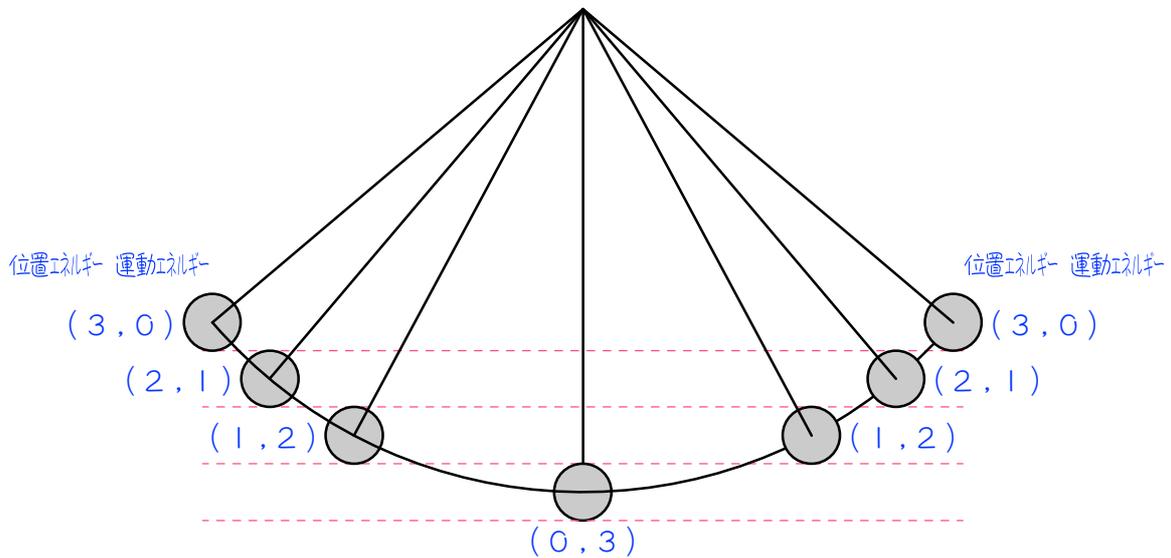


力学的エネルギー保存の法則



振り子の最も高い点にあるおもりは、最も位置エネルギーを持っています。しかし、おもりはこの瞬間、速さが0になるので、運動エネルギーは0と言えます。

逆に、振り子の最も低い点にあるおもりは、速さが最も速くなるので、運動エネルギーが最高で、そのかわり位置エネルギーが0になります。

つまり、最も高い点のときにあった位置エネルギーが、運動エネルギーに変わったと考えられます。

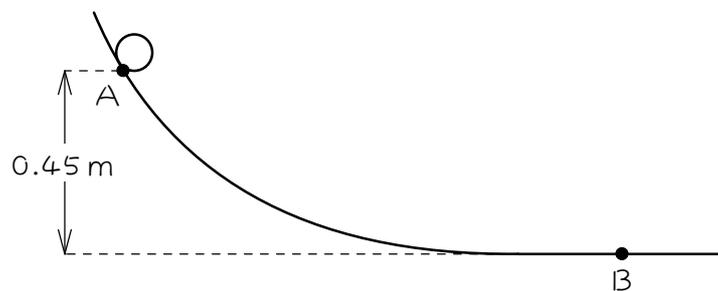
空気抵抗や摩擦力がないとき、物体の位置エネルギーと運動エネルギーの和は一定になります。これを「力学的エネルギー保存の法則」といいます。

ステップ1 位置エネルギーと運動エネルギー

1

図のように、なめらかな曲面と水平面がつながっています。いま、水平面から 0.45 m の高さの曲面上の A 点に、重さ 1 kg の小球をおき、静かにすべらせたところ、小球は水平面上の B 点を通過しました。このとき、小球が B 点を通過する速さを求めようと思います。以下の公式と数値を使って、次の () にあてはまる数を求めなさい。

