

# Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## Fakultät für Mathematik und Physik

Klausur zum Physikalischen Praktikum für Mediziner  
SS 2010

- Freiburg, den 17. Juli 2010-

---

### Sofort eintragen!

Name: .....

Vorname: .....

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

Studienrichtung: med.  med. dent.

Kurstag: Mo.  Di.  Mi.  Do.  Gruppennummer: .....

Haben Sie in diesem Semester am Praktikum teilgenommen? Ja  Nein

Wenn nein: Warum nehmen Sie an der Klausur teil?

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

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 SS 2010  
- Freiburg, den 17. Juli 2010-

---

---

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 Numerierung 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 vorgeheftet 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  $e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Influenzkonstante  $\epsilon_0 = 8,9 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$
- Planck'sche Konstante  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
- Spezifische Wärme von Wasser =  $4,2 \text{ J/gK}$
- Schmelzwärme von Eis =  $333 \text{ J/g}$
- Vakuumlichtgeschwindigkeit  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Schallgeschwindigkeit in Luft ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) =  $343 \text{ m/s}$
- Allgemeine Gaskonstante  $R = 8,31 \text{ J/mol K}$
- Eulersche Zahl  $e = 2,718$
- Temperaturskalen:  $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$
- Druckeinheiten:  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

## Einige nützliche Formeln:

- Kraft auf eine Ladung im elektrischen Feld:  $F = QE$
- Lorentzkraft:  $\vec{F} = Q\vec{v} \times \vec{B}$
- Zentrifugalkraft:  $F_z = mv^2/r$
- Hagen Poisseullesches Gesetz:  $I = \pi \cdot \Delta p \cdot r^4 / (8\eta l)$
- gleichförmige Beschleunigung:  $s = \frac{1}{2} bt^2$
- Brechungsgesetz:  $\sin\alpha / \sin\beta = n_2/n_1$
- allgem. Gasgleichung:  $pV = \nu RT$

---

## Aufgabe 1

Wie groß im Vergleich zur Fallbeschleunigung ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ) ist die Beschleunigung, die man erfährt, wenn man mit dem Auto mit 50 km/h gegen eine Wand fährt? Rechnen Sie mit einer gleichförmigen Beschleunigung über eine Verzögerungsstrecke von 1 m (Knautschzone plus Gurt, kein Airbag).

- A etwa 100 mal so groß
  - B etwa 10 mal so groß
  - C etwa genau so groß
  - D etwa 5 mal so groß
  - E etwa 14 mal so groß
- 

## Aufgabe 2

Durch drei hintereinander geschaltete ohmsche Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  fließt ein Strom von 100 mA.

Welche Spannungen  $U_1$ ,  $U_2$  und  $U_3$  fallen für  $R_1 = 100 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \cdot R_1$  und  $R_3 = 3 \cdot R_1$  über die Widerstände ab?

- A  $U_1 = 30 \text{ V}$ ,  $U_2 = 20 \text{ V}$  und  $U_3 = 10 \text{ V}$
  - B  $U_1 = 10 \text{ V}$ ,  $U_2 = 20 \text{ V}$  und  $U_3 = 30 \text{ V}$
  - C  $U_1 = U_2 = U_3 = 20 \text{ V}$
  - D Zur Beantwortung fehlt die Angabe der insgesamt angelegten Spannung.
  - E Das hängt von der Reihenfolge der Widerstände ab.
-

### Aufgabe 3

Welche Feststellung ist **richtig**?

Die Abbildung des menschlichen Auges ist im Vergleich der mit der eines hypothetischen, nicht mit dem Glaskörper sondern mit Luft gefüllten Auges (gleiche Größe, entsprechend geänderte Brechkraft des Systems Linse-Hornhautkrümmung) ...

- A ... genau so groß.
  - B ... nur halb so groß.
  - C ... um etwa 25% vergrößert.
  - D ... um etwa 50% verkleinert.
  - E ... um etwa 25% verkleinert.
- 

### Aufgabe 4

Mit einer Federwaage wiegen Sie eine Kugel aus Magnesium ( $10 \text{ kg}$ ,  $\rho_{\text{Mg}} = 1,738 \text{ g/cm}^3$ ), die vollständig in Wasser eingetaucht ist. Was lesen Sie auf der (recht genauen) Waage ab?

