

# 物理学実験 I

責任者名：山岡 大

学期：前期

対象学年：1年

授業形式等：実験

## ◆担当教員

山岡 大(基礎自然科学分野 (物理) 教授)

鈴木 秀則(基礎自然科学分野 (物理) 助教)

秋葉 昭太(基礎自然科学分野 (物理) 兼任講師)

## ◆一般目標 (GIO)

問題解決能力および将来の歯科医学研究の基礎的能力を修得するために、科学の基礎となっている物理学の基礎的知識を学修し、実験での方法、データの整理、実験レポートの作成等を通じて、物理学の思考方法を身につける。

## ◆到達目標 (SBO s)

- ・基本物理量の単位量と基本単位を説明できる。
- ・生体现象の基礎となる物体の力学的な運動を説明できる。
- ・歯科材料等の力学的・熱学的な基本的性質を説明できる。
- ・実験の方法、データの整理から適切な実験レポートを作成できる。

## ◆評価方法

講義時間内の課題提出の取り組み姿勢および成果物 (50%)、実験時間内の小テストおよび平常試験(50%) で評価する。

なお、平常試験の追・再試は原則実施しない。

平常試験後の授業で試験の解説によるフィードバックを行い、各実験項目での原理等を再確認する。

## ◆オフィス・アワー

担当教員	対応時間・場所など	メールアドレス・連絡先	備考
山岡 大	金曜日 17:00~18:00 3号館4階物理学研究室	yamaoka.masaru_at_nihon-u.ac.jp	_at_はアットマーク
鈴木 秀則	金曜日 17:00~18:00 3号館4階物理学研究室	suzuki.hidenori_at_nihon-u.ac.jp	_at_はアットマーク

## ◆授業の方法

第1回の授業はガイダンス、および計測によって得られたデータの処理方法と、有効数字を理解する。

第2回から第6回の授業は、力学、熱学の物理学実験の現象を理解する上で必要となる基礎物理学を学修し、その知識に基づいた各実験項目の実験原理および方法について理解を深める。

第8回の授業は、副尺付きの計量器の原理を理解し、取り扱いを体得する。

第9回から第14回の実験は、各実験項目の原理に従った実験方法と、その実験で得られたデータの整理を通じて、実験の手技と物理学の思考方法を修得する。

第7回、第15回には平常試験を実施し、その後解説を行い、各実験項目の原理等を再確認する。

#### ◆アクティブ・ラーニング

実験は対面あるいは動画配信により実験方法を学び、各実験で得られたデータの整理、計算を各自で行う。

#### ◆教材(教科書、参考図書、プリント等)

種別	図書名	著者名	出版社名	発行年
教科書	物理学実験(2021年度版)	日本大学歯学部基礎自然科学分野(物理)編著	蓼科印刷株式会社	2021
参考書	医歯系の物理学	赤野松太郎, 鮎川武二, 藤城敏幸, 村田浩	東京教学社	2016
参考書	医療系のための物理	佐藤幸一, 藤城敏幸	東京教学社	2017
参考書	物理実験法	関根幸四郎	コロナ社	1982
参考書	物理学辞典(改訂版)	物理学辞典編集委員会	培風館	2005

