

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

講義枠内の課題提出の取り組み姿勢および成果物 (50%)、実験枠内の小テストおよび遠隔での平常試験(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

◆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7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8回から第13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14回に平常試験を実施、その後、第15回にかけて試験問題の解説および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。

また、割り当てられた実験項目ひとつに対しては、実験概要、実験原理、装置・方法、実験結果および評価・要約のレポートを作成することで、実験内容の理解を深めるとともに、論理的な説明の展開を身につける。

◆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（2020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	2020
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		5.15	4 ～ 6	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	・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。 ・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。 ・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。	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		5.22	4 ～ 6	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	・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。 ・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。 ・仕事の概念を学び、仕事と運動エ ネルギーとの関係が把握できる。 ・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。 ・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。	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		5.29	4 ～ 6	実験講義2 6) 単振動 7) 等速円運動 ・向心力	・単振動、等速円運動について、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。	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

				<ul style="list-style-type: none"> ・ 向心加速度 8) 振り子の周期運動と周期 9) 重力加速度の実測値 2. 力のモーメント 1) 力のモーメントの正負 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 ・ 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。 ・ 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。 ・ 力には物体を移動させるだけでなく，回転させる働きがある。この回転させる力の働きである「力のモーメント」について説明できる。 ・ 力のモーメントはベクトル量であり，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。 		
4		6.5	4 ～ 6	<p>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. 演習（力学）</p> <p>1) 質点の運動・剛体のつり合い</p> <p>5. 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>6. 粘性流体</p> <p>1) 接線応力</p> <p>2) 粘性係数</p> <p>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. 演習（力学）</p> <p>1) 質点の運動・剛</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 ・ 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。 ・ 剛体が静止あるいは回転せずに等速直線運動をつづけるとき，剛体に働く力がつり合っているという。つり合いについての条件を説明できる。 ・ 質点の運動および剛体のつり合いに関する演習問題を解くことができる。 ・ 静止物体に力を加えると，物体は変形し（歪み），物体内部には力（応力）が現れる。このときの歪と応力の関係（歪み－応力曲線）から比例限，弾性，弾性限および塑性の概念を説明できる。 ・ 弾性体の歪みと応力と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 	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>体のつり合い</p> <p>5. 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>6. 粘性流体</p> <p>1)接線応力</p> <p>2)粘性係数</p> <p>3)ハーゲン・ポアズイユの法則</p>	<p>できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・粘性流体中に速度勾配があると、速度勾配をなくそうとする力（接線応力）が生じる。この接線応力は速度勾配の大きさに比例し、その比例定数を粘性係数といい、流体の“粘りけ”の程度を示すことを学び、粘性流体の概要を説明できる。 ・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つ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。 ・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。 		
5		6.12	4 ～ 6	<p>実験講義 4</p> <p>7. 演習（力学）</p> <p>1)ヤング率</p> <p>2)液体の粘性係数</p> <p>8. 熱学</p> <p>1)熱, 熱平衡</p> <p>2)内部エネルギー</p> <p>3)熱力学第一法則</p> <p>4)熱力学第二法則</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・弾性体のヤング率および液体の粘性係数に関する演習問題の具体例を解くことができる。 ・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。 ・物体を微視的にみると、その構成粒子は運動している。熱はこ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。 ・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。 ・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。 	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		6.19	4 ～	<p>実験講義 5</p> <p>5)熱量保存則</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	山岡 大 鈴木 秀則	C-1-2) 生体現象の物理学

			6	6)ジュール熱発生 の仕組み 9. 比熱 1)エネルギー等分 配則 2)比熱 3)モル比熱 4)気体の比熱 5)固体の比熱	<p>できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・電気的エネルギーが熱に変換されることにより、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仕事当量であることを説明できる。 ・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。 ・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。 ・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。 ・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。 	秋葉 昭太	的基礎
7		6.26	4 ～ 2 6	基本物理量の計測 4)計測値の有効数字② 5)副尺の原理と読み取り① 6)副尺の原理と読み取り②	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・実験で使用する副尺付計測器の 1 つであるキャリパーについて計測法を理解し、正確に使用できる。 ・実験で使用する副尺付計測器の 1 つである、マイクロメータについて計測法を理解し、正確に使用できる。 	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
8		7.3	4 ～ 6	実験項目 A 重力加速度 – ボ ルダの振子–	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 	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

					<ul style="list-style-type: none"> ・実験式の成立条件を説明できる。 ・有効桁数4桁の実験値を求めるために要求される、各基本物理量の測定精度について説明できる。 		
9		7.10	4 ～ 6	実験項目 B 力学的エネルギー保存則	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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。 ・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。 	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
10		7.17	4 ～ 6	実験項目 C ヤング率 – サールの方法 –	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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。 ・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。 	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		7.31	4 ～ 6	実験項目 D 液体の粘性係数	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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。 	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		8.7	4 ～ 6	実験項目 E 熱の仕事当量	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・熱とエネルギー（仕事）の等価性 	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

					について説明できる。		
13		8.14	4 ～ 6	実験項目 F 金属の比熱	<ul style="list-style-type: none"> ・銅, アルミニウム, 鉄に与えた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。 	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		8.21	4 ～ 6	平常試験 試験の解説	<ul style="list-style-type: none"> ・力学・熱学の平常試験を行う。 ・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。 	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
15		8.28	4 ～ 6	試験の解説および 総まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・平常試験の解説および各実験項目においてレポート作成に必要な原理等を再確認を行う。 	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

