

編 修 趣 意 書

(教育基本法との対照表)

※受理番号	学 校	教 科	種 目	学 年
106-46	高等学校	理 科	物理基礎	
※発行者の 番号・略称	※教科書の 記号・番号	※教 科 書 名		

1. 編修の基本方針

本教科書は、生徒が日常生活や社会との関連を図りながら、物体の運動と様々なエネルギーに関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成することを目指して編修しました。そのため、身近な事物・現象を題材にした話題を豊富に掲載し、生徒の興味・関心を高めるとともに、自らの課題意識に基づいて、科学的に探究しようとする態度を養えるよう、本文中に、多数の活動事例を配置しました。また、この学習の過程を通して、身のまわりの物理学的な事物・現象に関する基本的な概念や原理・法則を理解し、科学的な探究の方法を身に付けられるようになるとともに、習得した知識・技能を日常生活や科学的な思考力の基礎として活用する能力が身に付けられるように意を用いました。

本教科書は、それらを踏まえて教育基本法に示された教育の目標を達成し、上記の資質・能力が身に付くよう、下記の基本方針に基づいて編修しました。

- (1) 身近に見られる事物・現象に生徒自ら疑問をもち、仮説の立案や検証、振り返りなどを通して、問題解決的に学習ができるように内容を配列する。
- (2) 身近な事物・現象について探究的に学習することを重視し、課題を把握し、見通しをもって観察、実験を行うようにする。さらに、結果を自分なりに分析・解釈して、自らの考察について表現するなど、一連の過程を具体的に記述し、探究的な学習の方法の基礎が身に付くようにする。
- (3) 主体的・対話的で探究的な学習活動を通して、生徒自らが物理学的な概念を習得し、それらの活動を適切に配置することで、知識を深めたり、系統化したりできるように配慮する。
- (4) 物理学と日常生活や社会との関連にかかわる記述を充実させ、物理学を学ぶ楽しさや、物理学の有用性を実感できるようにする。
- (5) 様々なエネルギーの利用や科学技術の発展に伴う諸課題に対する、科学的な思考力・判断力を養うとともに、主体的・協働的に行動する、持続可能な社会づくりの担い手を育むようにする。

2. 対照表

図書の構成・内容	特に意を用いた点や特色	該当箇所
<h1>1 編</h1> <h2>物体の運動とエネルギー</h2> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1章 運動の表し方 ■ 2章 さまざまな力とそのはたらき ■ 3章 力学的エネルギー 	<ul style="list-style-type: none"> ・具体的な観察、実験を通して、自然の事物・現象や科学技術に対する興味・関心を高め、科学的に探究する能力と態度を育成するようにしました（第1号）。 ・目的意識や見通しをもって学習活動が行えるよう、「Let's start!」「学習の問い」「考えてみよう・やってみよう・調べてみよう」を設けるなど、問題解決的な学習展開を工夫しました（第2号）。 ・物理学の有用性や、物理学と日常生活や社会との関連を、豊富に紹介しました（第2号）。 ・考察場面や発表、話し合いを行うことのできる題材を豊富に掲載し、協働的な問題解決活動を通して、科学的なものの見方や考え方を育み、主体的に社会の形成に参画し、その発展に寄与する態度を養うように配慮しました（第3号）。 ・身近な自然とかかわる活動場面や資料を配置し、それらを用いた学習活動を通して、生命を愛護し、自然環境を保全しようとする態度の育成を図るようにしました（第4号）。 ・日本の自然写真や、日本の科学技術、伝統技術に加え、海外の科学史・科学者や自然写真・資料なども掲載し、物理学や科学技術が国際社会の平和と発展に貢献していることを紹介しました（第5号）。 	<p>[1章] 10、16、25、36ページなど [2章] 49、63、65、67、71ページなど [3章] 97、102、111、112ページなど</p> <p>[1章] 11、16、22、24、32ページなど [2章] 50、55、62、72ページなど [3章] 98、100、104、116ページなど</p> <p>[1章] 10、24～26、36、46ページなど [2章] 49、62～68、93、94ページなど [3章] 97、110～112、126ページなど</p> <p>[1章] 22、32ページなど [2章] 50、55ページなど [3章] 98、103、106ページなど</p> <p>[1章] 19、22、39、46ページなど [2章] 50、62、72、73、82ページなど [3章] 98、106、110、116ページなど</p>
<h1>2 編</h1> <h2>さまざまな物理現象とエネルギー</h2> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1章 熱 ■ 2章 波 ■ 3章 電気と磁気 ■ 4章 エネルギーとその利用 ■ 終章 物理学が拓く世界 	<ul style="list-style-type: none"> ・具体的な観察・実験を通して、自然の事物・現象や科学技術に対する興味・関心を高め、科学的に探究する能力と態度を育成するようにしました（第1号）。 ・目的意識や見通しをもって学習活動が行えるよう、「Let's start!」「学習の問い」「考えてみよう・やってみよう・調べてみよう」を設けるなど、問題解決的な学習展開を工夫しました（第2号）。 ・物理学の有用性や、物理学と日常生活や社会との関連を、豊富に紹介しました（第2号）。 ・考察場面や発表、話し合いを行うことのできる題材を豊富に掲載し、協働的な問題解決活動を通して、科学的なものの見方や考え方を育み、主体的に社会の形成に参画し、その発展に寄与する態度を養うように配慮しました（第3号）。 ・身近な自然とかかわる活動場面や資料を配置し、それらを用いた学習活動を通して、生命を愛護し、自然環境を保全しようとする態度の育成を図るようにしました（第4号）。 ・日本の自然写真や、日本の科学技術、伝統技術に加え、海外の科学史・科学者や自然写真・資料なども掲載し、物理学や科学技術が国際社会の平和と発展に貢献していることを紹介しました（第5号）。 	<p>[1章] 130、131、137、145ページなど [2章] 150、161、179、183ページなど [3章] 191、196、199、224ページなど [4章] 243、244、245ページなど</p> <p>[1章] 131、133、135、137ページなど [2章] 151、153、177、181ページなど [3章] 192、198、220～225ページなど [4章] 230、232～244ページなど [終章] 284～②ページ</p> <p>[1章] 130、136～138、148ページなど [2章] 150、178～184、189ページなど [3章] 191、199、200、227ページなど [4章] 229、233、240、245ページなど</p> <p>[1章] 135、139ページなど [2章] 153、170ページなど [3章] 202、220、221、225ページなど [4章] 236、238、240～245ページなど [終章] 284～②ページ</p> <p>[1章] 131、135、143、144ページなど [2章] 153、170、174、177ページなど [3章] 193、195、220～226ページなど [4章] 230、237、242～244ページなど [終章] 284～②ページ</p>

3. 上記の記載事項以外に特に意を用いた点や特色

- ・中学校での学習内容とのつながりに配慮することで、より学習が深められるよう、側注や本文脇に一目でわかるように中学校の学習内容を示した「復習囲み」や「復習マーク」を設けたり、二次元コードから中学校の学習内容を確認できるようにしたりしました（学校教育法第51条1号）。
 - 7、10、11、12、13、16、36、49、50～55、62、70、80、81、97、98、100、102、104、110、116、117、130、133、134、150、151、154、173～175、191、192、194～197、200、202～204、209～218、229、232～234、236～238、240～244ページなど
 - ・学習内容を基に、日常生活の中での物理学の応用について考えさせるなど、幅広い視野を養い、持続可能な社会づくりの担い手を育むように配慮しました（学校教育法第51条2号、3号）。
 - 8、9、10、11、16、19、22、32、36、46、49、50、55、62、73、93、94、97、98、100、103、110、116、126、128、129、130、131、135、136、139、141、144、146、148、151、153、161、170、173、177、178、181、182、192、197、203、209、213、214、220～225、229、230～233、240～245、247～252、284～②ページなど
 - ・物理学的に数量を処理する能力を養うため、身近な自然の事物・現象に関連した数量について、問いなどを示しました（学校教育法第51条2号）。
 - 10～12、19、32、37、49、82、102、106、135、174、175、177、202、219、223、229、236、242～244、247～252ページなど
-

編 修 趣 意 書

(学習指導要領との対照表、授業時数配当表)

※受理番号	学 校	教 科	種 目	学 年
106-46	高等学校	理科	物理基礎	
※発行者の 番号・略称	※教科書の 記号・番号	※教 科 書 名		

1. 編修上特に意を用いた点や特色

本教科書は、日常生活や社会との関わりを図りながら、物理学が科学技術に果たす役割について、理科の見方・考え方をはたらかせ、見通しをもって観察、実験を行うなどの活動を中心とした探究の過程に沿って学ぶことで、物理学に対する興味・関心を高めながら主体的な学びを促し、探究する能力を育むことを目指して編修しました。

(1) 目標及び内容

- | | |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>① 日常生活や社会との関連を図りながら物体の運動と様々なエネルギーについて理解を深める</p> | <ul style="list-style-type: none"> ●各節に「Let's start!」を設け、日常生活や社会との関連を意識しながら学習に取り組めるようにしました。 ●重要な式には、理解を助けるために文字式だけでなく、文字の意味や英訳、式の意味をあわせて掲載しました。 ●学習内容に応じて「正誤問題（○×問題）」を設け、式を単に記憶するだけでなく、本質的な理解ができているかを確認できるようにしました。 ●本文内の「コラム」は、【日常生活】【社会】【科学史】に分類し、日常生活や社会とつながりを感じながら理解を深められるようにしました。 ●デジタルコンテンツの活用が有効な箇所には、「二次元コード」を付し、理解を深められるようにしました。コンテンツ概要は目次ページに掲載してあります。 |
| <p>② 観察・実験などを行い、科学的に探究する力を養う</p> | <ul style="list-style-type: none"> ●見通しをもって学習にのぞめるように要所に「学習の問い」を設け、各節の終わりには学習内容を振り返れるように「この節のポイント」を設定しました。 ●「考えてみよう」を設け、仮説の設定を促したり、実験を計画させたりすることで、科学的に探究する力を養えるようにしました。 ●観察・実験には必要に応じて「注意マーク」を付記し、安全に観察・実験が行えるように配慮しました。 |
| <p>③ 科学的に探究しようとする態度を養う</p> | <ul style="list-style-type: none"> ●身近な材料で、自宅などでもできる実験や活動を促す「やってみよう」を設け、物理学に対する興味・関心を広げられるようにしました。 ●「やってみよう」「考えてみよう」「調べてみよう」を設け、学習した内容を主体的に活用する能力を養えるようにしました。 |

図書の構成		各編の内容	該当箇所
物理量の測定と扱い方		●物理学を学習する上で必要な物理量の表し方や測定における不確かさ、測定値の扱い方、実験結果の処理の方法を学習します。	前見返し①～3ページ
1編 物体の運動とエネルギー	1章 運動の表し方	●直線上を運動する物体の変位や速度、加速度の表し方について学習します。また、自由落下や鉛直投射の表し方や水平投射における運動の分解を学習します。	10～48ページ
	2章 さまざまな力とそのはたらき	●物体に接してはたらく力や離れてはたらく力の扱い方を力のつり合いを通して学習します。また、運動の法則を通して、物体にはたらく力を定量的に扱うことに加え、ニュートンの運動の3法則も学習します。	49～96ページ
	3章 力学的エネルギー	●運動エネルギーや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の表し方を学習し、力学的エネルギーが保存される場合とされない場合について学習します。	97～127ページ
2編 さまざまな物理現象とエネルギー	1章 熱	●原子や分子の熱運動と温度との関係や絶対温度、物質の三態を学習します。また、熱容量や比熱容量、熱量の保存、内部エネルギー、熱現象の不可逆性や熱効率などを学習します。	130～149ページ
	2章 波	●直線状に伝わる波について、波を表す基本的な量や波の重ね合わせ、定在波、反射などを学習します。音については、うなりや弦の固有振動、気柱の固有振動などを学習します。	150～190ページ
	3章 電気と磁気	●中学校での学習内容をベースにし、物質の抵抗率の違いや交流の発生、変圧や送電などについて学習します。また、電磁波の分類についても学習します。	191～228ページ
	4章 エネルギーとその利用	●これまでに学習したさまざまなエネルギーの変換と保存について学習します。また、原子力については、放射線の特徴や、利用と人類への影響などについて学習し、人類が利用可能なエネルギーの現状や課題についても学習します。	229～246ページ
	終章 物理学が拓く世界	●物理基礎で学習した内容が、日常生活や社会、それらを支えている科学技術とどのように関連しているかを学習します。また、キャリア教育の一環で物理とかかわる人々の職業を学習します。	284ページ～ 後見返し②

(2) 内容の特色と構成

①組織・配列・構成

- 高等学校学習指導要領理科「物理基礎」の「目標」「内容」及び「内容の取扱い」に示された事項のすべてについて、過不足なく取り上げました。
- 中学校までの学習と関連付けながら学習できるように、側注に「復習囲み」、本文脇に「復習マーク」を設けました。
- 「コラム」は【日常生活】【社会】【科学史】に分類し、日常生活や社会における学習内容の活用事例や現象の科学的説明など、物理学と日常生活の関連を意識できるようにしています。
- 本文内には、生徒が理解を深められるように「問」「例題」「類題」「正誤問題（○×問題）」を、各章末には、その章の学習内容を確認する「章末問題」を、巻末には「巻末問題」を設けました。また、自学自習する際に活用しやすいように、巻末には上記すべての解答を掲載しました。
- 生徒がつまずきやすいと考えられる内容には、「NOTE」「特集」「レベルアップドリル」を設け、学習内容の理解と定着を手助けできるようにしました。

②表記・表現

- 平易な文章で、わかりやすく、丁寧な記述を心がけるとともに、概念図や表、写真と組み合わせて扱うことで、より内容理解を助けるようにしました。

③印刷・造本上の工夫

- 製本には針金を使用せず、接着剤を使用することで、リサイクル性を重視しました。
- 用紙には再生紙を用いるとともに、植物油インキで印刷しました。
- レイアウト・図版の色づかいなど、ユニバーサルデザインに配慮して編修しました。また、読みやすいユニバーサルデザインフォントを使用しました。

④教科書を補完する 指導書の工夫

- 授業展開例、学習目標・評価規準などがわかりやすく整理された教師用指導書を発行します。指導書付属の動画コンテンツ、ワークシートなどの豊富なデジタルコンテンツで、ICTを活用した授業をサポートします。

2. 対照表

図書の構成・内容		学習指導要領の内容	該当箇所	配 当 時 数
物理量の測定と扱い方		内容(1)ア(ア)㉞ 内容の取扱い(1)ア、イ、(2)ア	前見返し①～3ページ	2
1 編 物体の運動とエネルギー	1 章 運動の表し方	内容(1)ア(ア)㉟、㊱、(イ)㉞、イ 内容の取扱い(1)ア、イ、(2)ア	8～48ページ	11
	2 章 さまざまな力と そのはたらき	内容(1)ア(イ)、イ 内容の取扱い(1)ア、イ、(2)ア	49～96ページ	12
	3 章 力学的エネルギー	内容(1)ア(ウ)、イ 内容の取扱い(1)ア、イ、(2)ア	97～127ページ	11
2 編 さまざまな物理現象と エネルギー	1 章 熱	内容(2)ア(イ)、イ 内容の取扱い(1)ア、イ、(2)イ	128～149ページ	8
	2 章 波	内容(2)ア(ア)、イ 内容の取扱い(1)ア、イ、(2)イ	150～190ページ	9
	3 章 電気と磁気	内容(2)ア(ウ)、イ 内容の取扱い(1)ア、イ、(2)イ	191～228ページ	9
	4 章 エネルギーと その利用	内容(2)ア(エ) 内容の取扱い(1)ア、イ、(2)イ	229～246ページ	6
	終章 物理学が拓く世界	内容(2)ア(オ) 内容の取扱い(2)イ	284ページ～ 後見返し②	2
		計		70

編 修 趣 意 書

(発展的な学習内容の記述)

※受理番号	学 校	教 科	種 目	学 年
106-46	高等学校	理 科	物理基礎	
※発行者の 番号・略称	※教科書の 記号・番号	※教 科 書 名		

ページ	記 述	類 型	関連する学習指導要領の内容や 内容の取扱いに示す事項	ページ数
21	平面上の合成速度と相対速度	1	(1)ア(ア)㊦	0.75
42	水平投射を数式で解析する	1	(1)ア(イ)㊥	0.5
43	斜方投射	1	(1)ア(イ)㊥	1
44	放物運動を数式で解析する	1	(1)ア(イ)㊥	2
146	熱力学第2法則	1	(2)ア(イ)㊦	0.25
177	ドップラー効果	1	(2)ア(ア)㊦	0.25
181	弦を伝わる波の速さ	2	(2)ア(ア)㊦	0.25
213	フレミングの左手の法則	1	(2)ア(ウ)㊦	0.25
215	消費電力と実効値	1	(2)ア(ウ)㊦	0.25
216	レンツの法則	1	(2)ア(ウ)㊦	0.5
253	剛体のつり合い	1	(1)ア(イ)㊦	1.25
254	剛体にはたらく2力	1	(1)ア(イ)㊦	1.25
255	運動量	1	(1)ア(ウ)㊦	2.25
257	円運動	1	(1)ア(ア)㊦	1.25
258	単振動	1	(2)ア(ア)㊦	1.5
260	熱	1	(2)ア(イ)㊦	2
262	波	1	(2)ア(ア)	4
合 計				19.5

常用漢字以外の使用漢字一覧表

釘	幌	攪	拌	紐	琥	珀	熾	橙	曝	珂	錐	眞
32	37	137	137	151	193	193	223	225	236	239	270	284

出典一覧表

※下記以外の図・写真は自社作成

申請図書			出典				備考	
ページ	名称	種別	名称	ページ	著作者等	発行者	発行年次等	
8	ウォーターパークの小さな女の子	写真						ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社 483185889
11	ゴーカート	写真						株式会社アフロ 4805007
11	サッカーボールを蹴ろうとしている	写真						株式会社アフロ 74662660
13	高速道路の車間距離標識	写真						株式会社フォト・オリジナル 4314906
16	道路を走るランナー	写真						株式会社アマナイメージズ 10410000209
16	力学台車の実験(等速直線運動)	写真						有限会社ミラージュ
17	等速直線運動(模型自動車の運動)上	写真						有限会社ミラージュ
17	等速直線運動(模型自動車の運動)下	写真						有限会社ミラージュ
19	電車と車の並走	写真						株式会社アフロ 37192154
22	バスケットボールのシュート	写真						株式会社アマナイメージズ 11070007107
22	ラグビーのパス	写真						ピクスタ株式会社 9007811
22	リレーのバトンパス	写真						株式会社アマナイメージズ 11010041783
22	やり投げの助走	写真						株式会社アフロ 3538574
24	小球のマルチストロボ撮影(等速直線運動)	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー kca000346
36	バンジージャンプ	写真						株式会社アフロ 15977814
37	自由落下の写真	写真						有限会社ミラージュ
39	鉛直投げ上げの写真	写真						有限会社ミラージュ
41	水平投射のマルチストロボ写真(等速直線運動)	写真						有限会社ミラージュ
41	水平投射のマルチストロボ写真(自由落下運動)	写真						有限会社ミラージュ
41	水平投射のマルチストロボ写真(水平投射)	写真						有限会社ミラージュ
43	斜方投射のマルチストロボ写真(鉛直投げ上げ)	写真						有限会社ミラージュ
43	斜方投射のマルチストロボ写真(斜方投射)	写真						有限会社ミラージュ
46	電車内から運転席をのぞく子ども	写真						株式会社アマナイメージズ 28197000318
46	バイクのレーサー	写真						ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社 170614988
49	2つの力学台車	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー cos052254
49	ふたをしたペットボトルを水中にしずめる	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー cos052255
49	水に浮かぶ卵	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー cos047652
50	男の子と机の上のりんご	写真						株式会社アマナイメージズ 11004031971
50	弓道	写真						株式会社アフロ 57657165
50	野球	写真						株式会社アフロ 3382670
50	テニス	写真						株式会社アフロ 13978860
50	力の3要素(サッカーボールを蹴る瞬間)	写真						株式会社アフロ 5628208
51	綱引き	写真						株式会社アフロ 84998586
52	糸の張力	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー cos052248
54	アクリル棒と塩化ビニル棒の間にはたらく静電気力	写真						有限会社ミラージュ
54	磁力	写真						田村公生

