

Arbeitsbuch für Lerngruppen und Seminare Studium der Medizin



1. Studienjahr, 2021/2022

Medizinische und Phil. Nat. Fakultäten
© Universität Bern, 3. Auflage, August 2021

b
**UNIVERSITÄT
BERN**

Block 1 - Woche 1-7

Welches sind die Grundprinzipien lebender Systeme?



Wie sind Zellen und Zellverbände aufgebaut?

Was unterscheidet Leben von toter Materie?

Inhaltsverzeichnis

Einführung	0
Aufgaben Lerngruppen Chemie (LG C).....	1
Lerngruppe Chemie 1	1
Lerngruppe Chemie 2.....	3
Lerngruppe Chemie 3.....	7
Aufgaben Seminare und Lerngruppen Physik (LG P).....	9
Einführung.....	9
Seminar 1.....	10
Lerngruppe Physik 1	14
Lerngruppe Physik 2	16
Lerngruppe Physik 3	19
Seminar 2.....	22
Aufgaben Lerngruppen Biochemie (LG B)	24

Verantwortliche Dozenten:

Chemie

Prof. J. L. Reymond und Dr. P. Küpfer

Physik:

PD Dr. H.P. Beck und Prof. F. Joos

Biologie

Prof. P. Bütikofer

Physiologie

Prof. S. Rohr

Blockleiter: Prof. Dr. Jean-Louis Reymond
Departement für Chemie und Biochemie
Freiestrasse 3, 3012 Bern
Tel.: 031 684 43 25 E-Mail: jean-louis.reymond@unibe.ch

Koordination: Dr. Helena Röss
Studiendekanat Medizin
Murtenstrasse 11, 3008 Bern
Tel.: 031 684 00 71 E-Mail: helena.roess@meddek.unibe.ch

Unterlagen: https://ilias.unibe.ch/goto_ilias3_unibe_fold_1360444.html

Einführung

Der erste Block des Bachelorstudiums Medizin dient hauptsächlich dazu, Ihre Wissenslücken in den naturwissenschaftlichen Grundfächern zu nivellieren. In der Physik und der Chemie werden gewisse Inhalte, die zum gymnasialen Ausbildungsstoff gehören, vorausgesetzt. Sie haben die Möglichkeit, im ersten Block Ihr Wissen in diesen Fächern zu überprüfen und falls nötig Wissenslücken aufzuarbeiten. **Wir empfehlen Ihnen dringend, die Selbsttestfragen auf Ilias laufend zu lösen.**

Die von uns erwartete Tiefe und Breite der Grundlagen wird Ihnen in verschiedenen Unterrichtsgefässen vermittelt. Nebst Vorlesungen, Fachpraktika und Seminaren werden **in den ersten 3 Blöcken** die sogenannten **Lerngruppen** durchgeführt. Ab Block 4 wird der Kleingruppenunterricht in einem anderen methodisch-didaktischen Format, dem Problem-Basierten Unterricht (PBL), weitergeführt.

In den Lerngruppen werden Sie mit Ihren 7-8 Mitstudierenden Aufgaben der Chemie, Physik, Biologie, Statistik und Physiologie lösen. Zur Seite stehen Ihnen **Fachtutorierende** der verschiedenen Disziplinen. Da jede/r Tutor/in zwei bis drei Kleingruppen in nebeneinanderliegenden Räumen begleitet, bitten wir Sie, sich an folgendes Vorgehen zu halten:

- 1) *Jede/r Student/in versucht die Aufgaben **womöglich schon im Voraus (zu Hause) selbst zu lösen.***
- 2) *Verbleibende offene Fragen werden erst mit den Mitstudierenden diskutieren (Diskussion und Lösung der Fragen kann in Abwesenheit des Tutors/der Tutorin erfolgen).*
- 3) *Sich am Anfang der Stunde (oder gar im Voraus) innerhalb der Gruppe einigen, wer dem Tutor/der Tutorin welche Aufgabe und deren Lösung präsentiert und/oder die eventuell noch offenen Fragen stellt. **Jede Aufgabe wird von 2 Studierenden vorgestellt, und alle Studierende beteiligen sich aktiv = stellen mind. 1. Aufgabe vor und diskutieren mit.** Der Gebrauch der Tafel als Hilfsmittel ist erwünscht.*
- 4) *Der Tutor/die Tutorin klärt restliche Fragen, die Lösung wird im Plenum besprochen.*

Die Tutorierende werden gebeten, sich zwischen den Gruppen regelmässig zu bewegen (etwa 15 min/Raum, dann Wechsel). Bei kurzen dringenden Fragen ist jedoch empfohlen, dass die Studierenden den Tutor/die Tutorin aktiv aufsuchen.

Aufgaben für die Seminare und die Lerngruppen

Aufgaben Lerngruppen Chemie (LG C)

Lerngruppe Chemie 1

Zur Lösung der Aufgaben werden ein Periodensystem und ein Taschenrechner benötigt. Theoretischen Grundlagen zu Konzentrationsberechnungen und -angaben finden Sie im Kapitel 6.3 «Stöchiometrische Berechnungen» im Zeec.

Aufgabe C1/1

- Welche Masse hat ein Mol ^{12}C in Gramm?
- Wie viele Kohlenstoffatome befinden sich in einem Mol ^{12}C ?

Aufgabe C1/2

Wie viele Mol Wasser befinden sich in einem Liter Wasser (Dichte von Wasser bei 20°C : 998 kg/m^3)?

Aufgabe C1/3

Eine isotonische Kochsalzlösung zur Infusion enthält 0.9% (m/V) NaCl . Berechnen Sie die Konzentration in mol l^{-1} .

Aufgabe C1/4

Die antimikrobiellen Eigenschaften von Silber sind seit der Antike bekannt. Silber-Ionen werden auch heute noch zur Wasserdesinfektion gebraucht. Gebräuchlich ist dabei eine Konzentration von 10 ppb Silber im Wasser.

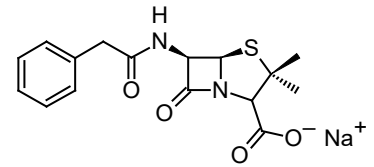
- Drücken Sie die ppb als Masse pro Liter aus.
- Wie viel Silbernitrat (AgNO_3 , $M = 169.9\text{ g mol}^{-1}$) müssen Sie zu $10'000$ Litern Wasser geben um es trinkbar zu machen?
- Wie viel Silber nimmt ein Mensch so zu sich, wenn er während 70 Jahren pro Tag zwei Liter solches Wasser trinkt?

Aufgabe C1/5

Ein Erwachsener hat ein Blutvolumen von 5.5 Litern. Berechnen Sie die Masse Natrium im Blut unter der Annahme, dass die durchschnittliche Natriumionenkonzentration 0.135 M beträgt.

Aufgabe C1/6

Das Antibiotikum Penicillin G wird in Form des Natriumsalzes eingesetzt und hat die Summenformel von $C_{16}H_{18}N_2NaO_4S$. Die empfohlene Tagesdosis für einen Erwachsenen beträgt 600 mg.



Penicillin G, Natriumsalz

- Welche molare Masse hat Penicillin G (geben Sie die Einheit an)?
- Wie viele Mol Penicillin G befinden sich in einer Tagesdosis?
- Wie viele Moleküle Penicillin G befinden sich in einer Tagesdosis?
- Wie viele Stickstoffatome befinden sich in einer Tagesdosis Penicillin G?

Aufgabe C1/7

Die WHO-Trinklösung ist eine wässrige Lösung von Traubenzucker und verschiedenen Elektrolyten, die zur Behandlung von schweren Durchfallerkrankungen eingesetzt wird. Ergänzen Sie die folgende Tabelle und berechnen Sie die Konzentrationen der einzelnen Bestandteile in mmol l^{-1} .

