

物理における探究的な学習の取組 ～既有の知識・技能を総合して思考する授業～

パッケージ研修支援Ⅱ 理科 学習指導案

大阪府立〇〇高等学校

指導者 〇〇 〇〇

1. 日時 平成 27 年 9 月 24 日（木） 第 7 限
 平成 27 年 11 月 17 日（火） 第 7 限

2. 場所 物理実験室

3. 学年・組 第 2 学年 5・6 組（40 名）

4. 単元名 仕事と力学的エネルギー

5. 単元の目標

第一の目標は仕事とエネルギーの関係について正しい知識をもつこと、第二の目標は、運動エネルギーと位置エネルギーを正しく理解、計算でき、それらの和である力学的エネルギーが特定の条件を満たせば保存されることを理解することである。第三の目標は、力学的エネルギー保存が成立する場合の条件についてしっかりと学び、成立する場合としない場合の区別をきちんとできるようになることである。

6. 単元の評価規準

A.関心・意欲・態度	B.思考・判断・表現	C.観察・実験の技能	D.知識・理解
・ 物体の運動と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。	・ 物体の運動とエネルギーに関する事物・現象の中に問題を見出し、探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現している。	・ 物体の運動とエネルギーに関する観察、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、科学的に探究する技能を身に付けている。	・ 物体の運動とエネルギーに関する基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

7. 単元の指導と評価の計画（全8時間）

時	学習内容	主な評価規準（観点）
1	1.仕事 ・ 仕事の定義 ・ 力が斜めに働く場合 ・ 仕事の正負 ・ 仕事をしない力	・ 運動に関する現象を仕事の概念を用いて考えようとしている（A） ・ 仕事の概念について正しく理解している（D） ・ 様々な状況での仕事について、定量的に正しく求めることができる(D)
2	2.仕事の原理 ・ 斜面を使った仕事の原理 ・ 動滑車を使った仕事の原理	・ 日常観察される現象について、仕事の概念を用いて考えようとしている（A） ・ 仕事の原理について正しく理解している（D）
2	3.仕事率	・ 仕事率について正しく理解している（D）
3	4.運動エネルギー ・ エネルギー ・ 運動エネルギー ・ 運動エネルギーと仕事の関係	・ 運動エネルギーの概念を正しく理解し、定量的に求めることができる（D） ・ 運動エネルギーと仕事を正しく関係づけて説明している（B）
4	5.位置エネルギー ・ 重力による位置エネルギー ・ 弾性力による位置エネルギー ・ 保存力と位置エネルギー	・ 位置エネルギーの概念を正しく理解し、定量的に求めることができる（D） ・ 位置エネルギーと保存力の関係について正しく説明している（B）
5 6 7 8	6.力学的エネルギーの保存 ・ 力学的エネルギー保存 ・ 保存力以外が仕事をする場合	・ 力学的エネルギー保存を正しく適用できる（D） ・ 力学的エネルギー保存則に関する探究的考察を意欲的にしようとする（A） ・ 実験で得られた結果を的確に記録し整理している（C） ・ 実験結果を科学的に考察し、根拠に基づいて意見を述べることや、論証のための実験を構想することができる（B）

8. 第7時の展開 … 平成27年9月24日（木） 第7限

（1）目標

- ①力学的エネルギー保存則に関する実験を行い、特定の条件下では成立していることを確認する。
- ②どのようなときに力学的エネルギーが保存されないのかを考察し、保存されない原因を究明する。

（2）評価規準

- ①力学的エネルギー保全について関心をもち、班での議論に積極的に参加し、意欲的に探究しようとしている。
- ②3種類の実験結果を考察し、力学的エネルギーが保存されない条件を特定することができる。
- ③②の考察を証明するための実験方法を、科学的根拠をもとに自分なりに考えることができる。

（3）授業展開

	学習内容・活動	指導上の留意点	評価規準（評価方法）
導入	○ 復習 力学的エネルギー保存則について簡単にまとめる 本時の目標の確認	本時の目標が、「力学的エネルギー保存が成立しているかを確認すること」であることを生徒に十分に伝える。	
展開1	○ 実験…物理実験プリント資料1 以下の2種類の実験を班別に行う ・ 落下運動 ・ 振り子の運動 最初の重りの高さを全班で統一する。 実験終了後、すぐにデータ計算を行う。	本時の目標の1つである、力学的エネルギー保存が成立することの確認をおこなう。生徒にも実験データをもとに成立することを実感してもらう。	・ 目的を理解し、正確な値を得られるよう実験を行なえる。 （生徒による自己評価シート）
展開2	○ 実験 以下の実験を行う ・ カートンレールを用いた実験 ここでも、重り高さを統一する。 実験終了後、すぐにデータ計算を行う。 力学的エネルギーが保存されていないように見えることを生徒に気づいてもらう。 各班でこの結果についてのグループ協議をおこなう。	理論上、この実験では力学的エネルギー保存が成立していないかのようなデータがでるはずである。 この結果について、各班で議論を行ってもらおう。（ただの実験上のミスなのか。それとも何か物理的な原因があるのか。等）	・ 目的を理解し、正確な値を得られるよう実験を行なえる。 ・ 実験の結果をもとに、科学的に意見を述べることができる。 （自己評価シート） ・ 根拠に基づいた、論理的な考察ができる。 （課題レポート）

まとめ	- 最初の2つの実験から、力学的エネルギー保存則が教科書通り成立していることを確認 - 最後の実験ではなぜ理論通りにいかないのかを生徒に疑問として投げかける。「A.なんらかの実験上のミスによるズレ」「B.物理的な理由があつてのズレ」の2択を提示し、A の場合はどのようなミスが考えられるのかを考察してもらう。B の場合はどのような理由があるのかを考察してもらう。 - レポート課題資料3を課し、後日提出とする。 - 自己評価シート資料2を記入し提出する。		
-----	--	--	--