- A 3,892 kg
  - B 5,327 kg
  - C 4,246 kg
  - D 1,738 kg
  - E 8,262 kg
-

## Aufgabe 5

Die 150 Millionen Kilometer entfernte Sonne beleuchtet die Erde mit einer Strahlungsleistung von etwa 1,3 kW pro Quadratmeter.

Die insgesamt von der Sonne abgegebene Energie entspricht nach  $E = mc^2$  einem Masseverlust von ...

(Kugeloberfläche:  $4 \pi r^2$ )

- A** ... 4 Millionen Tonnen pro Sekunde.
  - B** ... 4 Tausend Tonnen pro Sekunde.
  - C** ...  $10^6$  kg pro Sekunde.
  - D** ...  $10^{12}$  kg pro Sekunde.
  - E** Zur Beantwortung fehlt die Angabe des Sonnendurchmessers.
- 

## Aufgabe 6

Die folgenden Ausdrücke sollen die Dimension einer **Zeit** haben. Bei welchem/welchen trifft dies zu?

- a)* Widerstand · Kapazität (elektrisch)
- b)* Geschwindigkeit / Beschleunigung
- c)* Energie / Leistung
- d)* Frequenz · Wellenlänge
- e)* Wellenlänge / Geschwindigkeit
- f)* Energie / Geschwindigkeit

- A** bei allen bis auf *d)* und *f)*
  - B** bei allen bis auf *f)*
  - C** nur bei *a)* und *e)*
  - D** bei allen
  - E** nur bei *b)* und *d)*
-

## Aufgabe 7

Infolge der Katastrophe von Tschernobyl am 26. April 1986 gelangte das Cäsium Isotop  $^{137}\text{Cs}$  in größeren Mengen in die Umwelt.

$^{137}\text{Cs}$  zerfällt mit einer Halbwertszeit von 30,17 Jahren zu  $^{137}\text{Ba}$ .

- A** Von der Ausgangsmenge  $^{137}\text{Cs}$  sind heute noch etwa 57% vorhanden.
  - B** Von der Ausgangsmenge  $^{137}\text{Cs}$  sind heute noch etwa 62% vorhanden.
  - C** Von der Ausgangsmenge  $^{137}\text{Cs}$  sind heute noch etwa 45% vorhanden.
  - D** Von der Ausgangsmenge  $^{137}\text{Cs}$  sind heute noch etwa 80% vorhanden.
  - E** Von der Ausgangsmenge  $^{137}\text{Cs}$  sind heute noch etwa 20% vorhanden.
- 

## Aufgabe 8

Ein Kondensator der Kapazität  $C$  wird auf 100 Volt aufgeladen.

Für die Entladung über einen Widerstand  $R_1$  messen Sie die Zeit, die vergeht, bis er sich auf 10 Volt entladen hat.

Sie wiederholen den Versuch, wobei Sie  $R_1$  durch  $R_2$ , mit  $R_2 = 10 \cdot R_1$ , ersetzen.

Für die entsprechenden Zeiten  $T_1$  und  $T_2$  gilt:

- A**  $T_2 = 10 \cdot T_1$
  - B**  $T_1 = 10 \cdot T_2$
  - C**  $T_2 = \ln(10) \cdot T_1$
  - D**  $T_2 = T_1$
  - E**  $T_2 = e^{10} \cdot T_1$
-

## Aufgabe 9

Welche Aussage ist **richtig**?  
Die Viskosität von Wasser ...

- A ... ist größer als die von Blut.
  - B .... ist temperaturabhängig.
  - C ... ist bei 20 °C etwa 1 Pa/s.
  - D ... ist bei 4 °C am kleinsten.
  - E ... ist bei 20 °C etwa 5 mPa·s.
- 

## Aufgabe 10

Welche Aussage ist **richtig**?

Bei dem zahlenmäßigen Ergebnis einer physikalischen Messung ...