Bestandteil	Summenformel	Molmasse / g mol^{-1}	Einwaage pro Liter / g
Glucose		180.2	13.5
Natriumcitrat	$C_6H_5Na_3O_7$		2.9
Kochsalz			2.6
Kaliumchlorid			1.5

Aufgabe C1/8

Um bei einem Patienten die benötigte Kalorienzufuhr zu gewährleisten, werden nach Bedarf konzentrierte Glucose-Lösungen intravenös verabreicht. Eine 40%ige Lösung von Glucose ($M = 180.16 \text{ g mol}^{-1}$) hat die Dichte $\rho = 1.17 \text{ g cm}^{-3}$. Berechnen Sie die Molarität der Lösung.

Literatur:

- Zeeck, Axel (Hrsg.); Zeeck, Sabine C.; Grond, Stephanie; Papastavrou, Ina. Chemie für Mediziner. 10. Auflage 2020.

Link zur Online-Version (mit Campus Account): <https://www.clinicalkey.com/student/login>

Lerngruppe Chemie 2

Übungsaufgaben basierend auf KVB5 Membranfunktion und KVB6

Membranpotential

Aufgabe C2/1

Sie lesen in einem Artikel, dass sich die Konzentration von toxischem Bariumchlorid in einer Trinklösung auf $1.66 \cdot 10^{-27}$ mol/L beläuft. Ist dies in Anbetracht der Avogadrozahl überhaupt möglich?

Aufgabe C2/2

Weshalb stellt der Phospholipid-Bilayer eine Diffusionsbarriere dar?

Aufgabe C2/3

Welche Eigenschaft potentiell durch die Zellmembran diffundierender Stoffe bestimmt, bei identischem Konzentrationsgefälle, deren Transportrate? Berechnen Sie zur Veranschaulichung das relative Verhältnis der Transportraten von Na^+ (Permeabilitätskoeffizient, PK: $1 \cdot 10^{-12} \text{ cm s}^{-1}$) und CO_2 (PK: 0.35 cm s^{-1}) unter Annahme eines identischen Konzentrationsgefälles (z.Bsp. 1:10) und identischer Membranfläche (1 cm^2) und Membrandicke (10^{-8} m). (Versuchen Sie, die Aufgabe ohne Rechner zu lösen).

Aufgabe C2/4

Markieren Sie in untenstehendem Raster mit einem Kreuz, welche Wege der Durchquerung der Zellmembran den verschiedenen Stoffklassen offenstehen und wie der Prozess energetisch zu beurteilen ist.

Stoff	Direkt	Kanäle	Carrier	Pumpen	passiv	pr. aktiv	sek. aktiv
O_2							
CO_2							
H_2O							
Ionen							
Zucker							
Aminosäuren							
Fettsäuren							

Aufgabe C2/5

Die Niere ist ein Hochleistungsorgan, das täglich ~ 180 L Primärharn (= Blutplasma ohne Eiweisse) in ein direkt, an die Körperoberfläche führendes Röhrensystem filtriert. Dieses hochgefährliche Unternehmen kann man nur überleben, wenn der Primärharn von der Niere fast vollständig rückresorbiert wird und nur der sogenannte Endharn ausgeschieden wird. Die

normalerweise fast vollständige Rückresorption wichtiger Substanzen zeigt sich u.a. darin, dass im Harn kaum Glukose ausgeschieden wird, obwohl diese vom Nierenfilter nicht zurückgehalten wird (Konzentration im Primärharn = Konzentration im Blutplasma).

Formulieren Sie in Anbetracht dieser Gegebenheiten alle Möglichkeiten, welche das Erscheinen von Glukose im Urin beim Diabetes Mellitus ('honigsüßer Durchfluss') theoretisch erklären könnten.

Aufgabe C2/6

Wie bestimmt man die Osmolarität einer Flüssigkeit und was lässt sich in diesem Zusammenhang im Bezug auf das Blutplasma sagen?

Aufgabe C2/7

Was verstehen Sie unter der Na^+/K^+ ATPase, worin liegt deren zentrale Wichtigkeit für die Homöostase der Zellelektrolyte, und wie kann sie diese Aufgabe erfüllen?

Aufgabe C2/8

Gleichgewichtspotential von Ionen über einer Zellmembran (die für die jeweiligen Ionen permeabel ist): weshalb spricht man von einem 'Gleichgewicht' und wie lässt es sich berechnen?

Aufgabe C2/9

Nehmen Sie folgende Konzentrationsgradienten über einer für die jeweiligen Ionen/Moleküle permeablen Membran an:

$[\text{Na}^+]_{\text{innen}}$: 10 mmol/L - $[\text{Na}^+]_{\text{ausen}}$: 120 mmol/L

$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{innen}}$: 12 mmol/L - $[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{ausen}}$: 1 mmol/L

Können Sie, ohne den Rechner zu bemühen, abschätzen, wie sich die Gleichgewichtspotentiale von Na^+ und SO_4^{2-} relativ zueinander verhalten?

Aufgabe C2/10

Eine Herzmuskelzelle kann durch einen Zylinder mit einem Durchmesser von 20 μm und einer Länge von 100 μm approximiert werden. Berechnen Sie, wie viele Kaliumionen von Innen nach Aussen verschoben werden müssen, damit ein für Herzmuskelzellen normales Ruhepotential von -80 mV entsteht (vereinfachende Annahme: Permeabilität für Kaliumionen hoch; Permeabilität für alle anderen Ionenspecies vernachlässigbar). Was schliessen Sie aus dem Ergebnis im Bezug auf die Änderung von $[\text{K}^+]_i$, die der Aufbau des Membranpotentials von -80 mV verursacht?

Ladung: Q (Coulomb) = C (Farad) * U (Volt)

Faraday Konstante: 1 Mol einwertiger Ionen = 96'500 Coulomb

Kapazität biologischer Membranen: $\sim 10^{-6}$ Farad/ cm^2

Falls die Zeit reicht :-)

Aufgabe C2/11

In einem Physiologie-Experiment wird die Aufgabe gestellt, von einer Einzelzelle den Membranwiderstand und die Membrankapazität zu bestimmen. Entsprechend der Anleitung des Praktikums sticht der/die Studenten/in zu diesem Zweck mit einer Mikroelektrode einen Oozyten von 1 mm Durchmesser an, der sich in einer physiologischen Salzlösung (15 mmol/L KCl, 150 mmol/L NaCl) befindet. Während der Injektion eines positiven rechteckigen Strompulses (+ 0.2 μ A während 100 ms) stellt er/sie fest, dass das Membranpotential, das mit einer zweiten intrazellulären Elektrode gemessen wird, von -60 mV aus ansteigt auf

-47.4 mV nach 10 ms

-42.7 mV nach 20 ms

-41.0 mV nach 30 ms

-40.4 mV nach 40 ms

-40.1 mV nach 50 ms

Skizzieren Sie den experimentellen Aufbau und halten Sie die Resultate graphisch fest. Berechnen Sie

- die Kaliumkonzentration im Zellinnern vor dem Experiment (Annahme: Permeabilitäten für alle anderen Ionen ist vernachlässigbar)
- den Membranwiderstand r_m und den spezifischer Membranwiderstand R_m
- die Membrankapazität c_m und spezifische Membrankapazität C_m

Glossar

Auf Klarheit der Begriffe (Physik/Physiologie) achten, was in Lehrbüchern z.T. nicht besonders gepflegt wird.

