

【】 仕事

【】 仕事・仕事率

[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。

[問題]

重さ 4N の物体を水平な机の上に置き、ばねはかりを水平にして、一直線上を一定の速さで引いて 80cm 移動させた。このとき、ばねはかりの目盛りは 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。

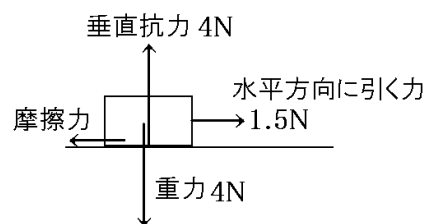
(青森県)

[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]

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

(補充問題)

[解答欄]

[解答]30W

[解説]

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

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

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

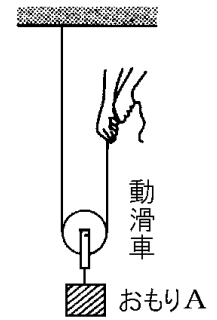
このとき、(仕事) = (力の大きさ N) × (力の向きに動いた距離 m) = 150(N) × 2(m) = 300(J)

したがって、1 秒間あたりの仕事量(仕事率)は、 $300(\text{J}) \div 10(\text{s}) = 30(\text{W})$ である。

【】 動滑車を使った仕事

[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、5.0Nの重力がはたらいているおもりA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、糸の伸び縮みはないものとする。



- (1) おもりA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、10cmの高さにあったおもりAは、40cm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) 2.5N (2)① 60 ② 1.5

[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。

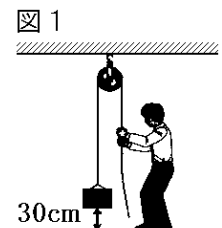
したがって、手が糸を引く力は、 $5.0(\text{N}) \div 2 = 2.5(\text{N})$ になる。

また、おもりAを10cmから40cmまで30cm引き上げるためには、糸を $30(\text{cm}) \times 2 = 60(\text{cm})$ 引かなければならない。このとき、手のする仕事は、  
 (手がした仕事 J) = (ひもを引く力 N) × (ひもを引く距離 m) =  $2.5(\text{N}) \times 0.6(\text{m}) = 1.5(\text{J})$   
 である。

[問題]

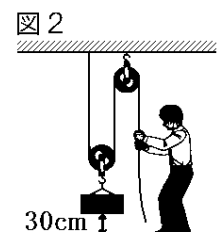
滑車を使った仕事について、次の(1)、(2)に答えよ。ただし、滑車とロープの重さや摩擦は考えないものとする。

- (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ため、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)

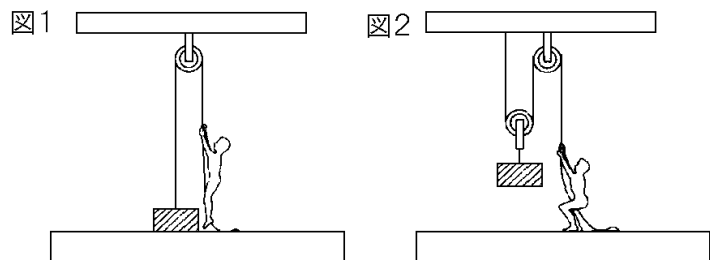
(2)①, ② 1 個の動滑車を使っているため、力は半分の 24N(=48(N)÷2)になる。そのかわりにロープを引いた長さは 2 倍の 60cm になる。

③ 月面上の重力の大きさは、地球上の 6 分の 1 であるため、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ため、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 になるため、(仕事)=4(N)×0.6(m)=2.4(J)である。4 秒かかっているため、(仕事率)=2.4(J)÷4(s)=0.6(W)となる。

[問題]

図 1, 図 2 のように、A さんが 2 種類の滑車を使って質量 55kg のおもりを持ち上げる実験を行った。これについて、次の問いに答えよ。ただし、動滑車の質量は 5kg 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 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。



[実験]

- ・図 1 で、体重 50kg の A さんが、おもりを持ち上げようとして力を入れたが、持ち上がらず、ぶら下がっていても、おもりは持ち上がらなかった。
- ・次に A さんは、図 2 の装置でおもりを持ち上げようとして力を入れると、おもりが持ち上がったのでおもりを床から 1m の高さまで引き上げた。

(1) 図 1 で A さんがひもにぶら下がっている状態のとき、ひもを引いている力の大きさはいくらか、単位をつけて答えよ。

(2) 図 2 では、A さんが同じ重さのおもりを持ち上げることができたのはなぜか、簡単に答えよ。

(3) 図 2 で、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。

(島根県(旧))

[解答欄]

(1)	(2)
(3)	

[解答](1) 500N (2) 動滑車を利用することで、加える力は半分でよいから。 (3) 600J

[解説]

(1) 50kg=50000g の A さんにかかる重力の大きさは、

$50000 \div 100 = 500(\text{N})$  である。

A さんはひもにぶらさがっているので、A さんがひもを引いている力の大きさは 500N である。

(3) 右図のように、図 2 の動滑車にはたらく 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 はたらく重力の

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 550N 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。

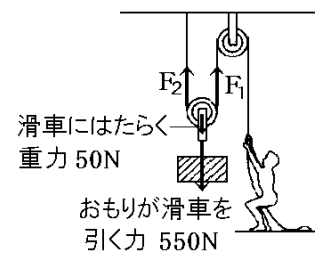
よって、動滑車にはたらく下向きの力の合計は、 $550 + 50 = 600(\text{N})$  である。

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 1m の高さまで引き上げるためには、ひもを 2m 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) × (ひもを引く距離 m)  
 $= 300(\text{N}) \times 2(\text{m}) = 600(\text{J})$  となる。

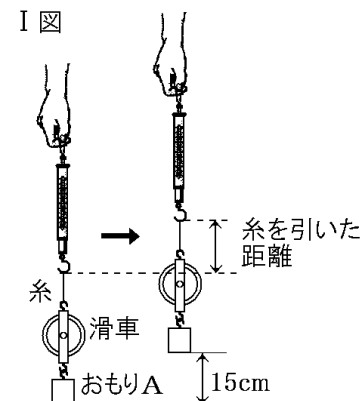


[問題]

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。

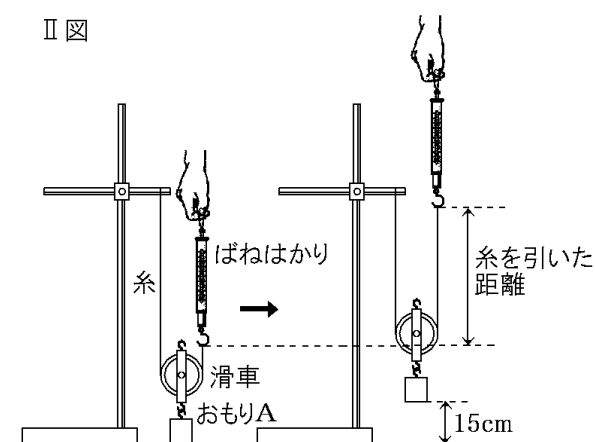
<実験>操作①

滑車におもり A をつけ、右の I 図のようにばねはかりと糸を用いて、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、右の II 図のようにばねはかりと糸を用いて、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、ばねはかりが糸を引く力と、糸がばねは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、ばねはかりが糸を引く力は、糸がばねはかりを引く力よりも大きい。
- イ どの瞬間においても、糸がばねはかりを引く力は、ばねはかりが糸を引く力よりも大きい。
- ウ どの瞬間においても、ばねはかりが糸を引く力と糸がばねはかりを引く力は同じ大きさである。
- エ ばねはかりが糸を引く力のほうが大きくなる瞬間もあれば、糸がばねは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  $15\text{cm}$  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  $15\text{cm}$  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、ばねはかりが動く速さは、ともに  $1\text{cm/s}$  であった。それぞれの操作において滑車とおもり A を  $15\text{cm}$  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 の仕事をするとき、仕事率は 1W(ワット)であるという。

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

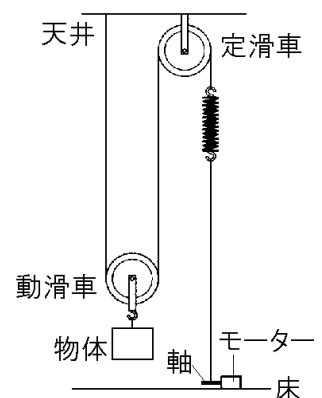
操作①では、糸を 15cm 引いているので、かかった時間は、15(cm)÷1(cm/s)=15(s)  
 したがって、(仕事率 W)=(仕事 J)÷(秒)=0.06(J)÷15(s)=0.004(W)

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、 $0.2(W) = 0.8(\text{J}) \div x(\text{s})$

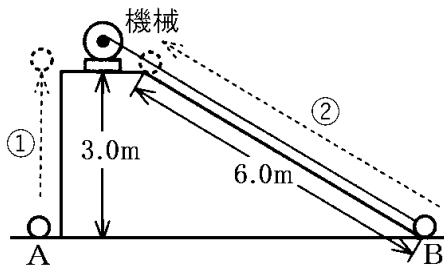
したがって、 $x = 0.8 \div 0.2 = 4(\text{s})$



【】 斜面を使った仕事など

[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。

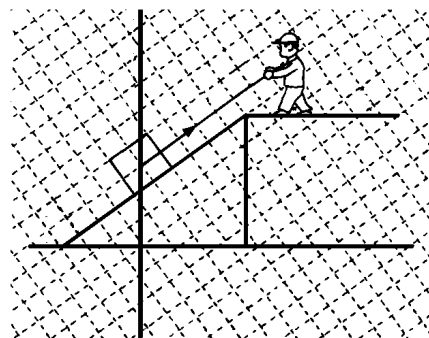
6.0m の斜面を 0.50m/s の速さで引き上げるときにかかる時間は、

$6.0(m) \div 0.50(m/s) = 12(s)$  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]

物体に綱をつけ、なめらかな斜面を使って引き上げた。台の上から綱を斜面の方向へ、 $150\text{N}$  の一定の力で引くと、物体は斜面に沿って等速で上がってきた。右の図は物体を引き上げているときの状態を、たて、横それぞれの目もりが同じであるグラフ用紙に作図したものである。このことについて、次の問いに答えよ。ただし、綱の重さや摩擦は考えないものとする。



- (1) 斜面が物体を斜面に垂直に支えている力の大きさは何  $\text{N}$  か。
- (2) 物体を斜面に沿って引き上げる速さが  $0.5\text{m/s}$  であったとして、次の①、②に答えよ。
- ① 10 秒間に人が物体にした仕事は何  $\text{J}$  か。
- ② このときの仕事率は何  $\text{W}$  か。

