

8

力学的エネルギー保存則

1 中学校の内容

エネルギーという言葉は、いろいろな場面で耳にしますが、多くの場合、エネルギー源をさすことが多く、特に、省エネルギーは、これからの地球資源を考える上での重要なキーワードの1つとなっています。しかし、エネルギーは、物理学で用いられる用語で、仕事をする能力と定められています。

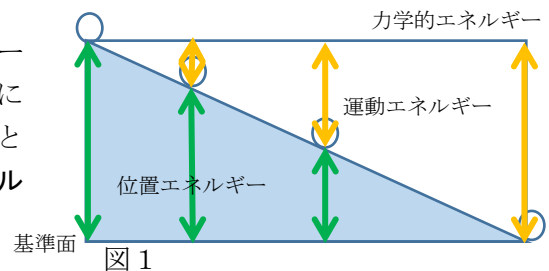


【中学校で学習したこと】

力学的エネルギー：位置エネルギーと運動エネルギーの和。

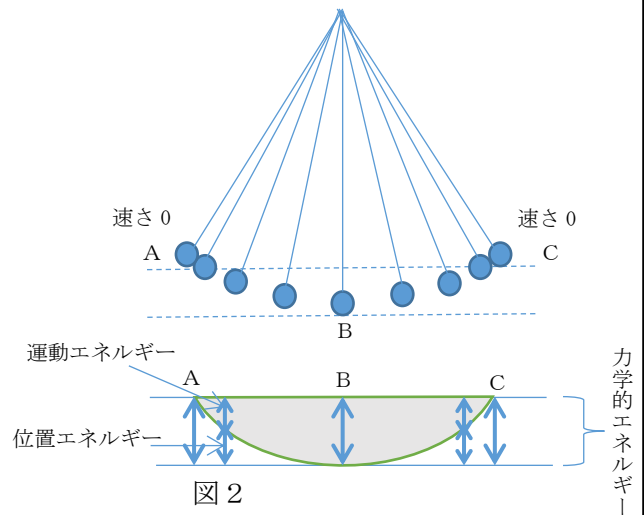
力学的エネルギーの保存：物体のもつ力学的エネルギーが運動の過程で一定に保たれること。

図1のように、初めに物体がもっていた位置エネルギーは、斜面を下り高さが低くなるにつれて運動エネルギーに変わり、基準面で運動エネルギーだけになります。このとき、位置エネルギーと運動エネルギーの和を**力学的エネルギー**といいます。



力学的エネルギーの保存について、ふりこの運動を例にあげて学習しています【図2】。

A点にあるおもりをはなすと位置エネルギーが減ると同時に運動エネルギーが増加し、B点で位置エネルギーが0、運動エネルギーが最大になります。おもりはさらに動いてC点に達すると速さは0になり、運動エネルギーが0、位置エネルギーだけになります。ふりこの運動において、A点からC点までふりこが運動する間、力学的エネルギーは常に一定に保たれています。このことを、**力学的エネルギーの保存**といいます。



【仕事と力学的エネルギー】

中学校では、力学的エネルギーの学習後に「仕事」について学習します【図3】。そして、斜面から小球を転がして木片に当てる実験を通して、物体の力学的エネルギーの増減は、その物体がした仕事、または、された仕事ではかることができることを学習します。

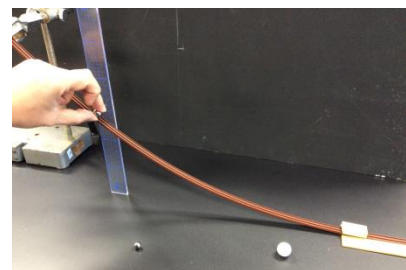


図3

2 探究活動の充実

実験：力学的エネルギー保存則

科学的な思考力・表現力

探究方法：実験データの分析・解釈

E-9 観察・実験の結果を分析・解釈する力

観察・実験の結果を分析・解釈した記述例

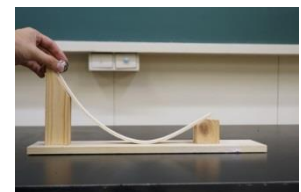
- ・小球は飛び出した後の最高点で速さが0にならないため、飛び出した後の最高点は、初めの高さよりも低くなる。

