

# Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## Fakultät für Mathematik und Physik

Klausur zum Physikalischen Praktikum für Mediziner  
und Physik für Pharmazeuten B.Sc.

WS 2015/2016

- Freiburg, den 06. Februar 2016 -

---

### Sofort eintragen!

Name: .....

Vorname: .....

Nummer des Studentenausweises (Matrikelnummer): .....

Studienrichtung: med.  med. dent.  Pharm. Wissensch. B.Sc.

Haben Sie in diesem Semester am Physikal. Praktikum teilgenommen? Ja  Nein

Falls Sie das Praktikum in einem früheren Semester abgeleistet haben, bitte angeben  
(Jahr, Semester):

Hinweis: Nur die Lösungsangaben auf diesem Blatt werden gewertet.  
Füllen Sie das Blatt deshalb rechtzeitig und sorgfältig aus!

### Frage

- 1 A B C D E
- 2 A B C D E
- 3 A B C D E
- 4 A B C D E
- 5 A B C D E
- 6 A B C D E
- 7 A B C D E
- 8 A B C D E
- 9 A B C D E
- 10 A B C D E
- 11 A B C D E
- 12 A B C D E
- 13 A B C D E
- 14 A B C D E
- 15 A B C D E

### Frage

- 16 A B C D E
- 17 A B C D E
- 18 A B C D E
- 19 A B C D E
- 20 A B C D E
- 21 A B C D E
- 22 A B C D E
- 23 A B C D E
- 24 A B C D E
- 25 A B C D E
- 26 A B C D E
- 27 A B C D E
- 28 A B C D E
- 29 A B C D E
- 30 A B C D E

# Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## Fakultät für Mathematik und Physik

Klausur zum Physikalischen Praktikum für Mediziner  
und Physik für Pharmazeuten B.Sc. - WS 2015/2016

---

### Hinweise:

Bitte prüfen Sie, bevor Sie mit der Ausarbeitung der Aufgaben beginnen, ob die Sammlung der Klausuraufgaben vollständig ist.

Das heißt:

1. Es müssen alle Seiten beginnend mit Seite 1 lückenlos und geordnet nach aufsteigender Nummerierung vorhanden sein.
2. Es müssen in der Reihenfolge 1 bis 30 alle Aufgaben, geordnet nach aufsteigenden Nummern, vorhanden sein.
3. Durch den Druckvorgang kann es gelegentlich vorkommen, dass ein leeres Blatt anstelle eines bedruckten Blattes eingehftet ist.

Bitte reklamieren Sie fehlerhafte Zusammenstellungen der Klausuraufgaben sofort bei der Aufsicht!

Lösungen, die Zahlenangaben darstellen, sind oftmals auf- oder abgerundet nur ein- oder zweistellig angegeben. Markieren Sie *den* Lösungsvorschlag als richtig, der Ihrem - richtig gerechneten - Zahlenwert am nächsten kommt.

Für Ihre Antworten benutzen Sie bitte nur das Lösungsblatt, das als oberstes Blatt dieser Aufgabensammlung vorangehftet ist.

Tragen Sie bitte sofort Ihren Namen und die weiteren Angaben zu Ihrem Studium und zum Praktikum in das Lösungsblatt ein!

**Kreuzen Sie jeweils nur *eine* Lösung an!**

Sind bei einer Aufgabe keine Lösung oder zwei oder mehr Lösungen markiert, gilt die Aufgabe als falsch beantwortet !!!

## Konstanten und Umrechnungsfaktoren:

- Erdbeschleunigung  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
- Avogadrokonstante  $N_A = 6 \cdot 10^{23}/\text{mol}$
- Faradaykonstante  $F = 9,6 \cdot 10^4 \text{ C/mol}$
- Elektronenmasse  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- Elektronenladung  $e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Dichte von Wasser  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ g/cm}^3$
- Spezifische Wärmekapazität von Wasser  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,2 \text{ J/gK}$
- Schmelzwärme von Eis =  $333 \text{ J/g}$
- Vakuumlichtgeschwindigkeit  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Schallgeschwindigkeit in Luft ( $20^\circ\text{C}$ ) =  $343 \text{ m/s}$
- Allgemeine Gaskonstante  $R = 8,31 \text{ J/mol K}$
- Eulersche Zahl  $e = 2,718$
- Temperaturskalen:  $0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$
- Druckeinheiten:  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