(高知県(旧))

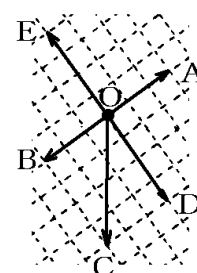
[解答欄]

(1)	(2)①	②
-----	------	---

[解答](1)  $200\text{N}$  (2)①  $750\text{J}$  ②  $75\text{W}$

[解説]

(1) 作図によって物体にはたらく力を求める。この物体に働く力の作用点はそれぞれ異なっているが、わかりやすくするために、右図のように、この物体を点  $\text{O}$  で表し、作用点はすべて  $\text{O}$  であるとして考える。この人が物体を引く力は  $\text{OA}$  で、大きさは  $150\text{N}$  である。したがって、1 目盛りあたりの力の大きさは  $150(\text{N}) \div 3 = 50(\text{N})$  である。



物体にはたらく重力を斜面方向と、斜面に垂直な方向に分けると、斜面方向の分力は、 $\text{OA}$  とつりあっているので、図のように  $\text{OB}$  になる。(つりあっていると判断できるのは、「物体が斜面に沿って等速で上がってきた」からである。つりあっていなければ、速度が変化するはずである。)

重力の方向は鉛直下向きなので、分力  $\text{OB}$  を使って、右上図のように平行四辺形を描いて作図を行い、重力  $\text{OC}$ 、斜面と垂直な方向の分力  $\text{OD}$  を求めることができる。

斜面が物体を押す力は、斜面と垂直な方向で、 $\text{OD}$  とつりあうので、図の  $\text{OE}$  になる。

$\text{OE}$  の長さは 4 目盛りなので、力の大きさは、 $50(\text{N}) \times 4 = 200(\text{N})$  とわかる。

(2) 物体を斜面に沿って引き上げる速さが  $0.5\text{m/s}$  であるので、1 秒で  $0.5\text{m}$  引き上げることになる。したがって、

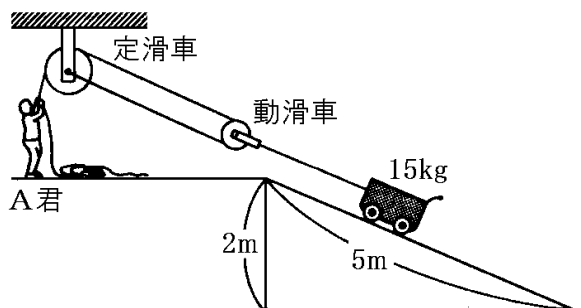
(1 秒間にする仕事  $\text{J}$ ) = (綱を引く力  $\text{N}$ )  $\times$  (綱を引く距離  $\text{m}$ ) =  $150(\text{N}) \times 0.5(\text{m}) = 75(\text{J})$  である。

仕事率は 1 秒間あたりの仕事なので、仕事率は  $75\text{W}$  になる。

また、10 秒間では、 $75(\text{J/s}) \times 10(\text{s}) = 750(\text{J})$  の仕事を行うことになる。

[問題]

次の図は、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、下の問いに答えよ。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  $\text{W}$  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  $\text{N}$  か。
- (京都府(旧))

[解答欄]

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

[解答](1)  $20\text{W}$  (2)  $30\text{N}$

[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、

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

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、

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

(2) (A君がする仕事  $\text{J}$ )=(手が引く力  $\text{N}$ ) $\times$ (ひもを引く距離  $\text{m}$ )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、

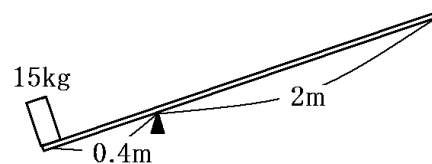
(ひもを引く距離)= $5(\text{m})\times 2=10(\text{m})$

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

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

[問題]

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



- (1) このてこを使ってこの物体をもち上げるには, 何 N 以上の力でうでをおせばよいか。
- (2) このてこを使ってこの物体を 10cm もち上げたとき, 手のした仕事はいくらか。
- (3) この物体を手でかかえて, 10cm もち上げたときの仕事はいくらか。
- (4) (2), (3) のようになるのは, 何の原理によるか。

(補充問題)

[解答欄]

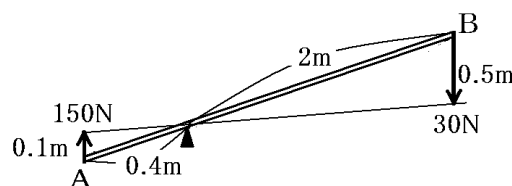
(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

[解答](1) 30N (2) 15J (3) 15J (4) 仕事の原理

[解説]

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

このてこのうでの長さの比は,  $0.4 : 2 = 1 : 5$  なので, 物体を A で 0.1m もちあげるためには, B の



部分を  $0.1(m) \times 5 = 0.5(m)$  と 5 倍の距離を動かさなければならない。そのかわりに, B でてこを下に押す力は A で加える力 150N の  $\frac{1}{5}$  ですむ。

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

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

(3)(4) この物体を手でかかえて, 10cm もち上げたときの仕事は

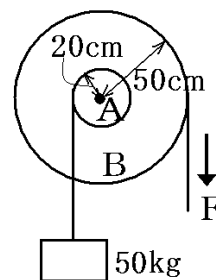
(仕事 J) = (加える力 N) × (距離 m) =  $150(N) \times 0.1(m) = 15(J)$

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

かわりに, 移動距離は 5 倍になり, 仕事は同じになる(仕事の原理)。

[問題]

右の図で、物体を 1m 引き上げるのに必要な力  $F$  とひもを引く長さを求めよ。ただし、ひもの摩擦などは考えないものとする。また、100g の物体を引き上げるのに必要な力を 1N とする。



(補充問題)

[解答欄]

力：	長さ：
----	-----

[解答]力：200N 長さ：2.5m

[解説]

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

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

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

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

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

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

【】 エネルギー

【】 位置エネルギー

[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、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 とする。

(鳥取県)

[解答欄]

[解答]500000J

[解説]

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

例えば、質量 100g の物体に働く重力の大きさは 1N であるので、この物体をしずかに持ち上げるためには 1N の力が必要である。この物体を 1m 持ち上げたときにした仕事は 1J である。仕事の量は次の式で求めることができる。

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

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。

[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、  
(A の位置エネルギー) = (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、  
(B の位置エネルギー) = (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。

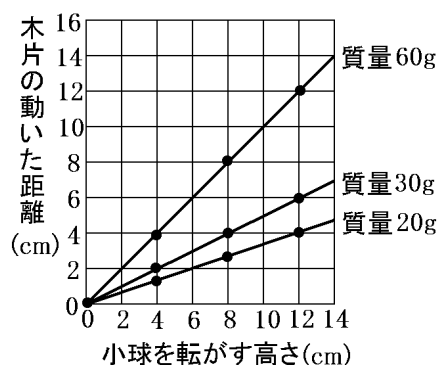
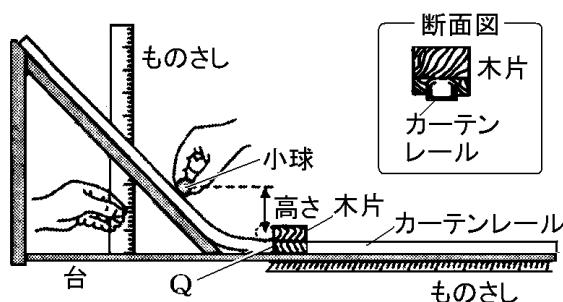
[木片の移動距離の実験]

[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、小球を転がす高さで、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、小球を転がす高さで木片の動いた距離との関係を表したものである。

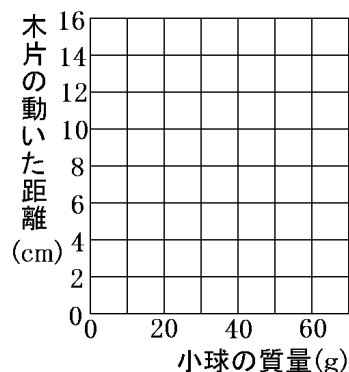


(1) 小球を転がす高さを 12.0cm にしたとき、小球の質量と木片の動いた距離との関係をグラフに表せ。

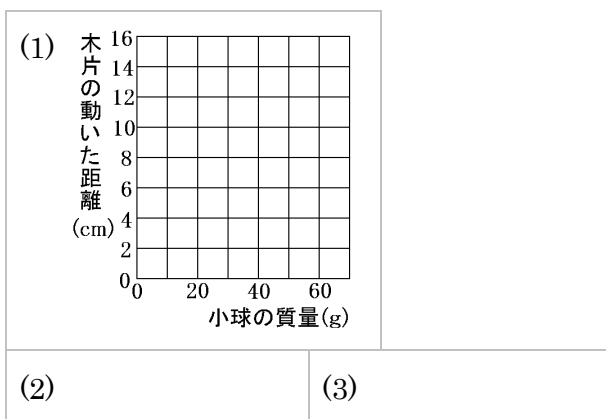
(2) 位置エネルギーは、小球の高さに比例し、小球の質量に比例すると考えられる。このことより、質量 30g の小球が高さ 12.0cm にあるときと、質量 60g の小球が( )cm の高さにあるときの位置エネルギーは同じであると考えられる。  
( )に適する数字を入れよ。

(3) 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】



【解答】(1) (2) 6.0 (3) 8.0cm

【解説】

(1) 上のグラフより、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) 一定の高さにある小球は位置エネルギーをもっており、斜面を下るときに位置エネルギーが運動エネルギーにかわり、その運動エネルギーは木片を移動させるのに使われる。小球の位置エネルギーが 2 倍になれば木片の移動距離は 2 倍、位置エネルギーが 3 倍なら移動距離も 3 倍になると考えられる。

問題のグラフより、例えば小球の質量が 30g のとき、高さが 4cm のときの移動距離は 2cm、高さが 8cm のときの移動距離は 4cm、高さが 12cm のときの移動距離は 6cm となることが読み取れる。すなわち、高さが 2 倍、3 倍・・・になると、移動距離も 2 倍、3 倍・・・になり、したがって、小球の位置エネルギーも 2 倍、3 倍・・・になることがわかる。このことから、小球の位置エネルギーは小球の高さに比例することがわかる。

次に、小球の高さを一定にしたときの小球の質量と位置エネルギーの関係について、(1) で作成したグラフをつかって考える。小球の高さを 12cm にしたとき、小球の質量を 2, 3, 4・・・倍にすると、木片の移動距離も 2, 3, 4・・・倍になり、小球の位置エネルギーも 2, 3, 4・・・倍になることがわかる。したがって、小球の位置エネルギーは小球の質量に比例することがわかる。以上のことから、「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」ことがわかる。一般に、(位置エネルギー) = (高さ) × (小球の質量) という式が成り立つ。

