

# Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## Fakultät für Mathematik und Physik

Klausur zum Physikalischen Praktikum für Mediziner  
SS 201'

- Freiburg, den % . Juli 201' -

---

### 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 201'  
- Freiburg, den % "Juli 201' -

---

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 vorangehtet 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 J/g
- Vakuumlichtgeschwindigkeit  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Schallgeschwindigkeit in Luft (20°C) = 343 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

Ein Sporttaucher atmet Luft aus einer Vorratsflasche über einen Druckregler, der den Druck der eingeatmeten Luft automatisch dem der Tauchtiefe entsprechenden Wasserdruck angleicht. Nach dem Einatmen sind in 30 m Tiefe 6 Liter Luft in seinem Atemtrakt, als er plötzlich seinen Bleigurt verliert und an die Wasseroberfläche schießt.

Etwa welches Volumen nähmen die 6 Liter Luft ein, wenn sie sich (bei unveränderter Temperatur) dem Umgebungsdruck an der Wasseroberfläche angleichen würden?

- A 18 Liter
  - B 24 Liter
  - C 1,5 Liter
  - D 6 Liter
  - E 2 Liter
- 

## Aufgabe 2

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

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

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

### Aufgabe 3

Bei einem 67-jährigen Patienten werden an einem Handmuskel 300 Zuckungen in einer Minute registriert.

Wie groß ist die Frequenz in Hz?

- A 5 Hz
  - B 50 Hz
  - C 20 Hz
  - D 200 Hz
  - E 300 Hz
- 

### Aufgabe 4

Sehr tiefe und sehr hohe Töne kann der Mensch **nicht** hören.  
Welche Aussage ist **richtig**?

- A Der Sprachbereich liegt unterhalb von 20 000 Hz.
  - B Kleine Kinder können hohe Töne noch nicht gut wahrnehmen.
  - C In der Natur kommen sowieso keine Töne außerhalb des Hörbereichs vor.
  - D Der Hörbereich des Menschen ist etwa 1 Hz bis 100 000 Hz.
  - E Der Hörbereich ist bei allen Säugetieren gleich.
-

### Aufgabe 5

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

### Aufgabe 6

Welche Aussagen über die Absorption von Röntgenstrahlen treffen zu?

- a) Die Intensität der Röntgenstrahlung nimmt exponentiell mit zunehmender Schichtdicke eines Absorbers ab.
- b) "Harte" (hochenergetische) Röntgenstrahlung wird besser absorbiert als "weiche" (niederenergetische) Röntgenstrahlung.
- c) Ein Absorber mit einer Schichtdicke, die der doppelten Halbwertsdicke entspricht, absorbiert 75% der ursprünglichen Strahlung

- A nur a) ist richtig
  - B nur b) und c) sind richtig
  - C nur a) und c) sind richtig
  - D nur b) ist richtig
  - E nur a) und b) sind richtig
-

### Aufgabe 7

Bei den folgenden Messwerten sei die Genauigkeit durch die Zahl der signifikanten Stellen beschrieben, so dass die letzte noch angegebene Ziffer jeweils aufgrund einer Messunsicherheit auf  $\pm 1$  unsicher ist.

Damit ist die relative Unsicherheit **am kleinsten** für ...

- A 0,050
  - B 2,61
  - C 26,1
  - D 0,57
  - E 5,00
- 

### Aufgabe 8

Im Periodensystem befindet sich Iod mit der Ordnungszahl 53 zwischen den Elementen Tellur (Te, Ordnungszahl: 52) und Xenon (Xe, Ordnungszahl: 54). Das in der Diagnostik benutzte Iod-Isotop  $^{131}\text{I}$  unterliegt einem  $\beta^-$ -Zerfall.

Welches Nuklid entsteht dabei?

- A  $^{130}\text{Xe}$
  - B  $^{130}\text{I}$
  - C  $^{131}\text{Te}$
  - D  $^{132}\text{Xe}$
  - E  $^{131}\text{Xe}$
-



## Aufgabe 9

Welche Energie gibt eine mit einem Liter Wasser von  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  gefüllte Wärmflasche beim Abkühlen auf Körpertemperatur ( $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) etwa ab?

- A etwa 2,3 kJ
  - B etwa  $1 \cdot 10^7$  J
  - C etwa 100 J
  - D etwa 2,3 J
  - E etwa 100 kJ
- 

## Aufgabe 10

Wie groß ist die **maximale Geschwindigkeit** der schwingenden Masse eines Faden-Pendels, wenn Sie die schwingende Masse in 10 cm Höhe über dem Ruhepunkt loslassen?

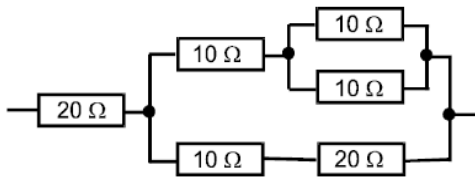
Rechnen Sie für ein sog. mathematisches Pendel:  
Masse punktförmig, Faden masselos.

Welche Aussage ist **richtig**?