54	おもりが2本の糸から受ける張力	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	cos052247
55	斜張橋(瀬戸大橋 与島より望む)	写真						株式会社アマナイメーجز	1269090352
63	力学台車をゴムひもで引く実験	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	cos052253
71	力学台車(厚紙つき)	写真						有限会社ミラージュ	
71	力学台車の衝突実験	写真						有限会社ミラージュ	
73	新幹線	写真						株式会社アフロ	5237078
77	カーリング	写真						株式会社アフロ	116137874
78	自転車のブレーキパッド	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	hib051419
79	摩擦係数	表	物理学大辞典 第2版	1749	物理学大辞典編集委員会 編	丸善出版	2005年	有限会社クワイーク	
80	圧力の違い(鉛筆を両手で支える)	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	cos013392
80	水中でのゴム膜のへこみ方(水圧は大きい)	写真						有限会社ミラージュ	
80	水中でのゴム膜のへこみ方(水圧は一定)	写真						有限会社ミラージュ	
82	アルキメデス	写真						株式会社ユニフォトプレスインターナショナル	3.5336858
97	ドミノ倒し	写真						ピクスタ株式会社	66091609
97	斜面に置かれた小瓶	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	cos052250
97	力学的エネルギー実験器	写真						ケニス株式会社	
98	宇宙から見た地球	写真						株式会社アマナイメーجز	1809030292
100	クレーン車 写真	写真						株式会社アマナイメーجز	DG005283
104	那須与一	写真						株式会社アマナイメーجز	20086001133
104	金づちで釘を打つ	写真						株式会社アマナイメーجز	
106	水車	写真						株式会社アマナイメーجز	10244002983
110	ブランコで遊ぶ男の子	写真						株式会社アマナイメーجز	
116	すべり台で遊ぶ親子	写真						株式会社アマナイメーجز	
126	斜面を転がる小瓶	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	cos052251
128	地熱発電所の地熱ガスタービン	写真						株式会社アフロ	162732011
130	方法A, 方法B(急須とお茶)	図						株式会社アマナイメーجز	
131	気温をはかる	写真						株式会社アマナイメーجز	11007062803
132	いろいろな温度(太陽表面, ロウソク, 窒素, 水の沸点)	図	理科年表 2020年	98, 418~420	国立天文台 編	丸善出版	2019年	株式会社日本グラフィックス	
132	いろいろな温度(水の融点)	図	化学便覧 基礎編Ⅰ 改訂5版	I-275	日本化学会 編	丸善出版	2004年	株式会社日本グラフィックス	
132	レールの熱膨張(a 夏のレール)	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	hib015429
132	レールの熱膨張(b 冬のレール)	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	hib012524
133	水の温度変化と状態(ピーカー)	写真						有限会社ミラージュ	
135	物質の融解熱と蒸発熱	表	化学便覧 基礎編Ⅱ 改訂5版	Ⅱ-252, 254, 256, 257	日本化学会 編	丸善出版	2004年	有限会社クワイーク	
135	打ち水	写真						株式会社アフロ	5621722
135	保水性舗装された路面	写真						路面温度上昇抑制舗装研究会	
135	ミスト散布	写真						株式会社アフロ	227804949
136	石焼ビビンバ	写真						株式会社アマナイメーجز	20013011861
138	物質の比熱容量(なたね油, 海水以外)	表	化学便覧 基礎編Ⅱ 改訂5版	Ⅱ-217, 218, 235	日本化学会 編	丸善出版	2004年	有限会社クワイーク	
138	物質の比熱容量(なたね油, 海水)	表	理科年表 2018年	514	国立天文台 編	丸善出版	2017年	有限会社クワイーク	

141	自転車の空気入れ	写真						ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	113874788
143	断熱圧縮の例(自転車の空気入れ)	写真						ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	113874788
143	断熱膨張の例(勢いよくピストンを引く)	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	mka001476
143	断熱膨張の例(霧の発生)	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	mka001478
144	蒸気機関車	写真						株式会社アフロ	25950951
145	可逆変化の例(振り子の運動)	写真						内田雄二	
145	不可逆変化の例(インクの拡散)	写真						有限会社ミラージュ	
146	海水で湯を沸かす	図						有限会社岡部タカノブオフィス	
151	水風船と波紋	写真						株式会社アフロ	25735815
151	池に浮かべた葉(波紋)3点	写真						有限会社ミラージュ	
153	地震による被害	写真						株式会社毎日新聞社	P19980130dd1dd1 phj053000
161	イヤホンで音楽を聴く学生	写真						株式会社アマナイメージズ	10622001150
161	2人の会話	写真						ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	1060131986
166	ばね電話	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	cos052249
170	光格子の模式図	写真						東京大学香取研究室	
170	光格子時計	写真						東京大学香取研究室	
173	合奏する若者たち	写真						株式会社アマナイメージズ	11023004100
174	媒質による音の速さの違い	表	理科年表 2020年	446~448	国立天文台 編	丸善出版	2019年	有限会社クイーック	
174	横波の伝わり方	図						有限会社岡部タカノブオフィス	
174	縦波の伝わり方	図						有限会社岡部タカノブオフィス	
174	音の反射の例(コンサートホール)	写真						株式会社アフロ	9244176
177	ピアノ	写真						藤吉隆雄	
177	踏切	写真						株式会社アフロ	7631640
178	弦楽器(ギターとバイオリン)	写真						ビクスタ株式会社	36897034
178	振り子の共振(2点)	写真						有限会社ミラージュ	
179	弦にできる振動	写真						株式会社ナリカ	
181	ギターの各部分のつくりとそのはたらき(ギター)	写真						株式会社アマナイメージズ	10214000940
182	管楽器を吹く学生	写真						株式会社アフロ	4860855
191	直径0.4mmの電熱線	写真						五十嵐佳代	
191	直径0.2mmの電熱線	写真						五十嵐佳代	
191	手回し発電機	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	cos052256
192	車のドアに手をかける	写真						株式会社アマナイメージズ	21007004235
192	静電気が及ぼし合う力(引力によって引き寄せられる)	図						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	cos049678
192	静電気が及ぼし合う力(斥力によって遠ざけられる)	図						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	cos049676
193	琥珀	写真						ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	1047753164
194	巨大な気体放電である雷	写真						株式会社アマナイメージズ	1808015130
195	フランクリン	写真						株式会社ユニフォトプレスインターナショナル	573356
197	電球	写真						株式会社アマナイメージズ	11019014584
198	テスター	写真						ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	1412358919

202	さまざまな物質の抵抗率(銀, 銅, アルミニウム, タングステン, 鉄)	図	化学便覧 基礎編 II改訂5版	II-611	日本化学会 編	丸善出版	2004年	株式会社日本グラフィックス	
202	さまざまな物質の抵抗率(ニクロム, ゲルマニウム, ケイ素)	図	理化学辞典 第5版	12, 47, 177	長倉 三郎 他	岩波書店	1998年	株式会社日本グラフィックス	
202	さまざまな物質の抵抗率(ガラス, ゴム, ポリエチレン)	図	理科年表 2020年	446~448	国立天文台 編	丸善出版	2019年	株式会社日本グラフィックス	
203	タコ足配線	写真						ビクスタ株式会社	61298181
209	電力メーター	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	koa601211
211	電流による磁界(大判より流用)	写真						株式会社アフロ	73591451
211	磁場の向きと磁力線(棒磁石と方位磁針)	写真						有限会社ミラージュ	
213	車と風力発電	写真						ビクスタ株式会社	96853521
214	高圧鉄塔と入道雲	写真						株式会社アマナイメーجز	11076003674
218	発電所から電力消費地までの電力輸送	写真						有限会社岡部タカノブオフィス	
218	送電線による電力損失	図	電気事業便覧 2018年版	44	経済産業省資源エネルギー庁 編	一般財団法人経済産業調査会	2019年		
220	トーマス・エジソン	写真						株式会社アフロ	MBZA022497
220	ニコラ・テスラ	写真						株式会社ユニフォトプレスインターナショナル	25.GCTKNP
220	リチウムイオン電池	写真						株式会社アフロ	98725202
220	吉野彰	写真						株式会社アフロ	118538807
221	ACアダプターの内部	写真						中村英良	
221	ペロブスカイト太陽電池	写真						株式会社エネコートテクノロジーズ	
222	すばる望遠鏡	写真						株式会社アフロ	1252011
222	野辺山望遠鏡	写真						株式会社アフロ	26945897
222	電子レンジ	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	kyc000395
223	八木・宇田アンテナ	写真						株式会社フォト・オリジナル	4499239
224	スマートフォン	写真						ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	1288375794
224	ラジオ	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	cos012391
224	カーナビ	写真						株式会社アフロ	JTRA008368
224	電子レンジ	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	kyc000395
225	すばる望遠鏡	写真						国立天文台	
225	胸部レントゲン写真	写真						株式会社アフロ	CIUA016264
225	手荷物検査	写真						株式会社アフロ	163550185
225	ガンマカメラ画像	写真						株式会社アマナイメーجز	1809036340
225	宇宙空間で太陽光発電	図						一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構	
226	高周波発電機	写真						依佐美送信所記念館ガイドボランティアの会	
226	依佐美送信所のアンテナ	写真						刈谷市役所	
229	旅客機	写真						ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	969670982
230	コーヒー	写真						ビクスタ株式会社	63507478
231	力学的エネルギー(ジェットコースター)	写真						株式会社アフロ	97398353
231	電気エネルギー(雷)	写真						株式会社アマナイメーجز	
231	光エネルギー(太陽光発電)	写真						株式会社SOLABLE	
231	核(原子力)エネルギー(太陽)	写真						株式会社アフロ	RGWC021113

231	化学エネルギー(暖炉の炎)	写真						ビクスタ株式会社	43475601
233	X線画像をみる女性医師	写真						ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	1168842181
235	リニアック	写真						株式会社ユニフォトプレスインターナショナル	5.C0119431
236	放射線の人体への影響	図	放射線被ばくの早見図 (2018年5月改訂版)			放射線医学総合研究所	2018年	株式会社日本グラフィックス	
237	浜岡原子力発電所原子炉模型	写真						株式会社アマナイメーجز	25388003512
238	原子爆弾	写真						株式会社ユニフォトプレスインターナショナル	3.5068968
238	ウラン燃料ペレット(ペレット)	写真						株式会社ユニフォトプレスインターナショナル	5.T1750145
238	2013年11月19日時点でのセシウムの合計沈着量	図	土壌濃度マップ			日本原子力研究開発機構		株式会社日本グラフィックス	
239	大型トカマク装置	写真						株式会社時事通信フォト	47240340
240	スマートフォンの充電	写真						株式会社アフロ	168389260
240	日本の家庭のエネルギー源の内訳	図	エネルギー白書2019年	117		経済産業省資源エネルギー庁	2019年	株式会社日本グラフィックス	
241	日本国内のエネルギーの流れ	図	総合エネルギー統計 (エネルギー白書2019年)	106		経済産業省資源エネルギー庁	2017年	株式会社日本グラフィックス	
241	化石燃料及びウラン(核燃料)の可採年数	図	原子力・エネルギー図面集	1-1-6 世界のエネルギー資源確認埋蔵量		一般財団法人日本原子力文化財団	2019年	株式会社日本グラフィックス	
242	世界人口とエネルギー総消費量の変化	図	世界人口とエネルギー総消費量の変化			一般社団法人家庭電気文化会		沖縄教育プロダクション株式会社	掲載URL http://www.kdb.or.jp/shigen01.html
242	世界人口とエネルギー総消費量の変化	図	人口を考える	8, 9	村松稔	中央公論新社	1977年	沖縄教育プロダクション株式会社	
242	日本国内の2017年発電電力量	図	電気事業便覧 2018年版	26, 27	経済産業省資源エネルギー庁 編	一般財団法人経済産業調査会	2019年	株式会社日本グラフィックス	
244	大気中の二酸化炭素濃度	図	気象庁の観測点における二酸化炭素濃度及び年増加量の経年変化			気象庁	2020年	株式会社日本グラフィックス	
244	日本の年平均気温の平年差の変化	図	日本の年平均気温偏差の経年変化(1898～2019年)			気象庁	2020年	株式会社日本グラフィックス	
244	燃料電池自動車	写真						株式会社アフロ	
244	高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター	写真						株式会社アフロ	
250	フォークギター	写真						株式会社アマナイメーجز	
284	スマートフォンを見る親子	写真						株式会社アフロ	
284	SDGsロゴ	図						国際連合広報センター	
285	Society5.0	図						内閣府	掲載URL https://www8.cao.go.jp/cstp/society5.0/
286	免震構造物	写真						戸田建設株式会社	
286	緊急地震速報装置	写真						株式会社Jコーポレーション	
286	X線	写真						株式会社アフロ	21378334
286	MRI画像	写真						株式会社アフロ	12517306
286	超音波画像	写真						株式会社アフロ	21791291
287	ZEB	写真						環境省	掲載URL https://www.env.go.jp/earth/zeb/case/index_mw.html
287	太陽電池	写真						株式会社アフロ	162732372
287	ヒートポンプ	写真						ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	1500932399
287	LED植物工場 水耕栽培	写真						有限会社コーベット・フォトエージェンシー	

287	南極・昭和基地の植物工場	写真					国立極地研究所	掲載URL https://nipr-blog.nipr.ac.jp/jare/
288	スペースシャトルディスカバリー	写真					株式会社アマナイメーجز	1808017389
288	サイエンスコンサルタント	写真					ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	1298497373
288	データサイエンティスト	写真					ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	547043084
288	サイエンスコミュニケーター	写真					日本科学未来館	
288	教師	写真					株式会社アマナイメーجز	11017016409
288	アスリート(車いすバスケットボール)	写真					ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	1182566528
288	アスリート	写真					株式会社アフロ	87034506
288	スポーツアナリスト	写真					アドビ株式会社	110132452
②	情報通信の技術者	写真					ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	1094304880
②	光学機器メーカー(アルマ望遠鏡)	写真					株式会社日経ナショナル ジオグラフィック	1779064
②	車の製造者(自動車製造工場)	写真					ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	160554760
②	医師	写真					アドビ株式会社	201323481
②	介護ロボットの開発者	写真					株式会社日経ナショナル ジオグラフィック	2734668
②	医療機器メーカー	写真					ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	150773035
②	デザイナー	写真					ビクスタ株式会社	48622237_M
②	プロジェクションマッピング(大阪市中央公会堂)	写真					大阪・光の饗宴実行委員会	
②	サウンドプログラマー	写真					ゲッティ・イメージズ・セールス・ジャパン合同会社	701071646

(備考)1 「申請図書」の欄については次のとおりとする。

- ① 「ページ」の欄には、引用又は新たに作成した教材や資料等の申請図書における掲載ページを示す。
 - ② 「名称」の欄には、引用した教材や資料等の申請図書における名称を示す。
 - ③ 「種別」の欄には、国語教材、楽譜、写真、図、挿絵、表、グラフ、地図などの別を示す。
- 2 「出典」の欄については次のとおりとする。
- ① 出典が一般図書の場合は、当該図書の名称(版次を含む。)、掲載ページ、著作者・編集者等、発行者及び発行年次を各欄に示す。
 - ② 出典が定期刊行物の場合は、発行年次等欄に巻号、発行月日等を示す。
 - ③ 出典が図書でない場合には、備考欄に資料提供者や保有者の氏名又は名称、及び当該資料に付された整理番号等を示すなど、出典を確認することが可能な情報を記入する。
- 3 出典を基に申請図書の発行者が改変を行った場合又は新たに作成を行った場合は、「備考」欄にその旨を示す。
- 4 (1) 写真等については、肖像権等の権利処理を必要に応じて行うこと。
(2) 著作物の掲載に当たっては、著作権法第33条に基づき、掲載する旨を著作者に通知するとともに、補償金を著作権者に支払う必要があることに留意すること(別途契約を締結する場合を除く)。

備考4の内容について確認しました。☑

ウェブサイトのアドレスの掲載箇所一覧表

申請図書			学習上の参考に供する情報			備考
番号	ページ	種別	参照先	URL	概要	
1	6	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙2添付
2	7	URL および 二次元コード		自社ページURL	コンテンツリスト	別紙1添付
3	8	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙3添付
4	10上	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
5	10中	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
6	10下	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
7	12	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
8	13	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
9	15	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
10	20上	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
11	20下	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
12	21	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
13	25	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
14	27上	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
15	27下	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
16	28	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
17	32	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
18	33	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
19	34	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
20	37	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
21	39	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
22	40	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
23	41	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙4添付
24	49	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙5添付
25	53上	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙5添付
26	53下	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙5添付
27	55	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙5添付
28	60	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙5添付
29	62	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙5添付
30	65	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙5添付
31	67	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙5添付
32	69	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙5添付

111	217	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙10添付
112	222	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙10添付
113	229	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙11添付
114	231	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙11添付
115	232	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙11添付
116	273	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙12添付
117	284	二次元コード		自社ページURL	物理基礎に関する自社作成情報を掲載	別紙13添付
118	表4	二次元コード		自社ページURL	コンテンツリスト	別紙1添付

(備考)

申請図書中に発行者が管理するウェブサイトのアドレス(二次元コードその他のこれに代わるものを含む。)を掲載する場合に、本表を以下のとおり作成する。

1 「申請図書」の欄については次のとおりとする。

- ① 「番号」の欄は、複数のページ等に掲載されたウェブサイトのアドレスが同一のウェブサイトを参照させる場合、一つの番号にまとめて記入する。
- ② 「ページ」の欄は、ウェブサイトのアドレスの申請図書における掲載ページを示す。
- ③ 「種別」の欄は、URL、二次元コード等の別を示す。

2 「学習上の参考にする情報」の欄については次のとおりとする。

- ① 「参照先」の欄には、発行者のページから参照させる学習上の参考にするページを作成する団体名などを記入する。
- ② 「URL」の欄には、実際に参照させる学習上の参考にするページのURLを記載する。なお、参照先が発行者の作成したページである場合は、「自社ページURL」と記入する。
- ③ 「概要」欄には、参照先における情報の内容を簡潔に記入する。

3 申請図書中のウェブサイトのアドレスが参照させるウェブサイトの画面を印刷した紙面には、対応する本表の番号を紙面右上に付記し、本表に添付すること。

4 学習上の参考にする情報を示すウェブサイトが発行者において作成したページの場合、参照先のウェブサイトの画面を印刷した紙面を、本表に添付すること。その際、「備考」の欄に「別紙1添付」などと記載し、印刷した紙面右上に「別紙1」などと記入すること。

別紙 1

書名入る

コンテンツ一覧 (PDF)

巻頭資料 > 別紙- 2

1編 物体の運動とエネルギー > 別紙- 3

2編 さまざまな物理現象とエネルギー > 別紙- 7

巻末資料 > 別紙-12



別紙 2

The screenshot shows a web interface for entering book titles. At the top, there is a blue navigation bar with a home icon and the text 'ホームへ' (Home) on the left, and the title '書名入る' (Book Name Entry) in the center. Below the navigation bar, there is a yellow header area with the text '巻頭資料' (Introductory Material) and a right-side toggle switch. The main content area is light blue and contains three entries, each with a blue button indicating the page number, the title, a book icon, and a reference code in a box:

- 6ページ 探究の進め方 別紙-001
- 7ページ NHK for School (考えるカラス) 別紙-002
- 7ページ NHK for School (大科学実験) 別紙-003

On the left side of the main content area, there is a vertical sidebar with a yellow background and the text '巻頭資料' (Introductory Material). At the bottom of the sidebar, there is a small link: '巻頭資料 / 巻頭資料'.