質量 30g の小球が高さ 12.0cm にあるときと、質量 60g の小球が  $x$  cm の高さにあるときの位置エネルギーが同じであるとき、(位置エネルギー) =  $12.0 \times 30 = x \times 60$  が成り立つ。



よって、 $x = 12.0 \times 30 \div 60 = 6.0(\text{cm})$

(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) =  $a \times (\text{高さ}) \times (\text{小球の質量})$  ( $a$  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、

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

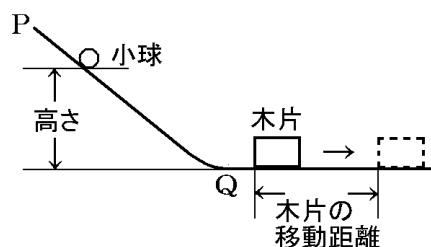
ゆえに、(木片の移動距離) =  $\frac{1}{60} \times (\text{高さ}) \times (\text{小球の質量})$

質量 48g の小球を 10.0cm の高さから転がすと、

$$(\text{木片の移動距離}) = \frac{1}{60} \times 10 \times 48 = 8.0(\text{cm})$$

[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。



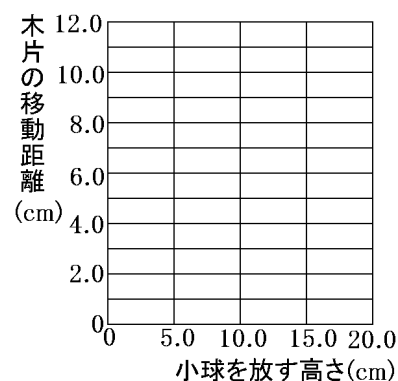
次に、質量の異なる小球を用いて、斜面 PQ 上の同じ高さの点から小球をはなして、それぞれこの実験を行ったとき、木片の移動距離は、表 2 のようになった。このことに関して、次の問いに答えよ。

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

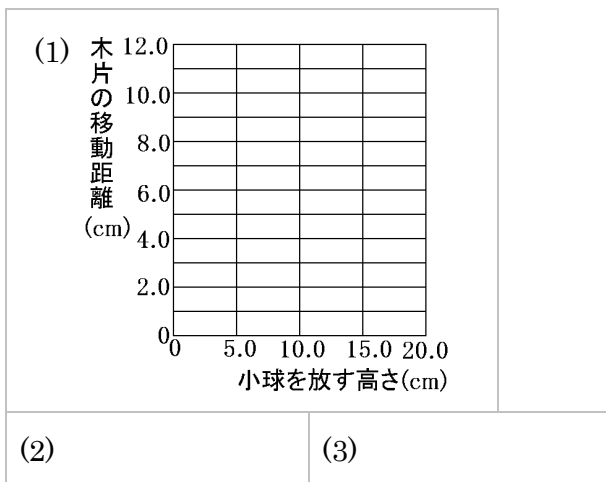
小球の質量[g]	10	15	20	40
木片の移動距離[cm]	1.4	2.1	2.8	5.6

- (1) 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。
- (2) 下線部分について、この点の高さは何 cm か。
- (3) 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。

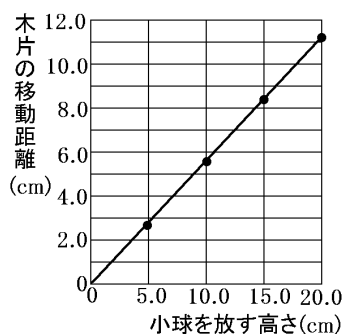
(新潟県)



[解答欄]



[解答](1) (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)= $a \times$ (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]

質量が異なる 2 つのものさしを粘土に落とし、粘土の変形のようにす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 つのことばを使って、簡単に説明せよ。

(岩手県)

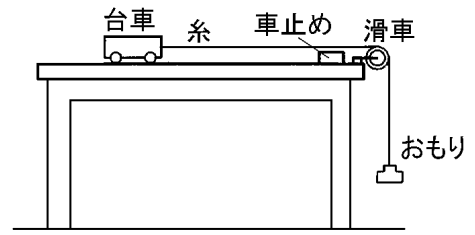
#### [解答欄]

[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：質量と速さ

[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のか、そう判断した理由と合わせて書け。



(石川県)

[解答欄]

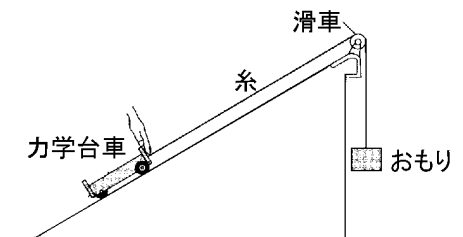
[解答] 台車とおもりの速さは同じであるが、質量は台車の方が大きいので、運動エネルギーは台車の方が大きい。

[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。



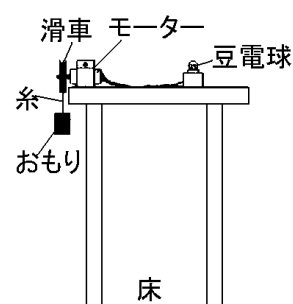
(宮城県)

[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つり合わず、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つり合っており、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

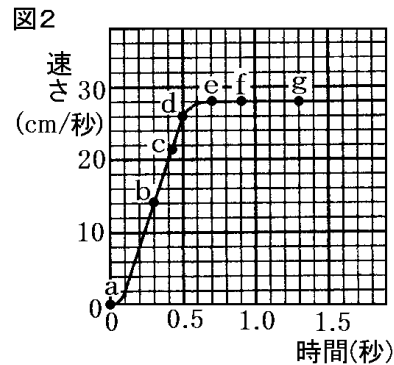
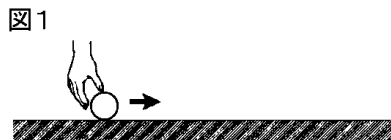
[解説]

最初、おもりにはたらく<sup>じりょうりく</sup>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<sup>おちり</sup>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、<sup>あかり</sup>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]

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



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]

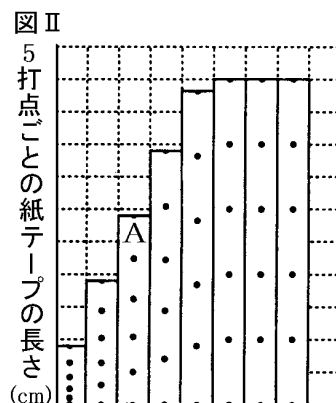
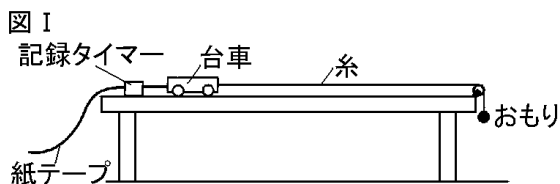
[解答]ウ

[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。

[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。

【】位置⇔運動エネルギー：斜面

[運動エネルギーと位置エネルギーの増減]

[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

[解説]

小球が斜面を下っていくとき，小球の高さはだんだん低くなっていくので，小球の位置エネルギーは減少していく。これに対し，小球の速さはだんだん速くなっていくので，小球の運動エネルギーは増加していく。摩擦等がない場合，位置エネルギーと運動エネルギーの和である力学的エネルギーはつねに一定であるので，減少した位置エネルギーの分だけ運動エネルギーが増加する。

[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



[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]

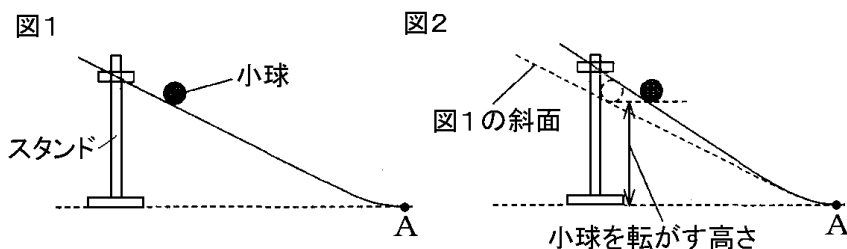
--

[解答]イ

[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)

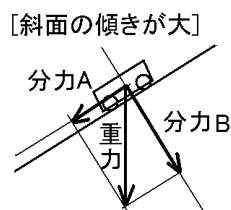
[解答欄]

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

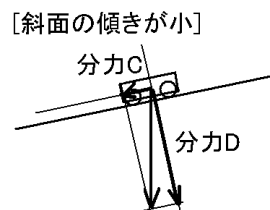
[解答](1) ア (2) イ

[解説]

(1) 斜面の角度を大きくすると、台車に働く斜面方向の力(分力)の大きさは大きくなって、<sup>台車</sup>台車の速さが増加する割合も大きくなる。



斜面にそった分力Aは大きい  
→速さの増加量が大きい

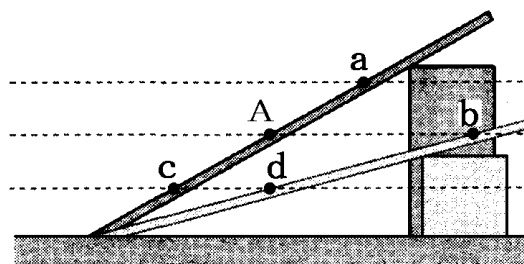


斜面にそった分力Cは小さい  
→速さの増加量は小さい

(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。

[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
---	---

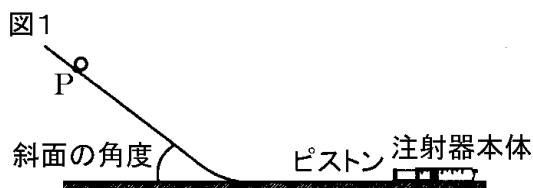
[解答]① b ② 位置エネルギーが同じであるから。

[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もっているが、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。

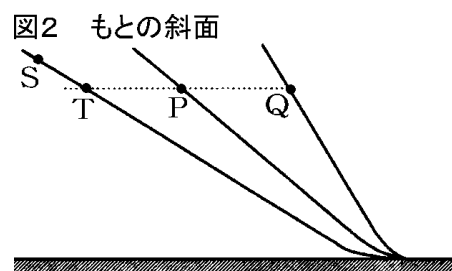
[問題]