Grösse (Physik)

Ladung: Q

Elektrische Feldstärke: $\vec{E} = \vec{F}/Q$

Spannung: $U = \Delta V$

Potential: V

Stromstärke: I

Kapazität: C

Widerstand: R

Elektrische Zeitkonstante: $\tau = RC$

Spezifischer Widerstand: $\rho = R \cdot \frac{A}{l}$

Elektrische Leitfähigkeit: $1/\rho$

Einheit

[Q] = C; Coulomb

\vec{E} = N/C = V/m; Newton/Coulomb

[U] = V = J/C; Volt

[V] = V; Volt

[I] = A; Ampère

[C] = F = C/V; Farad

[R] = Ω = V/A; Ohm

[τ] = s; Sekunde

[ρ] = Ωm ; Ohm-Meter

[$1/\rho$] = $1/(\Omega\text{m})$

Grösse (Physiologie)

Membranpotential: V_m

Gleichgewichtspotential: E_x

Membranstrom: I_m

Membranwiderstand: r_m

Membrankapazität: c_m

Spez. Membranwiderstand: $R_m = R \cdot A$

Spez. Membrankapazität: $C_m = C/A$

Einheit

[V_m] = mV; Millivolt

[E_x] = mV; Millivolt

[I_m] = nA; Nanoampère

[r_m] = Ω ; Ohm (Ohm bis Giga Ohm)

[c_m] = F; Farad (Microfarad bis Picofarad)

[R_m] = Ωcm^2 ; Ohm-Quadratmeter

[C_m] = $\mu\text{F}/\text{cm}^2$; Microfarad pro Quadratmeter

Lerngruppe Chemie 3

Teil 3/1: Enzymkinetik

In dieser Lerngruppe geht es darum die Kinetik des Enzym Urease anhand von publizierten Daten zu berechnen. Dazu erhalten Sie separat eine Excel-Datei, die publizierte Rohdaten enthält. Mit diesen Rohdaten sind als Vorbereitung zur LGC3 verschiedene Berechnungen in Excel durchzuführen. In der Lerngruppe werden dann die Resultate verglichen und Unklarheiten beseitigt.

Aufgabe C3/1

Im Arbeitsblatt sind die Konzentrationen der Reaktionskomponenten Kohlendioxid, Harnstoff, und Ammoniak in Funktion der Zeit gegeben.

- Plotten Sie diese Konzentrationsverläufe in Abhängigkeit der Zeit.
- Stellen Sie mit Hilfe des geplotteten Graphen die ausgeglichene Reaktionsgleichung der von Urease katalysierten Reaktion auf (Hinweis: die Reaktion verbraucht Wasser).

Aufgabe C3/2

Um die Enzymkinetik nach Michaelis und Menten zu bestimmen ist es notwendig die Anfangsgeschwindigkeiten bei verschiedenen Substratkonzentrationen zu kennen.

- Skizzieren Sie die Konzentrationsverläufe von drei Ausgangskonzentrationen für Harnstoff und zeichnen Sie für jede Kurve die Anfangsgeschwindigkeit v_0 ein. Beachten Sie das Vorzeichen!
- Welche Einheit hat v_0 ? Leiten Sie die Einheit aus einer Geraden aus a) ab.
- Plotten Sie die gegebenen Daten für $c_0(\text{HS}) = 0.002 \text{ mol l}^{-1}$ und bestimmen Sie die Anfangsgeschwindigkeit durch Legen einer Regressionsgeraden.
- Berechnen Sie die Anfangsgeschwindigkeiten für die anderen Konzentrationen numerisch.

Aufgabe C3/3

Mit den berechneten Anfangsgeschwindigkeiten kann jetzt

- Erstellen Sie in Excel den Michaelis–Menten-Plot indem Sie die berechneten Anfangsgeschwindigkeiten v_0 (y-Achse) gegen die Anfangskonzentrationen $c_0(\text{HS})$ (x-Achse) plotten.
- Schätzen Sie aus dem Plot die Werte für v_{\max} und K_M ab.
- Welche Einheiten haben v_{\max} und K_M ?

Aufgabe C3/4

Um die exakten Werte für v_{\max} und K_M zu berechnen ist eine Linearisierung des Michaelis–Menten-Plots notwendig.

- Erstellen Sie in Excel den Lineweaver–Burk-Plot indem Sie die Werte für $1/c_0$ und $1/v_0$ berechnen und gegen einander plotten.

- b) Bestimmen Sie die Steigung und den y-Achsenabschnitt der Regressionsgeraden grafisch und numerisch.
- c) Berechnen Sie aus diesen Werten v_{\max} , K_M und k_{cat} .
- d) Welche Einheit hat k_{cat} ?

Aufgabe C3/5

Der Michaelis–Menten-Plot lässt sich auch nach anderen Methoden als Lineweaver–Burk linearisieren. Im Arbeitsblatt werden die berechneten Daten automatisch nach Hanes–Wolf und Eadie–Hofstee geplottet.

- a) Vergleichen Sie die drei verschiedenen Linearisierungsarten. Welchen Vorteil haben die beiden Methoden jeweils gegenüber dem Lineweaver–Burk-Plot?
- b) Schlagen Sie nach wie die Linearisierung nach Hanes–Wolf und Eadie–Hofstee mathematisch aussieht und wie die Werte von v_{\max} und K_M berechnet werden können.

Teil C3/2: Chemistry learning game

Loggen Sie sich ein mit einem Laptop oder desktop an <http://chemgame.gdb.tools/>
(die Seite ist für Handys und Tablets nicht optimiert)

Bei jeder Frage müssen Sie Eigenschaften (links) an Molekülen oder Atome (rechts) richtig zuordnen. Ziel ist es, die kleinste Anzahl Versuche zu machen, bis alle 8 Moleküle mit den richtigen Eigenschaften markiert sind. Versuchen Sie, die höchstmögliche Score im Teil «selected compounds» zu erreichen. Sie können dann auch im «Drugbank» und «Periodic Table» spielen.

Aufgaben Seminare und Lerngruppen Physik (LG P)

Einführung

In mehreren Gesprächen zwischen DozentInnen der Universität und GymnasiallehrerInnen wurden diejenigen Inhalte der Physik festgelegt, die für den Einstieg ins Medizinstudium nötig sind und somit zu einem Minimalprogramm des Physikunterrichts in den Gymnasien gehören. Diese vorausgesetzten physikalischen Inhalte betreffen vor allem die Grundlagen aus der Mechanik, der Optik und der Elektrizitätslehre. Zu Ihren Fähigkeiten gehört es auch, dass Sie graphische Darstellungen interpretieren oder erstellen und, dass Sie den Inhalt von Formeln wiedergeben können. Dies alles wird im Medizinstudium nicht mehr ausführlich behandelt, wird aber vielfach vorausgesetzt. In zwei Seminaren zu den physikalischen Grundlagen und in drei Lerngruppenveranstaltungen sind sie aufgefordert, Übungsserien zu einem breiten Spektrum physikalischer Grundprobleme selbständig zu lösen. Assistenten helfen Ihnen, den Umfang der Lücken besser zu definieren und diskutieren mit Ihnen, wie Sie die Lücken in nützlicher Frist stopfen können. Sie helfen Ihnen weiter, wenn Sie bei einer Aufgabe stecken bleiben. In den Lerngruppenveranstaltungen sind Sie in kleinere Gruppen eingeteilt, so dass der Austausch mit den Assistenten und Ihr aktives Engagement innerhalb der Lerngruppe noch individueller gestaltet werden kann. Es liegt an Ihnen, sich aktiv zu beteiligen um optimal von diesem Angebot zu profitieren.

Was verstehen wir unter der oben erwähnten "nützlichen Frist"? Physikalische Grundlagen werden bereits ab der 1. Studienwoche benötigt und gehören mit zum Prüfungstoff. Es lohnt sich also, Lücken laufend aufzuarbeiten.

