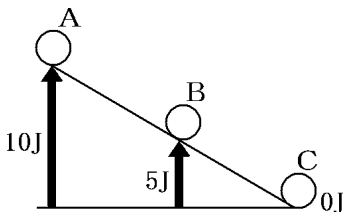


【FdData 中間期末：中学理科3年：エネルギー】

[力学的エネルギーの保存④：計算問題]

[問題](1 学期期末)

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



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

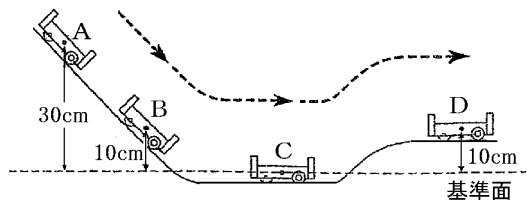
[解答](1) A 0J B 5J C 10J (2) 力学的エネルギー (3) 10J

[解説]

摩擦等がない場合、位置エネルギーと運動エネルギーの和である力学的エネルギーはつねに一定である。このことを力学的エネルギーの保存という。A点での球の速さは0なので、運動エネルギーは0Jである。したがって、力学的エネルギーは $10 + 0 = 10\text{J}$ である。B点の位置エネルギーが5Jなので、運動エネルギーは5Jである。C点の位置エネルギーは0Jなので、運動エネルギーは10Jである。

[問題](補充問題)

図のようななめらかな斜面上の A 点から、 2kg の台車を静かにはなしたところ、B 点を通過後、C→D 点へと運動を続けた。摩擦力や空気の抵抗はないものとして、次の各問いに答えよ。ただし、質量が 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。



- (1) 台車が A から B へ移動するとき、①増加するエネルギーと、②減少するエネルギーをそれぞれ答えよ。
- (2) (1)の①と②のエネルギーの和を何というか。
- (3) 台車が A 点にあるときの台車の位置エネルギーは何 J か。
- (4) 台車が B 点にあるときの台車の運動エネルギーは何 J か。
- (5) 台車の運動エネルギーが最大になるとき、運動エネルギーは何 J か。
- (6) 台車が D 点にあるとき、①位置エネルギー、②運動エネルギーはそれぞれ何 J か。

[解答](1)① 運動エネルギー ② 位置エネルギー
(2) 力学的エネルギー (3) 6J (4) 4J (5) 6J
(6)① 2J ② 4J

[解説]

まず、台車が A 点にあるときの位置エネルギーを求める。

台車の質量は $2\text{kg}=2000\text{g}$ なので、台車にはたらく重力の大きさは $2000 \div 100 = 20(\text{N})$ である。基準面からの高さは 0.3m なので、

(A 点での位置エネルギー J) = (物体にかかる重力 N) \times (高さ m) = $20(\text{N}) \times 0.3(\text{m}) = 6(\text{J})$

台車が A \rightarrow B と斜面を下るにつれて、基準面からの高さが小さくなるので位置エネルギーは小さくなっていく。

(B 点での位置エネルギー J) = (物体にかかる重力 N) \times (高さ m) = $20(\text{N}) \times 0.1(\text{m}) = 2(\text{J})$

すなわち、A 点 \rightarrow B 点で、 $6 - 2 = 4(\text{J})$ だけ位置エネルギーが減少する。摩擦力や空気の抵抗がない場合、(力学的エネルギー) = (位置エネルギー) + (運動エネルギー) は一定に保たれるので、減少した 4J の位置エネルギーは運動エネルギーに変わる。よって、B 点での運動エネルギーは 4J であることがわかる。

運動エネルギーが最大になるのは、位置エネルギーが 0J ともっとも小さくなる C 点である。このときの運動エネルギーは 6J である。

台車が C→D に移動するとき、基準面からの高さがしだいに高くなるので、位置エネルギーが増加し、その分だけ運動エネルギーが減少していく。

D 点の基準面からの高さは 0.1m なので、

$$(D \text{ 点での位置エネルギー } J) = (\text{物体にかかる重力 } N) \times (\text{高さ } m) = 20(N) \times 0.1(m) = 2(J)$$

したがって、(D 点での運動エネルギー) = $6 - 2 = 4(J)$ となる。

(参考)

$$(\text{運動エネルギー } J) = \frac{1}{2} \times (\text{物体の質量 } kg) \times (\text{速さ}$$

m/秒)² を使えば、各点における物体の速さを求めることもできる。

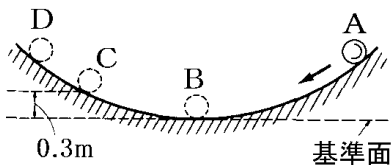
例えば B 点での運動エネルギーは 4J なので、4(J)

$$= \frac{1}{2} \times 2(kg) \times (\text{速さ})^2$$

$$(\text{速さ})^2 = 4 \quad \text{よって、} (\text{速さ}) = 2(m/\text{秒})$$

[問題](補充問題)