- A ... ist der statistische Fehler immer gleich Null, wenn man nur einmal misst.
  - B ... sollte man immer mindestens 5 Stellen angeben.
  - C ... findet man nach vielen Wiederholungen immer eine Gaussverteilung.
  - D ... ist der statistische Fehler immer größer als der systematische.
  - E ... sind statistischer und systematischer Fehler von großem Interesse.
-

## Aufgabe 11

Aus der Ruhe durchlaufen ein Elektron und ein Proton im Vakuum in einem elektrischen Feld jeweils eine Potentialdifferenz von 100 V.

Das Elektron hat danach ...

- A** ... etwa die doppelte Geschwindigkeit wie das Proton.
  - B** ... etwa die 43-fache Geschwindigkeit des Protons.
  - C** ... eine kleinere Bewegungsenergie als das Proton.
  - D** ... die gleiche Geschwindigkeit wie das Proton.
  - E** ... etwa die 2000-fache Geschwindigkeit des Protons.
- 

## Aufgabe 12

Die Trommel (Durchmesser 50 cm) einer Waschmaschine rotiert mit einer Frequenz von  $1600 \text{ min}^{-1}$ .

Wie groß ist die Kraft, mit der eine einzelne Socke (50 g) gegen die Innenseite der Trommel drückt?

- A** so groß wie das Gewicht von Vitali Klitschko (113 kg)
  - B** 351 N
  - C** 20 kg
  - D** 534 N
  - E** 47 N
-

### Aufgabe 13

Welche Aussage ist **richtig**?

Bei der Elektrolyse einer wässrigen Glaubersalzlösung ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) ...

- A ... entsteht Schwefelwasserstoff an der Anode.
  - B ... steigt die Leitfähigkeit der Lösung mit zunehmender Temperatur.
  - C ... scheidet sich Natrium an der Kathode ab.
  - D ... muss man mindestens 10 Volt anlegen, sonst fließt kein Strom.
  - E ... ist die entstehende Gasmenge proportional zu  $Q \cdot U$  ( $Q = I \cdot t$ ).
- 

### Aufgabe 14

Welche Aussage ist **richtig**?

Im Vakuum bewegt sich ein Elektron in einem konstanten homogenen Magnetfeld ...

- A ... mit **konstanter** Bewegungsenergie.
  - B ... mit **zunehmender** Geschwindigkeit.
  - C ... mit **unveränderter** Geschwindigkeit.
  - D ... **immer** in Magnetfeldrichtung.
  - E ... **immer** auf einer Kreisbahn (Radius proportional zur Geschwindigkeit).
-

## Aufgabe 15

Die Harmonische Schwingung zweier Federpendel wird durch

$$x_1(t) = A_1 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t) \quad (\text{Pendel 1})$$

und

$$x_2(t) = A_2 \cdot \cos(\omega_2 \cdot t) \quad (\text{Pendel 2})$$

beschrieben, mit  $\omega = 2\pi \cdot$  Schwingungsfrequenz.

Welche Aussage ist **richtig**?

- A** Die Pendel schwingen nur dann synchron, wenn die Massen gleich groß sind.
  - B**  $A_1$  und  $A_2$  sind die Pendellängen zum Zeitpunkt  $t = 0$ .
  - C** Die Federkonstanten sind gleich, wenn  $\omega_1 = \omega_2$  erfüllt ist.
  - D**  $x_1(t)$  bzw.  $x_2(t)$  sind die Längen der Federn zum Zeitpunkt  $t$ .
  - E** Für  $\omega_1 = \omega_2$  schwingen die beiden synchron.
- 

## Aufgabe 16

Wie viel kostet das Erhitzen von 200 Liter Wasser (Badewanne) von 10 °C auf 35 °C, wenn dabei keine Wärme an die Umgebung verloren geht und Sie für 1 kWh 0,20 € zu zahlen haben?

- A** 2,46 €
  - B** 0,13 €
  - C** 20 Cent
  - D** 50 Cent
  - E** 1,17 €
-

### **Aufgabe 17**

Stellen Sie sich vor, der Umlauf der Erde um die Sonne wird angehalten und die Erde stürzt mit zunehmender Beschleunigung in die Sonne.

