと考えられる。

(兵庫県)

[解答欄]

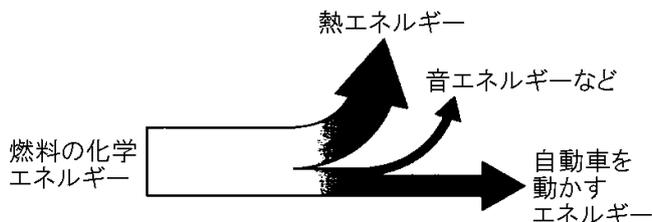
①	②	③
---	---	---

[解答]① 電気 ② 光 ③ LED 豆電球

[エネルギーの保存と損失]

[問題]

右図は、自動車の燃料の化学エネルギーが、自動車を動かすエネルギーに移り変わるようすを示した模式図である。燃料の化学エネルギーの多くは、熱エネルギーや音エネルギーなどの利用しにくいエネルギーに変わり、その分がエネルギーの損失となる。ある自動車が動いたとき、自動車を動かすエネルギーは 5000J で、エネルギーの変換効率は 20%であった。このとき、損失したエネルギーは何 J になるか。



用しにくいエネルギーに変わり、その分がエネルギーの損失となる。ある自動車が動いたとき、自動車を動かすエネルギーは 5000J で、エネルギーの変換効率は 20%であった。このとき、損失したエネルギーは何 J になるか。

(岩手県)

[解答欄]

[解答]20000J

[解説]

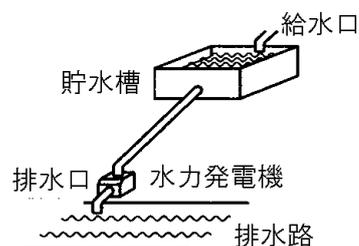
「エネルギーの変換効率は 20%」とあるので、自動車を動かすエネルギーが 20%で、損失したエネルギー(熱や音など)は 80%である。よって、損失したエネルギーは、自動車を動かすエネルギーの 4 倍である。 $(80(\%) \div 20(\%) = 4)$

自動車を動かすエネルギーは 5000J なので、  
損失したエネルギーは、 $5000(\text{J}) \times 4 = 20000(\text{J})$ である。

※入試出題頻度：この単元はときどき出題される。

[問題]

右図のように、貯水槽にためた水を流し、水力発電機を使って発電した。貯水槽からは 1 分間に 720L の水が流れ落ちている。水力発電機から貯水槽までの高さは 5m である。このとき、水力発電機に電熱線を接続したところ、電熱線に加わる電圧は 100V で一定であった。なお、1L の水にはたらく重力の大きさは 10N とする。



- (1) 電熱線の消費電力は 360W であった。電熱線に流れていた電流は何 A か。
- (2) 1 分間に水力発電機が発電した電気エネルギーは 21600J であった。このとき、水力発電機が発電した電気エネルギーは、重力が水にした仕事に対して何%か。

(福井県)

[解答欄]

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

[解答](1) 3.6A (2) 60%

[解説]

(1) (電圧)=100V, (電力)=360W, (電力)=(電圧)×(電流)なので、 $360 = 100 \times (\text{電流})$   
よって、(電流) $= 360 \div 100 = 3.6(\text{A})$ となる。

(2) 1 分間に 720L の水が流れ落ちているが、720L の水にはたらく重力の大きさは、 $10(\text{N}) \times 720(\text{L}) = 7200(\text{N})$ である。720L の水は、7200N の重力に引かれて、5m 移動しているので、(重力が水にした仕事) $= 7200(\text{N}) \times 5(\text{m}) = 36000(\text{J})$ である。

水力発電機が発電した電気エネルギーは 21600(J)であるので、  
 $21600(\text{J}) \div 36000(\text{J}) = 0.6$  で、水力発電機が発電した電気エネルギーは、重力が水にした仕事に対して 60%である。

[問題]

次の文章中の①，②の( )内からそれぞれ適語を選べ。

わたしたちは、くらしの中でエネルギーをいろいろなすがたに変換しながら利用している。エネルギーを変換するとき、エネルギーの総和は①(変化する／変化しない)。火力発電所では、燃料の化学エネルギーが電気エネルギーに変換されるが、電気エネルギーに変換されなかったエネルギーのうちの多くは②(熱／光)になってにげている。そこで、ビルなどの自家発電では、にげていく②エネルギーも利用する設備(コージェネレーション)が使われ始めている。

(茨城県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 変化しない ② 熱

[問題]

エネルギーは様々な装置などを使って、相互に変換させることができる。このとき、エネルギーの形態は異なってもその総量は変化しない。これを何とというか、答えよ。

(鳥取県)