図のような、なめらかな斜面上で、質量 0.3kg の小球を A 点からころがす。小球は、B、C 点をへて D 点に達し、いったん止まった後、再び逆向きに動きだした。この図を見て、次の各問いに答えよ。ただし、小球の位置エネルギーを、基準面上の B 点で 0J 、A 点で 1.5J とする。また、摩擦熱や空気の抵抗は考えないものとし、質量が 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。



- (1) A 点の基準面からの高さは何 m か。
- (2) B 点を通過するときの運動エネルギーはいくらか。
- (3) C 点を通過するときの①位置エネルギーはいくらか。また、②運動エネルギーはいくらか。

[解答](1) 0.5m (2) 1.5J (3)① 0.9J ② 0.6J

[解説]

(1) (位置エネルギー J) = (物体にかかる重力 N) \times (基準面からの高さ m) である。小球の質量は $0.3\text{kg} = 300\text{g}$ で、小球に働く重力は 3N であるの

で、 $1.5(J) = 3(N) \times (\text{基準面からの高さ } m)$ したがって、 $(\text{基準面からの高さ } m) = 1.5(J) \div 3(N) = 0.5(m)$

(2) 小球が $A \rightarrow B$ に動くとき位置エネルギーが減少し、その分、運動エネルギーが増加していく。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) は一定である。A 点では速さは 0 なので運動エネルギーは 0J である。

したがって、A 点では、(力学的エネルギー) = (位置エネルギー) + (運動エネルギー)

$= 1.5 + 0 = 1.5(J)$ である。

B 点では、高さは基準面なので 0m で、(位置エネルギー) = 0 である。したがって、B 点での運動エネルギーは、1.5(J) である。

(3) 小球の質量は $0.3\text{kg} = 300\text{g}$ なので、小球に働く重力は 3N である。C 点の基準面からの高さは 0.3m なので、

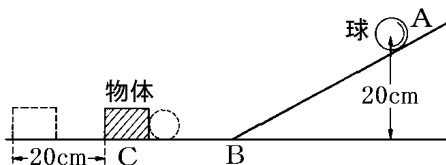
(位置エネルギー J) = (物体にかかる重力 N) \times (基準面からの高さ m)

$= 3(N) \times 0.3(m) = 0.9(J)$

(力学的エネルギー) = (位置エネルギー) + (運動エネルギー) なので、 $1.5 = 0.9 + (\text{運動エネルギー})$ よって、 $(\text{運動エネルギー}) = 1.5 - 0.9 = 0.6(J)$

[問題](補充問題)

図のような斜面上で、質量 100g の球を A より静かにはなしてころがり落とし、水平な面の C に置いてある物体に衝突させると、球は急に止まり、それで物体は 20cm 進んで静止した。この実験について、次の各問いに答えよ。ただし、ABC 間の摩擦や空気の抵抗は考えないものとする。また、質量が 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。



- (1) Aにある球が、ころがり落ちて最下点のBにくるまでに失った位置エネルギーは、いくらか。
- (2) 質量 100g の球をその高さを変えないで、斜面の角度を大きくしてころがしたとき、水平面にきたときの運動エネルギーの大きさはどうなるか。
- (3) 球が衝突したとき、物体が水平な面に対してなした仕事量はいくらか。ただし、物体とふれている面との間の摩擦力は、いつも 1N として計算せよ。

[解答](1) 0.2J (2) 同じ。 (3) 0.2J

[解説]

(1) 球が A→B に動くにつれて、位置エネルギーは減少しその分運動エネルギーが増加する。

(A 点での位置エネルギーJ)=(重力 N)×(A 点の高さ m)=1(N)×0.2(m)=0.2(J)

(B 点での位置エネルギーJ)=(重力 N)×(B 点の高さ m)=1(N)×0(m)=0(J)

したがって、A にある球が、ころがり落ちて最下点の B にくるまでに失った位置エネルギーは、 $0.2 - 0 = 0.2(J)$ である。この失った位置エネルギー 0.2J は球の運動エネルギーに変わる。

(2) 位置エネルギーは、球にかかる重力とその点の高さだけによってきまってくる。したがって、斜面の角度を大きくした場合でも、A→水平面で球が失う位置エネルギー(=増加する運動エネルギー)は 0.2J である。

