

# Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## Fakultät für Mathematik und Physik

Klausur zum Physikalischen Praktikum für Mediziner  
SS 2007

- Freiburg, den 14. Juli 2007 -

---

### 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 2007  
- Freiburg, den 14. Juli 2007 -

---

**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 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 vorangeheftet 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

In einem modernen CD-ROM Laufwerk rotiert die CD (Durchmesser 12 cm) mit einer maximalen Rotationsfrequenz von etwa  $10000 \text{ min}^{-1}$ .

Welche Aussage ist **richtig**?

- A** Der äußere Rand der CD bewegt sich dabei mit etwa 50 km/h durch die Luft.
  - B** Der äußere Rand der CD erfährt eine Beschleunigung vom 100000-fachen der Erdbeschleunigung.
  - C** Die Umfangsgeschwindigkeit am äußeren Rand der CD liegt dabei bei etwa 63 m/s.
  - D** Der äußere Rand der CD bewegt sich dabei mit etwa 500 km/h durch die Luft.
  - E** Der äußere Rand der CD bewegt sich dabei mit Überschallgeschwindigkeit durch die Luft.
- 

## Aufgabe 2

Aufgrund der Erdrotation zeigt in Freiburg ( $48^\circ$  nördlicher Breite) die Senkrechte (das Lot) nicht genau in Richtung Erdmittelpunkt.

Wie groß ist die Richtungsabweichung in etwa?

Rechnen Sie mit einem Erddurchmesser von 12000 km.

- A**  $10^\circ$
  - B**  $0,01^\circ$
  - C**  $1^\circ$
  - D**  $0,1^\circ$
  - E**  $3^\circ$
-

### Aufgabe 3

Der Auftrieb einer vollständig im Wasser eingetauchten mit Luft gefüllten Metallkugel ...

- A ... proportional zum Durchmesser der Kugel.
  - B ... ist nahezu unabhängig von der Tauchtiefe.
  - C ... in Salzwasser kleiner als in Süßwasser.
  - D ... nimmt mit der Tauchtiefe zu.
  - E ... nimmt mit der Tauchtiefe ab.
- 

### Aufgabe 4

Wie lange muss ein Proton im Vakuum fallen, um eine Bewegungsenergie von 1 meV zu erhalten?

Rechnen Sie mit einer konstanten Schwerebeschleunigung von  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

- A 1 Stunde
  - B 17,56 ms
  - C 45 s
  - D 1 s
  - E 19 s
-

### Aufgabe 5

Federpendel **1** schwingt mit der doppelten Frequenz wie Federpendel **2** bei gleicher schwingender Masse. Dabei ist Pendel **1** halb so lang wie Pendel **2**.

Welche Aussage ist **richtig**?

(Die Federn seien als masselos angenommen.)

- A** Die Federkonstante von Pendel **1** ist halb so groß wie die von Pendel **2**.
  - B** Die Federkonstante von Pendel **1** ist 4-mal so groß wie die von Pendel **2**.
  - C** Die Federkonstante von Pendel **2** ist 4 mal so groß wie die von Pendel **1**.
  - D** Das ist unmöglich.
  - E** Die Federkonstante von Pendel **1** ist genau so groß wie die von Pendel **2**.
- 

### Aufgabe 6

Welche der folgenden Aussagen ist **richtig**?

Bei 0 °C und Normaldruck ist/sind in einem Liter Sauerstoff (O<sub>2</sub>) ...

- A** ... genau so viele Atome wie in einem Liter Helium.
  - B** ... 1 mol Sauerstoff.
  - C** ... doppelt so viele Moleküle wie bei 100 °C.
  - D** ... 16 mal so viele Moleküle wie in einem Liter Wasserstoff (H<sub>2</sub>).
  - E** ... genau so viele Moleküle wie in einem Liter Stickstoff.
-

### **Aufgabe 7**

Durch einen 3 m langen Draht fließt ein Strom von 1 A.

Schaltet man parallel zu diesem einen Widerstand von  $100 \Omega$ , so fließt ein Gesamtstrom von 1,5 A.

Wie groß ist der Strom, wenn man den Draht und den  $100 \Omega$  Widerstand hintereinander schaltet, bei unveränderter angelegter Spannung?

**A**  $3/2$  A

**B** Zur Beantwortung fehlt die Angabe der angelegten Spannung.

**C**  $2/3$  A

**D**  $1/3$  A

**E** 3 A

---

### **Aufgabe 8**

Ein drucklos (Innendruck = Außendruck) mit Helium gefüllter Wetterballon hat beim Start bei  $20^\circ\text{C}$  einen Inhalt von  $10 \text{ m}^3$ . In 15 km Höhe ist der Luftdruck nur noch  $1/10$  von dem am Boden und die Temperatur ist auf  $-50^\circ\text{C}$  gefallen. Wie groß ist dort das Ballonvolumen?

