

指導事例 2

物理領域 運動の法則

物理領域における「指導に生かす評価のあり方」を探るために、以下のような事例を作成した。本事例は、単元で扱う物理現象に関する生徒の既成のイメージを把握し、学習の動機付けを与えることを意図した「事前アンケート」、授業展開の主体となる「ワークシート」、既習事項の理解を把握するための「確認テスト」、単元を通してイメージがどう変わったかを生徒に自己認識させるための「事後アンケート」、更には生徒の関心・意欲・態度を主とした個人以内評価を行う「学習の振り返りシート」からなる。以上の一連の流れを通して、生徒に内発的な学習の動機付けを与えながら学習活動を展開し、設定した指導目標の着実な定着を目指したものである。

《 事 例 の 内 容 》

A 学習指導計画 【教師用】

物理 の該当する内容について、国立教育政策研究所が中間整理として示した評価規準(平成15年9月)を、評価のよりどころとして活用するよう努めた。

- 1 指導方針
- 2 内容及び配当時間
- 3 学習内容の理解に関する具体的な指導目標
- 4 観点別評価規準と評価方法
- 5 単元の指導計画

* 評価の判断基準については、今回参考資料として示した「指導に生かす評価の考え方」に準じたものを用いる。

B 学習のガイダンス 【生徒配布用】

年間の授業の概要についてはシラバスを用いるが、本資料は、単元ごとにさらに詳しい内容を示した。これは学習や自己評価に活用させるねらいがある。

C ワークシート(学習の振り返りシートを含む) 【生徒配布用】

評価の四観点を見取るために、記述させたり、図を描かせたり、グラフを書かせる項目を設定した。

D 評価問題(事前・事後アンケートを含む) 【生徒配布用】

単元の学習のまとめとして実施する確認テストを想定した評価問題を作成した。

E ワークシート及び評価問題の作成の意図及び解説 【教師用】

A 学習指導計画 運動の法則 【教師用】

〈指導方針〉

日常に起こる物体の運動について、観察、実験を通して探究し、それらの基本的な概念や法則を理解させ、運動についての基礎的な見方や考え方を身に付けさせる。

1 内容及び時間配当

本事例では、下の表に示すように、ア - (ウ) - を扱った。

大項目 (3) 運動とエネルギー

中項目	小項目	指導事項	配当時間
ア 物体の運動	(ア) 日常に起こる物体の運動 (イ) 運動の表し方 (ウ) 運動の法則	慣性の法則 運動の法則 運動方程式の応用 ・摩擦を受ける物体の運動 ・斜面上の運動 ・空気や水の抵抗を受ける運動	1 3 5
イ エネルギー	(ア) エネルギーの測り方 (イ) 運動エネルギーと位置エネルギー (ウ) 熱と温度 (エ) 電気とエネルギー (オ) エネルギーの変換と保存		

2 学習内容の理解に関する具体的な指導目標

物理 の目標及び内容に基づき設定した。観察・実験及び演習の過程や科学的な思考・判断の場面を通して、以下の目標の達成を目指して指導を行った。

<p>運動の表し方や力の働きについての観察・実験などを行い、そこから得られた結果を的確に表現する。</p> <p>観察・実験などを通して、運動の三法則についての基本的な概念や法則を理解する。</p> <p>日常に起こる運動の様子を運動の三法則と関連付けて説明する。</p> <p>摩擦力に関する観察・実験を行い、その結果を実証的・論理的に考え、摩擦力の性質を科学的に判断する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水平面上の物体に働く静止摩擦力と動摩擦力について理解するとともに、互いの量的関係を理解する。 ・斜面上の物体に働く摩擦力とその他の力の量的関係を理解する。 <p>運動方程式を立てることによって、未知の簡単な運動の様子を求めることができる。</p>
--

3 観点別評価規準と評価方法

単元名：「運動の法則」

観点	(1) 関心・意欲・態度	(2) 思考・判断	(3) 観察実験の技能・表現	(4) 知識・理解
評価 基	日常に起こる様々な運動に関心を持ち、運動と力の関係について意欲的に探究しようとする。	日常に起こる運動の中から、摩擦力、空気の抵抗力、水圧、浮力などの概念を見だし、これらの力	日常に起こる運動を観測し、その結果から物体に働く力を見だし、自らの考えを的確に表現する。	重力、摩擦力、空気の抵抗力、水圧、浮力などについての知識を身に付け、日常に起こる様々な運

準	<p>運動の表し方、力の働きや性質に関心をもち、これらの概念を用いて意欲的に運動を探究しようとする。</p> <p>運動の三法則に関心をもち、意欲的に観察し、運動と力の関係について科学的に探究しようとする。</p>	<p>と運動の多様性との関係について考察する。</p> <p>直線運動等の観察や実験などを通して、運動の表し方、力の働きや性質について考察する。</p> <p>運動の法則に関する観察、実験を行い、その結果を実証的、論理的に考え、運動の法則が成り立つことを科学的に判断する。</p> <p>運動方程式を用いて運動の様子を予想するとともに、目的の運動を実現するための条件を判断する。</p>	<p>記録タイマー、ばねはかりなどの実験器具の操作を習得する。</p> <p>運動の表し方や力の働きについての観察、実験などを行い、そこから得られた結果を的確に表現する。</p> <p>運動の法則に関する観察、実験の技能を習得する。</p> <p>運動の法則を科学的に探究するため観察、実験を行い、そこから得られた結果を的確に表現する。</p>	<p>運動の多様性を、これらに力の存在と関連付けて理解している。</p> <p>観察、実験などを通して、力のつり合い、力の合成・分解、摩擦力、弾性力、空気抵抗などに関する基本的な概念や公式を理解し、知識を身に付けている。</p> <p>観察、実験などを通して、運動の三法則の基本的な概念や法則について理解し、知識を身に付けている。</p>
評価方法及びポイント	<p>a 教師による観察</p> <p>b 自己評価シート</p> <p>c ワークシート</p>	<p>a 教師による観察</p> <p>b 自己評価シート</p> <p>c ワークシート</p> <p>d 定期テスト (単元テスト)</p>	<p>a 教師による観察</p> <p>b 自己評価シート</p> <p>c ワークシート</p> <p>d 定期テスト (単元テスト)</p> <p>e 実験テスト</p>	<p>a 自己評価シート</p> <p>b ワークシート</p> <p>c 定期テスト (単元テスト)</p>
	<p>取り組み、表現の意欲を評価する。</p> <p>授業後は、b、cの記述や回答状況を判断基準表を用いて評価する。</p>	<p>根拠に基づく論理的な思考過程を評価する。</p> <p>授業後は、b、cの記述や回答状況を判断基準表を用いて評価する。</p>	<p>観察・実験の計画を立てたり、方法を工夫したりする過程を評価する。</p>	<p>身に付けた知識を生かして、説明したり、課題を解決できるかを評価する。</p>