Wie groß ist die Schwerebeschleunigung durch die Schwerkraft der Sonne zu Beginn dieses freien Falls?

(Abstand Erde – Sonne: 150 Millionen Kilometer)

**A**  $10^{-5} \text{ m/s}^2$

**B**  $6 \text{ mm/s}^2$

**C**  $1 \text{ mm/s}^2$

**D**  $0,1 \text{ m/s}^2$

**E**  $1 \text{ m/s}^2$

---

### **Aufgabe 18**

Bei welcher Frequenz hat Schall in Luft etwa die gleiche Wellenlänge wie Mikrowellenstrahlung von 5 GHz?

(Normalbedingungen)

**A** etwa 15 kHz

**B** etwa 800 Hz

**C** etwa 5 MHz

**D** etwa 45 kHz

**E** etwa 6 kHz

---

## Aufgabe 19

Die elektrische Spannung wird in **Volt** angegeben.

Welche Einheiten-Kombination könnte man auch verwenden?

**A**  $C \cdot F$

**B**  $A / \Omega$

**C**  $\Omega / A$

**D**  $J / (A \cdot s)$

**E**  $A \cdot s^2$

---

## Aufgabe 20

Welche Aussage ist **falsch**?

Alpha-, Beta- und Gammastrahlung ...

**A** ... entstehen beim radioaktiven Zerfall der Atomkerne radioaktiver Elemente.

**B** ... im Vergleich zu Neutrinos leicht nachweisbar.

**C** ... sind besonders hochenergetische elektromagnetische Wellen.

**D** ... richten Schäden im menschlichen Körper an.

**E** ... breiten sich bei gleicher Energie mit unterschiedlicher Geschwindigkeit aus.

---

## Aufgabe 21

Welche Aussagen ist/sind **richtig**?

- a) Kurzsichtigkeit kann man mit Brillengläsern mit negativer Brechkraft korrigieren.
- b) Die Brennweite einer dünnen Linse ist proportional zum Brechungsindex  $n$  des Linsenmaterials.
- c) Die Vergrößerung einer Lupe hängt von ihrer Brennweite ab.
- d) Beim Übergang von Luft in Glas ändert sich die Frequenz des Lichtes.
- e) Die Linse im menschlichen Auge hat einen Brechungsindex  $n = 2,4$ .

**A** keine

**B** nur a)

**C** nur a) und c)

**D** alle bis auf e)

**E** nur c)

---

## Aufgabe 22

Welche Behauptung/en ist/sind **falsch**?

- a) Das Radium-Isotop  $^{226}\text{Ra}$  zerfällt durch  $\alpha$ -Zerfall in das Radon-Isotop  $^{222}\text{Rn}$ .
- b) Es gibt kein stabiles Radon-Isotop.
- c) Freie Neutronen zerfallen in jeweils ein Proton, ein Elektron und ein Anti-Neutrino.
- d) Verschiedene Isotope eines Elementes unterscheiden sich in der Anzahl der Neutronen im Atomkern, bei gleicher Anzahl an Protonen.
- e) Protonen sind die Antiteilchen der Elektronen.
- f)  $^{18}\text{O}$  ist das häufigste Sauerstoff-Isotop.

**A** nur e) und f)

**B** keine

**C** a), e) und f)

**D** alle bis auf d)

**E** nur f)

---

### Aufgabe 23

Ein oben offenes Fass (Höhe 1m, Durchmesser 50 cm) ist vollständig mit Wasser gefüllt. Welche Aussage ist richtig?

- a) Die Gesamtkraft durch den hydrostatischen Druck auf den Fassboden ist **kleiner** als die auf die Innenwand des Fasses.
- b) Die Gesamtkraft durch den hydrostatischen Druck auf den Fassboden ist **größer** als die auf die Innenwand des Fasses.
- c) Die Gesamtkraft durch den hydrostatischen Druck auf den Fassboden ist **ebenso** groß wie die auf die Innenwand des Fasses.
- d) Der Druck wirkt nur auf den Boden des Fasses.
- e) Der Druck auf die Fassinnenseite ist überall gleich groß.