**A**  $47,2 \text{ m}^3$

**B**  $76,1 \text{ m}^3$

**C** 146 m

**D**  $67,4 \text{ m}^3$

**E**  $54,8 \text{ m}^3$

---

## Aufgabe 9

Eine Mikrobe mit einer Masse von  $3 \cdot 10^{-12}$  kg teilt sich in einem Inkubator, in dem das Wachstum nicht durch Nahrungsmangel oder andere Einschränkungen behindert wird, nach jeweils 10 Minuten.

Wie lange dauert es, bis von diesen Mikroben eine Gesamtmasse von 100 kg vorhanden ist?

- A etwa 15 Stunden
  - B etwa 7,5 Stunden
  - C etwa 3 Tage
  - D etwa 1 Woche
  - E etwa 3 Stunden
- 

## Aufgabe 10

Welche Aussagen ist/sind **richtig**?

- a) Kurzsichtigkeit kann man mit Brillengläsern mit negativer Brechkraft korrigieren.
- b) Die Brennweite einer dünnen Linse ist abhängig von ihrem Durchmesser.
- c) Die Vergrößerung eines Mikroskops ist umgekehrt proportional zum Durchmesser der Objektiv-Linse.
- d) Der Brechungsindex verschiedener Glassorten ist proportional zur Dichte des Glases.
- e) Der Glaskörper im Auge hat einen Brechungsindex von etwa 1,5.

- A nur a) und e)
  - B nur d)
  - C keine
  - D nur a), d) und e)
  - E nur a)
-



## Aufgabe 11

Bei der Elektrolyse einer wässrigen Kupfersulfat-Lösung ( $\text{CuSO}_4$ ) werden an der Kathode 100 mg Kupfer abgeschieden. Welcher Ladungsmenge entspricht dies? 1 mol Cu hat eine Masse von 63,5 g.

- A etwa 300 C
  - B etwa 150 C
  - C Das hängt von der angelegten Spannung ab.
  - D etwa  $63,5 \cdot 10^4$  C
  - E etwa 3000 C
- 

## Aufgabe 12

Die uns umgebende Luft hat eine Dichte von etwa  $1,3 \text{ kg/m}^3$ . Wie ändert sich der Luftdruck, wenn Sie in einem Bergwerksschacht 500 m nach unten fahren? (Der Schacht ist mit direktem Zugang zur Außenluft!)

- A Er bleibt gleich.
  - B Er nimmt ab.
  - C Er steigt um etwa 6,3%.
  - D Er steigt um etwa 0,6%.
  - E Er steigt um etwa 10,8%.
-

### Aufgabe 13

Quito, die Hauptstadt von Ecuador, liegt etwa 2850 m über dem Meeresspiegel. Aufgrund des niedrigeren Luftdrucks siedet Wasser dort bereits bei etwa 91 °C. Wenn Sie in Quito mit Ihrem Reisewasserkocher (Leistung in Freiburg 1 kW) 0,5 l Wasser von 20 °C erhitzen bis es kocht, so erwarten Sie, dass dies nicht so lange dauert wie in Freiburg. Wie viel Zeit sparen Sie?

(Rechnen Sie ohne Wärmeverluste durch Verdampfung usw., Adapter für den Stecker nicht vergessen! Der Kocher ist fest auf 230 V eingestellt.)

- A etwa 40 s
  - B etwa 1 min
  - C Keine, die Stromversorgung erfolgt in Quito mit 110 V und 60 Hz.
  - D etwa 2 s
  - E etwa 2 min
- 

### Aufgabe 14

Bei einer Digitalkamera liegt die Größe der lichtempfindlichen Fläche bei 15 x 20 mm<sup>2</sup>. Ihre „Auflösung“ wird mit 10 Millionen Pixeln angegeben. Bei einer Aufnahme mit einer Belichtungszeit von einer tausendstel Sekunde trifft im Mittel 1 Photon auf jedes Pixel.