問題解決に必要な知識

- ・力学的エネルギーの保存
物体のもつ力学的エネルギーが運動の過程で一定に保たれる。

準備

- ・小球
- ・ものさし (30 cm 以上が望ましい)
- ・レールを取り付けた台



方法

- ① 図4，図5のような，レールを取り付けた台を準備する。
- ② 点0から小球を静かに放したとき，それぞれの運動の様子を観察する。

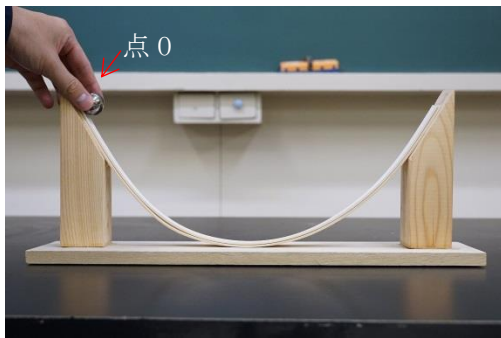


図4

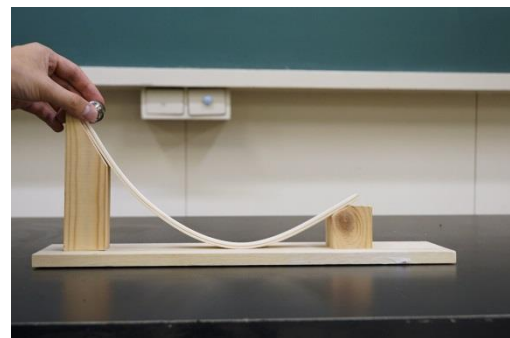


図5

【結果】 (例)

上記の実験を，コマ送り撮影した結果です。

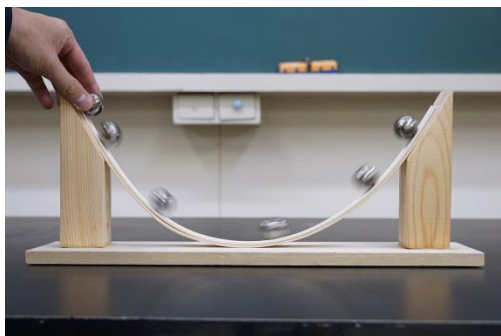


図4の結果

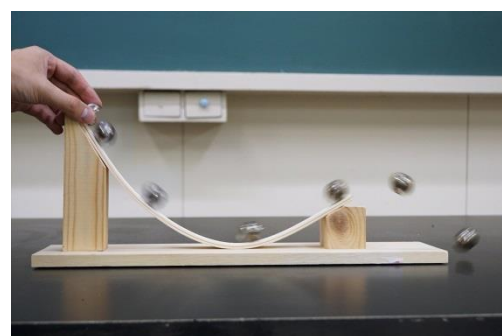


図5の結果

探究活動を充実させるポイント

図6のような、曲面上を転がって飛び出す小球の運動を考えると、力学的エネルギーが保存されるため、中学校で学習したふりこの運動のように、小球はもとの高さまで上がるように見えます。