9. 第8時の展開 … 平成27年11月17日（火） 第7限

（1）目標

力学的エネルギー保存則に関する実験を考察し、様々なエネルギーに関する知識を得る。

（2）評価規準

- ①エネルギー保存の概念について正確に理解することができている。
- ②班での議論に積極的に参加し、探求の意欲がある。
- ③科学的根拠を持って、論理的に意見を言うことができる。

（3）授業展開

	学習内容・活動	指導上の留意点	評価規準（評価方法）
導入	- 前回の実験の内容を確認する。 - 自由落下、振り子の実験については理論値とよく一致していたが、レールを用いた実験では理論値とは異なる値が出た。 - レポートで書かれていた主な考察を伝える。	実際に演示実験を前で行い、生徒の記憶を呼び起こすようにする。	

展開 1	・ レールを使った実験の理論値とのズレの原因が、摩擦ではないこと、力の分解による加速度の違いでもないことを説明する。 ・ 何かエネルギーを見落としていることを暗示し、そのエネルギーは何かをグループで協議する。 グループワーク記録用紙資料 4 ・ グループ協議の結果を交流する。	グループで協議を行う前に、<u>個人で考える時間を必ず設け、それをレポート用紙に記述させておく。</u> グループ協議の内容（班員の話の内容）を記述させておく。 班の意見をまとめた用紙を作成する。	・ 自他の考えを交流し、統合して考察することができる。（生徒による自己評価、グループワークの観察） ・ 科学的根拠をもとに論理的に記述することができる。
展開 2	・ 前で、ペットボトルに入った水と氷を用いた実験を行う。 ・ 実験の結果を受けて、グループで再度協議を行い、実験結果の科学的な説明を行えるようにする。 ・ グループ協議の結果を発表する。	グループで協議を行う前に、<u>個人で考える時間を必ず設け、それをレポート用紙に記述させておく。</u> グループ協議の内容（班員の話の内容）を記述させておく。	・ 自他の考えを交流し、統合して考察することができる。（生徒による自己評価、グループワークの観察） ・ 科学的根拠をもとに論理的に記述することができる。
まとめ	・ 回転のエネルギーについて、その存在を説明する。（詳しい計算の話などは省く） ・ グループで回転のエネルギーの存在を証明できる実験を一つ考え、後日実際にその実験を見せに来るように指示を出す。 物理実験レポート課題	班で集まれる日程を調整しておくように伝える。くれぐれも誰か一人だけが考えることがないように注意する。	

物理実験プリント -力学的エネルギー保存-

2 年 () 組 () 名前 ()

◎ 実験の目的

- ・ 力学的エネルギー保存が成立していることを確かめる。
- ・ 力学的エネルギー保存が成立する条件を考察する。

◎ 実験

a.自由落下運動 (奇数班)

b.振り子の運動 (偶数班)

c.レールを使った運動 (全班)

※基準面からの高さは全て 20cm で統一する。

◎ 実験の手順

a.自由落下運動

- ①図のように実験器具をセットする。
- ②ピースビまでの高さを測定する。
- ③②の高さ+ 2 0 cm の位置から重りを落下させ、ピースビにて速度を測定する
- ④10 回測定し、平均値を出す。



b.振り子の運動

- ①図のように実験器具をセットする。
- ②重りの最下点の高さを測定する。
- ③②の高さ+ 2 0 cm の高さから重りを振り子運動させ、最下点での速度を測定する
- ④10 回測定し、平均値を出す。



c.レールを使った運動

- ①図のように実験器具をセットする。
- ②スタンドの枝の高さを 20cm に調整する。
- ③スタンドの枝の位置から、鉄球を転がし速度を測定する。
- ④10 回測定し、平均値を出す。



◎ 考察

- A) 20cm の高さから物体を落下させたときの基準面での速度の理論値を求めよ。重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。
- B) a、b、c それぞれの実験において、実験で求めた平均値と A) で求めた理論値とを比較することで、力学的エネルギーが成立していることを確かめよ。それぞれ丸で囲め。
- a.(成立している or 成立していない) b.(成立している or 成立していない)
- c.(成立している or 成立していない)
- C) B)で「成立していない」に丸をつけたものがある場合、その原因は何であると考えるか。
(実験の不手際であるのか、物理的な意味があるのか、の 2 つの立場のうちどちらの立場をとるのかを考え、その考えに至った根拠を述べよ)

自分の考え

グループワーク自己評価シート

2 年()組()番 名前()

1. グループワークにおいて、自分の意見を言うことは出来ましたか？

ア.十分に出来ていた イ.まあまあ出来た ウ.あまり出来ていなかった エ.全く出来ていない

2. グループワークにおいて、班員の話をしっかり聞くことは出来ましたか？

ア.十分に出来ていた イ.まあまあ出来た ウ.あまり出来ていなかった エ.全く出来ていない

3. 論理的に事象の説明をすることは出来ましたか？

ア.十分に出来ていた イ.まあまあ出来た ウ.あまり出来ていなかった エ.全く出来ていない

レポート課題の形式について

- ・ A4 のレポート用紙を使うこと (ルーズリーフではない)
- ・ ①実験の目的②実験の方法③実験結果④考察 の大きく 4 つの項目で作成する。
- ・ ①、②については配布されたプリントを参照すると良いが、そのまま丸写しは禁止します。自分なりにどのように作業をしたのか、どこに注意しながら作業をしたのかを詳しく書くこと。その際、実験の図を入れること
- ・ ③の実験結果については、配布した実験結果プリントを挟み込むと良い。また、10 回の実験データの標準偏差も計算しておくこと。標準偏差の計算の仕方は自分で調べるか、〇〇に聞くかしなさい。
- ・ ④の考察においては以下の 3 つのことをしなさい。
 1. 3 つの実験それぞれについて、実験の結果と理論値が±標準偏差の範囲内で一致しているのかどうか。
 2. 1.で理論値と一致していない実験がある場合、その原因は何であるかを、実験上の不手際であるのか、それとも物理的な理由があることによるものなのか、どちらの立場なのかを最初に明示し、その根拠や原因について述べなさい。実験日当日のグループワークや、他班の意見を取り入れても良い。
 3. 2.で考察したことについて、それを証明するための実験方法を自分なりに考えて記述しなさい。