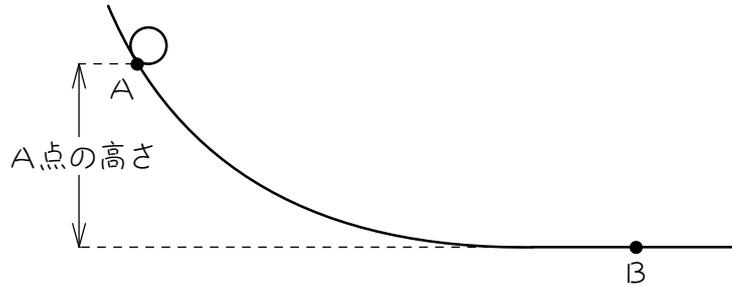
- ・ 位置エネルギー(J) = 物体の重さ(kg) × 重力加速度(m/s^2) × 高さ(m)
- ・ 重力加速度 = $10 m/s^2$
- ・ A 点での位置エネルギー(J) = B 点での運動エネルギー(J)
- ・ 運動エネルギー(J) = $\frac{1}{2} \times$ 物体の重さ(kg) × 速さ(m/s) × 速さ(m/s)



- (1) A 点にあるときの小球のもつ位置エネルギーは () ^{ジュール} J です。
- (2) B 点にあるときの小球のもつ運動エネルギーは () ^{ジュール} J です。
- (3) B 点の小球の速さは () m/s です。

2

図のように、なめらかな曲面と水平面がつながっています。曲面上のA点に小球をおき、静かにすべらせると、小球は水平面上のB点を通過します。A点の高さをいろいろ変えてB点での小球の速さを調べ、表にまとめました。このとき、次の問いに答えなさい。



(1) 次の式を参考にして、表の空らんをうめなさい。

- ・ 位置エネルギー(J) = 重さ(kg) × 重力加速度(m/s²) × 高さ(m)
- ・ 運動エネルギー(J) = $\frac{1}{2}$ × 重さ(kg) × 速さ(m/s) × 速さ(m/s)
- ・ A点での位置エネルギー(J) = B点での運動エネルギー(J)

重さ(kg)	1	1	1	1	1
重力加速度(m/s ²)	10	10	10	10	10
A点の高さ(m)	0.05	0.20	0.45	0.80	1.25
A点での位置エネルギー(J)					
B点での運動エネルギー(J)					
B点での速さ(m/s) × 速さ(m/s)					
B点での速さ(m/s)					

(2) (1)の表について、() にあてはまる数を求めなさい。

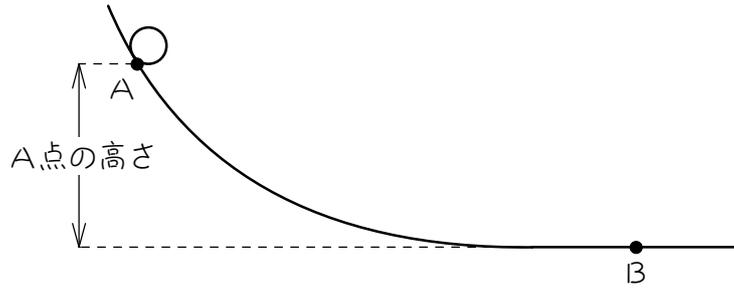
小球の重さが一定のとき、A点の高さ(小球をはなす高さ)が4倍、9倍、16倍、・・・になると、A点での小球の位置エネルギーが()倍、()倍、()倍、・・・になるので、B点での速さは()倍、()倍、()倍、・・・になることが分かります。

(3) (2)を参考にして、() にあてはまる数を求めなさい。ただし、2回かけて2になる数を $\sqrt{2}$ (≈ 1.41)、2回かけて3になる数を $\sqrt{3}$ (≈ 1.73)と表します。 $\sqrt{4} = 2$ になります。

小球の重さが一定のとき、A点の高さ(小球をはなす高さ)が2倍、3倍、4倍、・・・になると、A点での小球の位置エネルギーが()倍、()倍、()倍、・・・になるので、B点での速さは()倍、()倍、()倍、・・・になることが分かります。

3

図のように、なめらかな曲面と水平面がつながっています。曲面上のA点に小球をおき、静かにすべらせると、小球は水平面上のB点を通過します。A点の高さをいろいろ変えてB点での小球の速さを調べ、表にまとめました。表の空らんをうめなさい。