(3) 摩擦力は 1N で、移動した距離は 20cm=0.2m なので、

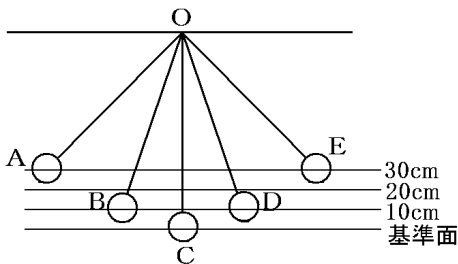
(仕事 J)=(力 N)×(距離 m)=1(N)×0.2(m)=0.2(J) である。

以上をまとめると、球は A 点では 0.2J の位置エネルギーをもっていたが、斜面を下った B 点では、位置エネルギーはすべて運動エネルギー(0.2J)にかわる。球が物体に衝突すると球は静止し、運動エネルギーは 0(J)になるが、そのエネルギーは物

体の運動エネルギー(0.2J)に移ると考えられる。物体は摩擦のある水平面上を動く間に、水平面に対して仕事(0.2J)をして、静止し運動エネルギーは0(J)になる。0.2Jのエネルギーは、熱(摩擦熱)のエネルギーとなったと考えられる。

[問題](1 学期期末)

図は、質量100gのおもりをつけた糸をO点に固定し、基準面から30cmの高さのA点でおもりをはなしたときの運動のようすを表している。空気の抵抗や摩擦はないものとする。



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

[解答](1) 0.3J (2) 0.3J (3) 0.2J

[解説]

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

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

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

(A 点での力学的エネルギー) = 0.3 + 0 = 0.3(J) である。空気の抵抗や摩擦がないので、力学的エネルギーは保存され、A ~ E の力学的エネルギーはすべて 0.3J である。

C 点は基準面にあるので、(基準面からの高さ) = 0(m) となり、位置エネルギーは 0J になる。(力学的エネルギー) = (位置エネルギー) + (運動エネルギー) なので、 $0.3(J) = 0(J) + (\text{運動エネルギー})$ となり、(運動エネルギー) = 0.3(J) となる。

(3) D 点の基準面からの高さは 0.1m なので、(D 点での位置エネルギー J) = (重力 N) × (D 点の高さ m) = 1(N) × 0.1(m) = 0.1(J)

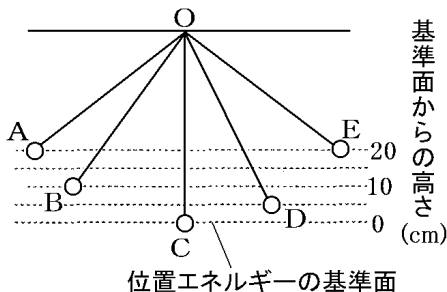
(力学的エネルギー) = (位置エネルギー) + (運動エネルギー) なので、

$0.3(J) = 0.1(J) + (\text{運動エネルギー})$

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

[問題](補充問題)

図のように、質量 600g のおもりに糸をつけ、点 O からつり下げて振りこを作った。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。空気の抵抗や摩擦は考えないものとする。また、質量が 100g の物体にはたらく重力の大きさを 1N とする。



- (1) C 点から A 点に持ち上げられたおもりがもつ位置エネルギーは何 J か。
- (2) C 点を通過するときの、おもりのもつ①位置エネルギーはいくらか。また、②運動エネルギーはいくらか。
- (3) D 点を通過するときの、おもりのもつ①位置エネルギーはいくらか。また、②運動エネルギーはいくらか。
- (4) 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つ選べ。

[解答](1) 1.2J (2)① 0J ② 1.2J (3)① 0.3J
② 0.9J (4) B点

[解説]

(1) 質量600gのおもりにかかる重力は6N, A点の基準面からの高さは $20\text{cm}=0.2\text{m}$ なので, (位置エネルギーJ)=(物体にかかる重力N) \times (高さm)
 $=6(\text{N})\times 0.2(\text{m})=1.2(\text{J})$

(2)~(4) (力学的エネルギー)=(位置エネルギー)+(運動エネルギー)である。空気の抵抗や摩擦がないので, 力学的エネルギーの値は一定になる。A点ではおもりの速さは

$0\text{m}/\text{秒}$ なので運動エネルギーも0Jである。したがって, 力学的エネルギーは, $1.2+0=1.2(\text{J})$ である。B~Eの運動エネルギーは, (運動エネルギー)=(力学的エネルギー)-(位置エネルギー)で求めることができる。

◆理科3年の各ファイルへのリンク

<http://www.fdttext.com/dp/r3b/index.html>

◆FdData 中間期末の特徴(QandA 方式)

http://www.fdttext.com/dp/qanda_k.html

◆製品版(パソコン Word 文書：印刷・編集用)
の価格・購入方法

<http://www.fdttext.com/dp/seihin.html>

※ iPhone でリンク先が開かない場合は、
「iBooks」で開いてリンクをタップください。

【Fd教材開発】 Mail : info2@fdtext.com