注意！

- ・ レポート用紙は何枚になってもかまわないが、表紙にはこの用紙を使い、ホッチキスで用紙の左上をとめるように
- ・ 考察は感想文ではない。「楽しかった」「よくわからなかった」といった文章は不要

レポート提出について

締 切： 2015 年 10 月 2 日 (金) 17 : 00 まで
提出場所： 物理準備室の前の提出箱

レポート課題の形式について

- ・ A4 のレポート用紙を使うこと (ルーズリーフではない)
- ・ ①実験の目的②実験の方法③実験結果④考察 の大きく 4 つの項目で作成する。
- ・ ①、②については配布されたプリントを参照すると良いが、そのまま丸写しは禁止します。自分なりにどのように作業をしたのか、どこに注意しながら作業をしたのかを詳しく書くこと。その際、実験の図を入れること
- ・ ③の実験結果については、配布した実験結果プリントを挟み込むと良い。また、10 回の実験データの標準偏差も計算しておくこと。標準偏差の計算の仕方は自分で調べるか、〇〇に聞くかしなさい。
- ・ ④の考察においては以下の 3 つのことをしなさい。
 1. 3 つの実験それぞれについて、実験の結果と理論値が±標準偏差の範囲内で一致しているのかどうか。
 2. 1.で理論値と一致していない実験がある場合、その原因は何であるかを、実験上の不手際であるのか、それとも物理的な理由があることによるものなのか、どちらの立場なのかを最初に明示し、その根拠や原因について述べなさい。実験日当日のグループワークや、他班の意見を取り入れても良い。
 3. 2.で考察したことについて、それを証明するための実験方法を自分なりに考えて記述しなさい。

注意！

- ・ レポート用紙は何枚になってもかまわないが、表紙にはこの用紙を使い、ホッチキスで用紙の左上をとめるように
- ・ 考察は感想文ではない。「楽しかった」「よくわからなかった」といった文章は不要

レポート提出について

締 切： 2015 年 10 月 2 日 (金) 17 : 00 まで
提出場所： 物理準備室の前の提出箱

- (1) 位置エネルギーが運動エネルギーに変換された以外に、どんなエネルギーに変換されたかを考えてみよう。最低3つほどは候補をあげてください。（自分1人で考えた内容を書こう）

- (2) (1)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

- (3) 演示実験の結果を自分なりに説明してみてください。（自分1人で考えた内容を書こう）

- (4) (3)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

- (5) 自分の考えや、班員との話し合い、他の班の意見を聞いた上で、演示実験の結果をどのように解釈したのかを書いてください。
（図などを用いても構いません）

■グループワーク記録用紙 (11/17 の授業で使用)のループリック

評価規準

- ・エネルギー保存の概念について正確に理解し、科学的根拠をもって論理的に考えを表現している。

レベル	作品番号 (口はアンカー作品)	記 述
4	☒ K、J	・ 演示実験の氷と水の結果を比較しながら論理的に説明できており、伝わる。 ・ 位置エネルギー、運動エネルギー、回転エネルギーとも正しく理解している。 ・ エネルギー保存の法則を正しく理解している
3	A、 ☒ J、D	・ 全体を通して読めるが、結論が完璧ではない。 ・ 回転エネルギーのみ記述している。 ・ エネルギー保存の法則への言及がない。(記述が不十分)
2	☒ B、C、G、H	・ 氷と水の比較がされていない。(※この部分は必ず記述が必要) ・ 文章から何となくイメージはわかる。 ・ エネルギー保存について理論が正確に書けていない。 ※「エネルギーを<u>放出する</u>」という記述
1	☒ E、 ☒ F	・ 結論が間違っている。 ・ 絵のみで、文章による説明がない。 ・ 意味が読み手に伝わらない。 ・ 論理的に思考していない。

グループワーク記録用紙

2年()組()番 名前()

(1) 位置エネルギーが運動エネルギーに変換された以外に、どんなエネルギーに変換されたかを考えてみよう。最低3つほどは候補をあげてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

0.1. ほかのエネルギーで、ほかのエネルギーに変換されたエネルギーは、位置エネルギーに変換された。

(2) (1)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

回数は13のエネルギーを使った。

(3) 演習実験の結果を自分なりに説明してみてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

水の量が回数を減らすと、水の量は回数を減らすと減った。

(4) (3)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

水は回数を減らすと、水は回数を減らすと減った。水は回数を減らすと、水は回数を減らすと減った。水は回数を減らすと、水は回数を減らすと減った。

(5) 自分の考えや、班員との話し合い、他の班の意見を聞いた上で、演習実験の結果をどのように解釈したのかを書いてください。(図などを用いても構いません)

お湯は水はベクトルボトルにひたして、水は回数を減らすと、水は回数を減らすと減った。水は回数を減らすと、水は回数を減らすと減った。水は回数を減らすと、水は回数を減らすと減った。

A

グループワーク記録用紙

2年()組()番 名前()

- (1) 位置エネルギーが運動エネルギーに変換された以外に、どんなエネルギーに変換されたかを考えてみよう。最低3つほどは候補をあげてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