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

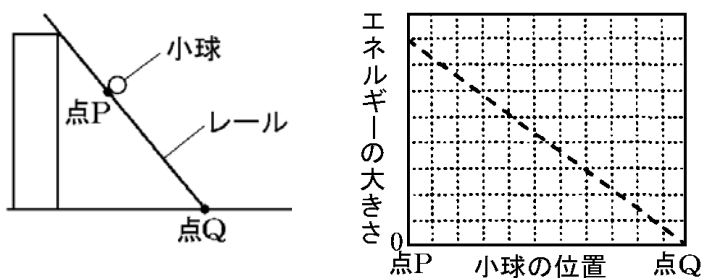
[解説]

ピストンが押し込まれる長さは、鉄球の位置エネルギーが大きいほど長くなる。(位置エネルギー)=(高さ)×(質量)である。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ので、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。

[位置エネルギーと運動エネルギー]

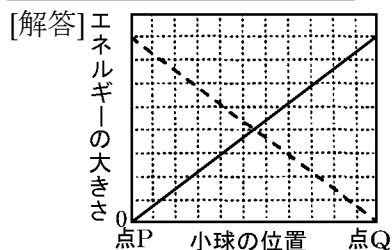
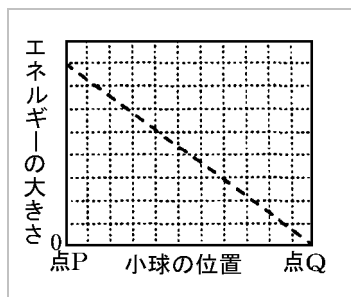
[問題]

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。次のグラフは、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、図に実線でかき入れよ。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]

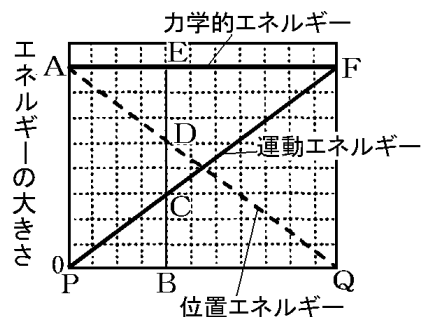


[解説]

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。

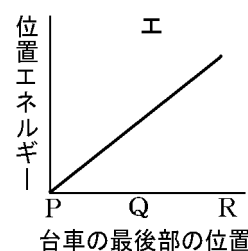
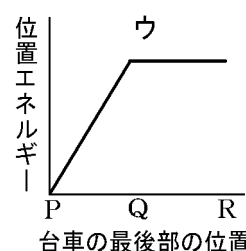
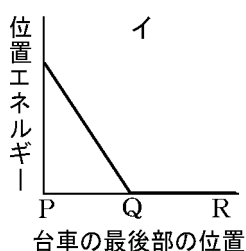
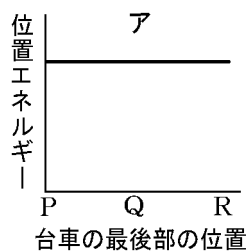
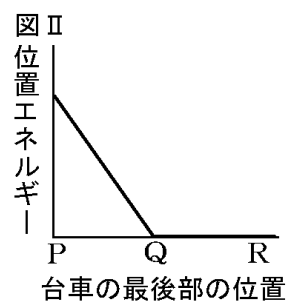
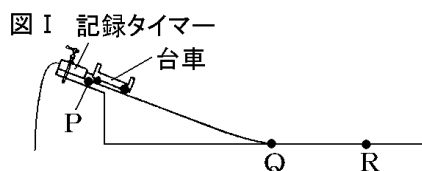
小球がQにきたとき位置エネルギーの大きさは0になるので、

(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。

[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点を通過す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点を通過す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。



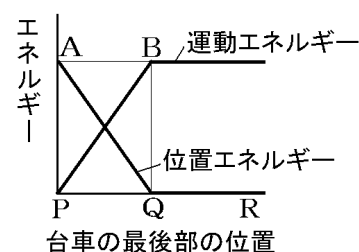
(大阪府)

[解答欄]

[解答]ウ

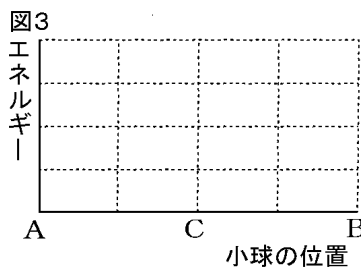
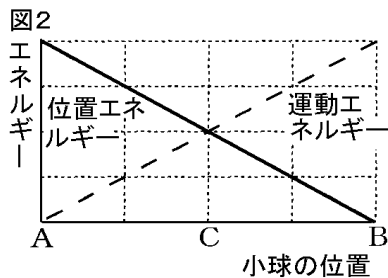
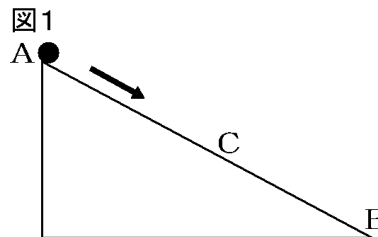
[解説]

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。



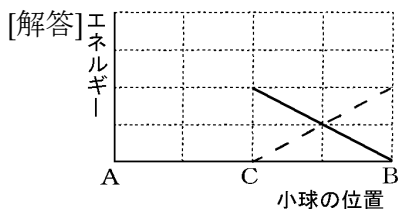
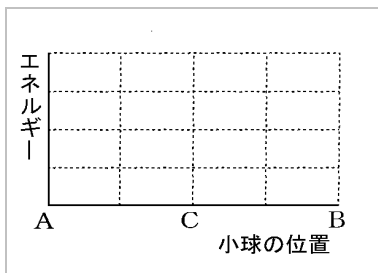
[問題]

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。



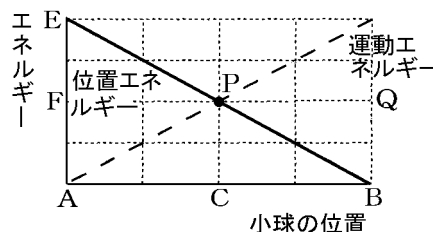
(鹿児島県)(鳥取県)

[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右図の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]

図1のように、斜面と水平面を位置C  
でなめらかにつなぎ、台車の運動を調べ  
る実験を行った。空気の抵抗、記録タイ  
マーと紙テープの間の摩擦、台車と面の  
間の摩擦はないものとする。

図1

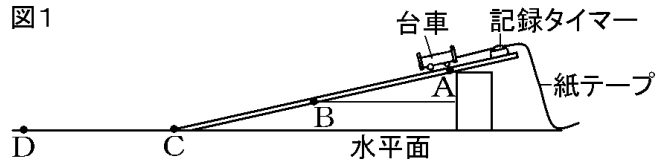
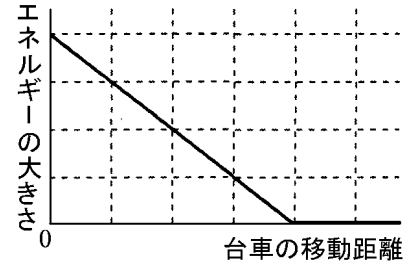


図2は、A点で台車をはなしたときの台車の移動距離と位置エネルギーの大きさの関係を表したグラフである。ACの midpointのBで台車をはなしたときの次の①、②の関係を表すグラフをそれぞれ書き入れよ。

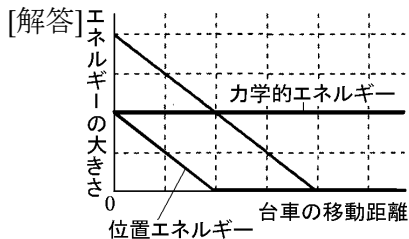
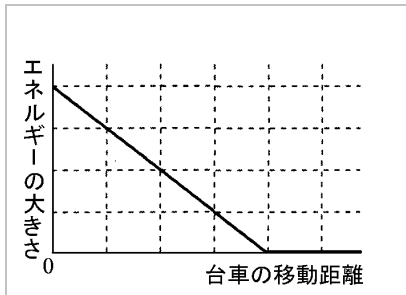
図2



- ① 台車の移動距離と位置エネルギーの大きさ
- ② 台車の移動距離と力学的エネルギーの大きさ

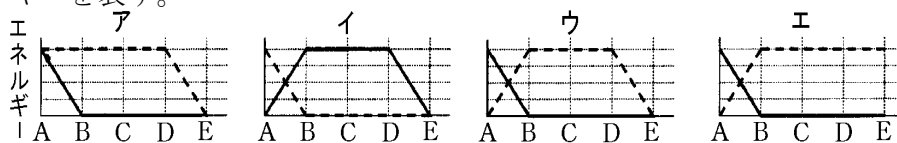
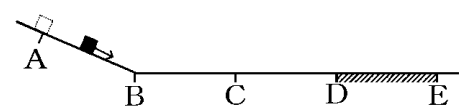
(秋田県)

[解答欄]



[問題]

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。



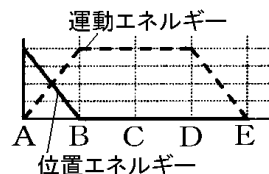
(茨城県)

[解答欄]

[解答]ウ

[解説]

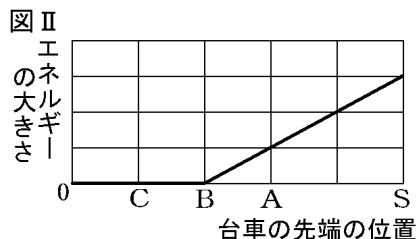
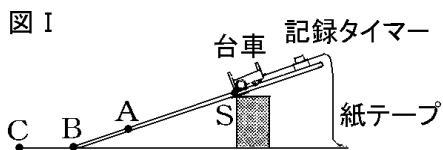
A～B では位置エネルギーは減少し、B 点以降では 0 になる。A 点で 0 であった運動エネルギーは A～B 間で次第に増加し、BD 間では一定になる。DE 間では摩擦のために速さは次第に減少するので運動エネルギーも減少し、静止する E 点で 0 になる。



[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。



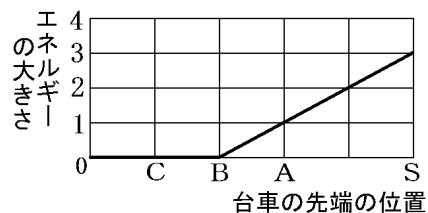
(岩手県)

[解答欄]

[解答]2 倍

[解説]

