

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
107-58	高等学校	理科	物理	
※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

生産年齢の人口減少，グローバル化の進展，AIなど科学技術の発展により，社会構造や環境が大きく変化しつつある現代の日本を生き抜く高校生には，様々な課題や変化に向き合い，自ら考え判断し，他者と協働して課題を解決できるようになる力が求められている。また，大学で研究に取り組む場面や，社会に出た際に課題に直面した場面など，自ら計画を立て，他者とコミュニケーションを図り課題解決する力は重要さを増している。このような状況を鑑みると，特に知的好奇心をもって自ら課題を発見し，解決しながら様々な事柄に挑戦する態度を育成することは，高等学校の教育が担うべき重要な役割と考えられる。さらに，科学的教養ともいえる物理学の基礎的な知識を身に付け，その知識を総合的に活用しながら，科学的・主体的に活動する能力を育成することも併せて重要である。以上を踏まえ，以下の3点を編修の基本方針とした。

(1) 物理の基礎知識および概念の定着

目的意識をもって学習に取り組むことができるように，各部のはじめにこれから学習する内容の概要をまとめた。また，各節のはじめには，日常生活と学習内容を結びつける問いかけを用意し，学習に取り掛かりやすくなるよう工夫し，各節の終わりには，学習した内容をもとに考える問いかけを用意し，学習内容の振り返りや，定着度を意識するきっかけとなるようにした。さらに，生徒がつまずきやすい内容を取り上げ，詳しく解説した。

(2) 科学的に探究するための基礎的な知識・技能の定着

教科書の本文中に，課題の設定から考察までの探究の過程を記述し，物理量どうしの関係の見つけ方や表現の仕方について丁寧に解説した。これにより，実際の活動を通して探究の過程を経験するだけでなく，本書からも科学的探究に必要な過程を追体験できることを目指した。

(3) 学ぶ意欲，思考力・判断力・表現力の向上

魅力的な写真や，生徒にとって身近な題材，最新技術に関する話題を取り入れ，生徒の興味を刺激して進んで学ぶ意欲を喚起するように心がけた。また，学習を進める中で生徒がいきなり誤った概念について取り上げ，科学的概念との矛盾を，他者との対話を通して解決できるような活動ができる仕組みを取り入れた。

2. 対照表

教育基本法第2条	特に意を用いた点や特色	箇所
<p>第1号 幅広い知識と教養を身に付け、真理を求める態度を養い、豊かな情操と道徳心を培うとともに、健やかな身体を養うこと。</p>	<p>○幅広い知識と教養を身に付けるという観点から、記述を丁寧にし、必要な部分には図や写真を用いた。</p> <p>○自然科学の美しい法則や定理を知ることにより、自然の仕組みや精妙さに気づかせるとともに、論理的な思考力の基盤となる基礎的・基本的な知識・技能の確かな定着を心がけた。</p> <p>○真理を求める態度を養うという観点から、学習したことや身の回りの事象などを探究する手法やその具体例を紹介した。</p>	<p>全体</p> <p>全体</p> <p>p.30-31, p.89-90, p.319-320</p>
<p>第2号 個人の価値を尊重して、その能力を伸ばし、創造性を培い、自主及び自律の精神を養うとともに、職業及び生活との関連を重視し、勤労を重んずる態度を養うこと。</p>	<p>○自主及び自律の精神を養うという観点から、目的意識をもって学習に臨めるよう、学習内容の全体像や具体的な探究の過程を示した。また、探究の流れに沿った学習が効果的だと思われる箇所において、学習内容が探究の過程のどの部分に該当するかを示した。</p> <p>○科学や技術の発展が日常生活にどのように活用されてきたかを、読み物資料などで豊富に紹介した。</p> <p>○職業及び生活との関連を重視し、勤労を重んずる態度を養う観点から、身近な題材を扱った写真を効果的に用いた。</p>	<p>p.8-9, p.112-113, 他</p> <p>および p.30-31, p.89-90, p.319-320</p> <p>p.58, p.92, 他</p> <p>p.464-472, ②, 他</p>
<p>第3号 正義と責任、男女の平等、自他の敬愛と協力を重んずるとともに、公共の精神に基づき、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こと。</p>	<p>○男女の役割を固定せず、学習を進めていくことができるように配慮した。</p> <p>○フォントは視認性と可読性の高いUDフォントを採用した。デザインや配色は、色覚の個人差を問わず、より多くの人に必要な情報が伝わるよう心がけた。</p> <p>○社会の形成に参画し、その発展に寄与する態度を養う観点から、討論を行い、意見をまとめて発表する活動を取り入れた。</p>	<p>全体</p> <p>全体</p> <p>p.94, p.110, p.170, 他</p>
<p>第4号 生命を尊び、自然を大切にし、環境の保全に寄与する態度を養うこと。</p>	<p>○持続可能な社会の創造に向けて、環境の保全に寄与する態度を養う観点から、原子力発電所事故や放射線の適正な利用について取り上げた。</p> <p>○実験に関する記述では、安全上の注意事項を記載し、安全に実験が行うことができるよう十分に配慮した。</p>	<p>p.405, p.407, p.414</p> <p>p.140, p.212, 他</p>

<p>第5号 伝統と文化を尊重し、それらをはぐくんできた我が国と郷土を愛するとともに、他国を尊重し、国際社会の平和と発展に寄与する態度を養うこと。</p>	<p>○伝統と文化を尊重し、それらをはぐくんできた我が国と郷土を愛するという観点から、我が国のノーベル賞受賞者を取り上げた。</p> <p>○他国を尊重するという観点から、海外の科学者やその実績を取り上げた。</p>	<p>p.416, p.420</p> <p>p.466-468, 他</p>
---	--	---

3. 上記の記載事項以外に特に意を用いた点や特色

(内容の配列と系統化)

- 前見返しでは、物理で学習する内容にかかわる身近な疑問を取り上げた。この紙面を学習の動機づけとし、さらに各部の学習ともつながるように工夫した。
- 第1部では、物体の運動とエネルギー、第2部から第5部では、様々な物理現象を扱った。まず第1部では、物体の運動を扱う力学から学習をはじめ、様々な運動の表し方や基本的概念、法則を習得できるようにした。第2部から第5部では熱、波、電気と磁気、原子・分子という様々な物理現象を学び、終章ではこれまで学んできた学習内容が実際の社会や技術とどのように関わっているかを学習するという構成とした。

これにより、物理基礎で学習した内容からの継続性や大学での研究への継続性にも注意しつつ、生徒にとっては学びやすく、教師にとっては教えやすい系統化された学習となるように心がけた。

(観察・実験などの重視)

- 目的意識をもって観察・実験などを行う「探究」では、科学的に探究する能力と態度を養うことを目的とした。自らの仮説を立て、仮説を実証するための方法を考えるところから、実験で得たデータを分析し、規則性を見いだすところまで、探究の一連の流れを、段階を踏んで学ぶことができる構成としている。
- 本書の随所に配置した「実験」では、活動を通して学習内容を理解し、科学的な見方・考え方をはたらかせることができるようにした。
- 本書の随所に配置した「やってみよう」では、身近な日常生活で見られる物理現象などを取り上げ、短時間で簡単にできる観察・実験に取り組むことで、限られた時間でも教科書の該当する箇所の理解がより深まり、より一層興味をもって学習できることを期待している。

(学習内容の充実、日常生活や社会との関連)

- 各節のはじめに、日常生活と学習内容を結びつける問いかけを用意し、学習に取り掛かりやすくなるよう工夫している。
- 「参考」や「TOPIC」では、日常生活や社会と関連する話題や本文の学習の参考になる内容を取り上げた。これらにより、興味・関心が高まり、理解が深まるようにした。
- 「発展」には、本文の学習内容に関連する、より高度な内容を取り上げた。物理の学習指導要領に

示されていない発展的な学習内容に該当していることを示すためマークを付し、生徒が興味・関心に応じて学習を深めることができるようにした。

- 「物理のミカタ」では、身のまわりのものや現象を物理の学習内容と結びつけて考える内容を取り上げた。また、取り上げた内容を、巻末の「思考力を試す」で問題としても扱い、身近なものを学習内容をもとにより物理学的に考えられるように工夫した。

（図表作成およびレイアウト上の留意点）

- 物理的な概念を把握するため、なるべく多くの図や表を掲載し、生徒の理解を深め、より興味を抱かせるように構成した。
- すべての読者に必要な情報が伝わるデザインを目指し、カラーバリアフリーに対応したデザイン・配色に配慮した。色覚特性に配慮してデザインするというだけでなく、調和のとれた秩序ある色彩設計とし、伝えたい情報が的確に伝わるように工夫している。
- 図表の作成にあたっては、細心の注意を払って誤解を与えないように矢印や色使いの統一を心がけた。例えば、「速度を示すには、必ずこの色でこの形の矢印」というような規則性・統一性をもたせた。

（学習内容の定着）

- 本文中の随所に、物理の重要公式のまとめを設けた。これにより、教科書を読み返すときにも見やすい紙面を目指した。また、適所に公式の導出などを掲載する囲みを設けた。これにより、教師の板書時間の短縮を図り、また何が結論であるかがわかりやすくなるようにした。
- 本文中の随所に問いや例題、類題を設け、段階を踏む形で学習内容が定着するように配慮した。また、章末には「章末問題」と「思考力を鍛える」を設置し、学習の仕上げとして活用できるような構成とした。さらに、問いや類題などの解答を掲載し、生徒の予習・復習に役立つよう工夫した。
- 生徒が間違いやすいところ・誤解しやすいところをフォローする囲み欄「なるほど」を設けた。ここでは本文での重要なポイントについて述べ、内容の習得の徹底を図った。
- 「学んでリトライ」では、学習後にも生徒が誤りやすい問題を掲載し、学習内容が正確に定着するようにした。

（主体的・対話的な学習場面の充実）

- 実験や探究における活動においては、グループで話し合ったり、発表したりする活動も適宜挿入し、主体的・対話的な学習の場面を取り入れられるよう配慮した。
- 「学んでリトライ」では、生徒が誤りやすい問題を題材に、自分の意見や考えの言語化、他者との対話を通して問題を解決できるような活動ができる仕組みを取り入れた。

（ICTの活用）

- 効果的なデジタル教材（動画、web サイトなど）にリンクする QR コードを要所に掲載し、学習内容への理解をより深めたり、生徒の学習意欲を高めたりすることができるようにした。

編 修 趣 意 書

(学習指導要領との対照表, 配当授業時数表)

※受理番号	学校	教科	種 目	学年
107-58	高等学校	理科	物理	
※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

本書の構成と各内容の記述にあたっては、次の点に配慮した。

前見返し

- 前見返しでは「探究を深めよう！」というテーマを掲げ、物理で学習する内容にかかわる身近な疑問を取り上げた。この紙面を学習の動機づけとし、物理の学習に対する興味・関心を高めることをねらった。

第1部「様々な運動」

【第1章 物体の運動】

- 第1節では、平面内の運動について記述した。位置ベクトルや変位、速度の関係を式で表すだけでなく、グラフで表す方法など視覚的にも理解できるように配慮した。
- 第2節では、落体の運動について記述した。基礎の復習である等加速度運動から掲載することで学習の継続性を確認できるようにした。また、実験を設けることで、理解が深められるようにした。

【第2章 剛体のつり合い】

- 第1節では、剛体やそのつりあいについて記述した。力のモーメントについて、探究活動を通して理解ができるように工夫した。

【第3章 運動量と力積】

- 第1節では、運動量の保存について記述した。力積をグラフや写真を使って視覚的に理解できるように工夫し、また「実験」のコーナーを設けることで運動量の変化を実際に確かめられるようにした。
- 第2節では、物体の衝突とその際の力学的エネルギーについて記述した。ここでは、「実験」を通して、はね返り係数の概念理解ができるようにした。また、「TOPIC」では、生徒にとって身近な存在である球技のボールの選定基準に学習内容が関わっていることに触れ、日常との結びつきを深められるよう工夫した。さらに、「レベルアップ」というコーナーを通して、初学者が使い分けにくい「運動量の変化」の求め方と、「運動量保存の法則」の使い方について整理できるように工夫した。

【第4章 円運動と単振動】

- 第1節、第2節では、円運動と慣性力について記述した。「なるほど」では、物体が等速円運動をする際の向心力に関する、よく出る疑問について解説した。また、慣性系や非慣性系の概念を複数のイラストを通して解説し、慣性力や遠心力について理解できるように工夫した。
- 第3節では、単振動についての変位や速度、加速度などについて記述した。「探究」を通して、単振り子の周期や糸の長さの関係性について理解できるようにした。また、「TOPIC」では振り子の特性から時計を発明した事にも触れ、歴史的な話題との関連が見られるように工夫した。さらに、「学んでリトライ」という学習した後によく間違えやすい円運動の誤概念について取り上げ、理解を深められるようにした。

【第5章 万有引力】

○第1節では、万有引力について記述した。ギリシャ時代に信じられた天動説から地動説への転換までをイラストを提示しながら簡潔に説明し、ケプラーの法則についてイラストを用いて視覚的に理解できるようにした。また、「実習」を通してケプラーの法則を確かめる学習活動を設け、理解を深められるように工夫した。さらに、宇宙機や探査機などにも触れ、万有引力がどのように利用されているのかを考えられるようにした。

第2部「熱」

【第1章 気体分子の運動】

- 第1節では、気体の状態方程式について記述した。気体に関する法則や物質量の定義など、視覚的に理解ができるようイラストを交えて解説した。
- 第2節では、気体分子の熱運動について記述した。気体分子運動論の基本的な考え方について、段階を踏んで理解できるように、紙面を区切って解説した。また、「レベルアップ」では、その解説をさらに簡潔に理解できるよう、手順を整理して掲載した。
- 第3節では、気体の内部エネルギーや熱力学第1法則について記述した。熱力学第1法則はピストンのイラストを用いて式との関連性が分かるように解説した。さらに、気体が外部にした仕事について、グラフを用いて説明し、気体に関係する仕事の正と負の値について概念を理解できるようにした。
- 第4節では、気体の状態変化と熱・仕事について記述した。代表的な4種類の状態変化について、ピストンのイラストとグラフを用いて視覚的に分かるように解説し、「実験」を通して、熱機関のはたらきについても理解できるように工夫した。また、「まとめ」のコーナーを用意し、理想気体の状態変化による仕事について、整理して理解できるようにした。

第3部「波」

【第1章 波の性質】

- 第1節では、正弦波の表し方について記述した。物理基礎の内容を復習し、その上で正弦波を表す式について段階的に理解できるように工夫した。波の移動や、位相、変位の概念について、視覚的に正しい理解ができるよう時刻の変化を掲載したグラフとイラストを扱った。
- 第2節では、波の伝わり方について記述した。空間を波が伝わる際の性質について、干渉や回折などの現象を、イラストやグラフ、写真を用いて視覚的に理解できるように工夫した。また、ホイヘンスの原理について、波の反射や屈折の法則をイラストを用いて解説した。

【第2章 音】

- 第1節では、音波の性質について記述した。「やってみよう」では、声やおんさを使って音波の性質について体感できるような実験を提示した。また、「TOPIC」では、歴史的な建造物である日光東照宮の残響を題材として音波の性質が利用されている例を確認できるようにした。
- 第2節では、ドップラー効果について記述した。音源が動く場合や観測者が動く場合についてイラストや写真を用いて視覚的に理解が深まるように工夫した。また、「レベルアップ」では、様々な条件下で観測できるドップラー効果について、整理して学べるようにした。

【第3章 光】

- 第1節では、光の性質について記述した。光の速さについて、解明されていった歴史についてイラストを交えて紹介し、光速の求め方について解説した。また、日常で観測できる光の性質や光ファイバーなどの身近な技術との関連も提示し、理解が深められるように工夫した。

- 第2節では、レンズと球面鏡について記述した。光がレンズを通過する際や、球面鏡を反射する際の光線について豊富なイラストをもとに解説した。また、「TOPIC」ではレンズがそれぞれどのような技術に応用されているのか、具体例を提示して理解が深められるように工夫した。
- 第3節では、光の回折と干渉について記述した。光の回折や干渉について、イラストや写真を用いて視覚的に理解ができるように工夫した。また「レベルアップ」では、学習内容を整理して、それらに対応した重要な問題をまとめて学習できるようにした。

第4部「電気と磁気」

【第1章 電場と電位】

- 第1節では、静電気について記述した。静電気の現象を電荷の移動をもとに説明した。また、箔検電器を用いて、帯電を確認できるよう「やってみよう」のコーナーを設けた。
- 第2節では、電場について記述した。点電荷がその周りの空間に及ぼす「場」の概念について言及し、イラストを用いて電場の強さについて、視覚的に理解ができるように努めた。また、電気力線について、写真に対応したイラストを用意し、理解が深められるように工夫した。
- 第3節では、電位について記述した。電気力の位置エネルギーについて触れた後に、点電荷における外力がする仕事について、グラフやイラストを用いて解説した。また、点電荷がつくる等電位線と電位の様子を立体的、平面的な側面からイラストで提示し、理解が深められるようにした。
- 第4節では、コンデンサーについて記述した。コンデンサーにおける充電や放電の時間的な変化をイラストで詳細に解説した。また、豊富に問題を掲載し、様々な場合のコンデンサーを含む回路の電荷の動きについて、理解が深められるようにした。

【第2章 電流】

- 第1節では、電流について記述した。物理基礎での学習内容を復習した上で、電圧降下や抵抗率の変化、電力の概念について詳細に解説した。また、超伝導技術についても触れ、実用化されている技術との関連も提示した。
- 第2節では、直流回路について記述した。物理基礎で学習した並列回路と直流回路をもとに、キルヒホッフの法則や電流計・電圧計のしくみについて解説した。電圧や電流の大きさの時間的な変化を理解できるよう、グラフを用いて解説した。また、「実験」で電気抵抗の値を測定することで、電気回路における抵抗の大きさについて理解が深められるように努めた。
- 第3節では、半導体について記述した。半導体の性質について、イラストをもとに原子どうしの構造から解説した。また、半導体を応用して利用されている太陽電池や発光ダイオードのしくみについても触れ、半導体が社会でどのように利用されているのかを「TOPIC」などのコーナーでも紹介した。

【第3章 電流と磁場】

- 第1節では、磁気力と磁場について記述した。クーロンの法則や磁化について、イラストを用いながら解説した。また、地球の地磁気についても触れ、磁場が与える現象について理解が深められるようにした。
- 第2節では、電流がつくる磁場について記述した。様々な向きの電流が、周りの空間の磁場をどのように変化させているのか、イラストと写真を用いて解説した。
- 第3節では、電流が磁場から受ける力について記述した。フレミングの左手の法則や磁束の概念に触れ、電流と磁場が発生している空間でどちらの向きに力がはたらいっているのか、視覚的に理解ができるように努めた。
- 第4節では、ローレンツ力について記述した。荷電粒子が受けるローレンツ力の向きや大きさについて、イラストを用いて視覚的に理解が深まるようにした。また、様々な場合の荷電粒子の運動についても解説した。オーロラの写真を掲載し、現象のイメージができるように努めた。

【第4章 電磁誘導と電磁波】

- 第1節～第2節では、電磁誘導の法則と磁場中を運動する導体棒について記述した。電磁誘導の根幹であるレンツの法則について、様々な場合についてイラストを用いて解説した。また、「探究」を通して、磁石の動く速さやコイルの起電力、コイルの巻数との関係を確認し、理解を深められるようにした。
- 第3節～第5節では、自己誘導と相互誘導および交流、電磁波について記述した。時刻と電圧、電流の関係について、グラフとイラストを多く用いて、視覚的に理解が深まるように工夫した。「レベルアップ」で誘導起電力の向きや電位の関係についてイラストを交えた問いを用意し、学習内容を整理するコーナーを設けた。また、電磁波の種類を写真付きの表で紹介し、身近なものへの応用例が分かるように工夫した。

第5部「原子・分子の世界」

【第1章 電子と光】

- 第1節では、電子の電荷と質量について記述した。真空放電や陰極線の写真を掲載し、視覚的に現象が理解できるようにした。
- 第2節～第4節では、光の粒子性やX線、粒子の波動性について記述した。光電効果やX線、物質波の現象について、イラストを用いて視覚的に理解ができるようにした。また、X線や光の波動性については観察された写真を掲載した。電子顕微鏡や光電子増倍管など、光の性質に着目した応用例を提示し、理解を深められるように努めた。

【第2章 原子・原子核・素粒子】

- 第1節では、原子のモデルについて記述した。目で直接観察することのできない原子の構造について、イラストを用いて視覚的に理解ができるように努めた。また、エネルギーや電子の軌道なども解説した。水素原子のエネルギー準位とスペクトルについて、現象を発見した科学者やエネルギー準位を表したグラフなどをまとめて紹介し、理解が深まるように工夫した。また、実験の例を紹介し、身近に現象を感じられるように努めた。
- 第2節では、原子核と放射線について記述した。物理基礎で学んだ原子核や放射線の概念を確認し、核図表や崩壊系列などを提示し、より詳細に学習できるように努めた。また、半減期やその計算式にも言及し、放射線の利用例などと合わせて、放射線の性質を身近に感じられるようにした。さらに、放射性物質による被曝やその障害についても言及し、放射線が生命体に及ぼす影響について正しく理解できるように努めた。
- 第3節では、核反応と核エネルギーについて記述した。核反応によるエネルギーが生まれる原理について解説した。また、原子炉のしくみやその安全性について理解が深められるよう、イラストを用いて解説した。
- 第4節では、素粒子と宇宙について記述した。物質の根源的な構成要素である素粒子への歴史的な探究の過程に触れ、素粒子のもつ性質や宇宙のかかわりについて解説した。また、日本で行われているニュートリノ研究を紹介し、最新の研究へのつながりを深められるようにした。

巻末資料

- 実験や問いなどで数式等を適切に扱うことができるように、「物理で使う主な数学的知識」を設定した。
- 問いや演習などの問題文で問われる意図を読み取ることができるように、「物理で使う用語・表現」を掲載した。
- 発展的な内容である微分や積分を使って物理量の変化を調べていく方法について、いくつか例を掲載した。
- 物質・元素を扱うときに必要となる「元素の周期表」を掲載した。
- 自学自習が進められるように、導入や振り返り、問いや類題、章末問題の「略解」を掲載した。

終章「物理学が築く未来」

- 物理学の発展が今後の未来をどう築きつつあるのか、「光格子時計」、「重力波」、「新物質」、「準天頂衛星システム」「量子コンピュータ」の5つのテーマを取り上げた。いずれのテーマも大学で扱うような内容であるが、高校物理を学習した後でも理解ができるよう平易に記述した。その際、写真を多く用いて、生徒がこれらの技術や現象をより身近なものとして実感し、興味関心が深まるように配慮した。また、「準天頂衛星システム」については、英語学習や大学での研究活動が必要である英文で、物理学の内容を掲載している。

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
第1部 様々な運動	第1章 物体の運動	(1)ア(ア)㉞曲線運動の速度と加速度, ㉟放物運動, イ	p.8~28	6
	第2章 剛体のつり合い	(1)ア(ア)㉞剛体のつり合い, イ	p.29~43	6
	第3章 運動量と力積	(1)ア(イ)㉞運動量と力積, ㉟運動量の 保存, ㊱衝突と力学的エネルギー, イ	p.44~65	7
	第4章 円運動と単振動	(1)ア(ウ)㉞円運動, ㉟単振動, イ	p.66~96	9
	第5章 万有引力	(1)ア(エ)㉞惑星の運動, ㉟万有引力, イ	p.97~ 111	6
第2部 熱	第1章 気体分子の運動	(1)ア(オ)㉞気体分子の運動と圧力, ㉟ 気体の内部エネルギー, ㊱気体の状態 変化, イ	p.112~ 145	10
第3部 波	第1章 波の性質	(2)ア(ア)㉞波の伝わり方とその表し 方, ㉟波の干渉と回折, イ	p.148~ 172	7
	第2章 音	(2)ア(イ)㉞音の干渉と回折, ㉟音のド ップラー効果, イ	p.173~ 187	7
	第3章 光	(2)ア(ウ)㉞光の伝わり方, ㉟光の回折 と干渉, イ	p.188~ 223	13
第4部 電気と磁気	第1章 電場と電位	(3)ア(ア)㉞電荷と電界, ㉟電界と電 位, ㊱電気容量, イ	p.226~ 267	12
	第2章 電流	(3)ア(ア)㉞電気回路, イ	p.268~ 293	8
	第3章 電流と磁場	(3)ア(イ)㉞電流による磁界, ㉟電流が 磁界から受ける力, イ	p.294~ 316	9
	第4章 電磁誘導と電磁波	(3)ア(イ)㉞電磁誘導, ㉟電磁波, イ	p.317~ 361	14
第5部 原子・分子 の世界	第1章 電子と光	(4)ア(ア)㉞電子, ㉟粒子性と波動性, イ	p.362~ 385	8
	第2章 原子・原子核・素粒子	(4)ア(イ)㉞原子とスペクトル, ㉟原子 核, ㊱素粒子, イ	p.386~ 421	16
思考力を試す・巻末資料		(1)(2)(3)(4)ア, イ	p.424~ 443	—
終章 物理学が築く未来		(4)ア(ウ)㉞物理学が築く未来, イ	p.464~ 472, ㉟	2
			計	140

※観察・実験・問いなどの授業時数はそれぞれ本編の内容と関連させてご利用いただけるよう、配当時間に含めています。

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
107-58	高等学校	理科	物理	
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
185,187	斜め方向のドップラー効果	2	物理(2)ア(イ)①	1.5
205	レンズの利用	2	物理(2)ア(ウ)㊦	0.25
351	RLC 並列回路を流れる電流	2	物理(3)ア(イ)㊧	0.5
436-441	資料4 微分・積分を使った物理	2	物理(1)ア(ア)㊨①, (ウ)①, (オ)㊩, (3)ア(ア)①㊩⑫, (4)ア(イ)①	6.00
合計				8.25

(備考) 4 「類型」欄には、申請図書における発展的な学習内容の記述について、以下の分類により該当する記号を記入する。

- ・ 学習指導要領上、隣接した後の学年等の学習内容（隣接した学年等以外の学習内容であっても、当該学年等の学習内容と直接的な系統性があるものを含む）とされている内容…… 1
- ・ 学習指導要領上、どの学年等でも扱うこととされていない内容…… 2

③常用漢字以外の使用漢字一覧表

箔	楯	棼	錐	釘	舵
4	5	9	72	96	147
橙	縞	鱗	窪	燐	莫
193	209	225	246	364	386
曝	碗	柴	昌	梶	稀
398	411	420	420	420	450
歪					
466					

計 19字

⑤ 出典一覧表

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	
①, 1	探究を深めよう！ 土手を歩く生徒	写真						シンコー
①, 1	探究を深めよう！ 夕焼け	写真						Adobe Stock 210102714
2	第1部タイトル写真(彗星)	写真						Star Walk 2 AJ3110000001
2	第2部タイトル写真(気球)	写真						ピクスタ (株) 48604389
2	第3部タイトル写真(波紋と白鳥)	写真						(株)アマナイメーجز 10211007188
3	第4部タイトル写真(回路基板)	写真						グッティイメーجزジャパン(株) 120206435
3	第5部タイトル写真(CERN)	写真						CERN 20210-138 LHC 01
8, 9	第1部 部扉 彗星	写真						Star Walk 2 AJ3110000001
10	1部1章 章扉 高速道路 空撮	写真						ピクスタ (株) 46062014
20	水平投射した物体のストロボ写真(a)と速度ベクトル(b) (a)水平投射する物体と同時に自由落下する物体のストロボ写真	写真						(有) ミラージュ DSC_2549-4
22	斜方投射した物体と同時に鉛直投げ上げた物体のストロボ写真	写真						(有) ミラージュ DSC_2648-5
26	鉄球と羽毛の落下のストロボ写真(a)真空中	写真						(株) アーテファクトリー B-38291w 鉄球と羽の落下運動(真空中)
26	鉄球と羽毛の落下のストロボ写真(b)空气中	写真						(株) アーテファクトリー B-38294 鉄球と羽の落下運動(空气中)
29	1部2章 章扉 木の実で作ったヤジロベエ	写真						(株) アフロ 22800954
29	放物運動をする大きさのある物体のストロボ写真	写真						(有) コーベット・フォトエージェンシー MKA-4509
30	探究1の結果	表						著者のまとめ
44	1部3章 章扉 ビリヤード	写真						(株) アフロ 24386227
46	大きさが変化する場合の力積 ゴルフ場のティーグラウンドでのドライバーショット	写真						ピクスタ (株) 96775191
46	大きさが変化する場合の力積 ふきだしの写真	写真						江藤剛治
54	瞬間的な衝突や分裂での外力の影響 花火	写真						ピクスタ (株) 89140982
58	ボールの反発係数	写真						(株) アフロ GODA011675

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		
60	物体と壁との斜め衝突 (エアホッケー)	写真						ピクスタ (株)	1413836052
66	1部4章 章扉 観覧車	写真						ピクスタ (株)	85498313
66	等速円運動	写真						(有) ミラージュ	DSC_0459-2
70	等速円運動を真上から撮影した ストロボ写真とその模式図	写真						(有) ミラージュ	DSC_0493-2
71	向心力 ハンマー投げ	写真						(株) アフロ	21233496
81	ばねにつるしたおもりの振動と そのストロボ写真 (c) (d)	写真						(有) ミラージュ	DSC_0095-4 DSC_9951-6
82	等速円運動をする物体を真横から 撮影したときの運動と単振動 (b) (c)	写真						(有) ミラージュ	DSC_0459-2-2-3 DSC_0095-4
89	単振り子のストロボ写真	写真						(有) コーベット・フォトエージェンシー	KEI001898
90	単振り子の周期と質量の関係	表						著者のまとめ	
92	振り子時計	写真						(株) アマナイメーجز	20099000127
97	1部5章 章扉 はやぶさ	写真						JAXAアーカイブス	P100005963
97	1部5章 章扉 小惑星イトカワ	写真						JAXAアーカイブス	P-043-12077
97	恒星の間を動く火星の運動	図						著者まとめ	
98	主な惑星と彗星のデータ	表	理科年表 令和7年 (第98冊)	天2		丸善出版	2024年	ハレー彗星以外	a/b は離心率 e より計算
								ハレー彗星 https://ssd.jpl.nasa.gov/tools/sbdb_lookup.html#/?sstr=1P	a/b は離心率 e より計算
101	キャベンディッシュの実験 キャベンディッシュの実験装置	図	Experiments to Determine the Density of the Earth		Henry Cavendish	Royal Society	1798年		
102	太陽系の惑星の公転周期と半長軸の表	表	理科年表 令和7年 (第98冊)	天2		丸善出版	2024年		
105	無重量状態	写真						(株) アフロ	53975438
108	ボイジャー1号	写真						横浜モバイルプラネタリウム	木星を観測するボイジャー1号 (完成品) .psd
109	はやぶさ2	写真						JAXAアーカイブス	P100009392
112	第2部 部扉	写真						ピクスタ (株)	110549227
113	加熱される南部鉄器の急須	写真							110549215
114	2部1章 章扉 スナック菓子の袋	写真						(株) アフロ	36976969 36649712
115	注射器を量りに押し付ける様子	写真						久保 政喜	MK160213_005
134	実在の気体の C_v , C_p の実測値	表	化学便覧基礎編II改訂5版 物理定数表	p. 242	日本化学会編 芝亀吉	丸善出版 岩波書店	2004年 1947年		

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		
139	熱機関の熱効率（およその値）	表	セラミックエンジン		上垣外修己	丸善出版	1987年		
146	ローラーコースター	写真						ゲッティイメージズジャパン(株)	530779318
147	熱気球	写真						ゲッティイメージズジャパン(株)	222172671
148	第3部 部扉	写真						しふおん	A01110000001
149	日立駅から見える朝焼け								
150	3部1章 章扉 波紋と白鳥	写真						(株) アマナイメージズ	10211007188
150	つるまきばねを伝える波	写真						シンコー	
158	ウェーブマシン	写真						シンコー	
158	波の独立性と重ね合わせの原理	写真						シンコー	
159	ウェーブマシンに起こした定在波の様子	写真						(株) 島津理化	
160	水波投影装置	写真						(株) 島津理化	水波投影装置RT-T
160	円形波	写真						久保 政喜	MK151216_03_003_re
160	直線波	写真						久保 政喜	MK151216_04_069_re
161	水面波の干渉	写真						久保 政喜	MK151216_05_096_re
163	波の回折	写真						(有) コーベット・フォトエージェンシー	MKA-4479 MKA-4488 MKA-4482 MKA-4485
163	皆生海岸に見られる波の回折模様	写真						日野川河川事務所	
165	波の反射	写真						久保 政喜	MK11216_10_020_re
166	波の屈折	写真						久保 政喜	MK151216_12_016_re
173	3部2章 章扉 救急車	写真						ピクスタ (株)	88851598
178	水面波の波長の変化	写真						(有) コーベット・フォトエージェンシー	MKA-4502
188	3部3章 章扉 ハロとマーガレット	写真						(株) アフロ	117514906
190	光の反射と屈折	写真						シンコー	
191	物質の絶対屈折率	表	理科年表 令和7年（第98冊）	物112		丸善出版	2024年		二酸化炭素，ヘリウム，水，エタノール，パラフィン油
								https://taica.co.jp/gel/support/technical_terms/term_016.html	空気，ダイヤモンド，氷，ガラス
192	全反射	写真						シンコー	
192	光ファイバー	写真						ピクスタ (株)	5310897
193	光のスペクトルと分散	写真						(株) アマナイメージズ	25043010030
194	赤外線写真(a)とふつうの写真(b)	写真						シンコー	
194	いろいろなスペクトル(a)	写真						中込八郎	
	いろいろなスペクトル(b)～(e)	写真						シンコー	
197	偏光板による偏光	写真						シンコー	

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	
197	水面を見たときの見え方の比較	写真						シンコー
198	レンズ	写真						(有) コーベット・フォトエージェンシー MKA004330
200	光学台を用いた凸レンズによる実像の観察実験	写真						(有) コーベット・フォトエージェンシー COS050223
201	凸レンズによる虚像	写真						(有) ミラージュ DSC_5702-2
202	凹レンズによる虚像	写真						(有) ミラージュ DSC_5702-3
203	ガリレイが作った望遠鏡	写真						(株) ワールドフォトサービス Y0071
206	球面鏡	写真						シンコー
209	光の回折	写真						シンコー
211	ヤングの実験による干渉縞	写真						シンコー
213	回折格子の原理 (a)回折格子にレーザー光を当てたとき	写真						シンコー
213	回折格子による明線 (a)ナトリウムランプの光(単色光)	写真						中込八郎
	回折格子による明線 (b)白色光	写真						中込八郎
214	シャボン玉	写真						シンコー
217	くさび形空気層にナトリウムランプの光を当てたとき	写真						(有) ミラージュ DSC_1833
219	ニュートンリング	写真						(有) ミラージュ DSC_1729
224	ダイヤモンド	写真						ピクスタ(株) 86477035
225	モルフォチョウ	写真						ピクスタ(株) 98403413
226	第4部 部扉	写真						グッティイメージズジャパン 713782835
227	ラ・シャ天文台のアンテナ	写真						(株)
228	4部1章 章扉 バンデグラフ型起電機	写真						(有) ミラージュ IMG_3142
231	誘電分極のしくみ (a)極性をもつ分子の場合	写真						(有) コーベット・フォトエージェンシー KEI001800
231	箔検電器	写真						(有) ミラージュ IMG_3839
237	いろいろな電場と電気力線	写真	ProjectPhysics Vol.4	p.46	F. James Rutherford/Gerald Holton/Fletcher G. Watson	HOLT RINEHART WINSTON		Harold M. Waage (元プリンストン大学教授)
239	平行な金属板の間に生じる電場	写真	ProjectPhysics Vol.4	p.46	F. James Rutherford/Gerald Holton/Fletcher G. Watson	HOLT RINEHART WINSTON		Harold M. Waage (元プリンストン大学教授)
251	コンデンサーの内部	写真						シンコー
256	物質の比誘電率(20℃)	表	理科年表 令和7年(第98冊)	物71-73		丸善出版	2024年	

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		
268	4部2章 章扉 回路基板	写真						Getty Images Japan (株)	120206435
270	物質の抵抗率 (0°C)	表	理科年表 令和7年 (第98 冊)	物67-68	国立天文台	丸善出版	2024年		導体の値
			半導体の理論と応用 (中)	p. 169	菊地誠	裳華房	1963年		半導体の値
			Physics	p. 781- 783	Halliday, Resnick				不導体の値
272	銅の抵抗率と温度との関係	図	理科年表 令和7年 (第98 冊)	物67-68	国立天文台	丸善出版	2024年		
272	抵抗率の温度係数	表	理科年表 令和7年 (第98 冊)	物67-68	国立天文台	丸善出版	2024年	0°C, 100°Cにおける体積抵抗率から0°C, 100°Cの間の平均温度係数を計算	
272	超伝導	写真						シンコー	
280	分流器	写真						ケニス (株)	-
291	ICと電子顕微鏡で見たトランジスタの断面 (IC)	写真						(株) アフロ	aflo_OIGA003239
	ICと電子顕微鏡で見たトランジスタの断面 (トランジスタ断面)	写真						(株) 日立製作所	デバイス断面
294	4部3章 章扉 Spring-8	写真						理化学研究所	
294	永久磁石の磁気量 ネオジム磁石, ゴム磁石	写真						Adobe Stock	273069335 764202350
	永久磁石の磁気量 フェライト磁石	写真						(有) コーベット・フォトエージェンシー	KEI002036 KEI002037
294	永久磁石の磁気量	表						(株) 二六製作所HP https://www.26magnet.co.jp/products/ferrite.html	
298	物質の磁化の様子	表	理科年表 令和7年 (第98 冊)	物79		丸善出版	2024年		純鉄, スーパーマロイ
									エムアイティー技術資料 http://www.mogami.com/paper/physical-constants.html
299	直線電流がつくる磁場	写真						シンコー	
300	円形電流がつくる磁場	写真						シンコー	
301	ソレノイドがつくる磁場	写真						シンコー	
303	物質の比透磁率	表	理科年表 令和7年 (第98 冊)	物79		丸善出版	2024年		純鉄
									エムアイティー技術資料 http://www.mogami.com/paper/physical-constants.html
304	磁束密度のおよその値	表						国土地理院技術資料 https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/geomag/menu_04/index.html	地磁気の水平成分 (東京)

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		
304	磁束密度のおよその値	表						(株) 二六製作所HP https://www.26magnet.co.jp/products/neodymium.html	その他
310	磁場中の電子の運動	写真						シンコー	
313	オーロラ	写真						ピクスタ(株)	116951069
317	4部4章 章扉 ワイヤレス充電器	写真						SUNVALLEY JAPAN	J07110000004
319	オシロスコープの画面	写真						シンコー	
320	探究3①の結果の例	表						著者のまとめ	
340	コイルに直流電圧を加えた場合(a)と交流電圧を加えた場合(b)の比較	写真						(有) ミラージュ	DSC_2747 DSC_2748 DSC_2758 DSC_2759
342	コンデンサーに直流電源をつないだ場合(a)と交流電源をつないだ場合(b)の比較	写真						(有) ミラージュ	DSC_2721 DSC_2722 DSC_2758 DSC_2759
352	電気振動の電圧の変化	写真						シンコー	
358	表 電磁波の種類とその利用 非接触型ICカード	写真						ピクスタ(株)	51047693
	表 電磁波の種類とその利用 電波望遠鏡	写真						国立天文台	
	表 電磁波の種類とその利用 暖房	写真						ピクスタ(株)	96621846
	表 電磁波の種類とその利用 ガンマナイフ	写真						(株)アマナイメーヅ	1809037028
	表 電磁波の種類とその利用	表	理科年表 令和5年(第96冊)	物89	国立天文台 編	丸善	2023年		左記出典をもとに自社作成
362	第5部 部扉	写真						グッティイメージズジャパン(株)	453516561
363	CERNにあるLHCのトンネル内部							静岡県	
364	ブラウン管テレビの再現装置	写真							B23110000006
364	真空放電	写真						シンコー	
365	陰極線	写真						シンコー	
375	人の眼	写真						ピクスタ(株)	22071570
	電子の眼	写真						浜松ホトニクス(株)	光電子増倍管
375	光電子増倍管	写真						浜松ホトニクス(株)	R580
376	初期のX線写真	写真						(株)島津製作所	島津製作所・初期のX線写真
378	ラウエの実験 (b)塩化ナトリウム(NaCl)の単結晶によるラウエ斑点	写真						明治大学工学部物理学科 小泉大一	
379	X線回折の生物学への応用	写真						サイネットフォト	SPEHRJRG8
382	電子線による回折像	写真						岡野達雄	MgO_LEED_140eV_d
383	微弱な光源によるヤングの実験とその結果	写真						浜松ホトニクス	