・

- (2) (1)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

a, b はボールが回転しないけど
cはボールが回転したから、急にエネルギーがうかわった。
筒壁の摩擦がエネルギーを減らすから、回転しない。
筒壁の摩擦がエネルギーを増やすから、回転する。

- (3) 演示実験の結果を自分なりに説明してみてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

状態変化に伴ってエネルギーが変換されていく。
パットボールの形、大きさ、重さ、色、材質、など。

- (4) (3)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

水の量が回転しやすかった。
水が氷になまると、ボールがパットボールにならなくて、回転しやすくなった。
氷は回転するけど、水は回転しない。
氷は回転した分、エネルギーが放出されて、お湯になる。
氷は慣性の法則がはたらいていないので、回転しない。

- (5) 自分の考えや、班員との話し合い、他の班の意見を聞いた上で、演示実験の結果をどのように解釈したのかを書いてください。

(図などを用いても構いません)

水は回転するが、氷は回転しないので、水のほうが回転しやすかった。
回転エネルギーが放出されて、お湯になる。

B

グループワーク記録用紙

2年()組()番 名前()

(1) 位置エネルギーが運動エネルギーに変換された以外に、どんなエネルギーに変換されたかを考えてみよう。最低3つほどは候補をあげてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

回転運動に 変換した

(2) (1)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

a、b にそれぞれ 回転運動エネルギーに変換した。

(3) 演示実験の結果を自分なりに説明してみてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

水 しか

(4) (3)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

ベクトルの中の水も 回転運動のため
そのエネルギーが放出される

(5) 自分の考えや、班員との話し合い、他の班の意見を聞いた上で、演示実験の結果をどのように解釈したのかを書いてください。(図などを用いても構いません)

物体が 回転する際に 運動エネルギーが
摩擦などによって 違うエネルギーに変換される



グループワーク記録用紙

2年()組()番 名前()

- (1) 位置エネルギーが運動エネルギーに変換された以外に、どんなエネルギーに変換されたかを考えてみよう。最低3つほどは候補をあげてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

ただけ 物体と接触している ので 熱エネルギーが
発生した

- (2) (1)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

位置エネルギー

- (3) 演示実験の結果を自分なりに説明してみてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

位置エネルギーの求め方は 物体の重さ(m)、重力加速度(g)
高さ(h)からなるので 水の 固体と液体では液体の

水の 場合は、水が回らないため 位置エネルギーが
回転のエネルギーに変換されない
氷の場合は、物体が固まっているため位置エネルギーが
回転のエネルギーに変換される。

- (5) 自分の考えや、班員との話し合い、他の班の意見を聞いた上で、演示実験の結果をどのように解釈したのかを書いてください。

(図などを用いても構いません)

氷の場合は慣性の法則により 中の水は動かないため
位置エネルギーが回転のエネルギーに変換されない
氷の場合は物体が固まっているため位置エネルギーが
回転のエネルギーに変換される
そして、回転のエネルギーがあることが、もがりの実験では
回転のエネルギーが発生する。

D

(1) 位置エネルギーが運動エネルギーに変換された以外に、どんなエネルギーに変換されたかを考えてみよう。最低3つほどは候補をあげてくたさい。(自分1人で考えた内容を書こう)

ボールは回転する場所から傾斜が下っていくにつれて速さが遅くなる。

ボールは回転する場所から傾斜が下っていくにつれて速さが遅くなる。

(2) (1)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてくたさい。

音や熱、エネルギーなどにも変換された。これはAやBには全くないことである。

ボールに力や力がついているために速さが変わった。

回転することにより速さが変わった。

(3) 演示実験の結果を自分なりに説明してみてくたさい。(自分1人で考えた内容を書こう)

水と氷の質量は同じだが、体積は固体のほうが大きい。

重さが重ければ重いほど速度は遅いので、液体のほうが速かった。

(4) (3)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてくたさい。

物質の温度と速度は比例する。

固体は体積が大きいので、固体の速度は遅い。

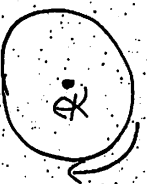
それは、ペットボトルと氷が溶けていくので、慣性の法則により、とどまってしまうので、速い。逆に液体はペットボトルが回転して、氷も一緒に回転する。よって、液体のほうが速い。

補足: 氷は固体なので、慣性の法則が存在する。ゆえに氷は流動性があるので、ペットボトルが回れば氷も回る。

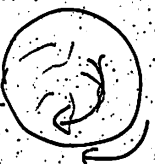
(5) 自分の考えや、班員との話し合い、他の班の意見を聞いた上で、演示実験の結果をどのように解釈したのかを書いてくたさい。(図などを用いても構いません)

(図などを用いても構いません)

固体



液体



固体は慣性の法則により、その場所に留まり続けようとする。

液体は流動性があるので、中心が速いので、中の液体も速く動く。

故に、今日の実験では金属球で速度が遅くなる。よって、理論通り遅くなる。

E

グループワーク記録用紙

2年()組()番 名前()

- (1) 位置エネルギーが運動エネルギーに変換された以外に、どんなエネルギーに変換されたかを考えてみよう。最低3つほどは候補をあげてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

ボールに不要物がついていて、
ボールに不要物がついていて、

- (2) (1)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

・全然と音にエネルギーがそっていった。
・回転にエネルギーがわたり
・ボールに傷がついて、性質、

- (3) 演示実験の結果を自分なりに説明してみてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

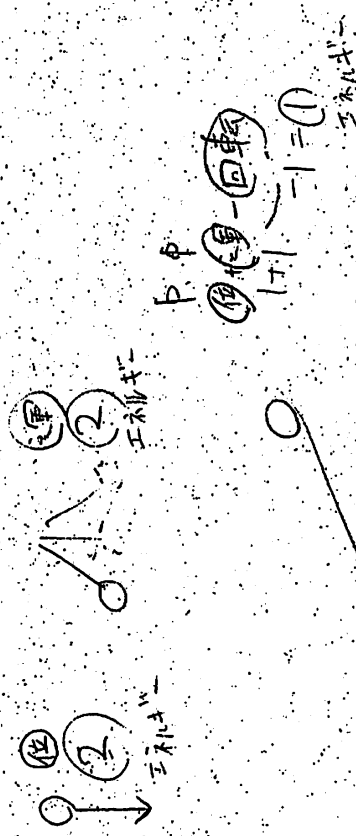
・体積の違い
・重さの違い
・温度によって、ボールが止まるまで、水は普通、アイスが水は大きく、