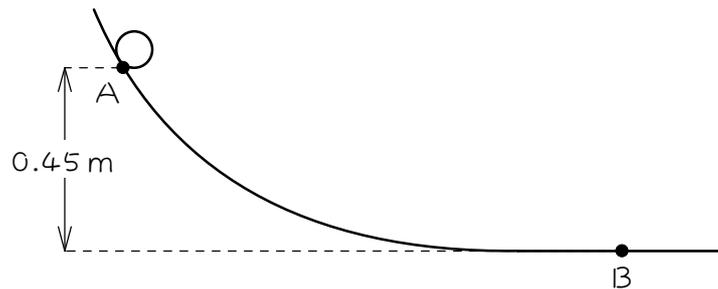


A点の高さ(cm)	10	20	30	40	80	120	
B点での速さ(cm/秒)	141	200	245	282			600

4

図のように、なめらかな曲面と水平面がつながっています。いま、水平面から 0.45 m の高さの曲面上の A 点に、重さ 2 kg の小球をおき、静かにすべらせたところ、小球は水平面上の B 点を通過しました。このとき、小球が B 点を通過する速さを求めようと思います。以下の公式と数値を使って、次の () にあてはまる数を求めなさい。

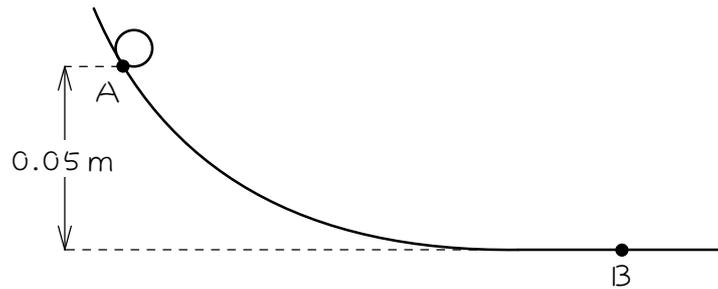
- ・ 位置エネルギー(J) = 重さ(kg) × 重力加速度(m/s^2) × 高さ(m)
- ・ 重力加速度 = $10m/s^2$
- ・ A 点での位置エネルギー(J) = B 点での運動エネルギー(J)
- ・ 運動エネルギー(J) = $\frac{1}{2}$ × 重さ(kg) × 速さ(m/s) × 速さ(m/s)



- (1) A 点にあるときの小球のもつ位置エネルギーは () ^{ジュール} J です。
- (2) B 点にあるときの小球のもつ運動エネルギーは () ^{ジュール} J です。
- (3) B 点の小球の速さは () m/s です。 1 (3)の答えと比べましょう。

5

図のように、なめらかな曲面と水平面がつながっています。曲面上のA点に小球をおき、静かにすべらせると、小球は水平面上のB点を通過します。小球の重さをいろいろ変えてB点での小球の速さを調べ、表にまとめました。このとき、次の問いに答えなさい。



(1) 次の式を参考にして、表の空らんをうめなさい。

- ・ 位置エネルギー(J) = 重さ(kg) × 重力加速度(m/s²) × 高さ(m)
- ・ 運動エネルギー(J) = $\frac{1}{2}$ × 重さ(kg) × 速さ(m/s) × 速さ(m/s)
- ・ A点での位置エネルギー(J) = B点での運動エネルギー(J)

重さ(kg)	1	2	3	4	5
重力加速度(m/s ²)	10	10	10	10	10
A点の高さ(m)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
A点での位置エネルギー(J)					
B点での運動エネルギー(J)					
B点での速さ(m/s) × 速さ(m/s)					
B点での速さ(m/s)					

(2) 次のア～エのうち、正しいものを選びなさい。

ア 小球をはなす高さが一定のとき、小球の重さが2倍、3倍、4倍、・・・になると、B点での速さは2倍、3倍、4倍、・・・になる。

イ 小球をはなす高さが一定のとき、小球の重さが2倍、3倍、4倍、・・・になると、B点での速さは4倍、9倍、16倍、・・・になる。

ウ 小球をはなす高さが一定のとき、小球の重さが4倍、9倍、16倍、・・・になると、B点での速さは2倍、3倍、4倍、・・・になる。

エ 小球をはなす高さが一定のとき、小球の重さにかかわらず、B点での速さは一定である。

6

5の(2)の理由を次のように考えました。() にあてはまる言葉や数や記号を書きなさい。

$$\text{位置エネルギー} = \text{重さ} \times G (\text{重力加速度}) \times \text{高さ} \dots \textcircled{1}$$

$$\text{運動エネルギー} = \frac{1}{2} \times \text{重さ} \times \text{速さ} \times \text{速さ} \dots \textcircled{2}$$

$$A \text{点での位置エネルギー} = B \text{点での運動エネルギー} \dots \textcircled{3}$$

①、②、③より、

$$\text{重さ} \times G \times \text{高さ} = \frac{1}{2} \times \text{重さ} \times \text{速さ} \times \text{速さ}$$

