

第2学年\*組 理科（物理基礎） 学習指導案

指導者 県立土浦第一高等学校 教諭 前田 将貴

1. 日時・場所 平成27年10月\*日（\*）\*時間目 物理実験室 I
2. 実施クラス 2年\*組（男子\*名，女子\*名）
3. 単元名 力学的エネルギー
4. 単元の目標  
 日常に起こる物体の運動を観察，実験などを通して探究し，その基本的な概念や法則を理解させ，エネルギーの観点から基礎的な考え方を身に付ける。

単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
運動エネルギーと位置エネルギーについて関心を持ち，意欲的に探究しようとする。	運動エネルギーと位置エネルギーについて考察し，状況に応じてエネルギーの保存に基づいた考えを表現している。	運動エネルギーと位置エネルギーについて観察，実験などを行い，基本操作を習得するとともに，それらの過程や結果を的確に記録，整理している。	運動エネルギーと位置エネルギーについて，仕事と関連付けて理解し，知識を身に付けている。

6. 単元について

(1) 教材観

これまでに学習した「力」を踏まえ，物体の運動をエネルギーの観点から考える単元である。中学校で既に習っている分野のため，概念としては捉え易いと考えられる。運動エネルギーや位置エネルギーなどの式自体は難解なものではないため，前の単元の「落下の運動」と対比して，新しい視点から物体の運動を考える必要がある。

(2) 生徒の実態

運動方程式の単元で既に物理に対し苦手意識を持っている生徒が多くいる。生徒一人一人の学習に対する意識は高く，グループワークをすれば多くの生徒は積極的に学習に取り組むが，公式を暗記して，本来の式の意味を正しく理解するところまで深まっていない生徒は多い。

(3) 指導観

導入部分は既に中学校で学習しているが，エネルギーと他の単元を結び付けることができるよう根本的にエネルギーとは何かという定義を理解させる必要がある。そのため，できる限り観察・実験から公式が導出されるまでの過程を示し，論理的な考え方を養う。

7. 指導と評価の計画（8時間扱い）

時	学習内容	学習活動	評価の観点				評価規準	評価方法
			関	思	技	知		
1	仕事	物体に加えた力と移動距離から仕事 (J) を導入する。		○			移動する方向と同じ向きの力に分解して仕事を計算している。	ワークシート
2	仕事の原理	定滑車と動滑車の仕事の計算から，仕事の原理について調べる。				○	仕事の計算をして，保存力においては仕事の大きさが経路によらないことを理解している。	ワークシート
3	仕事率	仕事の瞬間的な大きさを表すために，仕事率 (W) を導く。		○			「仕事率＝仕事×距離＝力×速さ」であることを踏まえた上で，より効率的な方法を用いて計算している。	ワークシート
4 本時	運動エネルギー	仕事をする能力としてエネルギーを捉え，運動エネルギーを導く。	○				班内で役割分担を行い，積極的に実験に参加している。 レンガや台車の扱いに注意して実験を行っている。 実験から得られたデータを注意深く分析し，運動エネルギーが質量に比例し，速度の2乗に比例していることを見いだしている。	評価方法？ 評価方法？ ワークシート
5	運動エネルギーと仕事	仕事とエネルギーの違いを明確にし，運動エネルギー変化と仕事の関係を調べる。				○	物体に加えた仕事が「運動エネルギー変化」に変換されることを理解している。	ワークシート

6	位置エネルギー	重力により与えられる位置エネルギー，ばねの弾性力により与えられる位置エネルギーの式を導く。				◎	重力による位置エネルギーと同様に，ばねによる位置エネルギーを理解している。	ワークシート
7	力学的エネルギーの保存	運動エネルギーと仕事の関係から，力学的エネルギーの保存の法則を導く。		◎			運動エネルギーと位置エネルギーの合計が保存されていることを用いて計算している。	ワークシート
8	保存力と力学的エネルギーの保存	力学的エネルギー保存の法則が使える場合を判断し，活用する。				◎	保存力と非保存力を区別して，力学的エネルギー保存の法則を適切に活用している。	ワークシート

## 8. 本時の学習

### (1) 目標

班内で役割分担を行い，積極的に実験に参加している。(関心・意欲・態度)  
 レンガや台車の扱いに注意して実験を行うことができる(観察・実験の技能)  
 実験から得られたデータを注意深く分析し，運動エネルギーが質量に比例し，速度の2乗に比例していることを見いだすことができる。(思考・判断・表現)