**A** d)

**B** e)

**C** a)

**D** b)

**E** c)

---

### Aufgabe 24

Wie viel Auftrieb erfährt ein Heißluftballon (Volumen  $5000 \text{ m}^3$ ) bei einer Außentemperatur von  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , wenn die Luft im Ballon eine Temperatur von  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  hat?

(Normaldruck)

**A** 8,6 kN

**B** 5,3 kN

**C** 1,4 kN

**D** 17,1 kN

**E** 13,5 kN

---

## Aufgabe 25

Welche Aussage ist **richtig**?

Bei der Brechung von Licht ist der Grenzwinkel der Totalreflektion ist beim Übergang von Wasser ( $n_{\text{Wasser}} = 1,33$ ) in Luft ( $n_{\text{Luft}} = 1,00$ ) ...

- A ... völlig unabhängig von der Farbe des Lichtes.
  - B ... 37,91 °.
  - C ... 48,8 °.
  - D ... 54,22 °.
  - E ... 90 °.
- 

## Aufgabe 26

Sie geben 120 g Eis (0 °C) in einen halben Liter Wasser (20 °C).

Welche Temperatur messen Sie nach Wärmeausgleich (Eis geschmolzen)?

(kein Wärmeverlust an die Umgebung)

- A 15,5 °C
  - B 12,9 °C
  - C 3,6 °C
  - D 5,2 °C
  - E 0,8 °C
-

## Aufgabe 27

$^{137}\text{Cs}$  hat eine Halbwertszeit von 30,17 Jahren.

Wie viele Cäsium-Kerne zerfallen in  $1\ \mu\text{g } ^{137}\text{Cs}$  in einer Sekunde?

A etwa  $1 \cdot 10^8$

B Das hängt stark von der Temperatur ab!

C etwa  $3 \cdot 10^6$

D etwa  $1 \cdot 10^3$

E etwa  $2 \cdot 10^{12}$

---

## Aufgabe 28

Welche Feststellung ist **richtig**?

Unter Normalbedingungen sind in einem Liter Sauerstoffgas ...

A ... vier mal so viele Elektronen wie in einem Liter Helium.

B ...  $6 \cdot 10^{24}$  Moleküle.

C ... doppelt so viele Atome wie in einem Liter Helium.

D ... weniger Elektronen als in einem Liter Stickstoff

E ... mehr Moleküle als in einem Liter  $\text{CO}_2$ .

---

## Aufgabe 29

Welche Aussage ist **falsch**?

**A**  $e^{\ln(e)} = e$

**B**  $\cos(\pi) = \cos(2\pi)$

**C**  $\ln(1) = \log(1)$

**D**  $1 \text{ TeV} = 10^6 \text{ MeV}$

**E**  $\sin(0) = \tan(0)$

---

## Aufgabe 30

Frage zum Schall, stehende Welle:

Wie groß ist die niedrigste Resonanzfrequenz in einem mit Luft (20 °C) gefüllten an beiden Enden geschlossenen Rohr (Länge 50 cm)?

**A** etwa 600 Hz

**B** 343 Hz

**C** niedriger als bei 0 °C

**D** Das hängt vom Rohrmaterial ab.

**E** etwa 150 Hz

---

**Lösungen**  
**Klausur zum Physikalischen Praktikum für Mediziner**  
**Sommersemester 2010 17. Juli 2010**

<b>Aufgabe</b>	<b>Version 1</b>	<b>Version 2</b>	<b>Version 3</b>
1	A	D	B
2	E	A	B
3	A	C	E
4	C	C	C
5	C	E	A
6	B	E	A
7	B	E	A
8	A	A	A
9	A	D	B
10	D	B	E
11	A	C	B
12	C	E	B
13	C	E	B
14	E	B	A
15	B	B	E
16	D	C	E
17	D	C	B
18	E	B	E
19	C	A	D
20	B	C	C
21	A	B	C
22	C	B	C
23	D	E	C
24	A	B	E
25	B	D	C
26	A	A	E
27	A	A	C
28	C	A	C
29	A	A	B
30	D	B	B