よって、

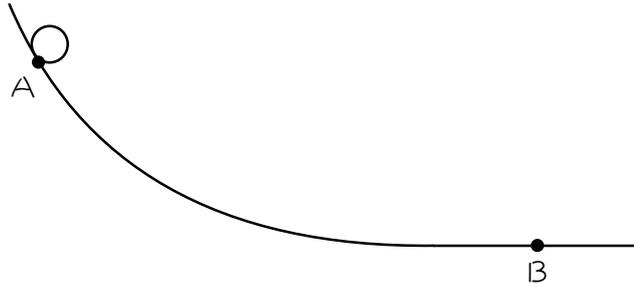
$$\text{速さ} \times \text{速さ} = (\quad) \times (\quad) \times (\quad) \dots \textcircled{4}$$

となります。

④のうち、 G (重力加速度) の値は一定なので、結局、 B 点での速さは、 A 点の () だけで決まり、物体の () は関係ないことが分かります。

7

図のように、なめらかな曲面と水平面がつながっています。曲面上のA点に小球をおき、静かにすべらせると、小球は水平面上のB点を通過します。小球の重さをいろいろ変えてB点での小球の速さを調べ、表にまとめました。表の空らんをうめなさい。

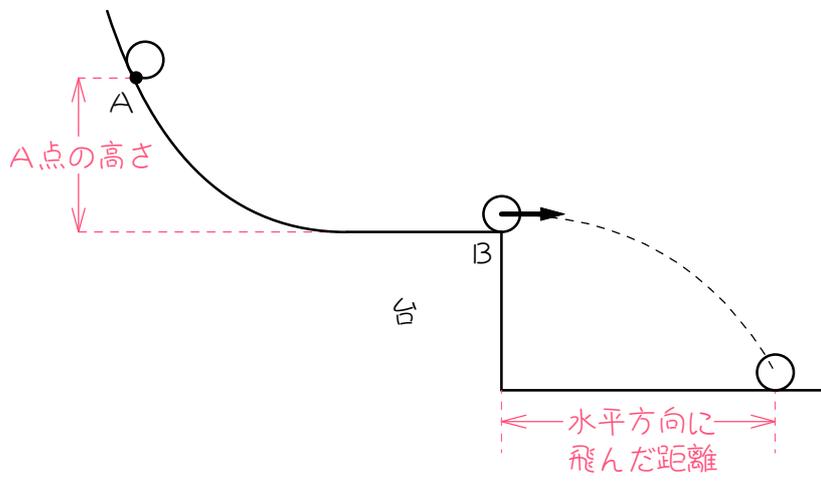


小球の重さ(g)	10	20	30	40	50
B点での速さ(cm/秒)	141				

ステップ3 位置エネルギーと運動エネルギーと水平投射

8

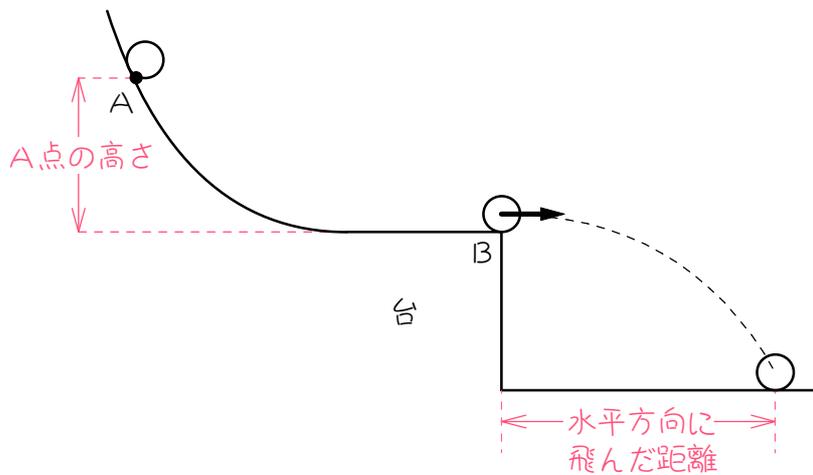
図のように、なめらかな曲面と水平な台がつながっています。曲面上のA点に小球をおき、静かにすべらせると、小球は台を水平に飛び出します。A点の高さをいろいろ変えて、B点での小球の速さ、B点を飛び出してから地面に衝突するまでの時間、小球が水平方向に飛んだ距離を調べ、表にまとめました。表の空らんをうめなさい。