## Einige nützliche Formeln:

- Kraft auf eine Ladung im elektrischen Feld:  $F = Q \cdot E$
- Lorentzkraft:  $\vec{F} = Q \vec{v} \times \vec{B}$
- Zentrifugalkraft:  $F_z = mv^2/r$
- Hagen-Poiseuillesches Gesetz:  $I = \pi \cdot \Delta p \cdot r^4 / (8 \eta l)$
- gleichförmige Beschleunigung:  $s = \frac{1}{2} a t^2$
- Brechungsgesetz:  $\sin \alpha / \sin \beta = n_2 / n_1$
- allgemeine Gasgleichung:  $pV = \nu R t$
- radioaktives Zerfallsgesetz:  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$
- Ohm'sches Gesetz:  $U = R \cdot I$
- elektrische Leistung:  $P = U \cdot I$



## Aufgabe 1

Eine Druckflasche mit 10 L Innenraum enthält Sauerstoff unter einem Druck von 180 bar. Sie wird nun zur Versorgung eines Patienten eingesetzt, wobei 12 L/min bei normalem Umgebungsluftdruck von 1 bar ohne Temperaturänderung ausströmen.

Etwa wie lange wird der O<sub>2</sub>-Vorrat reichen?  
(Näherungsweise kann hierbei der Sauerstoff als ideales Gas angesehen werden.)

- A 30 min
  - B 15 min
  - C 1 h
  - D 2,5 h
  - E 5 h
- 

## Aufgabe 2

Ein Taucher taucht ab in eine Wassertiefe von 90 m.  
Etwa wie groß ist der Hydrostatische Druck (Wasserdruck), der dann zusätzlich zum Atmosphärendruck von 1 bar ( $=1 \cdot 10^5$  Pa) auf ihn wirkt?

- A 900 mbar
  - B 9 bar
  - C 3 bar
  - D  $9 \cdot 10^6$  Pa
  - E  $3 \cdot 10^4$  Pa
-

### Aufgabe 3

In einem Zentrifugenröhrchen befinden sich im Abstand  $R = 10 \text{ cm}$  von der Drehachse der Zentrifuge Makromoleküle der Masse  $m$ , die eine Radialbeschleunigung von  $10^5 \cdot g$  erfahren sollen.

Etwa mit welcher Drehfrequenz (Umdrehungen pro Sekunde) muss die Zentrifuge rotieren?

- A  $5000 \text{ s}^{-1}$
  - B  $2,5 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$
  - C  $2000 \text{ s}^{-1}$
  - D  $225 \text{ s}^{-1}$
  - E  $500 \text{ s}^{-1}$
- 

### Aufgabe 4

Ein Mikroskop hat eine Vergrößerung von  $V_1 = 180$ .

Etwa welche Vergrößerung  $V_2$  erhält man, wenn sowohl das Objektiv gegen ein anderes mit doppelter Brennweite als auch das Okular gegen ein anderes mit doppelter Brennweite ausgetauscht wird?  
(bei gleicher Tubuslänge und gleicher deutlicher Sehweite)

- A  $V_2 = 240$
  - B  $V_2 = 120$
  - C  $V_2 = 90$
  - D  $V_2 = 45$
  - E  $V_2 = 360$
-

### Aufgabe 5

Durch ein Blutgefäß mit der Querschnittsfläche  $0,5 \text{ cm}^2$  fließt Blut mit der mittleren Volumenstromstärke  $0,6 \text{ Liter/min}$ .

Wie groß ist die mittlere Strömungsgeschwindigkeit?

- A  $0,05 \text{ m/s}$
  - B  $2 \text{ m/s}$
  - C  $5 \text{ m/s}$
  - D  $0,5 \text{ m/s}$
  - E  $0,2 \text{ m/s}$
- 

### Aufgabe 6

Mit einer Kleinbildkamera (Brennweite des Objektivs  $f = 5 \text{ cm}$ ) wird ein Turm aus  $g = 125 \text{ m}$  Entfernung aufgenommen. Wie hoch ist der Turm, wenn sein scharfes Bild auf dem Film eine Höhe von  $B = 10 \text{ mm}$  hat?

- A  $50 \text{ m}$
  - B  $25 \text{ m}$
  - C  $75 \text{ m}$
  - D  $35 \text{ m}$
  - E  $5 \text{ m}$
-

## Aufgabe 7

Um den **statistischen Fehler** einer Messreihe zu halbieren muss man ...

