

# 9

## 仕事による温度の上昇

### 1 中学校の内容

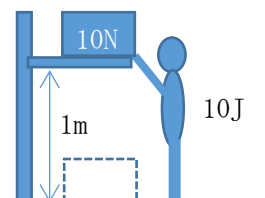
#### 【中学校で学習したこと】

##### 仕事

物体に力を加えてある向きに移動させたとき、力がその物体に対して「仕事をした」という。

##### 仕事を求める式

仕事 [J] = 物体に加えた力 [N] × 力の向きに移動させた距離 [m]



力が働いている方向と運動の方向が同じときは、仕事をしたこととなります。しかし、エアホッケーやアイススケートのリンクのように、水平方向に摩擦力がない場合は、水平方向に動いていたとしても力が働いていないので仕事は、0Jとなります。生徒がつまずきやすいところです。

仕事の単位とエネルギーの単位が同じであるということは、本質的に同じものであり、表現の仕方の違いだけですが、「位置エネルギー」、「運動エネルギー」を求める式は、発展として扱っています。

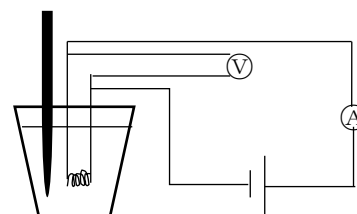
##### 熱

電熱線を水の中に入れて電流を流すと、水の温度が上昇します。物体の温度変化の原因を熱と言います。

##### 熱量

右図のような実験装置を使って、電流を流した時間や電力と水の上昇温度との関係を調べます。

この実験から、水の温度上昇は、電流を流した時間と電力に比例することを学習します。



##### 熱量を求める式

熱量 [J] = 電力 [W] × 時間 [s]

水 1 g の温度を 1℃ 上げるのに必要な熱量は、約 4.2J であることやカロリー (cal) も熱量の単位として使われることがあり、水 1 g の温度を 1℃ 上げるのに必要な熱量は、1 cal であることを学習します。

##### 熱の伝わり方

エネルギーの効率的な利用を考える上で利用しないのに発生してしまう熱を考えなければなりません。そこで、次のような熱の伝わり方を学習します。

- 伝導・・・物体（物質）の中を熱が伝わること。
- 対流・・・液体や気体が移動して熱をを運ぶこと。
- 放射・・・空気を伝わってではなく、直接炎から手に、光がとどくようにして熱が伝わること

## 2 探究活動の充実

### 実験 仕事による温度上昇

科学的な思考力・表現力

探究方法：実験による検証

E-9 観察・実験の結果を処理する力

観察・実験の結果を処理した記述例

探究活動を充実させるポイントのデータの処理を参照。

問題解決に必要な知識

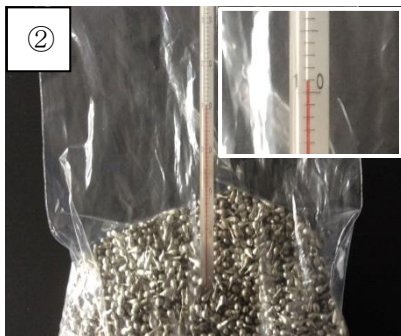
- ・重力が物体にする仕事は、1.0mの高さにある物体の重力による位置エネルギーに等しい。
- ・重力が物体にした仕事  $W=mgh$
- ・発熱量  $Q=C\Delta T=m c \Delta T$
- ・エネルギーの変換

準備

- ・スズ (500 g) ・温度計 (50°C) ・ものさし (1 m) ・チャック付きビニール袋
- ・乾いたぞうきん ・はかり

方法

- ① チャック付きビニール袋に 500 g のスズの粒を入れる。
- ② ①の袋に温度計を挿入し、しばらくしてから、温度  $t_1$  [°C] を測定する。
- ③ 図1のように、ものさしとぞうきんを設置する。
- ④ 1.0mの高さから袋を落下させる操作を 50 回続ける。  
その際、手の熱が伝わらないように、袋の口の部分を持つなど気をつける。
- ⑤ 袋に温度計を挿入し、温度  $t_2$  [°C] を測定する。



室温と同じ温度になるまでしばらく温度計を挿しておく。



温度が上がりきるまで、しばらく測定する。本実験では、2～3分くらい測定した。

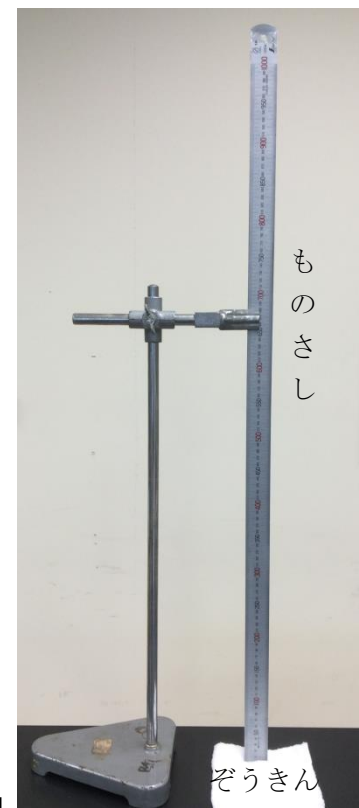


図1

## 探究活動を充実させるポイント

仕事と熱の関係から、落下した物体が床に衝突して静止するとき、熱が発生します。このとき、物体の温度が上昇することから、物体の得た熱量が求められます。重力が物体にする仕事と物体の得た熱量を比較し、仕事が熱に変換されることを調べます。そこで、次のようなデータ処理を行います。