- (4) (3)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

・速度が速い物が速く転がる。
・物の重さで速度が速い(は例)
・氷は回転しないが、氷は回転するため、回転しているエネルギーが、氷が速い、氷のものが速かった。

- (5) 自分の考えや、班員との話し合い、他の班の意見を聞いた上で、演示実験の結果をどのように解釈したのかを書いてください。

(図などを用いても構いません)



F

•

- (4) ③の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

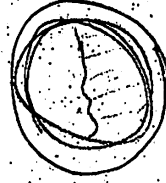
水のなかの中身が固まっているので
中身を取り除いて全体が回っているのだといふ
水のなかの中身を取り除いて水の周囲にだけ水
屋くま子

- (5) 自分の考えや、班員との話し合い、他の班の意見を聞いた上で、演
示実験の結果をどのように解釈したのかを書いてください。
(図などを用いても構いません)

熱エネルギーでエネルギーを交換する

水は回 転せず、ノット・ポイントに於て

2018
10月10日



水

転がる時、正しく瞬時に瞬時が有て

小田原は、その下、宇都宮の東へ、新田に、1213

I

グループワーク記録用紙

2年()組()番 名前()

(1) 位置エネルギーが運動エネルギーに変換された以外に、どんなエネルギーに変換されたかを考えてみよう。最低3つほどは候補をあげてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

- ・ 熱エネルギー
- ・ 足音

(2) (1)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

- ・ 遠心力 ↓
- ・ 垂直抗力

(3) 演示実験の結果を自分なりに説明してみてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

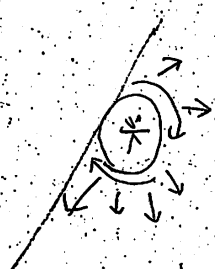


中の氷が動いてペットボトルを押す感じになった。

(4) (3)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしてください。

- ・ 氷は表面がでこぼこになつたから
- ・ 氷に比べて氷のちが体積が大きいから
- ・ 氷のちがまじちが均一ではなかつた
- ・ 氷のちが最後に少しすべり、回転するのが遅れた。

(5) 自分の考えや、班員との話し合い、他の班の意見を聞いた上で、演示実験の結果をどのように解釈したのかを書いてください。(図などを用いても構いません)



中身が氷のペ、トボトルは
軽がわり落ちるエネルギーで
回転のエネルギーに分散された。



中身が氷のペ、トボトルは
慣性の法則により、軽がわり
落ちるエネルギーにゆつた。

よって、中身が氷のペ、トボトルのちが
軽がわり落ちるのちがはやかた。

グループワーク記録用紙

2年()組()番 名前()

- (1) 位置エネルギーが運動エネルギーに変換された以外に、どんなエネルギーに変換されたかを考えてみよう。最低3つほどは候補をあげてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

他の2つの実験に比べて、Cはレベルをこまごま回転しているから、それにエネルギーが伝わっている。

- (2) (1)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしててください。

垂直抗力

、しーの長さが高より違うから、

- (3) 演示実験の結果を自分なりに説明してみてください。(自分1人で考えた内容を書こう)

氷の方は表面が氷よりツルツルだったから、

氷はデコボコだった。

氷の方が氷より摩擦が大きいから、円の直径が氷より氷の

方が小にゆって早く加減した。

- (4) (3)の質問に対する班のメンバーの意見や、他の班の意見をメモしててください。

、氷が中で回転して加速した。

、氷が氷の凍らせ方でずれて氷の方が遅かった。

- (5) 自分の考えや、班員との話し合い、他の班の意見を聞いた上で、演示実験の結果をどのように解釈したのかを書いてください。

(図などを用いても構いません)

氷

氷は中で回転しない氷に対して

中で回転したために

その回転に運動エネルギーが

使われて

その方が遅く転がった。

氷

J

物理における 探究的な学習の取組

大阪府立〇〇高等学校 教諭 〇〇 〇〇

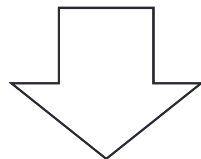
平成27年12月25日(金)

授業のねらい

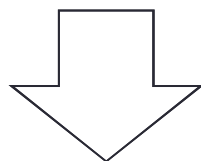
1. 学習したことをもとに、新たな事象の**原因を追求する力**の育成
1. 自分の意見を、論理的に順序立てて**説明する力**の育成

授業の流れ、目標

力学的エネルギー保存の**実験**



実験を注意深く**観察**



未学習のエネルギーに気付く

事前に学習していた内容 (力学的エネルギー保存の法則)

力学的エネルギー保存の法則を説明するイラストを提示

$$\begin{array}{c} \text{最初の} \\ \text{運動エネルギー} \end{array} + \begin{array}{c} \text{最初の} \\ \text{位置エネルギー} \end{array} = \begin{array}{c} \text{後の} \\ \text{運動エネルギー} \end{array} + \begin{array}{c} \text{後の} \\ \text{位置エネルギー} \end{array}$$