Seminar 1

Physikalische Grundlagen, mathematische Funktionen und ihre graphischen Darstellungen

Sem1: 1 Inhalt von Formeln

Erklären Sie in Worten den Inhalt der folgenden Formeln:

a) $\vec{F} = \dot{\vec{p}}$

b) $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

c) $\vec{F} = -D\vec{x}$

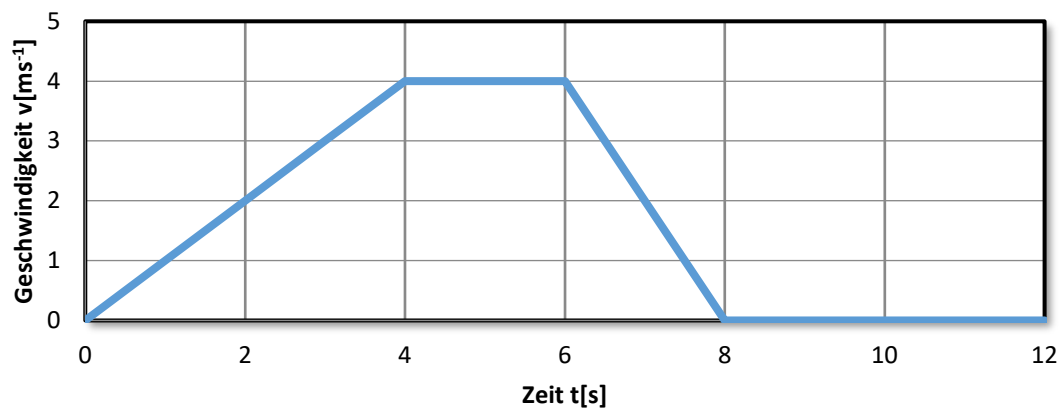
d) $\vec{F} = -G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$

e) $F = \frac{mv^2}{r}$

f) $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$

Sem1: 2 Bewegungsdiagramme

Stellen Sie die Beschleunigung $\mathbf{a}(t)$ und den Weg $\mathbf{s}(t)$ für eine eindimensionale Bewegung graphisch dar, wenn die Geschwindigkeit $v(t)$ durch folgende Graphik gegeben ist und bei $\mathbf{x}(0\text{ s}) = 0\text{ m}$ beginnt. Wie lauten die Formeln für $\mathbf{s}(t)$, $\mathbf{v}(t)$ und $\mathbf{a}(t)$ für die vier Zeitabschnitte $t \in [0,4]\text{ s}$, $t \in [4,6]\text{ s}$, $t \in [6,8]\text{ s}$ und $t \in [8,10]\text{ s}$?



Sem1: 3 Exponentialfunktion

a) Druckverlauf in der Atmosphäre

Der Luftdruck in der Atmosphäre nimmt exponentiell mit der Höhe z ab. Bei der Höhe z_e ist dieser auf den e -ten Teil abgesunken.

$$p(z) = p_0 e^{-\frac{z}{z_e}}, \quad z_e \approx 8300 \text{ m}, \quad e = 2.71818$$

Wie gross ist der Luftdruck auf der Höhe auf der Linienflugzeuge fliegen ($z = 10 \text{ km}$), wenn der Luftdruck auf Meereshöhe $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ beträgt?

b) Radioaktiver Zerfall

Radioaktive Isotope zerfallen exponentiell. Nach Verlauf der Lebensdauer τ sind jeweils noch ein e -ter Teil der ursprünglich vorhandenen Kerne vorhanden.

$$N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = N_0 e^{-\lambda t} \quad \tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{T_{1/2}}{\ln 2}$$

Von einer radioaktiven Substanz sind innerhalb von 24 Stunden 90% zerfallen.

- Berechnen Sie die Halbwertszeit $T_{1/2}$.
- Wie viel Prozent der ursprünglich vorhandenen Atome sind nach zwei Tagen noch vorhanden?

c) Kondensator entladen

Beim Laden sowie beim Entladen eines Kondensators der Kapazität C via einen Widerstand R ändert sich die Spannung über dem Kondensator exponentiell. Die Zeitkonstante τ gibt an nach welcher Zeit sich die Spannung beim Entladen auf den e -ten Teil vermindert.

$$\text{Laden: } U = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right), \quad \tau = RC$$

$$\text{Entladen: } U = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad \tau = RC$$

Ein Kondensator entlädt sich in 2 Sekunden über einen Widerstand von $R = 100 \Omega$ von einer Spannung U_0 auf eine Spannung von $U_0 / 4$. Wie gross ist die Kapazität des Kondensators?

d) Röntgenabsorption in Materie

Beim Durchgang von Röntgenstrahlung durch Materie wird diese geschwächt. Die Intensität nimmt dabei exponentiell mit der Schichtdicke x ab.

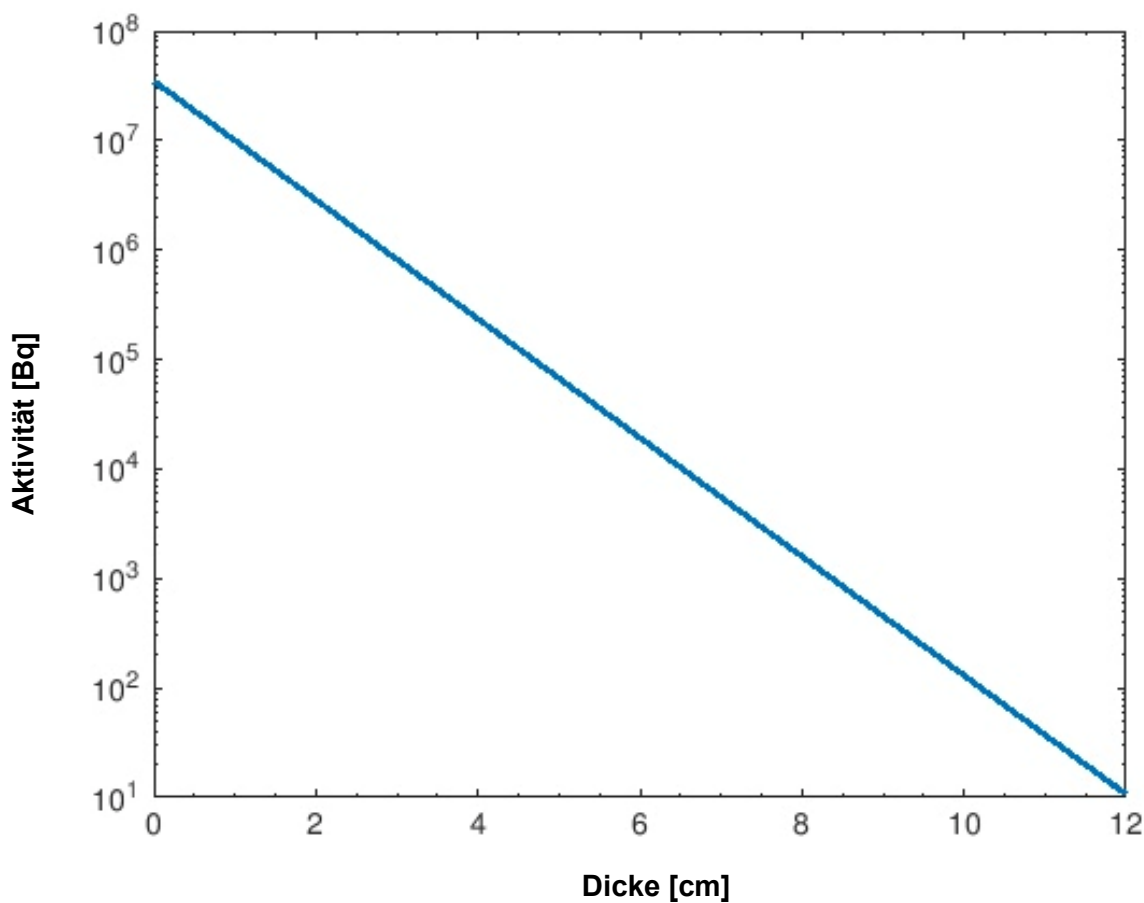
$$I = I_0 e^{-\frac{x}{x_e}}, \quad \frac{1}{x_e} = \mu = \text{Schwächungskoeffizient}$$

Wie viel % einer Röntgenstrahlung wird beim Durchgang durch eine Schicht Wasser ($\mu = 20 \text{ m}^{-1}$) der Mächtigkeit 20 cm absorbiert?