**Frage:** Wie groß war in diesem Fall die Beleuchtungsstärke auf dem Chip? Rechnen sie mit Photonen mit einer Wellenlänge von 500 nm (grünes Licht). (Photonenergie =  $h \cdot \nu$ ,  $h$  = Planck'sche Konstante,  $\nu$  = Frequenz)

- A 1 mW/m<sup>2</sup>
  - B  $1,32 \cdot 10^{-5}$  W/m<sup>2</sup>
  - C 1,3 kW/m<sup>2</sup>
  - D  $1,32 \cdot 10^{-3}$  W/m<sup>2</sup>
  - E  $1 \cdot 10^{-5}$  J/m<sup>2</sup>
-

### Aufgabe 15

Mit welcher Kraft müssen Sie auf den Kolben einer Spritze drücken, um ihren Inhalt von  $10 \text{ cm}^3$  in 10 Sekunden durch die Kanüle austreten zu lassen?

Reibungskräfte seien vernachlässigt.

Kolbenfläche:  $1 \text{ cm}^2$

Länge der Kanüle: 50 mm

Innendurchmesser der Kanüle: 0,5 mm

Viskosität von Wasser:  $1 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

- A etwa 3 N
  - B etwa  $2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$
  - C etwa 1 N
  - D etwa 2 N
  - E etwa 0,5 N
- 

### Aufgabe 16

Wie groß ist der Betrachtungswinkel, unter dem Sie einen 10 cm großen Fisch in einem mit Wasser gefüllten Aquarium sehen?

Sie befinden sich 1 m vor der Scheibe, der Fisch 1 m dahinter.

Die Scheibe und der Fisch sind senkrecht zur Blickrichtung.

Brechungsindex von Wasser: 1,33.

(Für kleine Winkel sind der  $\sin$  und der  $\tan$  in der Rechnung gleich zu setzen.)

- A  $1,43^\circ$
  - B  $2,86^\circ$
  - C etwa 30% größer als bei einem leeren Aquarium (armer Fisch!)
  - D  $1,64^\circ$
  - E  $3,27^\circ$
-

## Aufgabe 17

Die Stärke einer Magnetischen Flußdichte (ungenau auch als „Magnetfeld“ bezeichnet) kann in der Einheit Tesla (T) angegeben werden.

Welche Einheiten-Kombination könnte man auch verwenden?

**A**  $W \cdot s / m^2$

**B**  $V \cdot s / m^2$

**C**  $J / m^2$

**D**  $J / A$

**E**  $N / A$

---

## Aufgabe 18

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

- a) Es gibt genau zwei stabile Wasserstoffisotope.
- b) In allen Atomkernen ist die Anzahl der Protonen gleich der der Neutronen.
- c) Bei einem  $\beta^+$ -Zerfall verwandelt sich ein Proton in ein Elektron und verlässt mit großer Geschwindigkeit den Kern.
- d) Verschiedene Isotope eines Elementes unterscheiden sich in der Anzahl der Protonen im Atomkern.
- e) Ein Neutron ist ein eng gebundenes System aus einem Proton und einem Elektron.
- f) Bei einem  $\beta^+$ - bzw. einem  $\beta^-$ -Zerfall entsteht jeweils ein Neutrino bzw. Anti-Neutrino.

**A** alle bis auf e)

**B** nur a)

**C** nur a) und f)

**D** nur a) und d)

**E** keine

---

## Aufgabe 19

Im Vakuum hat nach dem Durchlaufen einer Potentialdifferenz von 100 V ein zunächst ruhendes ...

- A ... Elektron eine Geschwindigkeit von etwa 6000 km/s.
  - B ... Neutron eine Geschwindigkeit von 300 000 km/s.
  - C ... Proton eine Geschwindigkeit von etwa 300 km/s.
  - D ...  $^{12}\text{C}^+$ -Ion eine Geschwindigkeit von etwa 100 km/s.
  - E ...  $^4\text{He}^+$ -Ion eine Geschwindigkeit von 250 km/s.
- 

## Aufgabe 20

Welche Aussage ist **falsch**?

- A Breite und Mittelwert einer Gaussverteilung hängen **nicht** voneinander ab.
  - B Alle Größen in der Natur sind Gaussverteilt.
  - C Der systematische Fehler einer Messung kann durch Wiederholung **nicht** verkleinert werden.
  - D Der statistische Fehler einer Messung kann durch Wiederholung verkleinert werden.
  - E Ein relativer Fehler ist **unabhängig** von verwendeten Maßeinheiten.
-

## Aufgabe 21

Welche Aussage ist **falsch**?

Die  $\gamma$ -Strahlung einer radioaktiven Quelle ...

- A ... ist zumeist charakteristisch für die darin enthaltenen instabilen Isotope.
  - B ... kann Schäden in der DNA des Zellkerns hervorrufen.
  - C ... kann man bereits durch einige Lagen Zeitungspapier abschirmen.
  - D ... kann man im Vakuum auch noch in größerer Entfernung feststellen.
  - E ... kann man zum Teil mit Hilfe einer Bleiumhüllung abschirmen.
- 

## Aufgabe 22

Das in der Tumordiagnostik bei dem PET-Verfahren häufig eingesetzte Radiopharmakon Fluor-18-Desoxyglucose ist eine Verbindung, die das Fluor Isotop  $^{18}\text{F}$  (Halbwertszeit 109,8 min) enthält, das in das stabile Sauerstoff-Isotop  $^{18}\text{O}$  zerfällt.

