

260195 UE Rechenübungen zu Physik für BiologInnen
Rechenübungen zu Physik für BiologInnen, Wintersemester 2007/08.

Zeit und Ort: Diese Rechenübungen finden jeden Freitag von 07:45 bis 08:45 im kleinen Seminerraum im 5. Stock (theoretische Physik), Boltzmannngasse 5 statt.

Die maximale Teilnehmerzahl ist 20.

Anmeldung: Bitte melden Sie sich durch Senden einer E-mail an helmuth.horvath@univie.ac.at an. Die Aufnahme erfolgt in der Reihenfolge des Einlangens der E-mails. Es wird eine Teilnehmerliste und eine Warteliste erstellt, die Sie auf der Homepage biologische-physik.univie.ac.at finden.

Wenn Sie zur ersten Lehrveranstaltung nicht kommen, nehme ich an, dass Sie sich entschieden haben, nicht teilzunehmen und Ihr Platz wird durch Wartelisteplätze ersetzt.

Übungsablauf: Wir wollen in den Übungen die Beispiele gemeinsam rechnen. Bitte bereiten Sie jeweils 6 Beispiele so vor, dass Sie in der Lage sind, diese an der Tafel Ihren Kolleginnen und Kollegen zu erklären. Zu Beginn der Übungsstunde werden Sie gefragt werden, welche Beispiele Sie vorrechnen können. Dies wird in eine Liste eingetragen. Das Vorrechnen der Beispiele wird beurteilt.

Beurteilung: Die Beurteilung der Lehrveranstaltung erfolgt
(1) Aufgrund Anzahl der als vorrechenbar angegebenen Beispiele (mindestens 70%)
(2) Aufgrund der Vorrechnens.
Es gibt keine Abschlußprüfung.

Dringende Absenzen: Falls es Ihnen aus dringenden Gründen nicht möglich ist, an einer Übungsstunde teilzunehmen, so senden Sie mir bitte die ausgerechneten Beispiele **vor Beginn der Übung** zu (z.B. als E-mail, FAX, oder Brief (Datum des Stempels maßgeblich)) oder bitten Sie jemanden die Unterlagen zur Übung zu bringen. Die gerechneten Beispiele gelten so, als wenn Sie anwesend wären. Dies ist maximal zweimal möglich.

Helmuth Horvath

7. Oktober 2007

Übungsbeispiele Physik für BiologInnen

(1) Der Expresszug Hikari 1 der Shin-kan-sen Linie fährt von Tokyo über Nagoya, Kyoto, Osaka und Okoyama in das 894,8 km entfernte Hiroshima.

Ort	km von Tokyo	Zeit
Tokyo	0	07:00 ab
Osaka	552,6	09:58 an 09:59 ab
Okoyama	732,90	10:50 an 10:51 ab
Hiroshima	894,8	11:35 an

Welche mittlere Geschwindigkeit hat der Zug zwischen Okoyama und Hiroshima (in m/s und km/h)?

Welche mittlere Geschwindigkeit hat er zwischen Tokyo und Osaka, wenn die Aufenthalte in Nagoya und Kyoto je einminütig sind?

Zeichnen Sie ein Weg-Zeit-Diagramm für den obigen Fahrplan (Zeit x-Achse, Weg y-Achse).

(2) Kokospalmen wachsen selten gerade und werden manchmal 15 m hoch; eine Palme habe beide Eigenschaften. Wird eine Kokosnuss reif, so fällt sie ab. Wir vernachlässigen für das Abfallen die Luftreibung.

Wie lange fällt die Kokosnuss?

Mit welcher Geschwindigkeit trifft sie auf der Erde auf?

Warum haben wir keine Masse der Kokosnuss angegeben?

Falls die Kokosnuß eine Masse von 5 kg hat, wieviel potentielle Energie hatte sie vor dem Abfallen?

Wieviel kinetische Energie hat die beim Auftreffen am Boden?

(3) Kaninchenflöhe ($m = 0,5 \text{ mg}$) können Sprunghöhen von 0,1 m erreichen. Welche Anfangsgeschwindigkeit muss ein solcher Floh dazu haben? Welche Beschleunigung tritt auf, wenn er diese Geschwindigkeit in 10 ms aus dem Ruhestand heraus erreicht (in Vielfachen von g)?