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		
384	ハイゼンベルクの記念切手	写真						シンコー	
386	5部2章 章扉 CERNの大型ハドロン衝突型加速器(LHC)	写真						CERN	
388	いろいろなスペクトル	写真						中込八郎	
389	ニールス・ボーア	写真						グッティイメージズジャパン(株)	514881942
393	フリードリッヒ・パッシェン	写真						American Institute of Physics	paschen_friedrich_a1
393	ヨハン・バルマー	写真						American Institute of Physics	balmer_johann_a1
393	セオドア・ライマン	写真						American Institute of Physics	lyman_theodore_a3
394	吸収スペクトル (a), (b)	写真						シンコー	
	吸収スペクトル (c)太陽光のスペクトル	写真						中込八郎	
396	原子を構成する基本粒子	表	CODATA2022					https://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html	
397	同位体の質量と存在比	表	理科年表 平成28年(第89冊)	物108, 112		丸善出版	2015年		
401	崩壊系列の例(ウラン系列)	図	理科年表 令和7年(第98冊)	物132-133		丸善出版	2024年		
402	原子核の地図:核図表	図	Nuclidic Mass Formula on a Spherical Basis with an Improved Even-Odd Term, Progress of Theoretical Physics, Vol. 113 (2005)	305-325	H. Koura, T. Tachibana, M. Uno and M. Yamada			https://www.ndc.jaea.go.jp/CN14/index.html	
			The AME2012 atomic mass evaluation, Chinese Physics C 36 (2012)	1603-2014	M. Wang, G. Audi, A.H. Wapstra, F.G. Kondev, M. MacCormick, X. Xu and B. Pfeiffer		2012年		
403	様々な放射性原子核と半減期	表						Nuclear data center http://www.nndc.bnl.gov/	中性子
			理科年表 令和7年(第98冊)	物125-130		丸善出版	2024年		その他
405	放射線の利用例 (a)建造物の非破壊検査	写真						ピクスタ(株)	96440099
	放射線の利用例 (b)トレーサー法の例							渡辺和彦	
	放射線の利用例 (c)ジャガイモの発芽の抑制							ピクスタ(株)	94252844
	放射線の利用例 (d)CT検査							ピクスタ(株)	75410769

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	
406	重粒子線治療システムと施設の構造	写真						日立ハイテク
407	放射線の被曝量と急性障害	図	原子力・エネルギー図面集	第6章6-2-01		日本原子力文化財団		2023年9月確認 文部科学省「国際放射線防護委員会(ICRP)の放射線防護の考え方」 (http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/cho usa/gijyutu/004/006/shiryo/04100701/004.htm)をもとに自社作成
408	核反応の発見	写真						シンコー
411	核子1個あたりの結合エネルギー $\Delta mc^2/A$ と質量数Aとの関係	図	The AME2012 atomic mass evaluation, Chinese Physics C 36 (2012)	1603-2014	M. Wang, G. Audi, A.H. Wapstra, F.G. Kondev, M. MacCormick, X. Xu and B. Pfeiffer		2012年	
414	原子力発電(加圧水型軽水炉)のしくみ	図						資源エネルギー庁「日本の原子力発電について」より一部修正
416	物質を構成する素粒子	図						Particle Data Group "The Review of Particle Physics"
417	4つの基本的な力と媒介するゲージ粒子	図						著者による
418	宇宙進化の模式図	写真						NASA https://map.gsfc.nasa.gov/media/060915/
418	宇宙背景放射の温度ゆらぎ	写真						NASA https://map.gsfc.nasa.gov/media/121238/index.html
420	ニュートリノを利用した研究 図i スーパーカミオカンデの光電子倍增管	写真						東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設 PH20-water-withboat-apr23.jpg
420	ニュートリノを利用した研究 図ii 東海村から神岡への(T2K)ニュートリノ振動実験 J-PARC	写真						J-PARC J-PARAC航空写真.tif
420	ニュートリノを利用した研究 図ii 東海村から神岡への(T2K)ニュートリノ振動実験 スーパーカミオカンデ	写真						東京大学宇宙線研究所 神岡宇宙素粒子研究施設 sk-tank.ai

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	
422	電磁調理器で料理をする人	写真						ピクスタ(株) 92871985
422	電磁調理器の内部	写真						日立グローバルライフソリューションズ
423	ベータトロン	写真						グッティイメージズジャパン(株) 515582718
435	電気用図記号	表	JIS電気用図記号			(財)日本規格協会	1999年	左記出典をもとに自社作成
435	10の整数乗倍を表すSI接頭語	表						計量標準総合センター https://unit.aist.go.jp/nmij/library/SI_prefixes/
442	物理定数表	表	CODATA2022					https://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html
443	元素の周期表	表	原子量表(2022)		日本化学会原子量専門委員会		2022年	左記出典をもとに自社作成
464	腕時計を見る通勤途中の人	写真						ピクスタ(株) 114544854
465	光格子時計	写真						JST-ERATO香取創造時空間プロジェクト DSC_0187. jpg
466	M87銀河	写真						NASA Image_of_galaxy_with_jet_of_light_emerging. jpeg
466	ブラックホールシャドウ	写真						NASA blackhole_1600. jpg
467	(a) 超新星	写真						NASA
467	(b) 合体するブラックホール (想像図)	写真						LIGO ligo20160211d
467	(c) 合体する連星中性子星 (想像図)	写真						NASA Goddard Space Flight Center ColWhiteDwarfTV.0538
468	実験する若い女性 研究室	写真						ピクスタ(株) 61225849
470	地球と宇宙	写真						Adobe Stock 15386805
471	みちびき	写真						内閣府宇宙開発戦略推進事務局 qzss. go. jp
471	船	写真						ピクスタ(株) 9443837
472	量子コンピュータ	写真						理化学研究所 量子コンピュータ研究推進室
②	集積回路チップをもつ様子							理化学研究所 量子コンピュータ研究推進室
②	64量子ビットの集積回路チップ							理化学研究所 量子コンピュータ研究推進室
②	超高真空中光ピンセットアレーに捕獲された単一イッテルビウム原子の画像							京都大学大学院理学研究科物理学宇宙物理学専攻物理第一教室量子光学研究室

上記以外の写真、イラストについては自社制作。

(備考) 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。



⑭ウェブサイトのアドレス等の掲載箇所一覧表

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		
1,2	表1	二次元コード	自社	自社ページURL	目次		
	6	二次元コード	自社	自社ページURL	目次		
	6	URL	自社	自社ページURL	目次		
3	10	二次元コード	自社	自社ページURL	物体の運動に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙1-1添付	
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300874_00000	相対速度を観察する動画		
4	18	二次元コード	NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401453_00000	自由落下する物体の速度と重さの関係についての解説動画		
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005401824_00000	自由落下の解説動画		
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005300916_00000	斜方投射の解説動画		
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005401444_00000	水平投射の解説動画		
	NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005401441_00000	鉛直投げ上げの解説動画				
	18		自社	自社ページURL	自由落下する物体の様子の動画		別紙1-2添付
	19		自社	自社ページURL	鉛直に投げ上げられた物体の様子の動画		別紙2-1添付
	18, 19		自社	自社ページURL	自由落下・鉛直投げおろし・鉛直投げ上げ運動のシミュレーション		別紙2-2添付
	20, 22		自社	自社ページURL	シミュレーションソフトを用いた、投射運動の解説動画		別紙3-1添付
	20		自社	自社ページURL	水平投射する物体の様子の動画		別紙3-2添付
	20, 22		自社	自社ページURL	水平投射と斜方投射のシミュレーション		別紙4-1添付
	22		自社	自社ページURL	斜方投射する物体の様子の動画		別紙4-2添付
	25		二次元コード	自社	自社ページURL		「実験1」の目次
25			自社	自社ページURL	2球の空中衝突の実験動画	別紙5-1添付	
25			自社	自社ページURL	2球の空中衝突の実験ワークシート	別紙5-2添付	
5	29	二次元コード	自社	自社ページURL	剛体のつり合いに関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙6-1添付	
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300585_00000	てこがつり合う条件を復習する動画		
	30	二次元コード	自社	自社ページURL	「探究1」の目次		

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	
	30		自社	自社ページURL	大きさのある物体を静止させる実験動画	別紙6-2添付
	30		自社	自社ページURL	大きさのある物体を静止させる実験のワークシート	別紙7-1添付
	34		PhET	https://phet.colorado.edu/ja/simulations/balancing-act	様々な質量の物体を使ってシーソー板のバランスを取るシミュレーション	
	40		自社	自社ページURL	物体の重心の実験動画	別紙7-2添付
6	44	二次元コード	自社	自社ページURL	運動量と力積に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙8-1添付
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301101_00000	物体の衝突によって運動量を観察する動画	
	48		PhET	https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_all.html?locale=ja	2物体の衝突のシミュレーション	
	49	二次元コード		自社ページURL	「実験2」の目次	
	49		自社	自社ページURL	直線上の台車の衝突と合体、分裂の実験動画	別紙8-2添付
	49		自社	自社ページURL	直線上の台車の衝突と合体、分裂の実験ワークシート	別紙9-1添付
	52		自社	自社ページURL	シミュレーションソフトを用いた、運動量の変化と力積との関係の解説動画	別紙9-2添付
7	56 (55)	二次元コード	自社	自社ページURL	「実験3」の目次	
	56		自社	自社ページURL	床ではね上がりと力学的エネルギーの実験動画	別紙10-1添付
	56		自社	自社ページURL	床ではね上がりと力学的エネルギーの実験ワークシート	別紙10-2添付
8	66	二次元コード	自社	自社ページURL	円運動と単振動に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙11-1添付
	70		自社	自社ページURL	等速円運動の向心力を調べる実験動画	別紙11-2添付
	73	二次元コード	自社	自社ページURL	「実験4」の目次	
	73		自社	自社ページURL	等速円運動と向心力の実験動画	別紙12-1添付
	73		自社	自社ページURL	等速円運動と向心力の実験ワークシート	別紙12-2添付
9	74	二次元コード	NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401451_00000	加速度の解説動画	
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110326_00000	遠心力の解説動画	
	74		自社	自社ページURL	加速度運動をする列車内の物体の運動を解説するアニメーション	別紙13-1添付
	79		自社	自社ページURL	遠心力の考え方の解説動画	別紙13-2添付

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	
10 (41)	82 (81)	二次元 コード	自社	自社ページURL	等速円運動と単振動の解説動画	別紙14-1添付 (別紙80-1添付)
	89	二次元 コード	自社	自社ページURL	「探究2」の目次	
	89		自社	自社ページURL	単振り子の周期の実験動画	
	89		自社	自社ページURL	単振り子の周期の実験ワークシート	
	94	二次元 コード	自社	自社ページURL	「学んでリトライQ.1」の目次	
	95				「学んでリトライ」の目次	
11	97	二次元 コード	自社	自社ページURL	万有引力に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙15-2添付
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?dais_id=D0005301276_00000	小惑星探査機「はやぶさ」についての紹介動画	
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?dais_id=D0005410008_00000	国際宇宙ステーションの紹介動画	
	98		PhET	https://phet.colorado.edu/sims/html/keplers-laws/latest/keplers-laws_all.html?locale=ja	ケプラーの法則のシミュレーション	
	100		PhET	https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_all.html?locale=ja	太陽、地球、月の重力と軌道のシミュレーション	
	102	二次元 コード	自社	自社ページURL	ケプラーの第3法則を確かめる実習のワークシート	
	110	二次元 コード	自社	自社ページURL	「学んでリトライ Q.2」の目次	(別紙81-1, 81-2添付)
12	114	二次元 コード	自社	自社ページURL	気体分子の運動に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙16-2添付
			PhET	https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_all.html	ボイル・シャルルの法則や気体分子の運動に関するシミュレーション	
13	132	二次元 コード	自社	自社ページURL	シミュレーションソフトを用いた理想気体の状態変化の解説動画	別紙17-1添付
	132		自社	自社ページURL	気体の定積変化を解説するアニメーション	別紙17-2添付
	133		自社	自社ページURL	気体の定圧変化を解説するアニメーション	別紙18-1添付
	136		自社	自社ページURL	気体の等温変化を解説するアニメーション	別紙18-2添付
	137		自社	自社ページURL	気体の断熱変化を解説するアニメーション	別紙19-1添付
	138		自社	自社ページURL	熱機関のサイクルを解説するアニメーション	別紙19-2添付
	140	二次元 コード	自社	自社ページURL	「実験5」の目次	

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	
	140		自社	自社ページURL	ビー玉スターリングエンジンの製作に関する実験動画	別紙20-1添付
	140		自社	自社ページURL	ビー玉スターリングエンジンの製作に関する実験のワークシート	別紙20-2添付
14	150	二次元コード	自社	自社ページURL	波の性質に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙21-1添付
	151		自社	自社ページURL	正弦波の発生を解説するアニメーション	別紙21-2添付
	151		自社	自社ページURL	ウェーブマシンを使った波の速度、波長、振幅に関するシミュレーション	別紙22-1添付
	154		自社	自社ページURL	正弦波が伝わる際の各点の媒質の動きに関するアニメーション	別紙22-2添付
15	158	二次元コード	自社	自社ページURL	ウェーブマシンによる波の独立性と重ね合わせの原理の解説動画	別紙23-1添付
	158		自社	自社ページURL	波の重ね合わせのシミュレーション	別紙23-2添付
	159		自社	自社ページURL	ウェーブマシンによる定在波の様子の解説動画	別紙24-1添付
	160		自社	自社ページURL	水波投影装置による波面の様子の解説動画	別紙24-2添付
	160		自社	自社ページURL	水波投影装置による円形波・直線波の観察動画	別紙25-1添付
	161		自社	自社ページURL	水波投影装置で発生させた波の干渉の解説動画	別紙25-2添付
	161		自社	自社ページURL	シミュレーションソフトを用いた水面波の干渉の解説動画	別紙26-1添付
	163		自社	自社ページURL	水波投影装置で発生させた波の回折の解説動画	別紙26-2添付
	163		自社	自社ページURL	シミュレーションソフトを用いた波の回折の解説動画	別紙27-1添付
	165		自社	自社ページURL	シミュレーションソフトを用いた波の反射の解説動画	別紙27-2添付
	166		自社	自社ページURL	シミュレーションソフトを用いた波の屈折の解説動画	別紙28-1添付
	167		自社	自社ページURL	水波投影装置で発生させた波の反射の解説動画	別紙28-2添付
	167		自社	自社ページURL	水波投影装置で発生させた波の屈折の解説動画	別紙29-1添付
	168		自社	自社ページURL	ホイヘンスの原理と反射の法則に関するアニメーション	別紙29-2添付
169	自社	自社ページURL	ホイヘンスの原理と屈折の法則に関するアニメーション	別紙30-1添付		

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	
	170	二次元コード	自社	自社ページURL	「学んでリトライ Q.3」の目次	(別紙82-1, 82-2添付)
16	173	二次元コード	自社	自社ページURL	音に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙30-2添付
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401118_00000	音の伝わり方に関する解説動画	
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301308_00000	音の伝わり方と、音を感じ取る仕組みについての解説動画	
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301309_00000	音の伝わり方に関する解説動画	
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401124_00000	固体を伝わる音の解説動画	
	NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300841_00000	音の速さについての解説動画			
	177		自社	自社ページURL	うなりの実験動画	別紙31-1添付
	177		自社	自社ページURL	音波発生ソフトによるシミュレーション	別紙31-2添付
17	178	二次元コード	自社	自社ページURL	水波投影装置による水面波の波長の変化の動画	別紙32-1添付
	178		自社	自社ページURL	音源が動く場合のドップラー効果に関するアニメーション	別紙32-2添付
18	188	二次元コード	自社	自社ページURL	光に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙33-1添付
		NHK		https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110462_00000	光の性質に関する解説動画	
	197		自社	自社ページURL	偏光板による偏光の解説動画	別紙33-2添付
	197		自社	自社ページURL	偏光板の角度を変えたときの照度測定動画	別紙34-1添付
	197		自社	自社ページURL	偏光板を通して水面を見たときの見え方の比較動画	別紙34-2添付
19	198	二次元コード	NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401140_00000	望遠鏡の仕組みに関する解説動画	
	200		自社	自社ページURL	凸レンズによる実像のアニメーション	別紙35-1添付
	201		自社	自社ページURL	凸レンズによる虚像のアニメーション	別紙35-2添付
	202		自社	自社ページURL	凹レンズによる虚像のアニメーション	別紙36-1添付
	204		自社	自社ページURL	2枚のレンズによる像のアニメーション	別紙36-2添付

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	
	207		自社	自社ページURL	凹面鏡による実像のアニメーション	別紙37-1添付
	207		自社	自社ページURL	凹面鏡による虚像のアニメーション	別紙37-2添付
	208		自社	自社ページURL	凸面鏡による虚像のアニメーション	別紙38-1添付
20	211 (209)	二次元コード	自社	自社ページURL	シミュレーションソフトを用いた、ヤングの実験の解説動画	別紙38-2添付
	212	二次元コード	自社	自社ページURL	「実験6」の目次	
	212		自社	自社ページURL	ヤングの実験の原理の解説動画	別紙39-1添付
	212		自社	自社ページURL	ヤングの実験のワークシート	別紙39-2添付
	213		自社	自社ページURL	回折格子の原理の解説動画	別紙40-1添付
21	228	二次元コード	自社	自社ページURL	電場と電位に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙40-2添付
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?datas_id=D0005301344_00000	静電気の発生の仕組みに関する動画	
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?datas_id=D0005300912_00000	静電気の性質に関する解説動画	
	228		自社	自社ページURL	電気の正負に関する解説動画	別紙41-1添付
	230		自社	自社ページURL	金属の静電誘導の解説動画	別紙41-2添付
	231		自社	自社ページURL	水の誘電分極の解説動画	別紙42-1添付
	231		自社	自社ページURL	箔検電器の実験動画	別紙42-2添付
22	237 (232)	二次元コード	自社	自社ページURL	点電荷で生じる電場と電気力線のシミュレーション	別紙43-1添付
23	247 (240)	二次元コード	自社	自社ページURL	点電荷で生じる電位の様子に関するシミュレーション	別紙43-2添付
	247	二次元コード	自社	自社ページURL	等電位線の作図の実験動画	別紙44-1添付
	249	二次元コード	自社	自社ページURL	静電誘導のしくみと電場の電場と電位に関するアニメーション	別紙44-2添付
	250	二次元コード	自社	自社ページURL	静電遮蔽の実験動画	別紙45-1添付
24	251	二次元コード	自社	自社ページURL	コンデンサーの充電と放電を解説するアニメーション	別紙45-2添付
	251		自社	自社ページURL	電球を用いた、コンデンサーの充電と放電の解説動画	別紙46-1添付

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		
	251	二次元コード	自社	自社ページURL	電流計と電圧計を用いた、コンデンサーの充電と放電の解説動画	別紙46-2添付	
	255		自社	自社ページURL	「実験7」の目次		
	255		自社	自社ページURL	コンデンサーの電気容量の実験動画		別紙47-1添付
	255		自社	自社ページURL	コンデンサーの電気容量の実験のワークシート		別紙47-2添付
	265		自社	自社ページURL	「学んでリトライ Q.4」の目次		(別紙83-1, 83-2添付)
25	268	二次元コード	自社	自社ページURL	電流に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙48-1添付	
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?datas_id=D0005401295_00000#in=0&out=116	オームの法則の関係に関する解説動画		
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?datas_id=D0005301219_00000	電圧と電流の関係に関する解説動画		
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?datas_id=D0005301355_00000	抵抗に関する解説動画		
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?datas_id=D0005401828_00000	電流と抵抗に関する解説動画		
	268	PhET	https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_en.html	回路を制作できるシミュレーション			
	270	自社	自社ページURL	オームの法則を解説するアニメーション	別紙48-2添付		
26	274	二次元コード	NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?datas_id=D0005401293_00000	直列回路を流れる電流の解説動画	別紙49-1添付	
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?datas_id=D0005401827_00000	並列回路を流れる電流の解説動画		
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?datas_id=D0005401296_00000	乾電池の数と流れる電流に関する解説動画		
	274	自社	自社ページURL	抵抗の直列接続の水流モデルに関するアニメーション	別紙49-2添付		
	275	自社	自社ページURL	抵抗の並列接続の水流モデルに関するアニメーション	別紙50-1添付		
	280	自社	自社ページURL	電流計の使い方の解説動画	別紙50-2添付		
	281	自社	自社ページURL	電圧計の使い方の解説動画	別紙51-1添付		
	283	自社	自社ページURL	「実験8」の目次			
283	自社	自社ページURL	抵抗値の精密測定に関する実験動画	別紙51-1添付			

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	
	283		自社	自社ページURL	抵抗値の精密測定に関する実験のワークシート	別紙51-2添付
	285		自社	自社ページURL	コンデンサーを含む回路の解説動画	別紙52-1添付
27	294	二次元コード	自社	自社ページURL	電流と磁場に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙52-2添付
28	299	二次元コード	NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401299_00000#in=0&out=51	導線に流れる電流と磁場の解説動画	別紙53-1添付 別紙53-2添付 別紙54-1添付
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401298_00000	コイルを流れる電流と磁界の解説動画	
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401297_00000	コイルに電流を流すと磁石になる性質を解説する動画	
	自社	自社ページURL	電流がつくる磁場（直線電流）の解説動画			
	300		自社	自社ページURL	電流がつくる磁場（円形電流）の解説動画	別紙53-2添付
	301		自社	自社ページURL	電流がつくる磁場（ソレノイド）の解説動画	別紙54-1添付
29	303	二次元コード	自社	自社ページURL	電流が磁場から受ける力の解説動画	別紙54-2添付
	308		自社	自社ページURL	電流どうしにはたらく力の実験動画	別紙55-1添付
30	310 (309)	二次元コード	自社	自社ページURL	磁場中の荷電粒子の運動のシミュレーション	別紙55-2添付
	312		自社	自社ページURL	シミュレーションソフトを用いた、磁場中の荷電粒子の運動（サイクロトロン）の解説動画	別紙56-1添付
31	317	二次元コード	自社	自社ページURL	電磁誘導と電磁波に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙56-2添付
			NHK	https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110333_00000	電磁誘導を利用した列車に関する解説動画	
	317		自社	自社ページURL	電磁誘導で点灯するLEDの解説動画	別紙57-1添付
	317		自社	自社ページURL	コイルに磁石を近づけたときの電流の変化の解説動画	別紙57-2添付
	318		自社	自社ページURL	コイルを貫く磁束の変化と誘導起電力の向きの実験動画	別紙58-1添付
	319	二次元コード	自社	自社ページURL	「探究3」の目次	
	319		自社	自社ページURL	電磁誘導の実験動画	別紙58-2添付
	319		自社	自社ページURL	電磁誘導の実験ワークシート	別紙59-1添付

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	
32	324	二次元コード	自社	自社ページURL	磁場中を運動する導体棒に関するアニメーション	別紙59-2添付
33	340 (335)	二次元コード	自社	自社ページURL	コイルを流れる電流の解説動画	別紙60-1添付
	341		自社	自社ページURL	コイルのリアクタンスの解説動画	別紙60-2添付
	342		自社	自社ページURL	コンデンサーを流れる電流の解説動画	別紙61-1添付
	343		自社	自社ページURL	コンデンサーのリアクタンスの解説動画	別紙61-2添付
34	352	二次元コード	自社	自社ページURL	電気振動の電圧の変化の解説動画	別紙62-1添付
	356	二次元コード	自社	自社ページURL	「実験9」の目次	
	356		自社	自社ページURL	ヘルツの実験の実験動画	別紙62-2添付
	356		自社	自社ページURL	ヘルツの実験のワークシート	別紙63-1添付
35	364	二次元コード	自社	自社ページURL	電子と光に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙63-2添付
	365	二次元コード	自社	自社ページURL	「実験10」の目次	
	365		自社	自社ページURL	陰極線の観察の動画	別紙64-1添付
	365		自社	自社ページURL	陰極線の観察のワークシート	別紙64-2添付
36	370	二次元コード	自社	自社ページURL	光電効果の観察の動画	別紙65-1添付
37	386	二次元コード	自社	自社ページURL	原子・原子核・素粒子に関する中学校理科・物理基礎の復習問題	別紙65-2添付
	387		自社	自社ページURL	原子核の大きさに関する解説動画	別紙66-1添付
	395		自社	自社ページURL	フランク・ヘルツの実験に関する解説動画	別紙66-2添付
38	396	二次元コード	自社	自社ページURL	陽子と中性子の発見に関する解説動画	別紙67-1添付
	398	二次元コード	自社	自社ページURL	放射線の種類と透過力に関する解説動画	別紙67-2添付
	398		自社	自社ページURL	放射線の種類と透過力に関する練習問題	別紙68-1添付
	399	二次元コード	自社	自社ページURL	霧箱を用いた放射線の観察の動画	別紙68-2添付

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		
39	415	二次元コード	NHK		https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?dais_id=D0005410019_00000	宇宙の誕生から現在にいたるまでの解説動画	
	415	二次元コード	自社		自社ページURL	宇宙線に関する解説動画	別紙69-1添付
	416	二次元コード	自社		自社ページURL	「反粒子/中間子論と核力」の目次	
	416		自社		自社ページURL	反粒子に関する解説動画	別紙69-2添付
	416		自社		自社ページURL	中間子論と核力に関する解説動画	別紙70-1添付
	417	二次元コード	自社		自社ページURL	ヒッグス粒子の解説動画	別紙70-2添付
	419	二次元コード	自社		自社ページURL	星の一生の解説動画	別紙71-1添付
	419	二次元コード	自社		自社ページURL	加速器を用いた基礎研究と応用研究の調べ学習に用いる研究機関のHPのリンクリスト	
	419		大強度陽子加速器施設 (J-PARC)		https://j-parc.jp/c/	物質中の原子・分子の構造から物質・生命の起源を探る研究や、素粒子や原子核の研究から宇宙の始まりの謎を解く研究を進める最先端の研究施設	
	419		理化学研究所 (RIKEN)		https://www.riken.jp/	日本で唯一の自然科学の総合研究所として、物理学、工学、化学、数理・情報科学、計算科学、生物学、医科学などに及ぶ広い分野で研究を行う機関	
	419		大型放射光施設 (Spring-8)		http://www.spring8.or.jp/ja/	放射光を用いてナノテクノロジー、バイオテクノロジーや産業利用まで幅広い研究を行う施設	
	419		欧州合同原子核研究機構 (CERN)		https://home.cern/	物質の基本構成要素の研究すなわち素粒子物理学や原子核物理学、高エネルギー物理学、反物質の研究などを行う機関	
419		高エネルギー加速器研究機構 (KEK)		https://www.kek.jp/ja/	高エネルギー加速器による素粒子、原子核並びに物質の構造及び機能に関する研究並びに高エネルギー加速器の性能の向上を図るための研究を行う機関		
419		量子科学技術研究開発機構 (QST)		https://www.qst.go.jp/	量子技術基盤、量子生命科学、重粒子線治療等による高精度診断、標的アイソトープ治療等によるがんや認知症等の革新的な診断・治療技術、水素融合などの研究などを行う機関		
40	451	二次元コード	自社		自社ページURL	問題の解答・解説の目次	
	28	二次元コード	自社		自社ページURL	第1部 第1章の問題の解答解説	別紙72-1添付
	43	二次元コード	自社		自社ページURL	第1部 第2章の問題の解答解説	別紙72-2添付
	64,65	二次元コード	自社		自社ページURL	第1部 第3章の問題の解答解説	別紙73-1添付
	96	二次元コード	自社		自社ページURL	第1部 第4章の問題の解答解説	別紙73-2添付
	111	二次元コード	自社		自社ページURL	第1部 第5章の問題の解答解説	別紙74-1添付
	144,145	二次元コード	自社		自社ページURL	第2部 第1章の問題の解答解説	別紙74-2添付

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	
	171,172	二次元コード	自社	自社ページURL	第3部 第1章の問題の解答解説	別紙75-1添付
	186,187	二次元コード	自社	自社ページURL	第3部 第2章の問題の解答解説	別紙75-2添付
	222,223	二次元コード	自社	自社ページURL	第3部 第3章の問題の解答解説	別紙76-1添付
	266,267	二次元コード	自社	自社ページURL	第4部 第1章の問題の解答解説	別紙76-2添付
	292,293	二次元コード	自社	自社ページURL	第4部 第2章の問題の解答解説	別紙77-1添付
	315,316	二次元コード	自社	自社ページURL	第4部 第3章の問題の解答解説	別紙77-2添付
	359,360,361	二次元コード	自社	自社ページURL	第4部 第4章の問題の解答解説	別紙78-1添付
	385	二次元コード	自社	自社ページURL	第5部 第1章の問題の解答解説	別紙78-2添付
	421	二次元コード	自社	自社ページURL	第5部 第2章の問題の解答解説	別紙79-1添付
	427	二次元コード	自社	自社ページURL	思考力を試すの解答解説	別紙79-2添付
41	94	二次元コード	自社	自社ページURL	円運動をする物体が切り離された後の運動に関するワークシート	別紙80-1添付
	95	二次元コード	自社	自社ページURL	「学んでリトライ」の目次	
	110	二次元コード	自社	自社ページURL	「宇宙ステーションの中は無重力？」の目次	
	110		自社	自社ページURL	宇宙ステーションの中で働く力に関するワークシート	別紙81-1添付
	110		自社	自社ページURL	宇宙ステーションの中で働く力に関する対話例	別紙81-2添付
	170	二次元コード	自社	自社ページURL	「どんな媒質中でも変わらない量は？」の目次	
	170		自社	自社ページURL	媒質の違いによって変化しない波の量についてのワークシート	別紙82-1添付
	170		自社	自社ページURL	媒質の違いによって変化しない波の量についての対話例	別紙82-2添付
	265	二次元コード	自社	自社ページURL	「電場の強さはどう変わる？」の目次	
	265		自社	自社ページURL	電場の強さの変化に関するワークシート	別紙83-1添付
	265		自社	自社ページURL	電場の強さの変化に関する対話例	別紙83-2添付

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	
42	27	二次元コード	自社	自社ページURL	第1部 第1章で学習する内容のまとめ	別紙84-1添付
	42	二次元コード	自社	自社ページURL	第1部 第2章で学習する内容のまとめ	別紙84-2添付
	61	二次元コード	自社	自社ページURL	第1部 第3章で学習する内容のまとめ	別紙85-1添付
	93	二次元コード	自社	自社ページURL	第1部 第4章で学習する内容のまとめ	別紙85-2添付
	109	二次元コード	自社	自社ページURL	第1部 第5章で学習する内容のまとめ	別紙86-1添付
	143	二次元コード	自社	自社ページURL	第2部 第1章で学習する内容のまとめ	別紙86-2添付
	169	二次元コード	自社	自社ページURL	第3部 第1章で学習する内容のまとめ	別紙87-1添付
	182	二次元コード	自社	自社ページURL	第3部 第2章で学習する内容のまとめ	別紙87-2添付
	219	二次元コード	自社	自社ページURL	第3部 第3章で学習する内容のまとめ	別紙88-1添付
	263	二次元コード	自社	自社ページURL	第4部 第1章で学習する内容のまとめ	別紙88-2添付
	291	二次元コード	自社	自社ページURL	第4部 第2章で学習する内容のまとめ	別紙89-1添付
	314	二次元コード	自社	自社ページURL	第4部 第3章で学習する内容のまとめ	別紙89-2添付
	358	二次元コード	自社	自社ページURL	第4部 第4章で学習する内容のまとめ	別紙90-1添付
	384	二次元コード	自社	自社ページURL	第5部 第1章で学習する内容のまとめ	別紙90-2添付
	420	二次元コード	自社	自社ページURL	第5部 第2章で学習する内容のまとめ	別紙91-1添付
43	表4	二次元コード	自社	自社ページURL	主な物理量と単位をまとめた資料	別紙91-2添付

物理

目次

1部1章 1節 平面内の運動

1部1章 2節 落体の運動

1部2章 1節 剛体のつり合い

1部3章 1節 運動量の保存

1部3章 2節 衝突と力学的エネルギー

1部4章 1節 円運動

1部4章 2節 慣性力

1部4章 3節 単振動

1部5章 1節 万有引力

2部1章 1節 気体の状態方程式

2部1章 4節 気体の状態変化と熱・仕事

3部1章 1節 正弦波の表し方

3部1章 2節 波の伝わり方

3部2章 1節 音波の性質

3部2章 2節 ドップラー効果

3部3章 3節 光の回折と干渉 4部1章 1節 静電気 4部1章 2節 電場

4部1章 3節 電位 4部1章 4節 コンデンサー 4部2章 1節 電流

4部2章 2節 直流回路 4部3章 1節 磁気力と磁場

4部3章 2節 電流がつくる磁場 4部3章 3節 電流が磁場から受ける力

4部3章 4節 ローレンツ力 4部4章 1節 電磁誘導の法則

4部4章 2節 磁場中を運動する導体棒 4部4章 4節 交流

4部4章 5節 電気振動と電磁波 5部1章 1節 電子の電荷と質量

5部1章 2節 光の粒子性 5部2章 1節 原子モデル

5部2章 2節 原子核と放射線 5部2章 4節 素粒子と宇宙

問題の解答・解説 学んでリトライ 章のまとめ

◀ 保護者の皆様・先生方へ ▶

◀ 推奨環境 ▶

◀ インターネットを使う時の注意 ▶

◀ 著作権について ▶

Ⅰ部Ⅰ章 Ⅰ節 平面内の運動



【中学校・物理基礎の復習】物体の運動



【NHK for School】高速で止まるボール！？

1部1章 2節 落体の運動



【NHK for School】重さが違う物の自由落下



【NHK for School】ボールは戻ってくる？



【NHK for School】真上に投げたボールの動き



鉛直に投げ上げた物体



投射運動

P.20



【シミュレーション】図15 水平投射，図17 斜方投射

P.20



実験1 2球の空中衝突

P.25



【NHK for School】落下する運動



【NHK for School】ヘリコプターから落とした球の動き



自由落下する物体



【シミュレーション】図12 自由落下，図13 鉛直投げおろし，図14 鉛直投げ上げ

P.18



図15 水平投射した物体と同時に自由落下する物体

P.20



図17 斜方投射した物体と同時に鉛直投げ上げた物体

P.22

1部2章 1節 剛体のつり合い



【中学校・物理基礎の復習】剛体のつり合い



探究1 大きさのある物体を静止させる実験

P.30



やってみよう 物体の重心

P.40



【NHK for School】てこがつりあう条件は？



【シミュレーション】剛体のつり合い

P.34

1部3章 1節 運動量の保存



【中学校・物理基礎の復習】運動量と力積



P.48

【シミュレーション】図5 運動量の変化と力積との関係



P.52

図7 運動量の変化と力積との関係



【NHK for School】坂を転がる玉をより遠くへ弾く条件



P.49

実験2 直線上の台車の衝突と合体，分裂

1部3章 2節 衝突と力学的エネルギー



実験3 床ではね上がりと力学的エネルギー
—

1部4章 1節 円運動



【中学校・物理基礎の復習】円運動と単振動



実験4 等速円運動と向心力

P.73



図3 等速円運動の向心力を調べる実験

P.70

1部4章 2節 慣性力



【NHK for School】台車で作った加速度計



【NHK for School】水の大回転



図5 加速度運動をする列車内の物体

P.74



Note 遠心力の考え方

P.79

1部4章 3節 単振動



P.82

図10 等速円運動をする物体を真横から撮影したときの運動と単振動



P.94

【学んでリトライQ.1】円運動をする物体はどちらへ飛んでいく？



P.89

探究2 単振り子の周期

1部5章 1節 万有引力



【中学校・物理基礎の復習】万有引力



【NHK for School】ISSの中を見てみよう



P.100

【シミュレーション】図4 惑星の受ける向心力



P.110

【学んでリトライQ.2】宇宙ステーションの中は無重力？



【NHK for School】「はやぶさ」が持ち帰った物質の分析



P.98

【シミュレーション】図2 惑星の運動



P.102

実習1 ケプラーの第3法則を確かめてみよう

2部1章 1節 気体の状態方程式










【中学校・物理基礎の復習】気体分子の運動



【シミュレーション】図4 ボイル・シャルルの法則

2部1章 4節 気体の状態変化と熱・仕事

-  理想気体の状態変化
-  図18 定圧変化
P.133
-  図20 断熱変化
P.137
-  実験5 ピー玉スターリングエンジンの製作
P.140

-  図17 定積変化
P.132
-  図19 等温変化
P.136
-  図22 熱機関のサイクルのp-Vグラフの例
P.138

3部1章 1節 正弦波の表し方



【中学校・物理基礎の復習】波の性質



P.151

【シミュレーション】波を観察しよう(ウェーブマシン)



P.151

図2 正弦波の発生




P.154

図6 正弦波が伝わるときの、各点の媒質の変位とその時間的な変化

3部1章 2節 波の伝わり方

 図10 波の独立性と重ね合わせの原理
P.158

 定在波
P.159



 やってみよう 波面の観察（円形波・直線波の観察）
P.160


 図15 水面波の干渉（2）
P.161


 図17 波の回折（2）
P.163

 図23 波の屈折
P.166

 やってみよう 屈折波の発生
P.167

 図25 ホイヘンスの原理と屈折の法則
P.169

 【シミュレーション】波の重ね合わせ
P.158

 やってみよう 波面の観察（水波投影装置）
P.160



 図15 水面波の干渉（1）
P.161

 図17 波の回折（1）
P.163

 図21 波の反射
P.165

 やってみよう 反射波の発生
P.167

 図24 ホイヘンスの原理と反射の法則
P.168

 【学んでリトライQ.3】どんな媒質中でも変わらない量は？
P.170

3部2章 1節 音波の性質



【中学校・物理基礎の復習】音



【NHK for School】音が耳に届くのは？



【NHK for School】固体を伝える音



うなりの実験

P.177



【NHK for School】楽器は振動している



【NHK for School】音の伝わり方は？



【NHK for School】音の速さを見てみよう



【シミュレーション】サウンドジェネレーター(音波発生ソフト)

P.177

3部2章 2節 ドップラー効果



図6 水面波の波長の変化



図7 音源が動く場合のドップラー効果

3部3章 1節 光の性質



【中学校・物理基礎の復習】光



図7 偏光板による偏光

P.197



図8 水面を見たときの見え方の比較

P.197



【NHK for School】光



図7 偏光板による偏光（角度による照度測定）

P.197

3部3章 2節 レンズと球面鏡



【NHK for School】望遠鏡のしくみ



図15 凸レンズによる虚像

P.201



図19 2枚のレンズによる像

P.204



図23 凹面鏡による虚像

P.207



図12 凸レンズによる実像

P.200



図17 凹レンズによる虚像

P.202



図22 凹面鏡による実像

P.207



図24 凸面鏡による虚像

P.208

3部3章 3節 光の回折と干渉



P.211

図28 ヤングの実験による干渉縞



P.213

図29 回折格子の原理



P.212

実験6 ヤングの実験

4部1章 1節 静電気



【中学校・物理基礎の復習】電場と電位



【NHK for School】静電気でお絵かき



図4 金属の静電誘導

P.230



やってみよう 箔検電器の実験

P.231



【NHK for School】静電気発生のおくみ



図1 電気の正負

P.228



図5 誘電分極のおくみ

P.231

4部1章 2節 電場



P.237

【シミュレーション】点電荷で生じる電場
と電気力線

4部1章 3節 電位



P.247

【シミュレーション】点電荷で生じる電位の様子



P.249

図20 静電誘導のしくみと電場の電位のグラフ



P.247

やってみよう 等電位線の作図



P.250

やってみよう 静電遮蔽

4部1章 4節 コンデンサー



P.251

図23 コンデンサーの充電と放電



P.251

図23 コンデンサーの充電と放電（電流計と電圧計を用いた観察）



P.265

【学んでリトライQ.4】電場の強さはどう変わる？



P.251

図23 コンデンサーの充電と放電（電球を用いた観察）



P.255

実験7 コンデンサーの電気容量

4部2章 1節 電流



【中学校・物理基礎の復習】電流



【NHK for School】電圧と電流の関係は？



【NHK for School】電流と抵抗



図3 オームの法則のモデル

P.270



【NHK for School】オームの法則



【NHK for School】抵抗とは？



【シミュレーション】回路構築キット

P.268

4部2章 2節 直流回路



【NHK for School】直列回路を流れる電流



【NHK for School】乾電池の数と流れる電流



図10 抵抗の並列接続のモデル

P.275



電圧計の使い方

P.281



図22 点A, Bの電位, および抵抗に流れる電流の変化

P.285



【NHK for School】並列回路を流れる電流



図8 抵抗の直列接続のモデル

P.274



電流計の使い方

P.280



実験8 抵抗値の精密測定

P.283

4部3章 1節 磁気力と磁場



【中学校・物理基礎の復習】電流と磁場

4部3章 2節 電流がつくる磁場



【NHK for School】導線に流れる電流と磁界



【NHK for School】コイルを流れる電流と磁界



【NHK for School】コイルに電流を流すと



図5 直線電流がつくる磁場

P.299



図6 円形電流がつくる磁場

P.300



図7 ソレノイドがつくる磁場

P.301

4部3章 3節 電流が磁場から受ける力



P.303

図8 電流が磁場から受ける力



P.308

やってみよう 電流どうしにはたらく力

4部3章 4節 ローレンツ力



P.310

【シミュレーション】 図14, 図18 磁場中の荷電粒子の運動



P.312

図16 磁場中の荷電粒子の運動 (サイクロトロン)