#### ◆DP・CP

[DP3] コンピテンス: 論理的・批判的思考力

コンピテンス: 多岐にわたる知識や情報を基に、論理的な思考や批判的な思考ができる。

[DP5] コンピテンス: 挑戦力

コンピテンス: 新たな課題の解決策を見出すために、基礎・臨床・社会医学等の知識を基に積極的に挑戦し続けることができる。

[CP3] 幅広い教養と歯科医療に必要な体系的な知識を基に、論理的・批判的思考力と総合的な判断能力を育成する。

[CP5] 研究で明らかとなる新たな知見と研究マインドをもとに、歯科医学の課題に挑戦する学生を育成する。

#### ◆準備学習(予習・復習)

別途配付の予習シートを完成すること。

小テストおよび平常試験に備え、終了した各実験項目の復習を怠らないこと。

#### ◆準備学習時間

準備学習に記載された事項に必要なだけの時間を充てて予習・復習を行うこと。

◆全学年を通しての関連教科

自然科学演習（1年前期）

物理学実験Ⅱ（1年後期）

物理化学（1年前期）

歯科学統合演習Ⅰ（1年後期）

歯科理工学Ⅰ（2年後期）

◆予定表

第9回～第14回での実験項目A～F，遠隔・対面の割当てについては授業時間内に指示する。

第9回～第15回の授業開始時には終了した実験項目の理解度を確認する約10分間の小テストを実施する。

回	クラス	月日	時間	学習項目	学修到達目標	担当	コアカリキュラム
1	A B	4.9 4.9	1 ～ 3 4 ～ 6	【対面】 基本物理量の計測 1 1) 単位量と基本 単位 2) 読取値と誤差 3) 計測値の有効 数字	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本物理量の単位量と基本単位を学び，測定値の読取りと計測器の精度，器差等を説明できる。</li> <li>計測器による読取値の最下位の数値は最小目盛の目分量による。読取値の有効桁数及び誤差を説明できる。</li> <li>計測による読取値の最下位の数値は最小目盛間隔の目分量によるため，これによって計測値の有効数字が定まる。有効数字の意義を説明できる。</li> </ul>	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎
2	A,B	4.23	1 ～ 3	【遠隔】 実験講義1 1. 質点の運動 1)運動の法則と運動方程式 2)自由落下 3)仕事と運動エネルギー 4)保存力と位置エネルギー 5)力学的エネルギーの保存	<ul style="list-style-type: none"> <li>質点の運動に関する，ニュートンの第1，第2，第3法則を説明できる。</li> <li>自由落下する物体に働く力（重力）を定めることにより，運動方程式から任意の時刻における速度，位置が決定されることを説明できる。</li> <li>仕事の概念，仕事と運動エネルギーとの関係を説明できる。</li> <li>重力場（保存力の場合）では，運動エネルギーの増加は位置エネルギーの減少であることを学び，力学的エネルギー保存則を説明できる。</li> <li>自由落下する物体の力学的エネルギーを算出し，原理的に保存されていることを説明できる。</li> </ul>	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎
3	A,B	4.30	1	【遠隔】	・単振動，等速円運動について，そ	山岡 大	C-1-2) 生体

			<p>～ 3</p> <p>実験講義 2</p> <p>6)単振動</p> <p>7)等速円運動</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・向心力</li> <li>・向心加速度</li> </ul> <p>8)振り子の周期運動と周期</p> <p>9)重力加速度の実測値</p> <p>2. 力のモーメント</p> <p>1)力のモーメントの正負</p>	<p>それぞれの運動に働く力の特徴を把握し、運動方程式の解について説明できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・等速円運動は向心加速度をもつ運動であることを説明できる。</li> <li>・振り子の周期運動（単振動）は重力による運動の一例である。この振り子の周期運動における、周期と重力加速度の近似式が導出できる。</li> <li>・地球上の物体に働く重力は、地球が物体を引く万有引力と、地球の自転による遠心力の合力であることから、重力加速度の測定値が緯度に依存するのは、地球の自転による遠心力が原因であることを説明できる。</li> <li>・回転運動に関わる力の働きである「力のモーメント」について、ベクトル量であること、1つの軸のまわりの力のモーメントには正負があることを説明できる。</li> </ul>	<p>鈴木 秀則 秋葉 昭太</p>	<p>現象の物理学的基礎</p>
4	A,B	5.7	<p>1 ～ 3</p> <p>【遠隔】 実験講義 3</p> <p>3. 剛体のつり合い</p> <p>1)剛体</p> <p>2)つり合いの条件</p> <p>4. 弾性体</p> <p>1)歪みと応力</p> <p>2)フックの法則</p> <p>3)ヤング率</p> <p>5. 粘性流体</p> <p>1)接線応力</p> <p>2)粘性係数</p>	<p>・力学で取り扱う、抽象化された概念としての剛体とは何かを説明できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・剛体のつり合いの条件について説明でき、つり合いの状態にある剛体に働く力の関係式を導くことができる。</li> <li>・物体に外力を加えたときに物体に生じる歪みと応力の関係（歪み-応力曲線）から、弾性係数、比例限、弾性、弾性限および塑性の概念を説明できる。</li> <li>・弾性体の歪みと応力が比例する条件及び比例定数（弾性係数）が物質に固有な物理量であることが説明できる。</li> <li>・ヤング率は“固さ（伸び難さ）”の指標であることを説明できる。</li> <li>・粘性流体中の速度勾配と接線応力および粘性係数の関係、粘性係数が流体の粘りけの程度を示すこと、粘性流体の概要を説明できる。</li> </ul>	<p>山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太</p>	<p>C-1-2) 生体現象の物理学的基礎</p>