Sem1: 4 Halblogarithmische Darstellung

Das folgende Diagramm zeigt die gemessene Aktivität eines radioaktiven Präparates als Funktion der Dicke seiner Abschirmung.

- Wie dick muss die Abschirmung sein, damit Sie nur noch die Hälfte der ungeschirmten Aktivität messen?
- Wie dick muss die Abschirmung sein, damit Sie nur noch 1 Promille der ungeschirmten Aktivität messen?
- Wie lautet die Beziehung zwischen gemessener Aktivität und Dicke der Abschirmung?
- Wie gross ist etwa der Absorptionskoeffizient λ in $[\text{cm}^{-1}]$ (graphisch bestimmen)?
- Nach welcher Dicke d_e in $[\text{cm}]$ ist die Aktivität auf ihren e-ten Teil abgesunken?



Sem1: 5 Trigonometrische Funktionen

Einer an einem Federpendel befestigten Masse wird in der Gleichgewichtslage eine Geschwindigkeit v erteilt, so dass sie eine Frequenz $f = 3\text{Hz}$ erhält und eine maximale Amplitude von $\hat{y} = 5\text{cm}$ erreicht.

- a) Bestimmen Sie mit Hilfe dieser Angaben die Funktionsgleichung und stellen Sie diese graphisch dar.
- b) Wie gross ist die Auslenkung zur Zeit $t = 1\text{s}, 1.5\text{s}$ und 0.4s ?
- c) Berechnen Sie die Geschwindigkeitsfunktion $v(t) = \frac{dy}{dt}$ und überprüfen Sie diese, indem Sie sie graphisch mit $y(t)$ vergleichen.

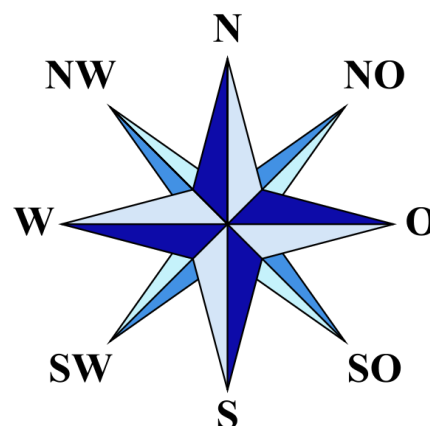
Lerngruppe Physik 1

Mechanik

LGP1: 1 Vektoraddition

Ein Pilot richtet sein Flugzeug nach dem Kompass exakt nach Norden aus und fliegt mit einer Geschwindigkeit $v_F = 600$ km/h relativ zur umgebenden Luft. Der Wind weht exakt nach Westen, mit einer Geschwindigkeit von $v_W = 100$ km/h.

- Um welchen Winkel wird das Flugzeug von der Nordrichtung abgetrieben? (Skizze)
- Wie gross ist seine Geschwindigkeit v_R gegenüber dem Boden (Betrag angeben)?



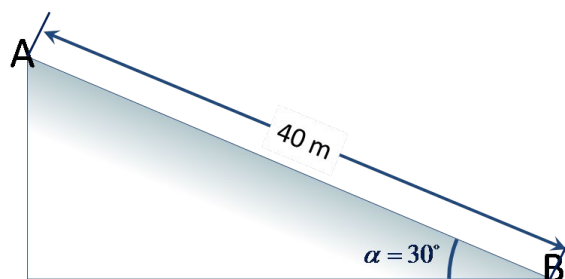
LGP1: 2 Schiefe Ebene

Eine Masse m beginnt zur Zeit $t = 0$ in Punkt A auf der schiefen Ebene ($\alpha = 30^\circ$) zu gleiten.

Die Anfangsgeschwindigkeit sei $v_0 = 0$.

Welche Kräfte wirken auf m ?

- Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Masse in B und die Zeit, die benötigt wird, um die Strecke $s = 40$ m zwischen A und B zu durchgleiten für den Fall, dass die Reibung vernachlässigt werden kann.
- Die Aufgabe soll wiederholt werden, wobei nun die Masse m eine homogene Kugel der Masse $m = 5$ kg und einem Durchmesser von 0.6 m sein soll. Die Kugel soll dabei rollen und am Anfang bei Punkt A in vollständiger Ruhe sein.



LGP1: 3 Schiefer Wurf: Wasserstrahl

Aus einer horizontalen Brunnenröhre (Querschnitt $A = 1 \text{ cm}^2$) fließen 12 Liter Wasser pro Minute. Der Wasserspiegel im Brunnen liegt 50 cm tiefer als die Röhre. In welcher horizontalen Distanz vom Röhrenende trifft der Strahl auf die Wasseroberfläche? Luftwiderstand ist zu vernachlässigen.

LGP1: 4 Wasserpumpen

In Dubai wurde das höchste Gebäude der Welt gebaut. Über welche Leistung müsste die Wasserpumpe (Wirkungsgrad: 78 %) alleine für die Versorgung der 12 obersten Stockwerke (ca. 780–820 m) verfügen, wenn dort ca. 100 Liter Wasser pro Sekunde gefördert werden sollen?

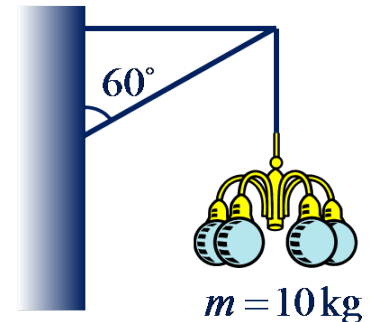
LGP1: 5 Sicherheitsgurten

Ein dreijähriges Kind sitzt im Auto auf den Knien einer erwachsenen, mit Sicherheitsgurten angeschnallten Person. Diese meint, dass sie das Kind bei einer eventuellen Kollision in den Armen halten könnte. Stimmt dies, oder sollte das Kind doch besser selbst angeschnallt sein?

- Das Kind habe eine Masse von 16 kg.
- Das Auto kollidiere bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h.
- Das Auto kommt innerhalb von 0.5 m zum Stillstand, wobei sich die Knautschzone komplett deformiert hat.

LGP: 6 Kräfte

Eine Lampe mit der Masse $m=10\text{ kg}$ ist gemäss nebenstehender Skizze aufgehängt. Zeichnen Sie die wirkenden Kräfte ein und berechnen Sie diese.



LGP1: 7 Impulssatz

Eine Kugel stösst schräg und vollkommen elastisch gegen eine Wand. Skizzieren Sie die Komponenten des Impulses während den verschiedenen Phasen und diskutieren Sie die Impulsübertragung.