4部4章 1節 電磁誘導の法則



【中学校・物理基礎の復習】電磁誘導と電磁波



電磁誘導で点灯するLED



P.318

やってみよう コイルを貫く磁束の変化と誘導起電力の向きの関係



【NHK for School】高速磁石列車



P.317

図1 電磁誘導の実験



P.319

探究3 電磁誘導

4部4章 2節 磁場中を運動する導体棒



図9 磁場中を運動する導体棒

4部4章 4節 交流



P.340

図26 コイルを流れる電流



P.342

図28 コンデンサーを流れる電流



P.341

やってみよう コイルのリアクタンス



P.343

やってみよう コンデンサーのリアクタンス

4部4章 5節 電気振動と電磁波



P.352

図37 電気振動の電圧の変化



P.356

実験9 ヘルツの実験

5部1章 1節 電子の電荷と質量



【中学校・物理基礎の復習】電子と光



実験10 陰極線の観察

P.365

5部1章 2節 光の粒子性



やってみよう 光電効果の観察

5部2章 1節 原子モデル



【中学校・物理基礎の復習】原子・原子核・素粒子



参考 フランク・ヘルツの実験

P.395



参考 原子核の大きさ

P.387

5部2章 2節 原子核と放射線



参考 陽子と中性子の発見

P.396



表3 放射線の種類と透過力

P.398



【トレーニング】表3 放射線の種類と透過力

P.398



やってみよう 霧箱の製作と放射線の観察

P.399

5部2章 4節 素粒子と宇宙



【NHK for School】4分でわかる！？宇宙
138億年



P.416

参考 反粒子/中間子論と核力



P.419

参考 星の一生



P.415

参考 宇宙線



P.417

参考 ヒッグス粒子



P.419

やってみよう 加速器を用いた基礎研究と
応用研究の調査


問題の解答・解説

 第1部 第1章 解答

 第1部 第3章 解答

 第1部 第5章 解答

 第3部 第1章 解答

 第3部 第3章 解答

 第4部 第2章 解答

 第4部 第4章 解答

 第5部 第2章 解答

 第1部 第2章 解答

 第1部 第4章 解答

 第2部 第1章 解答

 第3部 第2章 解答

 第4部 第1章 解答

 第4部 第3章 解答

 第5部 第1章 解答

 思考力を試す 解答

学んでリトライ



円運動をする物体はどちらへ飛んでいく？



どんな媒質中でも変わらない量は？



宇宙ステーションの中は無重力？



電場の強さはどう変わる？

章のまとめ



第1部 第1章 章のまとめ

P.27



第1部 第3章 章のまとめ

P.61



第1部 第5章 章のまとめ

P.109



第3部 第1章 章のまとめ

P.169



第3部 第3章 章のまとめ

P.219



第4部 第2章 章のまとめ

P.291



第4部 第4章 章のまとめ

P.358



第5部 第2章 章のまとめ

P.420



第1部 第2章 章のまとめ

P.42



第1部 第4章 章のまとめ

P.93



第2部 第1章 章のまとめ

P.143



第3部 第2章 章のまとめ

P.182



第4部 第1章 章のまとめ

P.263



第4部 第3章 章のまとめ

P.314



第5部 第1章 章のまとめ

P.384

巻末資料



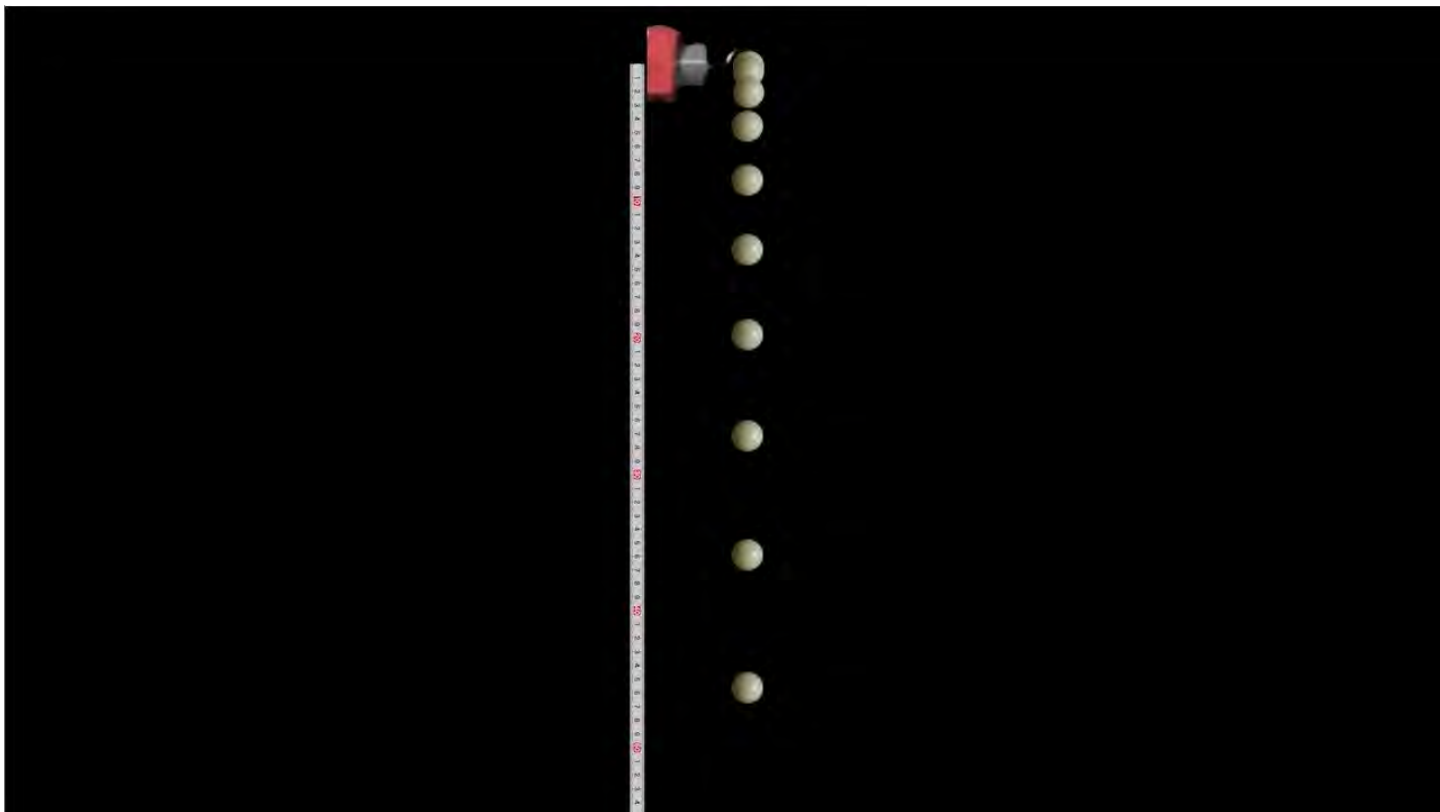
主な物理量と単位

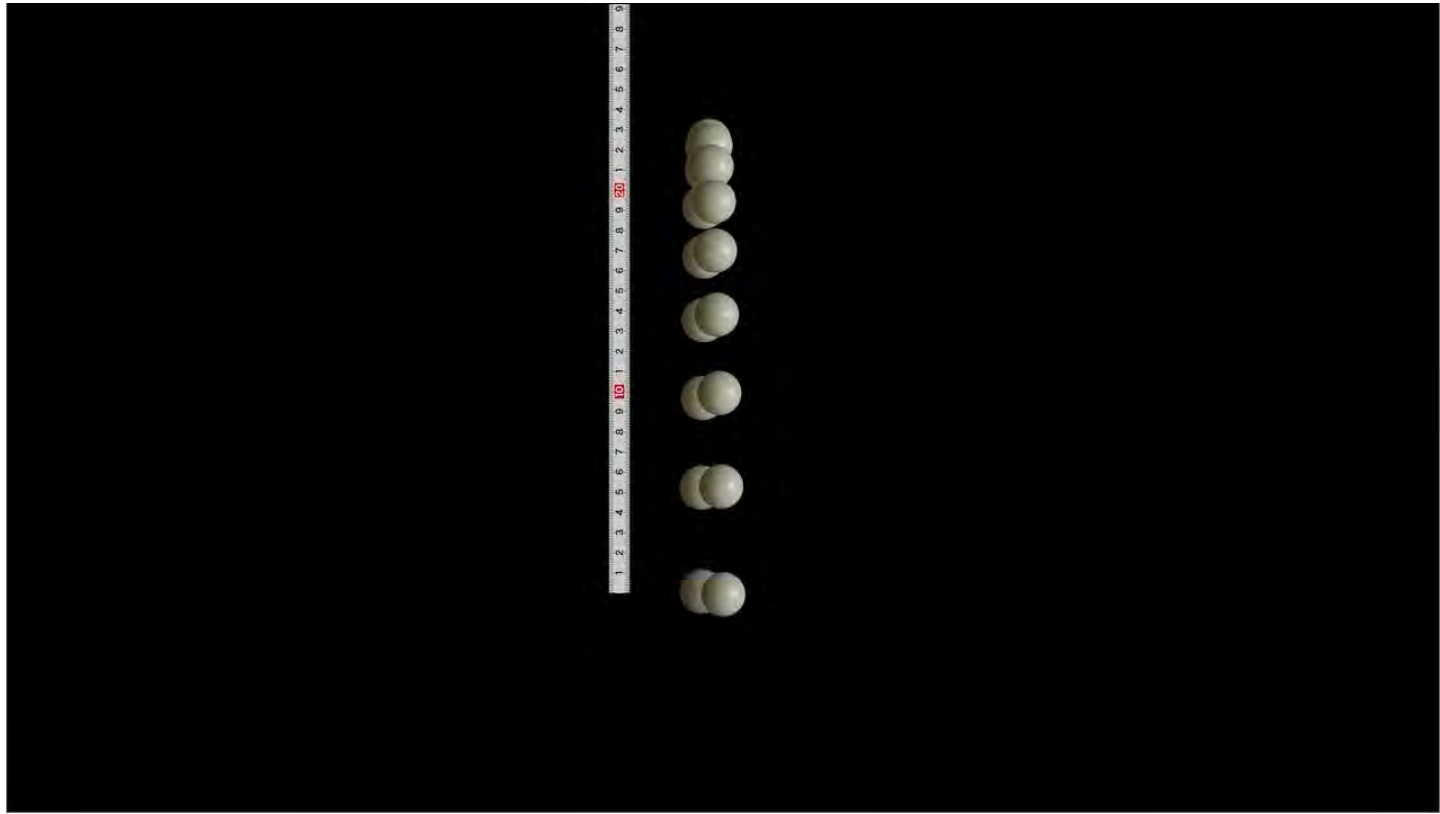


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

【中学校・物理基礎の復習】物体の運動
正しいものを選ぼう。

▶ スタート





自由落下・鉛直投げおろし・鉛直投げ上げ

モード選択

リセット スタート 自由落下 鉛直投げおろし 鉛直投げ上げ

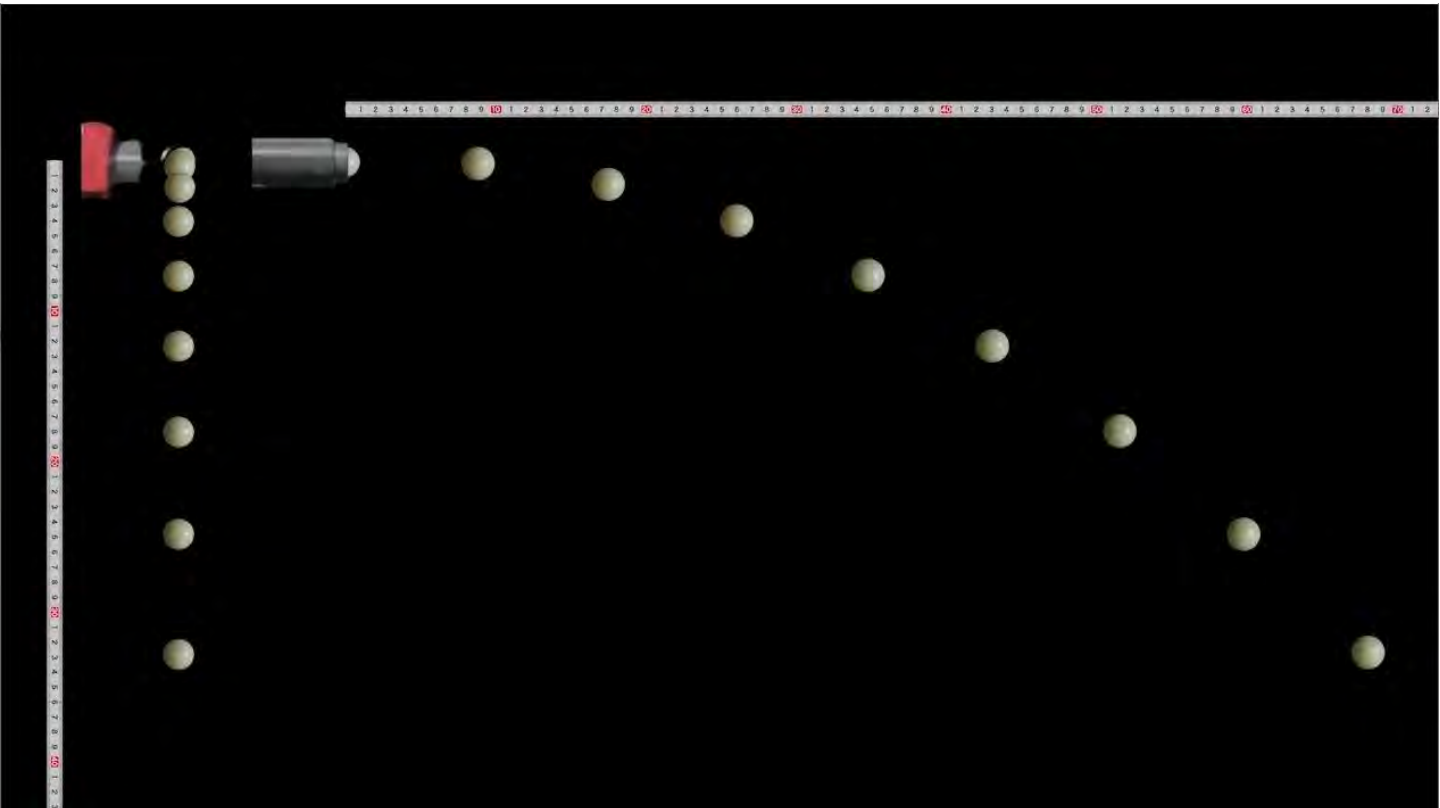
A screenshot of a software interface for a physics experiment simulation. The interface is dark-themed with a black background. At the top, there is a title bar with the text "自由落下・鉛直投げおろし・鉛直投げ上げ". Below the title bar, there is a control panel with three buttons: "リセット" (Reset), "スタート" (Start), and "モード選択" (Mode Selection). The "モード選択" panel contains three radio buttons: "自由落下" (Free Fall), "鉛直投げおろし" (Vertical Throw Down), and "鉛直投げ上げ" (Vertical Throw Up). The "自由落下" button is selected. Below the control panel, there is a large black rectangular area representing the simulation space. A white sphere is positioned at the top center of this area, and a vertical white line extends downwards from the sphere, indicating the path of the object.

水平投射

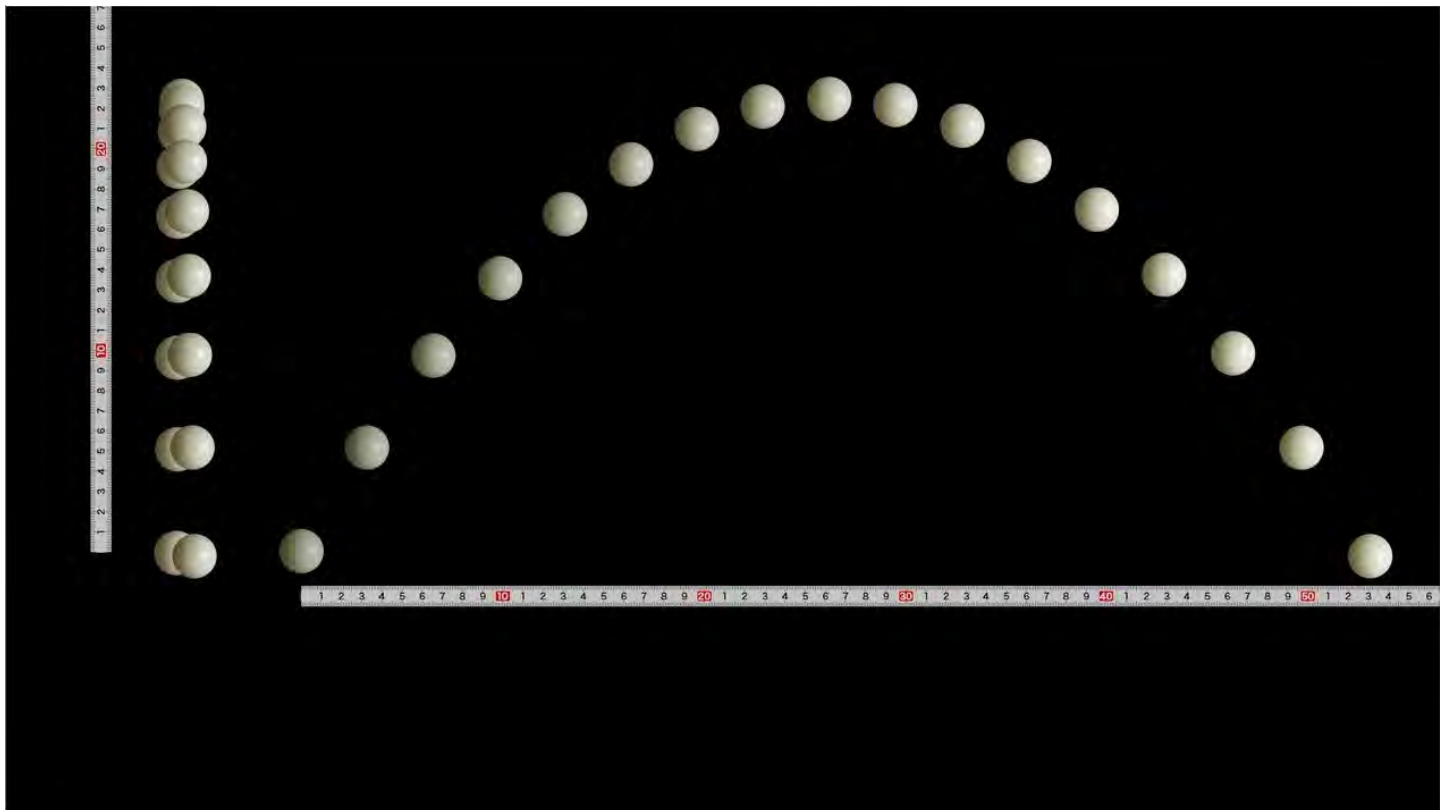
落体の運動（水平投射・斜方投射）



物体をある高さから水平方向に投げ出すことを水平投射という。



水平投射・斜方投射





まず、Aの速度を適当に仮定して、2つの球の0.05sごとの位置を予想し、グラフに記入します。

実験1 2球の空中衝突

教 p.25

【目的】 球Aを球Bに向けて打ち出すのと同時にBを自由落下させたとき、2つの球がどのような運動をするかを予想し、実験で確かめる。

【準備】 空中衝突実験器(筒に入ったAをBに向かって打ち出すのと同時に、Bが自由落下を始める装置で、このとき筒の先はBの位置に向けている。)

【予想】 Aの速度を適当に仮定して、2つの球の0.05sごとの位置を予想し、グラフに記入する。Aの初速度の大きさは一定のまま、向きを変えたときについても、同様に0.05sごとの位置を予想する。

【方法】 ① 空中衝突実験器で、AをBに向けて打ち出すのと同時に、Bを自由落下させる。このとき、2つの球が空中でどのような運動をするかを観察する。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

【中学校・物理基礎の復習】剛体のつり合い
正しいものを選ぼう。

スタート

おもりB: **20g**



ものさしが回転しないよう手で支え、質量20gのおもりBをゼムクリップでつるします。

探究1 大きさのある物体を静止させる実験

教 p.30

剛体のように大きさのある物体を静止させ、かつ回転もさせないためには、物体にどのように力を加えればよいだろうか。

自分の考え

【目的】 剛体のように大きさのある物体を静止させ、かつ回転もさせないためには、物体にどのように力を加えればよいか調べる。

【方法】




工作用紙でいろいろな形の物体を作り、画びょうを刺し、糸をつけてつるします

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

【中学校・物理基礎の復習】運動量と力積
正しいものを選ぼう。

▶ スタート



2つの物体が直線上で衝突して合体する場合や分裂する
場合に, その前後で運動量の和がどうなるか調べます。

実験2 直線上の台車の衝突と合体, 分裂

教 p.49

【目的】 2つの物体が直線上で衝突して合体する場合（実験2-1）や分裂する場合（実験2-2）に、その前後で運動量の和がどうなるかを調べる。

【準備】 力学台車（2台）、おもり（粘土など）、速さ測定器（2台）、棒（2本）、台ばかり、セロハンテープ、吸着装置（面ファスナーなど）、ばね、糸、はさみ

【予想】 静止している力学台車に別の力学台車を衝突させて合体させたとき、衝突後の力学台車の速度がどうなるか予想する。また、2台の台車を分裂させたとき、分裂後の力学台車の速度がそれぞれどうなるか予想する。

▶実験2-1





実験3 床ではね上がりと力学的エネルギー
教 p.56

【目的】 物体が床と衝突する際の反発係数と、衝突により失われた力学的エネルギーの割合を求める。

【準備】 球（テニスボール、スーパーボール、ピンポン球など）、ものさし、スタンド

【方法】 ① 教科書の図のように、球を床から $h_1 = 1 \text{ m}$ の高さから自由落下させて、床と衝突して球がはね上がった最高点の高さ h_2 を 5 回測定して、平均値を求める。

② 同じ球を床から $h_1 = 50 \text{ cm}$ の高さより自由落下させて、①と同様の測定をする。

③ 球の種類を替えて、①、②を行う。

【処理】 球の質量を m 、重力加速度の大きさを g とすると、衝突で失われた力学的エネルギーの割合 [%] は次の式で求められる。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

【中学校・物理基礎の復習】円運動と単振動
正しいものを選ぼう。

スタート

物体の速さを変えた場合



回転台の速さを変え、等速円運動をする物体の
角速度と向心力の関係を調べます。

物体の質量 : 4.61g
回転半径 : 612mm
おもりの質量 : 20g
回転数 : 15回

00:07.53



実験4 等速円運動と向心力教 p.73

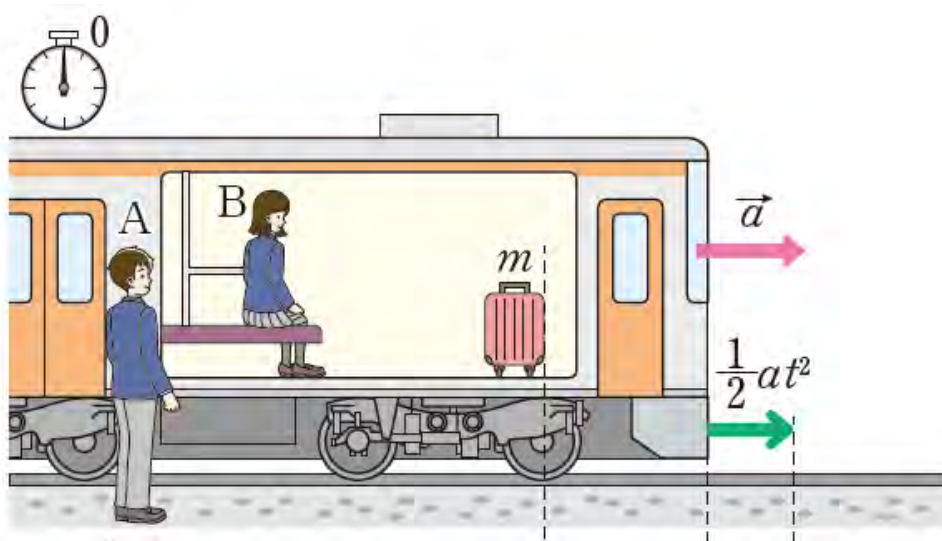
【目的】 等速円運動をしている物体にはたらく力が、物体の質量、回転の半径、等速円運動の周期とどのような関係にあるかを調べる。

【準備】 中空円筒（ガラス管やボールペンの軸など）、ナイロン糸、回転させる物体（ゴム栓など）、おもり（ワッシャーなど）

【方法】 ① 教科書の図 i のようにして、物体を水平面内で等速円運動をさせたとき、あらかじめ決めた回数(数十回程度)だけ回転させるのに要した時間を測定する。このとき、ナイロン糸に目印をつけて、回転の半径が一定に保たれるように注意する。

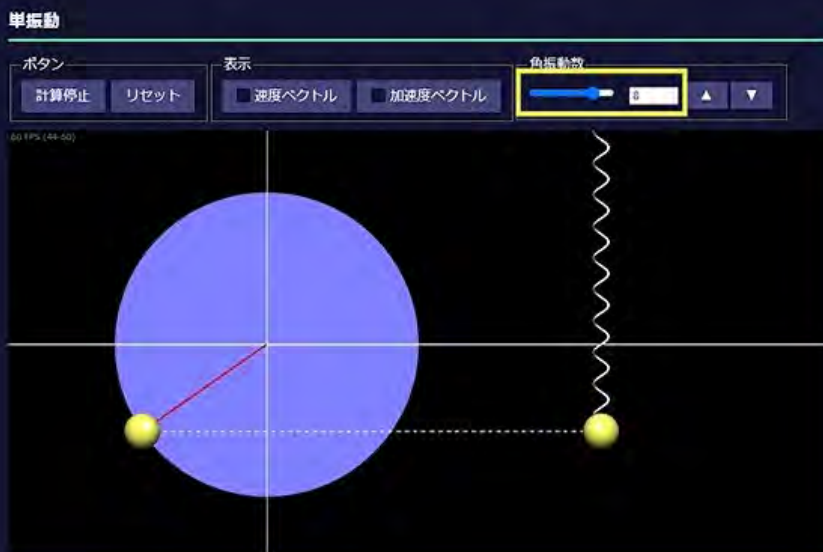
② ①の実験を、次の(a)~(c)の3通りについて行う。

(a) 物体とおもりを変えずに、回転の半径を変える。



地上で静止している人から見た場合





糸の長さ : 0.60m
おもりの質量 : 25g

00:04:28



探究2 単振り子の周期

教 p.89

【課題】 単振り子の周期が、物体の質量や糸の長さとのどのような関係にあるかを調べる。

【準備】 スタンド、糸、質量の異なるおもり4個(25 g, 50 g, 75 g, 100 g)、直線を引いた紙、ストップウォッチまたはスマートフォンなどの計時機能、分度器

【方法】 ① 図のようにして、25 gのおもりに長さ0.20 m の糸を結び、十分に小さい角度(10°程度)で振動させる。10往復するのにかかった時間を求め、その平均をとって単振り子の周期 T を求める。

② ①の実験を、次の2通りについて行う。

(a)糸の長さと振れ角を固定し、おもりの質量を 50 g, 75 g, 100 gと変える。

(b)おもりの質量と振れ角を固定し、糸の長さを0.40 m, 0.60 m, 0.80 m, 1.00 m と

【中学校・物理基礎の復習】万有引力
正しいものを選ぼう。

スタート

実習1 ケプラーの第3法則を確かめてみよう

教 p.102

【課題】 ケプラーの第3法則は、公転周期の2乗と、公転軌道の半長軸の3乗が比例の関係にあることを示している。太陽系の惑星について、この法則が成り立っていることを確かめる。

【準備】 太陽系の惑星の公転周期と半長軸をそれぞれ調べる。

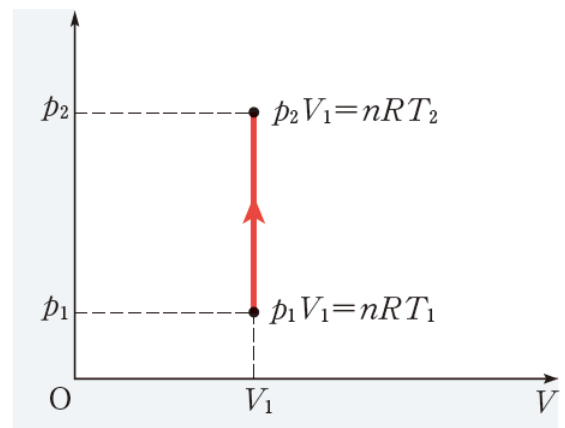
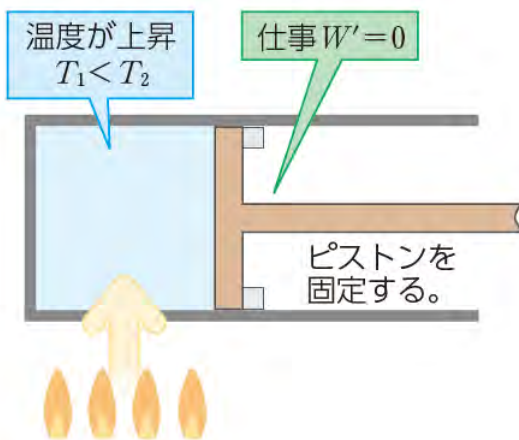
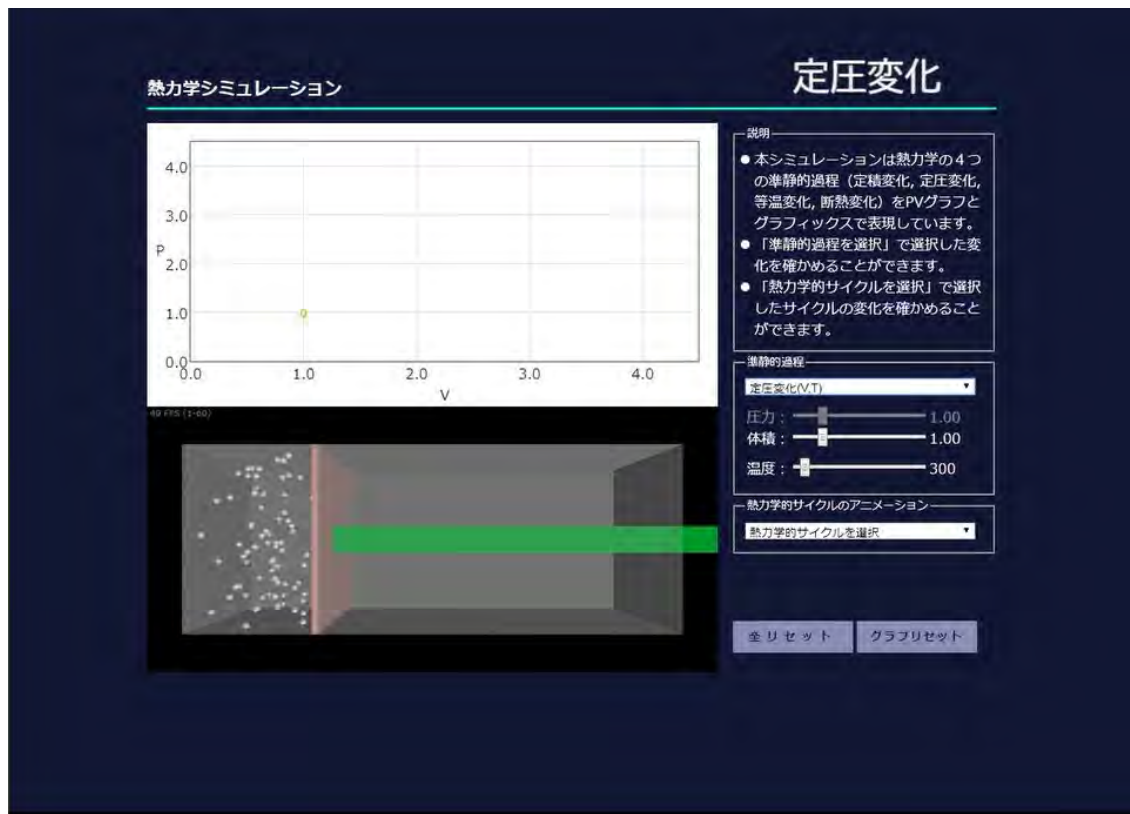
【方法】 ① 調べた惑星と、その公転周期 T 〔年〕や半長軸 a 〔天文単位〕の値を表計算ソフトに入力する。

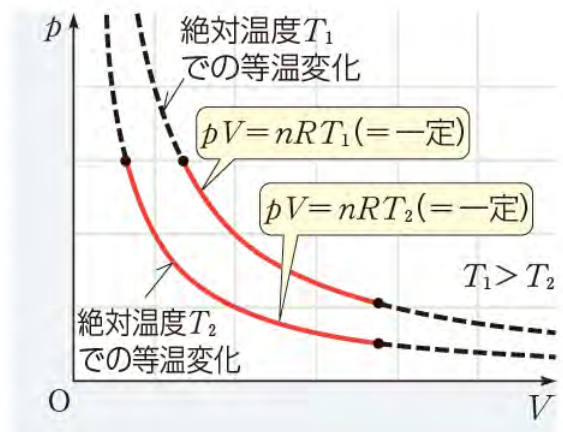
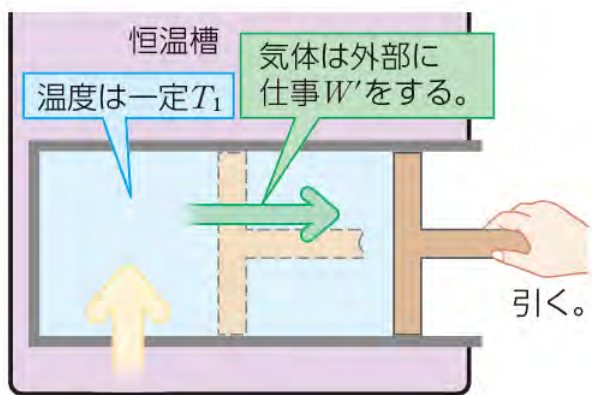
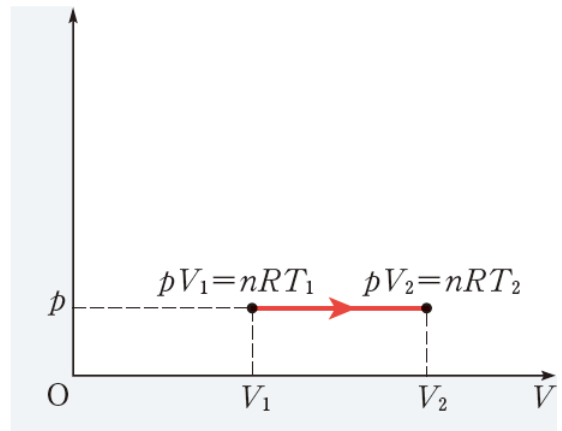
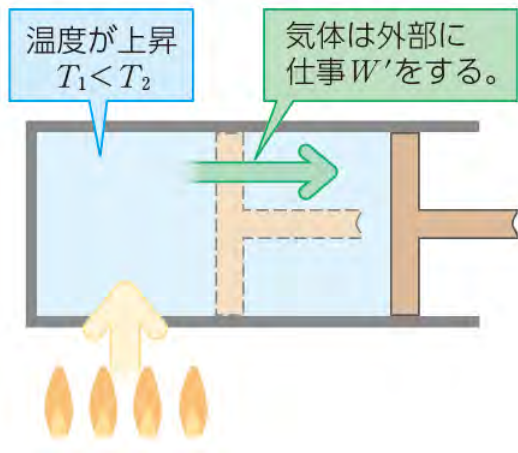
〈メモ〉

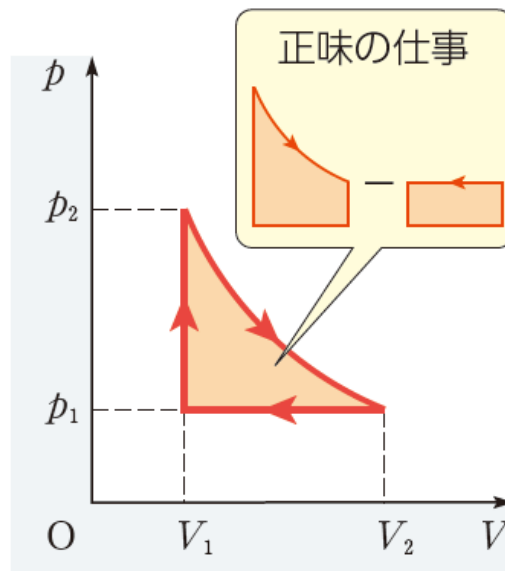
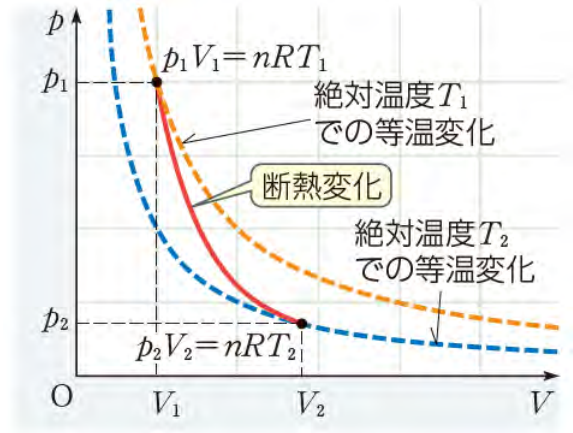
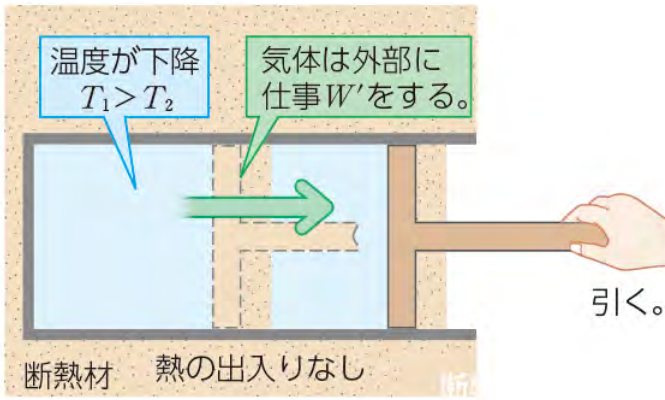
惑星名	公転周期 T 〔年〕	半長軸 a 〔天文単位〕

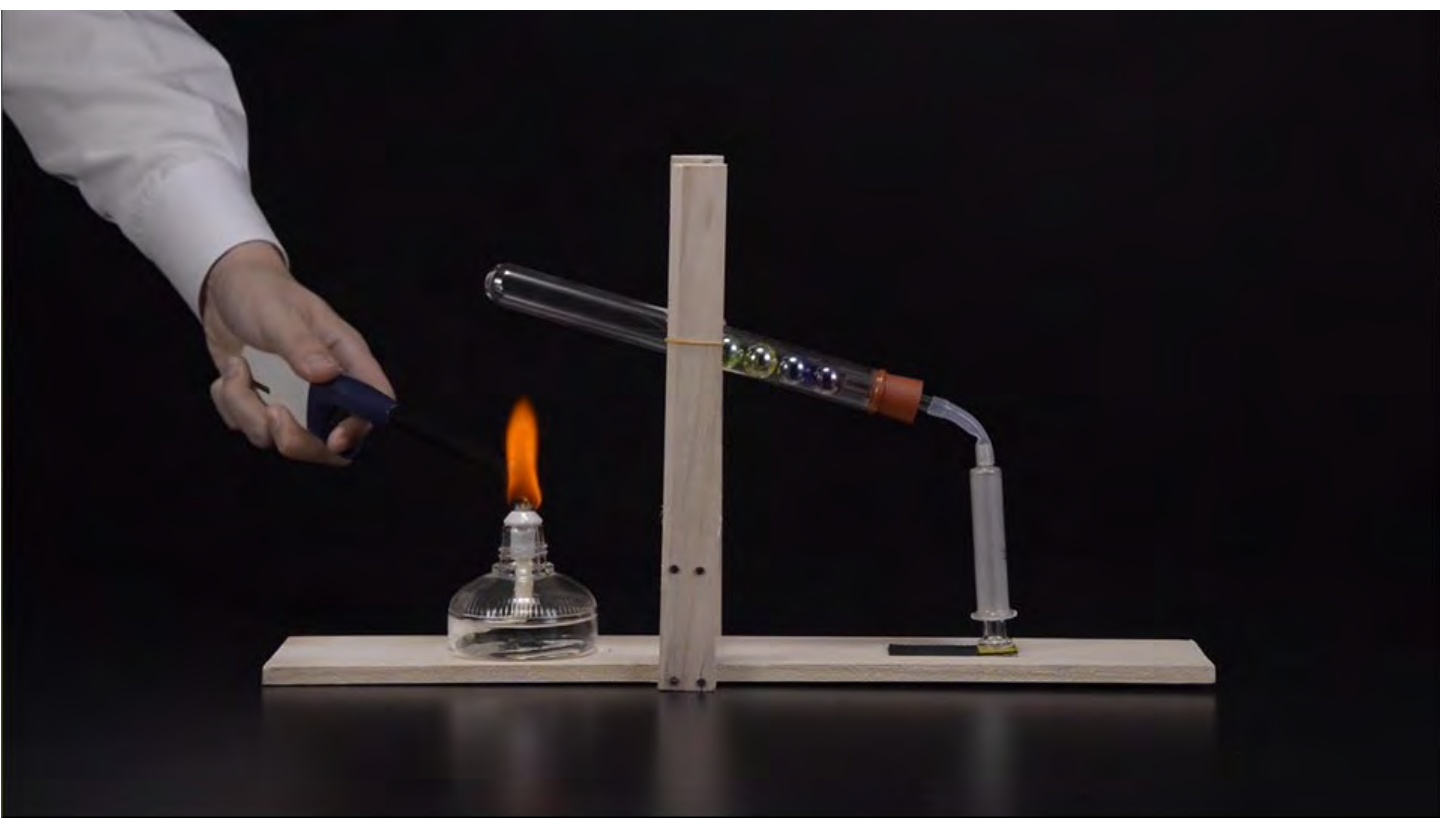
【中学校・物理基礎の復習】 気体分子の運動
正しいものを選ぼう。











実験5 ビー玉スターリングエンジンの製作
教 p.140

【目的】 ビー玉スターリングエンジンを製作し、動作原理を理解するとともに、熱機関としてのはたらきについて考察する。

【準備】 注射器、木材(木板、角棒)、試験管、両面テープ、ビー玉(4つ)、ゴム栓、ガラス管、ゴム管、輪ゴム、アルコールランプ

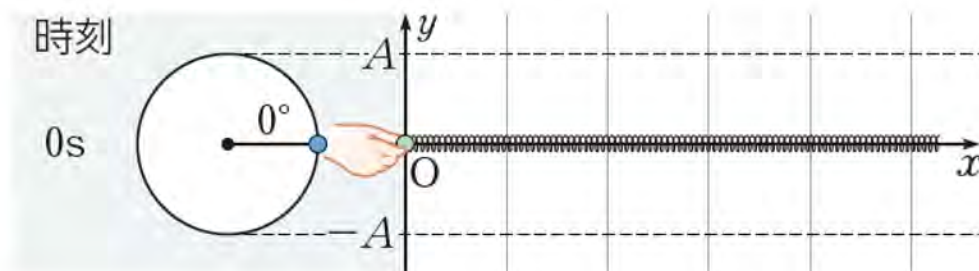
【方法】 ① 木材で支持台を作る。

- ② 注射器を支持台の底板に両面テープで取りつける。このとき、試験管が回転できるように位置に取りつける。
- ③ 試験管にビー玉を入れ、ゴム栓をつけ、輪ゴムで支持台に取りつける。
- ④ 注射器と試験管をゴム管でつなぎ、試験管の回転と注射筒の上下動がスムーズに