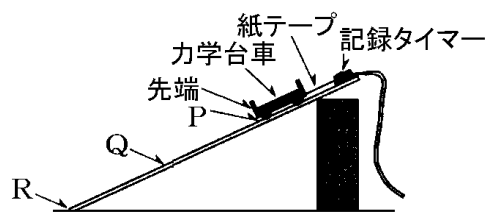
右図のように、台車が S 点にあるときの位置エネルギーを 3 とする。S 点での台車の速さは 0 なので運動エネルギーは 0 である。台車が斜面を下るにつれて位置エネルギーは減少し、その減少した分だけ運動エネルギーが増加する。台車が A 点に来たとき位置エネルギーは右図のように 1 になるので、運動エネルギーは  $3 - 1 = 2$  となる。したがって、A の位置での台車の運動エネルギーは、同じ A の位置での位置エネルギーの 2 倍になる。





[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。

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]

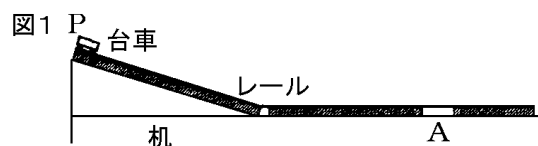
[解答]0.5

[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]

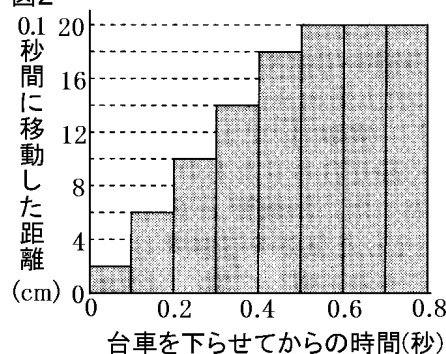
図 1 のように、斜面上のレールと水平な机の上のレールをなめらかに接続して、レールの上端 P から台車を下らせ、下らせてからの時間と 0.1 秒間ごとに台車が移動した距離の関係を調べた。



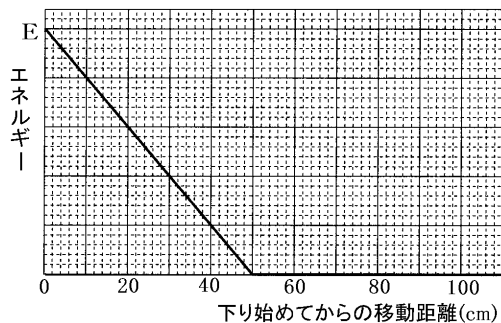
(1) レールの水平部分では台車の速さはほとんど変わらない。その理由を次のア～エからすべて選び、記号で答えよ。

- ア 台車に重力が働いていないから
- イ 台車を進行方向に動かす力が働いているから
- ウ 台車とレールの間の摩擦力が非常に小さいから
- エ 台車が慣性をもっているから

図2



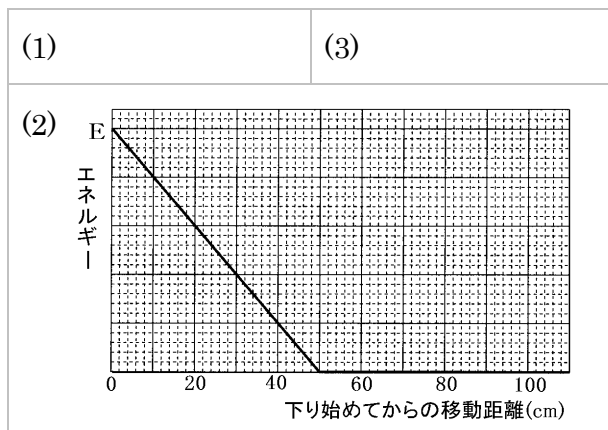
(2) 台車が下り始めてからの移動距離と位置エネルギーの関係は右図のようになる。下り始めてからの移動距離と運動エネルギーの関係を図に書き加えよ。ただし、P に台車を置いたときの位置エネルギーを E とする。



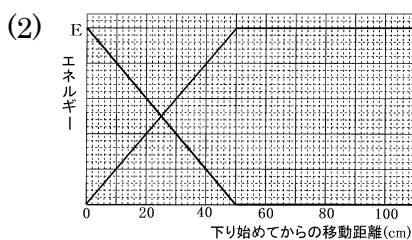
(3) 台車が下り始めてから 0.4 秒後の位置エネルギーは E の何倍か。

(富山県)

[解答欄]



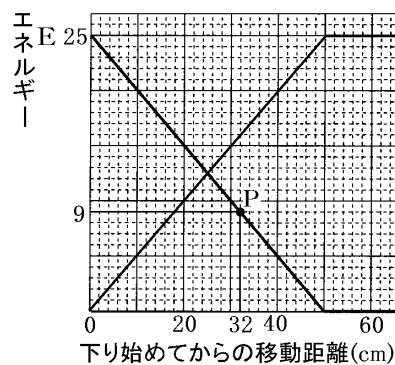
[解答](1) ウ, エ



(3) 0.36 倍

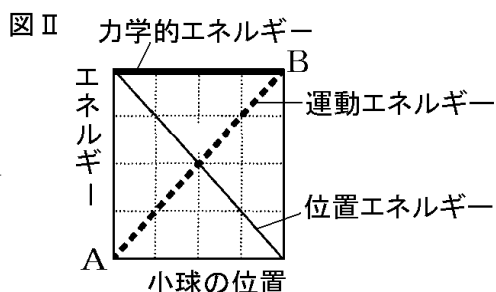
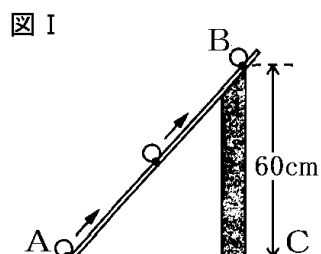
[解説]

(3) 図 2 より、台車が下り始めてから 0.4 秒後の移動距離は、 $2+6+10+14=32\text{cm}$  なので、位置エネルギーは右図の P 点で表される。このときの位置エネルギーは、E の  $9\div 25=0.36$ (倍)である。



[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 AC 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 AC 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

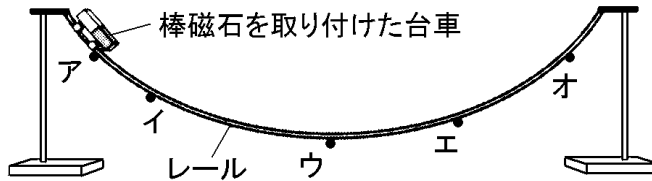
ときの運動エネルギーは 0.25 で、位置エネルギーは  $1-0.25=0.75$  である。点 B にあるときの位置エネルギーは力学的エネルギーと等しく 1 である。位置エネルギーは基準面からの高さに比例するので、ある点の高さは B 点の 0.75 倍になる。よって、ある点の高さは、 $60(\text{cm}) \times 0.75 = 45(\text{cm})$  になる。

【】位置⇔運動エネルギー：レール

[運動エネルギーと位置エネルギー]

[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) まさつ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、イの位置で台車をもつ位置エネルギーを  $a$ 、運動エネルギーを  $b$ 、エの位置で台車を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

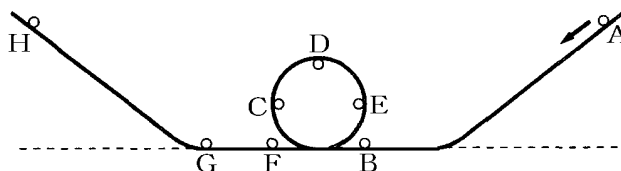


して、その分だけ運動エネルギーが増加する。P→Q では位置エネルギーが増加して運動エネルギーが減少する。A と同じ高さの Q 点に達したとき、位置エネルギーは A 点と同じになり、運動エネルギーは A 点と同じく 0 になる。すなわち、小球の速さは 0 になり、小球はそれ以上坂を上ることができず、Q→P に逆戻りする。

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]

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



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の一部が熱エネルギーなどに変わったため。

[解説]

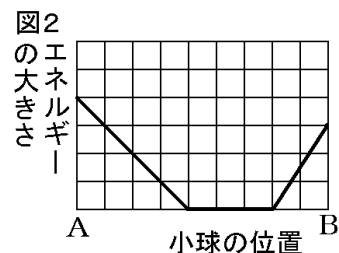
(1) 摩擦や空気抵抗がないので力学的エネルギー(=位置エネルギー+運動エネルギー)は保存され一定の大きさをたもつ。すなわち、A~Hのすべての点の力学的エネルギーは同じ大きさになる。A点とH点では小球の速さは0なので運動エネルギーは0となり、位置エネルギー=力学的エネルギーとなる。したがって、A点とH点の位置エネルギーは同じになる。よって、A点とH点の高さは同じになる。

(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。

[グラフ]

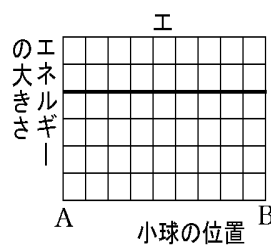
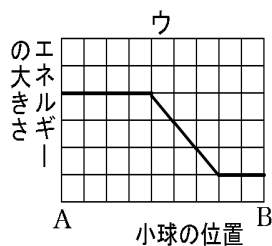
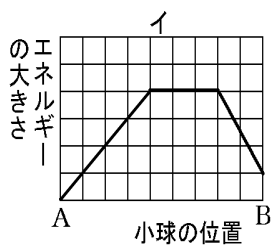
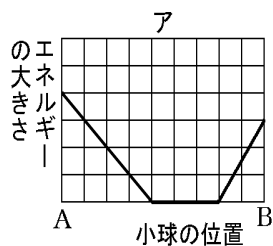
[問題]

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、さらに斜面を上がって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、小球のもつ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1つ選び、その符号を書け。

ただし、A点からB点までの面と小球の間には、摩擦力ははたらかないものとする。



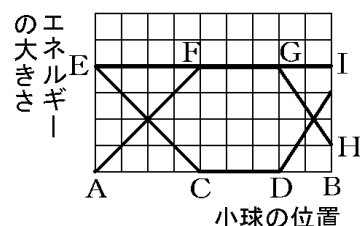
(新潟県)

[解答欄]

[解答]エ

[解説]

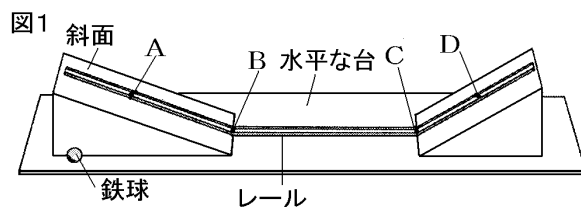
摩擦等がない場合、(力学的エネルギー)=(位置エネルギー)+(運動エネルギー)は一定の値になる。A点では小球の速さは0なので運動エネルギーも0になり、A点の位置エネルギーは力学的エネルギーと等しく右図のAEの大きさになる。