LGP1: 8 Drehmoment

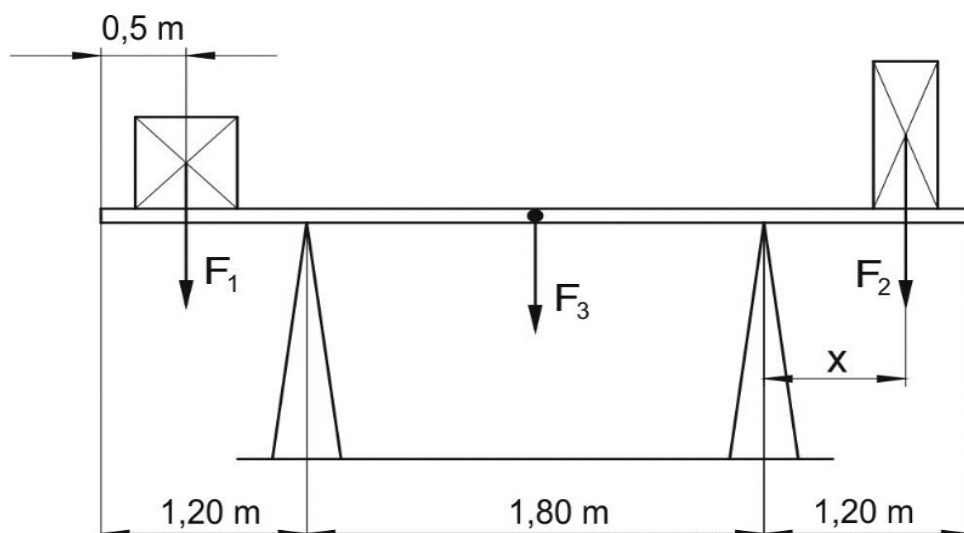
Eine ebene Platte liegt auf zwei Stützen auf. Am linken Ende liegt ein Steinklotz auf der Platte.

Wie weit kann ein zweiter Klotz ans rechte Ende der Platte geschoben werden (Mass x), damit die Platte gerade nicht kippt? Tipp: Lege den Drehpunkt richtig!
Das Eigengewicht der Platte (F_3) ist zu berücksichtigen.

$$F_1 = 250\text{ N},$$

$$F_2 = 800\text{ N},$$

$$F_3 = 150\text{ N}$$



Lerngruppe Physik 2

Elektrizitätslehre, Stromkreise

LGP2: 1 Kurzfragen

- Was ist elektrische Spannung? Was ist ein elektrisches Potential?
- Was besagt das Ohmsche Gesetz?
- Interpretieren Sie folgende Formeln:

$$\vec{F} \sim \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$P = UI$$

$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C_{total}}$$

$$\sum_i U_i = \sum_n R_n I_n$$

$$C = \epsilon \epsilon_0 A / d$$

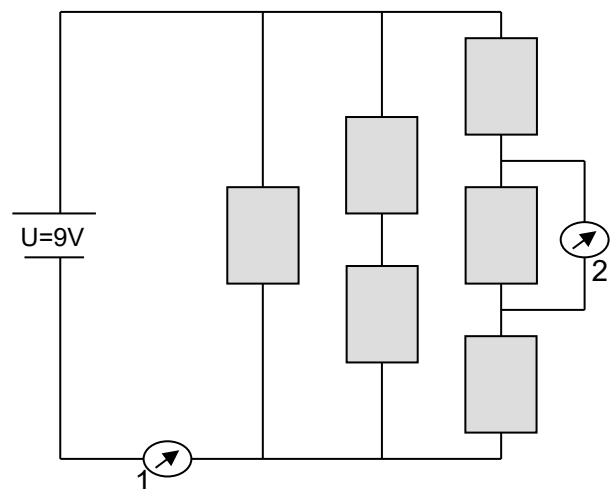
$$\vec{E} = \vec{F} / q$$

$$1 \text{ eV}$$

LGP2: 2 Ersatzwiderstände, Spannungsabfälle

In dieser Schaltung haben alle Widerstände 10Ω .

Was zeigen die Messinstrumente 1 und 2 an?



LGP2: 3 Elektrische Leistung

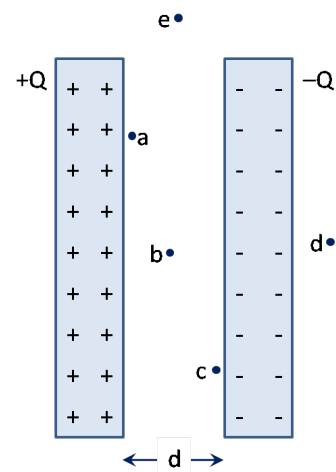
Mit einem Tauchsieder soll 1 Liter Wasser in 5 Min. von 10°C auf 100°C erwärmt werden können. Es steht eine Gleichspannung von 200 V zur Verfügung.

Welche Stromstärke fließt? Wie gross ist der Widerstand des Heizelements? Spez. Wärme von Wasser $c_w = 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$.

LGP2: 4 Kondensator

Wie verändern sich die elektrische Feldstärke \vec{E} und die Spannung U in einem Plattenkondensator, wenn der Abstand d zwischen den beiden Platten verdoppelt wird.

- Wenn die Ladung auf den Platten unverändert bleibt?
- Wenn über den Platten mit einer Batterie die Spannung konstant gehalten wird?
- Skizzieren Sie die elektrische Feldstärke in den Punkten a bis e.



LGP2: 5 Beschleunigung im elektrischen Feld

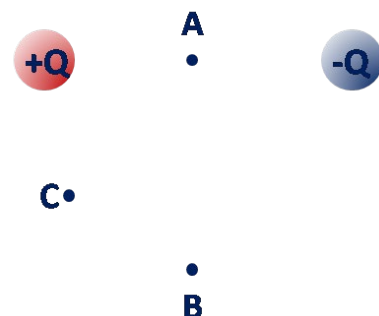
In der Nähe der Erdoberfläche wirkt auf geladene Körper ein elektrisches Feld von mindestens 100 V/m. Zudem wirkt auf alle Körper das Gravitationsfeld. Beide Felder sind nach unten gerichtet und annähernd homogen.

In einem Gedankenexperiment stehen Sie mit einer grossen und einer kleinen ungeladenen Stahlkugel, einem Proton, einem Neutron und einem Elektron auf dem Turm von Pisa. Dabei dürfen Sie den Luftwiderstand vernachlässigen.

- Welches Feld wirkt effektiv auf die fünf Körper?
- Welche Beschleunigung in m/s^2 erfahren diese fünf Körper, wenn Sie diese aus ihrer Ruhelage loslassen?

LGP2: 6 Coulomb-Kräfte, Vektoraddition

Skizzieren Sie den Feldverlauf von zwei Ladungen ($+Q$ und $-Q$) und die von ihnen ausgeübten Kräfte auf eine Probeladung $+q$, die sich in A, B oder C befindet.



LGP2: 7 Stromleitung in einem Cu-Draht

- Wie viele freie Elektronen stehen pro cm^3 Kupfer zur Verfügung, wenn man annimmt, dass pro Cu-Atom eines frei ist?
- Wie viele Elektronen strömen bei einer Stromstärke $I = 1 \text{ A}$?
- Wie gross ist die mittlere Geschwindigkeit \bar{v} der Elektronen, wenn 1 Ampere durch eine Querschnittsfläche $A = 1 \text{ mm}^2$ fliesst?

LGP2: 8 Elektrische Leitungsverluste

Sie machen eine Gartenbeleuchtung mit einer elektrischen Lampe. Dazu haben Sie einen Akkumulator mit 24 V Batteriespannung zur Verfügung. Sie benutzen eine Lampe, die bei 24 V eine Leistung von 100 W erbringt.

- Berechnen Sie den elektrischen Widerstand R_L der Lampe.
- Berechnen Sie den elektrischen Widerstand R_K der 100 Meter langen Leitung (Zuleitung $\times 2$; Kupfer mit einem Leiterquerschnitt von 1 mm^2 ; spezifischer elektrischer Widerstand von Kupfer: $\rho_{\text{Cu}} = 1.7 \cdot 10^{-8} \text{ } \Omega \text{ m}$).
- Welche Leistung wird tatsächlich in der Lampe freigesetzt?

LGP2: 9 Coulomb-Kraft

Wie gross ist die Coulomb-Kraft zwischen zwei Protonen im Kern ungefähr? $\epsilon_0 = 8.8 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}$

LGP2: 10 Induktion, Netzspannung

- Wie (qualitativ) wird eine elektrische Spannung induziert?
- Wie lautet die numerische Formel für die Netzspannung? Wieso spricht man von 230 V in diesem Zusammenhang?
- Warum benutzen wir im täglichen Leben Wechselspannungen und nicht Gleichspannung?
- Skizzieren Sie die Magnetfeldlinien in der Umgebung eines Permanentmagneten und geben Sie die Eigenschaften der Feldlinien an.