最初の力学的エネルギー

後の力学的エネルギー

第1回授業 3種類の実験

5人で1班。
3種類の実験を行った。

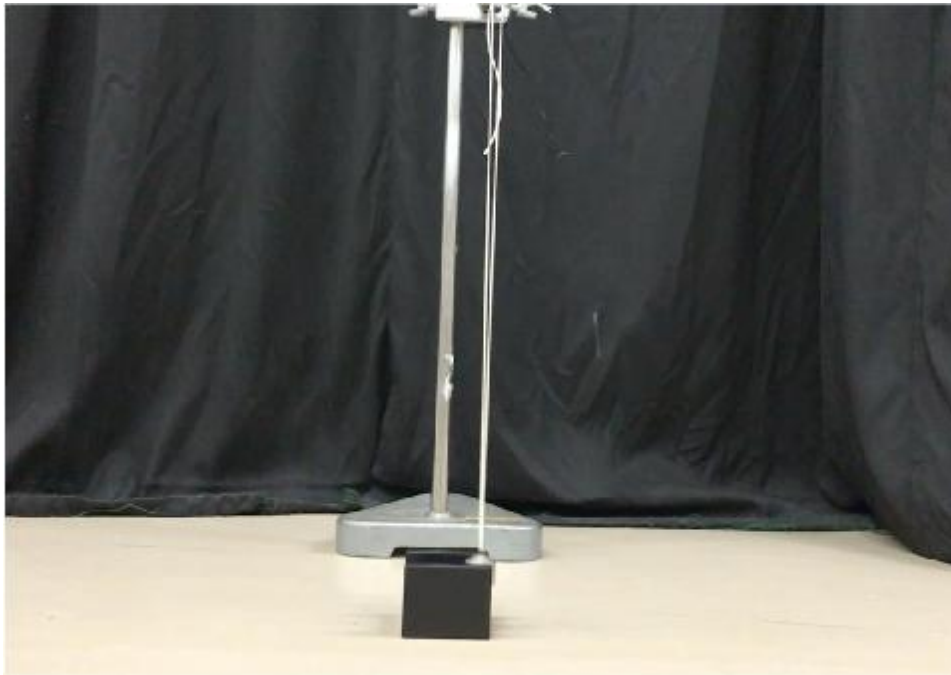
生徒の座席表を提示

実験(a.自由落下)



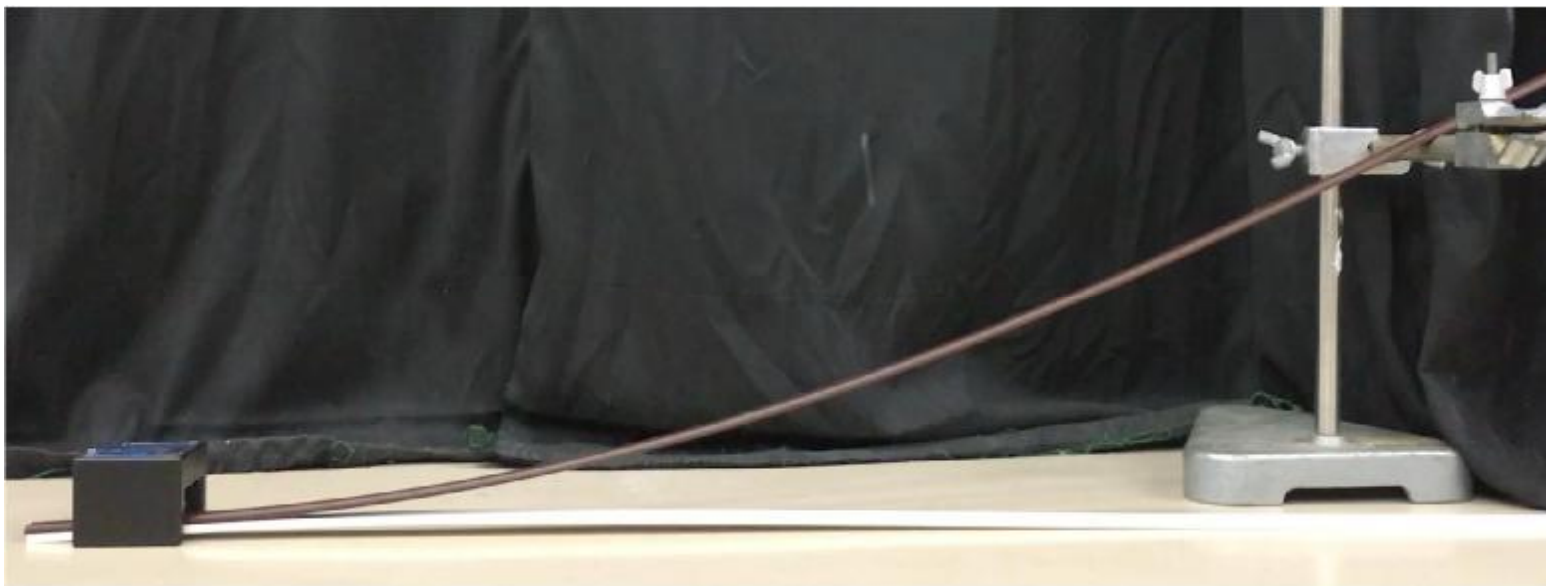
1. 高さ20cmの位置から、重りを落下させる
2. 最下点での重りの落下速度を測定する
3. 10回測定し、平均値を出す

実験(b.振り子)