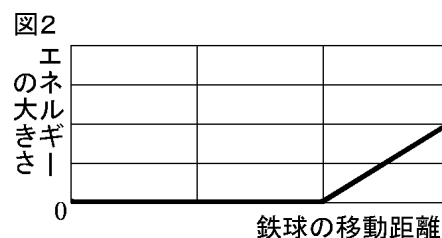
小球が斜面を下っていくとき、位置エネルギーは減少し運動エネルギーは増加していくが、その合計である力学的エネルギーは一定のままである。したがって、力学的エネルギーを表す線は、Eを通り横軸に平行なEFGIの直線になる。  
 なお、運動エネルギーはAFGHとなる。

**[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点を通り、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

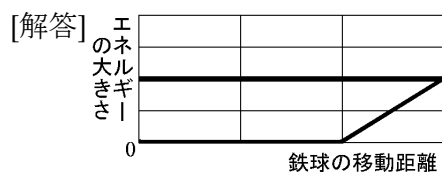
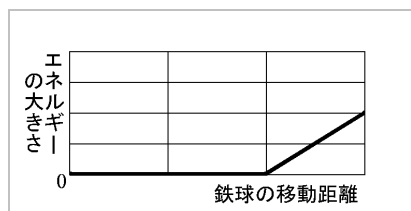


は、実験で、鉄球がB点からD点までレール上を移動したときの、鉄球の移動距離と鉄球がもつ位置エネルギーの大きさとの関係をグラフに表したものである。鉄球がB点からD点までレール上を移動したときの、鉄球の移動距離と鉄球がもつ力学的エネルギーの大きさとの関係を図にかき加えよ。



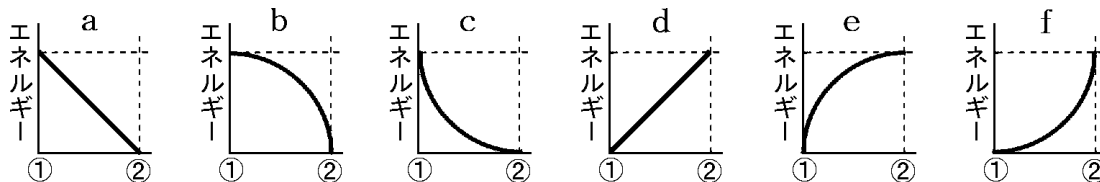
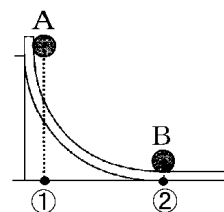
(北海道)

**[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になる。したがって、c が位置エネルギーを表す曲線になる。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。

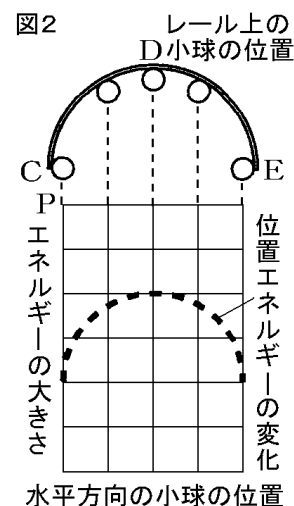
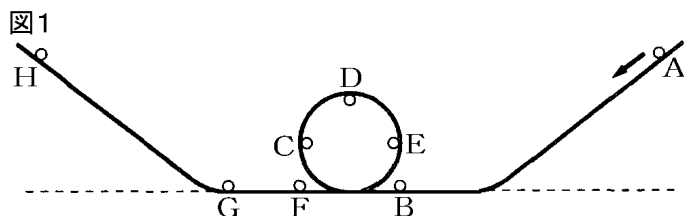
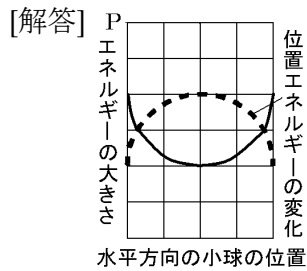
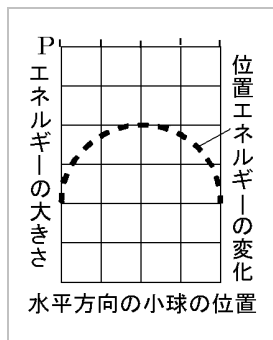


図 2 のように、実験 I における区間 CDE での小球のもつ位置エネルギーの変化のようすを、破線で表す。A 点での小球のもつ位置エネルギーの大きさを P で表すとき、区間 CDE での小球のもつ運動エネルギーの変化のようすを、図に実線で書き入れよ。



(宮城県)

[解答欄]



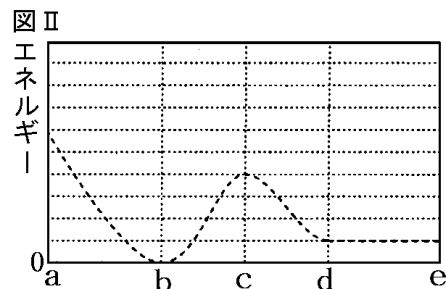
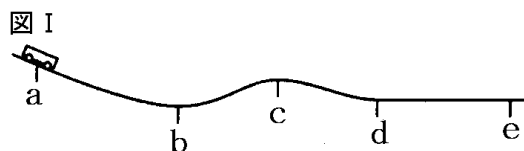
[解説]

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]

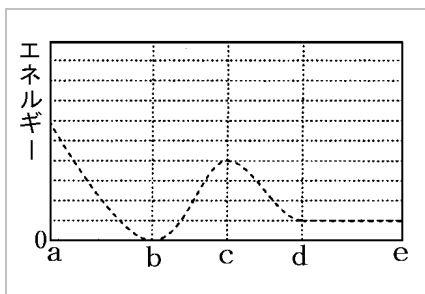
図 I のように、摩擦のない面の点 a に台車を静かに置くと、台車は点 e まで移動した。図 II は、この運動での台車の位置エネルギーを表したグラフである。この運動での台車の運動エネルギーを表したグラフを、図 II にかき入れよ。



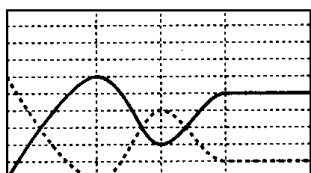
点線---は位置エネルギーを示している。

(群馬県)

[解答欄]



[解答]

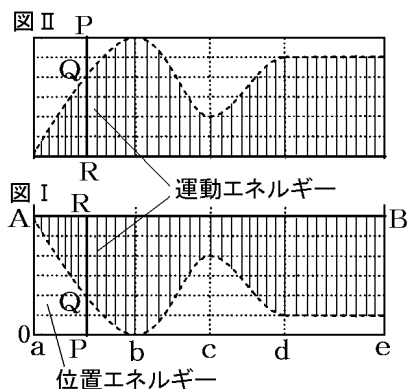


[解説]

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、

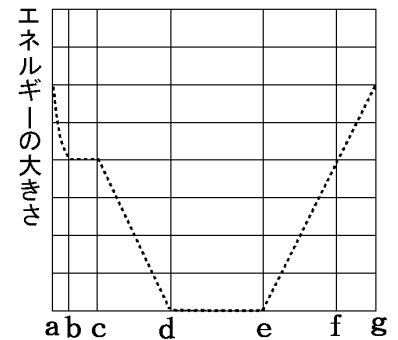
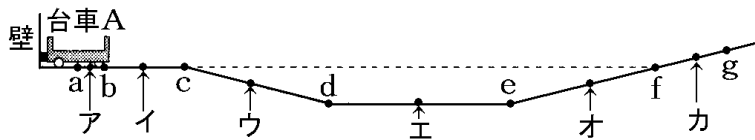
力学的エネルギー=位置エネルギー+運動エネルギー  
 =位置エネルギー+0=位置エネルギー=(aA の大きさ)  
 なので、力学的エネルギーを表す線は直線 AB になる。

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]

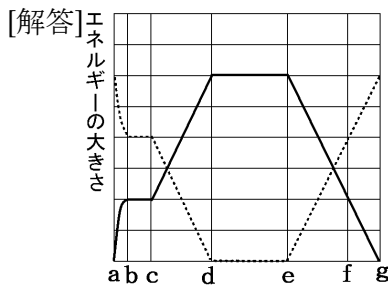
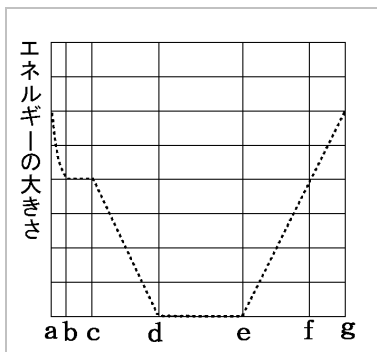
図のように、斜面を組み合わせた面上で、台車 A を壁におしつけてばねを縮めた。このときの台車 A の中心の真下の位置を点 a とした。そして、手をはなしたところ、台車 A は動きだし、面上を移動して、台車 A の中心の真下の位置が点 g まで達した。なお、図の点 b は、ばねが壁から離れた瞬間の台車 A の中心の真下の位置で、点線は水平面を表している。



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]



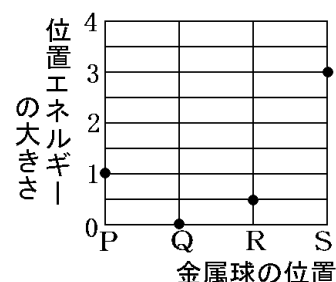
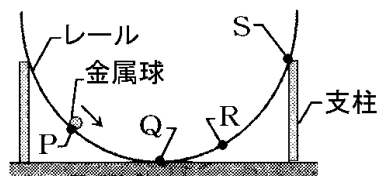
[解説]

(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、金属球がある速度で通った後、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、まさつ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

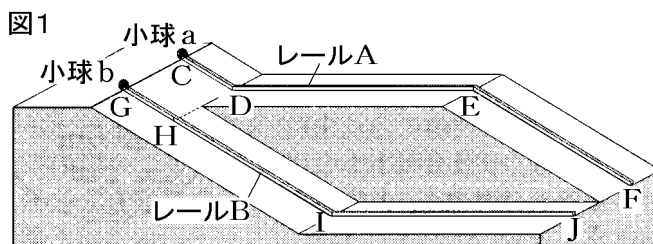
よって、(R 点での運動エネルギー) ÷ (P 点での運動エネルギー) = 2.5 ÷ 2 = 1.25(倍) となる。