- A Das hängt von der schwingenden Masse ab.
  - B etwa 1,0 m/s
  - C etwa 1,4 m/s
  - D Das hängt von der Pendellänge ab.
  - E etwa 10 cm/s
-

### Aufgabe 11

Wie groß ist der Ersatzwiderstand der folgenden Schaltung?



- A 20 Ω
- B 60 Ω
- C 30 Ω
- D 40 Ω
- E 50 Ω

---

### Aufgabe 12

Welche Aussage ist **falsch**?

- A  $\ln(e) = \log(10)$
- B  $27^{1/3} = 3$
- C  $2^{-4} = 1/16$
- D  $\sin(30^\circ) = \cos(60^\circ) = 0,5 \cdot \tan(45^\circ)$
- E  $\ln(10) - \ln(5) = \ln(5)$

### Aufgabe 13

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 2 m/s
  - B 5 m/s
  - C 0,05 m/s
  - D 0,2 m/s
  - E 0,5 m/s
- 

### Aufgabe 14

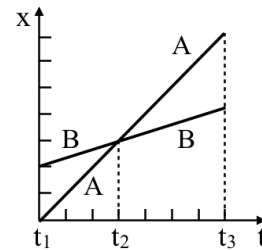
An einer Röntgenanlage wird in 50 cm Fokusabstand eine Energiedosisleistung von  $4 \text{ Gy/min}$  gemessen (Gy = Einheit der Energiedosis "Gray").

Wie groß ist die Energiedosisleistung in einem Fokusabstand von 1 m (unter Annahme eines punktförmigen Röntgenfokus) bei einem Strahlengang in Luft mit vernachlässigbarer Schwächung)?

- A 8 Gy/min
  - B 4 Gy/min
  - C 1 Gy/min
  - D 16 Gy/min
  - E 2 Gy/min
-

## Aufgabe 15

Zwei Fahrzeuge A und B bewegen sich auf einer geraden Bahn in x-Richtung. Aus den zu den Zeitpunkten  $t_1$  bis  $t_3$  erreichten Orten  $x$  wird nebenstehendes Diagramm erstellt.



Welche der folgenden Aussagen ist/sind **richtig**?

- a) Zum Zeitpunkt  $t_2$  haben beide Fahrzeuge die gleiche Geschwindigkeit.
- b) Zum Zeitpunkt  $t_1$  ist die Geschwindigkeit von B größer als die von A.
- c) Zum Zeitpunkt  $t_3$  ist die Geschwindigkeit von A größer als die von B.
- d) Beide Fahrzeuge haben nirgendwo die gleiche Geschwindigkeit.
- e) Beide Fahrzeuge haben im Zeitintervall  $t_1$  bis  $t_3$  konstante Geschwindigkeit.

**A** nur a) und e) sind richtig

**B** nur c), d) und e) sind richtig

**C** nur a), b), d) und e) sind richtig

**D** nur a) ist richtig

**E** nur b) und d) sind richtig

---

## Aufgabe 16

Ein stromdurchflossener Draht wird durch einen Draht gleichen Materials mit gleicher Länge aber mit doppeltem Durchmesser ersetzt.

Ebenso wird eine mit Wasser durchflossene Kapillare durch eine mit gleicher Länge aber doppeltem Durchmesser ersetzt.

(Die am Draht angelegte Spannung, sowie der Druck an der Kapillare bleiben unverändert.)

Wie ändert sich jeweils der elektrische Strom  $I_{el}$  durch den Draht und die Volumenstromstärke  $I_V$  durch die Kapillare gegenüber den ursprünglichen Werten?

**A**  $I_{el}$  beträgt jetzt das 2-fache und  $I_V$  das 4-fache

**B**  $I_{el}$  beträgt jetzt das 4-fache und  $I_V$  das 16-fache

**C**  $I_{el}$  und  $I_V$  bleiben gleich

**D**  $I_{el}$  und  $I_V$  betragen jetzt das 16-fache

**E**  $I_{el}$  und  $I_V$  verdoppeln sich

### Aufgabe 17

Ein Auto fährt mit 50 km/h frontal auf eine Mauer auf. Auf einer Strecke von 50 cm (Knautschzone) kommt es gleichmäßig verzögert zum Stehen.

Welcher Beschleunigung (in Vielfachen der Erdbeschleunigung  $g$ ) sind die Insassen in etwa ausgesetzt?

- A  $70 \cdot g$
  - B  $6 \cdot g$
  - C  $20 \cdot g$
  - D  $0,5 \cdot g$
  - E  $2 \cdot g$
- 

### Aufgabe 18

Ein Mikroskop hat eine Vergrößerung  $V_1=180$ .

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 "optischer Tubuslänge" und gleicher "deutlicher Sehweite")

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

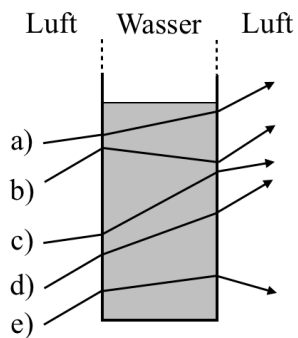
### Aufgabe 19

Welche der folgenden Längenangaben ist **nicht** äquivalent zu  $7\ \mu\text{m}$ ?