中学校の概念の確認

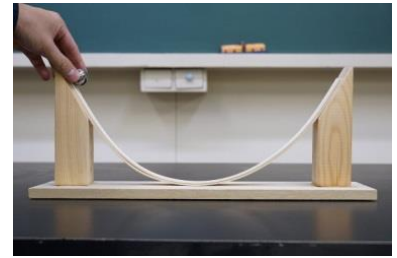
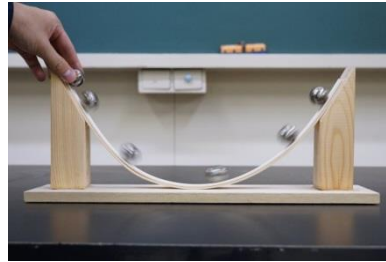
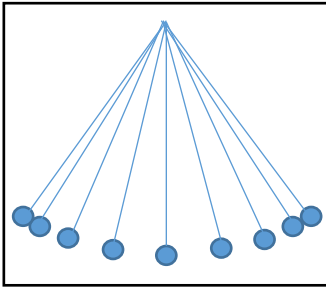
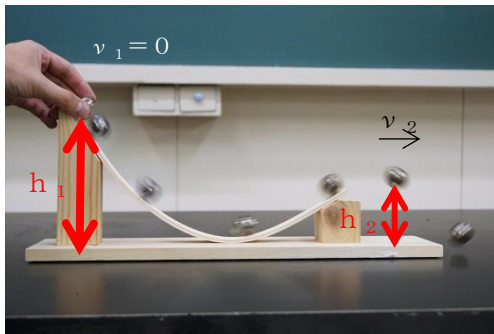


図6

次に図7のような曲面上を転がって飛び出す小球の運動を生徒に考えさせると、力学的エネルギーが保存されるため、小球がもとの高さまで上がると考える傾向があります。しかし、小球はもとの高さまで上がりません。



この場合、小球は飛び出した後の最高点で速さが0にならないため、 $v_1 = 0$ 、 $v_2 > 0$ なので、 $h_1 > h_2$ となります。

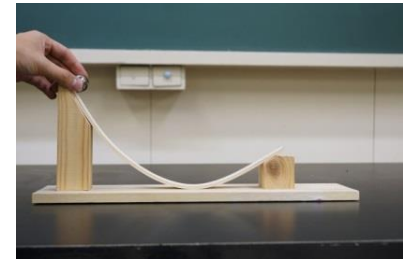


図7

このような小球の運動から、力学的エネルギーの保存の考え方をい用いるときのポイントを獲得することができます。

3 物理学と日常生活とのかかわり

ジェットコースターの速さ

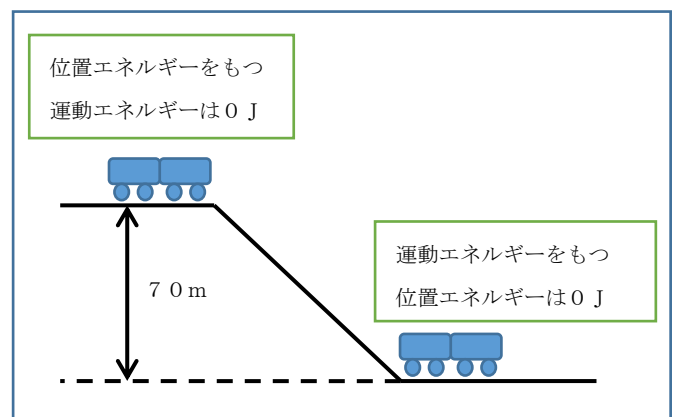
ある遊園地のジェットコースターは、最大落差70m、最大速度130km/時で走行します。動力なしに走るジェットコースターが本当にそんなに速くなるのか、力学的エネルギー保存則から検証してみます。

右図のように高さの規準を決め、最高点での速度は0 m/秒と考えます。すると、最高点でもっている位置エネルギーのすべてが最下点の運動エネルギーに移り変わることになります。ただし、ここで、摩擦は無視できるものと考えます。力学的エネルギー保存則から、次の式が成り立ちます。

$$mgh + \frac{1}{2}mv^2 = mgh' + \frac{1}{2}mv'^2 \text{ より}$$

$$\text{質量 [kg]} \times 9.8 \text{ [m/秒}^2\text{]} \times \text{高さ [m]} = \frac{1}{2} \times \text{質量 [kg]} \times (\text{速さ [m/秒]})^2$$