[解答欄]

--

[解答]エネルギーの保存

【】 熱の伝わり方

[対流]

[問題]

なべに水を入れて下から加熱すると、右の模式図のように、温められた水が上部に移動するとともに、温度の低い水が下部に移動する。このように、気体や液体が循環して、全体に熱が伝わる現象を何というか。



(栃木県)

[解答欄]

--

[解答]対流

[解説]

液体や気体の温度が場所によって異なると、密度にもちがいが生じる。その結果、温度が高い部分は低い部分と比べて密度が小さくなるので、上に移動する。逆に温度が低い部分は下に移動する。このように、場所により温度が異なる液体や気体が流動して、熱が運ばれる現象を対流たいりゅうという。上昇気流や下降気流が生じて、大気の動きが起こるのは、対流の一例である。

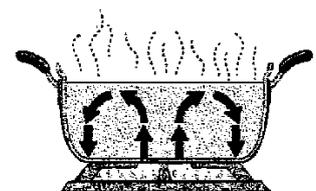
[対流]

暖かい部分は密度が小さい  
→上に移動

※入試出題頻度：「対流○」「暖かい部分は密度が小さい→上に移動△」「冷たい部分は密度が大きい→下に移動△」

[問題]

右図は、鍋に入れた水をコンロで加熱したときのような様子であり、矢印は、このときの水の動きを示したものである。次の各問いに答えよ。



(1) 図のように、場所により温度が異なる液体や気体が流動して、熱が運ばれる現象を何というか。

(2) 液体や気体の温度が場所によって異なると、温度が高い部分は上に、低い部分は下に移動する。温度が高い部分が上に移動するのはなぜか、その理由を書け。

(徳島県)

[解答欄]

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

[解答](1) 対流 (2) 温度が高い部分は密度が小さいから。

## [伝導・放射]

### [問題]

銅の棒の中央をアルコールランプで熱すると、棒の両端もあたたかくなる。これは、銅の中を熱が移動したためである。このような熱の伝わり方を何というか。次の [ ] から 1 つ 選 べ。



[ 対流 伝導 放射 ]

(福島県)

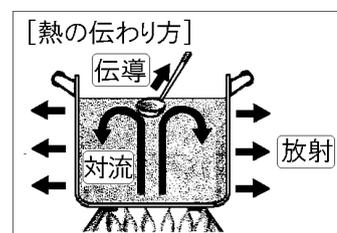
### [解答欄]

### [解答]伝導

### [解説]

熱の伝わり方には 対流、伝導(熱伝導)、放射(熱放射) の 3 通りがある。

温度の異なる物体が接していると、高温の部分から低温の部分へ熱が伝わる。この現象を 伝導(熱伝導) という。右図のように、水を入れて加熱した鍋に金属のおたまを入れておくと、持ち手の近くまで熱くなるが、これは湯→おたまと熱が伝導したためである。



高温の物体は目に見える光や赤外線などを出し、それが当たった物体に熱が移動し、物体の温度が上昇する。このような現象を 放射(熱放射) という。熱いなべの側面に手をかざすと暖かく感じる、太陽の光に当たると暖かくなる、電気ストーブに手を近づけると、ふれてなくても暖かく感じるなどは放射の例である。

※入試出題頻度：「伝導○」「対流○」「放射○」

※中学理科の範囲をこえるが、伝導と放射について少し詳しく説明する。熱の正体は、物体を構成している粒子(分子・原子・電子)の運動エネルギー(振動など)である。運動エネルギーが大きい(振動が激しい)ほど温度は高い。温度の異なる物体が接していると、高温の部分から低温の部分へ熱が伝わる伝導が起こるが、これは、高温の部分の粒子の激しい運動が、低温の部分の粒子に伝わるためである。

高温の物体は赤外線などの光を出している。その赤外線などが物体にあたると、物体を構成している粒子の運動(振動)をより激しくして、その温度を上げる。これが放射(熱放射)である。

[問題]

熱の伝わり方には、伝導、対流、放射がある。次のア～エの中で、伝導について述べているものはどれか。適切なものを1つ選び、その記号を書け。

ア 日なたぼっこをしていると、からだの日に当たっている部分があたたかくなった。

イ エアコンで部屋を暖房していると、部屋の上の方の空気があたたかくなった。

ウ オーブントースターでパンを焼いていると、パンの上の面にこげ色がつきはじめた。

エ 熱いスープにスプーンを入れておくと、スプーンが熱くなった。

(広島県)

[解答欄]

[解答]エ

[解説]

アは放射、イは対流、ウは放射、エは伝導である。

[問題]