○実験結果の例

スズの粒の質量 [kg]	0.5
落下前の袋の温度 $t_1$ [°C]	11.0
落下後の袋の温度 $t_2$ [°C]	12.5

データの処理

重力が物体にする仕事

物体が得た熱量

重力が物体にする仕事は、1.0mの高さにある物体の重力による位置エネルギーに等しい。

熱容量  $C$  [J/°C] , 比熱  $c$  [J/(g・°C)] の物体  $m$  [g] の温度を  $\Delta T$  [°C] だけ変化させるために必要な熱量  $Q$  [J]

$$Q = C \Delta T = m c \Delta T$$

質量  $m$  の単位は  $g$  を用いる。

袋を 50 回落下させたときの重力がした仕事  $W$   
 $W = 0.5$  [kg]  $\times 9.8$  [m/s<sup>2</sup>]  $\times 1.0$   
 [m]  $\times 50$   
 $= 245$  [J]

スズの得た熱量  $Q$   
 $Q = 500$  [g]  $\times 0.22$  [J/(g・°C)]  
 $\times (12.5 - 11.0)$  [°C]  
 $= 165$  [J]

温度が上昇していることから、重力が物体にする仕事が熱に変換されていることが確認できます。

重力がした仕事  $W$  と熱量  $Q$  を比較してみると両者の値が異なります。重力がした仕事が熱以外に変換されたことが考えられます。例えば、熱の一部が空気中に逃げていたり、ぞうきんに着地した際の音などです。このように、両者の値が異なる場合は、その原因を考えさせることが大切です。

重力が物体にする仕事がすべて熱に変換されたとき

$$245 \text{ [J]} = 0.5 \times 10^3 \times 0.22 \times \Delta T$$

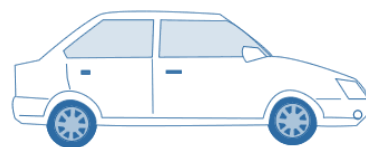
$$\Delta T = 2.2 \text{ [K]} \text{ となります。}$$

### 3 物理学と日常生活とのかかわり

## 自動車のブレーキ

自動車のブレーキは、摩擦を利用して運動エネルギーを熱エネルギーに変換する装置です。

例えば、1000kgの自動車が、100km/hで高速道路を走行していたとします。



運動エネルギーは、 $K=1/2mv^2$  で表すことができるので、自動車のもつ運動エネルギーは、 $K=1/2 \times 1000 \times 27.8^2 = 386420\text{J}$  となります。

1 cal は、約 4.2J なので、熱量  $Q=386420 \div 4.2 = \text{約 } 92004\text{cal}$  となります。

1 cal は、1 g の水を  $1^\circ\text{C}$  上昇させる熱量なので、92004cal は、1000 g の水を約  $92^\circ\text{C}$  上昇させることができる熱量だということが分かります。

高速道路を 100km/h で走行している自動車が、サービスエリアに止まるという場合、その度に冷えている 1L の水を沸騰させるだけの熱エネルギーがブレーキから出ているということになります。

### 4 チャレンジ問題

- ① じょうぶなビニール袋に  $m$  [kg] の金属の粒を入れ、室温と同じ温度になるようにしばらく置いた。
- ② ①の袋に温度計を挿入し、温度  $t_1$  [ $^\circ\text{C}$ ] を測る。
- ③ 右図のように、ものさしとぞうきんを準備し、 $h$  [m] の高さから落下させる操作を 50 回繰り返す。
- ④ 袋に温度計を挿入し、温度  $t_2$  [ $^\circ\text{C}$ ] を測る。



問 1

温度  $t_2$  [ $^\circ\text{C}$ ] は、温度  $t_1$  [ $^\circ\text{C}$ ] に比べて、どうなっていますか。次のア～ウから選び、その理由も答えなさい。

ア 下がっている    イ 変わらない    ウ 上がっている

問 2

金属の粒の量を 2 倍にして同じ実験をした場合、温度変化  $\Delta t = t_2 - t_1$  はどうなるだろうか。次のア～ウから選び、その理由も答えなさい。

( $h$  [m] は、ほぼ同じであったとする)

ア 約 2 倍になる    イ 約半分になる    ウ ほとんど変わらない

解答・解説

問 1    ウ    理由    仕事と熱の関係から、落下した物体が床に衝突して静止するとき、熱が発生するから。

問 2    ウ    理由    重力による仕事  $W = \text{熱量 } Q$  より  
 $mgh = mc\Delta T$   
 $\Delta t = c / gh$   
このことから、温度変化は、質量に影響を受けないことがいえる。