(4) Ziemlich unangenehm ist es, wenn einem in Sichtweite (800 m) einer Tankstelle das Benzin ausgeht und das Fahrzeug noch dazu eine Masse von 1.250 kg hat. Wie groß ist bei einem Reibungskoeffizienten von 0,08 zwischen Gummi und Beton (Reifen nicht blockiert) die Arbeit der beiden Mitfahrer, wenn sie den Wagen samt Lenker ($m=90\text{kg}$) zur Tankstelle schieben (Straße sei eben und geradlinig)? Wie stark müsste die Straße geneigt sein, damit der Wagen samt Lenker gerade von alleine zu rollen beginnt?

(5) Im Schleudergang dreht sich eine Waschtrommel mit einer Frequenz von 800 Umdrehungen pro Minute. Ein abgelöster Knopf ($m=8\text{g}$) befindet sich 10 cm von der Drehachse entfernt.

Wie groß ist die Zentrifugalbeschleunigung?

Mit welcher Kraft wird der Knopf nach außen getrieben?

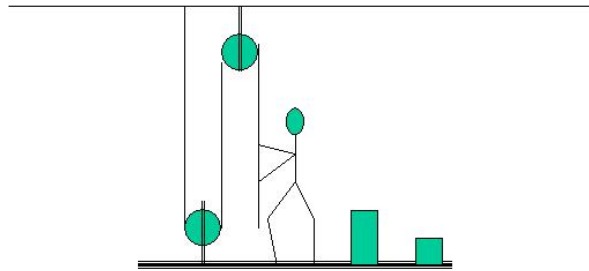
Vergleichen Sie diese Kraft mit seinem Gewicht.

Vievielfach schneller wird das Wasser aus der Wäsche gedrückt im Vergleich zum Abtropfen von der Wäscheleine?

(6) Eine Spinne hat ihr Netz so zwischen zwei Bäume gespannt, dass die beiden Aufhängefäden je einen Winkel von 20° zur Waagrechten einschließen. Berechnen Sie, welche Kraft die beiden Fäden aushalten müssen, wenn die Spinne mit einer Masse von 2 g genau in der Mitte hängt. Welche Kraft würde bei einem Winkel von 3° wirken? Vergleichen Sie die Kräfte mit dem Gewicht der Spinne.

(7) . Ein Maultier transportiert bei einer Eigenmasse von 300 kg eine Last von 90 kg aus dem Tal (500 m Meereshöhe) auf eine Berghütte (1800 m). Dazu benötigt es 3h. Eine Gemse (80 kg) benötigt für einen Höhenunterschied von 900 m nur 30 min. Wie groß ist die Leistung der Tiere? Wie viel Futter braucht das Maultier, wenn 1 kg Heu in 4 MJ Energie enthält und der Wirkungsgrad bei der Umsetzung in mechanische Energie 28% beträgt?

(8). Eine Arbeitsplattform (Masse 50 kg) ist über den unten gezeichneten reibungsfreien Rollenmechanismus aufgehängt. Mit welcher Kraft muss eine Person ($m = 80$ kg) ziehen, um die mit 40 kg beladene Plattform nach oben zu ziehen?



(9) Eine Angelleine habe einen Durchmesser von $d=0,2$ mm. Der größte Fisch, der damit aus dem Wasser gezogen werden kann, habe 6,4 kg Masse, ohne dass der Bereich der elastischen Verformung überschritten wird. Um wieviel dehnt sich dabei die ursprünglich (unbelastet) 20 m lange Leine, wenn der Elastizitätsmodul $E=80$ GN/m² beträgt.

Anmerkung: Als Vereinfachung vernachlässigen Sie die Muskelkräfte des sich wehrenden Fisches!

(10) Bei einer Pirouette wird die Drehung mit ausgestreckten Armen, vorgebeugtem Oberkörper und weggestrecktem Schwungbein relativ langsam (ca. mit einer Umdrehung pro Sekunde) begonnen. Das Trägheitsmoment beträgt in dieser Position 7 kgm². Durch Aufrichten des Körpers und Anziehen der Arme an den

Körper wird es dann aber auf $1,7 \text{ kgm}^2$ verringert, sodass sich – wegen der Drehimpulserhaltung – die Drehgeschwindigkeit stark erhöht. Mit welcher Kreisfrequenz dreht sich der/die Eiskunstläufer/in dann? Welche Arbeit ist zum Aufrichten und Anziehen der Arme nötig (Anleitung: Vergleichen Sie die Rotationsenergie vorher und nachher...)