4 単元の指導計画

単元名：運動の法則

	指導事項	学習活動	学習のねらい	評価項目
1	1 慣性の法則	<p>ワークシート</p> <p>エアトラックを用いた実験やガリレオの斜面の思考実験</p>	<p>力が働かないと運動している物体はどうなるかを予想させ、慣性に気付かせるとともに、慣性の法則を理解させる。</p>	<p>・運動の法則に関する観察、実験を行い、その結果を実証的、論理的に考え、運動の法則が成り立つことを科学的に判断する。</p>
	2 運動の法則 力と加速度 加速度と力の関係	<p>ワークシート</p> <p>力と加速度の関係を</p>	<p>運動の様子を決める</p>	<p>・運動の法則に関する</p>

3	<p>加速度と質量の関係</p> <p>運動方程式 運動の三法則</p>	<p>調べる</p> <p>ワークシート 質量と加速度の関係を調べる</p> <p>ワークシート 運動方程式を用いて未知の運動の様子を予測し、実験により検証する。</p>	<p>要素が力、質量、加速度であることに気付かせる。</p> <p>力、質量、加速度の間にある量的関係に気付かせる。</p> <p>運動の条件と運動の結果には一対一対応の関係があることを理解させる。</p> <p>力の単位〔N〕の便さを理解させる。</p> <p>運動方程式を用いて運動の様子を予想したり、目的の運動を実現するための条件が判断できることを理解させる。</p>	<p>観察、実験を行い、その結果を実証的、論理的に考え、運動の法則が成り立つことを科学的に判断する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運動の法則を科学的に探究するため観察、実験を行い、そこから得られた結果を的確に表現する。 ・運動方程式を用いて運動の様子を予想するとともに、目的の運動を実現するための条件を判断する。
5	<p>3 運動方程式の応用 摩擦を受ける物体の運動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 摩擦力 ・ 摩擦角 ・ 摩擦力を受けて運動する例 ・ 斜面上の運動 <p>空気や水の抵抗を受ける運動</p>	<p>事前アンケート</p> <p>ワークシート1 摩擦のある面上の物体に働く力のつりあいと作用反作用</p> <p>実験1:ワークシート2 最大静止摩擦力を決める要素とその量的関係</p> <p>実験2:ワークシート3 動摩擦力を決める要素とその量的関係</p> <p>確認テスト1</p> <p>ワークシート4 摩擦のある面上の物体の運動</p> <p>確認テスト2</p> <p>事後アンケート</p> <p>ワークシート 水中の物体の落下のビデオ解析</p>	<p>いろいろな状況における力のつり合いを考えることにより、垂直抗力を理解させる。</p> <p>摩擦力を決める要素に関する実験を通して物理量同士の関係を考えさせる。</p> <p>運動方程式を利用して摩擦のある面上の運動を考えさせる。</p> <p>空気や水の抵抗を受ける運動の様子を予測し、実験結果から運動の様子を理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 摩擦力に関する観察、実験を行い、その結果を実証的、論理的に考え、摩擦力の性質を科学的に判断する。 ・ 水平面上の物体に働く静止摩擦力と動摩擦力について理解するとともに、互いの量的関係を理解する。 ・ 斜面上の物体に働く摩擦力とその他の力の量的関係を理解する。 ・ 重力、摩擦力、空気の抵抗力、水圧、浮力などについての知識を身に付け、日常に見られる様々な運動の多様性を、これらに力の存在と関連付けて理解する。
	<p>単元まとめテスト</p> <p>学習の振り返りシート</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・ ワークシートの内容を理解する。 	

B 学習のガイダンス 運動の法則 【生徒配布用】

私たちが物体を動かすためには力を加える必要があることを、私たちはこれまでの経験からわかります。このことから、物体の運動と力との間には密接な関係があると考えられます。これまで学んできた運動や、力の表し方やその性質を用いて、物体の一見複雑そうに見える様々な運動の背後に潜む単純で普遍的な法則を探ります。

