

7

重力による位置エネルギー

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。



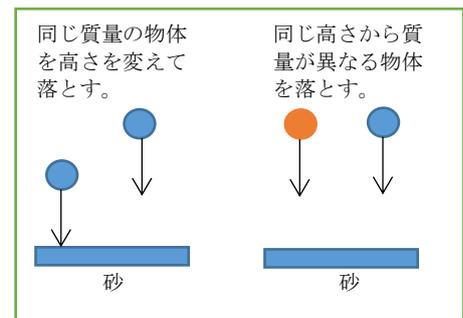
【中学校で学習したこと】

エネルギーの定義

- ・他の物体を動かしたり、変形させたりすることができる物体は、「エネルギーをもっている」という。

位置エネルギー

- ・右図の実験で高い位置にある物体は、重力によって落下することで、他の物体を動かしたり、変形させたりすることができます。つまり、高い位置にある物体は、エネルギーをもっているといえます。このエネルギーを位置エネルギーといい、物体の位置（高さ）が高いほど、また、物体の質量が大きいほど、その物体のもつ位置エネルギーは大きいことを学びます。



運動エネルギー

- ・右図の実験で運動している物体は、他の物体を動かしたり、変形させたりすることができます。つまり、運動している物体は、エネルギーをもっているといえます。このエネルギーを運動エネルギーといい、物体の速さが速いほど、また物体の質量が大きいほど、その物体のもつ運動エネルギーは大きいことを学びます。

粘土(多)入りキャップ

粘土(小)入りキャップ



高校物理では、エネルギーは、仕事をする能力と定義しますが、中学校では、「エネルギーをもっている」という表現で学習を進めるため、エネルギーは、仕事をする能力という見方をしていない傾向が予想されます。

また、位置エネルギーや運動エネルギーを求める式については、中学校では発展として扱われ授業でふれていないことが多くなります。物理基礎では、定量的な実験を通して、実験で得られたデータをグラフにし、法則性の有無を調べることで、運動エネルギーや位置エネルギーを求める式を導くことができます。