(11) Der Überdruck der Wiener Hochquellwasserleitung beträgt beim Verbraucher mindestens 3 bar. Welcher Höhenunterschied muss dazu mindestens zwischen Wasserspeicher und Entnahmestelle herrschen (Druckreduktionen werden fürs erste vernachlässigt...) Berechnen Sie – unter Vernachlässigung der Reibung – die daraus resultierende minimale Ausströmgeschwindigkeit.

(12) Von Eisbergen sieht man bekanntlich nur die Spitze. Wieviel Prozent des Eisbergvolumens bleiben oberhalb der Wasseroberfläche (Dichte von Meerwasser = 1035 kg/m^3). Wieviele Eisbären (zu je 350 kg Masse) könnte ein Eisberg mit einem Gesamtvolumen von 2500 m^3 tragen ohne unterzugehen?

(13) Ein Hypertoniker (Patient mit Bluthochdruck) hat normalerweise einen Blutdruck von 190/120 (systolischer / diastolischer Wert, Angaben in mm Hg). Er kauft sich nun ein eigenes Blutdruckmessgerät, welches statt am Oberarm (und damit richtigerweise in Herzhöhe) am Handgelenk angebracht wird. Da er die Anleitung nicht liest, misst er bei herabhängenden Armen und damit um 50 cm tiefer als eigentlich vorgeschrieben. Welchen (falschen) Blutdruck wird das Messgerät bei dieser Art zu messen daher anzeigen?

(14) Ein Fallschirmspringer der Masse 85 kg (inkl. Schirm) springt aus einem in 3000 m Höhe fliegenden Flugzeug. Berechnen Sie folgende Geschwindigkeiten:
a) Auftreffgeschwindigkeit unter Vernachlässigung des Luftwiderstandes.
b) Auftreffgeschwindigkeit ohne Schirm, mit Luftreibung; dazu sind noch folgende Angaben nötig: C_w (Mensch) = $0,8$; Fläche des fallenden Menschen = $0,7 \text{ m}^2$;
c) Auftreffgeschwindigkeit mit Schirm; dazu sind noch folgende Angaben nötig: C_w (Schirm) = $1,4$; Durchmesser des Schirmes sei 6 m ;
Anmerkung: Im Fall b) und c) habe sich bereits die konstante Fallgeschwindigkeit eingestellt.

(15) Mit welcher Geschwindigkeit fallen Löwenzahnsamen ($m = 65 \mu\text{g}$) zu Boden? Der geästelte Aufbau des Samens lässt sich bezüglich des Widerstandes am besten durch eine offene Kugel mit $C_w = 1,4$ und 8 mm Durchmesser beschreiben. Bitte bedenken Sie, dass die Samen auch Auftrieb erfahren (Dichte 1000 kg/m^3).

(16) Eine Fledermaus erzeugt ein Schallsignal, dessen Frequenz nicht konstant ist, sondern mit 160 kHz beginnt und pro Millisekunde um 20 kHz abnimmt. Der Impuls dauert 3 ms . Nach $1,8 \text{ ms}$ hört sie das reflektierte Signal (und natürlich ihr eben ausgesandtes). Vergleichen Sie diese Zeit mit der üblichen physiologischen Reaktionszeit. Wie weit ist das reflektierende Hindernis entfernt?
Ist Laufzeitmessung daher anzunehmen?
Hingegen: Eine Schwebung welcher Frequenz hört sie?

(17) Eine gute Orgel hat einen Tonumfang von 16 bis 4096 Hz . Die Schallgeschwindigkeit in Luft betrage 330 m/s . Wie lange muß die oben offene und unten geschlossene Orgelpfeife des tiefsten Tons und die des höchsten Tons sein? Welche Frequenz haben dann jeweils die ersten Oberschwingungen?
Wie lange müssten die Pfeifen sein, wenn sie mit Wasser gefüllt wären und in der Grundschwingung dieselben Frequenzen erzeugen?