質量は両辺で同じなので、式は次のようになります。



$$9.8 \text{ [m/秒}^2\text{]} \times \text{高さ [m]} = 1/2 (\text{速さ [m/秒]})^2$$

この式に高さの 70m を代入して「速さ」を求めます。

$$(\text{速さ})^2 = 9.8 \times 70 \times 2 = 1372$$

$$\text{速さ} = \sqrt{1372} = 14\sqrt{7} \text{ [m/秒]} \approx 37 \text{ m/秒}$$

37m/秒を時速に直すと、133.2 [km/時] となり、抵抗等分の減少分を考慮すれば、公称値と良く一致しているといつてよいでしょう。

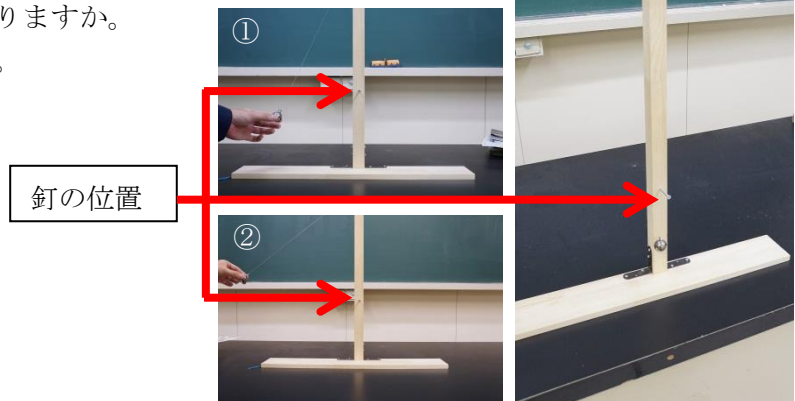
4 チャレンジ問題

右図のような振り子装置で、小球を静かに振らせた。初めの小球の高さと、糸が釘にかかった後の小球の最高点の高さをものさしで測定した。

小球の初めの高さが、①釘より低いとき、②釘より高いときでは、小球の達する最高点の高さはそれぞれどうなりますか。

次のア～ウから選び記号で答えなさい。

- ア 初めより高い
- イ 初めより低い
- ウ 初めと同じ

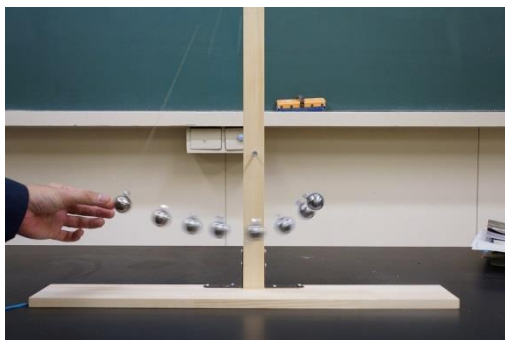


解答・解説

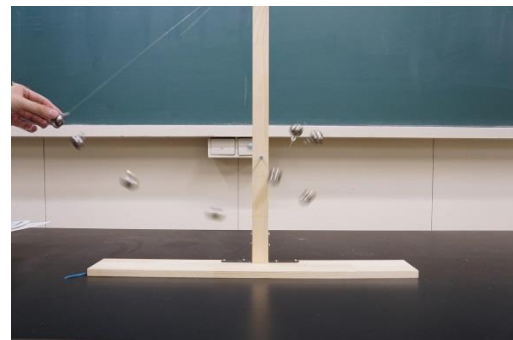
糸が釘にかかった後は、振り子の周期が短くなります。しかし、糸が小球を引く力に変化はなく、運動の方向に対して垂直にはたらくので、仕事をしていません。よって、この場合にも力学的エネルギーは一定に保たれています。

①、②の正答は、ウとなります。

①の実験をコマ送りで撮影



②の実験をコマ送りで撮影



【物理学特有の表現】

「小球を静かにはなす」とは、初速度 0 ではなすを意味しています。

「小球が最高点に達する」とは、物理で用いられる表現で、速度の鉛直成分が 0 になることを意味しています。