- A 7000 nm
  - B  $7 \cdot 10^3\ \text{nm}$
  - C  $7 \cdot 10^{-3}\ \text{cm}$
  - D  $7 \cdot 10^{-6}\ \text{m}$
  - E 0,007 mm
- 

### Aufgabe 20

Welcher Lichtweg durch ein mit Wasser gefülltes Gefäß ist möglich?



- A d)
  - B a)
  - C b)
  - D c)
  - E e)
-

## Aufgabe 21

Im Vakuum bewegen sich Neutronen (ohne das Vorhandensein weiterer Einflüsse) in einem konstanten homogenen elektrischen Feld ...

- A ... in Bewegungsrichtung beschleunigt.
  - B ... immer auf einer Kreisbahn.
  - C ... konstant mit ihrer Anfangsgeschwindigkeit.
  - D ... senkrecht zur Bewegungsrichtung beschleunigt.
  - E ... auf schraubenförmigen Bahnen.
- 

## Aufgabe 22

Etwa wie groß ist der Schweredruck einer 1 m hohen Wassersäule?

- A  $10^6$  Pa
  - B 10 Pa
  - C  $10^2$  Pa
  - D  $10^4$  Pa
  - E 1 Pa
-

### **Aufgabe 23**

Gegeben ist eine (dünne, von Luft umgebene) Sammellinse mit der Brechkraft 20 dpt.

In welcher Entfernung von der Linse muss ein Gegenstand platziert werden, damit das Bild reell und gleich groß wie der Gegenstand wird?

- A** 5 cm
  - B** 40 cm
  - C** 20 cm
  - D** 30 cm
  - E** 10 cm
- 

### **Aufgabe 24**

Ein Stromkreis mit der üblichen technischen Spannung  $\sim 220\text{ V}$  ist mit einer 16 A-Sicherung abgesichert.

Welche Leistung kann dem Stromkreis maximal entnommen werden ohne dass die Sicherung durchbrennt?

- A** etwa 16 VA
  - B** etwa 3,5 kW
  - C** etwa 4900 Ws
  - D** etwa 220 W
  - E** etwa 3500 J
-



## Aufgabe 25

Ein gleichzeitig entstandenes Licht- und Schallsignal (z.B. Blitz und Donner) gelangt durch die Luft (unter Normbedingungen) zu einem 2 km entfernten Beobachter.

Bei diesem trifft das ...

- A ... optische Signal etwa 6 ms vor dem akustischen Signal ein.
  - B ... akustische Signal etwa 6 ms vor dem optischen Signal ein.
  - C ... optische Signal etwa 6 s vor dem akustischen Signal ein.
  - D ... akustische Signal etwa 6 s vor dem optischen Signal ein.
  - E ... optische Signal etwa 0,6 s vor dem akustischen Signal ein.
- 

## Aufgabe 26

In 1 Liter Wasser sind etwa ...

- A ...  $5 \cdot 10^{25}$  Moleküle
  - B ...  $1,5 \cdot 10^{26}$  Moleküle
  - C ...  $3 \cdot 10^{25}$  Elektronen
  - D ...  $5 \cdot 10^{25}$  Protonen
  - E ...  $3 \cdot 10^{25}$  Moleküle
-

### **Aufgabe 27**

Ein Mann hat 1 Liter Cola mit einem biologischen Brennwert von 1800 kJ (entspricht 428 kcal) 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 die 1800 kJ ergibt?

- A** 2,5 Minuten
  - B** 2 Stunden 30 Minuten
  - C** 4 Stunden 10 Minuten
  - D** 1 Stunde
  - E** 15 Minuten
- 

### **Aufgabe 28**

Eine Schallwelle in Luft fällt senkrecht auf eine Wand und wird reflektiert. An der Wand entsteht dann ein Schwingungsknoten, der nächste Schwingungsknoten liegt 16 cm von der Wand entfernt.

Die Wellenlänge der Schwingungen ist dann ...

- A** 16 cm
  - B** 32 cm
  - C** 64 cm
  - D** 8 cm
  - E** ohne Angabe der Frequenz nicht zu berechnen.
-

### **Aufgabe 29**

Von was hängt die Auftriebskraft auf einen Körper ab, der *vollständig* in einer Flüssigkeit eingetaucht ist?

- A** von seiner Tiefe unter der Flüssigkeitsoberfläche
  - B** von der Form des Körpers
  - C** vom Volumen des Körpers
  - D** vom Material des Körpers
  - E** von der Masse oder dem Gewicht des Körpers
- 

### **Aufgabe 30**

Der von einem Schallkopf eines medizinischen Geräts zur sonographischen Diagnostik emittierte Ultraschall hat die Frequenz 10 MHz.

Wie groß etwa ist die Wellenlänge bei einer Schallgeschwindigkeit im Gewebe von etwa 1,5 km/s?

- A** 1,5 mm
  - B** 6,6  $\mu\text{m}$
  - C** 150  $\mu\text{m}$
  - D** 66  $\mu\text{m}$
  - E** 15  $\mu\text{m}$
-