A点の高さ(cm)	10	20	30	40	80	120	
B点での速さ(cm/秒)	141	200	245	282			600
B点を飛び出してから地面に衝突するまでの時間(秒)	0.2						
水平方向に飛んだ距離(cm)	28.2						

9

図のように、なめらかな曲面と水平な台がつながっています。曲面上のA点に小球をおき、静かにすべらせると、小球は台を水平に飛び出します。小球の重さをいろいろ変えて、B点での小球の速さ、B点を飛び出してから地面に衝突するまでの時間、小球が水平方向に飛んだ距離を調べ、表にまとめました。表の空らんをうめなさい。



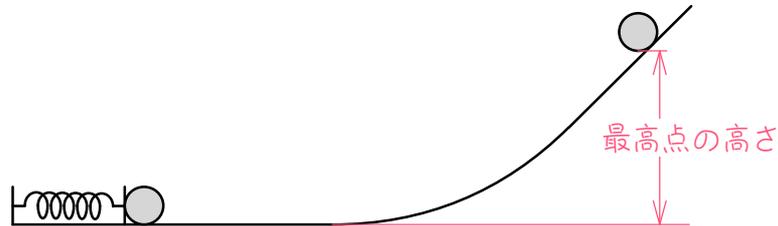
小球の重さ(g)	10	20	30	40	50
B点での速さ(cm/秒)	14.1				
B点を飛び出してから地面に衝突するまでの時間(秒)	0.2				
水平方向に飛んだ距離(cm)	28.2				

ステップ3 弾性エネルギーと位置エネルギー

10

図のように、水平面と斜面がなめらかにつながっています。この水平面にばねを取りつけて、ばねを縮めて小球を打ち出すと、小球は斜面をある高さまで上がって止まり、転がり落ちます。このとき、最高点の高さを求めようと思います。以下の公式と数値を使って、次の（ ）にあてはまる数を求めなさい。

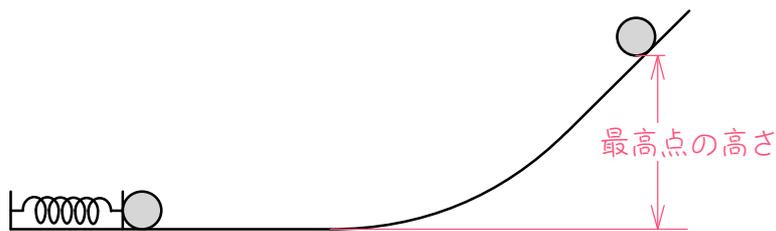
- ・ 弾性エネルギー(J) = $\frac{1}{2} \times$ ばね定数(kg/s²) × 縮み(m) × 縮み(m)
- ・ ばねによる弾性エネルギー(J) = 最高点での位置エネルギー(J)
- ・ 位置エネルギー(J) = 重さ(kg) × 重力加速度(m/s²) × 高さ(m)
- ・ 重力加速度 = 10m/s²



- (1) ばね定数が 100 kg/s² のばねを 0.1 m 縮めたとき、ばねによる弾性エネルギーは () ^{ジュール} J です。
- (2) 最高点にあるときの小球の位置エネルギーは () ^{ジュール} J です。
- (3) 小球の重さが 1 kg のとき、最高点の高さは () m です。

11

図のように、水平面と斜面がなめらかにつながっています。この水平面にばねを取りつけて、ばねを縮めて小球を打ち出すと、小球は斜面をある高さまで上がって止まり、転がり落ちます。ばねを縮める長さをいろいろ変えて、最高点の高さを調べ、表にまとめました。このとき、次の問いに答えなさい。