(18) Ein Motorboot hat zwei Schiffsschrauben und daher zwei Motoren. Ein Motor erzeugt in 2 m Entfernung einen Schallpegel von 64 dB.
Welcher Schallintensität entspricht dieser Pegel?
Welche Schallintensität und Pegel erzeugen beide Motoren.
Welche Schallintensität wird am Ufer eines Sees gemessen, wenn das Boot in 20 m Entfernung mit 2 Motoren vorbeifährt?
(Anm.: kugelf. Ausbreitung von Schall). Welchem Pegel entspricht das?

(19) Für einen Tauchversuch im Winter wird ein kreisrundes Loch ins Eis gehackt. Welchen Durchmesser muß es haben, damit ein Taucher aus einer Wassertiefe von 2 m die ganze Umgebung außerhalb des Wassers überblicken kann?
Anleitung: Skizze zur Totalreflexion

(20) Wir stellen uns das Auge aus einer dünnen Linse in Luft bestehend vor. Die Netzhaut befindet sich 2 cm hinter der Augenlinse. Wir nehmen weiters an, dass sich hinter der Augenlinse ebenfalls Luft befindet.

- Wie groß ist auf der Netzhaut das Bild eines 25 m hohen Baumes, der sich auf einen Hügel in 2 km Entfernung befindet.
- Welche Größe hat das Bild eines in 25 cm Entfernung gelesenen 10 pt großen Buchstabens? (1 pt = 0,35 mm).
- Wie weit muß ein Buch mit 10 pt Buchstaben entfernt gehalten werden, sodaß diese gerade noch erkennbar sind? Wir nehmen an, dass ein Buchstabe noch erkennbar ist, wenn er analog zu einfachen Druckern aus 9 unterscheidbaren Punkten besteht, d.h. das Bild auf der Netzhaut sich über mindestens 9 Sehzellen erstreckt.
- Wieviele Buchstaben werden bei 25 cm Entfernung im gelben Fleck abgebildet (Größe 0,25 mm)?
- In welcher Entfernung „verschmelzen“ die beiden Schienen eines völlig geraden Eisenbahngleises mit einer Spurweite von 1435 mm.

(21) Welche Brechkraft hat eine bikonkave Glaslinse ($n = 1,6$) in Wasser, wenn ihre Brennweite in Luft 0,25 m beträgt?

Anschauliches Anwendungsbeispiel dazu: Es gibt chinesische Likör- oder Sakeschalen, in welchen man ein am Boden befindliches Bild nur dann sehen kann, wenn sich Flüssigkeit in der Schale befindet. Wie könnte das funktionieren?

(22) Unter welchem Winkel erscheint das erste Minimum der Beugung an der Pupille bei sehr hellem Licht (Pupillendurchmesser 1 mm) und bei Dämmerung (Pupillendurchmesser 7 mm)? Der Brechungsindex des Glaskörpers beträgt 1,41, die Wellenlänge 500 nm. Welchen Durchmesser haben die Beugungsscheibchen auf der Netzhaut? (Augenlänge: 2 cm)

(23) Konstruieren Sie mit Hilfe der Hauptstrahlen für eine Konkav- und eine Konvexlinse die Bilder für Gegenstände

- innerhalb der einfachen Brennweite
- zwischen einfacher und doppelter Brennweite
- genau in der doppelten Brennweite
- außerhalb der doppelten Brennweite.

(24) Für eine medizinische Röntgenuntersuchung wird eine Röntgenröhre mit 85 kV Spannung betrieben. Welche Energie kann ein Röntgenquant dabei maximal erreichen? Welche minimale Wellenlänge hat daher die entstehende Strahlung?

Wieviele Elektronen werden von der Kathode pro Sekunde emittiert, wenn durch die Röhre ein Strom von 100 A fließt. Welche Leistung nimmt die Röhre auf?

(25) Eine Energiesparlampe entnimmt aus dem Stromnetz eine Leistung von 11 W , gibt aber soviel Licht wie eine 60 W -Glühbirne. Die Lebensdauer einer solchen Energiesparlampe beträgt laut Herstellerangabe etwa 7000 h , während eine normale Glühbirne nur etwa 1200 h hält. Der Anschaffungspreis einer Energiesparlampe beträgt 7 Euro , während man ein Zehnerpack Glühbirnen um $\text{€ } 2,90$ erhält. Berechnen Sie für beide Alternativen die Gesamtkosten für die Beleuchtung eines Stiegenhauses in einem mehrstöckigen Wohnhaus mit insgesamt 50 Beleuchtungskörpern und je zwei Lampen (wobei bei einem Tausch immer gleich beide gewechselt werden - aus Gründen der Sicherheit, weil es damit unwahrscheinlicher ist, dass bis zur nächsten periodischen Kontrolle beide ausgefallen sind) für ein Jahr bei einer mittleren täglichen Betriebszeit von 12 Stunden (Dämmerungsschalter). Strompreis $0,16\text{ €/kWh}$