Lerngruppe Physik 3

Wärmelehre, Energieerhaltung

LGP3: 1 Energie

Welche Aussagen sind wahr?

- a) $p \cdot \Delta V$ ergibt eine Energie.
- b) $U \cdot I$ ergibt eine Energie.
- c) 1 eV ist eine Energieeinheit.
- d) 1 kcal = 4.18 J
- e) Die Temperatur von kochendem Wasser bleibt konstant.
- f) Wenn Strom durch eine Kochplatte fließt, wird elektrische Energie in Wärmeenergie umgewandelt.
- g) Die mittlere Geschwindigkeit von Gasmolekülen steigt linear mit der absoluten Temperatur.
- h) Das Funktionsprinzip eines Quecksilber-Glas-Fieberthermometers beruht auf Volumenexpansion bei zunehmender Temperatur.

LGP3: 2 Mischtemperatur

Ein Eisenstück von 150 g Masse wird in den Flammen eines Bunsenbrenners erhitzt und dann in 700 g Wasser gelegt. Das Wasser erwärmt sich dabei von 18.8°C auf 38.2°C.

- a) Welche Wärmemenge nimmt das Wasser auf?
- b) Welche Temperatur hat das Eisen vor dem Eintauchen ($c_{\text{Eisen}} = 450 \text{ J/kgK}$)?

LGP3: 3 Eis schmelzen

Sie haben 1 kg Eiswürfelchen mit einer Anfangstemperatur von -10°C, die Sie mit einer konstanten Wärmeleistung von 60 W erwärmen. Zeichnen Sie die Temperatur als Funktion der Zeit, wenn Sie den Wärmeaustausch mit der Umgebung vernachlässigen. Wie lange dauert es, bis das Wasser zu kochen beginnt?

Spezifische Wärmekapazitäten:

$$c_{\text{Eis}} = 2050 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad (\text{bei } -10^\circ\text{C})$$

$$c_{\text{Wasser}} = 4186 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Spezifische Schmelzwärme:

$$L_{\text{Eis} \rightarrow \text{Wasser}} = 333700 \text{ Jkg}^{-1}$$

LGP3: 4 Leichtathletik

Usain Bolt, der schnellste Mann der Welt, läuft die 100 m in 9.58 Sekunden. Für die folgende Aufgabe rechnen wir der Einfachheit halber mit einem Sprinter der für 100 m eine Zeit von genau 10 s benötigt.

- Welche maximale Höhe kann er als Stabhochspringer erreichen?
- Welche maximale Weite kann er als Weitspringer im günstigsten Fall erreichen?

LGP3: 5 Treppensteigen

Eine 60 kg schwere Frau steigt in gleichmässigem Tempo eine Treppe mit 100 Stufen der Stufenhöhe 20 cm hoch.

- Wie gross ist die potentielle Energie, die die Frau dabei gewinnt?
- Was lässt sich zur mechanischen Arbeit sagen, die sie dabei verrichtet?
- Wie gross ist die Energie, die ihr Organismus dabei mindestens benötigt, wenn ihre Muskeln einen Wirkungsgrad beim Treppensteigen von 20 % haben?
- Bei Körperruhe und Muskelentspannung verbrauche der Organismus der Frau 6300 kJ pro Tag (Grundumsatz). Mit welcher Trittfrequenz muss sie die Treppe steigen, damit die gesamte Leistung ihres Organismus während dem Treppensteigen gerade zehn Mal so gross ist wie bei Körperruhe und Muskelentspannung?

LGP3: 6 Galilei-Thermometer

Ein Galilei Thermometer besteht aus einem mit organischem Lösungsmittel gefüllten Glasrohr und Glaskugeln mit Bleigewichten als Temperaturanzeige. Die Anzeige der Kugel gibt an, bei welcher Temperatur sie in der Flüssigkeit gerade schwebt.

- Welche Kugeln befinden sich ganz oben?
- Wieso ändert sich der Auftrieb auf die Kugeln bei steigender Temperatur der Flüssigkeit?
- Im Bild ist eine Kugel im Schwebезustand.
Wie heisst die Gleichgewichtsbedingung?
- Was lässt sich über die mittlere Gesamtdichte der schwebenden, der oberen der unteren Kugeln mit Bleigewichten aussagen?
- Eine tropfenförmige Glaskugel schwebt in dem organischen Lösungsmittel von 20°C der Dichte 980 kg/m^3 . Der Glastropfen enthält Wasser und hat eine mittlere Dichte von 750 kg/m^3 . Wie schwer ist das Zusatzgewicht aus Blei, wenn den Glastropfen als Kugel mit dem Durchmesser 3.0 cm betrachten?



bzw.

Sie

LGP3: 6 Radfahren

Eine Radfahrerin (Masse samt Gepäck $m = 60$ kg) fährt mit ihrem Velo (Masse $m_{\text{Velo}} = 15$ kg) mit gleichmässiger Geschwindigkeit von Göschenen auf den Gotthardpass hinauf (Höhendifferenz $\Delta h = 1074$ m) und benötigt dafür 1.5 Stunden. Der Weg, auf dem sie fährt, sei gleichmässig steil und $d = 18$ km lang. Ihre Muskeln haben einen Wirkungsgrad beim Radfahren von $\eta_{\text{Muskeln}} = 25\%$. Die Windgeschwindigkeit sei vernachlässigbar klein.

- a) Wie gross ist die Energie, die sie dabei verbraucht, wenn nur die Gravitationskraft und die Luftwiderstandskraft $F_{\text{Luft}} = c_w \cdot A \cdot \rho / 2 \cdot v^2$ wirken? (Widerstandskoeffizient $c_w = 0.9$, Anströmoberfläche $A = 0.45$ m², Luftdichte $\rho = 1.0$ kg/m³)
- b) Wie viel Wasser verliert sie dabei, falls jener Teil des Energieaufwandes des Organismus, der nicht mechanisch umgesetzt wird, vollständig in Wärme übergeht und durch Wasserverdunstung ausgeschieden wird? (spezifische Verdampfungswärme $L_v = 2256$ kJ/kg)
- c) Wie gross ist die maximale Geschwindigkeit, die die Radfahrerin bei der Abfahrt ohne Pedaltritt erreichen kann?

Seminar 2

Optik

Sem2: 1 Wandspiegel

Wie hoch muss ein Spiegel mindestens sein, damit man sich darin von Kopf bis Fuss sehen kann?

Sem2: 2 Diaprojektor

Ein Dia vom Format $24\text{ mm} \times 36\text{ mm}$ dient bei einem Diaprojektor als Gegenstand G . Dieser Gegenstand wird von der Projektionslinse ($f = 10\text{ cm}$) auf eine Leinwand im Abstand $b = 3.4\text{ m}$ scharf abgebildet.

- Berechnen Sie die Gegenstandsweite g .
- Berechnen Sie das Format des Bildes auf der Leinwand.
- Die Leinwand muss nun etwas näher an den Projektor heran geschoben werden. Damit das Bild wieder scharf wird, wird die Gegenstandsweite um 2.0 mm vergrößert. Wie weit ist die Leinwand bei scharfer Einstellung jetzt vom Projektor entfernt?

Sem2: 3 Linsensystem

Zwei dünne Linsen ($f_1 = 15\text{ mm}$, $f_2 = 30\text{ mm}$) sind im Abstand $d = 90\text{ mm}$ hintereinander aufgestellt. Ein Gegenstand befindet sich 25 mm vor der ersten Linse.