(1) 以下の公式を使って、表の空らんをうめなさい。

- ・ 弾性エネルギー(J) = $\frac{1}{2} \times$ ばね定数(kg/s²) × 縮み(m) × 縮み(m)
- ・ ばねによる弾性エネルギー(J) = 最高点での位置エネルギー(J)
- ・ 位置エネルギー(J) = 重さ(kg) × 重力加速度(m/s²) × 高さ(m)

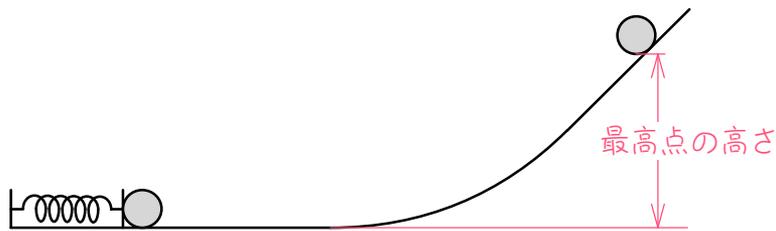
ばね定数(kg/s ²)	200	200	200	200	200
縮み(m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
ばねによる弾性エネルギー(J)					
最高点での位置エネルギー(J)					
重さ(kg)	1	1	1	1	1
重力加速度(m/s ²)	10	10	10	10	10
高さ(m)					

(2) (1)の表について、() にあてはまる数を求めなさい。

ばねの強さ (ばね定数) が一定のとき、ばねを縮める長さが2倍、3倍、4倍、・・・になると、弾性エネルギーが()倍、()倍、()倍、・・・になるので、最高点での位置エネルギーも()倍、()倍、()倍、・・・になります。このとき、小球の重さが一定ならば、最高点の高さは()倍、()倍、()倍、・・・になります。

12

図のように、水平面と斜面がなめらかにつながっています。この水平面にばねを取りつけて、ばねを縮めて小球を打ち出すと、小球は斜面をある高さまで上がって止まり、転がり落ちます。ばねの強さ(ばね定数)をいろいろ変えて、最高点の高さを調べ、表にまとめました。このとき、次の問いに答えなさい。



(1) 以下の公式を使って、表の空らんをうめなさい。

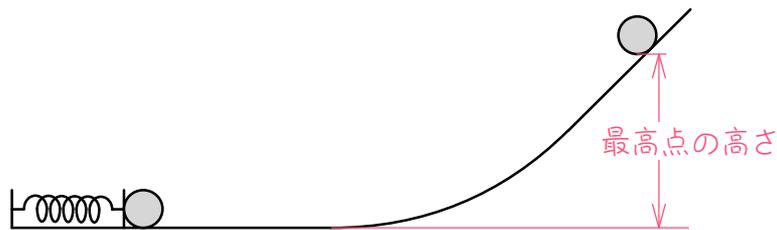
- ・ 弾性エネルギー(J) = $\frac{1}{2} \times$ ばね定数(kg/s²) × 縮み(m) × 縮み(m)
- ・ ばねによる弾性エネルギー(J) = 最高点での位置エネルギー(J)
- ・ 位置エネルギー(J) = 重さ(kg) × 重力加速度(m/s²) × 高さ(m)

ばね定数(kg/s ²)	100	200	300	400	500
縮み(m)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ばねによる弾性エネルギー(J)					
最高点での位置エネルギー(J)					
重さ(kg)	1	1	1	1	1
重力加速度(m/s ²)	10	10	10	10	10
高さ(m)					

(2) (1)の表について、() にあてはまる数を求めなさい。

ばねを縮める長さが一定のとき、ばねの強さ (ばね定数) が2倍、3倍、4倍、・・・になると、弾性エネルギーが()倍、()倍、()倍、・・・になるので、最高点での位置エネルギーも()倍、()倍、()倍、・・・になります。このとき、小球の重さが一定ならば、最高点の高さは()倍、()倍、()倍、・・・になります。

13 図のように、水平面と斜面がなめらかにつながっています。この水平面にばねを取りつけて、ばねを縮めて小球を打ち出すと、小球は斜面をある高さまで上がって止まり、転がり落ちます。おもりの重さをいろいろ変えて、最高点の高さを調べ、表にまとめました。このとき、次の問いに答えなさい。



(1) 以下の公式を使って、表の空らんをうめなさい。

- ・ 弾性エネルギー(J) = $\frac{1}{2} \times$ ばね定数(kg/s²) \times 縮み(m) \times 縮み(m)
- ・ ばねによる弾性エネルギー(J) = 最高点での位置エネルギー(J)
- ・ 位置エネルギー(J) = 重さ(kg) \times 重力加速度(m/s²) \times 高さ(m)