- A ... insgesamt 2 mal so oft messen.
  - B ... insgesamt 4 mal so oft messen.
  - C ... insgesamt 16 mal so oft messen.
  - D ... halb so oft messen.
  - E ... ein doppelt so gutes Messgerät benutzen.
- 

## Aufgabe 8

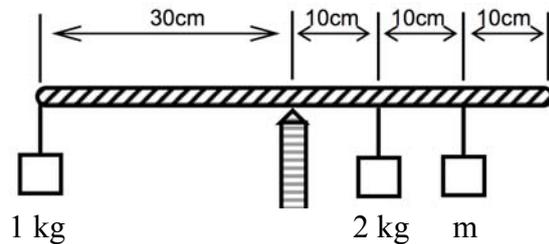
Beim Bungee-Jumping springt eine Person in ein Gummiseil, das im verwendeten Bereich dem Hooke'schen Gesetz gehorcht. Das Gummiseil hat im ungedehnten Zustand eine Länge von 6 m. Hängt sich eine 70 kg schwere Person daran, so verlängert es sich auf 10 m.

Etwa wie groß ist die „Federkonstante“  $D$  des Gummiseils?

- A 16 N/m
  - B 172 N/m
  - C 43 N/m
  - D 70 N/m
  - E 117 N/m
-

### Aufgabe 9

Wie groß muss in diesem Beispiel die Masse  $m$  gewählt werden, damit Gleichgewicht besteht?



- A 0,5 kg
- B 0,75 kg
- C 1,0 kg
- D 1,33 kg
- E 2,0 kg

---

### Aufgabe 10

Fließt elektrischer Strom (50 Hz Wechselstrom) der (Effektiv-)Stromstärke 80 mA für eine gewisse Zeit zwischen der linken Hand und den Füßen durch den Körper hindurch, so ist mit der Auslösung von Herzkammerflimmern zu rechnen.

Welche (Effektiv-)Spannung führt zu dieser Stromstärke, wenn der (Wechselstrom -) Widerstand zwischen den Stromkontakten 5 k $\Omega$  beträgt?

- A 400 V
- B 1,6 kV
- C 625 V
- D 110 V
- E 230 V

## Aufgabe 11

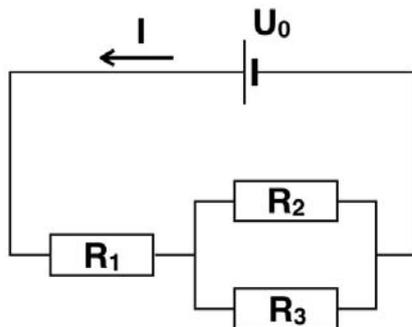
Ein geladenes Teilchen (im Vakuum) fliegt mit einer konstanten Geschwindigkeit und gelangt dann senkrecht zu den magnetischen Feldlinien in ein gleich bleibendes, homogenes Magnetfeld. Dort beschreibt seine Flugbahn einen Kreisbogen mit dem Radius  $r$ .

Welche Aussage zum Vorgang im Magnetfeld trifft zu?

- A** Die (Lorentz-)Kraft zeigt jeweils in Richtung der Geschwindigkeit des Teilchens.
  - B**  $r$  ist umgekehrt proportional zur Ladung des Teilchens.
  - C**  $r$  ist direkt proportional zur Ladung des Teilchens.
  - D**  $r$  ist umgekehrt proportional zur Masse des Teilchens.
  - E**  $r$  ist nicht von der Masse des Teilchens abhängig.
- 

## Aufgabe 12

Welcher Strom  $I$  fließt im Stromkreis, wenn an die Schaltung eine Spannung von  $U_0 = 7 \text{ V}$  angelegt wird? ( $R_1 = 10 \Omega$ ,  $R_2 = 20 \Omega$  und  $R_3 = 5 \Omega$ )



- A** 1,0 A
  - B** 0,75 A
  - C** 1,5 A
  - D** 0,25 A
  - E** 0,5 A
-

### Aufgabe 13

Ein Mann hat 1 L Limonade mit einem biologischen Brennwert von 1,8 MJ getrunken. Er möchte die Energieaufnahme durch körperliche Mehrbelastung wieder ausgleichen. Beim Spaziergehen ist sein Energieumsatz um 120 W höher als im Sitzen.