物体に力が働いていないとき、または働いていてもそれらがつり合ってその合力が0であるとき、物体はどのような運動をするのでしょうか。

物体に働く力のつり合いが破れたときに物体はどのような運動をするのでしょうか。その時の規則性を実験を通して探ります。

摩擦があるとき物体はどのような運動をするのでしょうか。身近な存在の摩擦力の性質を実験を通して探るとともに、その扱い方を学びます。

- ・静止している物体にはどのような摩擦力が働いているのでしょうか。
- ・運動している物体にはどのような摩擦力が働いているのでしょうか。

主な学習活動（摩擦のみ抜粋）	学習のねらい	主な観察・実験、教材など
事前アンケート		あなたは摩擦をどのようにとらえている でしょうか。正直に書いてください。
ワークシート 1	・摩擦のある面上で静止している物体に働く力を説明できる。	・水平面上の物体をバネばかりで引く実験 ・思考実験 ・問題演習
ワークシート 2 ・最大静止摩擦力を決める要素を予想する。 ・実験によりその予想を検証する。 ・データの解析から最大静止摩擦力の表し方を知る。 ワークシート 3 ・動摩擦力を決める要素を予想する。 ・実験によりその予想を検証する。 ・実験データの解析により一般的な動摩擦力の表し方を知る。 確認テスト 1	・最大静止摩擦力を決める要素とその量的関係を説明できる。 ・動摩擦力を決める要素とその量的関係をグラフを用いて説明できる。	・最大静止摩擦力の実験 ・問題演習 ・動摩擦力の実験 ・問題演習
ワークシート 4 ・摩擦のある水平面上での物体の運動の加速度を運動方程式を用いて予測する。 ・実験により加速度を求め、運動方程式の有用性を確認する。 確認テスト 2	・運動方程式を正しく扱える。 ・実験方法を工夫し、正しく実験できる。	・摩擦のある水平面上での物体の運動の観察実験 ・問題演習
事後アンケート 自己評価シート		授業を受けた後摩擦に関する考えがどう変わったか考えてみよう。

C 学習の資料【生徒配布用】

以下に、生徒に配付した学習資料、評価問題等を紹介する。

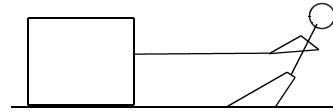
事前アンケート

2年 組 番 氏名 _____

これは、授業を受ける前に皆さんがどのようなイメージを持っているかを調べ、授業に生かすためのものです。間違いを気にせずにご回答ください。

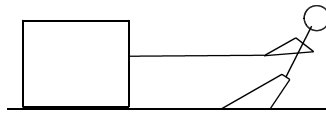
1. 床の上で物体を真横に引いて動かそうとした。

- (1) この物体を動かすためには、どんな大きさの力を加えれば動き始めるだろうか。物体の重さ（物体に働く重力）と比べて答えよ。
- (ア) 物体の重さよりも小さな力で動く。
 - (イ) 物体の重さとほぼ同じ力で動く。
 - (ウ) 物体の重さよりも大きな力でないと動かない。
 - (エ) その他 ()



- (2) 引く力を加えても物体が動かない場合、物体を静止させているのはどんな力だろうか。
- (ア) 加える力に対して、物体に働く重力でがんばっている。
 - (イ) 加える力に対して、摩擦力でがんばっている。
 - (ウ) 加える力に対して、重力と摩擦力の両方でがんばっている。
 - (エ) その他 ()

(3) (2)の力を下の図に書き入れてみよう。

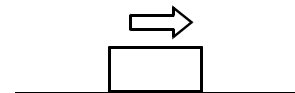


(4) 動き出した後、一定の速さになるように動かした。このとき、動かす力と物体に働く摩擦力はどうなっているだろうか

- (ア) 摩擦力は働いていない
- (イ) 摩擦力 < 動かす力
- (ウ) 摩擦力 = 動かす力
- (エ) 摩擦力 > 動かす力
- (オ) その他 ()

2. テーブルの上で物体を右向きにすべらせた後、物体はやがて止まった。これはどうしてか。

- (ア) 右向きの力が働かなくなったため
- (イ) 左向きに力が働いたため
- (ウ) その他 ()



3. 空から降ってくる雨は、地上付近で、どんな運動をしているだろうか。

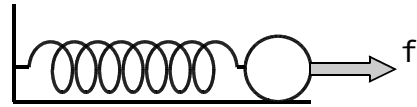
- (ア) 時間とともに落下速度が増す等加速度運動
- (イ) ほぼ同じスピードで落下する等速運動
- (ウ) その他

ワークシート1

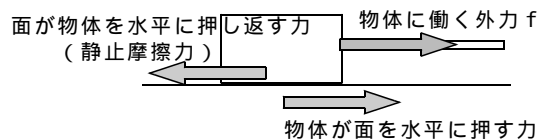
静止している物体に働く摩擦力

2年 組 番 氏名

物体にいくつかの力が働いていて物体が静止している場合には、それらの力はつり合っている。図のように、摩擦のない面上で、ばねに取り付けられた物体に力 f が加えられている場合の水平方向のつり合いについて考えよう。物体が静止しているならば、力 f と同じ大きさの力が逆向きに働いてつり合っている。この力はばねの弾性力である。これをもとに、次のことを考えてみよう。(以下では、鉛直方向に働く力は考えないこととする。)

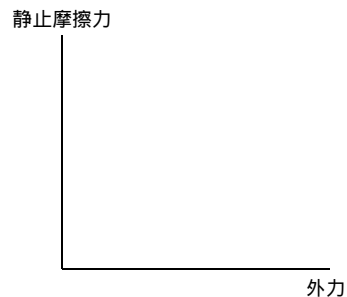


面上に置いた物体に糸をつけて引く。すると、粗い面上では物体が面を水平に押す力が発生する。この反作用として面が物体を水平に押し返す。



この作用反作用の関係にある二つの力が摩擦力である。物体のつり合いを考えると外力と静止摩擦力がつり合っていることになる。すなわち、外力が

- 0 N のときには、静止摩擦力は [] N、
 - 1 N のときには、静止摩擦力は [] N、
 - 2 N のときには、静止摩擦力は [] N、
 - 3 N のときには、静止摩擦力は [] N
- となり、外力と静止摩擦力は大きさが []