[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

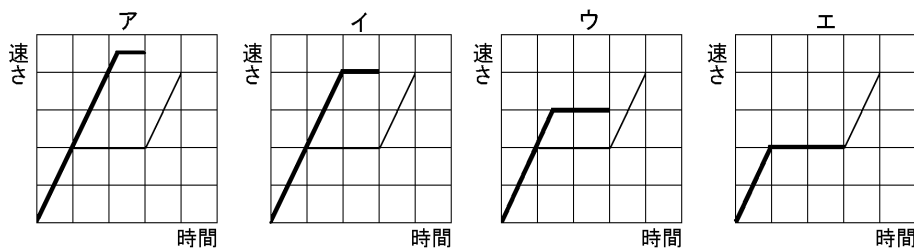
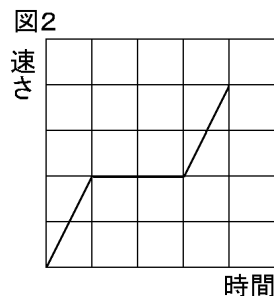


る部分をなめらかにつないでとりつけ、それぞれのレール上に左端からC点~F点、G点~J点をとった。質量の等しい小球a、小球bをそれぞれC点、G点に置き、同時に静かにはなすと、2つの小球はレールをはなれることなくレールに沿って進み、小球bが先に、続いて小球aがそれぞれレールの右端J点、F点に到着した。ただし、C点とG点、D点とE点とH点、F点とI点とJ点は、それぞれ同じ高さ、区間DEと区間IJは同じ長さ、どの斜面も同じ傾きとする。また、小球にはたらく摩擦や空気の抵抗は考えないものとする。

- (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)

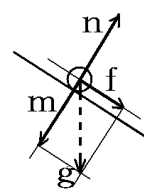
【解答欄】

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

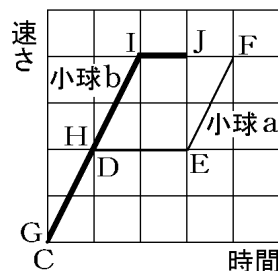
【解答】(1) 等速直線運動 (2) ウ (3) イ (4) 位置エネルギーと運動エネルギーの和は一定であるので、高さが低いほど位置エネルギーは小さく運動エネルギーは大きくなる。よって、小球 a の DE での速さより小球 b の IJ 間の速さが速いため、DE 間・IJ 間にかかる時間は、小球 b のほうが短くなる。また、CD 間と GH 間の時間は等しく、EF 間と HJ 間の時間は等しい。したがって、小球 b の時間が短くなる。

【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 の高さが同じであるので、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,

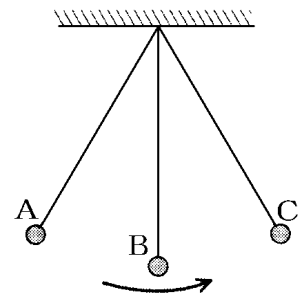
(CD 間の時間) = (GH 間の時間), (EF の時間) = (HI の時間), (DE の時間) > (IJ の時間)

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

【】位置⇔運動エネルギー：振り子

[問題]

図のような振り子を用意し、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。



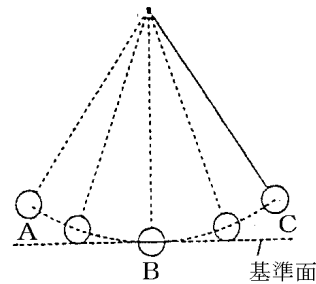
- ア おもりの位置エネルギーは、A 点から B 点に移動する間は減少し、B 点で最小となる。
- イ おもりの運動エネルギーは、B 点で最大となり、B 点から C 点に移動する間は減少する。
- ウ おもりの位置エネルギーと運動エネルギーは互いに变化するが、それらの和は一定である。
- エ おもりの力学的エネルギーは、A 点と C 点では等しく、B 点では小さくなる。

(茨城県)

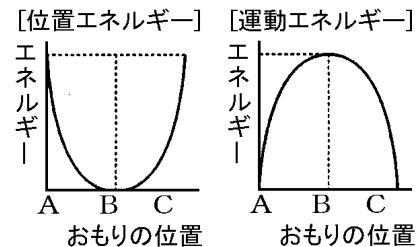
[解答欄]

[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 へ進むにつれて、高さが低くなるので位置エネルギーが減少する。摩擦等がない場合、(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。



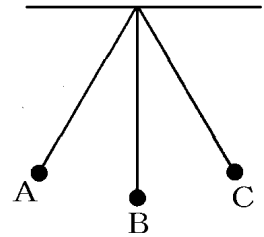
	位置エネルギー	運動エネルギー
A	最大	0
A→B	減少	増加
B	0	最大
C	最大	0





[問題]

図のように、振り子のおもりを位置 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

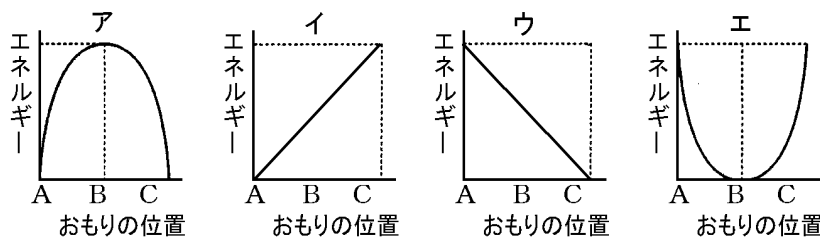
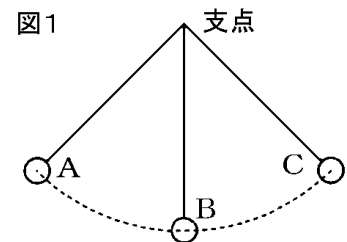
[解説]

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。



(和歌山県)

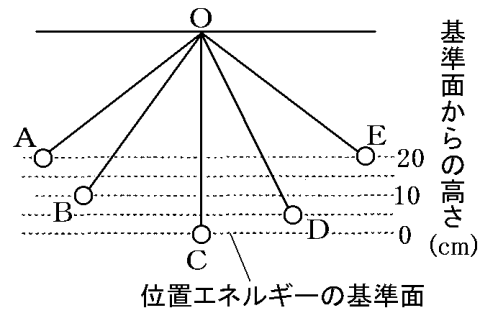
[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① ア ② エ

[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]

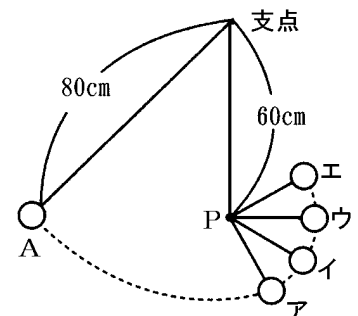
[解答]B

[解説]

位置エネルギーの基準面上にある C 点の位置エネルギーは 0 である。A 点の高さは B 点の高さの 2 倍であるので、A 点の位置エネルギーは B 点の位置エネルギーの 2 倍である。したがって、B 点の位置エネルギーの大きさを  $M$  とすると、A 点の位置エネルギーは  $2M$  となる。空気の抵抗がない場合、力学的エネルギーは保存されるので、  
 (位置エネルギー) + (運動エネルギー) は一定である。したがって、  
 $(A \text{ の位置エネルギー}) + (A \text{ の運動エネルギー}) = (B \text{ の位置エネルギー}) + (B \text{ の運動エネルギー})$   
 $(A \text{ の位置エネルギー}) = 2M$ ,  $(A \text{ の運動エネルギー}) = 0$ ,  $(B \text{ の位置エネルギー}) = M$  なので、  
 $2M + 0 = M + (B \text{ の運動エネルギー})$  が成り立ち、 $(B \text{ の運動エネルギー}) = 2M - M = M$  となる。  
 したがって、B の位置エネルギーと運動エネルギーはともに  $M$  で、等しくなる。

[問題]

右図のように、支点的鉛直下向き 60cm の P にくぎがあり、糸がひっかかるようになっている。今、支点到 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]

--

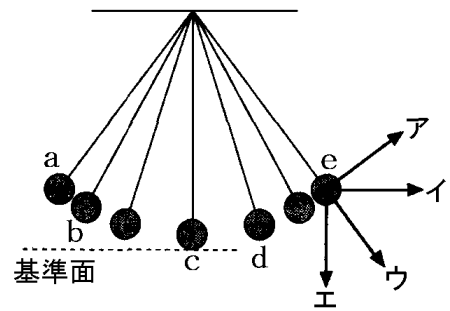
[解答]ウ

[解説]

A と高さが同じウまでおもりは上がる。

[問題]

右図は、ふりこの運動のようす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

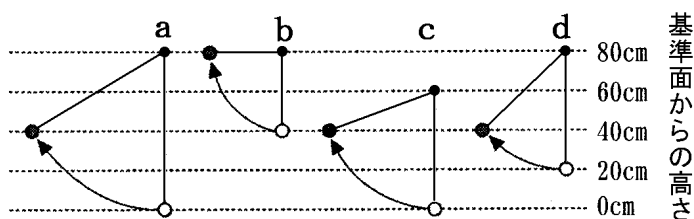
[解説]

(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。したがって、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]

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

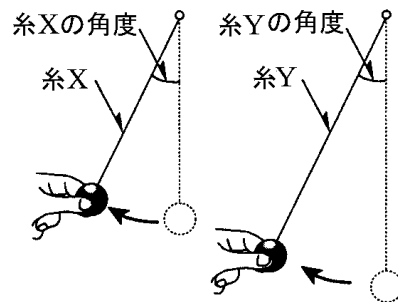
[解説]

(1) (位置エネルギー)=(質量) $\times$ (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。おもりが静止している位置(○)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 に来たとき、A 点との高さの差は PB になるので、

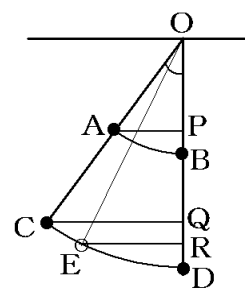
(増加した運動エネルギー) = (減少した位置エネルギー) = (質量) × PB となる。

糸の長さを OA の 2 倍の OC にしたとき、最下点 D に来たとき、

(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。

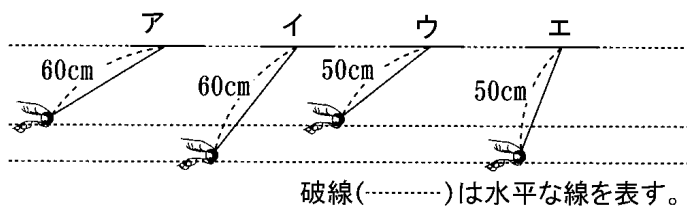
QD は PB の 2 倍になるので、D での運動エネルギーは B の 2 倍になる。

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ふりこを、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。



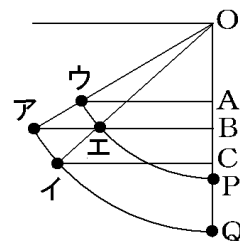
(岩手県)