Dabei handelt es sich um einen ...

- A ...  $\gamma$ -Zerfall.
  - B ...  $\alpha$ -Zerfall.
  - C ... Zerfall eines aus natürlichen Vorkommen gewonnenen Isotops.
  - D ...  $\beta^-$ -Zerfall.
  - E ...  $\beta^+$ -Zerfall.
-

### Aufgabe 23

Wie groß ist etwa der mittlere Abstand der Moleküle in der Sie umgebenden Luft?

- A 1  $\mu\text{m}$
  - B 3 nm
  - C 300 nm
  - D 0,3 nm
  - E  $25 \cdot 10^{-24}$  m
- 

### Aufgabe 24

Wie groß ist der minimale Bahnradius eines Elektrons im Erdmagnetfeld ( $50 \mu\text{T}$ ) bei einer kinetischen Energie von 300 eV (wie im e/m-Versuch im Praktikum)?

- A etwa 10 m
  - B etwa 1 km
  - C etwa 100 km
  - D etwa 10 cm
  - E etwa 1,2 m
-

## Aufgabe 25

Durch einen 1 m langen Kupferdraht mit einem Durchmesser von 1 mm soll nach Anlegen einer Spannung ein Strom fließen, so dass die dabei frei werdende Wärme den Draht in einer Minute um 10 °C erhitzt (ohne Wärmeverlust).  
Vorsicht: längere Rechnung!

Wie groß muss die Spannung sein?

Spezifische Wärmekapazität von Kupfer: 385 J/(kg · K)

Dichte von Kupfer: 8920 kg/m<sup>3</sup>

Spezifischer Widerstand von Kupfer:  $1,78 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$  ( $\Omega \cdot m = \Omega \cdot m^2/m$ )

- A etwa 3 mV
  - B etwa 1 V
  - C etwa 0,3 V
  - D etwa 100 mV
  - E etwa 10 V
- 

## Aufgabe 26

Die folgenden Ausdrücke sollen die Dimension eines **elektrischen Widerstandes** haben.  
Bei welchen trifft dies zu?

- a) Zeit / Kapazität
- b) Stromstärke / Kraft
- c) Ladung / Spannung
- d) Stromstärke · Spannung
- e) Spannung · Ladung
- f) Energie · Zeit / Stromstärke

(Spannung = elektrische Spannung)

- A nur bei a)
  - B bei keinem
  - C nur bei d)
  - D nur bei a) und d)
  - E bei allen bis auf b), c) und f)
-



### **Aufgabe 27**

Töne erreichen Ihr Ohr in der Regel als Schallwellen durch die Luft. Schallwellen mit welcher der aufgeführten Wellenlängen können sie hören?

- A** 20 cm
  - B** 5 mm
  - C** 1 mm
  - D** 100 m
  - E** 1 cm
- 

### **Aufgabe 28**

Eine homogene Metallkugel wiegt vollständig eingetaucht in Wasser 10% weniger als in Methanol (Dichte:  $0,7869 \text{ g/cm}^3$ ).  
Wie groß ist die Dichte der Kugel?

- A** Das hängt von ihrem Volumen ab.
  - B** Die Frage kann ohne weitere Angaben nicht beantwortet werden.
  - C**  $2,13 \text{ g/cm}^3$
  - D**  $7,5 \text{ g/cm}^3$
  - E**  $2,92 \text{ g/cm}^3$
-

## Aufgabe 29

Welche Aussage ist **richtig**?

**A**  $10^5 + 10^3 = 10^7$

**B**  $2^{10} = 512$

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

**D**  $\sin(3,5\pi) = -1$

**E**  $\ln(10^{\ln(10)}) = 10$

---

## Aufgabe 30

Eine Mischung aus 200 g Eis (0 °C) und einem Liter Wasser mit einer Temperatur von 20 °C ergibt 1,2 Liter Wasser mit einer Temperatur von ...

**A** ... 3,45 °C.

**B** ... 8,6 °C.

**C** ... 14,5 °C.

**D** ... 2,6 °C.

**E** ... 16,7 °C.

---

**Lösungen**  
**Klausur zum Physikalischen Praktikum für Mediziner**  
**Sommersemester 2007, 14. Juli 2007**

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