外力と静止摩擦力の関係を右のグラフに表してみよう。

【 問 い 】

(1) 静止摩擦力には限界があるのだろうか。

予想

(2) 静止摩擦力に限界があるとすれば、限界は何で決まるのだろうか。

予想

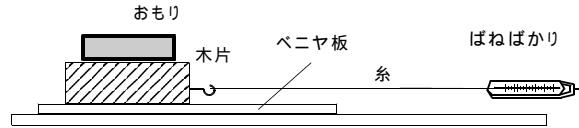
ワークシート2

実験1 【静止摩擦力】

2年 組 番 氏名 _____

【実験1】

200gの木片とばねばかりを図のようにセットし、ばねばかりでゆっくりと引いてみる。おもりなしの状態と、おもりをのせた状態で動き出す直前のばねばかりの目盛を測定する。終わったら、ベニヤ板をアルミ板に置きかえて同様の実験を行う。



【推論】

- (1) おもりを重くしていくと、木片が動き出すときのばねばかりの目盛の値はどうなっていくと考えられるか。理由も記せ。
- (2) 同じ重さのおもりで考えたとき、木片が動き出すときのばねばかりの目盛は、ベニヤ板とアルミ板とでは違うだろうか。違うとすれば、どちらの方が大きいだろうか。理由も記せ。

【測定値】

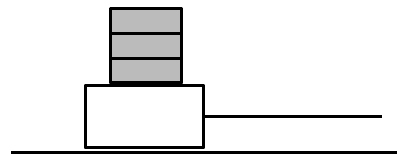
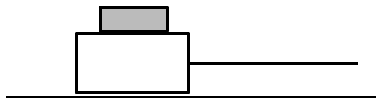
質量(木片+おもり)	合計の質量	最大摩擦力(ベニヤ板)	最大摩擦力(アルミ板)
m ₁ 200g(木片のみ)	[Kg]	F ₁ [N]	F ₁ [N]
m ₂ 200 + 100 g	[Kg]	F ₂ [N]	F ₂ [N]
m ₃ 200 + 200 g	[Kg]	F ₃ [N]	F ₃ [N]
m ₄ 200 + 300 g	[Kg]	F ₄ [N]	F ₄ [N]
m ₅ 200 + 400 g	[Kg]	F ₅ [N]	F ₅ [N]
m ₆ 200 + 500 g	[Kg]	F ₆ [N]	F ₆ [N]

【ワーク】

ベニヤ板の場合で考えてみる。上の表のm₂とm₄の場合について、木片が動き出す直前(働く力は釣り合っている)木片に働いている力を図示し、どんな力かも書き入れてみよう。(1.0 Nを1cmとする。)2つの図を見比べて、違っている点はどこだろうか。

m₂のとき

m₄のとき



ワークシート3

実験 2 【動摩擦力】

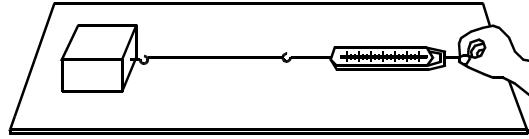
2年 組 番 氏名 _____

【考えてみよう】

机の上に置いた木片をゆっくりと引いていき、木片が動き出したら、等速で動くように引く。

木片が動き出す直前のばねばかりの目盛り（最大摩擦力）と、等速で引いているときの目盛り（動摩擦力という）を読みとる。両者の大きさには、どんな違いがあるだろう予想してみよう。

【予想】



【実験 2 - 1】

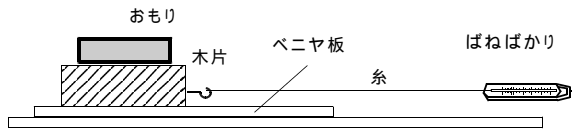
問題 3 を、実際に実験をして調べてみよう。木片をゆっくりと引いていき、動き出したら、ゆっくりとした等速になるように引く。その時の最大摩擦力の大きさと、動摩擦力の大きさを読みとる。

最大摩擦力 [N]

動摩擦力 [N]

【実験 2 - 2】

200g の木片とばねばかりを図のようにセットし、ばねばかりでゆっくりと引いてみる。おもりの状態と、おもりをのせた状態について、ゆっくりと同じ速さで引いたときのばねばかりの目盛りを測定する。終わったら、ベニヤ板をアルミ板に置きかえて同様の実験を行う。