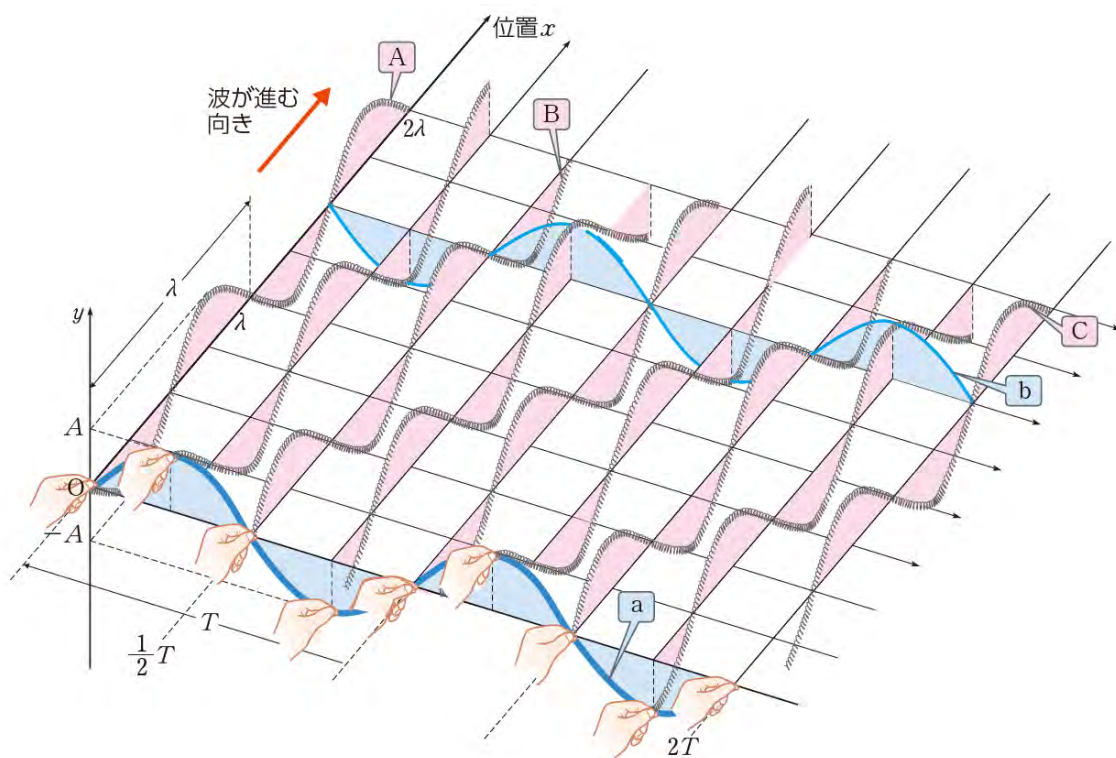
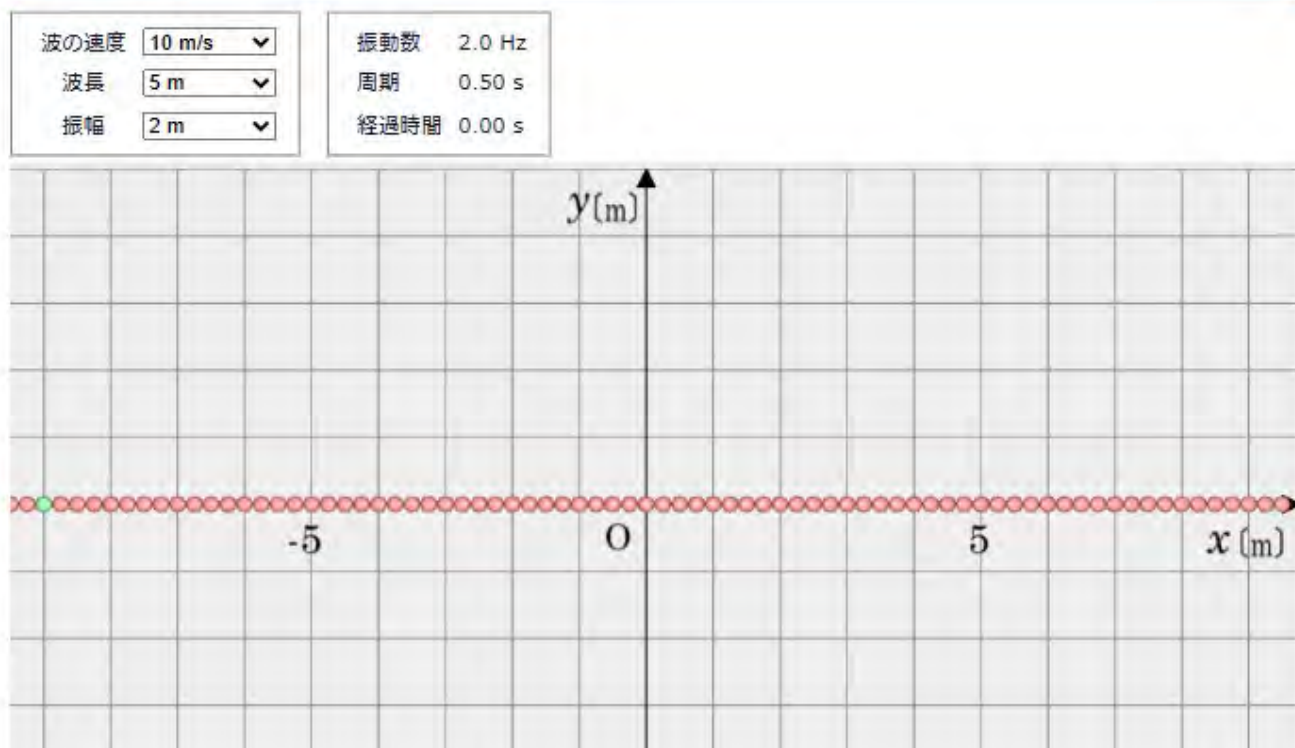
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

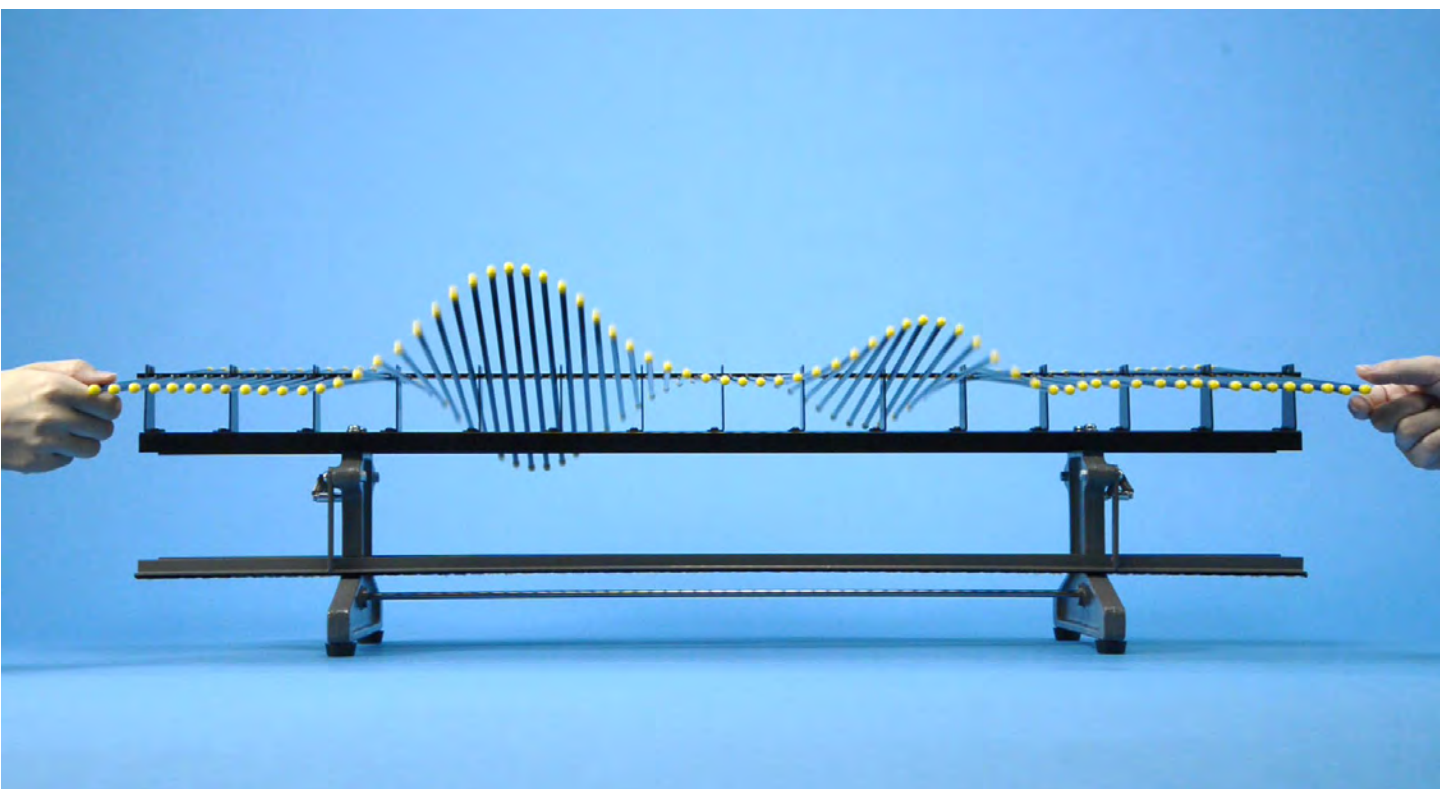
【中学校・物理基礎の復習】波の性質
正しいものを選ぼう。

スタート

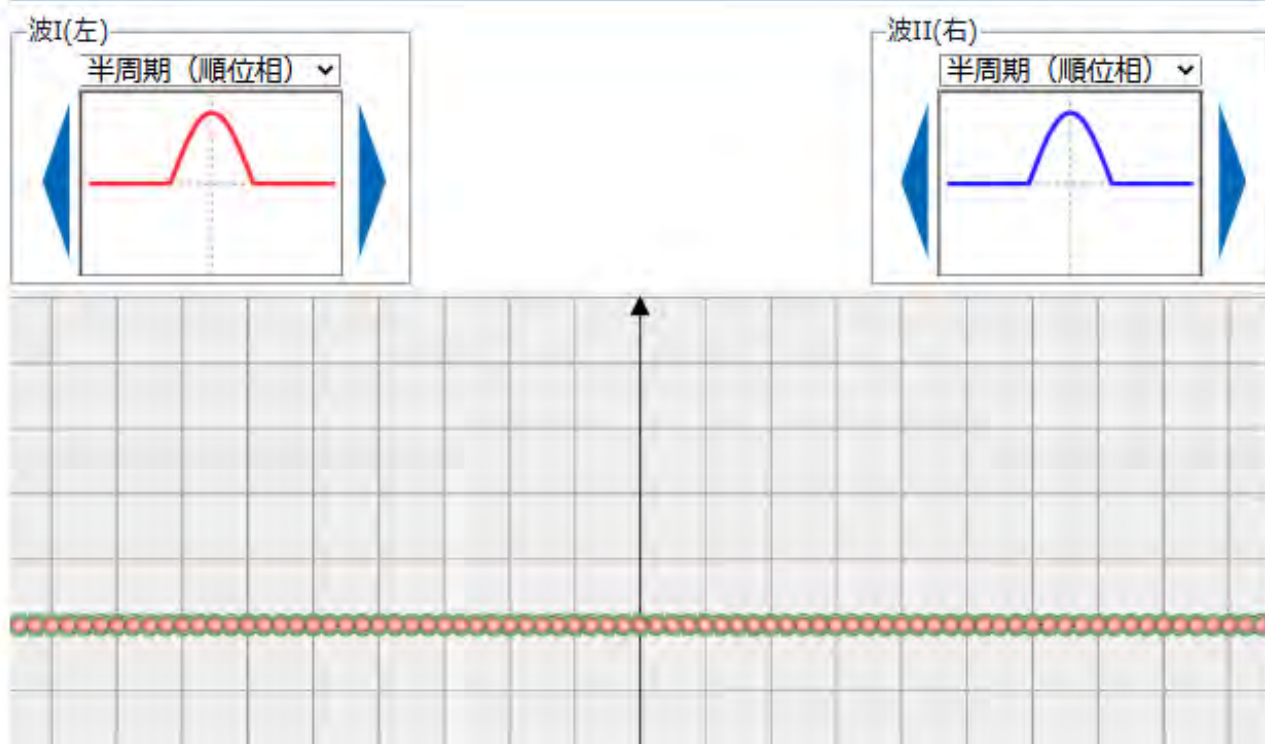


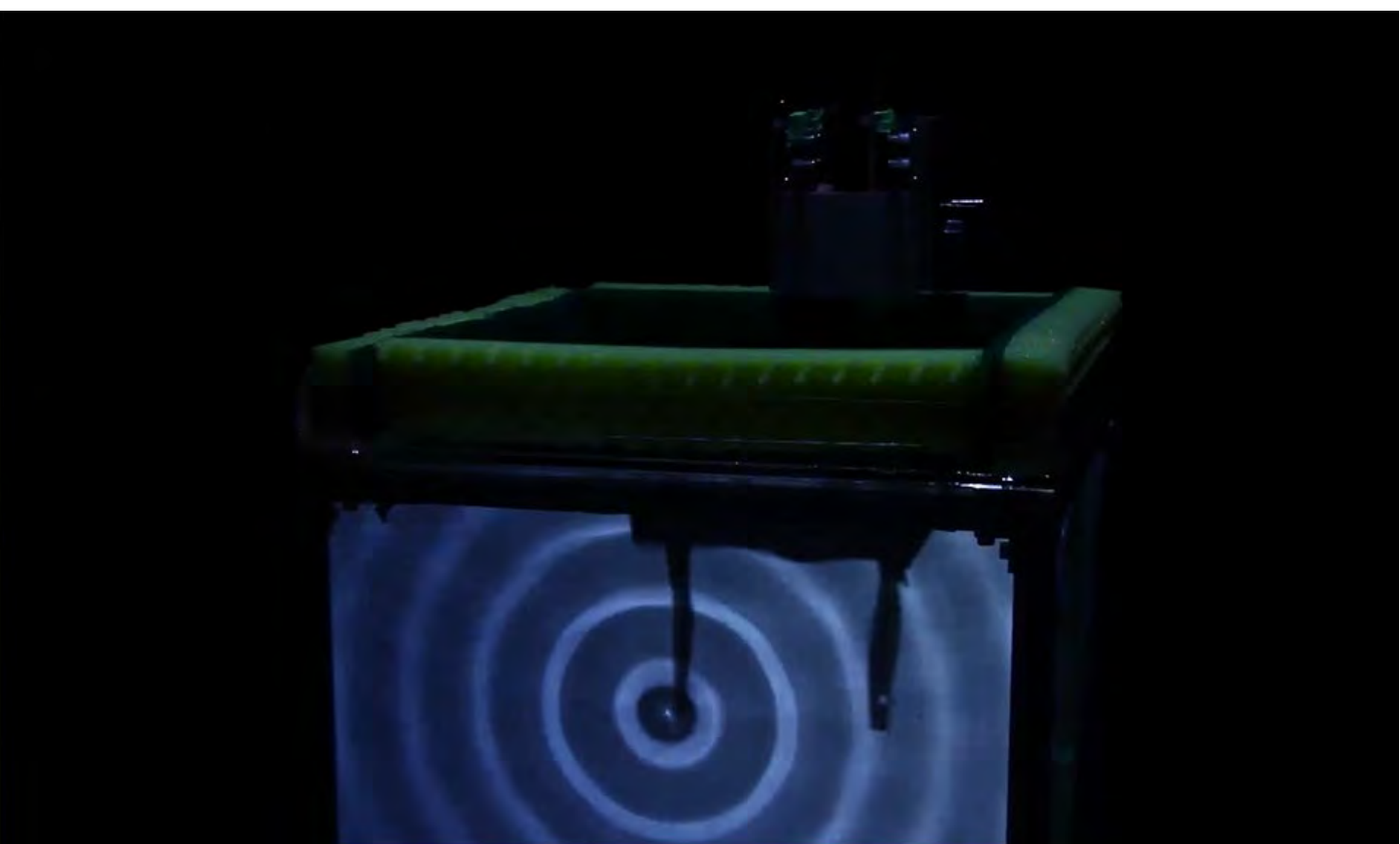
ウェーブマシン

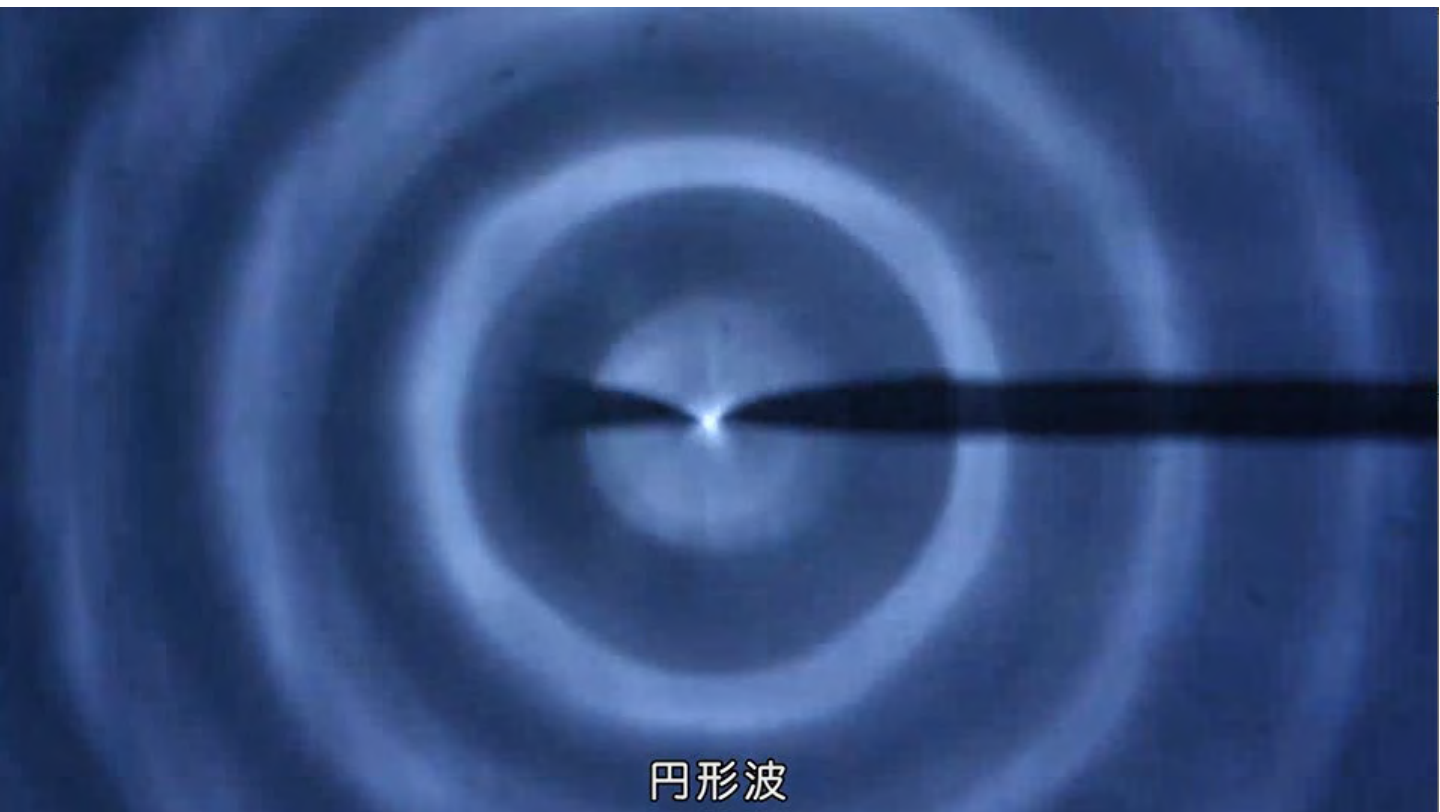




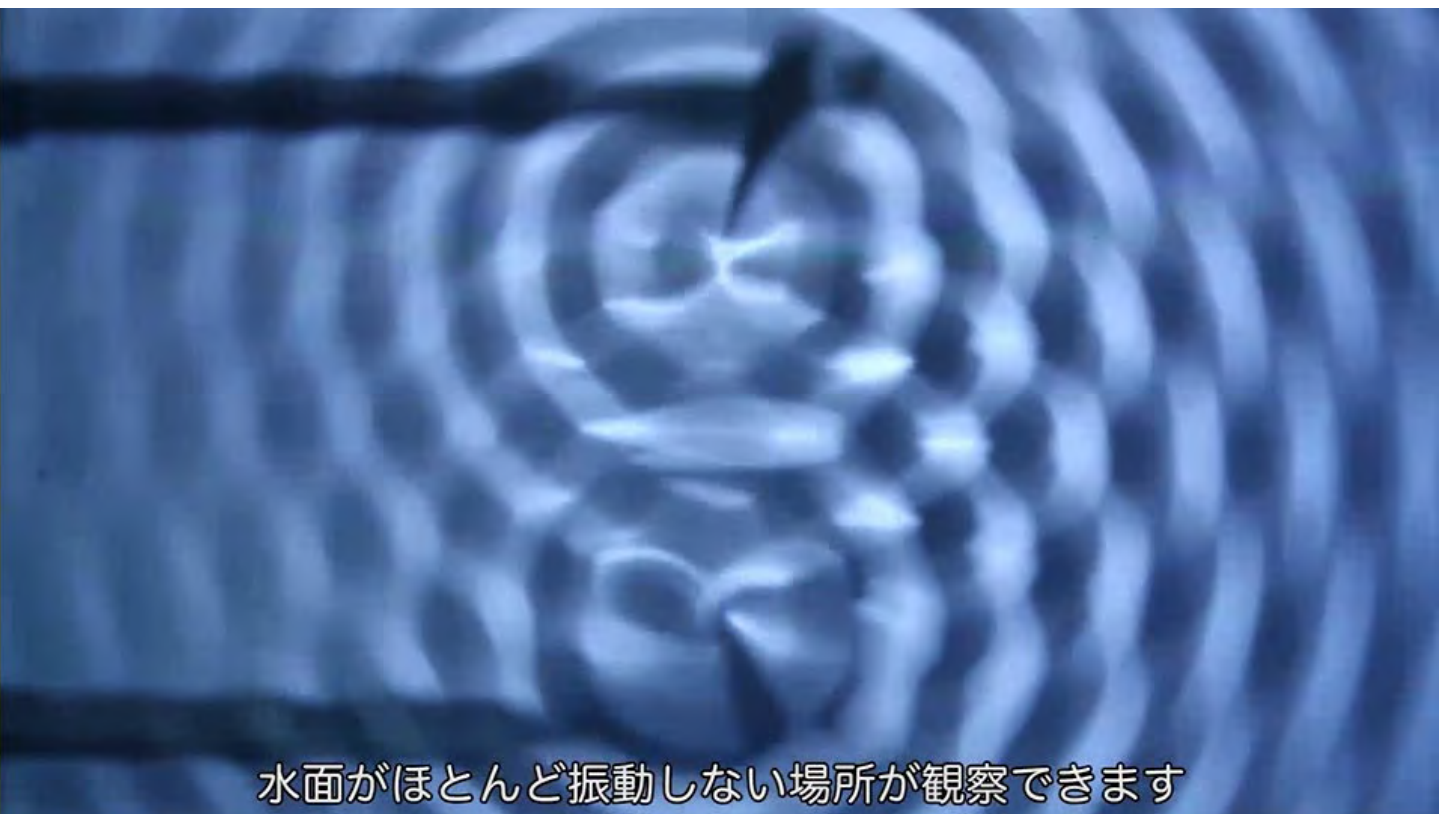
波の重ね合わせ







円形波

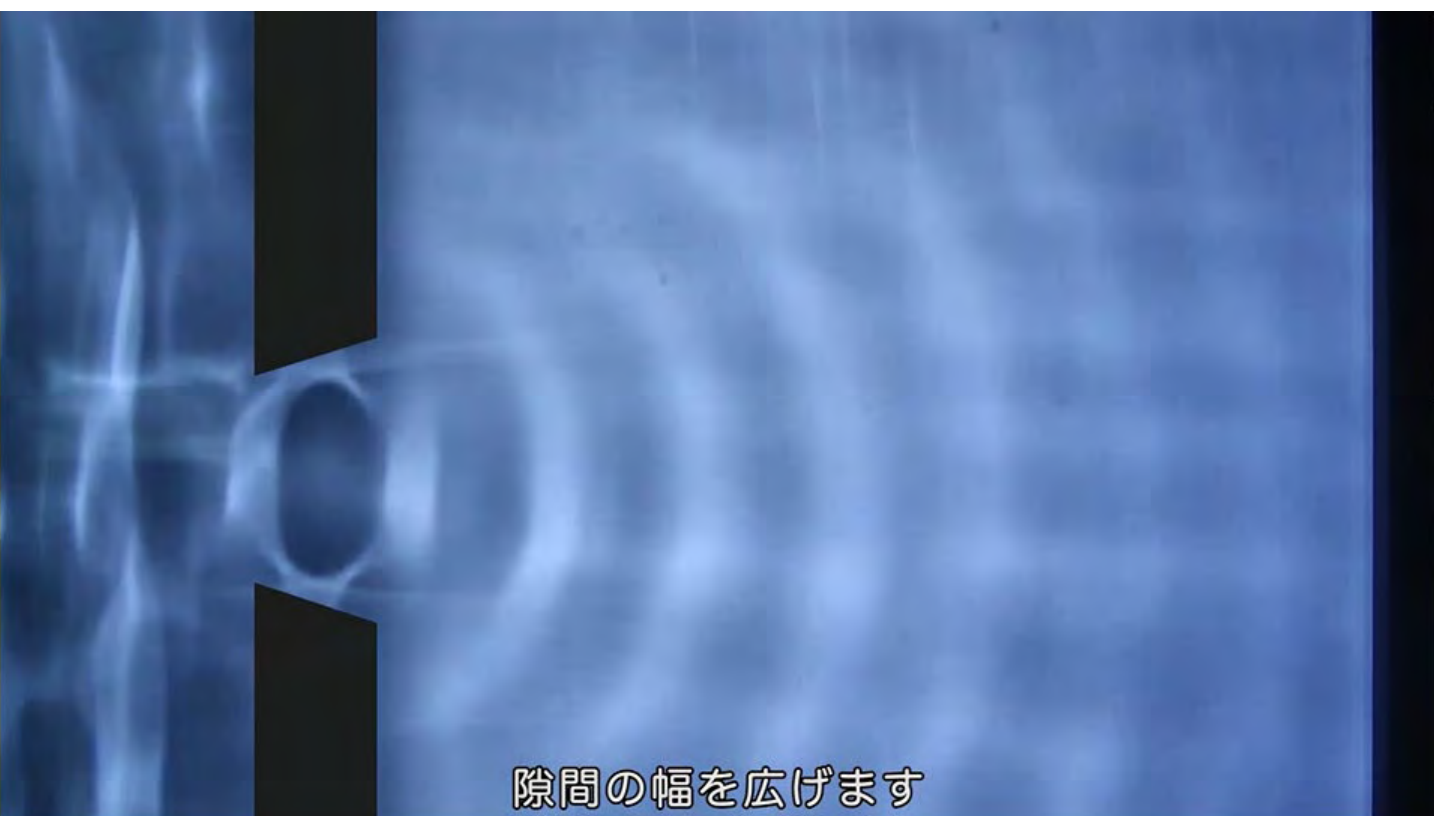


水面がほとんど振動しない場所が観察できます

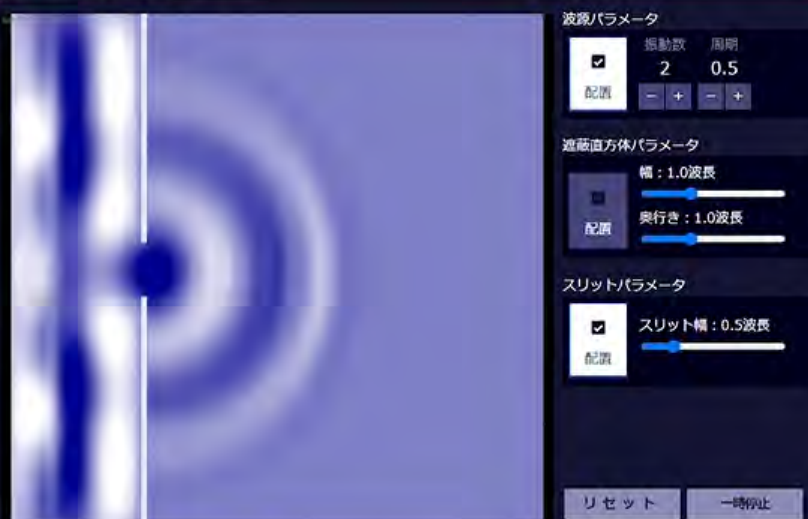
水面波シミュレーション (干渉)



2つの波が出あうと、波はそれぞれ独立性を保ちながら進み、互いに重なり合う。

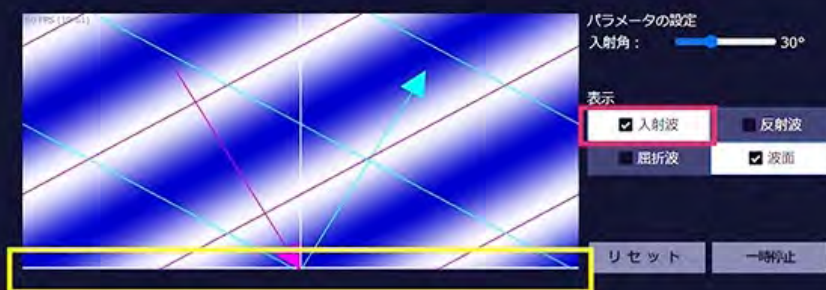


水面波シミュレーション（回折）



波を隙間に対して垂直に入射させると、隙間を通った波はその後外側へ広がり、隙間の裏側にも進んでいく。このような現象を波の回折という。

水面波シミュレーション（反射・屈折）

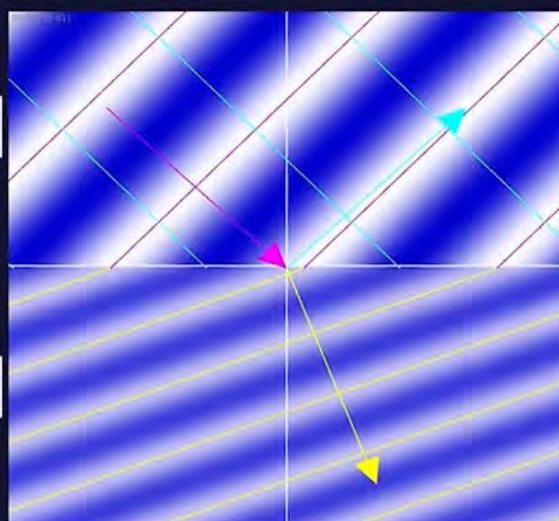


反射面に波が入射した後、波はどのように進むだろうか。

水面波シミュレーション (反射・屈折)

媒質 I

媒質 II



説明

- 本シミュレーションは水面波の入射波、反射波、屈折波を表わしています。白線は2つの媒質の「境界面」と、「境界面の法線」です。
- 3つの矢印は「入射波の射線」「反射波の射線」「屈折波の射線」を表わしています。

パラメータの設定

入射角: 46°

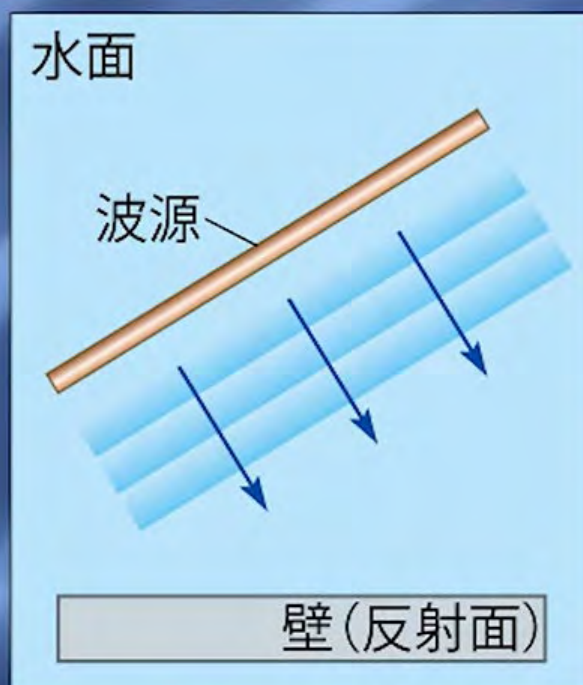
媒質屈折率: 2

表示

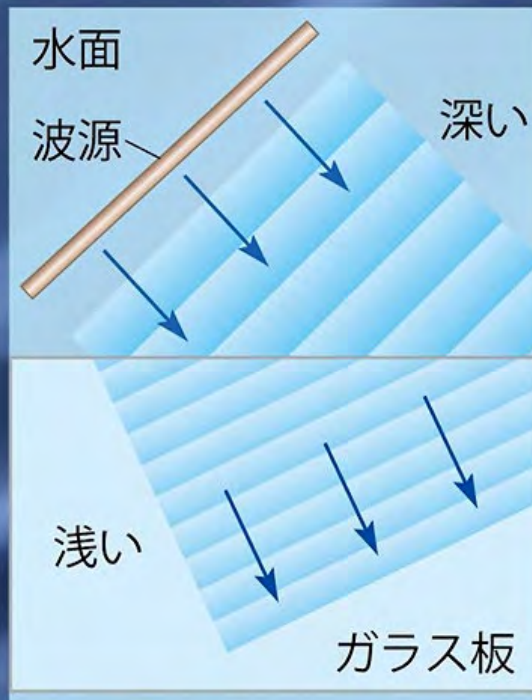
<input checked="" type="checkbox"/> 入射波	<input type="checkbox"/> 反射波
<input checked="" type="checkbox"/> 屈折波	<input checked="" type="checkbox"/> 波面

リセット

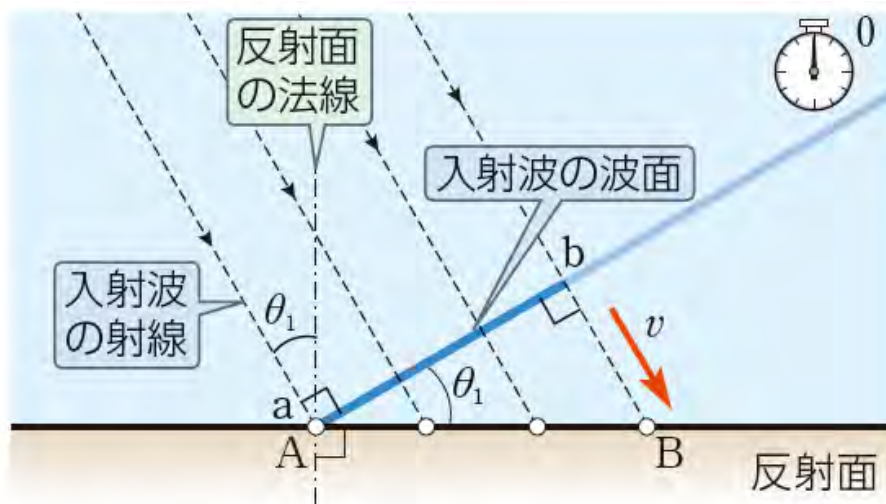
一時停止

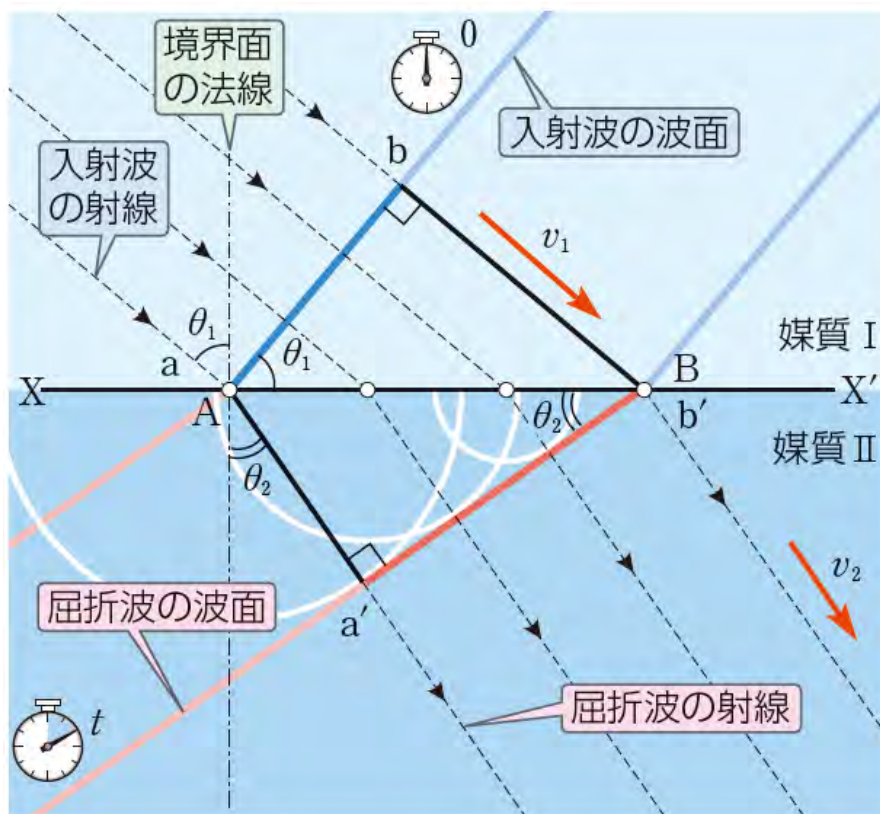


水槽に壁を作って直線波を当てると波は反射します



水槽の一部にガラスの板を沈めて深さを変え, 直線波を入射させます





1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

【中学校・物理基礎の復習】音
正しいものを選ぼう。

 スタート



それぞれのおんさを単独で鳴らした場合の波形を観察します

啓林館

サウンドジェネレーター

音源 1

振動数: ▲ ▼ 440 [Hz]

振幅 (音量): ▲ ▼ 0.5

音源 2

振動数: ▲ ▼ 440 [Hz]

振幅 (音量): ▲ ▼ 0.5

▶ 音量:

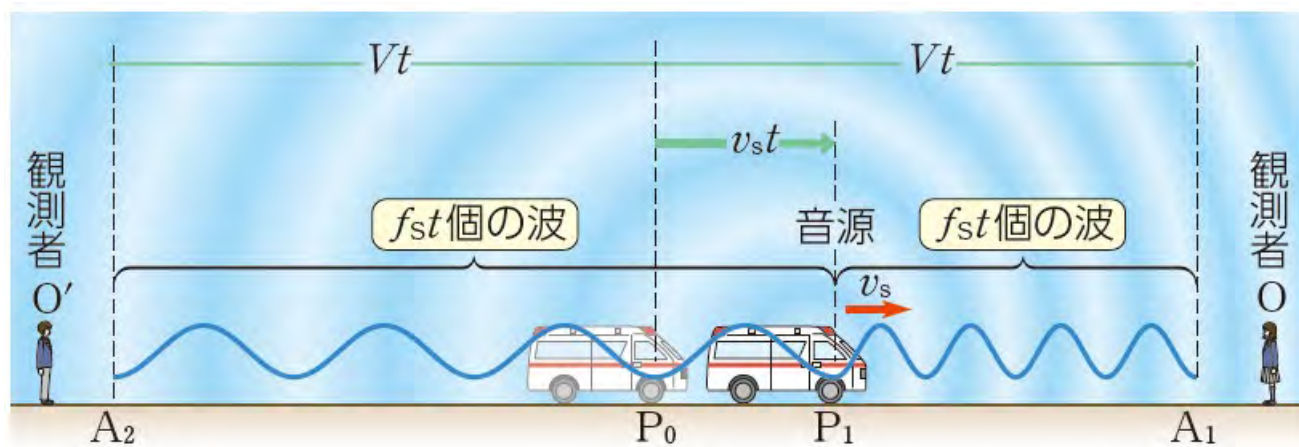
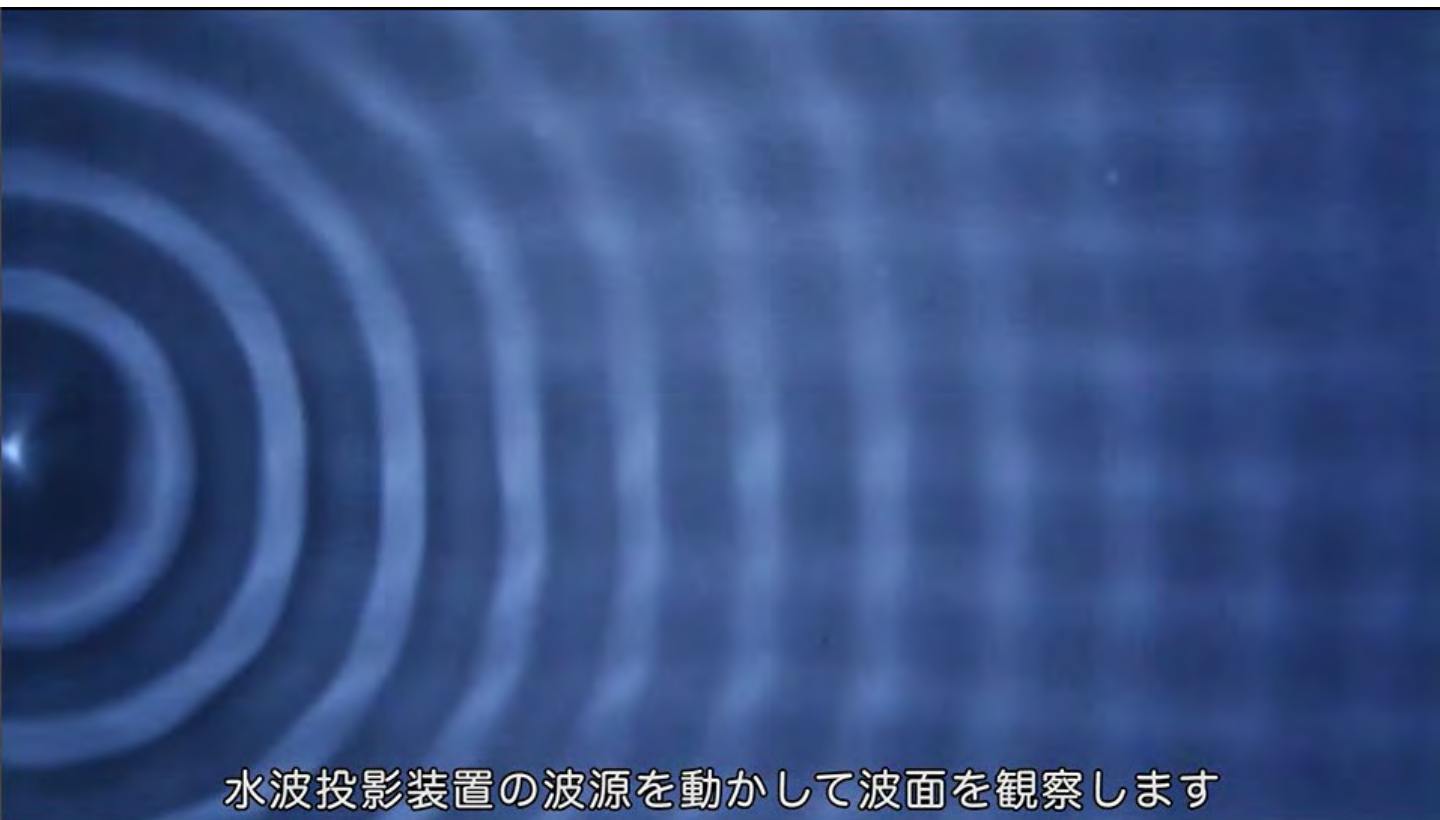
※「▶」ボタンをクリックすると音が出ます。

※「音源 1」と「音源 2」の発生を選択できます。

※耳を痛めないよう、音量を適切に調整して使用してください。

※一般的な可聴音は、20Hz~20,000Hzの範囲です。

(注) パソコンの性能によって、再生できる音の周波数の範囲は異なります。



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

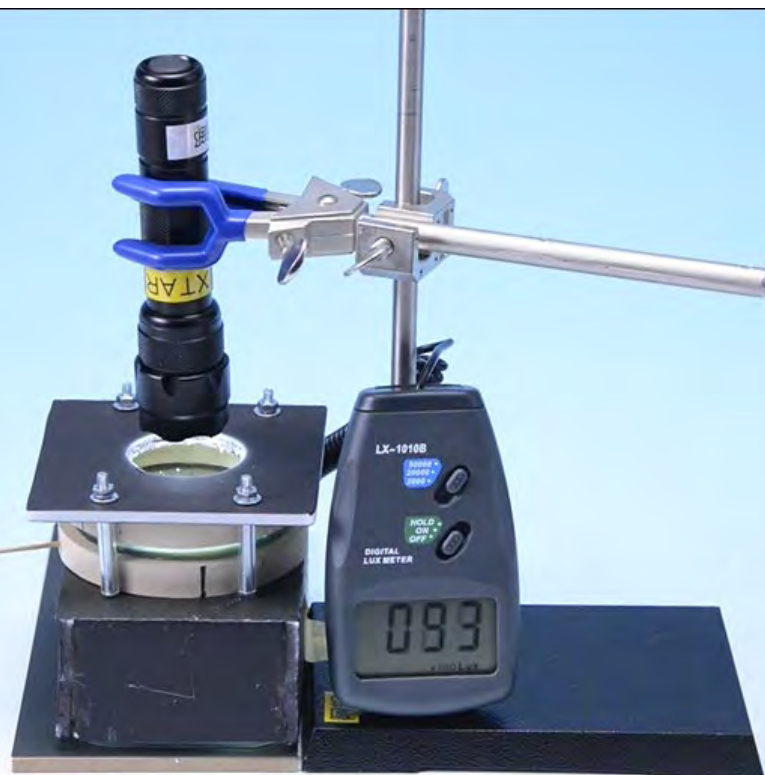
【中学校・物理基礎の復習】光
正しいものを選ぼう。

▶ スタート

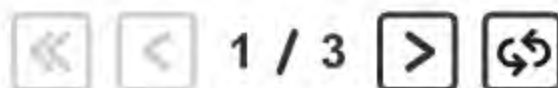
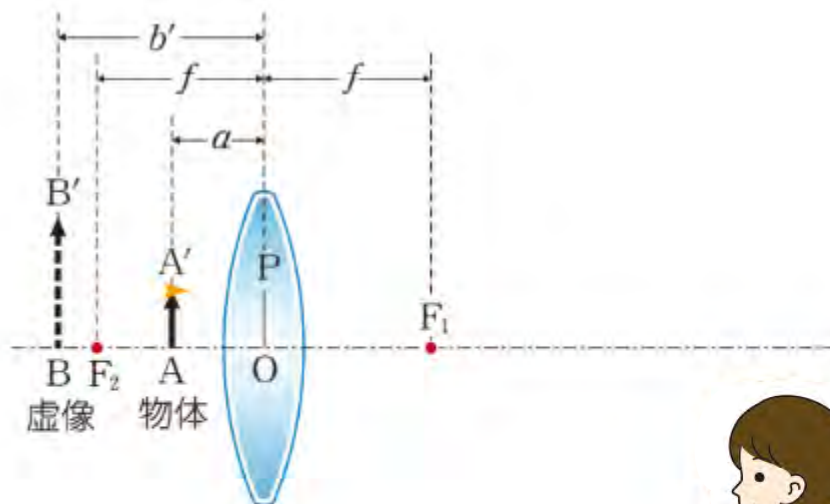
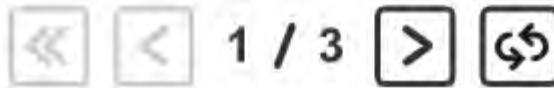
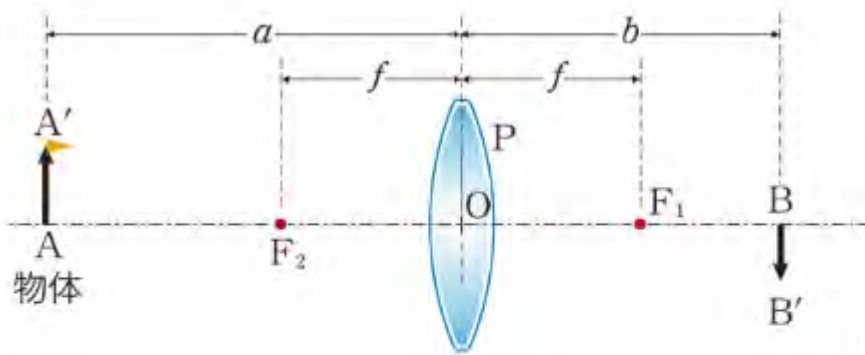


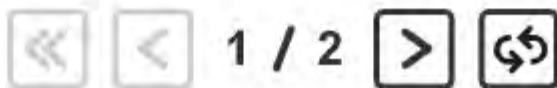
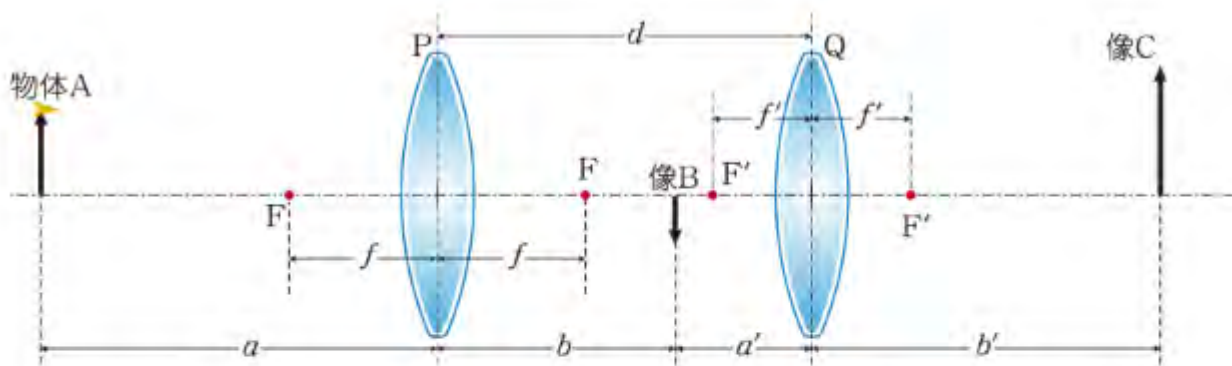
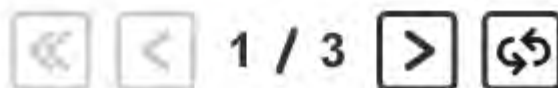
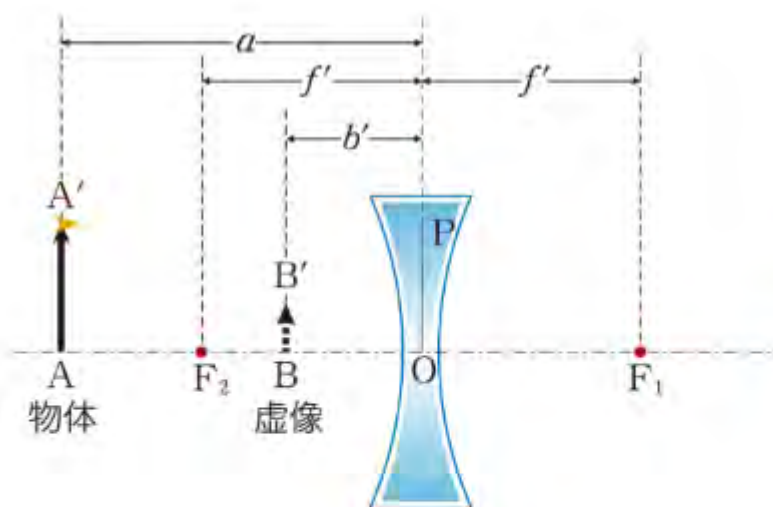
もう1枚偏光板を重ねます

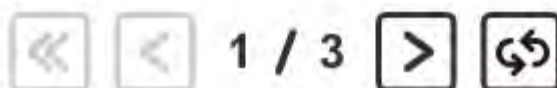
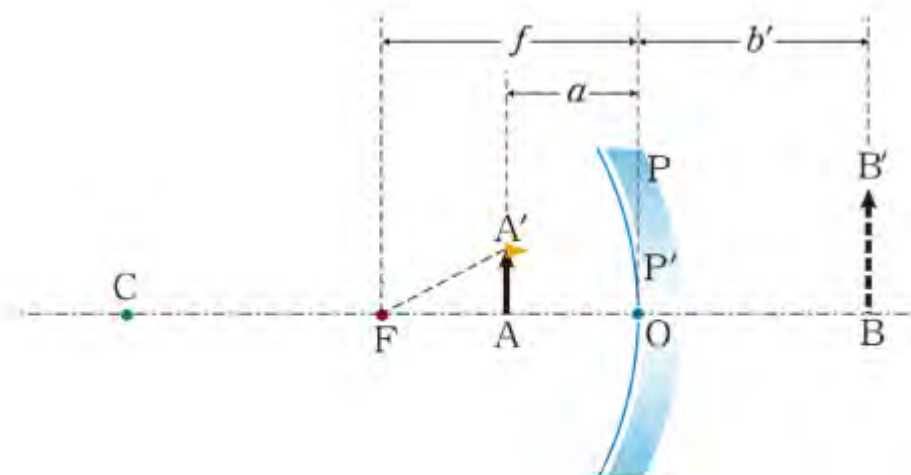
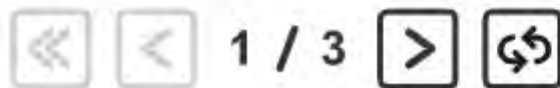
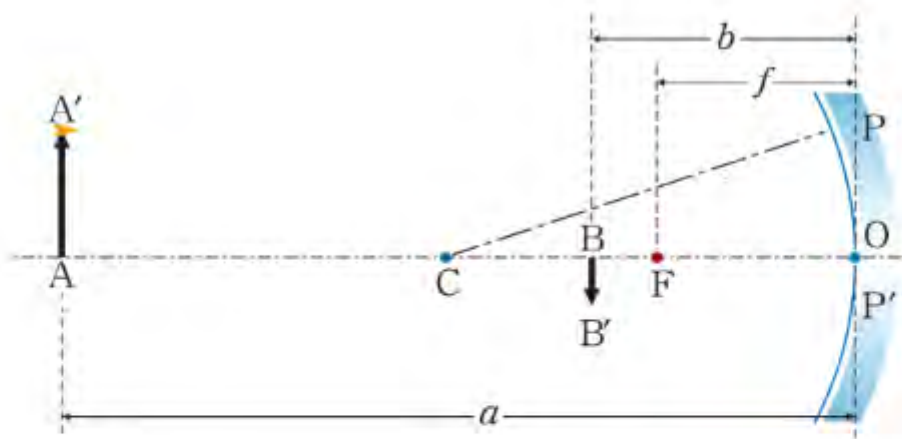
20°

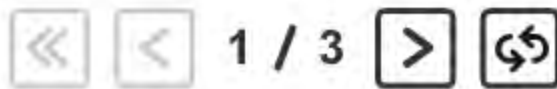
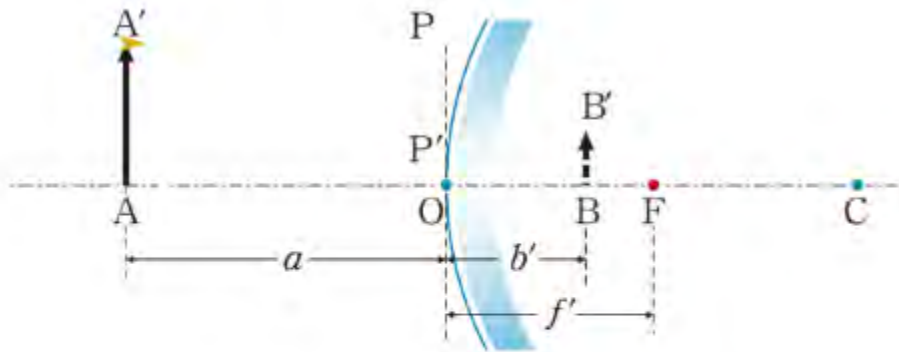


偏光板を通して見ます

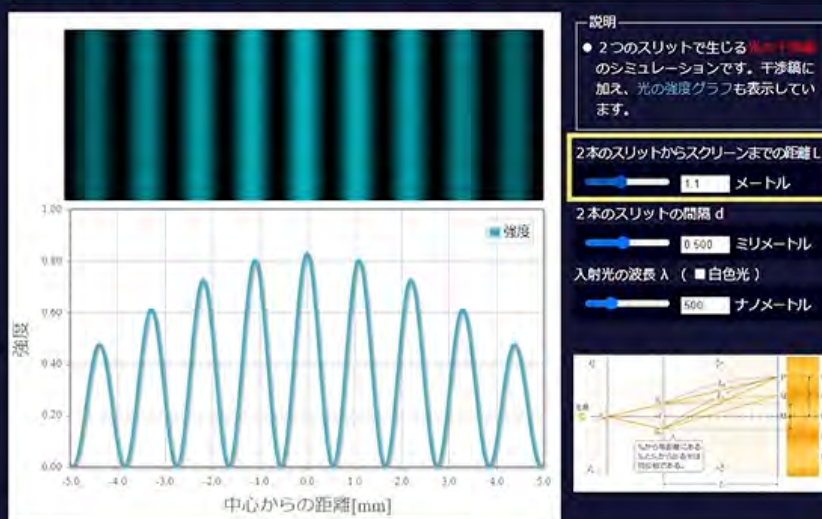




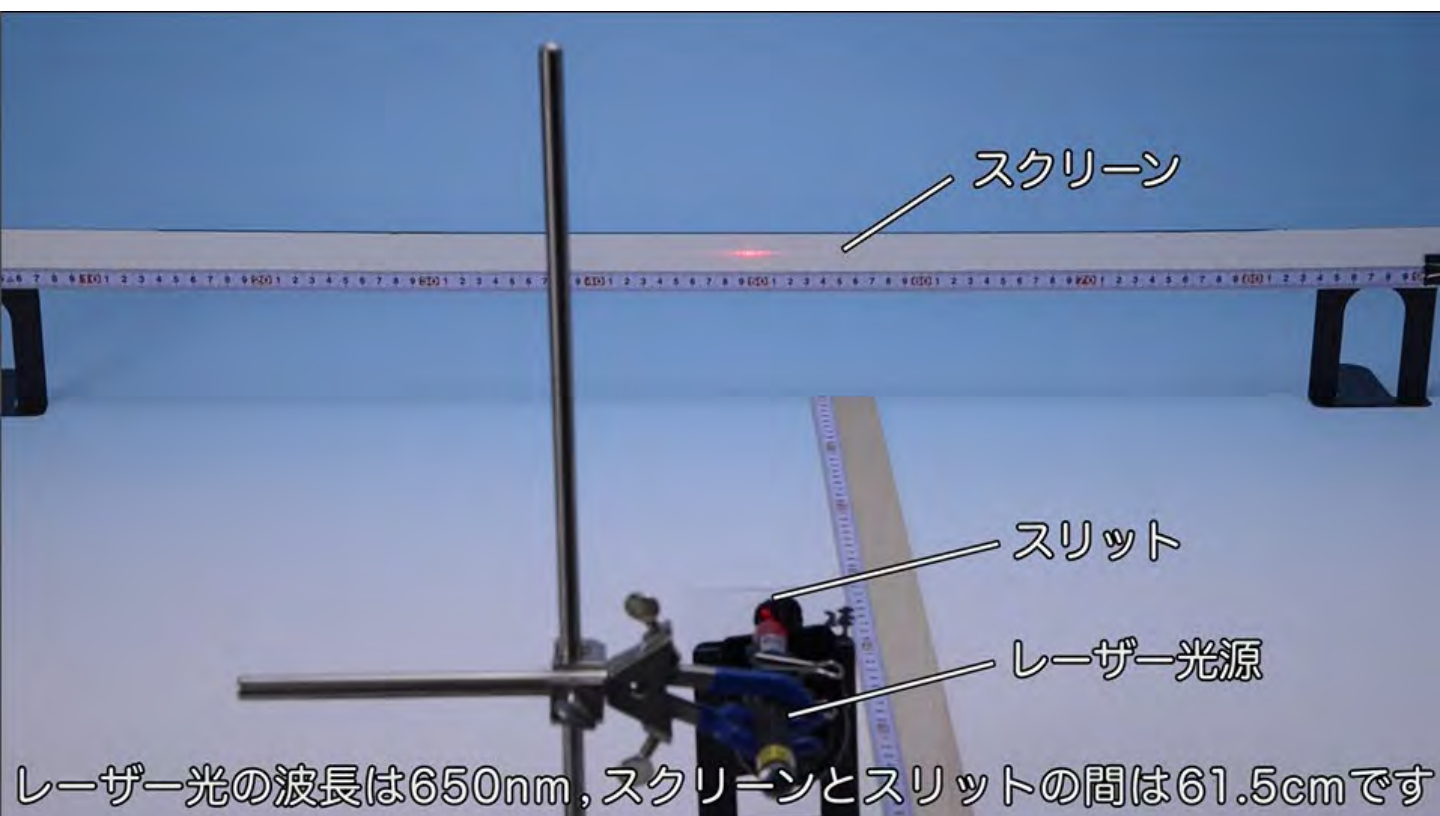




光の干渉（ヤングの実験）



複スリットからスクリーンまでの距離 L を変化させると、隣り合う明線の間隔 Δx は L に比例することがわかる。



実験6 ヤングの実験

 教 p.212

【目的】 光の干渉による縞模様を観察する。

【準備】 レーザーポインター, かみそり (またはカッターナイフ) の刃 (2枚), 油性インク (黒色), スライドガラス, スクリーン, 定規, メジャー, マイクロメーター

【方法】 ① 黒色の油性インクをスライドガラスに均一に塗り, 膜をつくる。次に, かみそりの刃を2枚重ね, インクの膜に傷をつけて, 2本のスリットをつくる。

② レーザーポインターの光をスリットに垂直に当て, スクリーンにできる縞模様を観察する。

【注】 レーザー光が目に入らないように, また, かみそりでけがをしないように注意する。

③ スリットとスクリーンの間の距離 L と, 縞模様の間隔 Δx を測定し, これらとレーザ



回折により, 光の幅が広がります



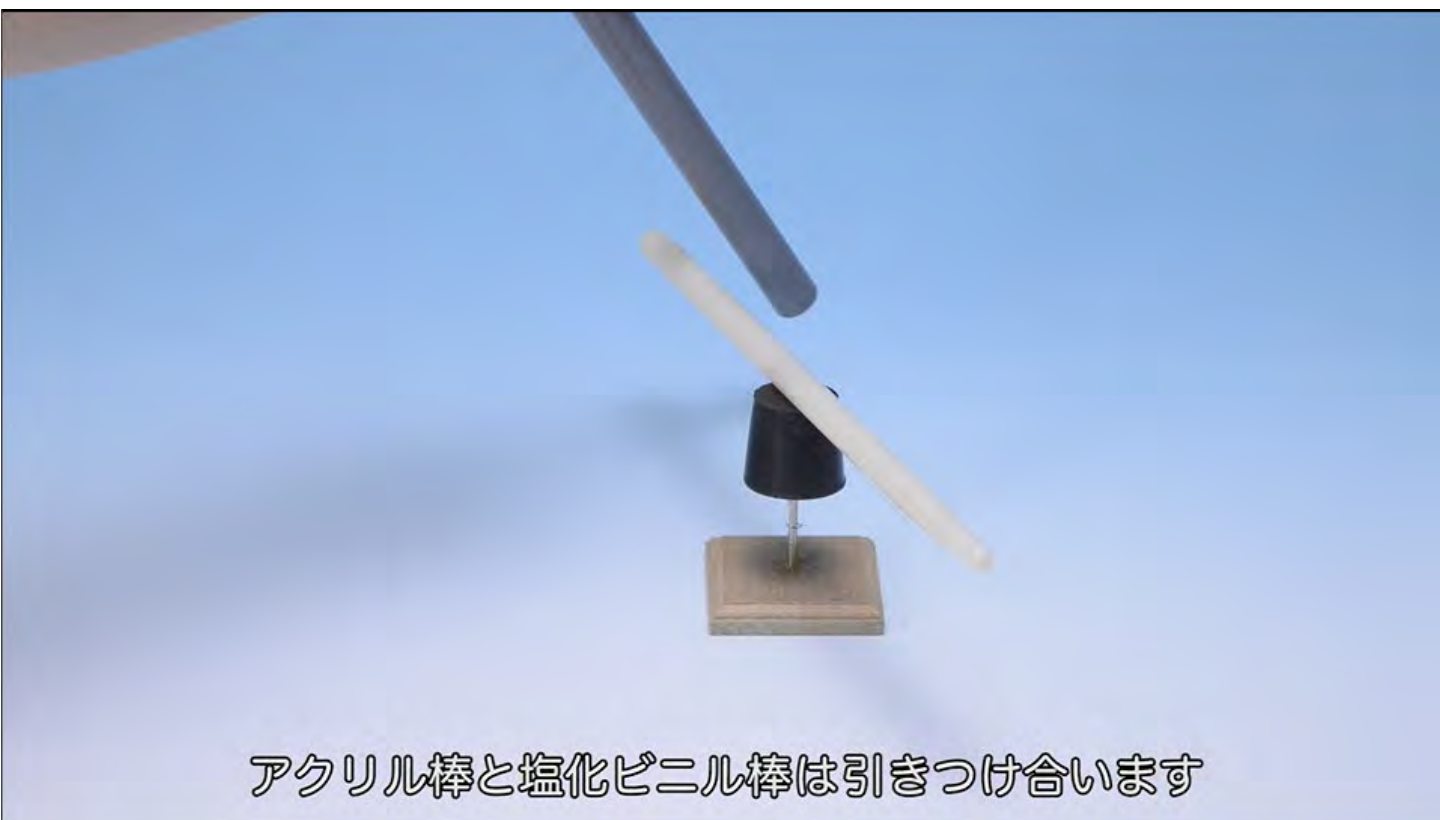
中学校・物理基礎の復習

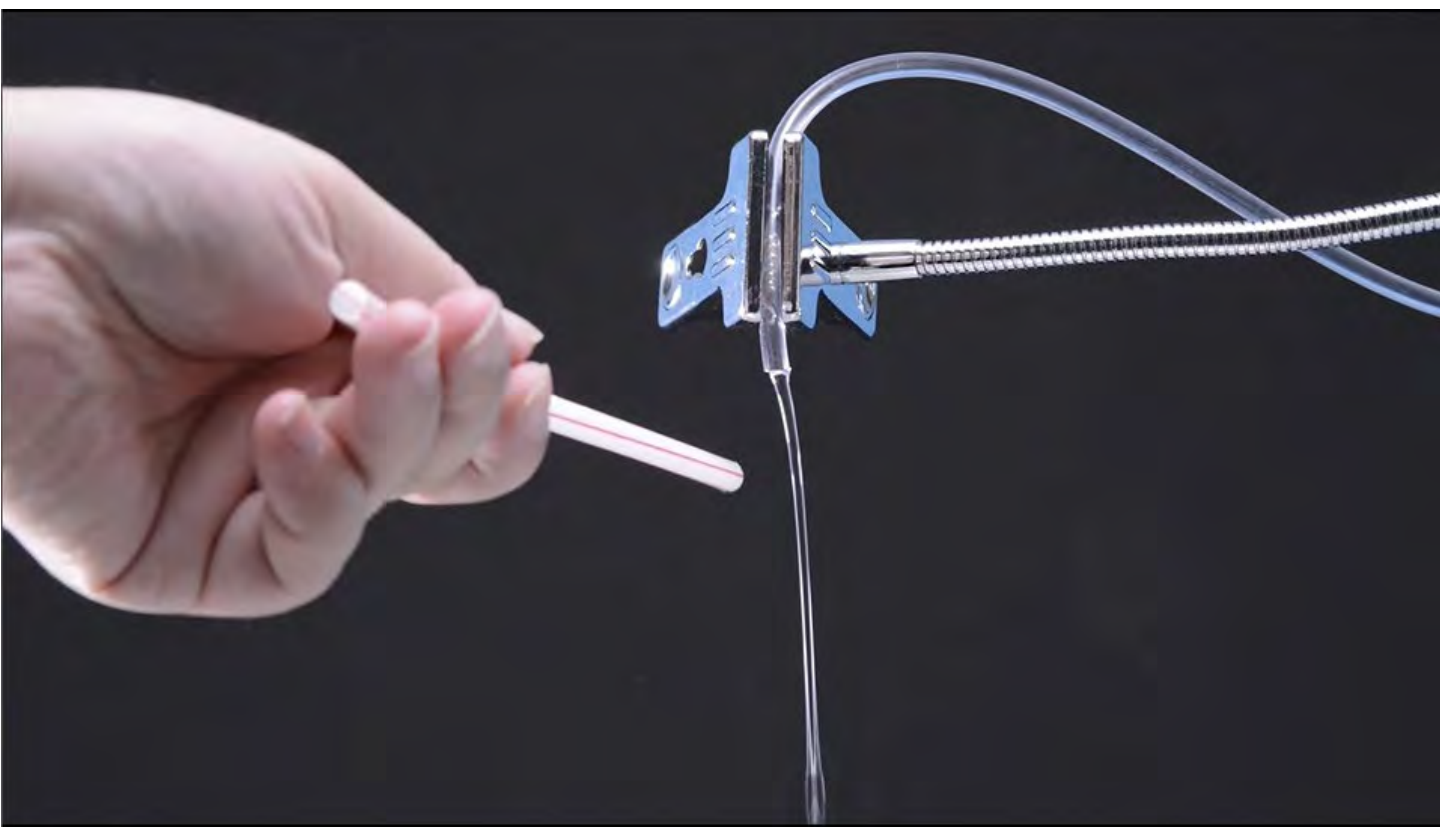
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

【中学校・物理基礎の復習】電場と電位
正しいものを選ぼう。

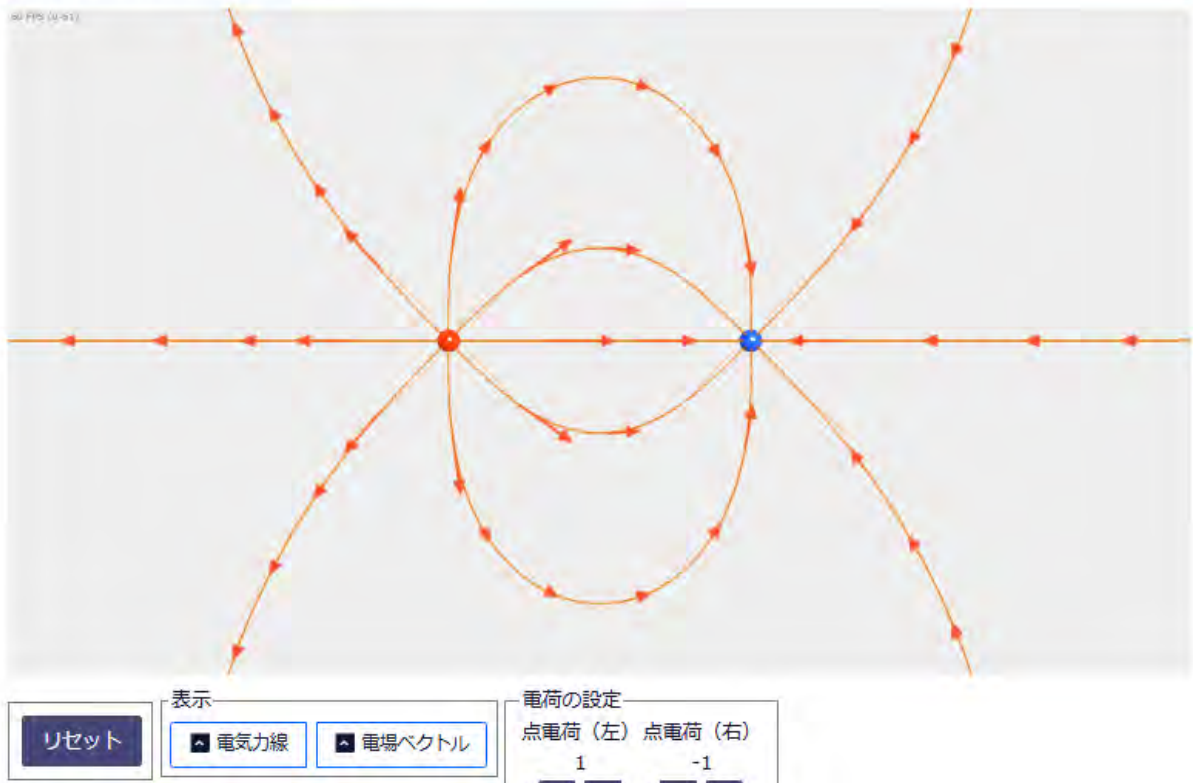
▶ スタート



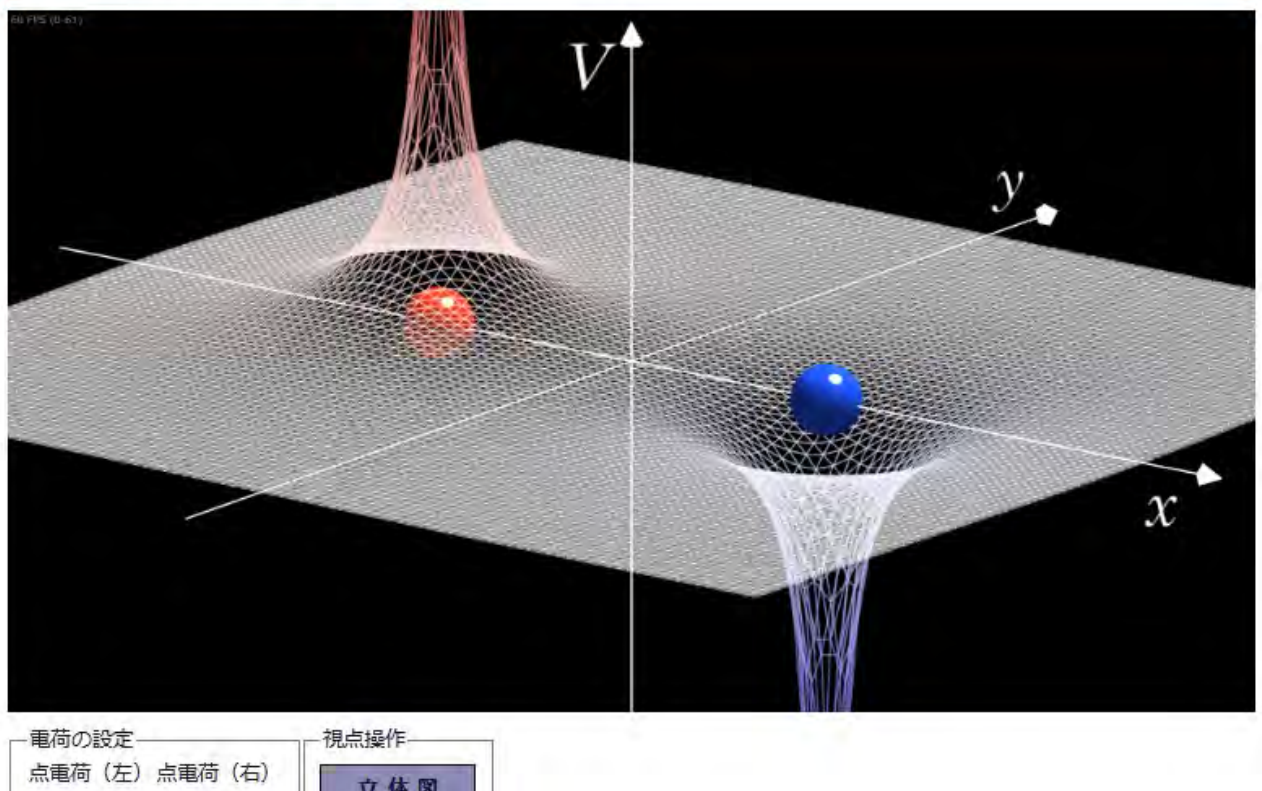


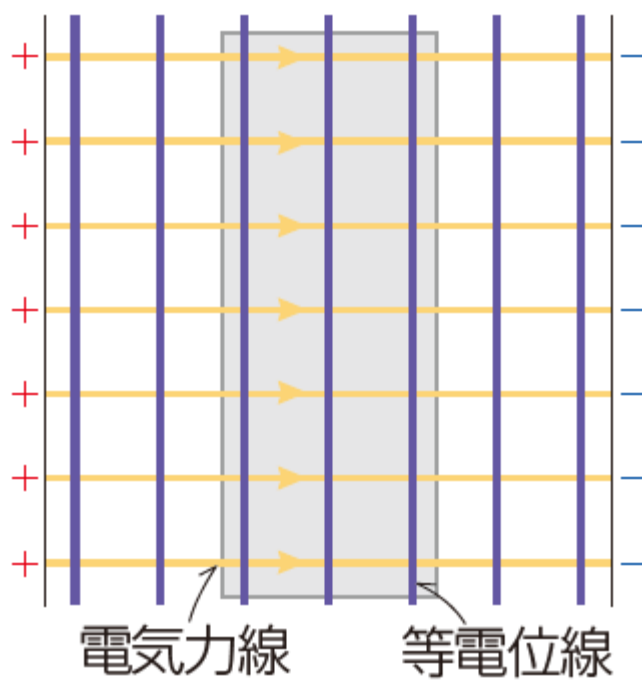
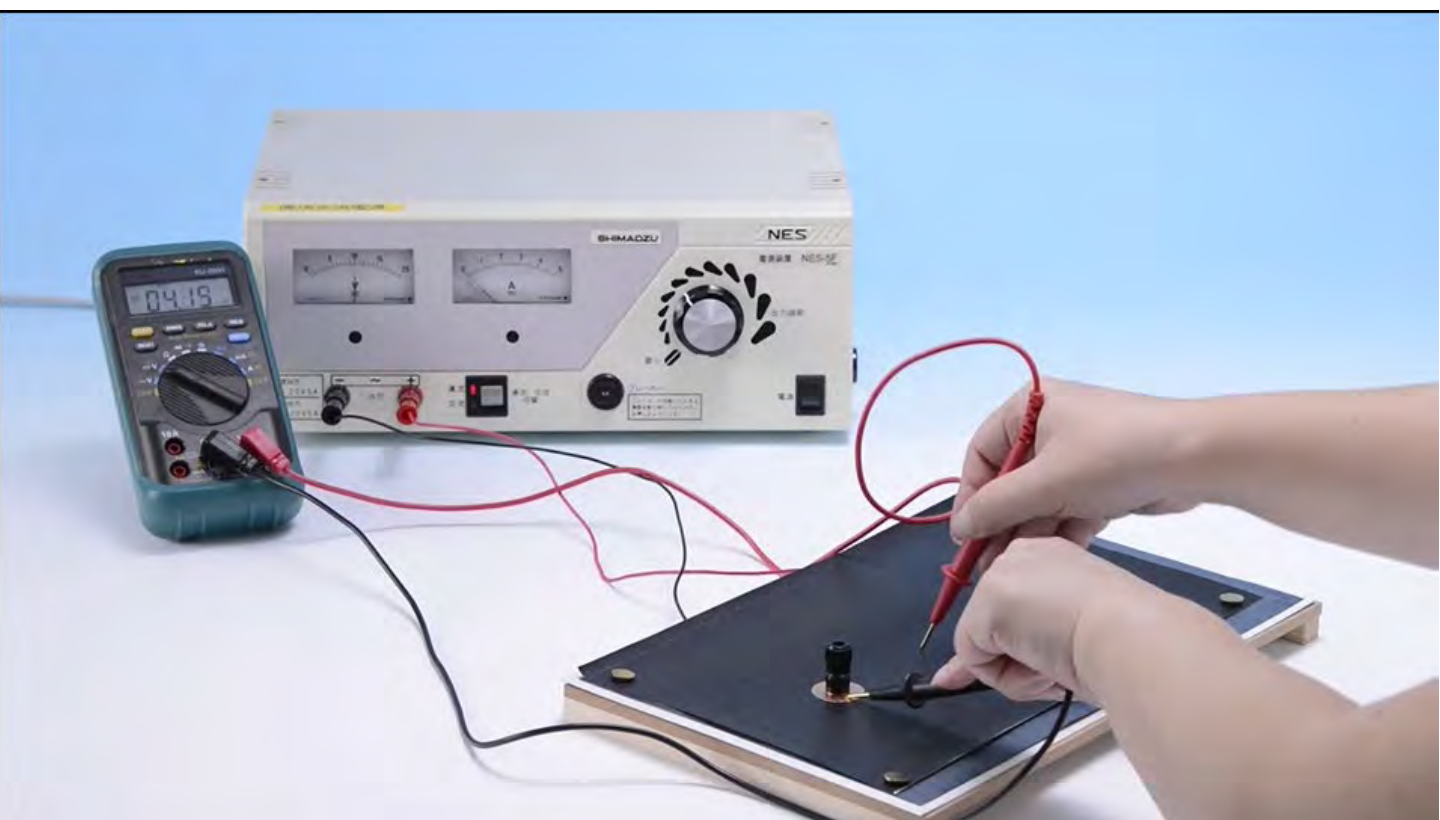