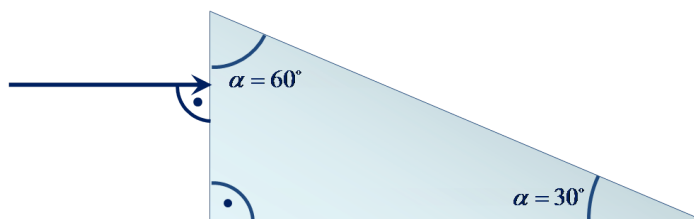
- Skizzieren Sie den Strahlengang (Bild der 1. Linse = Gegenstand der 2. Linse)
- In welcher Distanz hinter der 2. Linse befindet sich das Bild?
- Wie gross ist der totale Abbildungsmassstab $B_2 : G$?

Sem2: 4 Prisma

Ein Lichtstrahl fällt senkrecht auf eine Fläche des skizzierten Prismas. Zeichnen Sie den Gang des Strahls, bis er das Prisma verlassen hat.

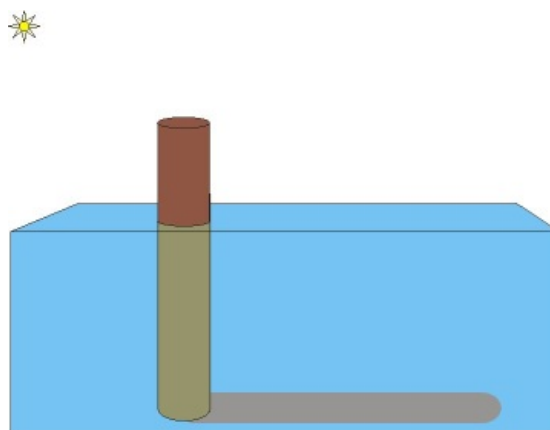
Berechnen Sie die vorkommenden Winkel.

$$n_{\text{Luft}} = 1, \quad n_{\text{Glas}} = 1.4.$$



Sem2: 5 Brechung

In ein Wasserbecken von 2 m Tiefe wird ein Pfahl gerammt, der 50 cm aus dem Wasser herausragt. Wie lang ist der Schatten des Pfahls auf dem Grund des Wasserbeckens, wenn die Sonnenstrahlen unter einem Winkel von 60° zur Wasseroberfläche einfallen? Für die Brechungsindizes gelte: $n_{\text{Luft}} \approx 1.0$ und $n_{\text{Wasser}} \approx 1.33$.



Sem2: 6 Totalreflexion

Ein Taucher blickt von unten durch eine (wellenlose) Wasseroberfläche.

Skizzieren Sie den Strahlengang für verschiedene Winkel α . Wie sieht er den Himmel? Brechungsindex von Wasser: $n = 1.33$.

Sem2: 7 Lichtgeschwindigkeit

Bestimme aus dem Brechungsindex von Wasser die Lichtgeschwindigkeit in Wasser.

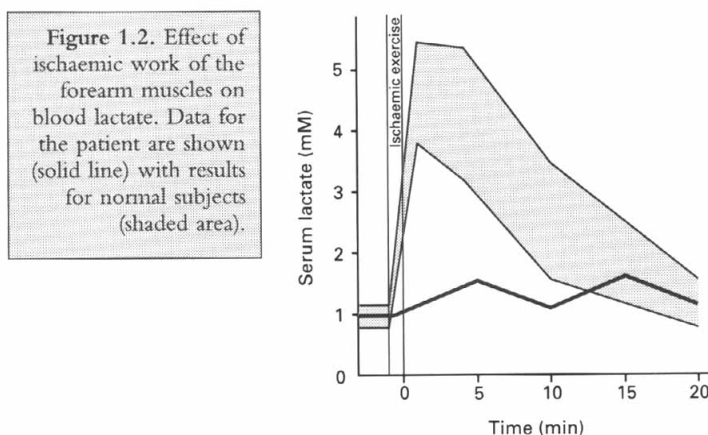
Sem2: 8 Auflösungsvermögen

Diskutiere die Grenzbedingungen die in der Optik herrschen und welches die kleinsten Objekte sind, die man mit einem Lichtmikroskop gerade noch erkennen kann.

Aufgaben Lerngruppen Biochemie (LG B)

Fallbeispiel A: Muskelschwäche

Phillip, ein 16-jähriger Junge, sucht den Arzt auf, weil er seit einigen Jahren an zunehmender Muskelschwäche leidet. Nach grosser körperlicher Anstrengung verspürt er starke Muskelschmerzen, bemerkt aber keine Symptome nach nur mässiger sportlicher Aktivität. In einem Test wird seine Lactatkonzentration im Blut nach schwerer körperlicher Anstrengung bestimmt (Fig. 1.2):



Nach der Anstrengung sind die Serumkonzentrationen der Lactatdehydrogenase, der Kreatinkinase sowie der Aldolase für einige Stunden deutlich erhöht.

Eine Muskelbiopsie ergibt folgende Werte (Tab. 1.1):

Table 1.1. Analysis of metabolites in muscle biopsy samples.

Source of muscle	Tissue component			
	Glycogen (mg/g tissue)	Glucose 6-phosphate ($\mu\text{mol/g}$ tissue)	Fructose 6-phosphate ($\mu\text{mol/g}$ tissue)	Fructose 1,6-bisphosphate ($\mu\text{mol/g}$ tissue)
Phillip	43.8	9.2	1.6	0.02
Normal volunteers (mean \pm SD)	9.6 \pm 1.8	0.5 \pm 0.3	0.1 \pm 0.05	0.61 \pm 0.23

Fragen:

Wieso produziert der Muskel unter anaeroben Bedingungen Lactat und nicht Pyruvat?

Welche Informationen liefern Ihnen der Muskeltest und die Muskelbiopsie?

An welchem metabolischen Defekt leidet Phillip?

Wie kommt es zur Erhöhung der oben genannten Enzyme im Serum?

Wieso verspürt Phillip bei nur leichter Muskelaktivität keine Beschwerden?

Fallbeispiel B: Menschliches Insulin

Menschliches Insulin ist ein Peptidhormon, das aus 51 Aminosäuren besteht. Es wird in den Beta-Zellen der Langerhans-Inseln im Pankreas synthetisiert und in Vesikeln verpackt. Bei erhöhter Blut-Glukosekonzentration verschmelzen die Vesikel mit der Plasmamembran und das Insulin wird in die Blutbahn abgegeben.

Interessanterweise besteht menschliches Insulin, das von einem einzigen Gen codiert wird, aus 2 Peptidketten, einem A-Peptid aus 21 und einem B-Peptid aus 30 Aminosäuren, die miteinander über 2 Disulfidbrücken kovalent verbunden sind.

Menschliches Insulin ist eines der wenigen Peptidhormone, das in *E. coli*-Bakterien produziert und für die Behandlung beim Menschen eingesetzt werden kann. Ein weiteres Beispiel, das Wachstumshormon, werden wir im Molekularbiologie-Block kennenlernen.

Fragen:

1. Wie ist das Gen, das in menschlichen Zellen für Insulin codiert, aufgebaut?
2. Wie gross ist das Primärtranskript des Insulin-Gens, wie wird es im Zellkern prozessiert?
3. Wie resp. wo findet die Translation der Insulin mRNA statt?
4. Wie gelangt Insulin in Vesikel?
5. Welche Bedingungen müssen an die in Bakterien zu vermehrende und transkribierende Form der Insulin-DNA gestellt werden?

Hinweis:

Insulin hilft den Blutzuckerspiegel konstant zu halten, indem es die Aufnahme von Glucose aus dem Blut in den Zellen stimuliert. Weiter ist Insulin an der Regulation des Stoffwechsels beteiligt. Diese Wirkungsweisen sollen hier nicht diskutiert werden, sie sind Bestandteile des Unterrichts im 2. Studienjahr.