【推論】

(1) おもりを重くしていくと、動摩擦力はどうなっていくと考えられるか。

(2) 同じ重さのおもりで考えたとき、動摩擦力の大きさは、ベニヤ板とアルミ板とでは違うだろうか。違ふとすれば、どちらの方が大きいだろうか。理由も書こう。

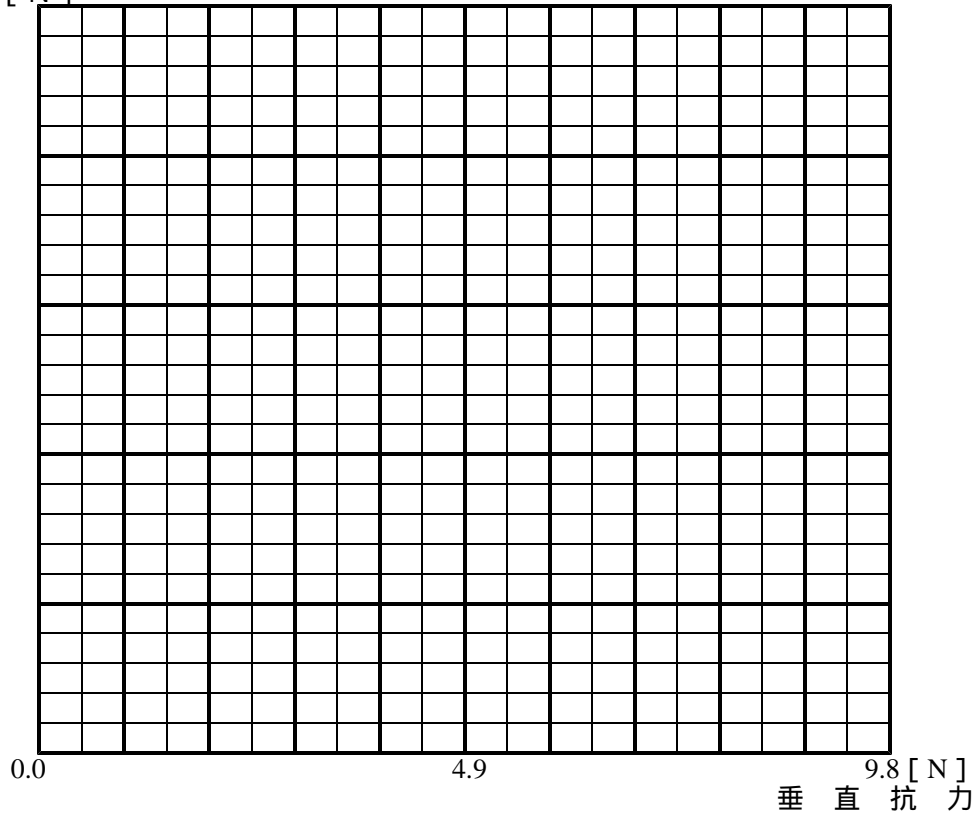
【測定値】

質量 (木片 + おもり)	合計の質量	動摩擦力 (ベニヤ板)	動摩擦力 (アルミ板)
m ₁ 200g (木片のみ)	[Kg]	F ₁ [N]	F ₁ [N]
m ₂ 200 + 100 g	[Kg]	F ₂ [N]	F ₂ [N]
m ₃ 200 + 200 g	[Kg]	F ₃ [N]	F ₃ [N]
m ₄ 200 + 300 g	[Kg]	F ₄ [N]	F ₄ [N]
m ₅ 200 + 400 g	[Kg]	F ₅ [N]	F ₅ [N]
m ₆ 200 + 500 g	[Kg]	F ₆ [N]	F ₆ [N]

【測定値の処理】

(1) 実験の結果をプロットする。プロットした点を結び、グラフを完成させよう。

動摩擦力 [N]



(2) グラフの傾きを求めよう。

ベニヤ板の場合 []
アルミ板の場合 []

【考察】

(1) 空欄を埋めてみよう。

動摩擦力は、() に比例する。比例定数は ()
と呼ばれ、() によって決まる。

(2) 推論のところで予測した内容と、実験結果は一致したか。一致しなかった場合は、その理由も考えてみよう。

【問題】

実生活で、静止摩擦力と動摩擦力の大きさの違いを実感できる例としてはどのようなものがあるだろうか、考えてみよう。

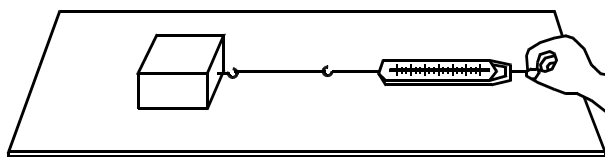
【発展】

実験3において等速で引く場合、ゆっくりとした等速で引く場合と、少し早めの等速で引く場合とで、動摩擦力の大きさは変わるだろうか。

確認テスト 1

2年 組 番 氏名 _____

1. 机の上に 500 g の物体が置かれており、これをばねばかりで真横に引いて動かす。以下の問いに答えよ。重力加速度は 9.8 m/s^2 とする。



- (1) この物体に働く重力の大きさは何 N か。

[N]

- (2) この物体に 1.0 N の力を真横に加えたが、物体は動かなかった。
このときの静止摩擦力はいくらか。

[N]

この時、物体に働く力を図示し、それぞれの名称を答えよ。



- (3) さらに引く力を大きくしていった。引く力が 1.47 N になった直後に、物体は動き出した。

動き出す直前の摩擦力を何というか。 []

この物体と面との静止摩擦係数を求めよ。

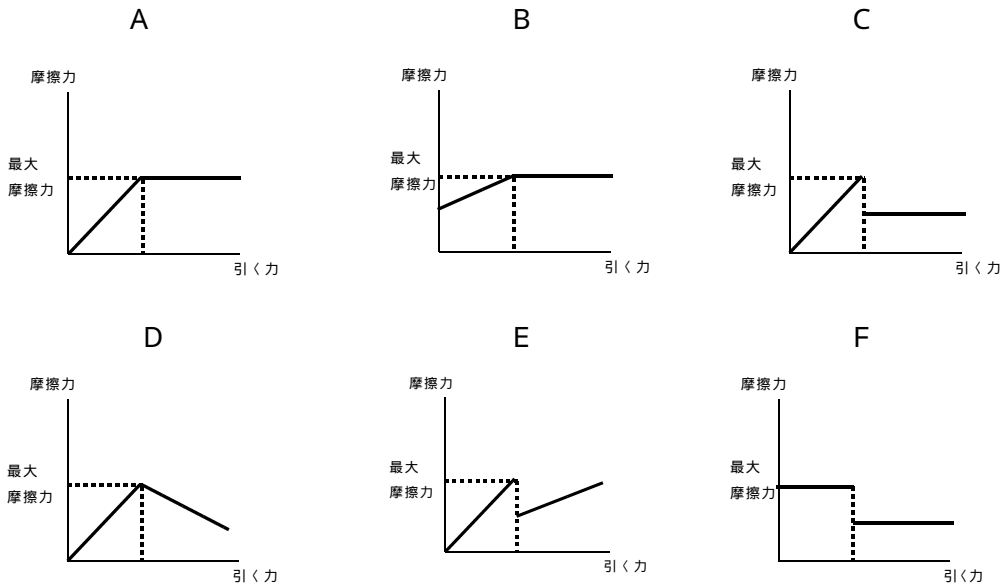
[]

- (4) 動き出した後、そのままばねばかりで物体を引いて一定の速さで動かした。
この時、引く力は 0.98 N であった。

動摩擦力の大きさはいくらか。
[]