点電荷で生じる電場と電気力線

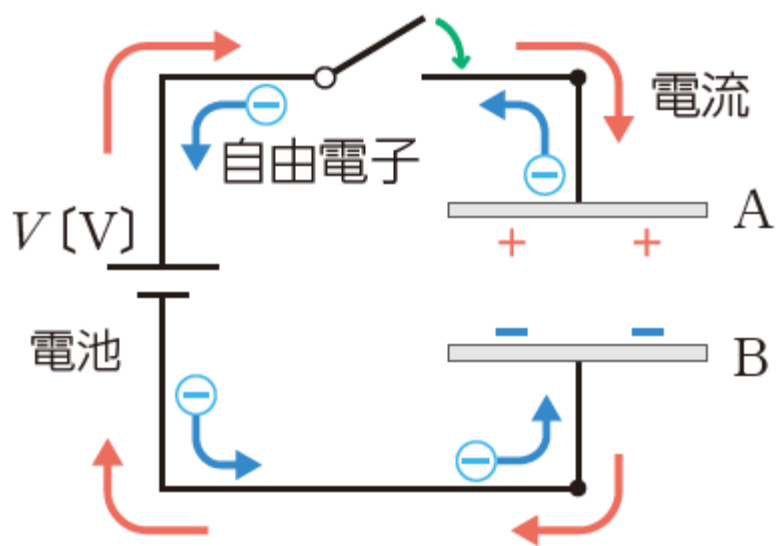


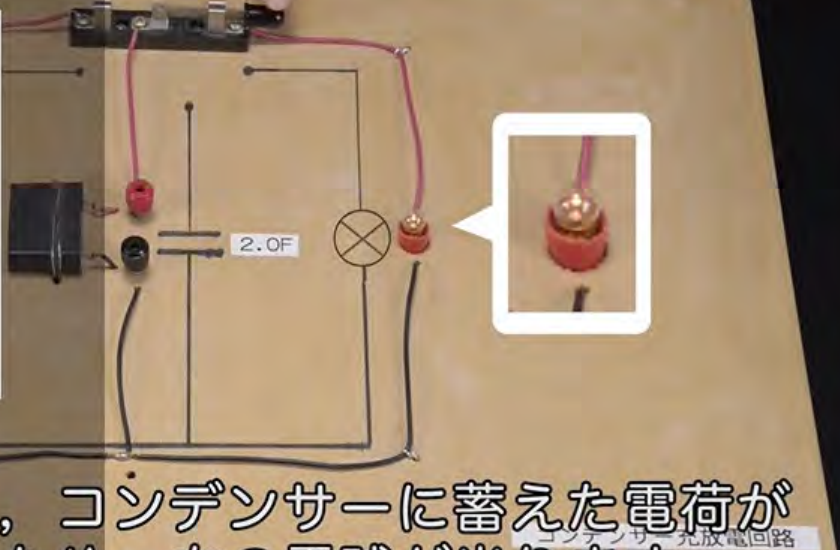
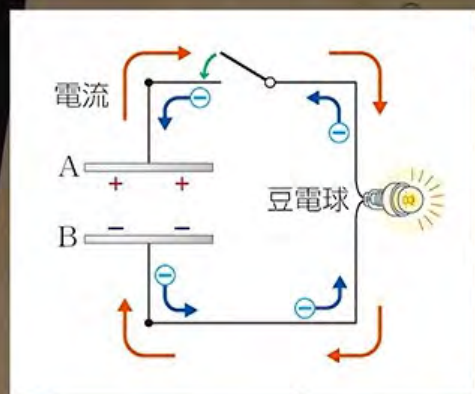
点電荷で生じる電場の電位





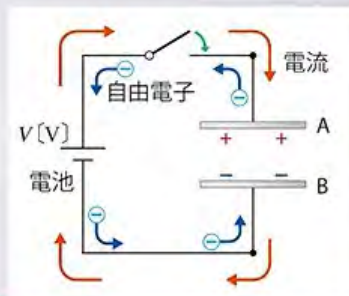
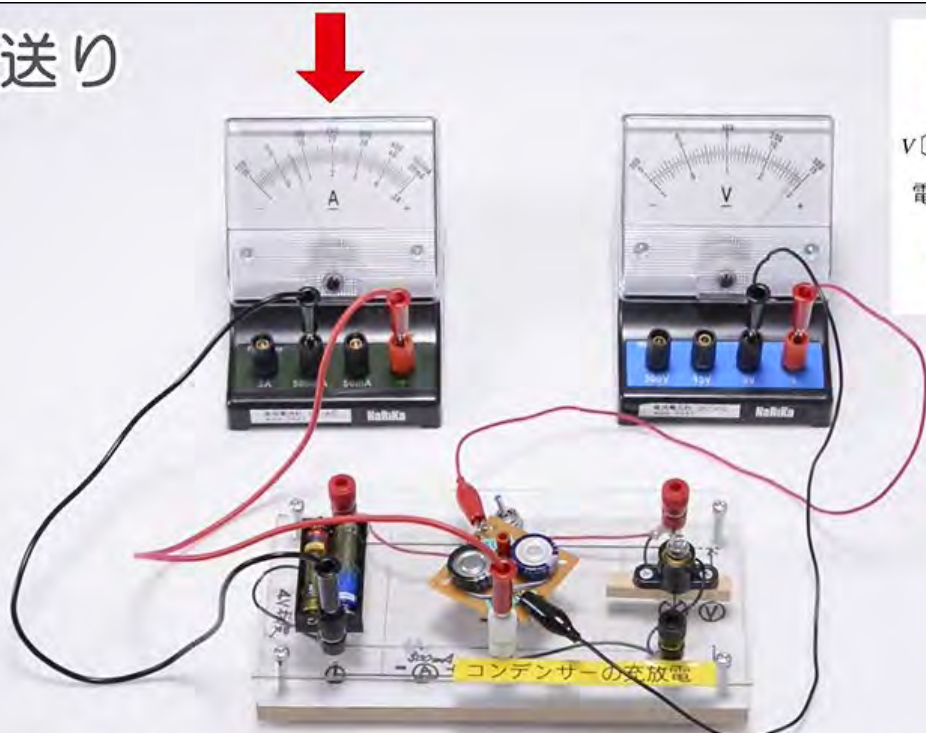
①プラスチックの取っ手を持った場合





スイッチを入れると、コンデンサーに蓄えた電荷が電流として流れ出るため、右の電球が光ります。

▶▶ 早送り



充電が進むと電流が0に、電圧は3Vに近づきます

電圧 V を変えた場合

0.103

 $C: 100\mu\text{F}$ $R: 100\text{k}\Omega$ $V: 1.5\text{V}$

回路に電圧を加え、コンデンサーを流れる電流 I を 5.0s ごとに読み取ります。

実験7 コンデンサーの電気容量

教 p.255

【目的】コンデンサーに充電される電気量と電気容量、電圧の関係を調べる。

【準備】コンデンサー（電気容量数百 μF 、耐電圧25Vのものを数個）、抵抗（100 $\text{k}\Omega$ 程度）、直流電源（または電池）、直流電流計、直流電圧計、スイッチ、導線、時計

【方法と結果】 ① 教科書の図のように回路を組む。

② 電圧計の指示値 V を読み取る。

③ コンデンサーを流れる電流 I を、スイッチを入れてから 5.0s ごとに読み取り、横軸に時間 t 、縦軸に電流 I をとってグラフを描く。

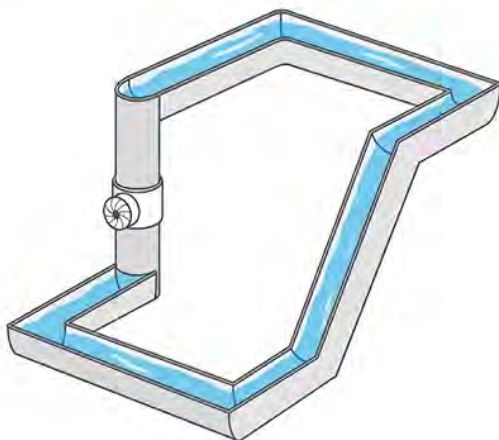
④ 直流電源の電圧を変えたり、電気容量 C の異なるコンデンサーに取り換えたりして、③と同様の実験をする。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

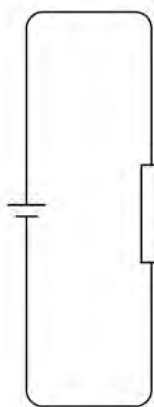
【中学校・物理基礎の復習】電流
正しいものを選ぼう。

▶ スタート

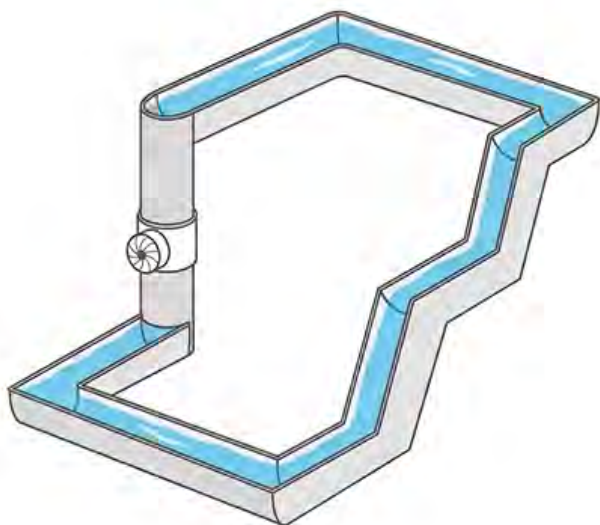
モデル図



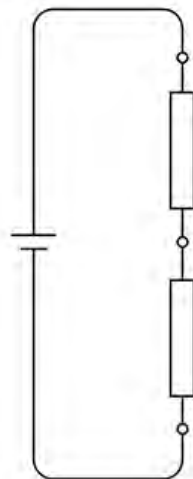
回路図



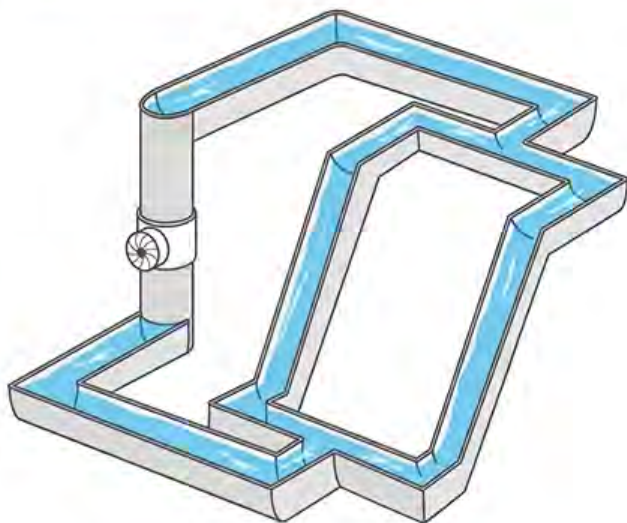
モデル図



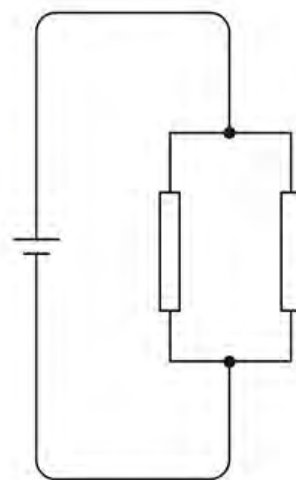
回路図

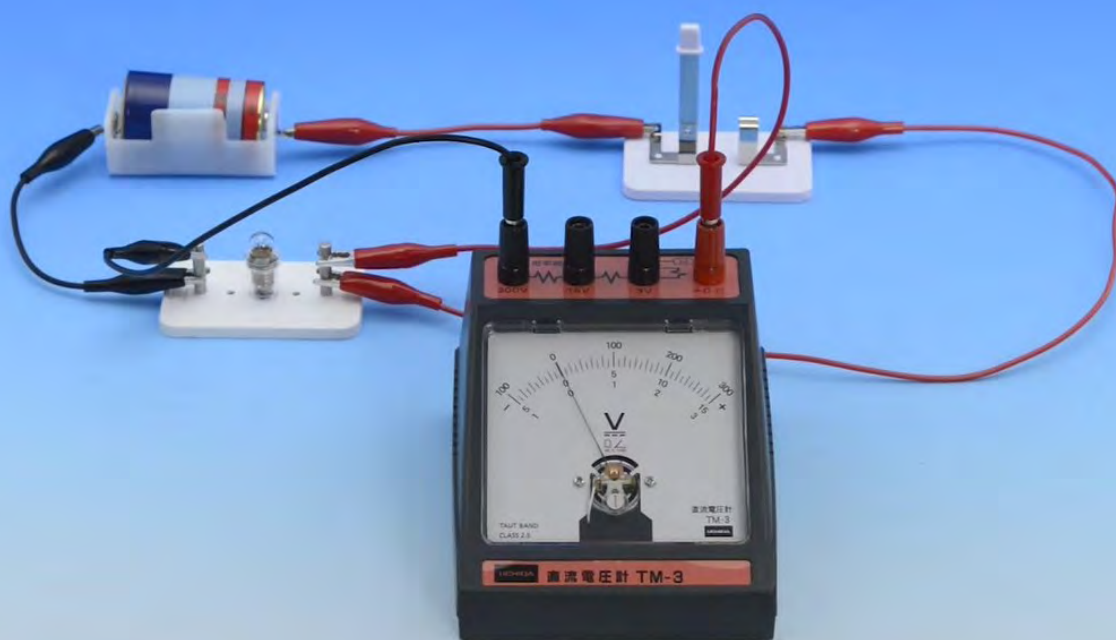
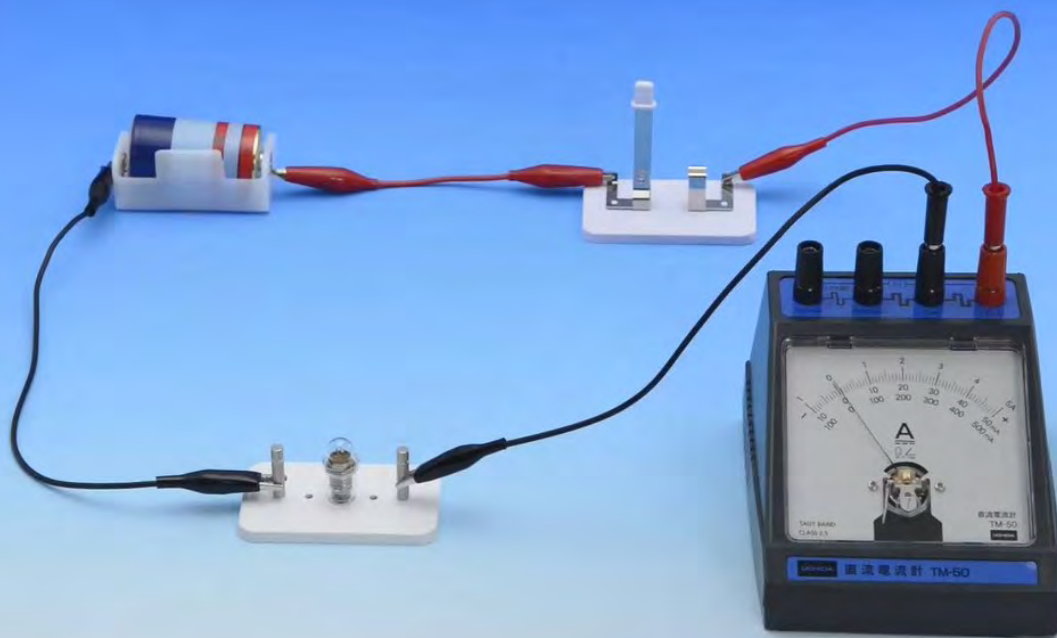


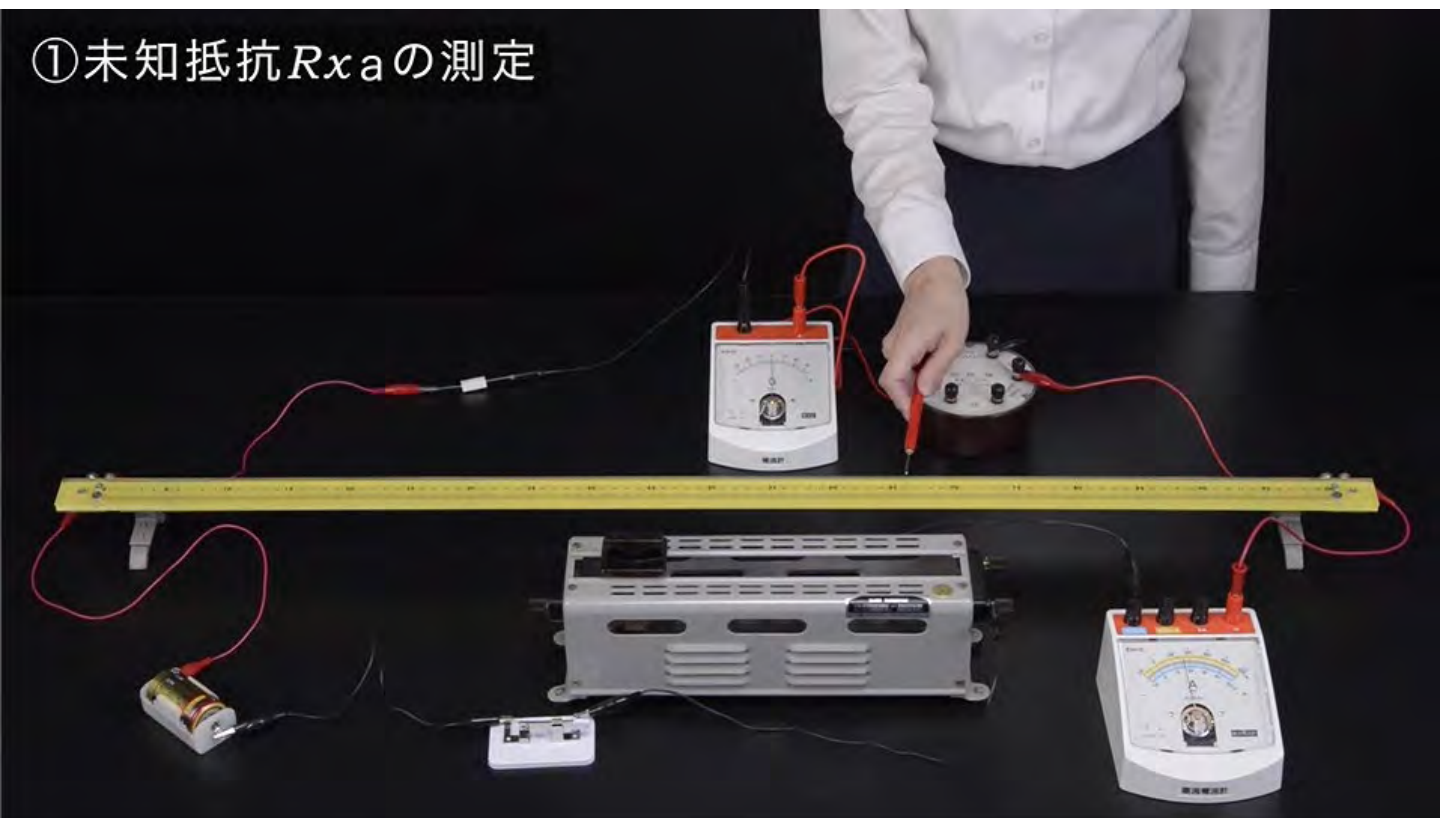
モデル図



回路図





①未知抵抗 R_x の測定

実験 8 抵抗値の精密測定

教 p.283

【目的】 ホイートストンブリッジを用いて、未知抵抗の抵抗値の精密測定を行う。

【準備】 メートルブリッジ（長さ1mのものさしに一樣な太さの抵抗線を張ったもの）、接触棒、スイッチ、すべり抵抗器、乾電池（単1）、標準抵抗、未知抵抗、導線、検流計、直流電流計、テスター

【原理】 教科書の図で、ABは長さ1mのものさしに一樣な太さの抵抗線を張ったもので、メートルブリッジという。接触棒をAB上の適当な位置に接触させ、検流計の針が0を示す位置Pを探し、そのときのAP、BPの長さを読み取る。

標準抵抗の抵抗値を R 、AP間の抵抗値を R_1 、BR間の抵抗値を R_2 とし、APとBPの長さの比が R_x と R の比になることを利用すると、 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R}$ より、次のような関係が成り立つ。

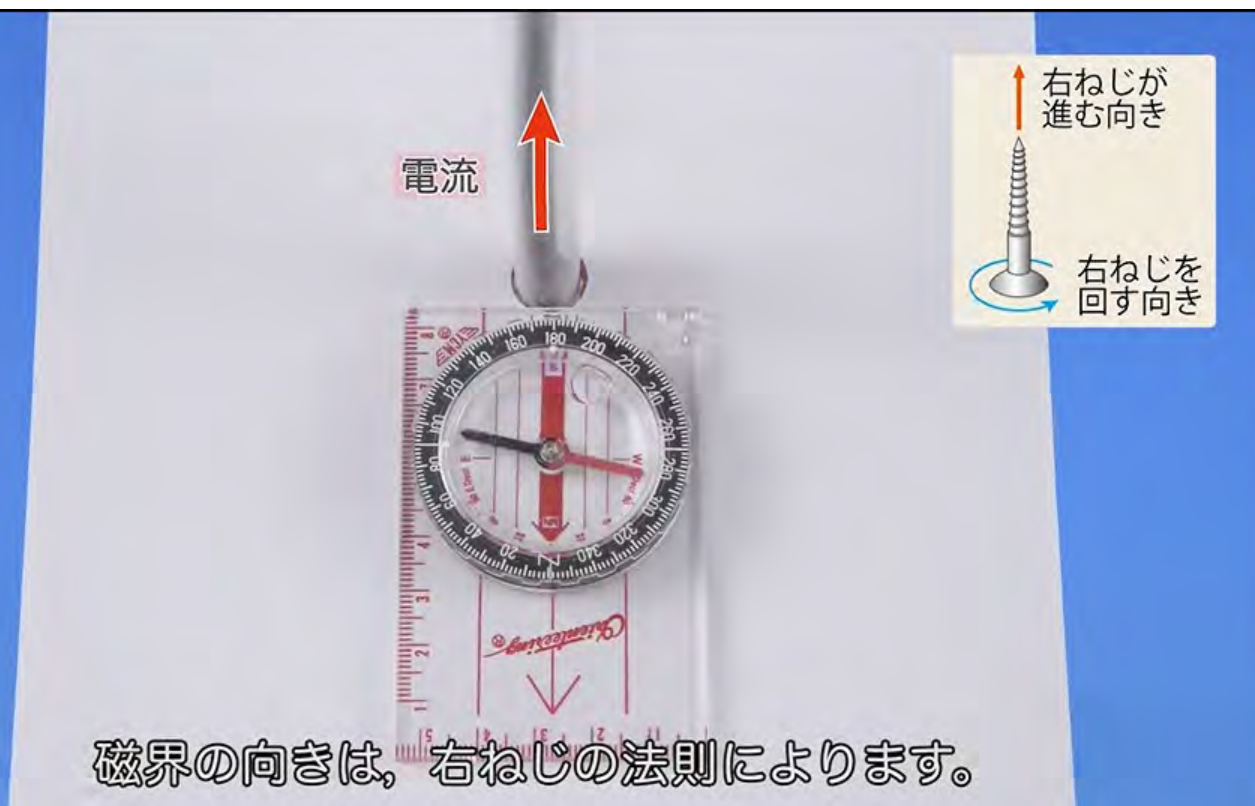


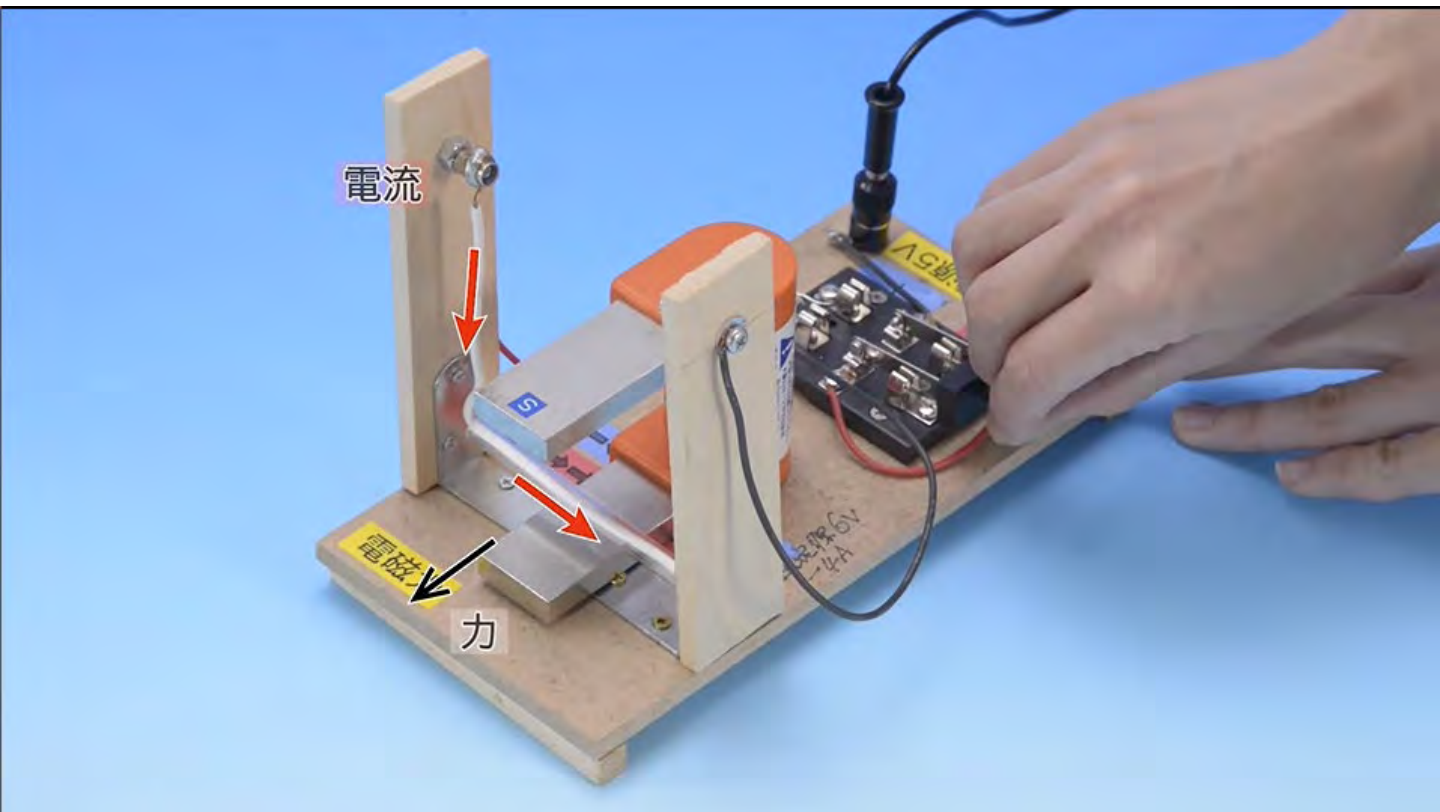
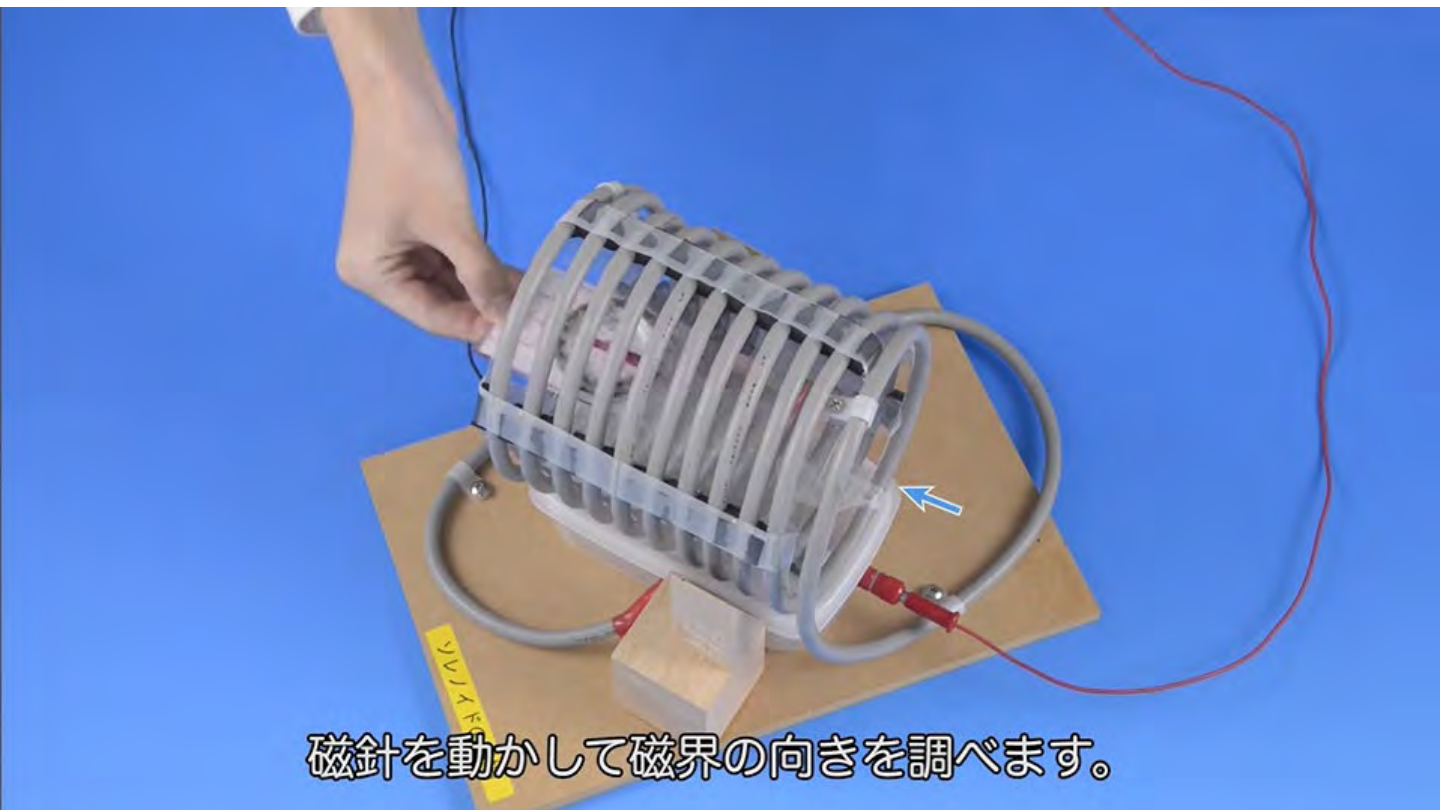
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

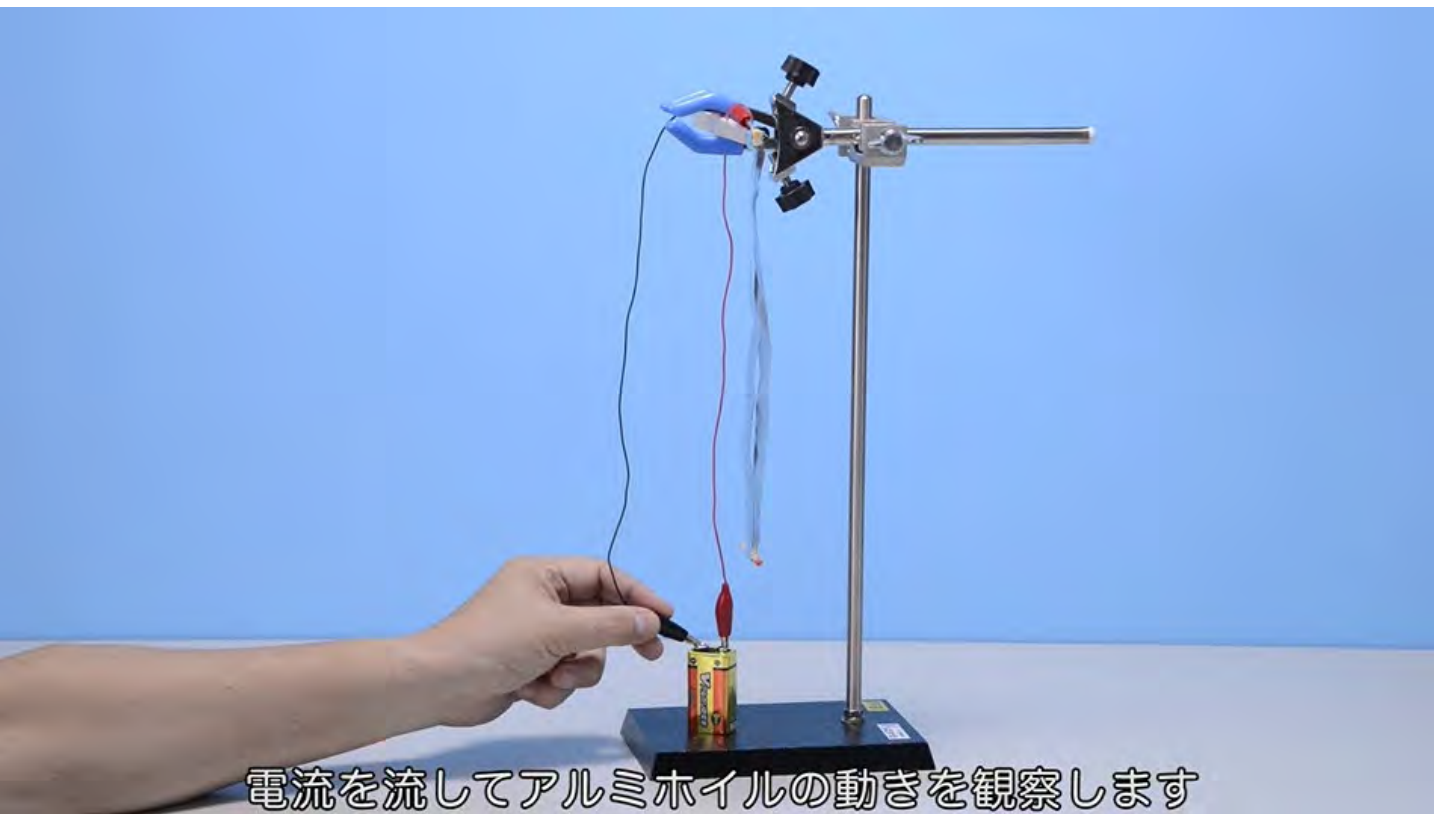
【中学校・物理基礎の復習】電流と磁場
正しいものを選ぼう。

▶ スタート

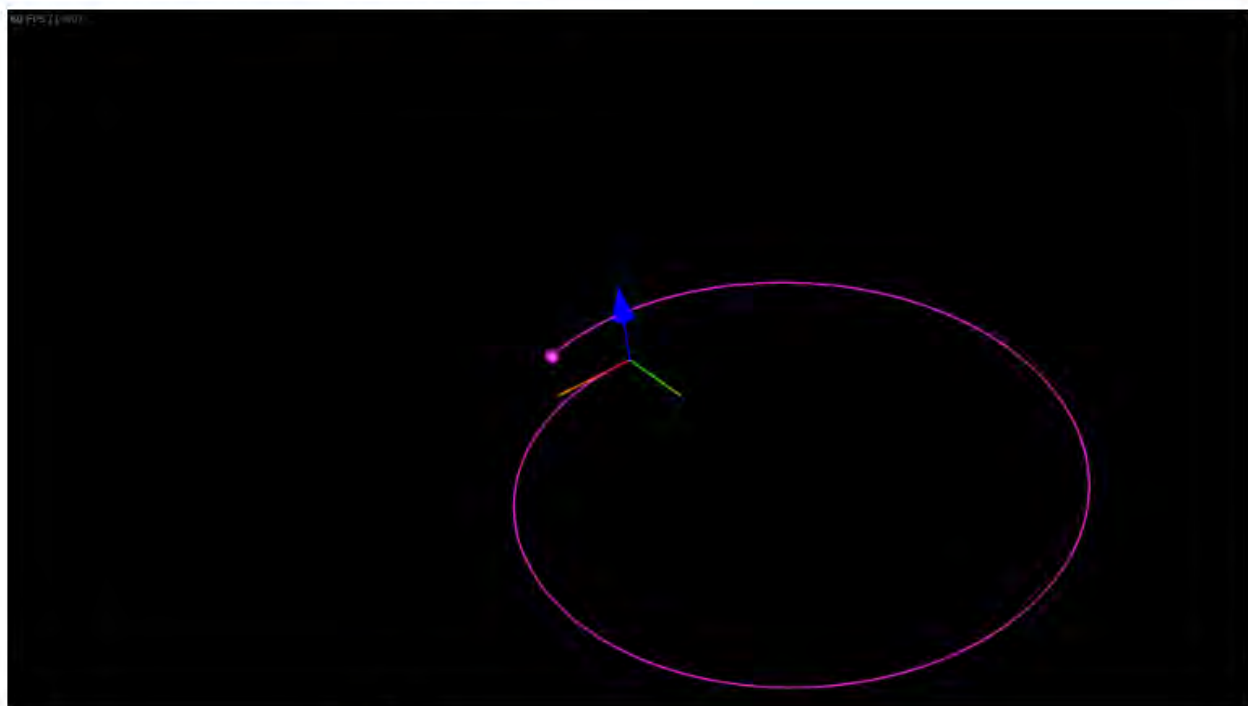








磁場中の荷電粒子の運動 (サイクロトロン運動)



磁界中の荷電粒子の運動 (サイクロトロン運動)

04 F12 (5500)

説明

- 本シミュレーションは、初速度が同じで、異なる電荷をもつ4個の荷電粒子が一様磁場中を運動する時の軌道を表示します。

パラメータ

磁界の強さ	粒子速度のz成分
1	0
- +	- +

粒子1	粒子2	粒子3	粒子4
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
表示	表示	表示	表示
電荷	電荷	電荷	電荷
-1	1	0	0
- +	- +	- +	- +

一時停止 拡大 縮小 初期化 条件リセット

このような性質を利用して、荷電粒子を電界や磁界によって加速させる装置を加速器という。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

【中学校・物理基礎の復習】電磁誘導と電磁波
正しいものを選ぼう。

▶ スタート



バルブの中にネオジム磁石を入れ、中央付近にエナメル線を巻いて、2個のLEDを、順方向が互いに逆になるように並列に接続した

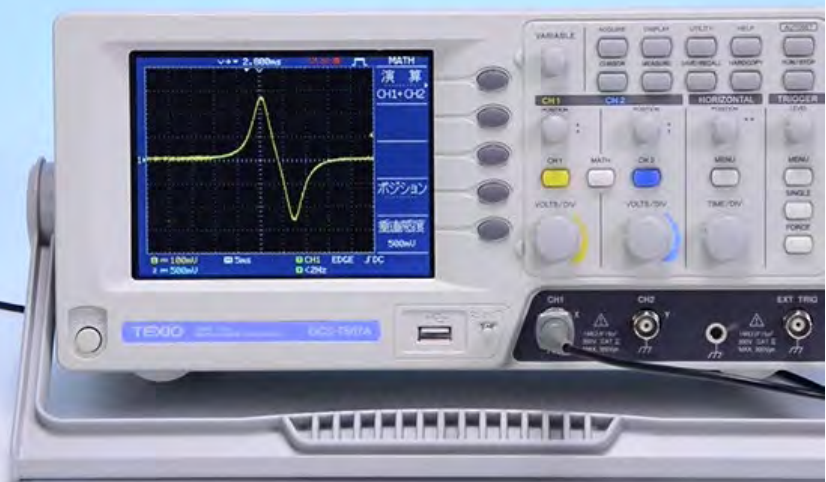
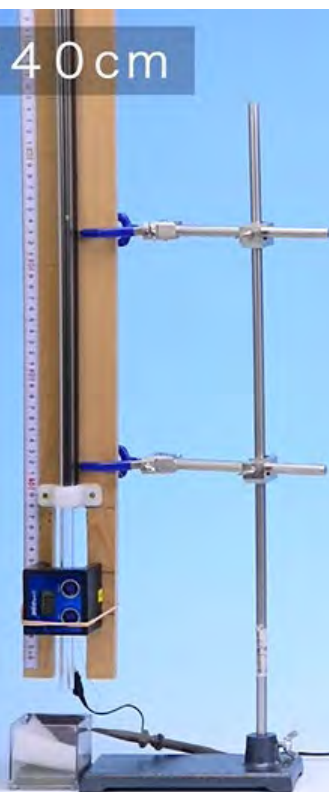