別紙 3



別紙 4

ホームへ		書名入	
1編 物体の運動とエネルギー			
1編0章 科学史		10ページ	中学校の復習 別紙-005
1章 運動の表し方		10ページ	考えてみよう《列車の運行》 別紙-006
2章 さまざまな力とそ のはたらき		10ページ	考えてみよう《ボールの落下時間》 別紙-007
3章 力学的エネルギー		12ページ	公式チェック 速さ 別紙-008
		13ページ	公式チェック 速度 別紙-009
		15ページ	平均の速度と瞬間の速度 別紙-010
		20ページ	公式チェック 合成速度 別紙-011
		20ページ	公式チェック 相対速度 別紙-012
		21ページ	イメージしよう—もしも速度が同じだったら— 別紙-013
		25ページ	実験1 斜面を下る力学台車 別紙-014
		27ページ	イメージしよう—加速度の大小とは— 別紙-015
		27ページ	公式チェック 平均の加速度 別紙-016
		28ページ	公式チェック 等加速度直線運動 別紙-017
		32ページ	思考問題① 別紙-018
		33ページ	等速直線運動と等加速度直線運動のグラフ 別紙-019
		34ページ	つまずき解消動画①「等加速度直線運動」 別紙-020
		37ページ	空気中と真空中での球と羽の落下実験 別紙-021
		39ページ	鉛直投げ上げ 別紙-022
		40ページ	思考問題② 別紙-023
		41ページ	投射 別紙-024

別紙 5

ホームへ		書名入		
1編 物体の運動とエネルギー		49ページ	中学校の復習	別紙-025
1編0章 科学史		53ページ	公式チェック フックの法則	別紙-026
1章 運動の表し方		53ページ	思考問題③	別紙-027
2章 さまざまな力とそのはたらき		55ページ	力の合成・力の分解	別紙-028
3章 力学的エネルギー		60ページ	つまずき解消動画②「力の合成と分解」	別紙-029
		62ページ	国際宇宙ステーションでの実験映像	別紙-030
		65ページ	実験2 カと加速度の関係	別紙-031
		67ページ	実験3 質量と加速度の関係	別紙-032
		69ページ	公式チェック 運動方程式	別紙-033
		71ページ	イメージしようー街なかのワンシーンを「作用・反作用の法則」で考察するー	別紙-034
		71ページ	ドリル「力の見つけ方」	別紙-035
		73ページ	公式チェック 重力	別紙-036
		75ページ	思考問題④	別紙-037
		76ページ	イメージしようー置話「大きなかぶ」で静止摩擦力を理解しようー	別紙-038
		77ページ	公式チェック 最大摩擦力	別紙-039
		78ページ	公式チェック 動摩擦力	別紙-040
		79ページ	思考問題⑤	別紙-041
		80ページ	公式チェック 圧力	別紙-042
		81ページ	公式チェック 水圧	別紙-043
		81ページ	公式チェック 浮力	別紙-044
		84ページ	ドリル「運動方程式」	別紙-045
		93ページ	考えてみよう 《ペットボトルから吹き出す水》	別紙-046

別紙 6

ホームへ		書名入る	
1冊 物体の運動とエネルギー			
1編0章 科学史	>	97ページ	中学校の復習
1章 運動の表し方	>	97ページ	考えてみよう《ドミノ倒し》
2章 さまざまな力とそ のはたらき	>	98ページ	公式チェック 仕事（移動の向きと力の向きが同じ場合）
3章 力学的エネルギー		99ページ	公式チェック 仕事
1冊 物体の運動とエネルギー			
102ページ		公式チェック 仕事率	
105ページ		公式チェック 運動エネルギー	
106ページ		公式チェック 運動エネルギーの変化と仕事の関係	
107ページ		公式チェック 重力による位置エネルギー	
108ページ		公式チェック 弾性エネルギー	
108ページ		思考問題⑥	
111ページ		実験4 運動エネルギーと位置エネルギーが同時に変化する運動	
112ページ		公式チェック 力学的エネルギー保存の法則	
113ページ		イメージしよう—財布の中身に注目するのか、全財産に注目するのか—	
113ページ		公式チェック 重力のみが仕事をする運動の力学的エネルギー	
114ページ		公式チェック 弾性力のみが仕事をする運動の力学的エネルギー	
115ページ		思考問題⑦	
117ページ		公式チェック 力学的エネルギー変化と仕事	
119ページ		ドリル「力学的エネルギー保存の法則」	

別紙 7

ホームへ

書名入る

2編 さまざまな物理現象とエネルギー

2編0章 科学史

129ページ 2編0章 科学史

別紙-065

1章 熱

2章 波

3章 電気と磁気

4章 エネルギーとその利用

2編 > 2編0章 > 科学史

別紙 8

ホームへ

2編 さまざまな物理現象とエネルギー

2編0章 科学史

1章 熱

2章 波

3章 電気と磁気

4章 エネルギーとその利用

書名入る

130ページ 中学校の復習 別紙-066

130ページ 考えてみよう《水飲み鳥》 別紙-067

131ページ ブラウン運動 別紙-068

131ページ マンガ教材「ブラウン運動」 別紙-069

136ページ 公式チェック 熱量の保存 別紙-070

137ページ 実験5 熱の移動 別紙-071

138ページ 公式チェック 熱量と熱容量・比熱容量 別紙-072

139ページ イメージしようー小さな世界では何が起きているのかー 別紙-073

140ページ 思考問題⑧ 別紙-074

142ページ 公式チェック 熱力学第1法則 別紙-075

142ページ イメージしようーホームランの打球の速さー 別紙-076

144ページ 公式チェック 熱効率 別紙-077

147ページ ドリル「熱」 別紙-078

別紙 9

ホームへ		書名入る		
2編 さまざまな物理現象とエネルギー		150ページ	中学校の復習	別紙-079
2編0章 科学史		150ページ	考えてみよう《共鳴箱による音の変化》	別紙-080
1章 熱		155ページ	公式チェック 波の速さ	別紙-081
2章 波		159ページ	イメージしようー同位相のイメージー	別紙-082
3章 電気と磁気		160ページ	ドリル「波の変換」	別紙-083
4章 エネルギーとそ 利用		162ページ	さまざまな波の重ね合わせ	別紙-084
		164ページ	定在波(定常波)	別紙-085
		166、168ペ ージ	さまざまな波の反射	別紙-086
		171ページ	つまずき解消動画⑥「波の反射」	別紙-087
		173ページ	公式チェック 温度と音の速さ	別紙-088
		175、177ペ ージ	サウンドジェネレータ	別紙-089
		176ページ	公式チェック 1秒間あたりのうなりの回数	別紙-090
		179ページ	実験6 弦の固有振動	別紙-091
		181ページ	思考問題⑨	別紙-092
		183ページ	実験7 気柱の共鳴	別紙-093

別紙 10

ホームへ		書名入		
2編 さまざまな物理現象とエネルギー		191ページ	中学校の復習	別紙-094
2編0章 科学史		191ページ	考えてみよう《抵抗の接続》	別紙-095
1章 熱		192ページ	手作り測定器で静電気の極性を判定	別紙-096
2章 波		194ページ	公式チェック 電流の大きさ	別紙-097
3章 電気と磁気		197ページ	公式チェック オームの法則	別紙-098
4章 エネルギーとエネルギーの利用		199ページ	実験8 抵抗値の形状による変化	別紙-099
2編0章 科学史		201ページ	イメージしよう—電気抵抗の値と形状の関係—	別紙-100
1章 熱		201ページ	公式チェック 物質の抵抗値	別紙-101
2章 波		203ページ	公式チェック 合成抵抗（複数の抵抗の直列接続）	別紙-102
3章 電気と磁気		204ページ	公式チェック 合成抵抗（複数の抵抗の並列接続）	別紙-103
4章 エネルギーとエネルギーの利用		206ページ	思考問題⑩	別紙-104
2編0章 科学史		207ページ	つまずき解消動画⑦「回路」	別紙-105
1章 熱		209ページ	公式チェック ジュールの法則	別紙-106
2章 波		210ページ	公式チェック 電力量	別紙-107
3章 電気と磁気		210ページ	公式チェック 電力	別紙-108
4章 エネルギーとエネルギーの利用		212ページ	イメージしよう—磁力線を「ゴムひも」と考えると…—	別紙-109
2編0章 科学史		217ページ	公式チェック 変圧器	別紙-110
1章 熱		222ページ	公式チェック 電磁波の波長	別紙-111

別紙 11

ホームへ

書名入る

2編 さまざまな物理現象とエネルギー

2編0章 科学史

1章 熱

2章 波

3章 電気と磁気

4章 エネルギーとその利用

229ページ 中学校の復習 別紙-112

231ページ 「バイクトアラスカ」光と熱と温度の関係 別紙-113

232ページ 公式チェック エネルギー保存の法則 別紙-114

別紙 12

The screenshot shows a web application interface with a blue header and a yellow sidebar. The header contains a home button and the title '書き入る'. The sidebar has a '巻末資料' (Endpaper) section. The main content area lists two items:

- 273ページ 問・類題の解説 (273 pages, Questions and Similar Problems Explanation) with a book icon and a label '別紙-115'.
- 284ページ SDGs (284 pages, SDGs) with an 'SDGs' icon and a label '別紙-116'.

There is also a toggle switch in the top right corner of the main content area.

科学の探究の進め方

課題の把握(発見)

① 自然現象に対する気付き・課題の設定
課題の設定には大きく分けて3つの視がある。

- ① 気付きをその事象に帰する
自然現象で驚愕し、不思議に思ったことその事象で疑問に思っていること、科学の進歩は、実験して見なければわからないことが多いものだ。実験のための準備をつくり、手順を考えること、その方法がさらに深い探究へと発展できるかもしれない。
- ② 科学的に解決されていない問題や課題に関する
気付きをその事象に帰しても、昔ながらの知識しかない可能性がある。そこで、実験をする前にネットで調べたりして疑問を解消したり、また解決されていない人たちの研究結果を調べて、まだ解決されていない問題に取り組むのから、高度な科学のレベルに達してきたのである。

課題の探究(追究)

③ 仮説の設定
ある事象を科学的に調べるには、まず仮説を設定することが考えられる。仮説とは、その事象を説明するかもしれない仮説のこと、検証しなくても、検証できる仮説を設定する。

ゆで卵の科学

ある卵のこと
お弁当に入れるので早く茹でてね！
タンパク質が固まるから茹で過ぎないでね！
茹で過ぎると硬くなるから茹で過ぎないでね！

理科の先生に相談に行くと…
そんなときは、「科学的な探究の進め方」に基づいて考えていこう！
まず、仮説を立て、検証してみよう。

科学的に調べるには、まず「仮説」を設定して検証してみよう。

あれ、じゃあ茹でれば「茹で過ぎないでね」という仮説を立てると、より科学的になるわね。

もっと言うと、温度や時間といった数値データで検証できる仮説を立てると、より科学的になるわね。

「科学的に調べるには、まず「仮説」を設定して検証してみよう。」
「科学的に調べるには、まず「仮説」を設定して検証してみよう。」
「科学的に調べるには、まず「仮説」を設定して検証してみよう。」

「科学的に調べるには、まず「仮説」を設定して検証してみよう。」
「科学的に調べるには、まず「仮説」を設定して検証してみよう。」
「科学的に調べるには、まず「仮説」を設定して検証してみよう。」

NHK for School

先生向け OFF

先生向けとは

ばんぐみ一覧 プレイリスト おうちで学ぼう！

学びをひろげよう ヘルプ リンク集

ねらい

NHK for School で配信中の番組をコンパクトに紹介。

内容

『考えるカラス』は、誰かによって用意された「科学の知識」ではなく、自ら課題を見つけ、観察し、仮説を立てて実験し、その結果を基に考えるという「科学の考え方」を伝える新しい科学（理科）教育番組です。

再生開始 00 : 00 ~ 再生終了 02 : 13

【紹介します】考えるカラス～科学の考え方～

科学の「知識」ではなく、「考え方」を伝え、育みます。「観察し、仮説を立て、実験し、検証する」という科学的なものの考え方を習得するコーナーが盛りだくさんです。

関連キーワード： 考えるカラス～科学の考え方～

プレイリストに追加

シェアする

この動画へのリンクをコピーする

- ばんぐみ一覧
- プレイリスト
- おうちで学ぼう！

- 学びをひろげよう
- ものすごい四葉
- ものすごい四葉 文化別編
- あおさいら
- SDGs?の目標別動画クリップ
- 戦争について考えてみよう
- ウクライナ
- アニマルラ～あなたのヒーローは誰ですか？～

- ヘルプ
- よくある質問
- NHK for School の使い方 (動画)
- NHK for School アプリ
- NHKキッズアプリ
- NHK for School API
- 番組表 (PDF:266KB)
- サイトマップ

- リンク集
- NHK高校講座
- NHKティーンチャース・ライブラリー
- NHKアーカイブス
- NHK映像つくりアーカイブス
- Nコン2024 NHK全国学校音楽コンクール
- NHK杯 全国中学校放送コンテスト 全国高校放送コンテスト

NHK for School

先生向け OFF

先生向けとは

ぼんぐり 一覧 プレイリスト おうちで学ぼう!

学びをひろげよう ヘルプ リンク集

大科学実験 discover science

小学1~6年・中学・高校

Eテレ (水)午後4:50~5:00復興

番組トップ 放送リスト 番組紹介

チャプター あらすじを読む

scene 01 今日坂を使って大実験!

ないようを読む

同じ形の10個の坂。スタート地点を定めて、同時にボールを転がすと...。誰もが当たり前だと思っている、自然の法則や科学の知識。でも、それは本当なのでしょうか。答えは、やってみなくちゃわからない。大科学実験で。

scene 02 4つの坂にボールを転がして競争

再生開始 00 : 00 ~ 再生終了 10 : 00 決定

大科学実験

実験74 坂の下で会いましょう!

円を転がしたとき、円周上の一点の軌跡は曲線になる。この曲線を利用した坂道を10個用意。いろいろな高さから同時にボールを転がすと...どうなる?

あらすじを読む

関連キーワード: 加速 運動 曲線 サイクロイド ボール

プレイリストに追加

シェアする

この動画へのリンクをコピーする

メニューへ

1編0章 科学史

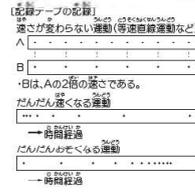
マンガで見る科学史

読む科学史

第1章 物体の運動

メートル毎秒 (m/s)	速さの単位。このほかにセンチメートル毎秒 (cm/s) やキロメートル毎時 (km/h) などがある。
平均の速さ	ある距離を一定の速さで移動したときと考えたときの速さ。
瞬間の速さ	時間の変化に際して、瞬時に変化する速さ。スピードメーターが表示する速さ。
等速直線運動	一定の速さを一定の速さで進む運動。
自由落下	静止していた物体が重力によって自由に落下する運動。