位置エネルギーの1つである「弾性エネルギー」については、中学校で学習しません。

2 探究活動の充実

実験：重力による位置エネルギー検証

科学的な思考力・表現力

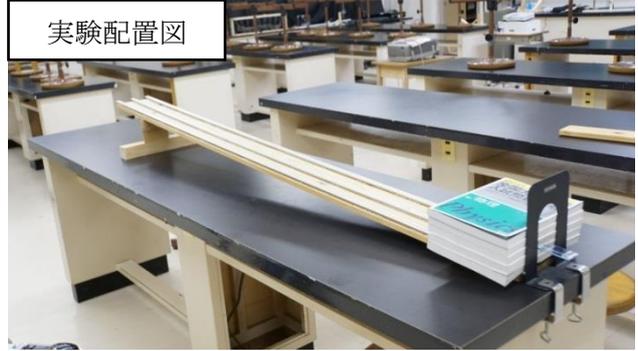
探究方法：法則性の導出

F-14 事象や概念等に対する新たな知識を再構築したり、獲得したりする力

準備

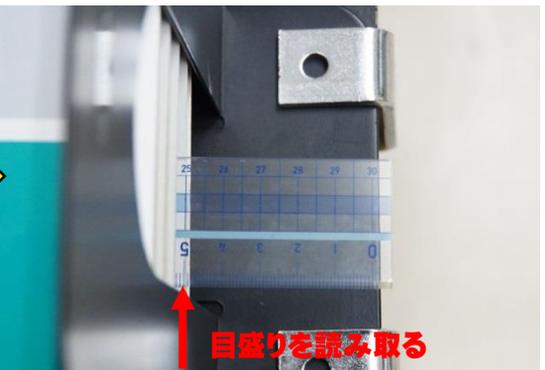
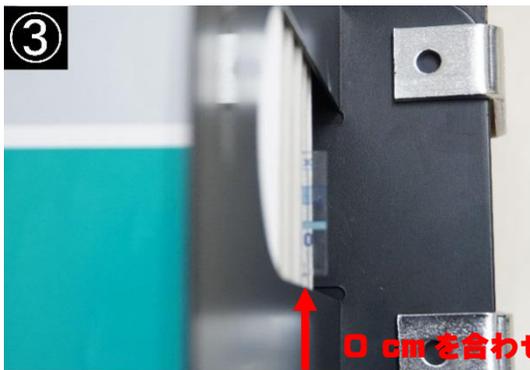
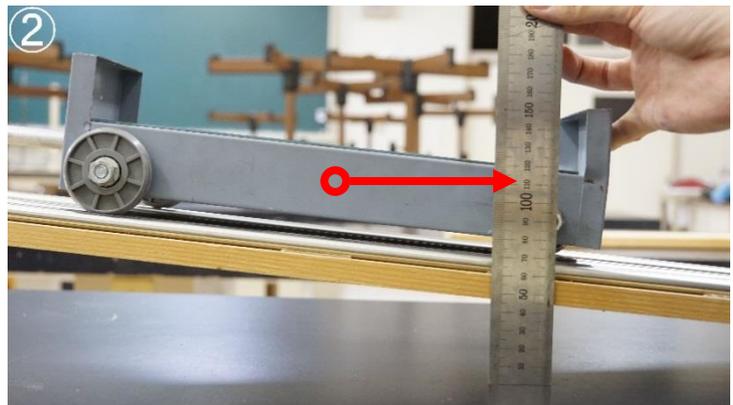
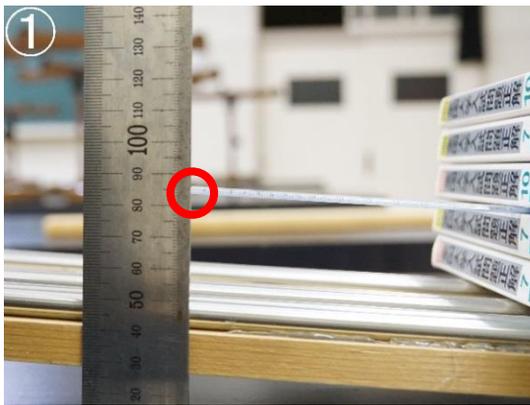
- ・力学台車
- ・ものさし（30cm以上が望ましい）
- ・本 4～5冊
- ・力学台車用のレール

実験配置図



方法

- ① ものさしの先端の高さを測定する。この高さを、重力による位置エネルギーの基準とする。
- ② 初めの台車の高さ h を測定し、台車をはなす。
(※注意 台車の高さは、台車の先頭の位置ではなく、台車の中心（重心）の位置ではかる)
- ③ 台車がものさしを押し込んだ距離 d を測定する
- ④ レールの傾きを一定に保ったまま、台車の高さを変え、②と③を繰り返す。
- ⑤ レールの傾きを緩やかにして、台車を初めと同じ高さ h からすべらせ、③を行う。