N極のときとは逆向きの電流が流れます。

▶ スロー再生



高さ40cm



探究3 電磁誘導

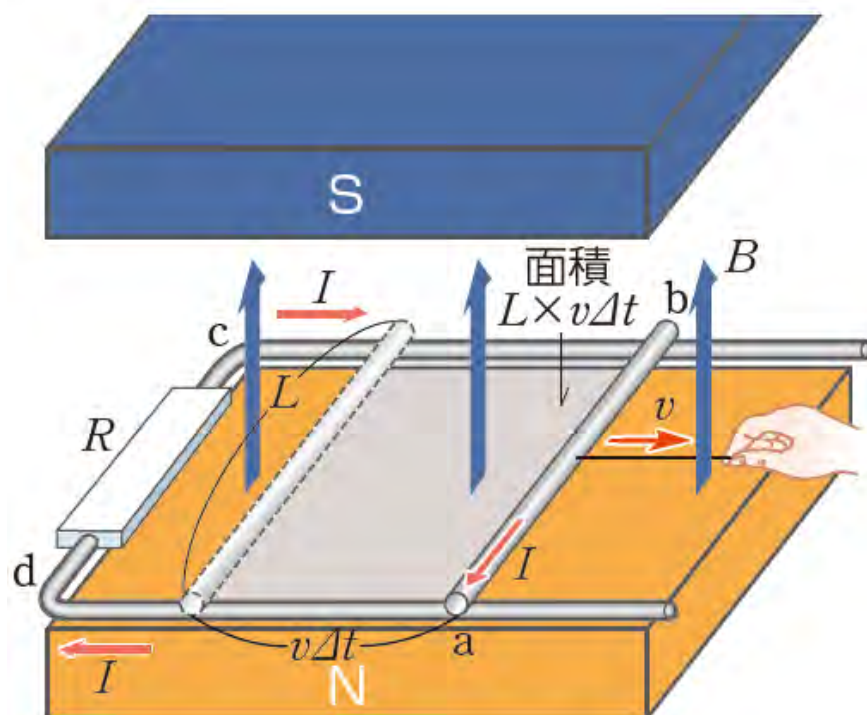
教 p.319～320

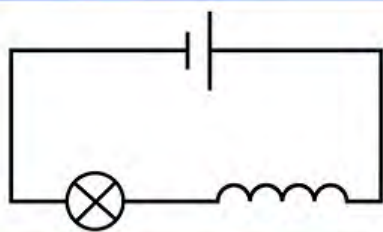
【課題】 コイルを貫く磁束の変化のしかたと誘導起電力の大きさとの関係を調べる。

【仮説の設定】 誘導起電力の大きさは、コイルを貫く磁束の変化のしかたによってどのように変わるだろうか。仮説を立ててみよう。

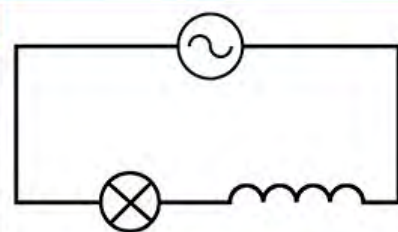
コイルを貫く磁束の変化を速くすると、

【計画の立案】 上で考えた仮説は、どのような条件で測定をすれば確かめられるだろうか。実験の計画を立ててみよう。





直流



交流



電球にコイルをつなぎ直流電圧をかけたときと交流電圧をかけたときの、電球の明るさを比較します



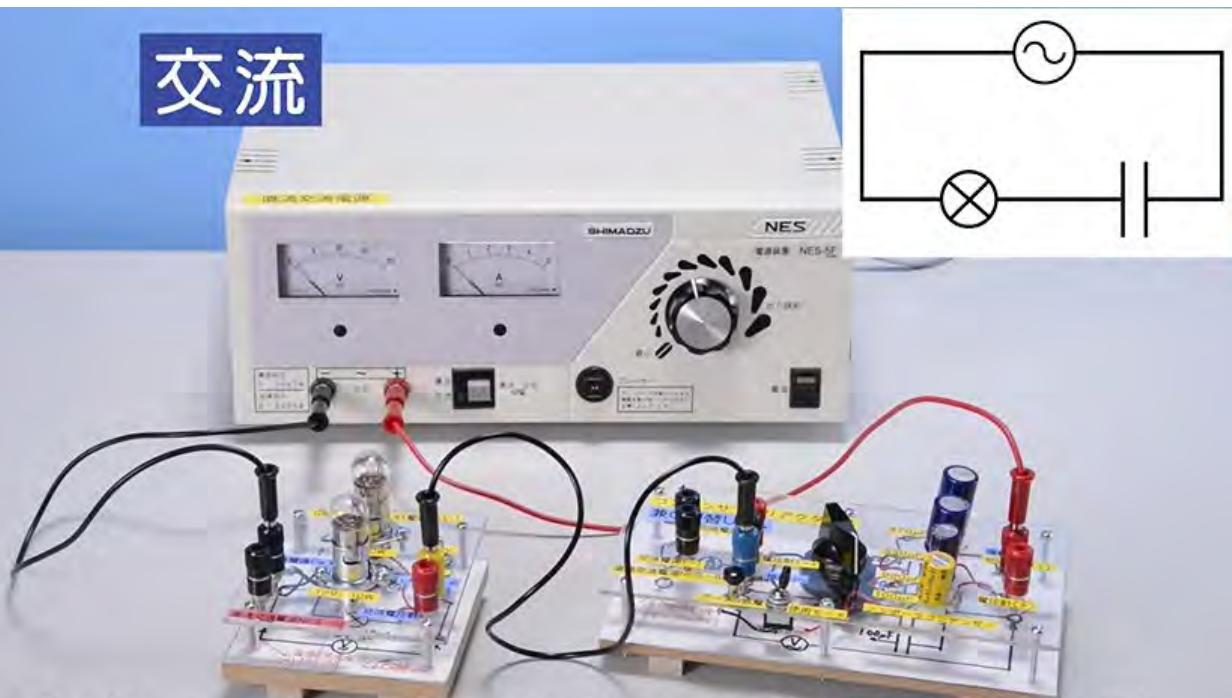
電球にコイルをつなぎ交流電圧をかけ、鉄心を入れて電球の明るさを観察します

交流

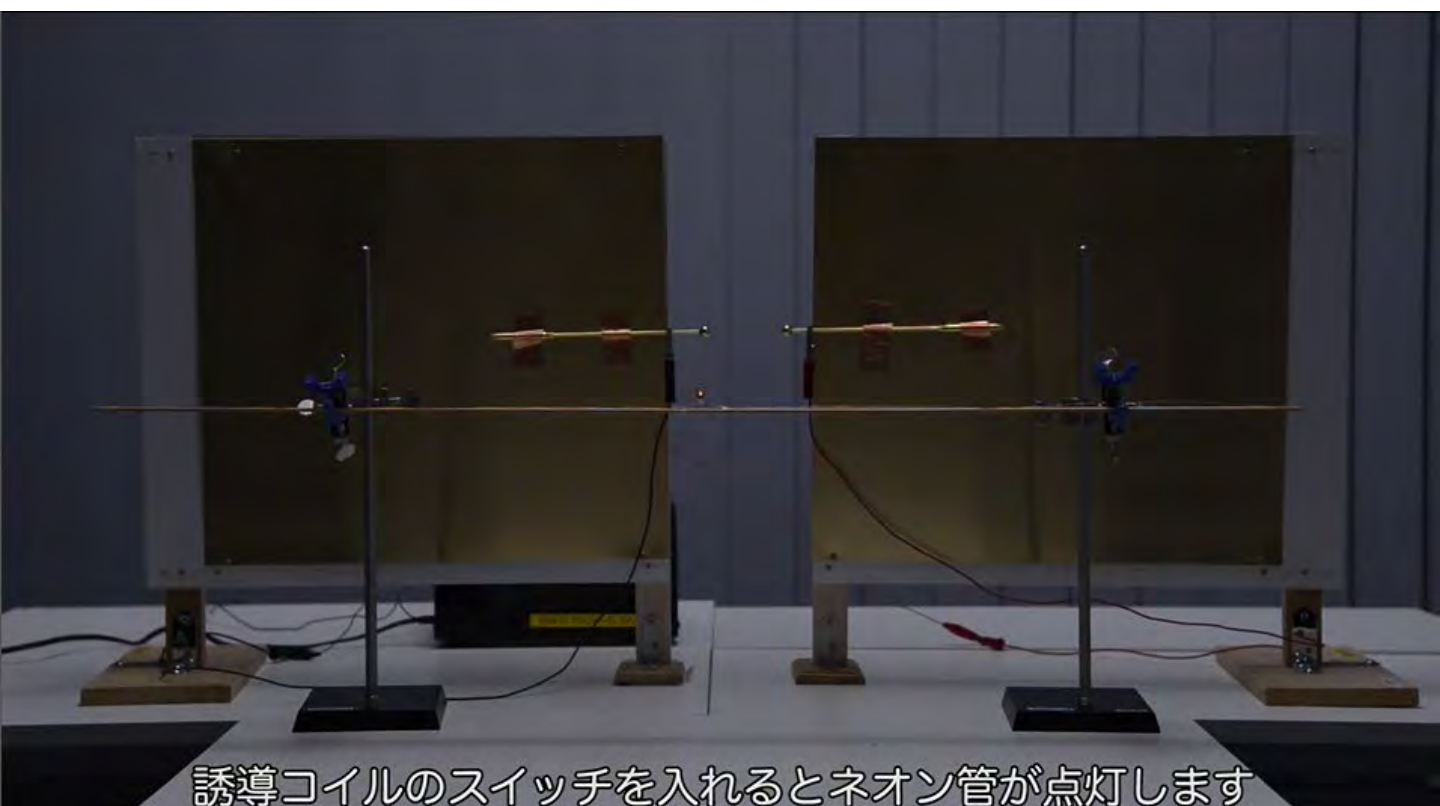
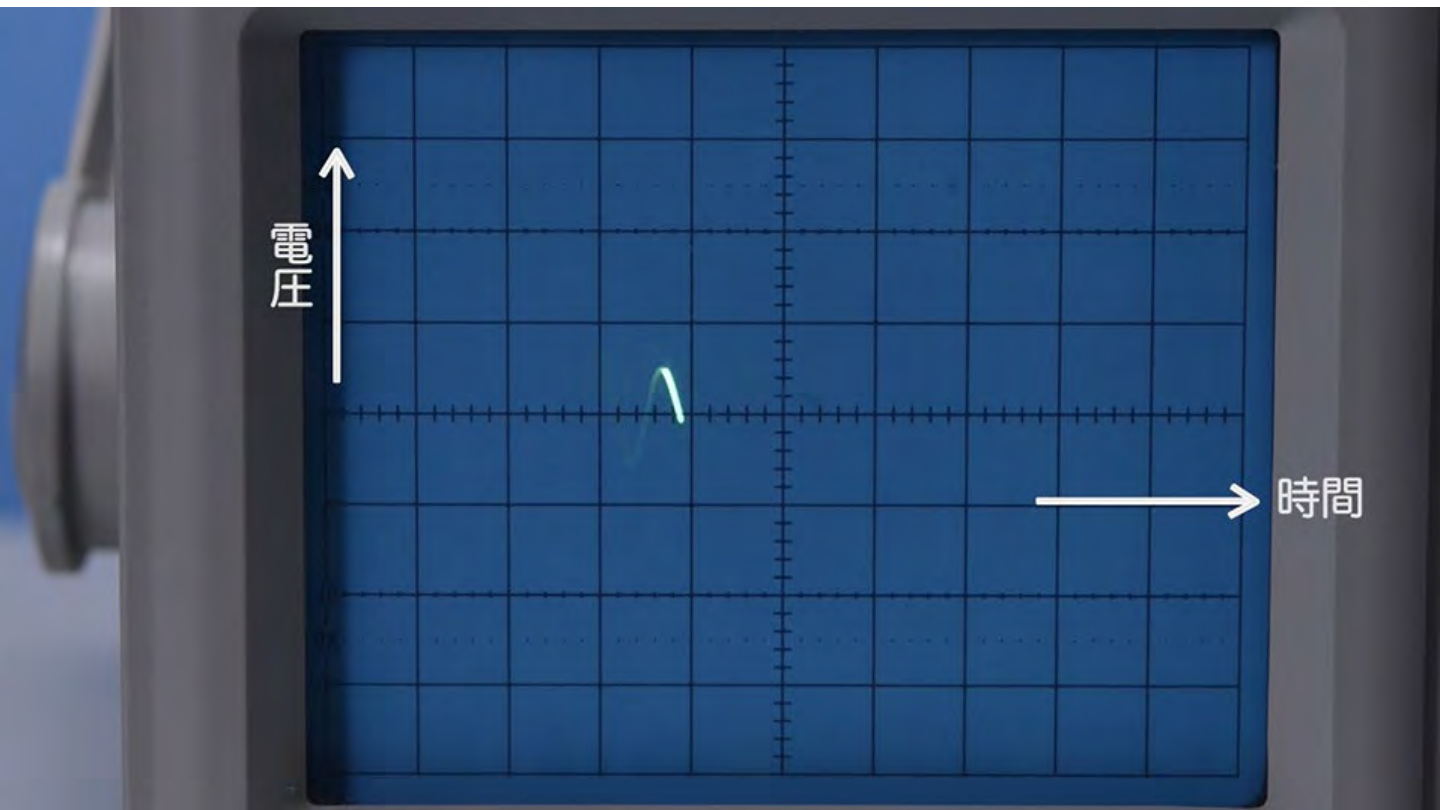


直流のとき電流は流れませんが、交流では流れます

交流



コンデンサーの電気容量は、 $100\mu\text{F}$ 、 $220\mu\text{F}$ 、 $330\mu\text{F}$ 、 $480\mu\text{F}$ と切り替えることができます。



【目的】 電磁波を発生させ、電磁波の性質を調べる。

【準備】 誘導コイル，電源装置，ネオン管，銅線，金属球，金属板，木の板

【方法】 ① 教科書の図iのように，電磁波発生装置を組み立てる。

【注】 感電しないように注意すること。電磁波の影響を受けやすい電子機器などは遠ざけておくこと。

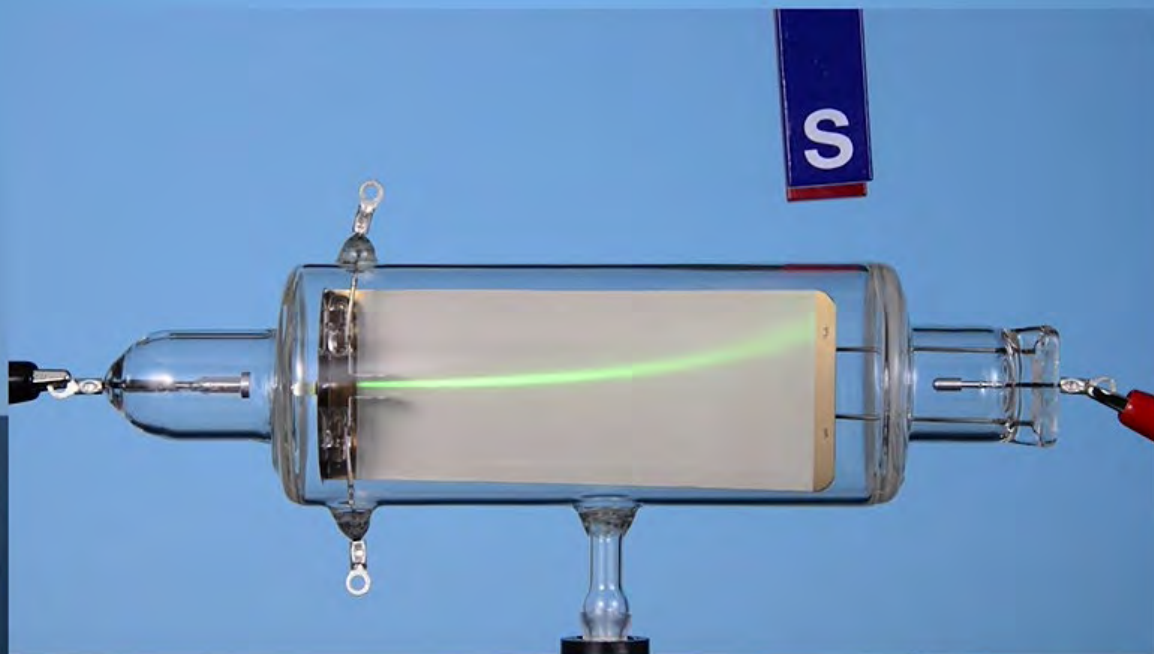
② 図iiのような電界用受信アンテナと磁界用受信アンテナを作る。受信アンテナの火花を見やすくするために，ネオン管を用いる。

③ 火花放電を起こして電磁波を発生させる。このとき，電界用受信アンテナ，磁界用受信アンテナを図iii, iv(a)～(c)のように電磁波発生装置に対する向きを変えてみて，ネオン管が光るか（電磁波が受信できるか）を観察する。

電波が弱い場合，火花放電を起こす隙間の間隔を2～15mm程度の範囲で変えて，受信用アンテナを遠ざけてみて，できるだけ遠くまで電磁波が届くような間隔にする。

【中学校・物理基礎の復習】電子と光
正しいものを選ぼう。

スタート



実験 10 陰極線の観察

 教 p.365

【目的】 クルックス管を使って、陰極線の性質を調べる。

【準備】 誘導コイル、電源装置、ネオン管、銅線、金属球、金属板、木の板

- 【方法】 ① クルックス管の蛍光板のスリットがある側の端子に誘導コイルの負極を、他方の端子に正極を接続する。
- ② U字形磁石を上から近づけ、陰極線の様子を調べる。また、磁石の極を逆にして調べる。
- ③ 直流電源装置を使い、上の偏向用電極が正になるように数15百Vの電圧を加え、陰極線の様子を調べる。また、電極の正負を逆にして調べる。

【注】微弱だが蕨線が発生するので、短時間で観察を済ませる。

【考察】 陰極線がもつ電荷は正と負のどちらといえるだろうか。



【中学校・物理基礎の復習】原子・原子核・素粒子
正しいものを選ぼう。

▶ スタート





原子核の大きさ



フランク・ヘルツの実験



陽子と中性子の発見



放射線の種類と透過力



宇宙線



反粒子



中間子論と核力



ヒッグス粒子



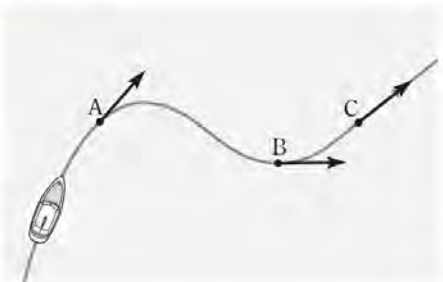
星の一生

第1部 様々な運動

第1章 物体の運動

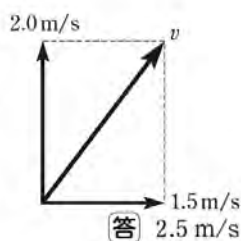
→ p.10~28

問1



問2 川岸に対する船の速さを v [m/s] とする。静水に対する船の速さと、川の流れの速さを合成して、

$$v = \sqrt{(1.5 \text{ m/s})^2 + (2.0 \text{ m/s})^2} = 2.5 \text{ m/s}$$



答 2.5 m/s

$$v_y = 9.8 \text{ m/s}^2 \times 2.0 \text{ s} = 19.6 \text{ m/s}$$

である。よって、着地する直前の小石の速さを v [m/s] とすると、

$$v = \sqrt{14.7^2 + 19.6^2} = 24.5 \approx 25 \text{ m/s} \quad \text{答 } 25 \text{ m/s}$$

問5 (1) 投げ上げてから 0.50 s 後の物体の速度の水平成分を v_x [m/s]、鉛直成分を v_y [m/s] とすると、

$$v_x = 19.6 \text{ m/s} \times \cos 60^\circ = 9.8 \text{ m/s}$$

$$v_y = 19.6 \text{ m/s} \times \sin 60^\circ - 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.50 \text{ s}$$

$$= 12.0 \dots \text{ m/s} \approx 12 \text{ m/s} \quad \text{答 } 9.8 \text{ m/s}, 12 \text{ m/s}$$

(2) 投げ出してから 2.0 s 後の物体の位置 (x, y) は、

$$x = 19.6 \text{ m/s} \times \cos 60^\circ \times 2.0 \text{ s} = 19.6 \text{ m} \approx 20 \text{ m}$$

$$y = 19.6 \text{ m/s} \times \sin 60^\circ \times 2.0 \text{ s} - \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times (2.0 \text{ s})^2$$

$$= 14.3 \dots \text{ m} \approx 14 \text{ m} \quad \text{答 } (20 \text{ m}, 14 \text{ m})$$

類題2 (1) 投げ出してから最高点に達するまでの時

第2章 剛体のつり合い

→ p.29~43

問1 (1) 図のように、力の作用線を伸ばして点Aから垂線を下ろす。

点Aから力の作用線までの距離は、

$$\frac{2}{3}L \times \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}L$$

である。力は点Aのまわりに棒を左回りに回

転させるので力のモーメントは正となり、求める力のモーメントは、

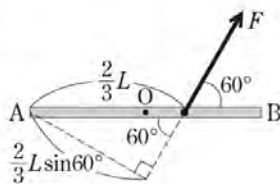
$$F \times \frac{\sqrt{3}}{3}L = \frac{\sqrt{3}}{3}FL \quad \text{答 } \frac{\sqrt{3}}{3}FL$$

(2) 点Oから力の作用点までの距離は、

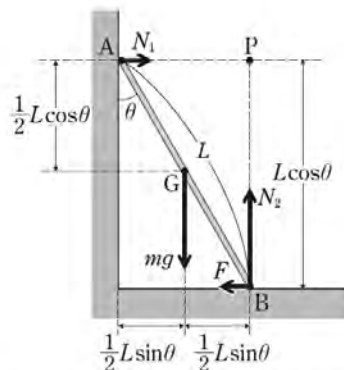
$$\frac{2}{3}L - \frac{1}{2}L = \frac{1}{6}L$$

となり、点Oと力の作用線までの距離は、

$$\frac{1}{6}L \times \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{12}L$$



類題1



例題1で、式①、②より、接点Aでの壁からの垂直抗力の大きさ $N_1 = \frac{1}{2}mg \tan \theta$ 、接点Bでの床からの垂直抗力の大きさ $N_2 = mg$ である。各点のまわりの力のモーメントの和の式に N_1 、 N_2 および静止摩擦力の大きさ $F = \frac{1}{2}mg \tan \theta$ を代入し、和が0になることを確認する。

(1) 点Aのまわりの力のモーメント

$$L \dots$$

第3章 運動量と力積

→p.44~65

問1 北向きを正とすると、運動量の大きさは、

$$60 \text{ kg} \times 5.0 \text{ m/s} = 3.0 \times 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

答 北向き、 $3.0 \times 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

類題1 (1) 水平右向きを正とすると、運動量と力積の関係より、

$$0.40 \text{ kg} \times 0 - 0.40 \text{ kg} \times 8.0 \text{ m/s} = -3.2 \text{ N} \cdot \text{s}$$

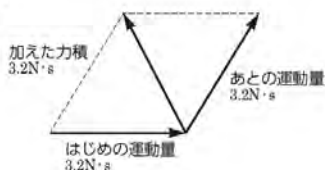
答 $3.2 \text{ N} \cdot \text{s}$

(2) (1)と同様に、

$$-0.40 \text{ kg} \times 8.0 \text{ m/s} - 0.40 \text{ kg} \times 8.0 \text{ m/s} = -6.4 \text{ N} \cdot \text{s}$$

答 $6.4 \text{ N} \cdot \text{s}$

(3) 運動量の変化と力積の関係をベクトルで示すと下図となる。



問4 衝突後のA、Bの速さをそれぞれ v_A' [m/s]、 v_B' [m/s] とする。運動量保存の法則を、衝突前のBの速度の向き成分、速度の向きと垂直な成分について表すと、

$$2.0 \text{ kg} \times 0 \text{ m/s} + 1.0 \text{ kg} \times 4.0 \text{ m/s} = 2.0 \text{ kg} \times v_A' \cos 45^\circ + 1.0 \text{ kg} \times v_B' \cos 45^\circ \quad \dots\dots ①$$

$$0 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 2.0 \text{ kg} \times v_A' \sin 45^\circ - 1.0 \text{ kg} \times v_B' \sin 45^\circ \quad \dots\dots ②$$

式①、②より、

$$v_A' = \sqrt{2} \text{ m/s} \doteq 1.4 \text{ m/s}$$

$$v_B' = 2\sqrt{2} \text{ m/s} \doteq 2.8 \text{ m/s} \quad \text{答 } 1.4 \text{ m/s}, 2.8 \text{ m/s}$$

類題3 運動量保存の法則を、分裂前のAの速度の向き成分、速度の向きと垂直な向き成分について表すと、

$$8.0 \text{ kg} \times 12 \text{ m/s} = 3.0 \text{ kg} \times v_B \cos 60^\circ + 5.0 \text{ kg} \times v_C \cos 30^\circ \quad \dots\dots ①$$

$$0 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 3.0 \text{ kg} \times v_B \sin 60^\circ - 5.0 \text{ kg} \times v_C \sin 30^\circ \quad \dots\dots ②$$

第4章 円運動と単振動

→p.66~96

問1 等速円運動の周期を T とすると、 $[T = \frac{2\pi}{\omega}]$ 、

$[n = \frac{1}{T}]$ より、

$$\omega = 2\pi \times \frac{1}{T} = 2\pi n \quad \text{答 } 2\pi n$$

問2 等速円運動の周期を T [s]、回転数を n [回/s]、角速度を ω [rad/s]、速さを v [m/s] とすると、

$$T = \frac{5.0 \text{ s}}{20} = 0.25 \text{ s}, n = \frac{20 \text{ 回}}{5.0 \text{ s}} = 4.0 \text{ 回/s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.14 \text{ rad}}{0.25 \text{ s}} = 25.1 \dots \text{ rad/s} \doteq 25 \text{ rad/s}$$

$$v = r\omega = 0.20 \text{ m} \times 25.1 \text{ rad/s} = 5.02 \text{ m/s} \doteq 5.0 \text{ m/s}$$

答 周期：0.25 s、回転数：4.0 回/s、角速度：25 rad/s、速さ：5.0 m/s

問3 等速円運動をする物体の加速度の大きさを a

[m/s²] とすると、 $[a = r\omega^2]$ 、 $[\omega = \frac{2\pi}{T}]$ より、

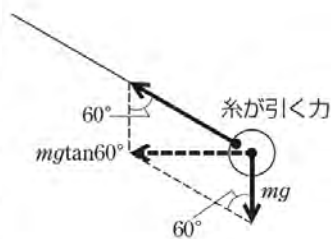
類題1 おもりの質量を m 、糸の長さを L とする。このとき、糸がおもりを引く力と重力との合力は円の中心を向いており、おもりが等速円運動をするための向心力となっている。この合力の大きさは、図より、 $mg \tan 60^\circ = \sqrt{3} mg$ である。

また、円運動の半径は $L \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3} L}{2}$ であり、角速度は $\frac{2\pi}{T}$ と表されるので、等速円運動の運動方程式は、

$$m \times \frac{\sqrt{3} L}{2} \times \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \sqrt{3} mg$$

よって、 $L = \frac{gT^2}{2\pi^2}$

$$\text{答 } \frac{gT^2}{2\pi^2}$$



第5章 万有引力

→p.97~111

問1 彗星が近日点、遠日点を通過するときの速さをそれぞれ v_1 , v_2 , 近日点、遠日点での彗星と太陽との距離をそれぞれ r_1 , r_2 とすると、ケプラーの第2法則より、

$$\frac{1}{2} r_1 v_1 = \frac{1}{2} r_2 v_2$$

$$\frac{r_2}{r_1} = 4.0 \text{ より, } \frac{v_2}{v_1} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{4.0} = 0.25 \text{ [倍]}$$

[答] 0.25 倍

問2 地球、小惑星、彗星の公転周期を T_1 , T_2 , T_3 , 軌道の半長軸を a_1 , a_2 , a_3 とすると、

地球の公転周期: $T_1 = 1$ 年

地球の軌道の半長軸: $a_1 = 1$ 天文単位

小惑星の公転周期: T_2

小惑星の軌道の半長軸(半径): $a_2 = 4.0$ 天文単位

彗星の公転周期: T_3

彗星の軌道の半長軸: $a_3 = 2.0$ 天文単位

また、この物体にはたらく万有引力の大きさを F [N] とすると、

$$F = m \times 9.8 \text{ m/s}^2 \quad \dots\dots ②$$

式①, ②より、

$$\begin{aligned} \frac{F}{f} &= \frac{m \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times (24 \times 60 \times 60 \text{ s})^2}{m \times 6.4 \times 10^6 \text{ m} \times 4\pi^2} \\ &= 2.89 \dots \times 10^2 \approx 290 \end{aligned}$$

よって、 $f \approx \frac{1}{290} F$

したがって、遠心力の大きさは万有引力の大きさのおよそ 290 分の 1 である。

[答] 6.0×10^{24} kg, およそ 290 分の 1

問5 地球の質量を M , 万有引力定数を G とすると、質量 m の物体にはたらく万有引力について、次の2式が成り立つ。

$$mg = G \frac{Mm}{R^2} \quad \text{よって, } GM = gR^2 \quad \dots\dots ①$$

$$mg_h = G \frac{Mm}{(R+h)^2} \quad \text{よって, } g_h = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

別紙74-2

第2部 熱

第1章 気体分子の運動

→p.114~145

問1 ピストンの断面積を S [m²], ピストンの質量を M [kg], 大気圧を p_0 [Pa], 求める圧力を p [Pa], 重力加速度の大きさを g [m/s²] とすると、ピストンには次の3つの力がはたらく。

①重力 Mg

②大気圧 p_0 による力 $p_0 S$

③容器の中の空気の圧力 p による力 pS

これらの力のはたらくはつり合っているので、

$$pS - p_0 S - Mg = 0$$

よって、

$$\begin{aligned} p &= p_0 + \frac{Mg}{S} = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa} + \frac{50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2}{4.9 \times 10^{-2} \text{ m}^2} \\ &= 1.1 \times 10^5 \text{ Pa} \quad \text{[答]} \quad 1.1 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

問2 求める圧力を p [Pa] とすると、ボイルの法則より、

類題1 A内の気体について、圧力 p , 体積 V , 物質質量 n , 絶対温度 T とし、気体定数を R とする。A内の気体の理想気体の状態方程式は、

$$pV = nRT$$

B内の気体の圧力は $2p$, 体積は $\frac{2}{3}V$, 絶対温度は

$\frac{5}{6}T$ より、B内の気体について物質質量を n' とすると、

理想気体の状態方程式は、

$$2p \cdot \frac{2}{3}V = n'R \cdot \frac{5}{6}T$$

となる。これらの式より、 $n' = \frac{8}{5}n$ [答] $\frac{8}{5}$ 倍

問6 気体の酸素の絶対温度を T [K] とすると、分子1個あたりの運動エネルギーは、元素によらず

$[K = \frac{3}{2}kT]$ より、

$$\frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K} \times T = 6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$$

第3部 波

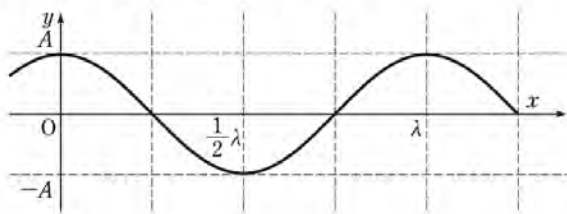
第1章 波の性質

→p.150~172

問1 (1) 波の先端の x 座標は、時間が T 経過したときに λ であるから、時間が $\frac{5}{4}T$ 経過したときには $\frac{5}{4}\lambda$ に達する。

[答] $\frac{5}{4}\lambda$

(2) 図2の時刻 T の波形が x 軸正の向きにさらに $\frac{1}{4}\lambda$ 移動するため、次図のようになる。



類題1 (1) 問題の変位を表す式は、[教] p.153 31行目と同じ形の式であるため、 x 軸の負の向きに進む

問2 (1) 原点の媒質 P_0 の変位 y は、時刻 $t=0, T, 2T, \dots$ で $y=A$ となることから、次式で表される。

$$y = A \cos \frac{2\pi}{T} t \quad \dots\dots ①$$

ここで、この単振動は、 x 軸の正の向きに速さ $v = \frac{\lambda}{T}$ で伝わる。位置 x の媒質 P の時刻 t にお

ける変位 y は、時刻 $t - \frac{x}{v} = t - \frac{xT}{\lambda}$ における P_0 の変位に等しいことから、次式のように表される。

$$y = A \cos \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{xT}{\lambda} \right) = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad \dots\dots ②$$

[答] $y = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$

(2) 媒質 P_0 の変位 y の時間的な変化は式①で表されるため、次のようなグラフとなる。



別紙75-2

第2章 音

→p.173~187

問1 音波が海底まで往復する時間が 1.2 s なので、水深は次式で求められる。

$$\frac{1.5 \times 10^3 \text{ m/s} \times 1.2 \text{ s}}{2} = 9.0 \times 10^2 \text{ m}$$

[答] $9.0 \times 10^2 \text{ m}$

問2 [教] p.176 図5のように、 P_2 は音源 A, B からの音波が強め合うため、音が大きく聞こえる。

音波の波長を λ [m] とすると、音源 A, B から P_2 までの距離の差は、図5のように音波の半波長の2倍であるから、

$$|AP_2 - BP_2| = \frac{\lambda}{2} \times 2 \text{ より、}$$

$$\lambda = 10.0 \text{ m} - 7.0 \text{ m} = 3.0 \text{ m} \quad \text{[答] } 3.0 \text{ m}$$

類題1 クインケ管の C を引き出す長さが x [m] までに、音が m 回だけ強め合うことを繰り返したとすると、経路 ACB と ADB との差 $2x$ [m] は、波長 λ [m] の m 倍(半波長の $2m$ 倍)であるから、

問4 自動車ですれ違う前に、自動車に乗っている人が聞く振動数を f_0 [Hz] とすると、観測者の速度を負

の向きと考えて、 $[f_0 = \frac{V - v_0}{V - v_s} f_s]$ に、 $V = 340 \text{ m/s}$,

$v_0 = -36.0 \text{ km/h} = -10.0 \text{ m/s}$, $v_s = 72.0 \text{ km/h} = 20.0 \text{ m/s}$, $f_s = 288 \text{ Hz}$ をそれぞれ代入して、

$$f_0 = \frac{340 \text{ m/s} + 10.0 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} - 20.0 \text{ m/s}} \times 288 \text{ Hz} = 315 \text{ Hz}$$

自動車ですれ違った後に、自動車に乗っている人が聞く振動数を f_0' [Hz] とすると、音源の速度を負の向き

と考えて、 $[f_0' = \frac{V - v_0}{V - v_s} f_s]$ に、 $V = 340 \text{ m/s}$,

$v_0 = 36.0 \text{ km/h} = 10.0 \text{ m/s}$, $v_s = -72.0 \text{ km/h} = -20.0 \text{ m/s}$, $f_s = 288 \text{ Hz}$ をそれぞれ代入して、

$$f_0' = \frac{340 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} + 20.0 \text{ m/s}} \times 288 \text{ Hz} = 264 \text{ Hz}$$

[答] 315 Hz, 264 Hz

第3章 光

→p.188~223

問1 「 $c=4Lkn$ 」にそれぞれの値を代入すると、

$$c=4 \times 8.6 \times 10^3 \text{ m} \times 720 \times 12.6 \text{ 回/s}$$

$$=3.12 \dots \times 10^8 \text{ m/s} = 3.1 \times 10^8 \text{ m/s}$$

〔答〕 $3.1 \times 10^8 \text{ m/s}$ 問2 水の屈折率を n 、水中での光速を $v[\text{m/s}]$ とすると、「 $n = \frac{c}{v}$ 」より、

$$v = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.3330} = 2.250 \dots \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$= 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

〔答〕 $2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$ 問3 〔教〕p.191 表1より、波長 $5.893 \times 10^{-7} \text{ m}$ の光の水に対する屈折率 $n_1 = 1.3330$ であり、空気に対する屈折率 $n_2 = 1.0003$ である。臨界角を i_0 とすると、「 $\sin i_0 = n_{12} = \frac{n_2}{n_1}$ 」より、

$$\sin i_0 = \frac{1.0003}{1.3330} = 0.7504 \dots$$

問6 凸レンズでは、物体がレンズの前方にあるとき、

㊦ 光軸に平行な光は、レンズを通過後、後方の焦点を通る。

㊧ 前方の焦点を通る光は、レンズを通過後、光軸に平行に進む。

㊨ レンズの中心を通る光は、直進する。

このうち2つを用いて作図すればよい。

凹レンズでは、物体がレンズの前方にあるとき、

㊦ 光軸に平行な光は、レンズを通過後、前方の焦点から出たように進む。

㊧ 後方の焦点に向かって入射した光は、レンズを通過後、光軸に平行に進む。

㊨ レンズの中心を通る光は、直進する。

このうち2つを用いて作図すればよい。

図の方眼の1目盛りを1として、凸レンズは $a=6$ 、 $f=3$ より、レンズの式「 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 」を用いて $b=6$ となり、レンズの後方6の位置に実像ができる。

別紙76-2

第4部 電気と磁気

第1章 電場と電位

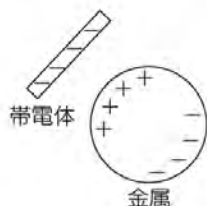
→p.228~267

問1 同じ材質、同じ大きさの2つの金属球なので、接触後の電気量は同じになる。これを $q[\text{C}]$ とすると、電気量保存の法則より、

$$+8.0 \times 10^{-7} \text{ C} - 1.6 \times 10^{-7} \text{ C} = 2q$$

よって、 $q = 3.2 \times 10^{-7} \text{ C}$ 〔答〕 ともに $+3.2 \times 10^{-7} \text{ C}$

問2 負の帯電体を金属に近づけると、金属内の自由電子は帯電体から遠い側に移動し、帯電体に近い側は自由電子が不足して正に帯電する。この正の電荷と負の帯電体が及ぼし合う力のために両者は引き合う。

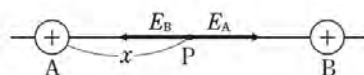
問3 求める電気力の大きさを $F[\text{N}]$ とすると、クーロンの法則より、問5 電場の強さを $E[\text{N/C}]$ とすると、「 $E = k \frac{|Q|}{r^2}$ 」より、

$$E = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \times \frac{5.0 \times 10^{-8} \text{ C}}{(0.30 \text{ m})^2}$$

$$= 5.0 \times 10^3 \text{ N/C}$$

〔答〕 $5.0 \times 10^3 \text{ N/C}$

類題2

上の図で、AB間で合成電場が0になる点をPとし、 $AP=x$ とおく。また、クーロンの法則の比例定数を k とおく。点Aの電荷からの電場はA→Bの向きで、その強さを E_A とすると、

$$E_A = k \frac{q}{x^2}$$

点Bの電荷からの電場はB→Aの向きで、その強さを E_B とすると、

第2章 電流

→p.268~293

問1 $S=1.0\text{ mm}^2$, $I=8.5\text{ A}$, $e=1.6\times 10^{-19}\text{ C}$,
 $n=8.5\times 10^{19}\text{ 個/mm}^3$ とおく。求める速さを
 $v[\text{mm/s}]$ とすると, $[I=enSv]$ より,

$$v = \frac{I}{enS} = \frac{8.5\text{ A}}{1.6\times 10^{-19}\text{ C}\times 8.5\times 10^{19}\text{ 個/mm}^3\times 1.0\text{ mm}^2}$$

$$= 0.625\text{ mm/s} \approx 0.63\text{ mm/s} \quad \text{答} \quad 0.63\text{ mm/s}$$