運動のようすの記録



速さ (秒速) を求める式

$$\text{速さ (m/s)} = \frac{\text{移動距離 (m)}}{\text{かかった時間 (s)}}$$

力の合成と分解

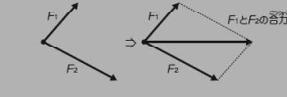
- ・二直線上で向きが同じ2つの力の合力 → 2力の和



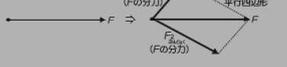
- ・二直線上で向きが逆の2つの力の合力 → 2力の差



- ・二直線上にない2つの力の合力 → 平行四辺形の対角線

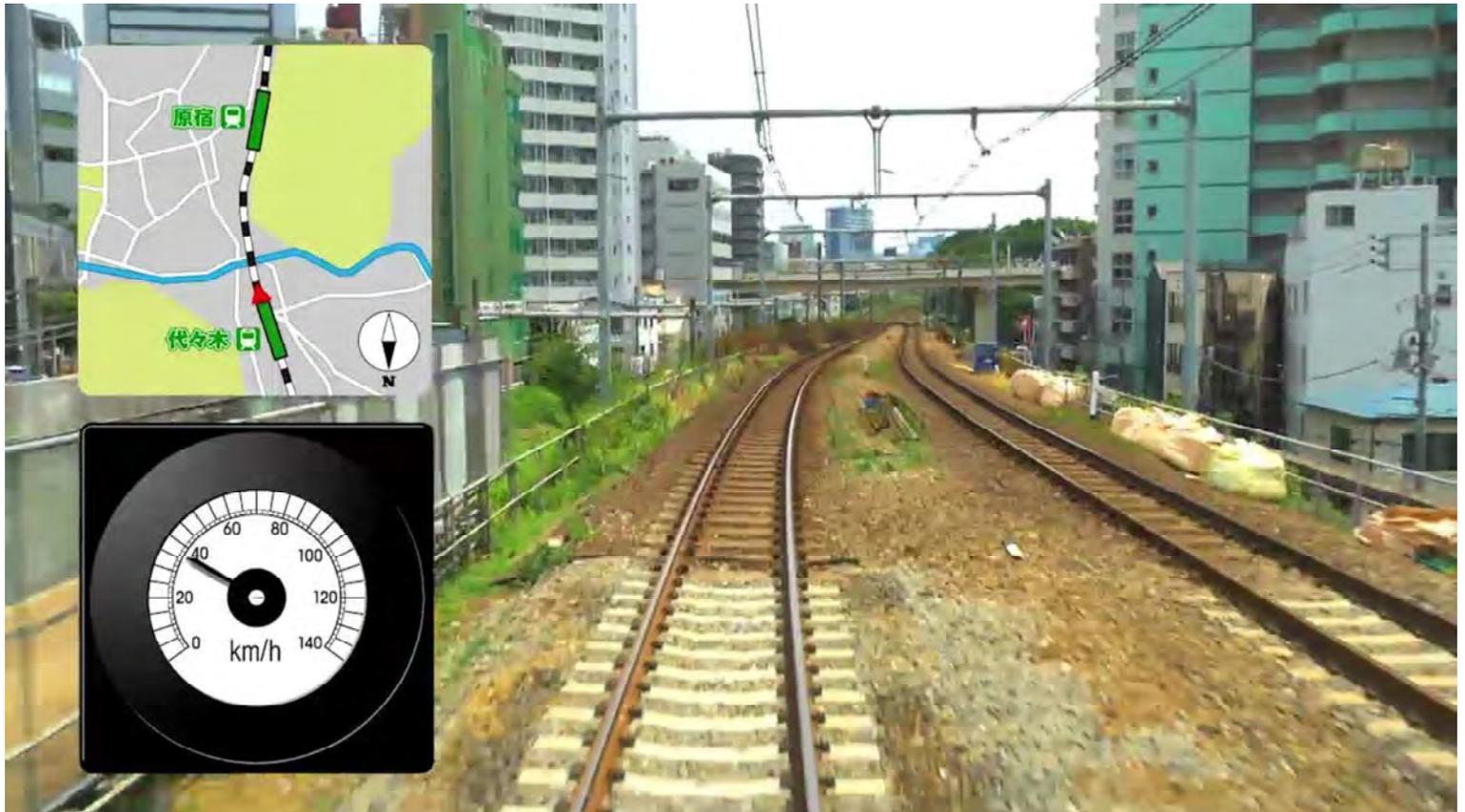


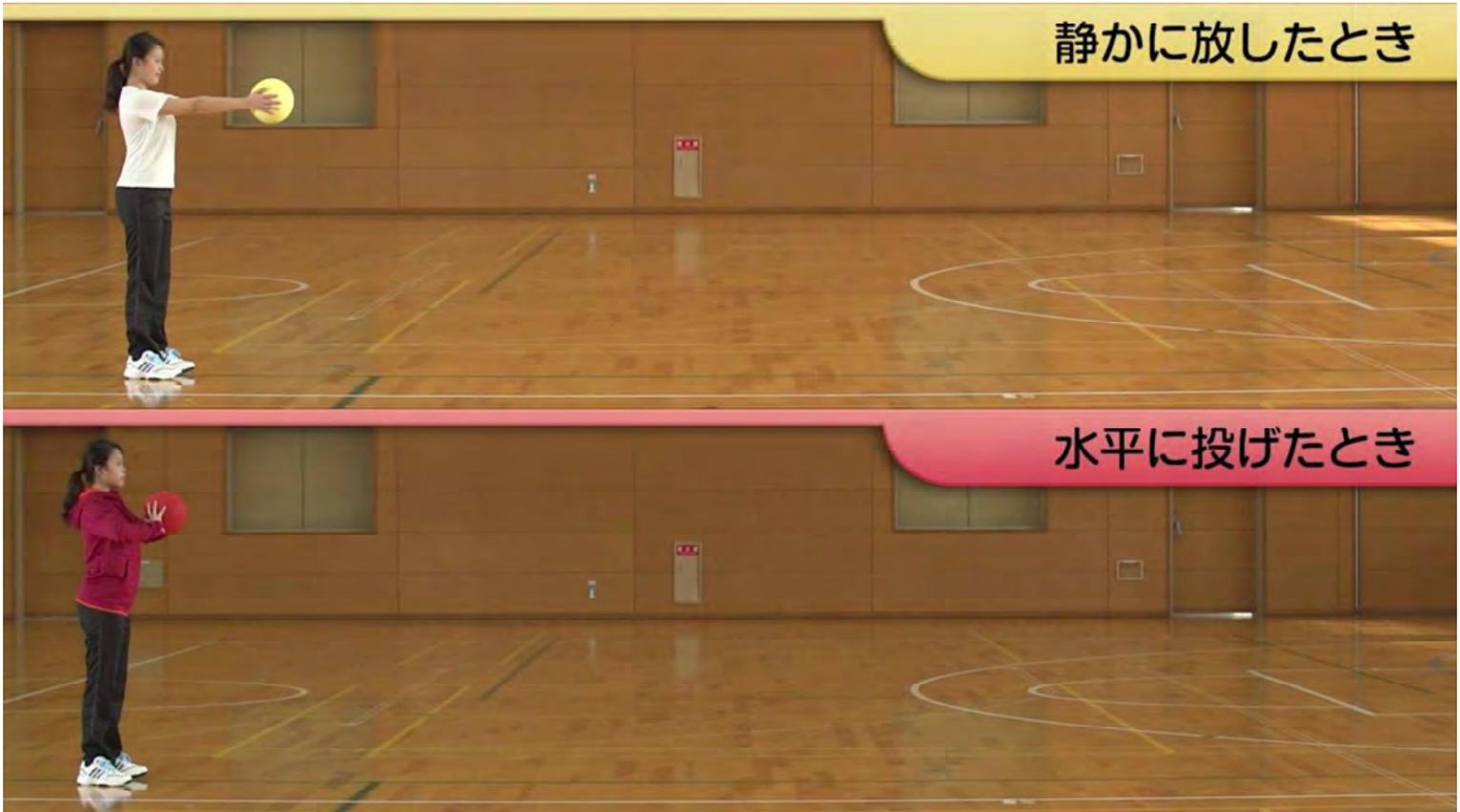
- ・1つの力を2方に分解



第2章 力のはたらきかた

合力	複数の力と同じはたらきをする1つの力。
力の合成	複数の力が1つの物体にはたらき、それらの力を合わせて同じはたらきをする1つの力とする。
力の分解	1つの力を、それと同じはたらきをする複数の力に分けること。
分力	1つの力をそれと同じはたらきをする複数の力に分けるときの、分れたそれぞれの力。
慣性の法則	物体に力がはたらいていないか、はたらいていても合力が0の場合、静止している物体は静止し続け、動き続けている物体はそのままの速さで等速直線運動を続けること。
慣性	物体がもとの運動状態を保とうとする性質。
作用・反作用の法則	ある物体が別の物体に力を加えた場合、必ず同時に、相手の物体から同様に大きさ、向きが等しく逆向きの力を受ける。
水の浮力	水中にある物体にはたらく、上向き。物体の水中にある部分の体積が大きいほど大きい。全て水にしずんでいる場合は、液面に届くまで大きさが一定。
水圧	水中でまわりの水から受ける圧力。水にはたらく重力によって生じ、水深から深くなるほど大きく、あらゆる方向からはたらく。





公式子エツク

問題1 3.0秒間に7.5m移動したときの速さは何 m/s か。
問題2 0.70 m/s の速さで歩いている人がいる。この人が2分間で歩く距離は何 m か。

解答解説

問題1
 $v = \frac{x}{t}$ より、
 $v = \frac{7.5 \text{ m}}{3.0 \text{ s}} = 2.5 \text{ m/s}$

問題2
 $x = \frac{x}{t}$ より、
 $0.70 \text{ m/s} = \frac{x}{2 \times 60 \text{ s}}$
 したがって、
 $x = 0.70 \text{ m/s} \times (2 \times 60 \text{ s}) = 84 \text{ m}$

むと知55!

公 / 式 / 解 / 説

3秒間で10m進んだとき、1秒あたり何m進みましたか?と問われたら
 $\frac{10 \text{ m}}{3 \text{ s}} = \frac{2 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}$ ←分母の1を省略
 と計算し、1秒あたり2m進むとわかる。
 逆に、速さ 2 m/s と出てきたら分母の1を省略していることに注意して、
 $2 \text{ m/s} = \frac{2 \text{ m}}{1 \text{ s}}$
 と考えることができる(速さ 2 m/s は、1秒あたり2m進むということ)。
 このように考えると、「速さは単位時間あたりの移動距離」であることがわかりやすくなる。

公式子イック

【例1】 20秒間での変位が30mであるときの速度は何m/sか。

【例2】 位置で、スタートしてから4.0秒後には20m進み、8.0秒後には50m進んでいた。この間の速度は何m/sか。

解答解説

【例1】

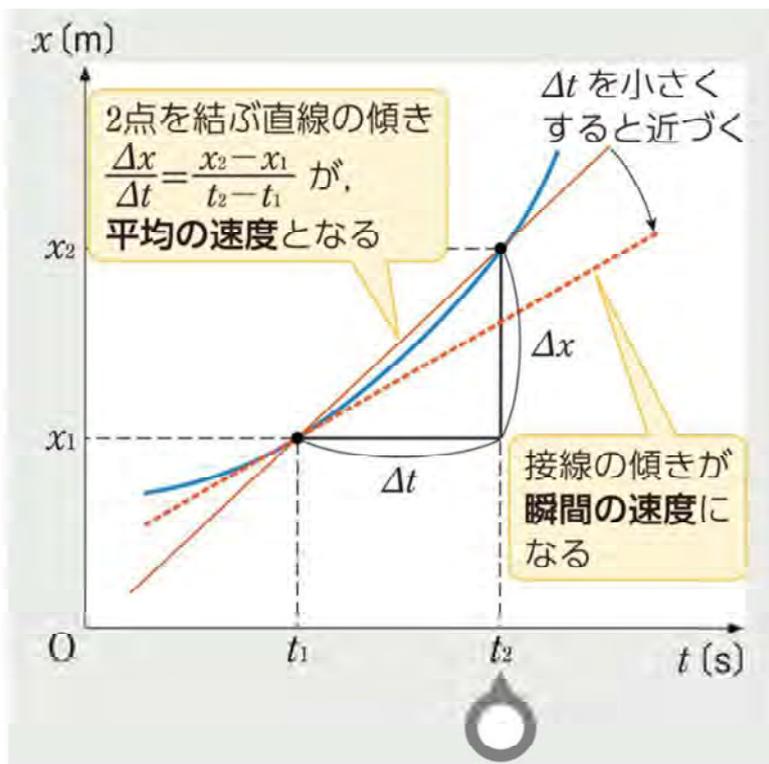
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ 上り}$$

$$v = \frac{30 \text{ m}}{20 \text{ s}} = 1.5 \text{ m/s}$$

【例2】

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \text{ 上り}$$

$$v = \frac{50 \text{ m} - 20 \text{ m}}{8.0 \text{ s} - 4.0 \text{ s}} = 7.5 \text{ m/s}$$



解説

公式子エック

- 【例1】 東向きに15 m/sで走る電車の中で、Aさんが東向きに1 m/sの速さで歩いている。このとき、電車の方で止まっている人から見たAさんの速さは何 m/sか。ただし、東向きを正の向きとする。
- 【例2】 静水上で1.0 m/sの速さで泳げる人が、北向きに3.0 m/sで流れる川を南向きに泳いでいる。このとき、岸に静止している観測者から見た、この泳ぐ人の速さは何 m/sか。また、その向きはどちら向きか。

解答解説

【例1】
 $v = v_A + v_B$ より、
 $v = 1 \text{ m/s} + 15 \text{ m/s} = 16 \text{ m/s}$

【例2】
 北向きを正の向きとすると、 $v = v_A + v_B$ より、
 $v = -1.0 \text{ m/s} + 3.0 \text{ m/s} = 2.0 \text{ m/s}$
 したがって、速さは2.0 m/s、向きは北向き

公式子エック

- 【例1】 右向きに3.0 m/sで運動する物体Aと、右向きに5.0 m/sで運動する物体Bがある。物体Aに對する物体Bの相対速度はいくらか。ただし、右向きを正の向きとする。
- 【例2】 東西に伸びる道路を、自動車Aが東向きに10 m/s、バイクBが南向きに20 m/sで走っている。バイクから見ると自動車はどちら向きに何 m/sで走っているように見えるか。

解答解説

【例1】
 $v_{AB} = v_B - v_A$ より、
 $v_{AB} = 5.0 \text{ m/s} - 3.0 \text{ m/s} = 2.0 \text{ m/s}$

【例2】
 東向きを正の向きとすると、 $v_{AB} = v_B - v_A$ より、
 $v_{AB} = 10 \text{ m/s} - 20 \text{ m/s} = -10 \text{ m/s}$
 したがって、西向きに10 m/sで走っているように見える。

イメージしよう

もしも速度が同じだったら

第2次世界大戦中、高度2000 mを飛行するフランス空軍の戦闘機の搭乗員が、顔の横を同じ方向によろよると飛ぶ虫のようなものを手で掴んだところ、ドイツ軍が発射した対空銃弾だった、というエピソードがある。

高速で飛んでいるはずの弾丸も、同じ速度で運動しながら見れば相対速度は0となり、止まって見える。

このエピソードでは、初速800 m/s ~ 900 m/sほどの弾丸が高度2000 mに達するまでに40 m/s程度に減速し、戦闘機との相対速度が偶然0になったのかもしれない。



① 戦闘機とその横を飛ぶ銃弾



実験1 斜面を下る力学台車

メニューへ

【記録タイマーと記録テープ】操作説明



【記録タイマーと記録テープ】結果例



【距離センサ】操作説明



【距離センサ】結果例



イメージしよう

加速度の大小とは

停止している車を一気に加速させ、ゴールまでの時間を競うドラッグレース（下記*参照）と呼ばれるものがある。このレースにはわずか数秒で時速500 km/hになる車もあるという。このように、短時間で一気に速度が上がる運動（いわゆるロケットスタート）を**加速度が大きい**と表現する。



① ドラッグレースの車



② 電車

これに対して、電車が出発するときは、乗客が転倒しないよう、ゆっくりと速度を上げていく。このように、時間をかけてじわじわと速くなる運動を**加速度が小さい**と表現する。

*引っ張られているように見えるほど速いことから、Drag（引く）レースと呼ばれている。



公式子エック

【例1】直線上を一定の加速度で運動する物体の速度が2秒間に4 m/s増加した。この間の物体の加速度の大きさは何 m/s²か。

【例2】東西に伸びる線路上を東向きに15 m/sで走行している電車が時刻t=0 sにブレーキをかけたところ、時刻t=10 sに停止した。時刻t=0 sからt=10 sまでの平均の加速度の大きさは何 m/s²か。また、このときの加速度の向きは東向き、西向きのどちらか。

【例1】

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$a = \frac{4 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$$

【例2】

東向きを正とすると、 $a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ より、

$$a = \frac{0 \text{ m/s} - 15 \text{ m/s}}{10 \text{ s} - 0 \text{ s}} = -1.5 \text{ m/s}^2$$

したがって、加速度の大きさは1.5 m/s²、
加速度の向きは西向き

*東向きを正としているため、速度と加速度は、正の値のときは東向き、負の値のときは西向きとなることに注意する。

公式子イック

- 【例1】一定の加速度 3.0 m/s^2 で等加速度直線運動している物体がある。この物体の速度が 1.0 m/s となつてから 2.0 秒後の物体の速度は何 m/s か。また、この 2.0 秒間での物体の移動距離は何 m か。
- 【例2】 x 軸上を一定の加速度 -2.0 m/s^2 で運動している物体が原点 O を速度 10 m/s で通過した。物体の速度が 0 m/s となるのは何秒後か。また、速度が 0 m/s となる位置の x 座標は何 m か。

解答解説

【例1】
 $v = v_0 + at$ より、 $v = 1.0 \text{ m/s} + 3.0 \text{ m/s}^2 \times 2.0 \text{ s} = 7.0 \text{ m/s}$
 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ より、 $x = 1.0 \text{ m/s} \times 2.0 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 3.0 \text{ m/s}^2 \times (2.0 \text{ s})^2 = 8.0 \text{ m}$

【例2】
 $v = v_0 + at$ より、 $0 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s} - 2.0 \text{ m/s}^2 \times t$
 $t = \frac{10 \text{ m/s}}{2.0 \text{ m/s}^2} = 5.0 \text{ s}$ よって、 5.0 秒後
 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ より、 $x = 10 \text{ m/s} \times 5.0 \text{ s} + \frac{1}{2} \times (-2.0 \text{ m/s}^2) \times (5.0 \text{ s})^2 = 25 \text{ m}$
 または、 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ より、
 $(0 \text{ m/s})^2 - (10 \text{ m/s})^2 = 2 \times (-2.0 \text{ m/s}^2) \times x$ よって、 $x = 25 \text{ m}$

もっと知りたい

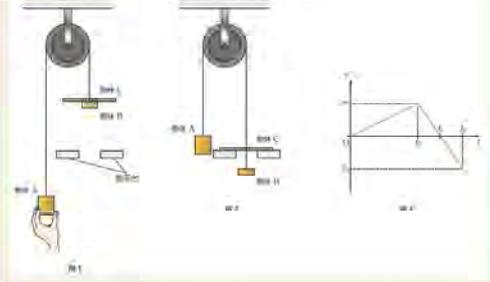
公式/解/題

・ $a = 0 \text{ m/s}^2$ とすれば、 $v = v_0$ 、 $x = v_0 t$ となり、これらは等速度直線運動の公式そのものである。
 ・変位 x は、等速で進み続けた場合の変位 ($v_0 t$) に、加速度によって余分に進んだ変位 ($\frac{1}{2} at^2$) を加えたので、 $v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ という式になる。
 これは $v-t$ グラフにおいて、全体の面積を長方形の面積 (等速分) と三角形の面積 (加速分) に分けて考えることに等しい。
 ・主体の面積を台形の面積として考えると、
 $\frac{1}{2} \times (\text{上底} + \text{下底}) \times \text{高さ} = \frac{v_0 + v}{2} \times t$ と表される。
 最初と最後の速度を足して2で割った $\frac{v_0 + v}{2}$ は、等加速度直線運動する物体の平均の速度であり、変位 x は、平均の速度 \times かかった時間、つまり $x = \bar{v} \times t$ として求めよととらえて、 $v = v_0 + at$ を代入して確認してみよう。
 $x = \frac{v_0 + v}{2} \times t = \frac{v_0 + (v_0 + at)}{2} \times t = \left(v_0 + \frac{1}{2} at \right) \times t = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$
 となり、教科書に掲載された公式と一致する。



加速度運動のグラフ

物体 A、B が軽い糸で結ばれており、糸は天井に固定された滑らかに回る軽い滑車にかけられている。B の上には中央に穴の開いた物体 C がのっている。B の下側には中央に空洞のある固定台があり、B はこの台に接触せず、空洞を通り抜けるようになっている。
 図 1 のように、A を手で静止させ、時刻 $t=0$ で A を静かにはなすと、B と C は一体となって下降し、A は上昇した。C の下側が固定台の上面に達したとき、C は固定台によって取り除かれたが、A と B はその後も運動を続けた。A が運動を始めるときを正の向きとしたとき、A の速度 v と時刻 t の関係は図 2 のようになった。



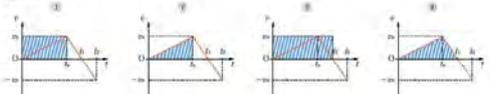
(1) 次の文章中の空欄 ア イ に当てはまる組み合わせとして最も適切なものを、下の選択肢①～⑨のうちから1つ選べ。

物体 A の運動について、物体 A が固定台に達する時刻は $t = \square$ ア イ であり、加速度の向きが変わる時刻は $t = \square$ ア イ である。

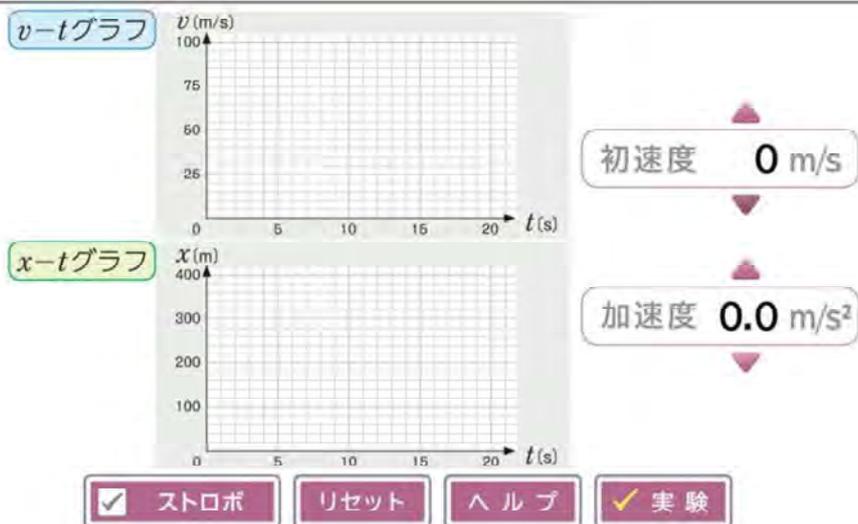
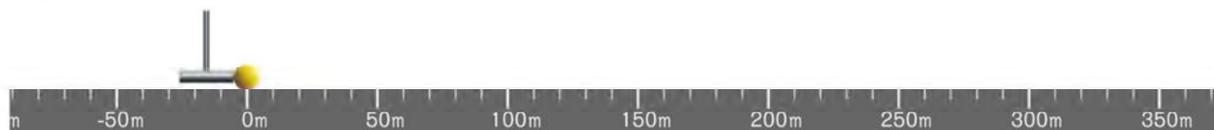
【選択肢】

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	h	$2h$	h						
イ	h	h	h	h	h	h	h	h	h

(2) $t=0$ から物体 C が固定台によって取り除かれるまでの物体 A の運動について考える。このとき、物体 A の移動した距離 (道のり) に等しい面積を斜線で表している図として最も適切なものを、次の選択肢①～④のうちから1つ選べ。
 【選択肢】



別紙-019



別紙-020

北に向かって走る自動車が交差点を 3.0 m/s で通過した直後から、北向きに一定の加速度 2.0 m/s^2 で進んだ。

- (1) 交差点を通過してから 5.0 秒後の自動車の速度を求めよ。
- (2) 交差点を通過してから 5.0 秒間で自動車はどれだけ進むか。
- (3) 自動車の速度が北向きに 15 m/s のとき、交差点からの距離はいくらか。





The screenshot shows a physics simulation interface for free fall. On the left, a vertical y-axis is shown with a yellow ball at the origin (0). A pink arrow labeled "加速度 -g" (Acceleration -g) points downwards. A horizontal dashed line represents the ground, with the origin labeled "時刻 t" (Time t). On the right, there are two graphs. The top graph shows velocity v (m/s) versus time t (s), with a linear downward-sloping line starting at v_0 and crossing the t-axis. The equation $v = v_0 - gt$ is shown below the line. The bottom graph shows displacement y (m) versus time t (s), with a parabolic curve starting at the origin. The equation $y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ is shown above the curve. The initial velocity is labeled "傾き v_0" (Slope v_0) and the final velocity is labeled "傾き v" (Slope v). At the bottom, there are control buttons: a play button, a stop button, a checked box labeled "解説" (Explanation), and an unchecked box labeled "ストロボ" (Strobe).