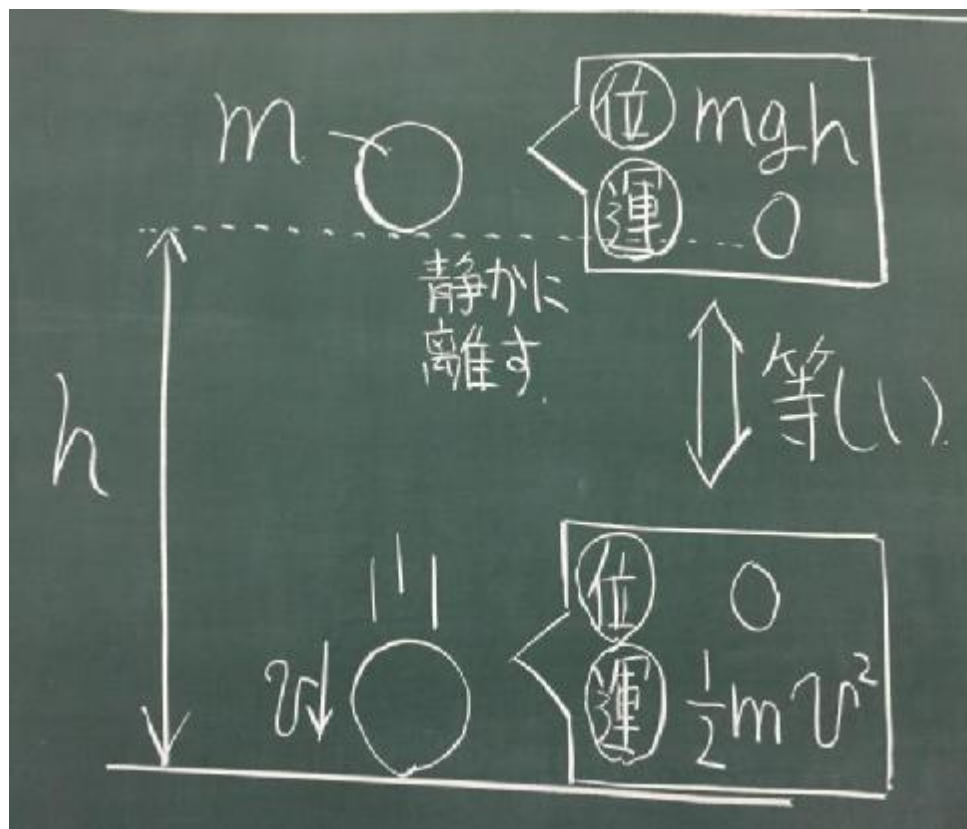
1. 高さ20cmの位置から、重りを離す
2. 最下点での重りの速度を測定する
3. 10回測定し、平均値を出す

実験(c.レールを用いた実験)



1. 高さ20cmの位置から鉄球を転がす
2. 最下点での鉄球の速度を測定する
3. 10回測定し、平均値を出す

理論値の計算



位置エネルギー
今回は $h=0.20\text{m}$

運動
エネルギー

$$mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

$g=9.8\text{m/s}^2$ 、 $h=0.20\text{m}$ を代入

$$v = \underline{1.98[\text{m} / \text{s}]}$$

理論値

質量

$$m = 0.025 \text{ kg}$$

速度測定値

2.35m/s

1.50m/s

1.50m/s

1.50m/s

高さ

$$h = 0.45 \text{ m}$$

速度

$$v = 1.71 \text{ m/s}$$

位置エネルギー

$$mgh = 0.1103 \text{ J}$$

運動エネルギー

$$\frac{1}{2} mv^2 = 0.0367 \text{ J}$$

損失率

$$\frac{\text{運動エネルギー}}{\text{位置エネルギー}} =$$

33%

理論値と実験値の比較

a.自由落下	b.振り子	c.レール	理論値
2.01[m/s]	1.95[m/s]	1.54[m/s]	1.98[m/s]

※代表的な班の実験値、10回の平均値を示す



なぜ、cの実験だけズレたのか？

<考え方、発表内容>

1. 実験を行う上で不備があったのか。
2. a、bとcを観察し、具体的にどこが違うのか。
3. 2の違いをもとに原因を考察する

なぜ、 c の実験だけズレたのか？

1. 実験を行う上で不備があったのか。

これに対する生徒から出た意見

鉄球を離す時に、少しスピードがついていた



10回の実験データを見ると
10回それぞれの記録にばらつきは少ない
鉄球を離すときの精度の問題とは考え難い

10回の実験値[m/s]	
1.55	1.55
1.54	1.54
1.54	1.55
1.54	1.55
1.54	1.54

なぜ、cの実験だけズレたのか？

2. a、bとcを観察し、具体的にどこが違うのか。

a



重りは周りのものと
接触していない

b



c



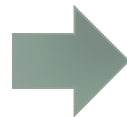
鉄球はレールと常に
接触している

なぜ、cの実験だけズレたのか？

3. 2の違いをもとに原因を考察する

a b

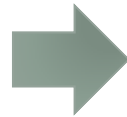
重りは周りのものと
接触していない



摩擦力が無い

c

鉄球はレールと常に
接触している



摩擦力が働く

力学的エネルギーが
熱エネルギーに変換されたと推測

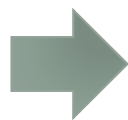
摩擦による速度の減少量

< 教師からの発問 >

摩擦による速度の減少について

a.自由落下	b.振り子	c.レール	理論値
2.01[m/s]	1.95[m/s]	1.54[m/s]	1.98[m/s]

- ・鉄球、レールともにザラザラではなくツルツル
- ・1.98[m/s]→1.54[m/s] 約25%も減少



摩擦によってこんなに減少するとは
考え難いのではないか

摩擦による速度の減少量(実験)

＜摩擦による速度の減少量がどの程度かを調べる実験＞



レールを平らにし、2点での鉄球の速度の差を調べる

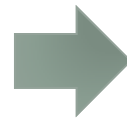
結果 2点間で速度に変化(ほぼ)なし

なぜ、cの実験だけズレたのか？

3. 2の違いをもとに原因を考察する

a b

重りは周りのものと
接触していない



摩擦力がない

鉄球は100gと堂に

摩擦による減少だけでは説明ができない

力学エネルギーが
熱エネルギーに変換され、推測

第1回の授業はここで終了

資料4のレポート課題を課す

第2回授業 グループ協議

5人で1班。
実験時とメンバーは同じ

生徒の座席表を提示

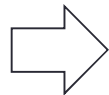
前回のレポート課題のフィードバック

＜cの実験の理論値とのズレの原因＞

生徒のレポートより

- ~~レールが斜めになっているため~~
- 他のエネルギーに変わったため

位置エネルギー



運動エネルギー

+

?