Etwa wie lange muss er spazieren gehen, bis diese Steigerung des Energieumsatzes 1,8 MJ ergibt?

- A 15 min
  - B 250 min
  - C 60 min
  - D 150 min
  - E 2,5 min
- 

### Aufgabe 14

Ein gebündelter Lichtstrahl trifft aus Luft unter  $45^\circ$  auf eine glatte Glasoberfläche. (Brechzahl von Glas  $n=1,33$ )?

Um etwa welchen Winkel wird der Strahl am Übergang Luft-Glas von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt?

- A um  $28^\circ$
  - B um  $45^\circ$
  - C um  $68^\circ$
  - D um  $8^\circ$
  - E um  $13^\circ$
-

### **Aufgabe 15**

Welche physikalische Arbeit vollbringt ein Gewichtheber, der eine 180 kg schwere Hantel vom Boden auf 2,5 m anhebt?

- A** 4,5 kJ
  - B** 9 kJ
  - C** 1200 J
  - D** 980 J
  - E** 450 J
- 

### **Aufgabe 16**

Sie erhöhen die schwingende Masse eines Federpendels von 100 g auf 200 g. Wie groß etwa wird die Frequenz der Schwingung, wenn sie ursprünglich 1 Hz betrug?

- A** 0,71 Hz
  - B** 0,53 Hz
  - C** 1,22 Hz
  - D** Zur Beantwortung fehlt die Angabe der Federkonstanten!
  - E** 0,66 Hz
-

### Aufgabe 17

Zu einem Rohr I wird ein Rohr II mit derselben Länge, aber nur halb so großem Radius parallel zugeschaltet. Es wird angenommen, dass darin die Flüssigkeit laminar strömt und das Hagen-Poiseuille-Gesetz gilt.

Etwa um wie viel Prozent ist der gemeinsame Volumenstrom durch die Rohre I und II größer als der durch Rohr I allein?

- A 4 %
  - B 6 %
  - C 12 %
  - D 2 %
  - E 25 %
- 

### Aufgabe 18

Ein elektronischer Thermometer zeigt einen Wert für die Körpertemperatur von  $39,9^{\circ}\text{C}$  an. Die letzte **Ziffer (!)** der Digitalanzeige ist um  $\pm 1$  unsicher.

Etwa wie groß ist die daraus resultierende relative Messungenauigkeit (relativer Fehler)?

- A  $\pm 2,5\%$
  - B  $\pm 0,25\%$
  - C  $\pm 0,4\%$
  - D  $\pm 1\%$
  - E  $\pm 4\%$
-

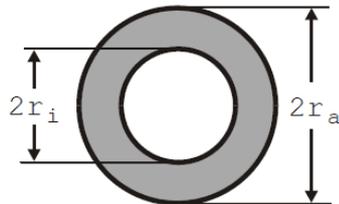
### Aufgabe 19

Bei der Sonographie hängt die räumliche Auflösung von der Wellenlänge des verwendeten Ultraschalls ab. Wie groß ist die Frequenz eines Ultraschallgerätes zu wählen, wenn im Gewebe bei einer Schallgeschwindigkeit von 1500 m/s die Wellenlänge etwa 300  $\mu\text{m}$  betragen soll?

- A 2 MHz
  - B 450 kHz
  - C 5 MHz
  - D 200 kHz
  - E 25 MHz
- 

### Aufgabe 20

Ein Hohlzylinder mit dem Innenradius  $r_i$  und dem Außenradius  $r_a$  dient als Modell für einen Röhrenknochen (siehe Zeichnung).



Wie groß ist im Modell die Querschnittsfläche für das Knochengewebe? (graue Fläche)

- A  $\pi^2 (r_a - r_i)$
  - B  $2\pi (r_a - r_i)$
  - C  $2\pi (r_a^2 - r_i^2)$
  - D  $\pi (r_a - r_i)^2$
  - E  $\pi (r_a^2 - r_i^2)$
-

## Aufgabe 21

Ein Brillenglas hat einen Brechwert von 5 Dioptrien.  
Wie groß ist seine Brennweite?

- A 0,5 m
  - B 0,2 m
  - C 0,02 m
  - D -0,2 m
  - E 0,05 m
- 

## Aufgabe 22

Bei einem Sturz fällt eine Person mit dem Kopf auf den Boden. Beim Aufprall wird der Kopf von der Geschwindigkeit 4 m/s innerhalb einer Strecke von 10 mm vollständig abgebremst.