(26) Bei einem Gewitter beträgt die elektrische Feldstärke 1200 V/m . Wie groß ist die elektrische Spannung zwischen dem Erdboden und einer Gewitterwolke in $3,5\text{ km}$ Höhe? Die Gewitterwolke habe einen Durchmesser von 40 km . Wie groß ist die Kapazität dieses „Plattenkondensators“? Wie stark ist die Wolke geladen? Wie groß ist die in diesem Kondensator gespeicherte elektrische Energie (in J und kWh)? Welchen Wert hätte sie, wenn man sie nutzen könnte?

(27) Eine 400 kV Hochspannungsleitung hängt an zylindrischen Isolatoren mit einem Durchmesser von 10 cm und einer Länge von 1 m aus Keramik. Das Material hat einen spezifischen Widerstand von $10^{12}\text{ }\Omega\text{m}$. Welcher (Leck)strom fließt dann über einen solchen Isolator? Wie hoch ist demzufolge die Verlustleistung über alle 5000 Isolatoren der ganzen Leitung?

(28) Die negative Elektrode einer sogenannten „Mignon-Batterie“ (Typ „AA“ oder „LR6“) einfacher Bauart besteht aus einem Zink-Becher mit 13 mm Durchmesser und 47 mm Länge, der mit einem pastösen sauren Elektrolyten gefüllt ist, in den als positive Elektrode ein Kohlestift taucht. Zwischen diesen beiden baut sich aufgrund der unterschiedlichen Elektronenaffinität elektrochemisch eine Spannung von $1,5\text{ V}$ auf. Bei Gebrauch der Batterie lösen sich die Zn -Atome als $2+$ geladene Kationen im Elektrolyten, sodass pro gelöstem Atom zwei Elektronen in der Elektrode verbleiben, welche dann als Strom durch den Kreis zur Anode fließen. Die Kapazität dieser Batterie betrage 1000 mAh . Wieviel Zink geht daher bei vollständiger Nutzung in Lösung, und um wieviel wird der Zinkmantel (gleichmäßiger Abbau über die ganze Oberfläche vorausgesetzt) dabei dünner - bzw. was passiert, wenn die Wandstärke nur etwa soviel beträgt? (Dichte von $\text{Zn} = 7133\text{ kg/m}^3$; Massenzahl $N = 65,4$)

(29) In jeder Flüssigkeit sind dissoziierte Salze vorhanden, deren freie Ladungsträger (=Ionen) bei Bewegung in einem Magnetfeld normal zu Magnetfeldrichtung und Fließrichtung abgelenkt werden. Daher werden die im Wasser eines Flusses vorhandenen entgegengesetzt geladenen Ionen bedingt durch den Einfluss der Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes zu unterschiedlichen Ufern abgelenkt, sodass sich eine elektrische Spannung bzw. Feldstärke aufbaut. Wie groß ist diese für die Donau bei einer Breite von 250 m und einer Fließgeschwindigkeit von 5 m/s , wenn die Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes 157 pT beträgt.

Anleitung: Berechnen Sie dazu zuerst die Kraft auf einwertiges Ion welches sich im Magnetfeld bewegt. Die magnetische Kraft setzen gleich der Kraft aufgrund der elektrischen Feldstärke. Daraus ergibt sich die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Ufern.

(30) Berechnen Sie die Emissionsmaxima und die Strahlungsflussdichten der folgenden Schwarzen Strahler:

Strahler	Temperatur	Strahler	Temperatur
Sonne	5600 °C	Kerzenflamme	650 °C
Glühfaden einer Halogenlampe	2300 °C	Kachelofen	50 °C
Glühfaden einer normalen Glühbirne	1800 °C	Mensch (äußerer Gehörgang)	37 °C
		(Hautoberfläche)	31 °C
Gusseiserner Ofen	1300 °C	Eisoberfläche	0 °C