別紙-023

距離比例と相対速度

図のように、ある高さから小球 A を静かに落とすと同時に、A の直下の地面から小球 B を鉛直上方に速さ v_0 で投げ上げたところ、2つの小球は空中で衝突した。衝突するまでの A から見た B の運動として最も適当なものも、下の画像①～④のうちから1つ選べ。ただし、衝突まで2つの小球が地面に落下することはなく、衝突の直後は弾性であるものとする。



【選択肢】

- ① 常に同じ速さ v_0 で近づいてくるように見える。
- ② しだいに速くなって近づいてくるように見える。
- ③ しだいに遅くなって近づいてくるように見える。
- ④ しだいに速くなり、ある地点を境にしだいに遅くなって近づいてくるように見える。
- ⑤ しだいに遅くなり、ある地点を境にしだいに速くなって近づいてくるように見える。

別紙-024



到達距離 0.00m
 最高点 0.00m

鉛直方向の運動

水平方向の運動

初速度 10.0 m/s 角度 50° 地上からの高さ 0 m

軌跡 到達距離、最高点 リセット 実験

第2章 音でわかる

音源	振動して音を出す物。
音の伝わる速さ	15℃での空気中では秒速約340 mで、光の速さ(秒速約30万km)と比べてはるかに小さい。
振幅	音源の振動の中心からのふれはば、大きい音ほど振幅が大きい。
振動数(Hz)	1秒間に音源が振動する回数を、高い音ほど振動数が多い。単位はヘルツ(記号はHz)。

第3章 力の世界

摩擦抵抗力	物が物体におかれたとき、その面の物体に反対にはたらく力。
弾性力	物体の形や長さで運動をせまらざる向きにはたらく力。
弾性	力によって変形させられた物体が、もとにもどろうとする性質。
弾性の力(弾性力)	変形させられた物体において、もとにもどる向きに生じる力。
重力	地球上の全ての物体において、地球の中心の向きにはたらく力。
磁石の力(磁力)	磁石にはかの磁石を近づけることで、引き合ったり、反発し合ったりする力。
電気の力	こすった下りきなどによって、物体が引き寄せられたり、反発したりする力。
ニュートン(N)	力の大きさの単位。1 Nは、100gの物体にはたらく重力の大きさとほぼ等しい。
フックの法則	ばねの伸びは、ばねに加わる力の大きさに比例する。
質量	場所が変わっても変化しない。物質そのものの量。単位にはkg、gなどが使われる。
力の3つの要素	力のはたらく点(作用点)、力の向き、力の大きさの3つのこと。
2力のつり合いの条件	①2力が一直線上にある。②2力の大きさが等しい。③2力の向きが逆向き。

音の大小と振動のしかた

音の高低と振動のしかた

さまざまな力

力のはたらく点

力の3つの要素

公式手エック

【問題】ばね定数60 N/mのばねが次の状態のとき、このばねの弾性力の大きさは何 Nか。

(1) 0.20 m 伸びている。
(2) 0.40 m 縮んでいる。

【問題】あるばねを0.30 m 伸ばすのに45 Nの力が必要なとき、このばねのばね定数は何 N/m か。

解答解説

【1】
(1) $F = kx$ より、
 $F = 60 \text{ N/m} \times 0.20 \text{ m} = 12 \text{ N}$
(2) $F = kx$ より、
 $F = 60 \text{ N/m} \times 0.40 \text{ m} = 24 \text{ N}$

※ばねが伸びているが縮んでいるが関係なく、弾性力の大きさは同じ公式で求めることができる。
弾性力の大きさは、ばねの伸び(縮み)に比例する。100 N/mのばねは、100 Nの伸びのときで200 Nの力が必要である。

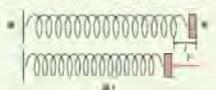
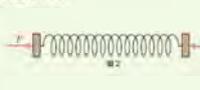
【2】
 $F = kx$ より、
 $45 \text{ N} = k \times 0.30 \text{ m}$
したがって、
 $k = \frac{45 \text{ N}}{0.30 \text{ m}} = 1.5 \times 10^2 \text{ N/m}$

問題番号 00000000

弾性力の特性と性質

問1 図1のように、軽いばねの一端を壁に、他端に板を取り付ける。板に大きさ F の力を加えたところ、ばねが x だけ縮んだところで静止した。

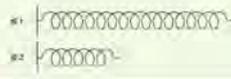
次に、壁からばねを取り外し、一方の端に取り付けていた板と同じものを取り付ける。図2のように両端から大きさ F の力を加えたところ、ばねが x だけ縮んだところで静止した。このとき、ばねの縮んだ長さはどうなるか。その説明として最も適切なものを、下の選択肢①～⑤のうちから1つ選べ。ただし、この問題では、イメージしやすいように便宜的に力の矢印の向き方を定めている。

【選択肢】

- ① ばねの左右にはたらく力は打ち消しあうので、ばねは縮まない。
- ② ばねの一端を壁に固定した場合と同じだから、 x だけ縮む。
- ③ ばねは左右から x ずつ縮むので、全体として $2x$ だけ縮む。
- ④ はたらく力の大きさが x だから、 $x/2$ だけ縮む。
- ⑤ ばねは左右から x ずつ縮むので、全体として $x/2$ だけ縮む。

問2 ばね定数の軽いばねを n 等分に切ったとき、その中の1本のばね定数はいくらになるか。最も適切なものを、下の選択肢①～⑤のうちから1つ選べ。



例：図1は、ある力を加えたばね定数のばねが x だけ伸びている。図2のように、そのばねの3分の1に等分すると、ばねの伸びが x 等分されるので $x/3$ だけ伸びている。

【選択肢】

- ① $\frac{1}{n}k$
- ② $\frac{1}{n^2}k$
- ③ k
- ④ nk
- ⑤ n^2k

力の合成・力の分解

力の合成



力の分解



別紙-029



別紙-030



別紙-031

メニューへ

実験2 力と加速度の関係

【記録タイマーと記録テープ】 操作説明



【記録タイマーと記録テープ】 結果例



【距離センサ】 操作説明



【距離センサ】 結果例



別紙-032

メニューへ

実験3 質量と加速度の関係

【記録タイマーと記録テープ】 操作説明



【記録タイマーと記録テープ】 結果例



【距離センサ】 操作説明



【距離センサ】 結果例



公式予イック

- 【例1】質量 10 kg の物体が運動している。
 (1) この物体の加速度の大きさが 4.5 m/s^2 であるとき、物体が受けている力の大きさは何 N か。
 (2) この物体が大きさ 7.0 N の力を受けているとき、物体の加速度の大きさは何 m/s^2 か。
- 【例2】右向きに運動している質量 4.0 kg の物体が左向きに大きさ 8.0 N の力を受けているとき、この物体の加速度の大きさは何 m/s^2 か。また、その向きはどちら向きか。

解答解説

【例1】
 (1) $ma = F$ より、
 $F = 10 \text{ kg} \times 4.5 \text{ m/s}^2 = 45 \text{ N}$
 (2) $ma = F$ より、
 $10 \text{ kg} \times a = 7.0 \text{ N}$
 したがって、
 $a = \frac{7.0 \text{ N}}{10 \text{ kg}} = 0.70 \text{ m/s}^2$

【例2】
 右向きを正とすると、 $ma = F$ より、
 $4.0 \text{ kg} \times a = -8.0 \text{ N}$
 したがって、
 $a = \frac{-8.0 \text{ N}}{4.0 \text{ kg}} = -2.0 \text{ m/s}^2$
 以上より、加速度の大きさは 2.0 m/s^2 、向きは左向き

* 加速度と力には向きがある。向きが反対でも同じ向きを考えると、正の向きに準じて、加速度と力 F には正負を改めて値を代入する。

もっと知ろう / 公 / 式 / 解 / 説

地面を蹴ってジャンプをするとき、人は上向きに動くが、地球は動いていないように感じる。この事実を運動方程式で考えてみよう。

地球の質量を $m \text{ [kg]}$ 、地面を蹴った力を $F \text{ [N]}$ とすると、地球に生じる加速度 $a \text{ [m/s}^2]$ は、

$$a = \frac{F}{m}$$

となる。 m は十分に大きい^{*}ため、 a はほぼ 0 となる。よって、地球はほとんど動かないことがわかる。

* $\frac{1}{1000} \approx 0.001$ 、 $\frac{1}{10000} \approx 0.0001$ と分母が大きくなると、値は 0 に近づく。

運動方程式は、ここで紹介した地球のように質量が大きい物体にも、原子のように質量が小さい物体にも成り立つ法則である。

イメージしよう

街中のワンシーンを「作用・反作用の法則」で考察してみた

人混みの中で、すれ違う人と肩がぶつかってしまったとしよう。このワンシーンを「作用・反作用の法則」で考察してみる。

① 体格差などから自分と相手が受けた力の大きさを比べたくなるが、両者にはたらく力の大きさは等しく、この点において差異はない（どちらかが大きいということはない）。



① 肩がぶつかってしまったとき

② どちらが先になぶつかったのかとトラブルの原因を追究したくなるが、自分にも相手にも肩がぶつかったと同時に力がはたらくため、どちらが先かの特定することはできない。この点において「どっちもどっち」である。

* 「作用・反作用の法則」に因果関係（原因と結果）を求めることはできない。



← メニューへ
ドリル「力の見つけ方」

ドリル「力の見つけ方」



つまずき解消動画③「力の見つけ方」



← メニューへ
ドリル「力の見つけ方」

ドリル「力の見つけ方」



つまずき解消動画③「力の見つけ方」



公式子エック

問題1 質量 $1.0 \times 10^3 \text{ g}$ の物体にはたらく重力の大きさは何 N か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

問題2 はたらく重力の大きさが $4.9 \times 10^3 \text{ N}$ となる物体の質量は何 kg か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

解答解説

問題1
 $W = mg$ より、
 $W = 0.10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 0.98 \text{ N}$

※質量 1 kg の物体が加速度 1 m/s^2 の加速度で運動するときにかかる力の大きさが 1 N であり、 $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$ が成り立つ。したがって、力の単位を導出する場合は、質量の単位を kg に変換する必要がある。

問題2
 $W = mg$ より、
 $4.9 \times 10^3 \text{ N} = m \times 9.8 \text{ m/s}^2$
 したがって、
 $m = \frac{4.9 \times 10^3 \text{ N}}{9.8 \text{ m/s}^2} = 5.0 \times 10^2 \text{ kg}$



- (1) これらの物体に生じる加速度の大きさはいくらか。
- (2) a番目とa+1番目の物体の間にある両の力の大きさはいくらか。

イメージしよう

童話「おおきなかぶ」で静止摩擦力を理解しよう

引っ張る力を大きくしていても、力がある程度の大きさになるまでは「かぶ」は抜けない。これは、地面から「かぶ」に静止摩擦力がはたらき、加えた力とつり合うためである。



おじいさんが1人で引っ張っても「かぶ」が抜けないとき、おじいさん1人の引っ張る力と静止摩擦力がつり合っている。

より大きな力で引っ張るために、おじいさんとおばあさんが2人で引っ張っても「かぶ」が抜けなかったとする。このとき、おじいさんとおばあさん2人の引っ張る力と静止摩擦力がつり合っている。

このように**加えた力の大きさにより静止摩擦力の大きさは変化し、静止摩擦力は一定値をとらない。**



公式子イック

- 1 水平な粗い床の上に置かれた物体が床から受ける垂直抗力の大きさは 40 N で、物体と床との間の静止摩擦係数は 0.60 である。このとき、物体が床から受ける最大摩擦力の大きさは何 N か。
- 2 水平な粗い床に置かれた物体が床から受ける垂直抗力の大きさは 60 N で、物体と床との間の静止摩擦係数は 0.70 である。静止した物体に水平方向に外力を加え、外力の大きさを 0 N から少しずつ大きくしていくと、やがて物体が床を滑り出した。物体が床を滑り出す直前の外力の大きさは何 N か。

解答解説

□□1

$$F_N = \mu N \text{ より、}$$

$$F_f = 0.60 \times 40\text{ N} = 24\text{ N}$$

□□2

物体が床を滑り出す直前の外力の大きさは、物体が床から受ける最大摩擦力の大きさと等しい。したがって、

$$F_f = \mu N \text{ より、}$$

$$F_f = 0.70 \times 60\text{ N} = 42\text{ N}$$

公式子イック

- 1 水平な粗い床の上を滑っている物体があり、物体が床から受ける垂直抗力の大きさは 50 N で、物体と床との間の動摩擦係数は 0.50 である。このとき、物体が床から受ける動摩擦力の大きさは何 N か。
- 2 粗い斜面上を滑っている物体が斜面から受ける動摩擦力の大きさは 10 N 、垂直抗力の大きさは 25 N であった。このとき、物体と斜面の間の動摩擦係数はいくらか。

解答解説

□□1

$$F_f = \mu N \text{ より、}$$

$$F_f = 0.50 \times 50\text{ N} = 25\text{ N}$$

□□2

$$F_f = \mu N \text{ より、}$$

$$10\text{ N} = \mu \times 25\text{ N}$$

したがって、

$$\mu = \frac{10\text{ N}}{25\text{ N}} = 0.40$$

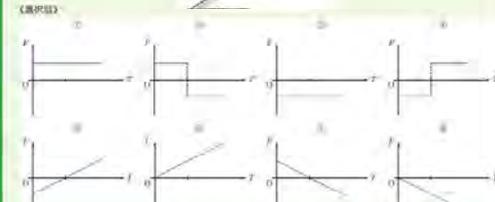
別紙-041

斜面における静止摩擦力

ある角度をなす粗い斜面上に物体を置いたところ、物体は斜面上を動くことなく静止した。この物体に図のように糸を取り付け、ゆっくり引くと、糸の張力は0から徐々に大きくなった。このとき、物体にはたらく静摩擦力 f を縦軸に、糸の張力の大きさを横軸にしたグラフとして最も適切なものを、下の選択肢①～④のうちから1つ選べ。ただし、摩擦力 f は斜面に沿って上向きを正とし、グラフは物体が動き出すまでのようすを描いているものとする。



【選択肢】



別紙-042

公式子イック

□□□ 面積 3.0 m^2 の面に大きさ 75 N の力を加えるとき、この力による圧力は何 Pa か。

□□□ 大気圧が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の大気中に、一辺の長さが 4.0 m の正方形の板が置かれている。この板の正方形の面がすべて大気に接しているとき、この面が大気から受ける力の大きさは何 N か。

解答解説

□□□

$$p = \frac{F}{S} \text{ より、}$$

$$p = \frac{75 \text{ N}}{3.0 \text{ m}^2} = 25 \text{ Pa}$$

※ 1 m^2 あたり 1 N の力が加えられたときの圧力が (Pa) であり、 $(\text{Pa}) = (\text{N/m}^2)$ である。

□□□

$$p = \frac{F}{S} \text{ より、}$$

$$1.0 \times 10^5 \text{ Pa} = \frac{F}{4.0 \text{ m} \times 4.0 \text{ m}}$$

したがって、

$$F = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 4.0 \text{ m} \times 4.0 \text{ m} = 1.6 \times 10^9 \text{ N}$$

公式子イック

- 【問題1】 水深10 mにおける水圧は何 Pa か。水の密度を $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、水面の大気圧は考えないものとする。
- 【問題2】 水圧が $4.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ となる水深は何 km か。水の密度を $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、水面の大気圧は考えないものとする。

解答解説

- 【問題1】
 $p = \rho gh$ より、
 $p = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 10 \text{ m} = 9.8 \times 10^4 \text{ Pa}$
- 【問題2】
 $p = \rho gh$ より、
 $4.9 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times h$
 したがって、
 $h = \frac{4.9 \times 10^5 \text{ Pa}}{1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2} = 5.0 \times 10^1 \text{ m} = 50 \text{ km}$

公式子イック

- 【問題1】 体積 $2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ の金属球が水の中に完全に浸っている。この金属球にはたらく浮力の大きさを何 N か。水の密度を $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。
- 【問題2】 底面積 $4.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 、高さ $4.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ の円柱が、水面から半分の高さまで水に入った状態で浮かんでいる。この円柱にはたらく浮力の大きさを何 N か。水の密度を $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

解答解説

- 【問題1】
 $F = \rho V g$ より、
 $F = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 19.6 \text{ N} \approx 20 \text{ N}$
- 【問題2】
 水の中に入っている部分の体積 V (m^3) は、円柱全体の体積のうち半分であるから、
 $V = \frac{1}{2} \times 4.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \times 4.0 \times 10^{-2} \text{ m} = 8.0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$
 $F = \rho V g$ より、
 $F = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 8.0 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 7.84 \text{ N} \approx 7.8 \text{ N}$