ばね定数(kg/s ²)	600	600	600	600	600
縮み(m)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ばねによる弾性エネルギー(J)					
最高点での位置エネルギー(J)					
重さ(kg)	1	2	3	4	5
重力加速度(m/s ²)	10	10	10	10	10
高さ(m)					

(2) (1)の表について、() にあてはまる数を求めなさい。

ばねの強さとはねを縮める長さが一定のとき、小球の重さにかかわらず、ばねによる弾性エネルギーは一定になるので、最高点での小球の位置エネルギーも一定になります。このとき、小球の重さが2倍、3倍、4倍、・・・になると、最高点の高さは()倍、()倍、()倍、・・・になります。

■ 解答 ■

1 (1) 4.5 (2) 4.5 (3) 3

2 (1)

重さ(kg)	1	1	1	1	1
重力加速度(m/s ²)	10	10	10	10	10
A点の高さ(m)	0.05	0.20	0.45	0.80	1.25
A点での位置エネルギー(J)	0.5	2	4.5	8	12.5
B点での運動エネルギー(J)	0.5	2	4.5	8	12.5
B点での速さ(m/s)×速さ(m/s)	1	4	9	16	25
B点での速さ(m/s)	1	2	3	4	5

(2) 4、9、16、2、3、4 (3) 2、3、4、 $\sqrt{2}$ 、 $\sqrt{3}$ 、2

3

A点の高さ(cm)	10	20	30	40	80	120	180
B点での速さ(cm/秒)	141	200	245	282	400	490	600

4 (1) 9 (2) 9 (3) 3

5 (1)

重さ(kg)	1	2	3	4	5
重力加速度(m/s ²)	10	10	10	10	10
A点の高さ(m)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
A点での位置エネルギー(J)	0.5	1	1.5	2	2.5
B点での運動エネルギー(J)	0.5	1	1.5	2	2.5
B点での速さ(m/s)×速さ(m/s)	1	1	1	1	1
B点での速さ(m/s)	1	1	1	1	1

(2) エ

6 G、高さ、2 (以上3つの順番はかわっても構いません)、高さ、重さ

7

小球の重さ(g)	10	20	30	40	50
B点での速さ(cm/秒)	141	141	141	141	141

8

A点の高さ(cm)	10	20	30	40	80	120	180
B点での速さ(cm/秒)	141	200	245	282	400	490	600
B点を飛び出してから地面に衝突するまでの時間(秒)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
水平方向に飛んだ距離(cm)	28.2	40	49	56.4	80	98	120

9

小球の重さ(g)	10	20	30	40	50
B点での速さ(cm/秒)	141	141	141	141	141
B点を飛び出してから地面に衝突するまでの時間(秒)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
水平方向に飛んだ距離(cm)	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2

10 (1) 0.5 (2) 0.5 (3) 0.05

11 (1)

ばね定数(kg/s ²)	200	200	200	200	200
縮み(m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
ばねによる弾性エネルギー(J)	1	4	9	16	25
最高点での位置エネルギー(J)	1	4	9	16	25
重さ(kg)	1	1	1	1	1
重力加速度(m/s ²)	10	10	10	10	10
高さ(m)	0.1	0.4	0.9	1.6	2.5

(2) 4、9、16、4、9、16、4、9、16

12 (1)

ばね定数(kg/s ²)	100	200	300	400	500
縮み(m)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ばねによる弾性エネルギー(J)	0.5	1	1.5	2	2.5
最高点での位置エネルギー(J)	0.5	1	1.5	2	2.5
重さ(kg)	1	1	1	1	1
重力加速度(m/s ²)	10	10	10	10	10
高さ(m)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25

(2) 2、3、4、2、3、4、2、3、4

13 (1)

ばね定数(kg/s ²)	600	600	600	600	600
縮み(m)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ばねによる弾性エネルギー(J)	3	3	3	3	3
最高点での位置エネルギー(J)	3	3	3	3	3
重さ(kg)	1	2	3	4	5
重力加速度(m/s ²)	10	10	10	10	10
高さ(m)	0.3	0.15	0.1	0.075	0.06

(2) $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{4}$