### (2) 準備・資料

ワークシート，台車，レンガ，本(厚手の赤本など)，定規

### (3) 展開

学習内容・学習活動	指導の留意点と評価
<p>1. まず，仕事について復習する。</p> <p>物体が力 <math>F(N)</math> を受けながら <math>S(m)</math> 移動したときに物体がされた仕事 <math>W(J)</math> が <math>W = FS</math> であることを確認する。</p> <p>仕事をする側もされる側もどちらも仕事であり，単位は同じ <math>J</math> (ジュール) である。仕事をする側とされる側を区別するため，仕事をする能力のことをエネルギーという。</p> <p>ここで，運動している物体が，ほかの物体に衝突して押し進めていく場合を考える。</p> <p>運動している物体が持つ，他の物体に仕事をする能力を運動エネルギーという。</p> <p>2. 学習課題をつかむ。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">運動エネルギーはどのような式で表されるか。</div> <p>(10分)</p> <p>3. 運動している物体の質量や速度はぶつかった際に本(もう一方の物体)の移動距離に影響するか(仕事が大きくなるか)を考える。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 仕事の概念を理解していない者もいるので，言葉や式だけでは分かりにくいいため，図を使って説明する。</li> <li>• 簡単な演示実験でエネルギーが他の物体に仕事をする能力であることを確かめる。速度を持った台車を厚手の本などに当て，台車が本を動かした(仕事をした)ことから運動している物体にはエネルギーがあることを示す。</li> <li>• 速度が大きい，質量が大きいなど意見が出てきた際</li> </ul>

4. 実際に実験を行って調べる。

(1) 台車にレンガを(なし, 1つ, 2つの3種類)載せて, 台車の速度を 1.0m/s と 2.0m/s の2種類に設定し, 合計で6種類の条件の下での本の移動距離を定規で測る。

(2) 質量や速度を変えた場合の移動距離の変化をグラフで示す。

5. グラフから, 運動エネルギーが運動している物体の質量と速度の2乗に比例していることを見いだす。

また, 運動エネルギーが  $\frac{1}{2}mv^2$  の形で表されることを示す。

(30分)

6. 運動している物体が持つ運動エネルギーがなぜ  $\frac{1}{2}mv^2$  となるのかを等加速度運動の公式から導出する。

求め方

$$\text{運動方程式 } ma = F \text{ より } a = \frac{F}{m} \dots \textcircled{1}$$

$$\text{等加速度運動の公式 } v^2 - v_0^2 = 2ax$$

$$\text{と } v = v, v_0 = 0 \text{ より}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2aS \dots \textcircled{2}$$

①と②を連立して a を消去すると

$$FS = \frac{1}{2}mv^2$$

仕事の定義より  $W = FS$  なので,

$$\text{物体が受け取った仕事は } W = \frac{1}{2}mv^2$$

したがって運動している物体の持つエネルギーは  $\frac{1}{2}mv^2$  (J)

運動エネルギーとは, 速度を持っている物体が, 別の物体に仕事をする能力のことであり, その大きさは  $\frac{1}{2}mv^2$  で表される。

(40分)

7. 問題演習を行う。

(1) 速さ 20m/s で走る質量 1t の自動車の運動エネルギーはいくらか。

は, 黒板にメモしておき, このメモを基にしてこの後の実験へと移っていく。

・台車の速度は2種類の高さのスロープから台車を下らせて, それぞれの高さからどれだけの速さになるか測定しておく。(なお, 5.0cm の高さのスロープからで 1.0m/s に達し, 20cm の高さのスロープからで 2.0m/s に達する)

評価: 班内で役割分担を行い, 積極的に実験に参加している。(関心・意欲・態度, ?)

評価: レンガや台車の扱いに注意して実験を行っている(観察・実験の技能, ?)

評価: 実験から得られたデータを注意深く分析し, 運動エネルギーが質量に比例し, 速度の2乗に比例していることを見いだしている(思考・判断・表現, ワークシート)。

・運動エネルギーが  $\frac{1}{2}mv^2$  であることを導く式であり, この導出方法自体が目的ではない。

・「1t → 1000kg」などの単位の換算を忘れやすいので, 解説時は式の中に単位まで入れて示す。

答え 運動エネルギーは $\frac{1}{2}mv^2$  より  
 $\frac{1}{2} \times 1000 \times 20^2 = 2.0 \times 10^5$  (J)

(2) ピッチャーが質量 0.15kg のボールを 40m/s の速さで投げた。ピッチャーがボールにした仕事はいくらか。ただし、ボールははじめ静止していたものとする。

答え 加えた仕事が運動エネルギーに変換されるため、投げた後のボールの運動エネルギーを求めればよい。

$$\text{従って, } \frac{1}{2} \times 0.15 \times 40^2 = 1.2 \times 10^2 \text{ (J)}$$

(3) 1.0m/s の速さで進んでいる質量 2.0kg の台車の進行方向に 3.0N の一定の力で 1.0m の距離を押すと、台車の速さはいくらになるか。

答え もともと進んでいた速さ  $1.0\text{m/s} = v_0$

求める速さを  $v$  とすると、

加えた仕事 $=\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ となることから

$$3.0 \times 1.0 = \frac{1}{2} \times 2.0 \times v^2 - \frac{1}{2} \times 2.0 \times 1.0^2$$

従って  $v = 2.0\text{m/s}$

(50 分)

8. 本時のまとめを行う。

本時の内容・感想をワークシートにまとめる。

・仕事から運動エネルギーへの変換。

仕事 $W = \frac{1}{2}mv^2$  より求める。