どんなエネルギーがあるか？

<a、bとcの違いに注意してグループで意見交換>

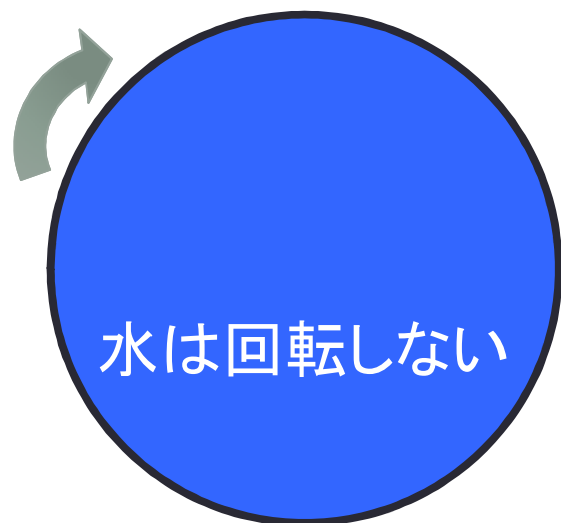
生徒から出た意見

- レールに触れているので熱エネルギー
- シャーと音がなっているので音エネルギー
- Cだけ鉄球が回転しているので回転エネルギー

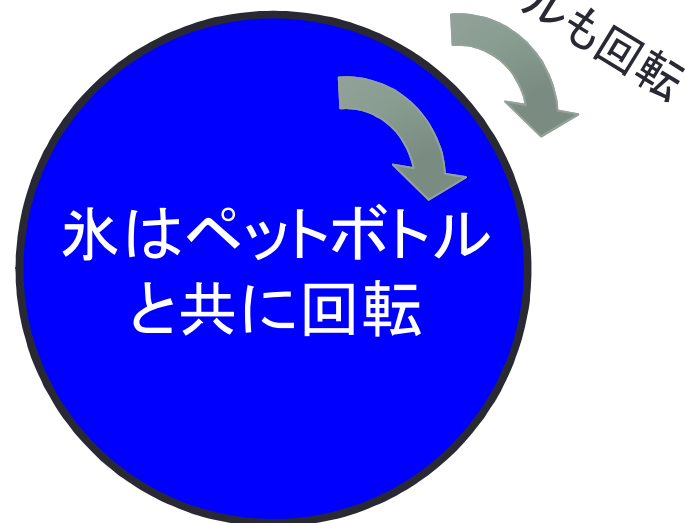
意見交換を受けて、演示実験

- ①ペットボトルを2本準備（片方は氷、もう片方は水）
- ②同時に坂道を転がす

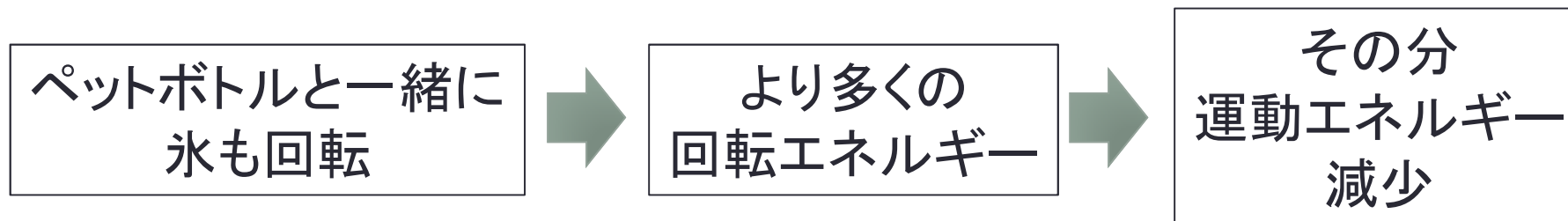
演示実験 解説



中身が水



中身が氷



位置エネルギー $\Rightarrow$ 運動エネルギー + 回転エネルギー

New!

授業後のレポート(資料3)

レベル	作品番号 (口はアンカー作品)	記 述
4	K、J	・ 演示実験の氷と水の結果を比較しながら論理的に説明できており、伝わる。 ・ 位置エネルギー、運動エネルギー、回転エネルギーとも正しく理解している。 ・ エネルギー保存の法則を正しく理解している
3	A、I、D	・ 全体を通して読めるが、結論が完璧ではない。 ・ 回転エネルギーのみ記述している。 ・ エネルギー保存の法則への言及がない。(記述が不十分)
2	B、C、G、H	・ 氷と水の比較がされていない。(※この部分は必ず記述が必要) ・ 文章から何となくイメージはわかる。 ・ エネルギー保存について理論が正確に書けていない。 ※「エネルギーを放出する」という記述
1	E、F	・ 結論が間違っている。 ・ 絵のみで、文章による説明がない。 ・ 意味が読み手に伝わらない。 ・ 論理的に思考していない。

授業を終えて

良かった点

- レポートからの細かな記述から、普段の授業で生徒がどのように理解しているのかを見ることができた
- 論理的な記述ができる生徒が一定数いた

(予想していた以上に)

改善すべき点

- レポート課題の問いの設定
 - ①教師が見たい力が見れるような問いの設定が必要
 - ②評価規準を生徒に示した上でレポートを書かせることで質はもっと向上する
- 授業内での生徒活動の評価方法