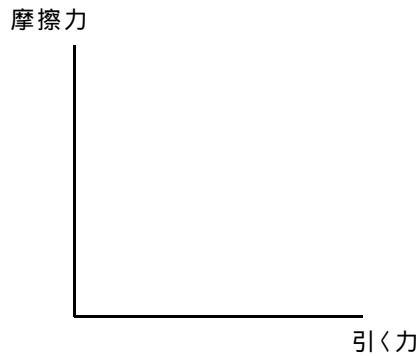
動摩擦係数はいくらか。
[]

(5) 力0の状態からゆっくりと引き、動き出してからも徐々に大きな力を加えていくとする。引く力の大きさと、摩擦力の大きさの関係を表したグラフはどれか。適当と思われるものを次から選べ。

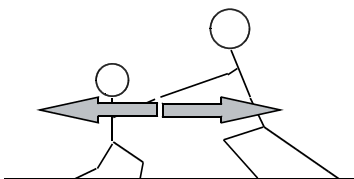


(6) この実験を質量を変えずに、面の状態だけを変えて行った場合、グラフはどう変わるだろうか。(5)で選んだグラフを下に書き、次の の場合について、それぞれグラフを書き入れよ。

もっとなめらかな面上で行った場合、 もっと粗い面上で行った場合



2. 大人と子どもが相撲を取ったら、大人が子どもを押し出して勝った。大人が子どもを押し出す力と、子どもが大人を押し出す力は作用・反作用で同じはずであるのに、なぜか。地面との摩擦力を使って説明しなさい。



ワークシート4

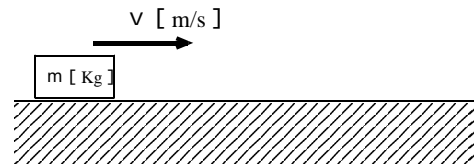
摩擦のある面上での物体の運動

2年 組 番 氏名

【運動方程式で摩擦のある水平面上の物体の運動を予想してみよう。】

質量 m の物体が初速度 v で粗い面上をすべり始めた。この物体と面との動摩擦係数を μ 、重力加速度を g [m/s^2]とする。

- (1) 物体に働く動摩擦力の大きさはどのように表わされるだろうか。またどちら向きか。図に書き入れてみよう。



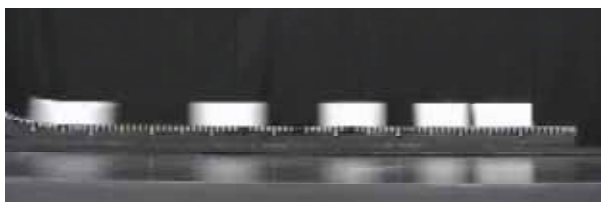
- (2) 物体には動摩擦力のみが働き、加速度 a の等加速度直線運動をとする。右向きを正の向きとして、物体の運動方程式を表してみよう。

- (3) 加速度 a は、どのように表されるか。

- (4) この場合、 $\mu = 0.15$ 、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とすると、加速度はいくらになるか。

【摩擦のある水平面上の物体の運動を実際に調べてみよう。】

(5) 右の写真は、水平面上で物体をすべらせたときの、0.2秒ごとの位置を撮影し、連続写真として合成したものです。間隔が徐々にせまくなっているところから、負の加速度を持った運動であることがわかります。



それぞれの瞬間を撮影した下の6枚の写真から物体の位置を読み取り、加速度を計算してみよう。(一目盛りが1cmを表す。斜面から水平になった付近の長いしるしの目盛りを0とし、物体の右側を読むとよい。)

0.0秒

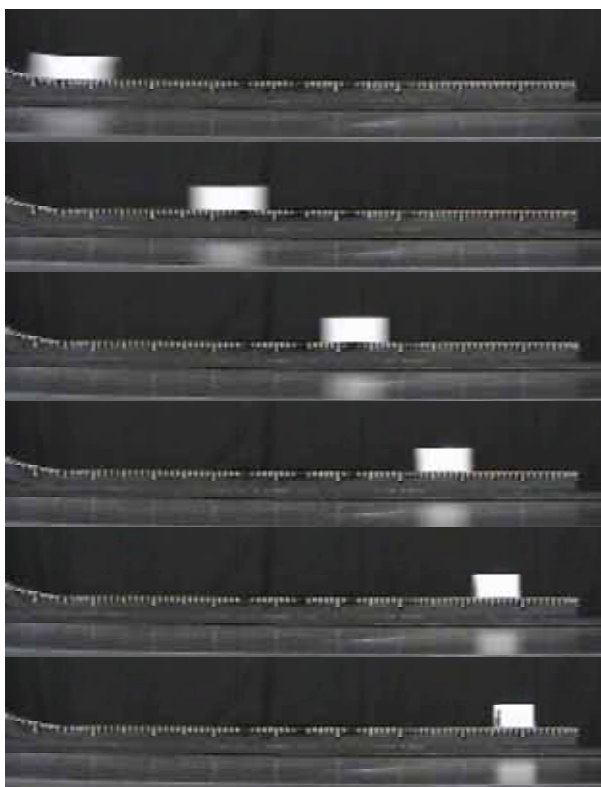
0.2秒

0.4秒

0.6秒

0.8秒

1.0秒



時刻 [s]	位置 [m]	移動距離 [m]	速さ [m/s]	速さの差	加速度 [m/s ²]
0					
0.2					
0.4					
0.6					
0.8					
1.0					
平均の加速度 [m/s ²]					