もとの知ッ! 公/式/解/説

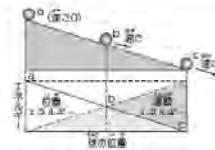
- ① ρ は物体の密度ではなく、物体のまわりにある流体(液体や気体)の密度。
[浮力がまわりの流体の密度に依存することの具体例]
 プールの水よりも海水の方が塩分を含んでいる分、密度が大きい。このため、プールよりも海の方が人の体は浮きやすい。
- ② V は物体の体積ではなく、流体中にある物体の体積。
[浮力が流体中にある物体の体積に依存することの具体例]
 ビーチボールを水に浮かべて指で水中に押し込み、指を離したときのボールの動きを観察する。図1のボールのほうが水中にある部分の体積が大きいので、ボールにはたらく浮力も大きい。指を離したとき、図2のボールのほうが水面に向かって勢いよく運動するのはこのためである。



第3章 エネルギーと仕事

エネルギー	物体を動かしたり、変形させたり、熱や光を出したりするなど、さまざまな作用をすることができる能力。仕事をすることができる能力と解することができる。
運動エネルギー	運動している物体がもつエネルギー。物体の速さが高いほど、また、質量が大きいほど、大きい。
位置エネルギー	高い位置にある物体がもつエネルギー。物体の位置が高いほど、また、質量が大きいほど、大きい。
力学的エネルギー	運動エネルギーと位置エネルギーを合わせた総量。
力学的エネルギーの保存	摩擦などの力によるエネルギーの損失がなければ、物体の力学的エネルギーは一定に保たれること。
仕事	物体に力を加えてある向きに移動させたとき、物体に加えた力と力の向きに移動した距離の積。
ジュール (J)	仕事の単位。エネルギーの大きさの単位。
仕事の原理	てこや斜面などの器具を使つて、小さな力で仕事ができるが、力を加える距離が長くなるように、道具を使わない場合と、同じ距離になるまでの仕事の大きさは変わらないといふこと。
仕事率	単位時間あたりにする仕事。
ワット (W)	仕事率の単位。1秒あたりに1ジュールの仕事をするときの仕事率。
エネルギーの保存	エネルギー変換の前でも、エネルギーの総量は変わらないこと。
伝導	固体の物質の一部を加熱した場合、熱した部分から温度の低い部分へ熱が伝わる現象。
対流	気体や液体の物質を加熱した場合、あたためられた物質そのものが移動して、全体に熱が伝わる現象。
放射	熱源から空間をへだたせて、はなれたところまで熱が伝わる現象。

力学的エネルギーの保存



仕事と仕事率

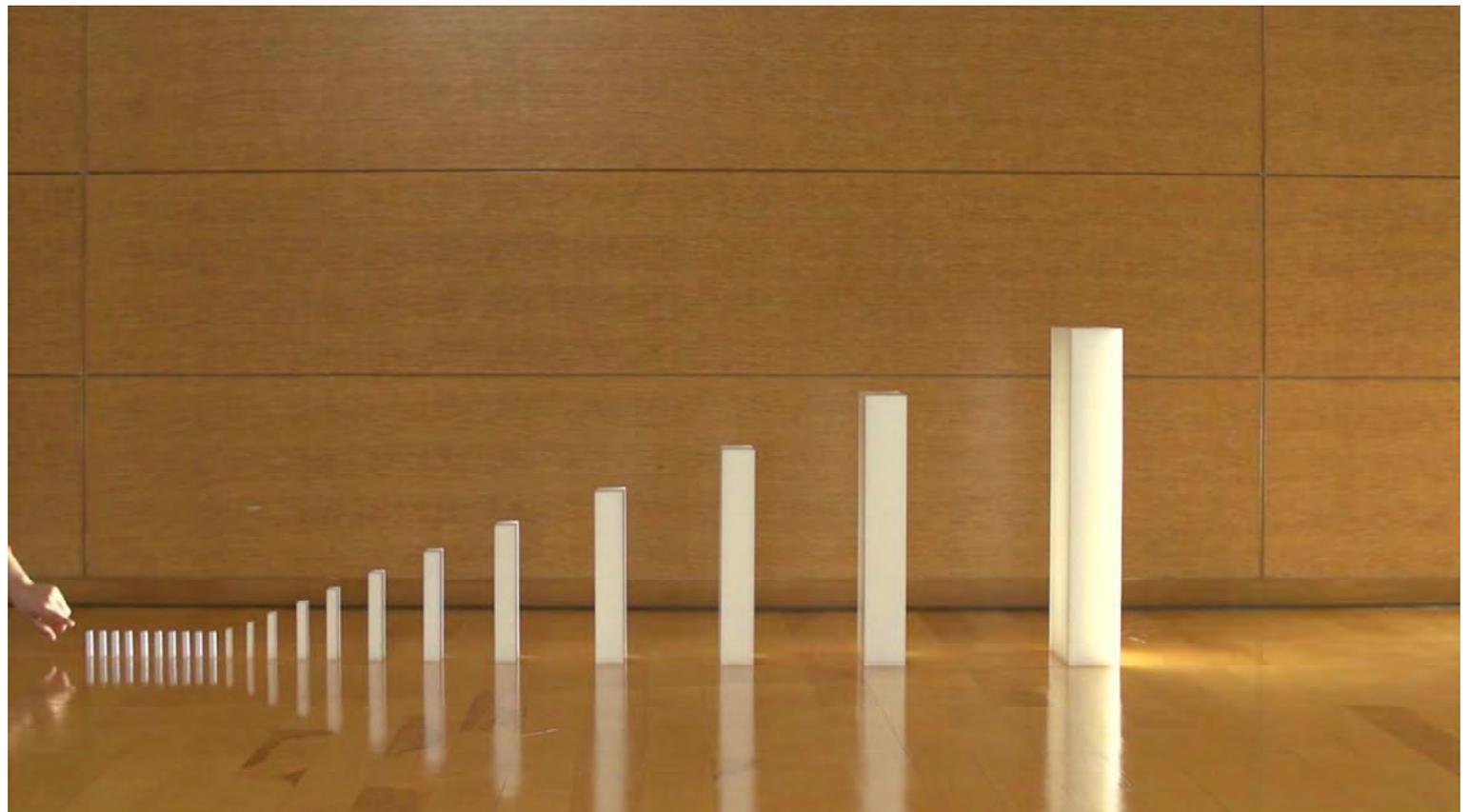
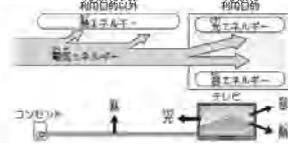
仕事 (J) = 物体に加えた力の大きさ (N) × 力の向きに移動した距離 (m)



仕事率 (W) = $\frac{\text{仕事 (J)}}{\text{時間 (s)}}$

エネルギーの変換

エネルギーはさまざまな形態に変換される。



公式子イック

- 【例1】 物体に一定の大きさ 3.5 N の力を加え、力と同じ向きに物体が 8.0 m 移動したとき、この力のする仕事は何 J か。
- 【例2】 物体に一定の大きさの力を加え、力と同じ向きに物体が 6.0 m 移動したとき、この力のする仕事は 45 J であった。加えた力の大きさは何 N か。

解答解説

【例1】
 $W = Fx$ より、
 $W = 3.5 \text{ N} \times 8.0 \text{ m} = 28 \text{ J}$

【例2】
 $W = Fx$ より、
 $45 \text{ J} = F \times 6.0 \text{ m}$
 したがって、
 $F = \frac{45 \text{ J}}{6.0 \text{ m}} = 7.5 \text{ N}$

公式子イック

- 【例1】 物体に一定の大きさ 12 N の力を加えて、物体を一定の向きに 4.5 m 移動させる。力の向きと移動の向きのなす角が 60° のとき、この力のする仕事は何 J か。
- 【例2】 物体に一定の大きさ 10 N の力を加え、力と並行に物体が 9.3 m 移動したとき、この力のする仕事は何 J か。

解答解説

【例1】
 $W = Fx \cos \theta$ より、
 $W = 12 \text{ N} \times 4.5 \text{ m} \times \cos 60^\circ = 27 \text{ J}$

【例2】
 力と並行に移動しているから、移動の向きを正とすると、物体が移動する向きに力の成分 F_x [N] は、
 $F_x = 10 \text{ N}$
 したがって、 $W = F_x x$ より、
 $W = 10 \text{ N} \times 9.3 \text{ m} = 93 \text{ J}$

*力の向きと移動の向きとのなす角は 180° であるから、 $W = Fx \cos \theta$ より、307 頁のように求めることになる。
 $W = 10 \text{ N} \times 9.3 \text{ m} \times \cos 180^\circ = -93 \text{ J}$
 *問題文には記載されていないが、物体が移動する向きと力の向き (10 N の力とは並行の力) などがある場合は、
 必ず注意。

まとめ351 公/式/解/説

上式は
 W (仕事) = $F \cos \theta$ (移動方向に沿った力の成分) $\times x$ (移動距離)
 として導いたが、
 W (仕事) = F (力の大きさ) $\times x \cos \theta$ (力の方向に沿った変位の成分)
 と考えられることもできる。
 例えば、質量 m の物体が傾角 θ の斜面に沿って距離 x だけ降り降りるときに重力 (大きさ mg) がする仕事 W について、次の二つの導き方が考えられる。



(仕事) = (重力の斜面方向の成分) \times (移動距離)
 $W = mg \sin \theta \times x$
 $= mgx \sin \theta$



(仕事) = (重力の大きさ) \times (変位の鉛直成分)
 $W = mg \times x \sin \theta$
 $= mgx \sin \theta$

公式子イック

【例1】 質量 30 kg の荷物を一定の速さで鉛直上向きに 1.2 m 持ち上げるのに 0.90 秒 かかった。このとき、持ち上げる力の仕事率は何 W か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

【例2】 物体に一定の大きさ $F \text{ (N)}$ の力を加え、力と同じ向きに一定の速さ $v \text{ (m/s)}$ で時間 $t \text{ (s)}$ が経過したとき、この力のする仕事は何 J か。また、この力の仕事率は何 W か。

解答解説

【例1】

一定の速さで持ち上げるから、荷物にはたらく重力と荷物を持ち上げる力はつり合っており、持ち上げる力の大きさは $F \text{ (N)}$ は、

$$F = 30 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

したがって、 $P = \frac{W}{t}$ より、

$$P = \frac{30 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 1.2 \text{ m}}{0.90 \text{ s}} = 392 \text{ W} \approx 3.9 \times 10^2 \text{ W}$$

【例2】

移動距離は $vt \text{ (m)}$ であるから、 $W = Fx$ より、

$$W = Fvt \text{ (J)}$$

したがって、 $P = \frac{W}{t}$ より、

$$P = \frac{Fvt}{t} = Fv \text{ (W)}$$

公式子イック

【例1】 速さ 6.0 m/s で運動する質量 3.0 kg の物体がもつ運動エネルギーは何 J か。

【例2】 質量 100 g のボールを速さ 90 km/h で投げたとき、ボールがもつ運動エネルギーは何 J か。

解答解説

【例1】

$$K = \frac{1}{2} mv^2 \text{ より、}$$

$$K = \frac{1}{2} \times 3.0 \text{ kg} \times (6.0 \text{ m/s})^2 = 90 \text{ J}$$

【例2】

質量は 0.100 kg 、速さ 90 km/h は 25 m/s であるから、 $K = \frac{1}{2} mv^2$ より、

$$K = \frac{1}{2} \times 0.100 \text{ kg} \times (25 \text{ m/s})^2 = 31.25 \text{ J} \approx 31 \text{ J}$$

※ $(\text{J}) = (\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2)$ であるから、エネルギーが何 J かを求めるときは、質量の単位を kg に、速さの単位を m/s に統一する必要がある。

公式子イック

- 【例1】質量 8.0 kg の物体の速さが 3.0 m/s から 7.0 m/s になったとき、物体がされた仕事は何 J か。
- 【例2】静止している質量 15 kg の物体に力を加えて 30 J の仕事をする。物体の速さは何 m/s になるか。ただし、加えた力以外の影響は考えなくてよい。

解答解説

【例1】

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = W \text{ より}$$

$$W = \frac{1}{2} \times 8.0 \text{ kg} \times (7.0 \text{ m/s})^2 - \frac{1}{2} \times 8.0 \text{ kg} \times (3.0 \text{ m/s})^2 = 1.6 \times 10^2 \text{ J}$$

【例2】

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = W \text{ より}$$

$$\frac{1}{2} \times 15 \text{ kg} \times v^2 - \frac{1}{2} \times 15 \text{ kg} \times (0 \text{ m/s})^2 = 30 \text{ J}$$

したがって、

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 30 \text{ J}}{15 \text{ kg}}} = \sqrt{(2.0 \text{ m/s})^2} = 2.0 \text{ m/s}$$

公式子イック

- 【例1】基準面からの高さが 2.0 m の位置にある質量 5.0 kg の物体がもつ重力による位置エネルギーは何 J か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。
- 【例2】ビルの屋上に質量 10 kg の重い物が置いてある。地面からビルの屋上までの高さは 50 m である。(1)、(2)それぞれの場合において、この物がもつ重力による位置エネルギーは何 J か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。
(1) 地面を基準面とする。
(2) ビルの屋上を基準面とする。

解答解説

【例1】

$$U = mgh \text{ より、}$$

$$U = 5.0 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 2.0 \text{ m} = 98 \text{ J}$$

【例2】

(1) 基準面からの高さは 50 m であるから、 $U = mgh$ より、

$$U = 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 50 \text{ m} = 4.9 \times 10^3 \text{ J}$$

(2) 基準面からの高さは 0 m であるから、 $U = mgh$ より、

$$U = 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0 \text{ m} = 0 \text{ J}$$

* $U = mgh$ における h は基準面からの高さであり、基準面のとり方によって変わることには注意する。

公式子イック

【問題1】ばね定数 80 N/m のばねにおもりを取り付けて自然長 (自然の長さ) から 0.10 m 伸ばしたとき、おもりがもつ弾性エネルギーは何 J か。

【問題2】ばね定数 $1.0 \times 10^3 \text{ N/m}$ のばねにおもりを取り付け、ばねを縮めておもりがもつ弾性エネルギーが $8.0 \times 10^2 \text{ J}$ となるようにするとき、ばねの自然長 (自然の長さ) からの縮みは何 m か。

解答解説

【問題1】

$$U = \frac{1}{2} kx^2 \text{ より、}$$

$$U = \frac{1}{2} \times 80 \text{ N/m} \times (0.10 \text{ m})^2 = 0.40 \text{ J}$$

【問題2】

$$U = \frac{1}{2} kx^2 \text{ より、}$$

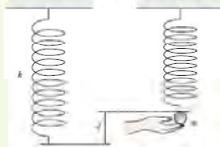
$$8.0 \times 10^2 \text{ J} = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 10^3 \text{ N/m} \times x^2$$

したがって、

$$x = \sqrt{\frac{2 \times 8.0 \times 10^2 \text{ J}}{1.0 \times 10^3 \text{ N/m}}} = \sqrt{(4.0 \text{ m})^2} = 4.0 \text{ m}$$

位置エネルギーとは何か

図のように、ばね定数の軽いばねを天井からつり下げ、質量 m の小物体を手で下からばねに押し立て、ばねを自然の長さから距離 x まで伸ばした。この状態から小物体を放したとき、重力とばねの力により、小物体は初速度ゼロで距離 x 向きに運動を始めた。小物体は、ばねが自然の長さになった後に、ばねから離れて、高さ x まで運動をした。ばねが自然の長さに戻るまでの、重力が小物体にした仕事を W_1 、ばねの力が小物体にした仕事を W_2 とし、ばねが自然の長さになった瞬間の小物体の運動エネルギーを E とする。①、②、③、④ の間に成り立つ関係式として最も適切なものを、下の選択肢①～④のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。



《選択肢》

- ① $K = W_1 + W_2$
- ② $K = W_1 - W_2$
- ③ $K = mgx + W_1 + W_2$
- ④ $K = mgx + W_1 - W_2$
- ⑤ $K = \frac{1}{2} kx^2 + W_1 + W_2$
- ⑥ $K = \frac{1}{2} kx^2 + W_1 - W_2$
- ⑦ $K = mgx + \frac{1}{2} kx^2 + W_1 + W_2$
- ⑧ $K = mgx + \frac{1}{2} kx^2 + W_1 - W_2$

【自由落下】操作説明



【自由落下】結果例



【振り子】操作説明

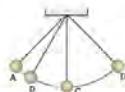


【振り子】結果例



公式子エツク

- 【問題1】 床から h [m] の高さから質量 m [kg] の小球を自由落下させた。
- ①手を離した直後
 - ②床からの高さ $\frac{h}{2}$ [m] に達した瞬間
 - ③床に着く直前
- における小球の運動エネルギー K [J] と重力による位置エネルギー U [J] を書き表せそれぞれ求めよ。重力による位置エネルギーの基準を床面とし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。
- 【問題2】 小球に係をつけて図のような振り子を作った。この振り子の運動について、位置 A における小球の力学的エネルギーと等しい力学的エネルギーをもつのは位置 B 、 C 、 D のうちどれか。すべて書き表せ。



解答解説

- 【問題1】 小球には重力のみが仕事をするので、力学的エネルギーは一定に保たれる。 $K + U = \text{一定}$ より、
- ① 小球の速さは 0 m/s なので、 $K = 0$ J また、 $U = mgh$ [J]
 - ② $U = mg \times \frac{h}{2} = \frac{1}{2} mgh$ [J] $K + U = \text{一定}$ より、 $K = mgh - \frac{1}{2} mgh = \frac{1}{2} mgh$ [J]
 - ③ 小球の速さは 0 m/s なので、 $U = 0$ J $K + U = \text{一定}$ より、 $K = mgh - 0 = mgh$ [J]

【問題2】 小球には重力と糸の張力がはたらいている。張力の向きは小球の運動の向きと垂直なので、張力は仕事をしない。よって、小球の力学的エネルギーは一定に保たれる。したがって、 A の力学的エネルギーが等しいのは B 、 C 、 D すべて。

イメージしよう

財布の中身に注目するのか、全財産に注目するのか

銀行からお金を下ろした場合を考えてみよう。財布の中身に注目すれば、銀行から下ろしたお金の分だけ現金は増加するが、全財産（財布の中身+預金）で考えると何も変化していない。

ある高さから物体を落下させた場合を考えてみよう。運動エネルギーだけに注目すれば、重力がした仕事のみエネルギーは増加するが、力学的エネルギー（運動エネルギー+位置エネルギー）で考えると何も変化していない。



① お金を下ろす

ポイントは「何のエネルギーに注目して立式するのか」ということである。

- ①運動エネルギーに注目すれば、重力がはたらいている効果を「重力がした仕事」として考えることになる。
- ②力学的エネルギーに注目すれば、重力がはたらいている効果を「重力による位置エネルギー」として考えることになる。

「重力がした仕事」を考えれば「重力による位置エネルギー」を考える必要はなく、「重力による位置エネルギー」を考えれば「重力がした仕事」を考える必要はない。つまり、1つの式の中に両者が同時に存在することはない。