光源からはなれていても、光が当たっている面が熱くなる場合がある。このような熱の伝わり方を何というか、次の[ ]から1つ選べ。

[ 反射 放射 屈折 放電 ]

(秋田県)

[解答欄]

[解答]放射

[問題]

「太陽の光で地面があたたまる」ときの熱の伝わり方を何というか。最も適切なことばを書け。

(千葉県)

[解答欄]

[解答]放射(熱放射)

[問題]

次のうち、熱の放射の仕組みを利用したものはどれか。

- ア エアコンで室温を下げる。
- イ 非接触体温計で体温をはかる。
- ウ 氷で飲み物を冷やす。
- エ 熱したフライパンでたまご焼きをつくる。

(茨城県)

[解答欄]

--

[解答]イ

[解説]

アは対流，イは放射，ウは伝導，エは伝導である。

[問題]

次の①～③の現象をそれぞれ何というか。下の[ ]からそれぞれ選べ。

- ① 物質が移動して全体に熱が伝わる現象
- ② 温度の異なる物体が接していると，高温の部分から低温の部分へ熱が伝わる現象
- ③ 熱源から空間をへだてて離れたところまで熱が伝わる現象

[ 伝導 対流 放射 ]

(岐阜県)

[解答欄]

①	②	③
---	---	---

[解答]① 対流 ② 伝導 ③ 放射

[問題]

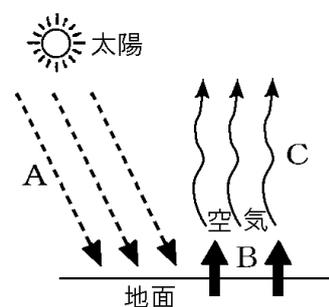
右図の A～C の矢印は熱の伝わり方について示したものである。図の C は，空気の循環による熱の伝わり方である。B は地面に接触している空気を地面があたためるときの熱の伝わり方である。A～C をそれぞれ何というか。

(補充問題)

[解答欄]

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

[解答]A 放射 B 伝導 C 対流



## 【FdData 入試版のご案内】

詳細は、[\[FdData 入試ホームページ\]](#)に掲載 ([Shift]+左クリック→新規ウィンドウ)

姉妹品：[\[FdData 中間期末ホームページ\]](#) ([Shift]+左クリック→新規ウィンドウ)

### ◆印刷・編集

この PDF ファイルは、FdData 入試を PDF 形式に変換したサンプルで、印刷はできないように設定しております。製品版の FdData 入試は Windows パソコン用のマイクロソフト Word(Office)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 入試の特徴

FdData 入試は、公立高校入試問題の全傾向を網羅することを基本方針に編集したワープロデータ(Word 文書)です。入試理科・入試社会ともに、過去に出題された公立高校入試の問題をいったんばらばらに分解して、細かい單元ごとに再編集して作成しております。

### ◆サンプル版と製品版の違い

ホームページ上に掲載しておりますサンプルは、製品の Word 文書を PDF ファイルに変換したもので印刷や編集はできませんが、製品の全内容を掲載しており、どなたでも自由に閲覧できます。問題を「目で解く」だけでもある程度の効果をあげることができます。

しかし、FdData 入試がその本来の力を発揮するのは印刷や編集ができる製品版においてです。また、製品版は、すぐ印刷して使える「問題解答分離形式」、編集に適した「問題解答一体形式」、暗記分野で効果を発揮する「一問一答形式」の 3 形式を含んでいますので、目的に応じて活用することができます。

※[FdData 入試の特徴\(QandA 方式\)](#) ([Shift]+左クリック→新規ウィンドウ)

### ◆FdData 入試製品版(Word 版)の価格(消費税込み)

※以下のリンクは[Shift]キーをおしながら左クリックすると、新規ウィンドウが開きます

[理科 1 年](#)、[理科 2 年](#)、[理科 3 年](#)：各 6,800 円(統合版は 16,200 円) ([Shift]+左クリック)

[社会地理](#)、[社会歴史](#)、[社会公民](#)：各 6,800 円(統合版は 16,200 円) ([Shift]+左クリック)

※Windows パソコンにマイクロソフト Word がインストールされていることが必要です。(Mac の場合はお電話でお問い合わせください)。

◆ご注文は、メール([info2@fdtext.com](mailto:info2@fdtext.com))、または電話(092-811-0960)で承っております。

※[注文→インストール→編集・印刷の流れ](#) ([Shift]+左クリック)

※[注文メール記入例](#) ([Shift]+左クリック)

【Fd 教材開発】 Mail : [info2@fdtext.com](mailto:info2@fdtext.com) Tel : 092-811-0960