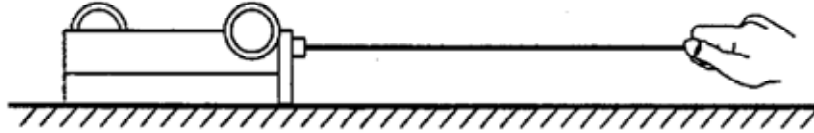
【考察】

連続写真の加速度と、(4)で求めた加速度を比較してみよう。また、物体と面との間の動摩擦係数を求めてみよう。

確認テスト2

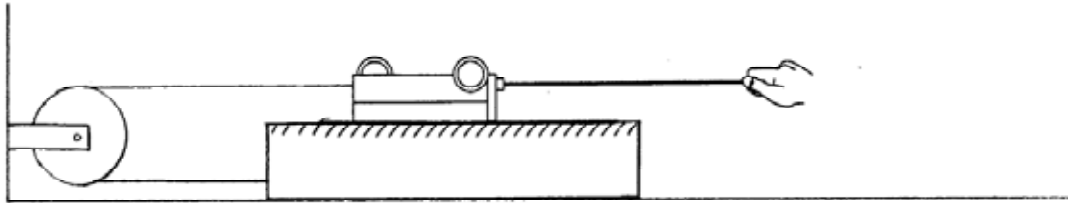
2年 組 番 氏名 _____

- 問1 図のように台車をひっくり返して置き、ゴムひもを一定の長さに伸ばした状態で引いたところ等加速度運動をした。台車の質量を m 、ゴムひもを引く力を F 、台車と面との動摩擦係数を μ とし、台車に加わる力を図中に書き込んでから、台車の運動方程式を立て、台車の加速度を求めよ。ただし重力加速度を g とする。



- 問2 問1で台車の速度が V になったときに、ゴムひもから手を離した。台車が止まるまでの距離を求めよ。ただし、途中の計算も書くこと。

問3 なめらかな水平台上に物体Aを置き、その上に問1と同様に台車を置く。図のように滑車を介して台車と物体Aを軽い糸で結び、問1と同様にゴムひもで引いたところ、台車、物体Aともに等加速度運動をした。台車と物体Aの上面との動摩擦係数を μ 、物体Aの質量をMとして、次の文中の□に適切な語または式を入れて、文を完成させよ。



台車の受ける垂直抗力をNとすると、台車の垂直方向の力のつり合いの式は□となる。

よって、台車の物体Aから受ける動摩擦力は□となり、向きは□向きである。

また、物体Aが台車から受ける動摩擦力は□となり、向きは□向きである。

よって、台車の加速度を右向きに□、ひもの張力をTとすると台車の運動方程式は□となる。

また、物体Aの加速度を左向きに□とすると、物体Aの運動方程式は□となる。

台車と物体Aは伸びない糸で結ばれているので、□が成り立つ。

よって、□と□の両式から張力Tを消去して台車の加速度は□

□と求まる。

	計算欄

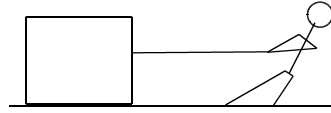
事後アンケート

2年 組 番 氏名

1. 床の上で物体を真横に引いて動かそうとした。

(1) この物体を動かすためには、どんな大きさの力を加えれば動き始めるだろうか。物体の重さ（物体に働く重力）と比べて答えよ。

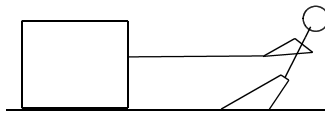
- (ア) 物体の重さよりも小さな力で動く
- (イ) 物体の重さとほぼ同じ力で動く
- (ウ) 物体の重さよりも大きな力でないと動かない
- (エ) その他 ()



(2) 引く力を加えても物体が動かない場合、物体を静止させているのはどんな力だろうか。

- (ア) 加える力に対して、物体に働く重力でがんばっている。
- (イ) 加える力に対して、摩擦力でがんばっている。
- (ウ) 加える力に対して、重力と摩擦力の両方でがんばっている。
- (エ) その他 ()

(3) (2)の力を下の図に書き入れてみよう。

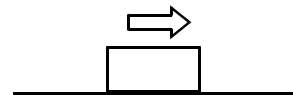


(4) 動き出した後、一定の速さになるように動かした。このとき、動かす力と物体に働く摩擦力はどうなっているだろうか

- (ア) 摩擦力は働いていない
- (イ) 摩擦力 < 動かす力
- (ウ) 摩擦力 = 動かす力
- (エ) 摩擦力 > 動かす力
- (オ) その他 ()

2. テーブルの上で物体を右向きにすべらせたが、物体はやがて止まった。これはどうしてか。

- (ア) 右向きの力が働かなくなったため
- (イ) 左向きに力が働いたため
- (ウ) その他 ()



3. 空から降ってくる雨は、地上付近で、どんな運動をしているだろうか。

- (ア) 時間とともに落下速度が増す等加速度運動
- (イ) ほぼ同じスピードで落下する等速運動
- (ウ) その他

4. 摩擦力の授業を通しての感想、新たにわかったこと、疑問に思ったことなどを自由に書いてください。

学習の振り返り（自己評価シート）

2年 組 番 氏名 _____

摩擦に関する学習を振り返ってみよう。

1 下の（1）から（5）について、あてはまるものを、次の1、2、3、4の中から1つずつ選んで、その番号に をつけてください。

1 そうしている	2 どちらかといえば そうしている	3 どちらかといえば そうしていない	4 そうしていない
----------	----------------------	-----------------------	-----------