公式手拭ク

- 1 ボールを速さ v_0 (m/s) で鉛直上向きに投げ上げる。投げ上げた位置からボールが通る最も高い点までの高さを h (m) とし、重力加速度の大きさを g (m/s²) とし、空気抵抗はないものとする。
- 2 滑らかな斜面上の点 P に置いた小球を静かに放す。小球は斜面上を運動し、斜面上の点 Q を通過した。点 Q を基準とした点 P の高さは 5 m である。点 Q での小球の速さは v (m/s) であり、重力加速度の大きさを g (m/s²) とする。

解答

□□1 重力のみが仕事をするため力学的エネルギーは保存される。 $K + U = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \text{一定}$ より、ボールの質量を m (kg)、求める最も高い点の高さを h (m) とし、投げ上げた位置を通る水平面を重力による位置エネルギーの基準面とすると、

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mg \times 0 \text{ m} = \frac{1}{2} \times m \times (0 \text{ m/s})^2 + mgh$$

したがって、

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \text{ (m)}$$

□□2 小球が斜面から受ける垂直抗力は、運動方向に対して常に垂直で仕事をしないので、仕事をするのは重力のみとなり、力学的エネルギーは保存される。小球の質量を m (kg)、点 Q での小球の速さを v (m/s)、重力加速度の大きさを g (m/s²) とし、点 Q を通る水平面を重力による位置エネルギーの基準面とすると、

$$K + U = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \text{一定}$$

$$\frac{1}{2} \times m \times (0 \text{ m/s})^2 + mg \times 5 \text{ m} = \frac{1}{2}mv^2 + mg \times 0 \text{ m}$$

この式を v について解き、 $g = 10 \text{ m/s}^2$ を代入すると、

$$v = \sqrt{2 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 5 \text{ m}} = \sqrt{(10 \text{ m/s})^2} = 10 \text{ m/s}$$

公式子イック

【例1】 滑らかな水平面に置いた質量 m (kg) の物体に、ばね定数 k (N/m) の軽いばねの一端を取り付け、ばねが水平となるように他端を固定する。ここで、ばねを自然長(自然の長さ)から d (m) 伸ばして、静かに手を放す。ばねが自然長に戻るとき物体の速さは何 m/s か。

【例2】 滑らかな水平面に置いた質量 5.0 kg の物体に、ばね定数 80 N/m の軽いばねの一端を取り付け、ばねが水平で自然長(自然の長さ)となるように他端を固定する。ここで、物体に対してばねの縮みの向きに、ばねに沿って大きさ 9.0 m/s の初速度を与える。ばねが最も縮んで物体の速度が 0 m/s となるときのばねの縮みは何 m か。

解答解説

【例1】 物体にはたらく重力および物体が水平面から受ける垂直抗力は運動方向に対して常に垂直で仕事をしないので、仕事をするのは弾性力のみとなり、力学的エネルギーは保存される。

$$K + U = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \text{一定より、求める速さを } v \text{ (m/s) とすると、}$$

$$\frac{1}{2} \times m \times (0 \text{ m/s})^2 + \frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k \times (0 \text{ m})^2$$

したがって、

$$v = d \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ (m/s)}$$

【例2】 物体にはたらく重力および物体が水平面から受ける垂直抗力は運動方向に対して常に垂直で仕事をしないので、仕事をするのは弾性力のみとなり、力学的エネルギーは保存される。

$$K + U = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \text{一定より、求める縮みを } x \text{ (m) とすると、}$$

$$\frac{1}{2} \times 5.0 \text{ kg} \times (9.0 \text{ m/s})^2 + \frac{1}{2} \times 80 \text{ N/m} \times (0 \text{ m})^2 = \frac{1}{2} \times 5.0 \text{ kg} \times (0 \text{ m/s})^2 + \frac{1}{2} \times 80 \text{ N/m} \times x^2$$

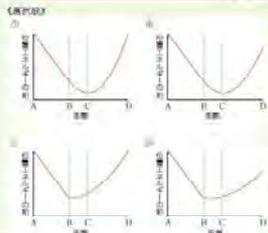
したがって、

$$x = 9.0 \text{ m/s} \times \sqrt{\frac{5.0 \text{ kg}}{80 \text{ N/m}}} = \frac{9.0 \text{ m/s}}{\sqrt{(4.0/2)^2}} = \frac{9.0 \text{ m/s}}{4.0/\text{s}} = 2.25 \text{ m} \approx 2.3 \text{ m}$$

力学的エネルギー保存の法則

滑らかな斜面上に軽いばねの上端を固定し、その下端に小物体を載せて伸びない長さ l の糸でつないだ。ばねが自然の長さのときのばねの下端の位置を点 A とする。はじめ、物体を糸で支えて、点 A に静止させておいた。ただし、物体の位置は、糸のついた端の位置で示すこととする。

物体から糸がはずれると、図のように物体は点 A から斜面に沿って下方にすべり出し、点 B で糸が再び人と繋がった。物体はさらに下方にすべり、やがて物体の速さは点 C で最大になり、その後、物体は最下点 D で速さが 0 となった。物体が最期の位置 A から点 D まで降下する間、重力による位置エネルギーとばねの弾性力による位置エネルギーの和を、点 A から物体までの降下の距離として表したグラフとして最も適切なものを、下の選択肢①～④のうちから 1 つ選べ。



物理基礎 力学編 運動の法則

公式予イック

【例1】 水平面からの高さが0.50 mの粗い斜面上に、質量2.0 kgの物体を静かに置いたところ、物体は斜面を滑りおり、水平面に達したときの速さは1.0 m/sであった。このとき、動摩擦係数が物体にした仕事は何Jか。重力による位置エネルギーの基準を水平面とし、重力加速度の大きさを9.8 m/s²とする。

【例2】 床から2.0 mの高さから質量1.0 kgの小球を自由落下させたところ、小球は空気の抵抗から20 Jの仕事を受けて、床に衝突した。小球が床に衝突する直前の速さは何 m/sか。重力による位置エネルギーの基準を床面とし、重力加速度の大きさを9.8 m/s²とする。

解答解説

【例1】 はじめの物体の運動エネルギーは0 J、重力による位置エネルギーは $2.0 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.50 \text{ m} = 9.8 \text{ J}$ によって、はじめの力学的エネルギーは $0 \text{ J} + 9.8 \text{ J} = 9.8 \text{ J}$

物体が水平面に達したときの運動エネルギーは、 $\frac{1}{2} \times 2.0 \text{ kg} \times (1.0 \text{ m/s})^2 = 1.0 \text{ J}$ 、重力による位置エネルギーは0 J

よって、水平面に達したときの力学的エネルギーは $1.0 \text{ J} + 0 \text{ J} = 1.0 \text{ J}$
 動摩擦係数が物体にした仕事を $W \text{ [J]}$ とすると、 $9.8 \text{ J} + W = 1.0 \text{ J}$ より、 $W = -8.8 \text{ J}$

【例2】 はじめの小球の運動エネルギーは0 J、重力による位置エネルギーは $1.0 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 2.0 \text{ m} = 24.5 \text{ J}$ によって、はじめの力学的エネルギーは $0 \text{ J} + 24.5 \text{ J} = 24.5 \text{ J}$

小球が床に衝突する直前の速さを $v \text{ [m/s]}$ とすると、このときの力学的エネルギーは

$$\frac{1}{2} \times 1.0 \text{ kg} \times v^2 + 0 = \frac{1}{2} v^2$$

力学的エネルギー変化と仕事の関係より、

$$24.5 \text{ J} - 20 \text{ J} = \frac{1}{2} v^2$$

したがって、
 $v = 3.0 \text{ m/s}$

メニューへ

ドリル「力学的エネルギー保存の法則」

ドリル「力学的エネルギー保存の法則」



つまずき解消動画⑤「力学的エネルギー保存の法則」



マンガで見る科学史



読む科学史



学習内容の整理

中学1年 化学領域

第1章 身のまわりの物質とその性質

物体	物の外観に注目したとき、物体という。
物質	物を形づくっている材料に注目したとき、物質という。
非金属	金属以外の総称。
金属	金属をつぶくと変形するものの総称。
脆性	曲げると折れる性質。
延性	たたくと広がる性質。
展性	薄く延びる性質。
質量	重さで測る性質。
密度	物質の単位体積あたりの質量。物質は密度によって区別されている。
純物質	性質をつくる物質が一定。元素や化合物を指す。
混合物	多種物質の総称。

第2章 気体の性質

水上置換法	水に溶けず、または水にけいにくい気体を集める方法。
上方置換法	水に溶けず、密度より密度が小さい気体を集める方法。
下方置換法	水に溶けず、密度より密度が大きい気体を集める方法。

いろいろな気体の性質と集め方

気体	水に溶けず、密度より密度が小さい。	水に溶けず、密度より密度が大きい。	水に溶けず、密度より密度が小さい。
二酸化炭素	水に溶けず、密度より密度が大きい。	水に溶けず、密度より密度が小さい。	水に溶けず、密度より密度が小さい。
酸素	水に溶けず、密度より密度が小さい。	水に溶けず、密度より密度が大きい。	水に溶けず、密度より密度が小さい。
水素	水に溶けず、密度より密度が小さい。	水に溶けず、密度より密度が大きい。	水に溶けず、密度より密度が小さい。
窒素	水に溶けず、密度より密度が小さい。	水に溶けず、密度より密度が大きい。	水に溶けず、密度より密度が小さい。
アンモニア	水に溶けず、密度より密度が小さい。	水に溶けず、密度より密度が大きい。	水に溶けず、密度より密度が小さい。

密度を求める式

$$\text{物質の密度 (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{物質の質量 (g)}}{\text{物質の体積 (cm}^3\text{)}}$$

メスシリンダーの使い方

ガスバーナーの使い方

火をつけるとき

1. ドライフックの口が直下を向くように調整し、ガスバーナーの口を近づける。
2. ドライフックの口を近づけると、ガスバーナーの口から炎が出る。

火を消すとき

1. ガスバーナーの口を直上を向くように調整し、炎を消す。
2. ガスバーナーの口を直上を向くように調整し、炎を消す。

密度を求める式

質量を求める式

体積を求める式

別紙-067



別紙-068





公式子イック

問題 水 100 g の温度を 20 °C 上げるのに必要な熱量は何 J か。水の比熱容量を 4.2 J / (g・K) とする。
問題 鉄 50 g に 900 J の熱量を与えたとき、温度は何度上昇するか。鉄の比熱容量を 0.45 J / (g・K) とする。

解答解説

問題
 $Q = mc\Delta T$ より、
 $Q = 100 \text{ g} \times 4.2 \text{ J} / (\text{g} \cdot \text{K}) \times 20 \text{ K} = 8.4 \times 10^3 \text{ J}$
 ※ 1 °C = 1 K だが、目録の記載は正しいので、温度の単位をとったときの値は同じになる。

問題
 $Q = mc\Delta T$ より、
 $900 \text{ J} = 50 \text{ g} \times 0.45 \text{ J} / (\text{g} \cdot \text{K}) \times \Delta T$
 したがって、
 $\Delta T = \frac{900 \text{ J}}{50 \text{ g} \times 0.45 \text{ J} / (\text{g} \cdot \text{K})} = 40 \text{ K}$
 よって、40 °C

むと知33!

公 / 式 / 解 / 説

高温の鉄球を海の中に入れても、海全体の温度はほとんど変わらない。この事実を熱量と比熱容量の関係式で考えてみよう。
 質量 m (g)、比熱容量 c (J/g・K) の物体に熱量 Q (J) を与えたときの温度変化 ΔT (K) は、

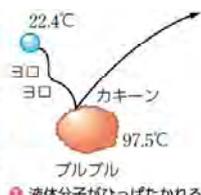
$$\Delta T = \frac{Q}{mc}$$
 となる。海全体の質量 m は十分に大きい*から ΔT はほぼ 0 となるため、海全体の温度はほとんど変わらないことがわかる。
 * $\frac{1}{1000} = 0.001$, $\frac{1}{10000} = 0.0001$ と分母が大きくなると、値は 0 に近づく。
 物理ではこのような極端な状況を考えることで、与えられた関係式を定性的に理解しやすくなることが多い。

イメージしよう

小さな世界では何が起きているのか

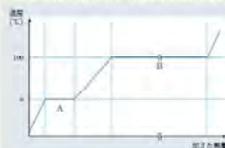
試料が銅の場合を例にとって、小さな世界では何が起きているのかをイメージしてみよう。

高温の固体（銅）原子は激しく振動しており、低温の液体（水）分子は元気がなく泳いでいる。両者が接触すると、固体原子の振動により液体分子は引っぱたかれて「カキーン」と飛んでいく。これは、固体原子の振動のエネルギーの一部が液体分子の運動エネルギーとして受け渡されたことを表している。小さな世界におけるエネルギーのやりとりはこのようにイメージできる。また、固体原子の振動が弱まったことを温度が下がった、液体分子の動きが活発になったことを温度が上がったと表現する。両者が同じ温度になると、エネルギーのやりとりがなくなる。この状態を熱平衡という。



比熱容量（比熱）の定性的理解

問1 表を水の状態から一定の割合で熱を加え続けたところ、図のように温度が変化した。下の文章中の空欄「ア」、「イ」に当てはまる組み合わせとして最も適切なものを、下の選択肢①～⑤のうちから1つ選ぶ。



区間 A と区間 B では温度が変化しなかった。これは加えた熱が「ア」に変わるためである。グラフの傾きが、固体状態のときより液体状態のときの方が小さいので、比熱容量（比熱）は液体状態の方が「イ」こらわかる。

《選択肢》

	ア	イ
①	分子どうしの結びつきを弱めたり切ったりする	大きい
②	分子どうしの結びつきを弱めたり切ったりする	小さい
③	化学反応を引き起こす	大きい
④	化学反応を引き起こす	小さい
⑤	固体中の分子の間隔が広がる	大きい
⑥	液体中の分子の間隔を狭める	小さい

公式子イック

【例1】 気体に 40 J の熱を加えながら、気体を圧縮して 60 J の仕事をしたとき、気体の内部エネルギーの変化は何 J か。加えた熱はすべて気体が吸収し、加えた熱と圧縮による仕事のほかには、気体と外部とのエネルギーのやり取りはないものとする。

【例2】 気体が 500 J の仕事をされたとき、この気体の内部エネルギーは 800 J 増加した。このとき、気体が吸収した熱量は何 J か。

解答解説

【例1】
 $\Delta U = Q + W$ より、
 $\Delta U = 40 \text{ J} + 60 \text{ J} = 100 \text{ J}$

【例2】
 $\Delta U = Q + W$ より、
 $800 \text{ J} = Q + 500 \text{ J}$
 したがって、
 $Q = 800 \text{ J} - 500 \text{ J} = 300 \text{ J}$

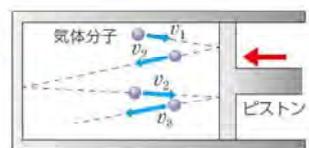
※「物体に加えた熱量」と「物体が吸収した熱量」、「物体にした仕事」と「物体がされた仕事」はそれぞれ等しいことに注意する。

イメージしよう

ホームラン打球の速さ

ホームランの打球の速さは多くの場合 160 km/h 以上であり、ピッチャーが投げる球速を上回る。これは、バットがボールと逆向きに高速（約 120 km/h 以上）で運動して衝突するためである。

空気を圧縮すると温度が上がるのは、高速の気体分子が逆向にバットと衝突するボールに運動するピストンと繰り返し衝突するたびに、さらに速さを増すためである。



($v_1 < v_2 < v_3 < \dots$
 ピストンに衝突するたびに速くなる)
 ● ピストンに衝突する気体分子



公式子イック

- 問題1 熱機関に高温の物体から500 Jの熱量が与えられたとき、外部に65 Jの仕事をした。この熱機関の熱効率はいくらか。
- 問題2 熱機関に高温の物体から900 Jの熱量が与えられたとき、低温の物体に720 Jの熱量を排出した。この熱機関の熱効率はいくらか。

解答解説

問題1

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \text{ より}$$

$$\eta = \frac{65 \text{ J}}{500 \text{ J}} = 0.13$$

問題2

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \text{ より}$$

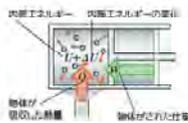
$$\eta = \frac{900 \text{ J} - 720 \text{ J}}{900 \text{ J}} = 0.2$$



レベルアップドリル 続き

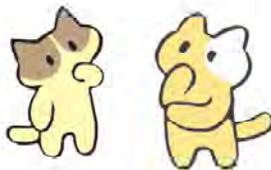
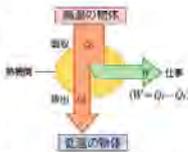
問題2 次の各問いに答えよ。

- 気体は100 Jの熱を吸収し、外部から500 Jの仕事をした。気体の内部エネルギーの増加量はいくらか。
- 気体は外部に100 Jの仕事をし、内部エネルギーは300 J減少した。気体は外部から熱を吸収したか、外部に熱を放出したか。また、その値はいくらか。
- 気体は600 Jの熱を吸収して、外部に400 Jの仕事をした。気体の温度は上がったか。それとも下がったか。
- 気体は400 Jの熱を吸収し、内部エネルギーは100 J増加した。気体は外部に仕事をしたか。それとも、外部から仕事をされたか。また、その値はいくらか。
- 気体は550 Jの仕事をしたが、内部エネルギーは150 J増加していた。このとき、気体が吸収した熱量はいくらか。



問題3 次の各問いに答えよ。

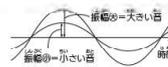
- 熱機関が $1.5 \times 10^4 \text{ J}$ の熱量を得て、外部に300 Jの仕事をした。このときの熱機関の熱効率はいくらか。また、熱機関が排出した熱量はいくらか。
- 熱効率が25%の熱機関が外部に200 Jの仕事をした。このとき、熱機関が吸収した熱量はいくらか。また、排出した熱量はいくらか。
- 熱機関が750 Jの熱を吸収して外部に仕事をしたところ、525 Jの熱を排出していたことがわかった。このときに熱機関がした仕事はいくらか。また、熱機関の熱効率はいくらか。



音と波 音の世界

音源	振動して音を出す物。
音の伝わる速さ	15℃の空気中で1秒間約340 mで、光の速さ(秒速約30万 km)と比べてはるかに小さい。
振幅	音源の振動の中心からのふれはば、大きい音ほど振幅が大きい。
振動数 (Hz)	1秒間に音源が振動する回数。高い音ほど振動数が多く、単位はヘルツ(記号Hz)。

音の大きさと音のしかた



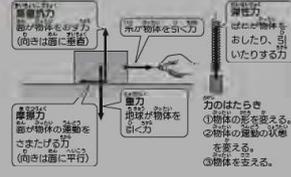
音の高低と音のしかた



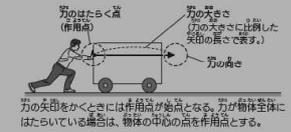
力と運動 力の世界

垂直抗力	面が物体におされたとき、その面から物体に垂直にはたらく力。
摩擦力	物体の表面間で運動をせよとする向きにはたらく力。
弾性	力によって変形させられた物体が、もとにもどろうとする性質。
弾性の力 (弾性力)	変形させられた物体において、もとにもどる向きに生じる力。
重力	地球上の全ての物体において、地球の中心の向きにはたらく力。
磁石の力 (磁力)	磁石にはほかの磁石を近づけることで、引き合ったり、反発し合ったりする力。
電気力	こすった下りきなどによって、物体が引き寄せられたり、反発したりする力。
ニュートン (N)	力の大きさの単位。1 Nは、100 gの物体にはたらく重力の大きさとほぼ等しい。
フックの法則	ばねの伸び、はねに面わる力の大きさに比例する。
質量	場所が変わっても変化しない。物質そのものの量。単位にはkg、gなどが使われる。
力の3つの要素	力のはたらく点(作用点)、力の向き、力の大きさの3つのこと。
2力のつり合いの条件	①2力が一直線上にある。②2力の大きさが等しい。③2力の向きが逆向き。