問2 3000°C での抵抗値を $R[\Omega]$, $\alpha=7.2\times 10^{-3}/\text{K}$,
 $t=3000^\circ\text{C}$ とする。 $[\rho=\rho_0(1+\alpha t)]$ より, 抵抗値は
 $1+\alpha t$ 倍になるから,

$$R = 4.0\ \Omega \times (1 + 7.2\times 10^{-3}/\text{K} \times 3000^\circ\text{C})$$

$$= 90.4\ \Omega \approx 90\ \Omega \quad \text{答} \quad 90\ \Omega$$

問3 電熱線で発生したジュール熱を $Q[\text{J}]$ とすると,
 $Q=25\ \Omega \times (4.0\ \text{A})^2 \times 5.0 \times 60\ \text{s} = 1.2 \times 10^5\ \text{J}$

$$\text{答} \quad 1.2 \times 10^5\ \text{J}$$

問4 合成抵抗は $20\ \Omega + 20\ \Omega = 50\ \Omega$

問6 分流器の抵抗値を $r[\Omega]$ とする。100 mA の電
 流を流したとき, 分流器に 99 mA の電流が流れるよ
 うにすればよい。電流計と分流器は並列に接続されて
 いるので, かかる電圧は等しい。よって, オームの法
 則より,

$$9.9\ \Omega \times 1.0\ \text{mA} = r \times 99\ \text{mA}$$

ゆえに, $r=0.10\ \Omega$

$$\text{答} \quad 0.10\ \Omega$$

問7 電流計に直列に接続する抵抗値を $R[\Omega]$ とする
 と, オームの法則より,

$$(5.0\ \Omega + R) \times 0.100\ \text{A} = 10\ \text{V}$$

$$5.0\ \Omega + R = 100\ \Omega$$

よって, $R=95\ \Omega$

倍率器の抵抗値を $R'[\Omega]$ とすると, オームの法則よ
 り,

$$(5.0\ \Omega + R + R') \times 0.100\ \text{A} = 100\ \text{V}$$

$$5.0\ \Omega + 95\ \Omega + R' = 1000\ \Omega$$

よって, $R'=900\ \Omega$

$$\text{答} \quad 95\ \Omega, 900\ \Omega$$

別紙77-2

第3章 電流と磁場

→p.294~316

問1 磁極間にはたらく力の大きさを $F[\text{N}]$ とすると,
 $F=6.3\times 10^4\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{Wb}^2$

$$\times \frac{4.0\times 10^{-5}\ \text{Wb} \times 4.0\times 10^{-5}\ \text{Wb}}{(0.10\ \text{m})^2}$$

$$\approx 1.0\times 10^{-2}\ \text{N} \quad \text{答} \quad 1.0\times 10^{-2}\ \text{N}, \text{斥力}$$

問2 西向きを正として, 磁場を $H[\text{N/Wb}]$ とすると,

$$H = \frac{6.0\times 10^{-4}\ \text{N}}{-2.0\times 10^{-5}\ \text{Wb}} = -30\ \text{N/Wb}$$

$$\text{答} \quad \text{東向きに } 30\ \text{N/Wb}$$

問3 磁場の強さを $H[\text{A/m}]$ とすると $[H = \frac{I}{2\pi r}]$
 より,

$$H = \frac{6.28\ \text{A}}{2 \times 3.14 \times 0.20\ \text{m}} = 5.0\ \text{A/m} \quad \text{答} \quad 5.0\ \text{A/m}$$

類題1 電流 A, B による磁場をそれぞれ \vec{H}_A , \vec{H}_B

よって, 点Pでの合成磁場の大きさ H_P は,

$$H_P = \sqrt{2} \times H_A = \sqrt{2} \times \frac{I}{2\pi\sqrt{2}a} = \frac{I}{2\pi a}$$

$$\text{答} \quad \text{点O: } \frac{I}{\pi a}, \text{ 点P: } \frac{I}{2\pi a}$$

問4 磁場の強さを $H[\text{A/m}]$ とすると $[H = N \frac{I}{2r}]$
 より,

$$H = 10 \times \frac{0.72\ \text{A}}{2 \times 0.15\ \text{m}} = 24\ \text{A/m} \quad \text{答} \quad 24\ \text{A/m}$$

問5 磁場の強さを $H[\text{A/m}]$ とすると $[H = nI]$ より,

$$H = \frac{500}{0.10\ \text{m}} \times 2.0\ \text{A} = 1.0 \times 10^4\ \text{A/m}$$

$$\text{答} \quad 1.0 \times 10^4\ \text{A/m}$$

問6 力の大きさを $F[\text{N}]$ とすると, $[F = \mu H I]$ より,

$$F = 4\pi \times 10^{-7}\ \text{N/A}^2 \times 4.0\ \text{A} \times 20\ \text{A/m} \times 0.10\ \text{m}$$

第4章 電磁誘導と電磁波

→p.317~361

問1 レンツの法則より、コイルには磁石の側から見て左回りに誘導起電力が生じる。よって、a端が高電位となり、a-bに抵抗をつなぐと、誘導電流は抵抗をa→bの向きに流れる。 **答** a端 a→bの向き

問2 誘導起電力の大きさをV[V]とすると、

$$V = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \text{ より,}$$

$$V = 100 \times \frac{4.0 \times 10^{-4} \text{ Wb}}{0.20 \text{ s}} = 0.20 \text{ V} \quad \text{答} \quad 0.20 \text{ V}$$

類題1 ① 辺abだけが $0 < x < L$ の範囲

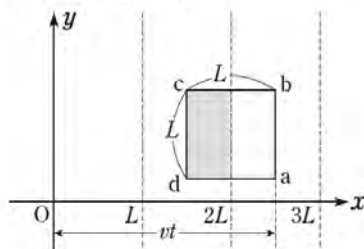
($0 < t < \frac{L}{v}$) にあるとき、磁束が貫く面積は Lvt だから、

$$\text{磁束 } \Phi = BLvt$$

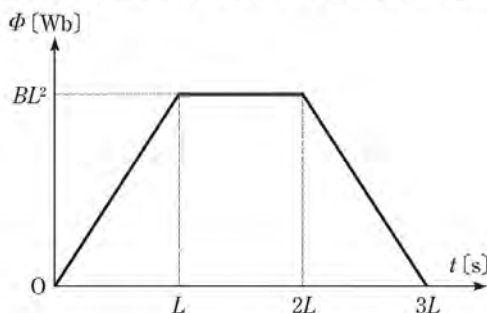


③ 辺cdだけが $L < x < 2L$ の範囲 ($\frac{2L}{v} < t < \frac{3L}{v}$)

にあるとき、磁束が貫く面積 $L(3L-vt)$ だから、
磁束 $\Phi = BL(3L-vt)$



よって、磁束 Φ の変化のグラフは図のようになる。



第5部 原子・分子の世界

第1章 電子と光

→p.364~385

類題1 各測定値の差をとると、次のようになる。

$$3.29 - 1.70 = 1.59$$

$$4.89 - 3.29 = 1.60$$

$$8.02 - 4.89 = 3.13$$

$$12.84 - 8.02 = 4.82$$

$$14.48 - 12.84 = 1.64$$

この表より、 $1.59 \sim 1.70 (\times 10^{-19} \text{ C})$ 程度が電気素量であると推定できる。電気素量を $e [10^{-19} \text{ C}]$ とすれば、各測定値はそれぞれ $e, 2e, 3e, 5e, 8e, 9e$ と考えられるので、

$$e + 2e + 3e + 5e + 8e + 9e$$

$$= 1.70 + 3.29 + 4.89 + 8.02 + 12.84 + 14.48$$

よって、 $e = 1.615$ **答** $1.615 \times 10^{-19} \text{ C}$

問1 光子1個がもっているエネルギーを $E [\text{J}]$ とすると、 $[E = h\nu]$ より、

類題2 陰極Cの仕事関数 $W [\text{J}]$ は、**例題2** より、

$$W = 6.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

波長 $2.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ の光を当てたときにCから飛び出す光電子の運動エネルギーの最大値を $K_0 [\text{J}]$ とすると、 $[K_0 = h\nu - W]$ $[c = \nu\lambda]$ より、

$$K_0 = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times \frac{3.0 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.5 \times 10^{-7} \text{ m}} - 6.6 \times 10^{-19} \text{ J} \\ = 1.32 \times 10^{-19} \text{ J}$$

求める電位差を $V [\text{V}]$ とすると、 $[K_0 = eV]$ より、

$$1.32 \times 10^{-19} \text{ J} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times V$$

よって、 $V = 0.825 \text{ V} \approx 0.83 \text{ V}$ **答** 0.83 V

問4 光速を $c [\text{m/s}]$ とし、光子1個のエネルギー $E [\text{J}]$ を真空中の光の波長 $\lambda [\text{m}]$ で表すと、 $[E = h\nu]$ $[c = \nu\lambda]$ より、

$$E = \frac{hc}{\lambda} [\text{J}]$$

となり、 λ が大きいほど E は小さくなる。したがって、可視光線の光子1個のエネルギーの最小値は、

第2章 原子・原子核・素粒子 → p.386~421

問1 パルマー系列は [教] p.388 式(2)で $n'=2$ の場合である。式(2)に $n'=2$ を代入し、変形して、

$$\lambda = \frac{1}{R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right)} \dots\dots ①$$

よって、波長 λ が最も長いということは、式①の右辺の分母が最も小さい、つまり、 $\frac{1}{n^2}$ が大きいことを意味する。したがって、 n が最も小さい $n=3$ を計算すればよい。

$$\lambda = \frac{1}{1.1 \times 10^7 / \text{m} \times \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right)} = \frac{36}{1.1 \times 10^7 / \text{m} \times 5} = 6.54 \dots \times 10^{-7} \text{ m} \approx 6.5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

よって、最も長い波長は、 $6.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ であり、水素のスペクトル H_α の輝線の波長と一致する。

次に、波長 λ が最も短いということは、式①の右辺の分母が最も大きい、つまり、 $\frac{1}{n^2}$ が最も小さいことを

$$E_n = -\frac{2.18 \times 10^{-18}}{n^2} \text{ J} \times \frac{1}{1.602 \times 10^{-19} \text{ J/eV}} \approx -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$$

となり、したがって、[教] p.391 式(1)で表すことができる。 [答] $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$

問3 [教] p.392 式③の $R = \frac{2\pi^2 k_0^2 m e^4}{ch^3}$ に、

$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}, \quad h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}, \\ k_0 = 8.99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2, \quad m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}, \\ e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C} \text{ を代入すると,} \\ R \approx 1.09 \times 10^7 / \text{m}$$

よって、リュードベリ定数の値とほぼ一致する。

問4 量子数 n から n' (ただし、 $n > n'$) へ移ったときに放出される光子の振動数を ν とすると、振動数条件より、

$$E_n - E_{n'} = h\nu \dots\dots ①$$

p. 424 思考力を試す

1 (1) 点A: 物体にはたらく力は重力と垂直抗力のみであるから、垂直抗力を N_A として鉛直方向に対して力のつり合いの式を立てると、

$$N_A - mg = 0 \quad \text{ゆえに、} N_A = mg$$

点B: 円運動の軌道内に入っているため、遠心力を考慮し、この地点における速さを

v_B 、垂直抗力を N_B とすると、力のつり合いの式は、

$$N_B - m \frac{v_B^2}{R} - mg = 0$$

力学的エネルギーの保存の法則より、

$$mgH = \frac{1}{2} m v_B^2 + 0 \quad \text{ゆえに、} m \frac{v_B^2}{R} = \frac{2mgH}{R}$$

したがって、 $N_B = m \frac{v_B^2}{R} + mg = mg(1 + \frac{2H}{R})$

点C: 遠心力を考慮し、この地点における速さを v_C 、垂直抗力を N_C とすると、水平方

向の力のつり合いの式は、

$$N_C - m \frac{v_C^2}{R} = 0$$

力学的エネルギーの保存の法則より、

$$mgH = \frac{1}{2} m v_C^2 + mgR \quad \text{ゆえに、} m \frac{v_C^2}{R} = \frac{2mg(H-R)}{R}$$

- 3 (1) ア: 屈折の法則より、 $\sin i = n \sin r$
イ: 同様に、屈折の法則より、光の進む向きはダイヤモンドから外側の空気へ向かう向きであることに注意すると、 $\sin \theta_C = \frac{1}{n}$
(2) ウ: ダイヤモンドにおいて、 $0^\circ < i < i_C$ のとき、 $\theta_C < \theta_{AC}$ より、全反射
エ: 同じくダイヤモンドにおいて、 $i_C < i < 90^\circ$ のとき、 $\theta_C > \theta_{AC}$ より、部分反射
オ: ガラスにおいて、 $0^\circ < i < 90^\circ$ のとき、 $\theta < \theta_{AC}$ より、部分反射

4 (1) ローレンツ力が向心力となって円運動をするから、円の中心運動の運動方程式より、

$$m \frac{v^2}{R} = qvB \quad \text{ゆえに、} v = \frac{qBR}{m}$$

(2) 点電荷の円運動の半径が変化しないとみなすことができるとき、 $\Phi = BS$ より、

$$\Delta \Phi = \Delta B \times S = nR^2 \Delta B$$

(3) 円環コイルに沿って生じる誘導起電力の大きさを V とすると、 $V = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ より、

$$V = -n \Delta \Phi = -\pi n R^2 \Delta B$$

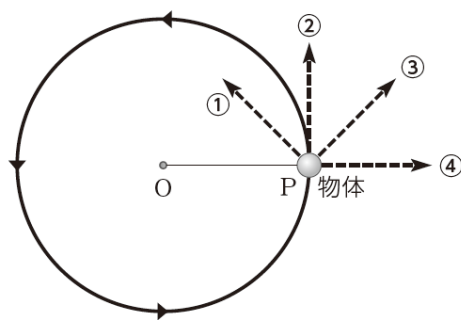
学んでリトライ



年 組 番 氏名 _____

Q.1 円運動をする物体はどちらへ飛んでいく？ → p.94

図のように原点Oでひもの一端が固定され、他端に取り付けられた物体が、Oを含むなめらかな水平面上で等速円運動をしている。Pの地点でひもを切ると物体はどの向きに飛んでいくか。このときの物体の軌跡を①～④のうちから1つ選ぼう。ただし、ひもを切る際の摩擦や空気抵抗は考えないものとする。



解答

学んでリトライ



年 組 番 氏名

Q.2 宇宙ステーションの中は無重力? → p.110

国際宇宙ステーション (ISS) の中では、物体や宇宙飛行士が宙に浮かび、重力がはたらいていないように見える。この理由を表す文章として、最も適当なものはどれか。

- ① ISS が地球の万有引力の影響がない場所にあり、地球の重力がほとんどはたらかないため。
- ② ISS 内部の物体にはたらく力がすべてつり合いの状態にあり、ISS 内部の物体に重力がはたらかないように見えるため。
- ③ ISS の内部に特殊な装置があり、重力を無効化しているため。



解答

別紙81-2

学んでリトライ



年 組 番 氏名

Q.2 宇宙ステーションの中は無重力? → p.110

対話例

国際宇宙ステーション (ISS) で宇宙飛行士が作業をしている様子を見ると、ISS 内部には重力がはたらいていないように見えるなあ。ということは、選択肢①のように ISS が地球の引力圏外にいると考えれば、無重力だといえるかな。



でも、ISS は地球の周りを回っているんでしょ？ それは ISS が地球に引っ張られていることを意味しているんじゃないかな？



それはそうだね。地球と ISS の間にはたらく万有引力が向心力になって、ISS は地球の周りを回っているのか。では、選択肢①ではないね。



かといって、選択肢②は「ISS が地球の周りを自由落下している」という表現が、気になるなあ。どういう意味なんだろう。まさか、いつか地球に落ちてくるのかな？



確かに、少しわかりにくい表現ですね。ISS が地球の周りを円運動をしていると考えてみましょう。ISS は地球の周囲を約 2 万 8000 km/h の速さで等速運動をしています。ISS が円運動をしているのは、ISS が地球との万有引力で地球の中心に引かれ、それが向心力となっているからです。この運動が継続しているということは…。

学んでリトライ



年 組 番 氏名 _____

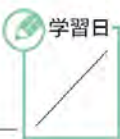
Q.3 どんな媒質中でも変わらない量は？ → p.170

波を表す量のうち、媒質によって変化しない量を次の①～③からすべて選び、その理由を説明しなさい。

解答

1 上のように考えた理由を書きましょう。

学んでリトライ



年 組 番 氏名 _____

Q.3 どんな媒質中でも変わらない量は？ → p.170

対話例



ナツミさん

私は選択肢③だと思うわ。周波数は変わらないんじゃない？



ケントさん

②かな？波の波長は変化しないんじゃないかと思うんだけど。



早川先生

さあ、どうでしょうか。まずは、波が異なる媒質を通過するときどのように振る舞うかを考えてみましょう。例えば、教科書 p.166 のように、水面波が境界面で屈折して進むとき、波の速さ、波長、周波数のうちどれが変化するかを考えてみてください。

水深が深いところから浅いところに向かう水面波は、境界面に進行すると波の速さが変わるんですよ。



そうそう。水深が深いところから浅いところへ屈折すると、波の速さが遅くなっていました。水深の深いところと浅いところを異なる媒質と考えれば、波の速さは変わると言えますね。

Retry 学んでリトライ

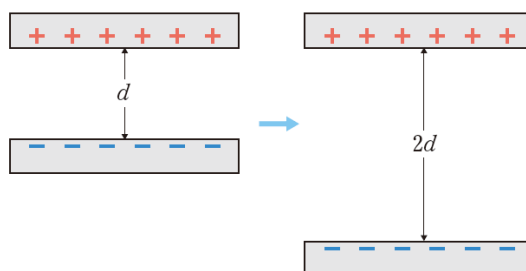


年 組 番 氏名 _____

Q.4 電場の強さはどう変わる? → p.265

2枚の金属板に電源をつなぎ、十分に時間が経過した。その後、電源を切り、図のように極板間の距離を2倍に広げたとき、極板間の電場の強さは極板間の距離を広げる前と比べてどうなるか。

- ① 2倍になる ② 半分になる
③ 変わらない



解答

Retry 学んでリトライ



年 組 番 氏名 _____

Q.4 電場の強さはどう変わる? → p.265

対話例

この問題はよく見かけます！極板は正と負に帯電していて、それを離すんだから電場は弱くなりそうだけど。ということは選択肢②かな？



ナツミさん

でも、極板間は一様な電場ができるらしいから、それが正しいとすると電場は変わらない気もするなあ。そうなると選択肢③かな？

クーロンの法則で考えてみたらどうかな。正と負の電荷が引力で引き合っているものを離すから、誰か(外力)がした仕事の分だけ、位置エネルギーが増加して、電場が強くなる気もするね。となると選択肢①になるね。どれなんだろう…。



2人ともよく考えていますね。基本的なことから考えてみましょう。まず、点電荷と極板の場合で電場はどのようにつくられるかを整理してみましょう。

1 平均の速度

$$\bar{v} = \frac{\text{変位 [m]}}{\text{所要時間 [s]}} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

瞬間の速度 Δt [s]を限りなく0に近づけた極限

2 平均の加速度

$$\bar{a} = \frac{\text{速度の変化 [m/s]}}{\text{所要時間 [s]}} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

瞬間の速度 Δt [s]を限りなく0に近づけた極限

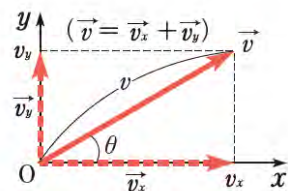
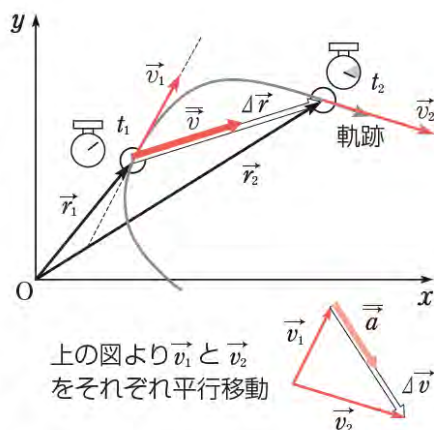
3 速度の分解

$$v_x = v \cos \theta, \quad v_y = v \sin \theta$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$$

\vec{v} [m/s]: 速度
 v [m/s]: \vec{v} の大きさ(速さ)
 v_x [m/s]: \vec{v} のx成分
 v_y [m/s]: \vec{v} のy成分



4 相対速度

$$\vec{v}_{AB} = \vec{v}_B - \vec{v}_A \quad \vec{v}_{AB}: A \text{ に対する } B \text{ の相対速度}$$

5 運動方程式

$$m\vec{a} = \vec{F} \quad x \text{ 成分: } ma_x = F_x \quad y \text{ 成分: } ma_y = F_y$$

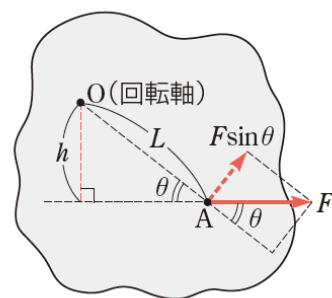
別紙84-2

1 剛体の運動 変形しない大きさのある物体(剛体)に力がはたらく場合、物体は並進運動(平行移動)と回転運動とを組み合わせた運動をする。

2 力のモーメント 任意の点Oのまわりに物体を回転させる力のはたらき。単位はニュートンメートル(記号 N・m)を用いる。力のモーメント M [N・m]は、

$$M = Fh = FL \sin \theta = F \sin \theta \times L$$

F [N]: 力の大きさ h [m]: うでの長さ
 L [m]: 点Oから力の作用点Aまでの距離
 θ [°]: 直線OAと力の作用線とがなす角
 (ふつう、左回り(反時計回り)を正とする)



3 剛体のつり合いの条件 剛体が移動も回転もしないとき、剛体にはたらく力はつり合っている。

移動しない条件(力のつり合い)

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = \vec{0} \quad (F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots = 0, \quad F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots = 0)$$

回転しない条件(任意の点のまわりの力のモーメントのつり合い)

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0$$

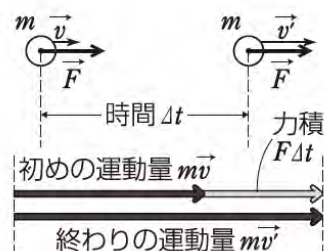
1 運動量 物体の運動の激しさを表すベクトル量。向きは速度と同じ。

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad \vec{p}[\text{kg}\cdot\text{m/s}] : \text{運動量} \quad m[\text{kg}] : \text{質量} \quad \vec{v}[\text{m/s}] : \text{速度}$$

2 力積 $\vec{F}\Delta t[\text{N}\cdot\text{s}]$ $\vec{F}[\text{N}]$: 力 $\Delta t[\text{s}]$: 力がはたらいた時間

3 運動量の変化と力積 物体の運動量の変化は、その変化の間に物体が受けた力積に等しい。

$$\text{運動方程式 } m \frac{\vec{v}' - \vec{v}}{\Delta t} = \vec{F} \text{ より, } m\vec{v}' - m\vec{v} = \vec{F}\Delta t$$



2. 運動量の保存

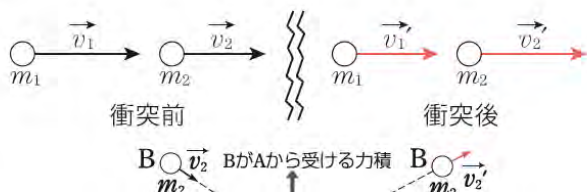
4 運動量保存の法則 物体系(注目している物体のグループ)に外力(物体系の外の物体から及ぼされる力)による力積が加わらないとき、物体系全体の運動量の和は一定に保たれる。

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'$$

(1) 直線上での運動量の保存

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

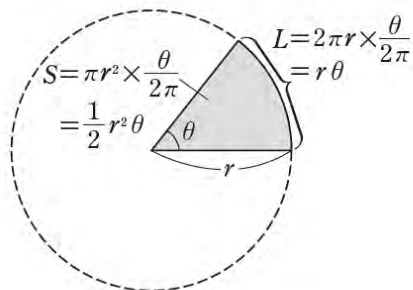
補 正の向きを決め、負の向きの運動量には負の符号(-)をつける。



1 弧度法 半径 r に対する弧の長さ L の比で中心角 θ を表す方法

$$\theta = \frac{L}{r} [\text{rad}]$$

θ [rad] と φ [°] の関係: $\theta = 2\pi \times \frac{\varphi}{360}$

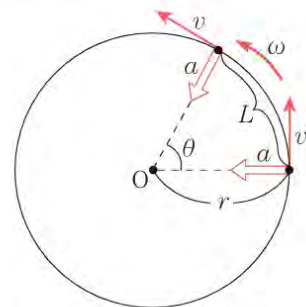


φ [°]	0	30	45	約 57	60
θ [rad]	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	1	$\frac{\pi}{3}$
φ [°]	90	180	270	360	
θ [rad]	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3}{2}\pi$	2π	

2 角速度 $\omega = \frac{\theta}{t} [\text{rad/s}]$ θ [rad] : 時間 t [s] の間に物体が回転した角度

3 等速円運動の速さ

$$v = r\omega [\text{m/s}] \quad (\text{向きは, 円の接線方向})$$



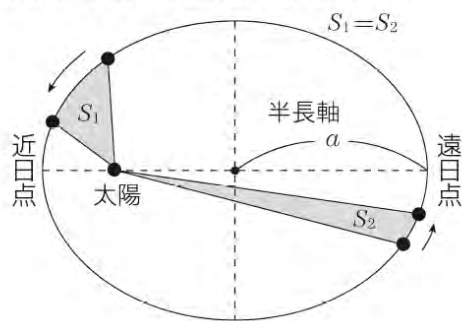
4 周期と回転数 $T = \frac{2\pi}{\omega}$, $n = \frac{1}{T}$ T [s] : 周期 n [回/s] : 回転数

1 ケプラーの法則

第1法則 それぞれの惑星は、太陽を1つの焦点とする楕円軌道上を運動する。

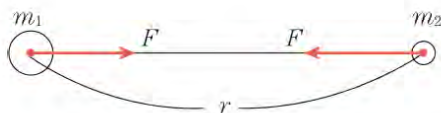
第2法則 太陽と惑星とを結ぶ線分が、単位時間に描く面積(面積速度)は、それぞれの惑星について一定である(面積速度一定の法則)。

第3法則 惑星の公転周期 T の2乗と楕円軌道の半長軸 a の3乗の比の値は、すべての惑星について同じ値である。



$$\frac{T^2}{a^3} = k(\text{一定}) \quad k: \text{定数}$$

2 万有引力の法則 2つの物体の間にはたらく引力の大きさ $F[\text{N}]$ は、それらの質量 $m_1[\text{kg}]$, $m_2[\text{kg}]$ の積に比例し、距離 $r[\text{m}]$ の2乗に反比例する。



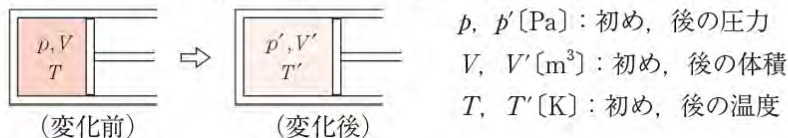
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad G \approx 6.67 \times 10^{-11} [\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2]: \text{万有引力定数}$$

3 重力 物体にはたらく重力は 地球が物体を引く万有引力と 地球の自転による

1 気体の圧力 $p = \frac{F}{S}$ $p[\text{Pa}]$: 圧力 ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$)
 $F[\text{N}]$: 面を垂直に押す力の大きさ $S[\text{m}^2]$: 面積

補 1気圧 (atm) $\approx 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1013 \text{ hPa} = 760 \text{ mmHg}$

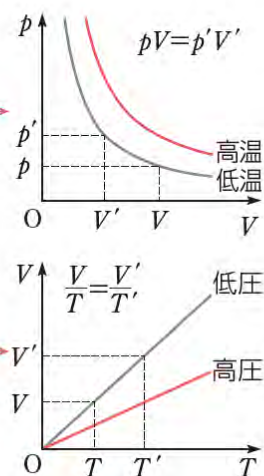
2 ボイルの法則・シャルルの法則 容器に閉じ込めた気体の状態が (p, V, T) から (p', V', T') に変化するとき、次の関係が成り立つ。



ボイルの法則 $T = T'$ のとき $pV = p'V' = \text{一定}$
 気体の温度が一定のとき、体積は圧力に反比例する。

シャルルの法則 $p = p'$ のとき $\frac{V}{T} = \frac{V'}{T'} = \text{一定}$
 気体の圧力が一定のとき、体積は絶対温度に比例する。

ボイル・シャルルの法則 $\frac{pV}{T} = \frac{p'V'}{T'} = \text{一定}$
 気体の体積は圧力に反比例し、絶対温度に比例する。



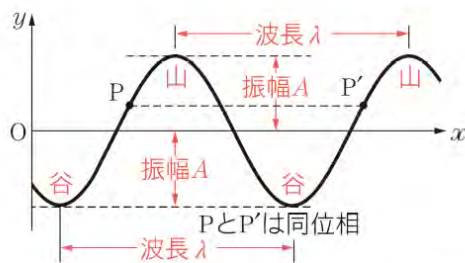
3 理想気体 ボイル・シャルルの法則が正確に成り立つ気体

1 波の基本式

$$v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$$

v [m/s]: 波の速さ λ [m]: 波長
 T [s]: 周期 f [Hz]: 振動数

波長: 山と山(または谷と谷)の間の距離
 周期: 媒質が1回振動するのに要する時間
 振動数: 媒質が1s間に振動する回数

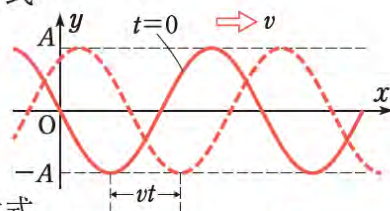


2 正弦波を表す式 x 軸の原点にある媒質が $y = A \sin \frac{2\pi}{T} t$ [m] で表される単振動をするとき、位置 x [m] にある媒質の時刻 t [s] における変位 y [m] を表す式

(1) x 軸の正の向きに伝わる正弦波(図の実線)を表す式

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right) = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

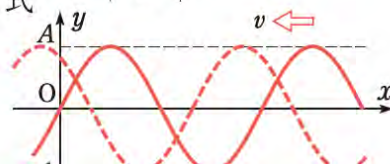
A [m]: 振幅 T [s]: 周期 t [s]: 時刻
 v [m/s]: 波の速さ x [m]: 位置 λ [m]: 波長



(2) x 軸の負の向きに伝わる正弦波(図の実線)を表す式

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} \left(t + \frac{x}{v} \right) = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$$

A [m]: 振幅 T [s]: 周期 t [s]: 時刻



1 空気中の音速 $V = 331.5 + 0.6t$ V [m/s]: 空気中の音速 t [°C]: 温度

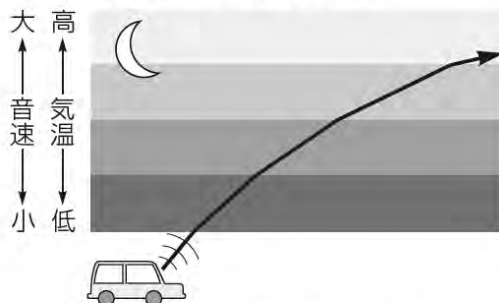
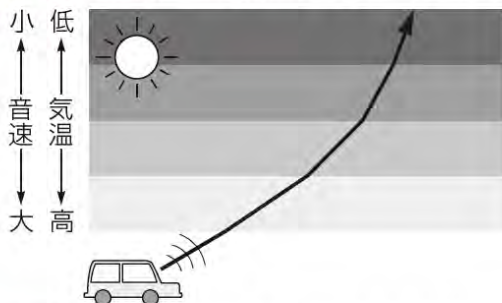
2 波の基本式 $v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$ v [m/s]: 波の速さ λ [m]: 波長
 T [s]: 周期 f [Hz]: 振動数

3 音の三要素 高さ(振動数), 大きさ(振幅), 音色(波形)

4 音波の回折 音波が障害物の背後に回り込む現象

5 音波の反射 音波は壁などに当たると反射する。 (例) やまびこ

6 音波の屈折 音波は温度により伝わる速さが異なるため, 屈折を起こす。



7 音波の干渉 2つ以上の音波が重なり合って, 音が大きく聞こえたり, 小さく聞こえたりする



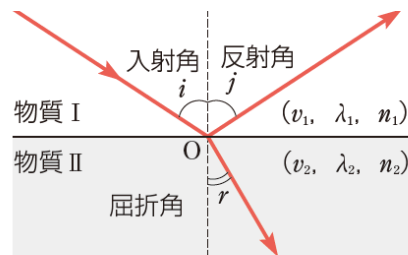
1 光速(光の速さ)真空中の光速 $c \doteq 3.0 \times 10^8$ [m/s]**2 反射の法則** 入射角 $i =$ 反射角 j **3 屈折の法則** 光が物質 I から物質 II へ進むとき、入射角を i 、屈折角を r 、物質 I、II 中の光速を v_1 [m/s]、 v_2 [m/s]、波長を λ_1 [m]、 λ_2 [m]、絶対屈折率を n_1 、 n_2 、振動数を f [Hz] とすると、物質 I に対する物質 II の相対屈折率 n_{12} は、

$$n_{12} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{f\lambda_1}{f\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

真空中の光速を c [m/s]、波長を λ_0 [m]、物質中の光速を v [m/s]、波長を λ [m] とすると、物質の絶対屈折率(真空中から物質中へ進むときの屈折率) n は、

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_0}{\lambda}$$

補 反射光、屈折光の振動数は入射光と等しい。

4 全反射 絶対屈折率の大きい物質から、小さい物質へ光が向かうとき ($n_1 > n_2$)、臨界角(屈折角が 90° になるときの入射角) i_0 より大きい入射角で光が入射すると、入射光は全反射する。臨界角 i_0 は、 $\frac{\sin i_0}{1} = \frac{n_2}{n_1}$ より、次式を満たす角である。**1 静電気** 摩擦などによって生じる電気で、物体に蓄えられたままで静止している状態のもの。電気には2種類あり、同種の電気は互いに反発し合い、異種の電気は互いに引き合う。**2 電荷と電気量** 帯電している物体がもつ電気を電荷といい、電荷の量を電気量という。外部と電荷のやりとりがなければ、電気量の総和は常に一定である(電気量保存の法則)。**3 導体・不導体・半導体** 電気をよく通すものを導体、ほとんど通さないものを不導体(絶縁体、誘電体)、両者の中間程度のもを半導体という。**4 静電誘導** 外部の帯電体の影響によって物体の電荷の分布に偏りができる現象。不導体に起こる静電誘導を誘電分極という。**2. 電界****5 クーロンの法則(点電荷の場合)**

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

F [N]: 電気力(静電気力)の大きさ
 k [$\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$]: クーロンの法則の比例定数

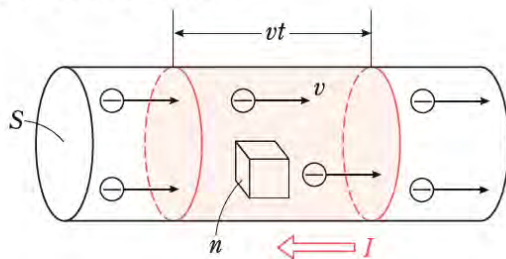
(真空中や空気中では $k_0 \doteq 9.0 \times 10^9$ [$\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$]) q_1 [C], q_2 [C]: 点電荷の電気量 r [m]: 点電荷の間の距離 a_1 、 a_2 が同種の場合は斥力(反発力)、異種の場合は引力

1 電流の強さ 導体の断面を単位時間に通過する電気量の大きさ

$$I = \frac{q}{t}$$

$$I = enSv$$

I [A] : 電流の強さ
 q [C] : 電気量 t [s] : 時間
 $-e$ [C] : 電子の電気量
 n [個/m³] : 自由電子の数密度 (単位体積あたりの個数)
 v [m/s] : 自由電子が移動する平均の速さ
 S [m²] : 導体の断面積



2 オームの法則

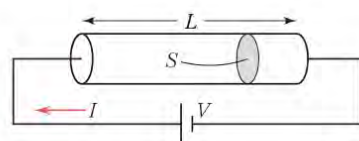
$$V = RI$$

V [V] : 電圧 R [Ω] : 電気抵抗 I [A] : 電流の強さ

3 電気抵抗(または単に, 抵抗)

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

R [Ω] : 電気抵抗 ρ [Ω·m] : 抵抗率
 L [m] : 導体の長さ S [m²] : 導体の断面積



抵抗率

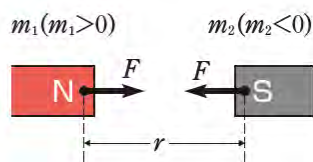
1 磁気力に関するクーロンの法則

$$F = k_m \frac{|m_1| \cdot |m_2|}{r^2}$$

F [N] : 磁極間にはたらく力の大きさ

$k_m = \frac{10^7}{(4\pi)^2} \approx 6.33 \times 10^4$ [N·m²/Wb²] : 磁気力に関するクーロンの法則の比例定数 (真空中)

m_1, m_2 [Wb] : 磁気量 (N 極 : 正, S 極 : 負)
 r [m] : 磁極間の距離

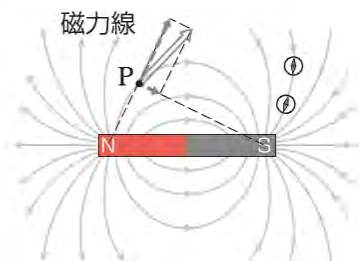


磁極が同種るとき斥力(反発力), 異種るとき引力

2 磁気力と磁界(磁場)との関係

$$\vec{F} = m\vec{H}$$

\vec{F} [N] : 磁気力
 m [Wb] : 磁気量 \vec{H} [N/Wb] : 磁界



3 磁力線 空間の磁界の様子を表すものが磁力線で, 各点での接線の方向がその点での磁界の方向を表す。電界の様子を表す電気力線と類似の性質がある。

2. 電流がつくる磁界

4 右ねじの法則

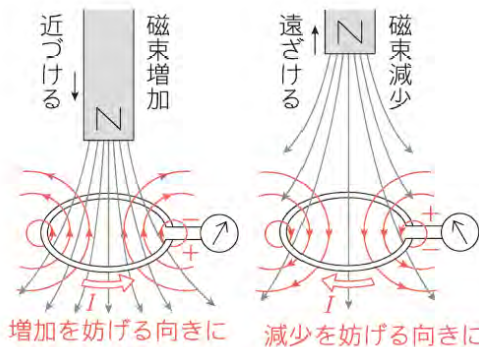
↑ 電流



1 磁束

$$\Phi = BS$$

Φ [Wb] : 磁束
 B [T] : 磁束密度の大きさ
 S [m²] : 磁界に垂直な面積



2 レンズの法則 誘導起電力は、誘導電流のつくる磁束がコイルを貫く外部からの磁束の変化を妨げる向きに生じる。

3 ファラデーの電磁誘導の法則 N 回巻きのコイルを貫く磁束 Φ [Wb]が、 Δt [s]間に $\Delta\Phi$ [Wb]だけ変化したとき、コイルの両端に発生する誘導起電力 V [V]は、

$$V = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$



4 渦電流 金属板の上で磁

1 真空放電 ごく低圧力の気体を通して起こる放電

2 陰極線 真空放電で陰極から出る電子の流れ

3 比電荷 荷電粒子の電気量の大きさとその質量との比(電子の場合 $\frac{e}{m}$)

4 トムソンの実験 陰極線(電子)に電界と磁界を作用させて、電子の比電荷を測定する実験(実験結果 $\frac{e}{m} = 1.758820 \times 10^{11}$ [C/kg])

5 電気素量 電子の電気量の絶対値で、電気量の最小単位

6 ミリカンの実験 帯電した油滴を電界中で運動させて、電気素量 e を測定する実験(実験結果 $e = 1.602176620 \times 10^{-19}$ [C])

7 電子の質量 **4** **6** の実験結果より、電子の質量 m は、 $m = 9.10938356 \times 10^{-31}$ [kg]

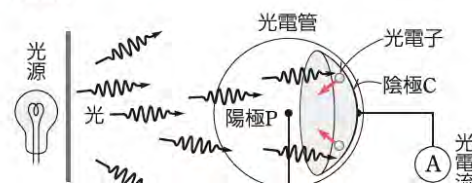
2. 光の粒子性

8 光電効果 金属に光を当てると電子が飛び出す現象

9 光電子 光電効果によって飛び出した電子

10 限界振動数 光電子の放出を可能にする光の振動数の最小値 ν_0 [Hz]

11 光子仮説 光は光速で動く粒子の集まり



- 1 原子の構造** $+Ze$ の電気量をもつ原子核の周りを, Z 個の電子が運動している。
- 2 原子のスペクトル** 高温の気体原子は, その原子固有の線スペクトル(輝線)を放射する。
- 3 バルマー系列** バルマーが発見した水素原子のスペクトル系列。可視光領域の光の波長 λ [m] を表す。

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n=3, 4, 5, \dots \quad R=1.097 \times 10^7 [\text{/m}] : \text{リュードベリ定数}$$
- 4 ライマン系列** ライマンが発見した水素原子のスペクトル系列。紫外線領域の光の波長 λ [m] を表す。

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n=2, 3, 4, \dots$$
- 5 パッシェン系列** パッシェンが発見した水素原子のスペクトル系列。赤外線領域の光の波長 λ [m] を表す。

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n=4, 5, 6, \dots$$
- 6 水素原子のスペクトル系列** 一般に, 水素原子のスペクトル系列の波長 λ [m] は次式で表される。

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{m'^2} - \frac{1}{m''^2} \right)$$



主な物理量と単位

	物理量	単位		主な量記号	単位間の関係	
		記号	名称			
基本単位	長さ	length	m	メートル	l, L, d	
	質量	mass	kg	キログラム	m, M	
	時間	time	s	秒	t, T	
	電流	electric current	A	アンペア	I, i	
	温度	temperature	K	ケルビン	T, t	$0 \text{ K} = -273.15 \text{ }^\circ\text{C}$
	物質質量	amount of mass	mol	モル	n	
	光度 ^①	luminous intensity	cd	カンデラ		
	面積	area	m^2	平方メートル	S	
	体積	volume	m^3	立方メートル	V	
	密度	density	kg/m^3	キログラム毎立方メートル	ρ	
	角度	angle	rad, $^\circ$	ラジアン, 度	θ, φ	$1 \text{ rad} \doteq 57.3^\circ$