Wie groß ist der Absolutbetrag der Beschleunigung (Abbremsung), wenn man eine geradlinige gleichförmige Beschleunigung (Abbremsung) annimmt?

- A  $400 \text{ m/s}^2$
  - B  $600 \text{ m/s}^2$
  - C  $800 \text{ m/s}^2$
  - D  $1600 \text{ m/s}^2$
  - E  $200 \text{ m/s}^2$
-

### Aufgabe 23

Aus einer Blutserumprobe werden zwei gleich große Küvetten befüllt. Wird Licht (als Parallelbündel) durch eine Küvette geschickt, so wird es um 30 % der eingestrahnten Intensität  $I_0$  geschwächt.

Etwa um wie viel Prozent von  $I_0$  wird das Licht durch beide direkt hintereinander gestellte Küvetten geschwächt?

- A 10 %
  - B 90 %
  - C 60 %
  - D 50 %
  - E 33 %
- 

### Aufgabe 24

Ein solider Würfel mit einer Seitenlänge von 20 cm schwimmt in Wasser und taucht dabei mit 80% seines Volumens unter.

Wie groß ist sein Gewicht?

- A 1,9 kg
  - B 5,1 kg
  - C 12,1 kg
  - D 800 g
  - E 6,4 kg
-

### **Aufgabe 25**

Die Halbwertszeit eines radioaktiven Präparates beträgt 3 h.  
Nach welcher Zeit hat sich die Aktivität dieses Präparates auf etwa 0,1% der ursprünglichen Aktivität verringert?

- A** 12 h
  - B** 10 h
  - C** 20 h
  - D** 30 h
  - E** 16 h
- 

### **Aufgabe 26**

Bei einem Spitzensportler registriert ein Arzt einen Ruhepuls von 45 Pulsschlägen pro Minute.

Wie groß ist die Herzfrequenz?

- A** 0,45 Hz
  - B** 0,75 Hz
  - C** 0,95 Hz
  - D** 1,33 Hz
  - E** 0,66 Hz
-

### Aufgabe 27

Es werden 1 L Wasser der Temperatur 60 °C und 3 L Wasser der Temperatur 100 °C miteinander vermischt.

Welche Wassertemperatur ergibt sich (wenn man die Wärmeabgabe des Wassers an andere Materialien vernachlässigt)?

- A 75 °C
  - B 85 °C
  - C 70 °C
  - D 90 °C
  - E 80 °C
- 

### Aufgabe 28

Substanzen, die künstliche radioaktive **Isotope** enthalten, werden beispielsweise eingesetzt, um Transport, Anreicherung und Abbau von Medikamenten im menschlichen Körper zu verfolgen.

Wenn zwei Nuklide zueinander **isotop** sind, so besitzen sie

- A sowohl unterschiedliche Protonen- als auch unterschiedliche Neutronenzahlen
  - B die gleiche Protonenzahl, aber unterschiedliche Neutronenzahlen
  - C sowohl unterschiedliche Massen- als auch unterschiedliche Kernladungszahlen
  - D die gleiche Massenzahl, aber unterschiedliche Kernladungszahlen
  - E sowohl unterschiedliche Protonen- als auch unterschiedliche Elektronenzahlen
-

### Aufgabe 29

Ein Patient mit entzündeten Nasennebenhöhlen erhält eine Mikrowellenbestrahlung. Das Mikrowellentherapiegerät sendet elektromagnetische Wellen mit einer Frequenz von etwa 2,5 GHz.

Etwa wie groß ist die Wellenlänge dieser Strahlung in Luft?

- A 1  $\mu\text{m}$
  - B 100 cm
  - C 12  $\mu\text{m}$
  - D 12 cm
  - E 25  $\mu\text{m}$
- 

### Aufgabe 30

Ein Kondensator mit der Kapazität  $C = 100 \mu\text{F}$  wird auf die Spannung  $U = 8 \text{ V}$  aufgeladen. Nach Beendigung des Aufladevorgangs enthält der Kondensator die Ladung

- A  $Q = 0,08 \text{ C}$
  - B  $Q = 0,8 \text{ mC}$
  - C  $Q = 8 \text{ mC}$
  - D  $Q = 800 \text{ C}$
  - E  $Q = 0,8 \text{ C}$
-