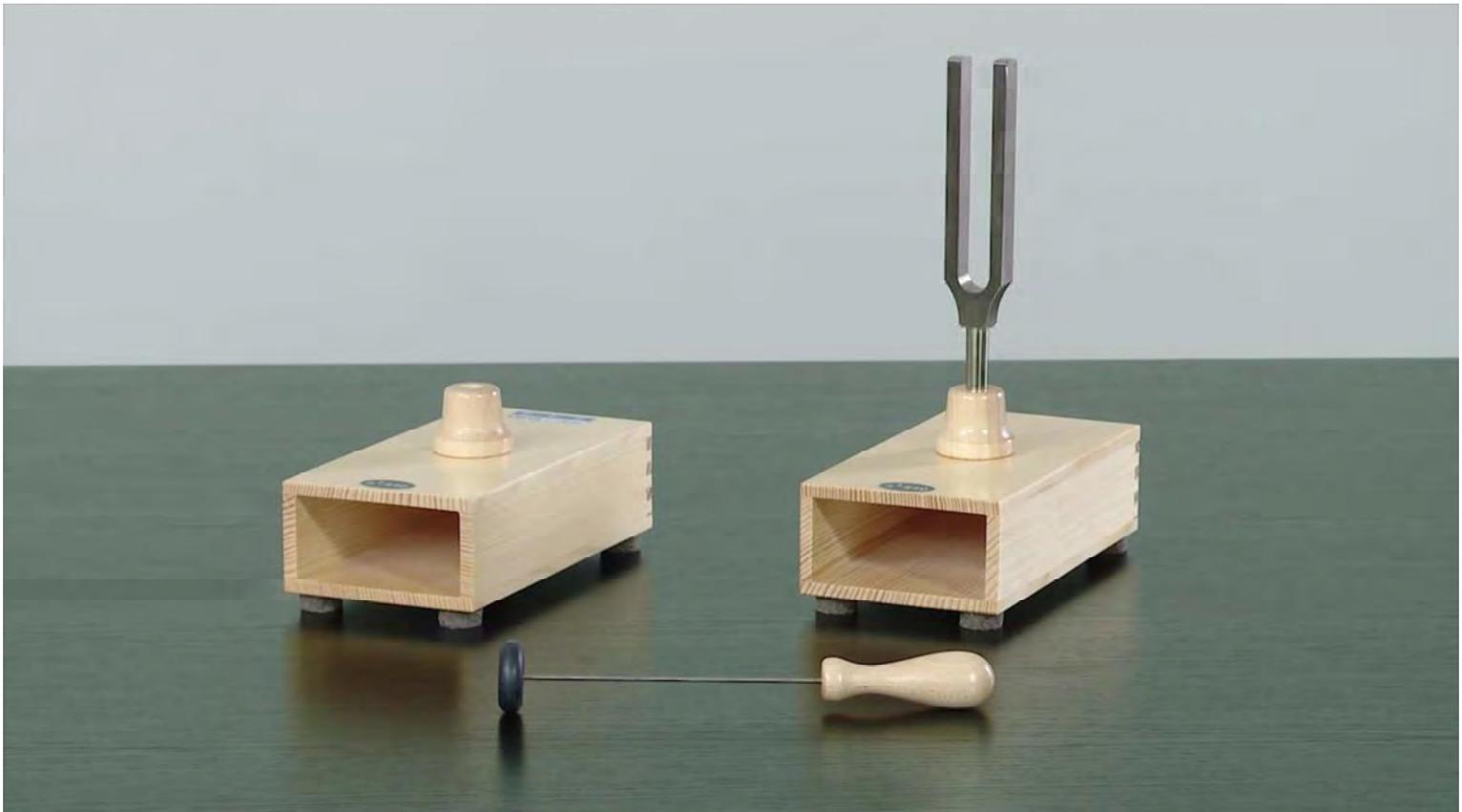
さまざまな力



力の3つの要素



力の矢印をかくときには作用点が始点となる。力が物体全体にはたらくている場合は、物体の中心の点を作用点とする。



公式子エック

- 【問題1】 波長が2.0 mで、周期が0.40 sの波の伝わる速さは何 m/sか。
 【問題2】 振動数が100 Hzの波の波長は何 mか。波の伝わる速さを20 m/sとする。

解答解説

【問題1】
 $v = \frac{\lambda}{T}$ より、
 $v = \frac{2.0 \text{ m}}{0.40 \text{ s}} = 5.0 \text{ m/s}$

【問題2】
 $v = \lambda f$ より、
 $20 \text{ m/s} = 100 \text{ Hz} \times \lambda$
 したがって、
 $\lambda = \frac{20 \text{ m/s}}{100 \text{ Hz}} = 0.2 \text{ m}$

もっと知るよ!

公/式/解/説

波の伝わる速さ v 、振動数 f 、波長 λ の関係式
 「波の伝わる速さ」は「単位時間で波が伝わる距離」のことである。
 「波の振動数」は「単位時間で送られた波の数」、「波の波長」は「波1つ分の長さ」なので、「送られた波の数と波1つ分の長さの積」は波が伝わる距離となる。
 「振動数」と「波長」の積は、単位時間あたり波が伝わる距離、つまり波の伝わる速さとなる。
 波の速さは媒質にのみ関係しているため、同一の媒質で波の振動数を大きくすると波長は短くなる。ウェーブマシンでためしてみよう。

イメージしよう

同位相のイメージ

胴上げでは「ワッショイ!ワッショイ!」の掛け声とともに、全員が同じリズムで腕の上げ下げを行っている。このように、同じリズムで振動していることが同位相のイメージである。

2つ以上の振動が同位相で重なると強め合う。胴上げされている人が高く跳ね上げられるのはこのためである。



① 胴上げ



**レベルアップ
ドリル**

波の変換

例題 右図は、 x 軸上を正の向きに進む縦波のある瞬間の波形を横軸として表している。ここで、 x 軸方向の正の変位を y 軸方向の正の変位として表してある。

(1) 密及び疎の位置を A~Hの中からすべて選べ。
 (2) 媒質の速さが0になる位置を A~Hの中からすべて選べ。
 (3) A、C、E、Gのうち、媒質の速度が x 軸正の向きである位置をすべて選べ。

解答 x 軸上を進む縦波では、媒質は x 軸上の各点で x 軸方向に周期的に振動している。縦波を横波と同じように y - x グラフで表すとき、以下のように、つり合いの位置からの x 軸方向の変位を、 y 軸方向の変位に置き換えて考える。

(1) y 軸方向の変位を x 軸方向の変位に¹戻して考える。
 図1の上下の矢印は、B、D、F、Hの各点の媒質の変位を表している。B、Fでの y 軸方向の変位は負になっているから、もとの縦波の x 軸方向の変位も負である。図1より、B、Fを含むA~C、E~Gの各点の y 軸方向の変位も負なので、この間の媒質における各点の x 軸方向の変位も負である(図1の \blackleftarrow)。

同様にC~E、G~Hの各点の y 軸方向の変位は正なので、この間の媒質における各点の x 軸方向の変位は正である(図1の \blackrightarrow)。

これより、A、Eのまわりの媒質の変位はA、Eに近づく向きに、C、Gのまわりの媒質の変位はC、Gから離れた向きであることがわかる。

※密:A、E ※疎:C、G

左右から送り出す波の形を選択して、両端のボタンをタップしてください。

左端から送り出される波の形

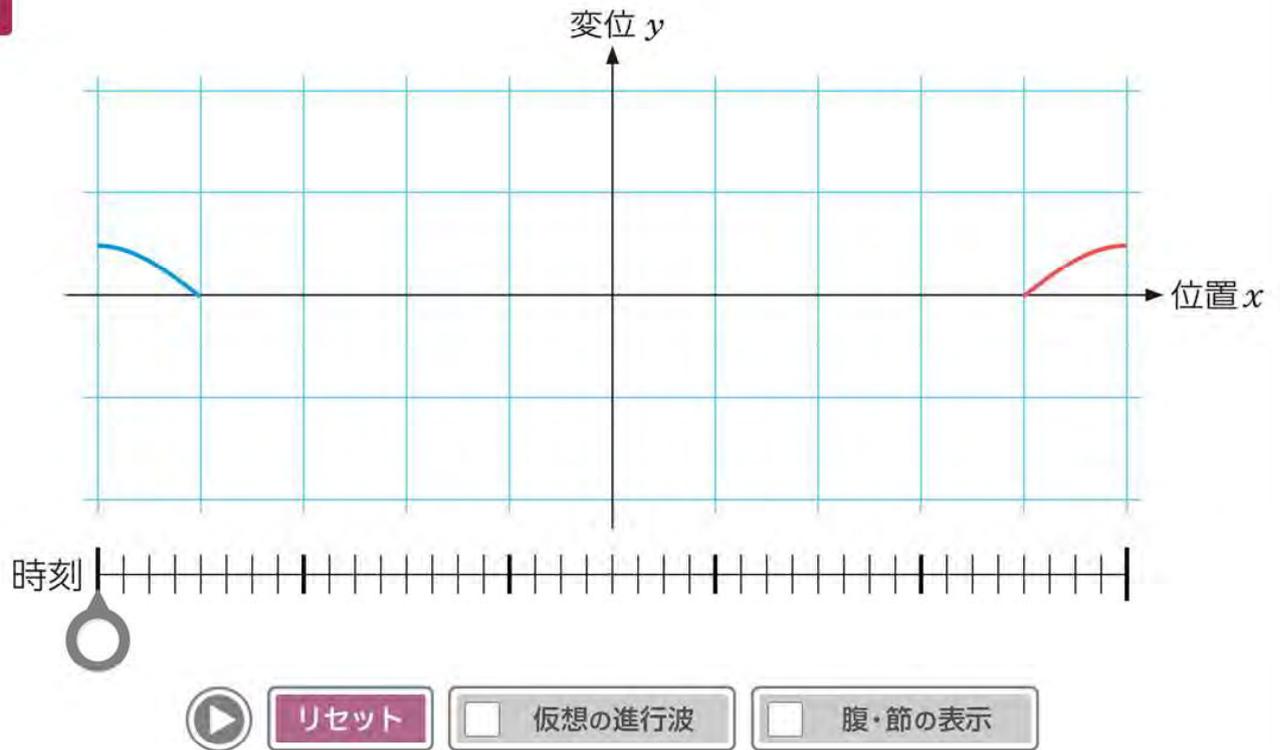
右端から送り出される波の形

ヘルプ

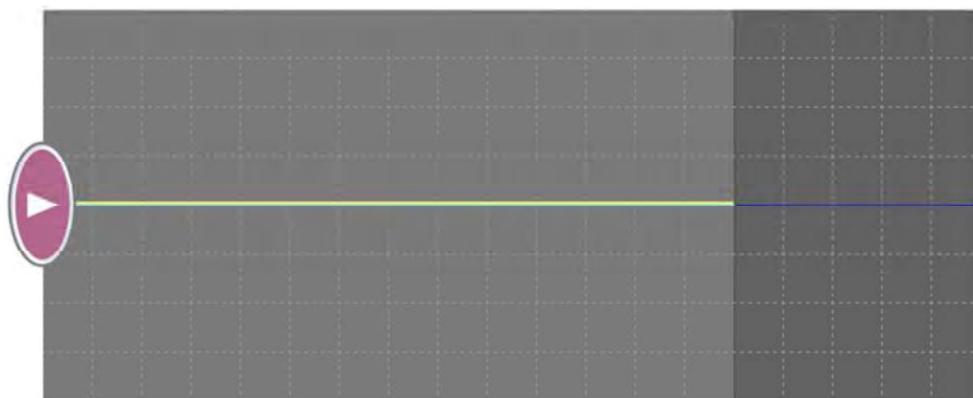
一時停止

リセット

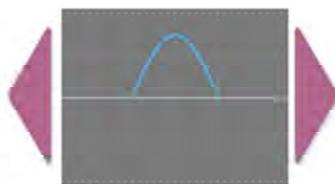
別紙-085



別紙-086



波の形を選択して、左端のボタンをタップしてください。



左端から送り出す波の形

- 自由端反射
- 固定端反射

仮想の進行波
 ヘルプ
 一時停止
 リセット

(1) 下図の波は、速さ 2.0 cm/s で右向きに進み、端で反射される。2.0 秒後に見える波を、端が自由端の場合と固定端の場合についてそれぞれ作図せよ。

(2) 下図のような、波長 4.0 cm の連続波が右向きに進んでいる。端が自由端の場合と固定端の場合のそれぞれについて、このときできる定在波の腹の位置を、節の位置に×をつけよ。

公式子イック

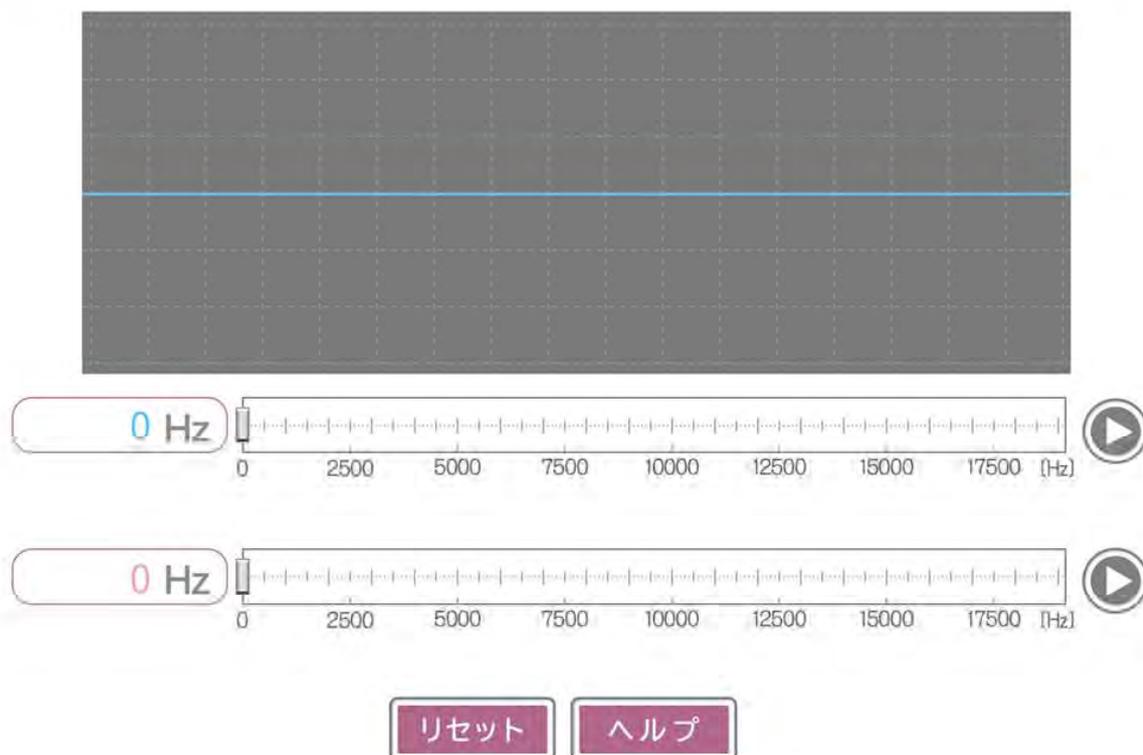
問題 15.0 °における音速は何 m/s か。

問題 35 °における音速は、35 °における音速よりも何 m/s 大きいか。

解答解説

問題 15
 $V = 331.5 + 0.6t$ より、
 $V = 331.5 + 0.6 \times 15.0 = 340.5 \text{ m/s} \approx 341 \text{ m/s}$

問題 2
 $V = 331.5 + 0.6t$ より、音速の増加量は、
 $(331.5 + 0.6 \times 35) - (331.5 + 0.6 \times 0) = 21 \text{ m/s}$



公式子エック

- 問11 うなりの周期が0.50秒であるとき、1秒間あたりのうなりの回数は何回か。
- 問12 振動数が400 Hzの音と403 Hzの音を同時に鳴らしたときに発生する1秒間あたりのうなりの回数は何回か。

解答解説

問11

$$f = \frac{1}{T} \text{より、}$$

$$f = \frac{1}{0.50 \text{ s}} = 2.0 \text{ Hz}$$

したがって、1秒間あたりのうなりの回数は2.0回

問12

$$f = |f_1 - f_2| \text{より、}$$

$$f = |400 \text{ Hz} - 403 \text{ Hz}| = 3 \text{ Hz}$$

したがって、1秒間あたりのうなりの回数は3回

波源の製作



結果例



固有振動に関する実験の考え

図1のように、水平な台の上に一定な弦の一端を固定し、他端に質量 M のおもりをつらして、真横にかけた。そして、弦の下にコマを置き、コマから距離 L だけ離れた位置に振動子を置いた。振動子は弦に振動を伝えることができ、振動子の振動数を適当な値にすると、振動子とコマの間には、振動子とコマの位置を断とする定常波が生じる。



物理基礎 基本知識

(1) 次の文章中の空欄 、 に当てはまるものとして最も適切なものを、各々の選択肢①～⑧から1つずつ選ぶ。

おもりの質量を変えながら基本振動を起こし、おもりの質量と基本振動数の関係を探った。実験におもりの質量を、図1に基本振動数の2倍をとってグラフにすると、図2のような直線が得られた。この結果によると、おもりの質量を3倍にすると、基本振動数は 倍になる。図3の直線の傾きを k とすると、おもりの質量が M のときの弦を伝わる波の速さは となる。



【Aの選択肢】

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
$\frac{1}{2}k$	$\frac{2}{3}k$	$\frac{1}{3}k$	k	$2k$	$2\sqrt{3}k$	$3k$	$3k$

【Bの選択肢】

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
$\frac{1}{2}k$	$\frac{2}{3}k$	$\frac{1}{3}k$	$2k$	$2\sqrt{3}k$	$3k$	$3\sqrt{3}k$	$3k$

(2) 図1で、振動数 f で3倍振動が生じているときに、 f より少しだけ振動数の低い f_0 を得らして弦に近づけると、1秒あたり n 回のうなりが聞こえた。この f_0 の振動数として最も適切なものを、下の選択肢①～⑥のうちから1つ選ぶ。

【Cの選択肢】

①	②	③	④	⑤	⑥
$f_0 - \frac{1}{2}k$	$f_0 - k$	$f_0 - 2k$	$f_0 + \frac{1}{2}k$	$f_0 + k$	$f_0 + 2k$

(3) 実験で用いたおもりと同じ振動数で3倍振動を起こすためにはどうしたらよいか。その方法として適切なものを下の選択肢①～⑥から1つ選ぶ。

【Dの選択肢】

- ① おもりの質量を変えずに、コマを弦の左へ動かせばよい
- ② おもりの質量を変えずに、コマを振動子の方へ動かせばよい
- ③ コマの位置を変えずに、おもりの質量を増やせばよい
- ④ コマの位置を変えずに、おもりの質量を減らせばよい