[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。)



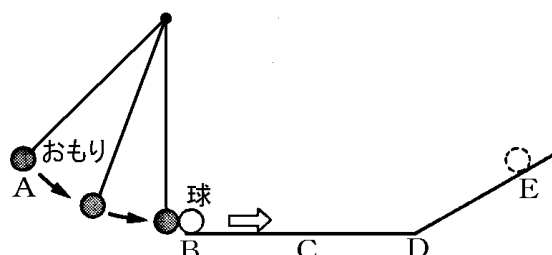
糸の長さが同じ場合は、角度が大きいほど最下点との落差が大きくなり、最下点での運動エネルギーが大きくなる。(例えば、図のイとアの場合を比べると、イでは最下点との落差はCQで、アでは最下点との落差はBQで、 $CQ < BQ$ である。)

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。

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。

[問題]

図のように、糸でつるしたおもりを糸がたるまなように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点を通り、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

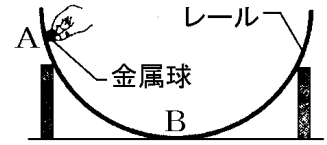
[解説]

(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。 $(\text{位置エネルギー}) = (\text{質量}) \times (\text{高さ})$  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。

【】 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。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っていくのはなぜか。その理由を、エネルギー保存の面から、簡単に書け。



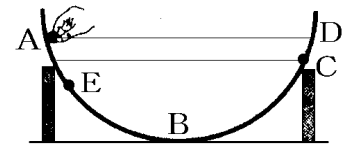
(静岡県)

[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るため。

[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。



[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)

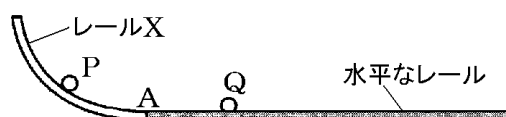
[解答欄]

--

[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]

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)
-----	-----

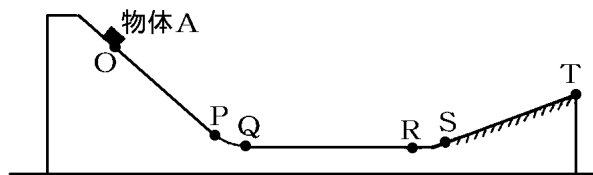
[解答](1) 運動エネルギー (2) 熱エネルギー

[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)

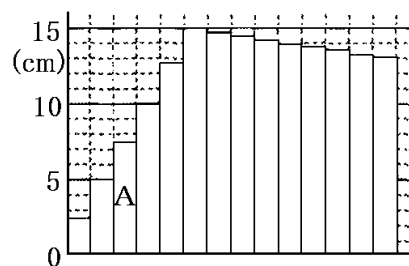
[解答欄]

[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、速さがしだにおそくなっている。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]

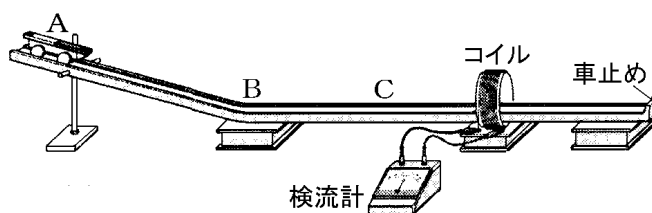
(1) A の紙テープの前後で、0.1 秒ごとに切り取った紙テープの長さがだんだん長くなっているため、台車はだんだん速くなっており、台車が斜面上を下っていることが分かる。台車が斜面を下るとき、位置エネルギーは減少し、運動エネルギーが増加する。

(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。

## 【】 電磁誘導とエネルギー

### [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、台車にはたらくまさつ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]

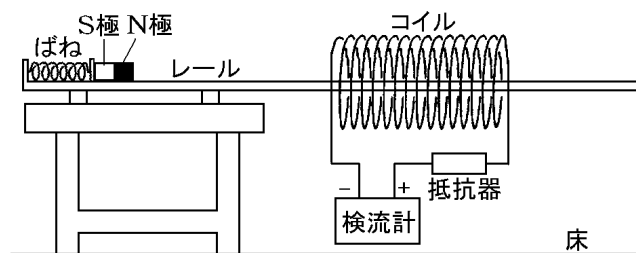
(1) 例えば、棒磁石のN極を前に、S極を後にして台車に固定したとする。N極がコイルに近づくと、これを妨げるようコイルの左側がN極になるように誘導電流が流れる。…①

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。

[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。

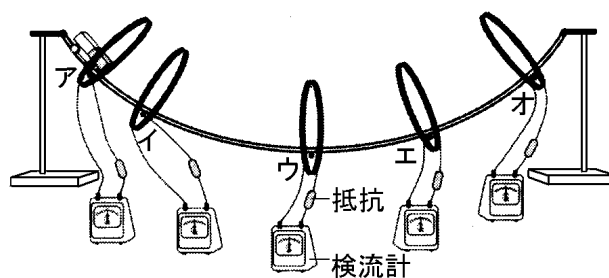
(宮城県)

[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]

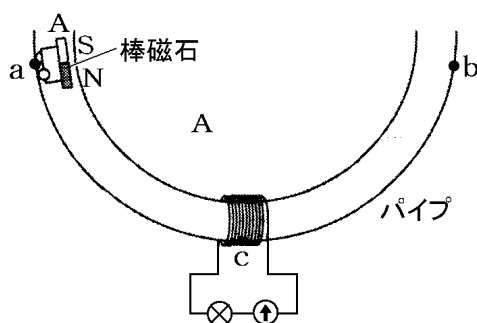
(1)(2) 棒磁石を取り付けた台車がコイルに近づいて離れていくときに誘導電流が流れるが、棒磁石の速さが速いほど誘導電流は大きくなる。台車がア→イ→ウと進むとき、位置エネルギーが減少して運動エネルギーが増加していく。運動エネルギーの一部はア、イで誘導電流の電気エネルギーに変わるが、運動エネルギーはウの位置で最大になり、台車の速さも最大になると考えられる。したがって、最初にウを通過するときの台車の速さが最大で、このとき、流れる誘導電流が最も大きくなって、検流計の針が最も大きく振れると考えられる。

(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]

図のように、内側がなめらかなパイプを半円形に曲げ、床に垂直に固定した。パイプの点 C 付近にエナメル線を巻き、できたコイルに検流計とわずかな電流で光る電球をつないだ。棒磁石を取りつけた台車 A を棒磁石の N 極が下を向くようにパイプの中の点 a に置き、静かに手をはなしたところ、台車 A



はパイプの中を往復運動し、電球は点滅した。また、検流計の針は、台車 A が点 a から点 a と同じ高さの点 b に向かって運動するときには、右にふれた後、左にふれてもとに戻った。台車 A がパイプの中を往復運動するときの検流計の針と台車 A の動きについて述べた文章として最も適当なものを、次のアからエまでの中から選んで、そのかな符号を書け。

- ア 台車 A が点 b から点 a へ向かって運動するときの検流計の針は、右にふれた後、左にふれてもとに戻る。往復運動するたびに針のふれ幅は小さくなり、台車 A の到達する高さも低くなる。
- イ 台車 A が点 b から点 a へ向かって運動するときの検流計の針は、左にふれた後、右にふれてもとに戻る。往復運動するたびに針のふれ幅は小さくなり、台車 A の到達する高さも低くなる。
- ウ 台車 A が点 b から点 a へ向かって運動するときの検流計の針は、右にふれた後、左にふれてもとに戻る。往復運動する間は針のふれ幅は変わらず、台車 A の到達する高さも変わらない。
- エ 台車 A が点 b から点 a へ向かって運動するときの検流計の針は、左にふれた後、右にふれてもとに戻る。往復運動する間は針のふれ幅は変わらず、台車 A の到達する高さも変わらない。

(愛知県)

[解答欄]

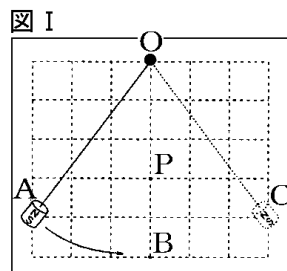
[解答]ア

[問題]

振り子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、糸に磁石をつけた振り子を 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。

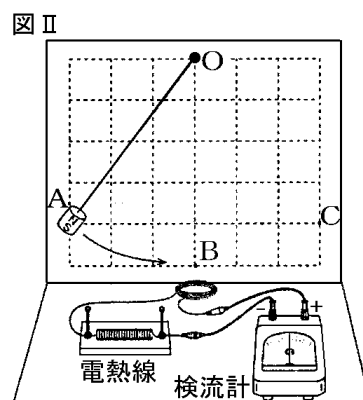
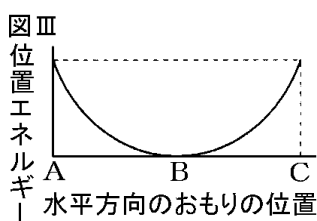


(b) 図 I の P にくぎを打ち、糸がたるまないように磁石を A まで持ち上げ、静かにはなした。

(c) 振り子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]

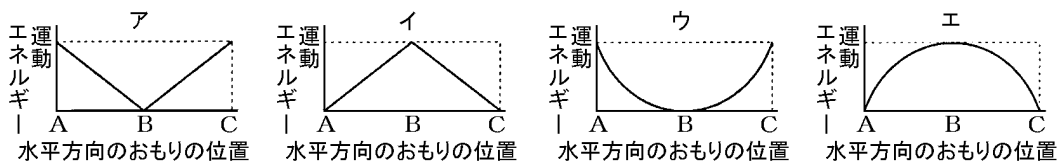
(a) 図 II のように、B の真下にコイルを置き、検流計と電熱線をつないだ。糸がたるまないように磁石を A まで持ち上げ、静かにはなした。



(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。

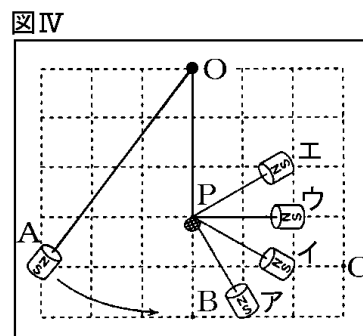
たものである。このときの運動エネルギーの変化を表したものを、次のア～エから選べ。



(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) 振り子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。

[印刷／他の PDF ファイルについて]

※ このファイルは, FdData 入試理科 3 年(6,800 円)の一部を PDF 形式に変換したサンプルで, 印刷はできないようになっています。製品版の FdData 入試理科 3 年は Word の文書ファイルで, 印刷・編集を自由に行うことができます。

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

【Fd 教材開発】(092) 404-2266

Mail : info2@fdtext.com