（1）自分の考えで、予想しながら観察・実験に取り組みましたか。

1 - 2 - 3 - 4

（2）友だちと協力したり、意見を交換したりして観察・実験を進めましたか。

1 - 2 - 3 - 4

（3）観察・実験の取り組み方が間違っていないか、途中で確認しましたか。

1 - 2 - 3 - 4

（4）家庭学習で、実験のまとめや復習に取り組みましたか。

1 - 2 - 3 - 4

（5）学習した内容について、分からないことや興味・関心を持ったことについて、ワークシートの書き込んだり、教師に質問したりしましたか。

1 - 2 - 3 - 4

2 学習した内容について、あなたはどのように感じましたか。それぞれの内容について、該当するものがあれば、その番号に をつけてください。

（1）静止摩擦力と動摩擦力の違いがわかりましたか。

1 わかった。 2 よくわからなかった。

質問したいこと

（2）摩擦力の数式での表し方や作図、力のつり合いの式や運動方程式の立て方がわかりましたか。

1 わかった。 2 よくわからなかった。

質問したいこと

（3）摩擦のある面上の物体の運動の様子を解析する方法に興味がありましたか。

1 はい 2 いいえ

不思議に思ったこと、興味を持ったこと

運動の法則（摩擦）に関するワークシートおよび評価問題作成の意図及び解説 【教師用】

主な学習活動	ねらい	評価内容
事前アンケート	<ul style="list-style-type: none"> ・摩擦に関する既成のイメージを把握する。 ・これからの学習に向けての動機付けとする。 ・力のつり合いや運動の法則に関するレディネスを把握する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・運動の第1、第2法則の基本的理解（知識理解） ・運動の第1、第2法則をもとに運動の様子を考察しているか。（思考判断） ・生活経験の中の現象を摩擦と関連付けて考えようとしているか。（思考判断、関心意欲態度）
ワークシート1 静止している物体に働く摩擦力	<ul style="list-style-type: none"> ・力のつり合いの理解 ・運動の法則からの必然性による、静止摩擦力と外力のつり合いの理解 	<ul style="list-style-type: none"> ・垂直抗力の意味を理解しているか。（知識理解） ・重力と垂直抗力とのつり合いを理解しているか。（知識理解） ・外力が変化しても動かないために必要な条件が理解できるか。（思考判断） ・外力と静止摩擦力の関係をグラフで表せるか。（思考判断、技能表現） ・静止摩擦力の原因を生活経験や既習事項から考察しようとしたか。（関心意欲態度）
ワークシート2 （実験1） 静止摩擦力	<ul style="list-style-type: none"> ・最大静止摩擦力を決める要素の理解 ・最大静止摩擦力を決める要素の量的関係の理解 	<ul style="list-style-type: none"> ・最大静止摩擦力を決める要素を生活経験や既習事項から予想できたか。（関心意欲態度、思考判断） ・実験の意義を考えながら、正しく実験を行うことができたか。（思考判断、技能表現） ・実験によりその予想を検証しようとしたか。（思考判断） ・実験データを正しくグラフ化できたか（技能表現） ・データの解析から最大静止摩擦力の表し方を考えることができた。（思考判断） ・導いた最大静止摩擦力を表す式を用いて、実験データの再評価ができたか。（思考判断）
ワークシート3 （実験2） 動摩擦力	<ul style="list-style-type: none"> ・動摩擦力を決める要素の理解 ・動摩擦力を決める要素の量的関係の理解 	<ul style="list-style-type: none"> ・動摩擦力を決める要素を生活経験や既習事項から予想できたか。（関心意欲態度、思考判断） ・実験の意義を考えながら、正しく実験を行うことができたか。（思考判断、技能表現） ・実験によりその予想を検証しようとしたか。（思考判断） ・実験データを正しくグラフ化できたか。（技能表現） ・データの解析から動摩擦力の表し方を考えることができた。（思考判断） ・導いた動摩擦力を表す式を用いて、実験データの再評価ができたか。（思考判断）
確認テスト1	<ul style="list-style-type: none"> ・前時までの学習事項の定着の確認と応用力の 	<ul style="list-style-type: none"> ・摩擦力（静止摩擦力および動摩擦力）と外力の量的関係を理解しているか。（知識理解）

	有無の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・摩擦のある面上の物体に働く力を書き込むことができたか。(知識理解、技能表現) ・最大静止摩擦力の式を用いて静止摩擦係数を求めることができていないか。(知識理解) ・動摩擦力の式を用いて動摩擦係数を求めることができたか。(知識理解) ・既習概念(力のつり合い、運動の法則、摩擦力)で身近な現象を正しく説明できたか。(知識理解、思考判断)
ワークシート4	<ul style="list-style-type: none"> ・摩擦のある水平面上の物体の様子を運動方程式を用いて予測(加速度の導出) ・実際に物体の運動の様子を実験で確かめることによる運動方程式の有用性の理解 ・摩擦のある水平面上では等加速度であり加速度は動摩擦係数のみにより決まることの理解 	<ul style="list-style-type: none"> ・運動している物体に働く力を正しく書き込むことができたか。(知識理解、技能表現) ・運動方程式を立てられたか。(知識理解、技能表現) ・運動方程式を解くことにより加速度を求めることができたか。(知識理解) ・実験の意義を考えながら、正しく実験を行うことができたか。(思考判断、技能表現) ・実験データを正しく解析することができたか。(位置・速度・加速度の導出の一連の流れ) ・実験結果が理論通りにならない原因を科学的に考えようとしたか。(思考判断)
確認テスト2	<ul style="list-style-type: none"> ・前時まで(ワークシート4)の学習事項の定着の確認と応用力の有無の確認 	<p>(思考判断、知識理解、技能表現)</p> <p>問1、2</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運動している物体に働く力を理解しているか ・運動方程式を立て、加速度を求めることができたか ・等加速度直線運動の式を正しく扱えるか <p>問3</p> <ul style="list-style-type: none"> ・垂直抗力について正しく理解しているか ・動摩擦力の大きさを正しく求めることができるか ・動摩擦力に働く向きを正しく理解しているか ・動摩擦力を数式で正しく表せるか ・2物体の運動方程式を正しく立てられるか ・立てた運動方程式を正しく扱い、加速度を求めることができるか
事後アンケート 学習の振り返り シート	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒の概念形成の把握 ・生徒による概念形成の自己認識 ・自発的な学習を促す ・指導法の改善 ・個別的な学習相談 	<ul style="list-style-type: none"> ・授業の前後で摩擦に関するイメージがどう変わったか ・生徒の意識の分析