【結果例】

《結果1》

台車の高さ (cm)	1.5	4.5	6.5	8.5	11.5
押し込んだ距離 (cm)	0.8	3.1	4.5	5.7	8.3

《結果2》

【レールの傾きを緩やかにした場合】

高さ 3 cm から台車をはなすと、ものさしは 1.7 cm 押し込められた

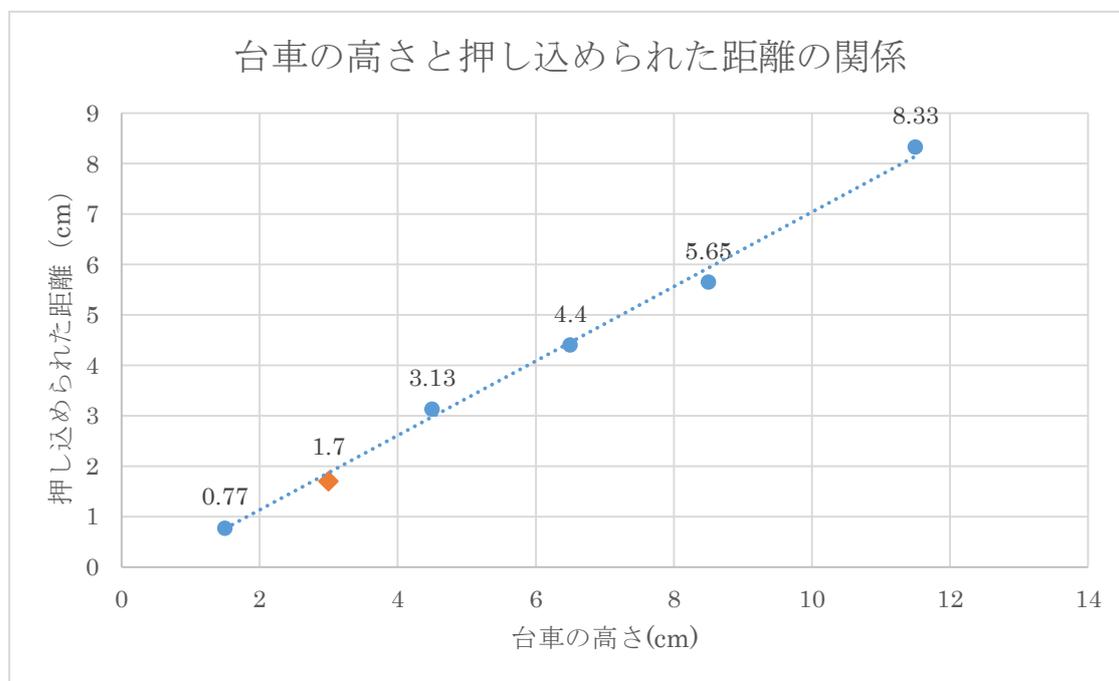
探究活動を充実させるポイント

本にはさまれているものさしの面積が一定であれば、動摩擦力も一定です。ものさしが押し込められた力も動摩擦力の大きさと等しく一定の値になるため、ものさしがなされた仕事 W は、ものさしが押し込められた距離 d に比例します。

レールの傾きを変えずに、手を離すときの台車の高さ h を変え、そのときの d を測定することで、位置エネルギーと仕事の相関を確認できます。

【結果の処理】 (例)

台車の高さ (cm) と押し込められた距離 (cm) の関係を、グラフにプロットをすると、以下の結果が得られます。



【法則性の導出】実験で得られたデータをグラフにし、法則性の有無を考察します。

グラフの青い点は、レールの傾きを一定に保ったまま、台車の高さを変えたときの結果です。また破線は結果から得られる1次の回帰直線です。この結果から、位置エネルギー mgh は、それによってなされた仕事 Fd と比例関係にあることが確認されます。

また、グラフのオレンジの点は、レールの傾きを緩やかにした場合の結果です。グラフからもわかるように、回帰直線上に乗っていることから、傾きを緩やかにしても、仕事は変化しないことがわかります。

3 物理学と日常生活とのかかわり

水力発電

水力発電は、高いところから低いところへ流れ落ちる水の力を使って発電機を動かし、電気を起こします。このように位置エネルギーを利用して電気エネルギーをつくりだしています。日本の渓谷にあるダムも多くは、供水調整や水不足に備えて水を貯めているということ以外に、水を少しずつ流して水力発電に使うという役割も持っています。



揚水発電

揚水発電は、夜間の余った電気を使って、下流のダムから上流のダムに水をポンプでくみ上げ、位置エネルギーを蓄え、それを昼間の水力発電に利用します。

4 チャレンジ問題

基準面と重力による位置エネルギー

Aさんの質量を測定すると50kgであった。地面を重力による位置エネルギーの基準面として、次の各問いに答えよ。

- (1) Aさんが高さ10mの建物の屋上にいるとき、重力による位置エネルギーは何Jか。
- (2) Aさんが深さ10mの地下にいるとき、重力による位置エネルギーは何Jか。
- (3) Aさんが高さ10mの建物の屋上から深さ10mの地下に移動したとき、重力による位置エネルギーは何Jだけ減少したか。
- (4) (3)のとき、重力がした仕事は何Jか。

解答・解説

- (1) $50 \times 9.8 \times 10 = 4.9 \times 10^3 \text{ J}$
- (2) $-50 \times 9.8 \times 10 = -4.9 \times 10^3 \text{ J}$
- (3) $4.9 \times 10^3 \times 2 = 9.8 \times 10^3 \text{ J}$
- (4) $9.8 \times 10^3 \text{ J}$