					<ul style="list-style-type: none"> <li>・細管を流れる定常流では、流体内に生じる接線応力と、管両端の圧力差とが釣り合いの関係にあることから、流れの速度分布が導出できる。</li> <li>・管を単位時間に流れる流量と、液体の粘性係数、圧力差、管の内径および長さの関係式であるハーゲンポアズイユの法則の意味を説明できる。</li> </ul>		
5	A,B	5.14	1 ～ 3	<p>【遠隔】 実験講義 4 3)ハーゲン・ポアズイユの法則</p> <p>6. 熱学 1)熱, 熱平衡 2)内部エネルギー 3)熱力学第一法則 4)熱力学第二法則</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・細管を流れる定常流では、流体内に生じる接線応力と、管両端の圧力差とが釣り合いの関係にあることから、流れの速度分布が導出できる。</li> <li>・管を単位時間に流れる流量は、液体の粘性係数、圧力差、管の内径及び長さで表される。この関係式の意味を説明できる。</li> <li>・高温の物体と低温の物体とを接触させると熱が移動することから、熱平衡状態、温度が認識されることをの意味を説明できる。</li> <li>・熱が物体の構成粒子の運動を反映したエネルギーの一形態であることを学び、内部エネルギーについて説明できる。</li> <li>・物体の内部エネルギーは、熱とともに仕事によっても変化するため、熱的現象を含んだエネルギー保存則が成り立つことを学び、熱力学第一法則について説明できる。</li> <li>・熱は高温の物体から低温の物体に移動するのみで、その逆はないことを示した熱力学第二法則を説明できる。</li> </ul>	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎
6	A,B	5.15	1 ～ 3	<p>【遠隔】 *土曜日 (5/15) 実験講義 5 5)熱量保存則 6)ジュール熱発生の仕組み 7. 比熱</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱量保存則は、熱力学第一、および第二法則の両方を含むことを説明できる。</li> <li>・熱量保存の法則を理解し、熱学実験に用いられる共通の原理を説明できる。</li> <li>・電気的エネルギーが熱に変換され</li> </ul>	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎

				<p>1)エネルギー等分配則</p> <p>2)比熱</p> <p>3)モル比熱</p> <p>4)気体の比熱</p> <p>5)固体の比熱</p>	<p>ることにより、熱がエネルギーの一形態であること、さらに両者の間に成り立つ比例式の比例係数が熱の仕事当量であることを説明できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気体を構成する粒子を微視的な質点とみなす気体分子運動論から導き出されたエネルギー等分配則を説明できる。</li> <li>・物体 1 g を 1 K 上昇させるのに必要な熱量を比熱といい、また形態の同じ物質のモル比熱は等しいことを説明できる。</li> <li>・エネルギー等分配則を用いてモル比熱が分子の形態にのみ依存することを理解し、気体の定積比熱と定圧比熱との間に成り立つ関係式（マイヤーの法則）を説明できる。</li> <li>・固体を構成する原子を 3 次元の調和振動子とみなし、エネルギー等分配則を適用したデュロン - プティの法則について説明できる。</li> </ul>		
7	A,B	5.21	1 ～ 3	<p>【遠隔】</p> <p>平常試験</p> <p>試験の解説</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験講義 1～5 の内容に関する平常試験を行う。</li> <li>・平常試験の解説および各実験項目の原理等を再確認を行う。</li> </ul>	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎
8	A,B	5.28	1 ～ 3	<p>【遠隔】</p> <p>基本物理量の計測</p> <p>2</p> <p>1)計測値の有効数字</p> <p>2)副尺の原理と読み取り</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・数値計算では、掛け算・割り算が有効数字の桁数の少ない因子に支配され、足し算・引き算が最後の位取りの最も高い因子に支配されることを説明できる。</li> <li>・実験で使用する副尺付計測器であるキャリパー、マイクロメーターについて計測法を理解し、正確に使用できる。</li> </ul>	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎
9	A B	6.11 6.11	1 ～ 3 4 ～ 6	<p>【遠隔・対面】</p> <p>実験項目 A</p> <p>重力加速度 - ボルダの振子-</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボルダ振子の周期を測定し、実験式から重力加速度を決定することができる。</li> <li>・実験式の成立条件を説明できる。</li> <li>・有効桁数 4 桁の実験値を求めるために要求される、各基本物理量の測</li> </ul>	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎

					定精度について説明できる。		
10	A B	6.18 6.18	1 ～ 3 4 ～ 6	【遠隔・対面】 実験項目 B 力学的エネルギー保存則	<ul style="list-style-type: none"> <li>・おもりを落下させたときの落下速度を測り，各点での運動エネルギーを決定することができる。</li> <li>・落下地点からの高さを測定し，各点の位置エネルギーを求めことができる。</li> <li>・運動エネルギーと位置エネルギーの和で定義される力学的エネルギーが保存されることについて説明できる。</li> </ul>	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎
11	A B	6.19 6.19	1 ～ 3 4 ～ 6	【遠隔・対面】* 土曜日 (6/19) 実験項目 C ヤング率 - サールの方法 -	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サールの方法で金属線のヤング率を求めることができる。</li> <li>・鋼鉄線とステンレス線のヤング率を測定し，弾性体の弾性係数の一つであるヤング率に理解を深め，ヤング率が物質に固有であることが説明できる。</li> <li>・試料線の伸びの測定法についての利点を理解し，正しく平均値を求めることができる。</li> </ul>	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎
12	A B	6.25 6.25	1 ～ 3 4 ～ 6	【遠隔・対面】 実験項目 D 液体の粘性係数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の粘性を定量的に表わす粘性係数を，水とグリセロールに対してポアズイユの方法を用いて測定することができる。</li> <li>・ハーゲン・ポアズイユの法則を理解し，液体の粘性係数が物質に固有であること，温度に依存することが説明できる。</li> </ul>	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎
13	A B	7.2 7.2	1 ～ 3 4 ～ 6	【遠隔・対面】 実験項目 E 熱の仕事当量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水中に浸したニクロム線に電流が流れるときに発生する熱量を水温の上昇から算出し，それに流れた電気のエネルギーとの関係にジュールの法則を適用して，熱の仕事当量を求めることができる。</li> <li>・熱とエネルギー（仕事）の等価性について説明できる。</li> </ul>	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎
14	A	7.9	1	【遠隔・対面】	・銅，アルミニウム，鉄に与えた熱	山岡 大	C-1-2) 生体

	B	7.9	～ 3 4 ～ 6	実験項目 F 金属の比熱	量を熱量計内の水温上昇から求め、各金属の比熱を測定（混合法）することができる。 ・各金属の比熱は物質に固有であるが、実験値から算出した各金属のモル比熱は一定であることが確認できるような結果を得ることができる。	鈴木 秀則 秋葉 昭太	現象の物理学的基礎
15	A,B	7.16	1 ～ 3	【対面】 平常試験 試験の解説	・実験講義，実験項目 A～F 内容に関する平常試験を行う。 ・平常試験の解説を行い理解を深める。	山岡 大 鈴木 秀則 秋葉 昭太	C-1-2) 生体現象の物理学的基礎

