

# Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## Fakultät für Mathematik und Physik

Klausur zum Physikalischen Praktikum für Mediziner  
und Physik für Pharmazeuten

SS 2021

- Freiburg, den 17. Juli 2021 -

---

### Sofort eintragen!

Name: .....

Vorname: .....

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

Studienrichtung: med.  med. dent.

Pharmazie (StEx)  Pharm. Wissensch. B.Sc.

Sonst.:

Haben Sie in diesem Semester am Physik-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 - SS 2021

---

### 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:

- Kreiszahl  $\pi = 3,142$
- Eulersche Zahl  $e = 2,718$
- Erdbeschleunigung  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
- Avogadrokonstante  $N_A = 6 \cdot 10^{23}/\text{mol}$
- 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  $s = 333 \text{ J/g}$
- Vakuumlichtgeschwindigkeit  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Schallgeschwindigkeit in Luft ( $20^\circ\text{C}$ ) =  $343 \text{ m/s}$
- allgemeine Gaskonstante  $R = 8,31 \text{ J/mol K}$
- Temperaturskalen:  $0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$
- Druckeinheiten:  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

## Einige nützliche Formeln:

- elektrische Kraft auf eine Ladung:  $F_E = q \cdot E$
- magnetische Kraft auf eine Ladung (Lorentzkraft):  $F_L = qv \cdot B$
- Zentrifugalkraft:  $F_Z = mv^2/r$
- Hagen-Poiseuillesches Gesetz:  $I = \pi \cdot \Delta p \cdot r^4 / (8 \eta l)$
- Newton'sches Gesetz:  $F = m \cdot a$
- gleichförmig beschleunigte Bewegung:  $s = \frac{1}{2} a t^2$
- Snellius'sches Brechungsgesetz:  $\sin \delta_1 / \sin \delta_2 = n_2 / n_1$
- allgemeine Gasgleichung:  $pV = nRt$
- radioaktiver Zerfall:  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ ,  $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$
- Ohm'sches Gesetz:  $U = R \cdot I$
- elektrische Leistung:  $P = U \cdot I$
- Abbildungsgleichung einer Linse:  $\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g}$



## Aufgabe 1

Eine Arterie habe einen Innendurchmesser von 1 mm. Um wieviel verringert sich die Volumenstromstärke, wenn sich innerhalb der kreisförmigen Arterienwand eine gleichmäßige Kalkschicht von 0,05 mm Dicke abgelagert?

(Die Druckdifferenz bleibe gleich. Es gelte das Gesetz von Hagen-Poiseuille.)

- A um etwa 10 %
- B um etwa 45 %
- C um etwa 35 %
- D um etwa 60 %
- E um etwa 5 %

## Aufgabe 2

Für eine Blutinfusion wird fälschlicher Weise eine Nadel mit halbem Durchmesser und halber Länge als sonst üblich verwendet.

Wie wirkt sich das bei gleichem Druck auf die Volumenstromstärke  $I$  der Infusion (transportiertes Volumen pro Zeit) aus?

- A  $I$  beträgt nur noch die Hälfte
- B  $I$  ist doppelt so groß wie sonst
- C  $I$  bleibt gleich
- D  $I$  ist 8-mal so groß wie sonst
- E  $I$  beträgt nur noch ein Achtel

### Aufgabe 3

In einer sogenannten „Quinck’schen Röhre“ wird mit Hilfe eines Tonfrequenzgenerators und eines Lautsprechers eine Luftsäule in einem **einseitig geschlossenen Rohr** variabler Länge zum Schwingen angeregt. Bei welcher Rohrlänge findet man die Grundresonanz der Luftsäule wenn der Frequenzgenerator auf eine Frequenz von 857 Hz eingestellt ist?

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

### Aufgabe 4

Eine Hohlkugel (Durchmesser 10 cm, Wandstärke 1 mm, innen Luft) aus Glas (Dichte von Glas  $\rho=2,5 \text{ g/cm}^3$ ) schwimmt in Wasser.

Wie tief taucht die Kugel ein?

(zur Erinnerung: Kugelvolumen =  $4\pi/3 \cdot r^3$ , Kugeloberfläche =  $4\pi \cdot r^2$ )

- A etwa zu 75%
  - B etwa zu 15%
  - C etwa zu 25%
  - D vollständig, sie geht unter
  - E etwa zu 50%
-

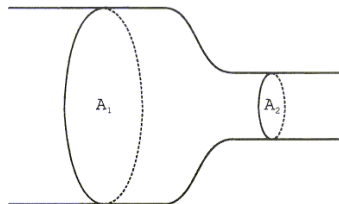
### Aufgabe 5

Eine Probe einer radioaktiven Substanz habe anfangs eine Aktivität von  $3,2 \cdot 10^5$  Bq. Welche Aktivität besitzt die Probe noch nach einem Jahr, wenn die Halbwertszeit 2 Monate beträgt?

- A  $3,2 \cdot 10^4$  Bq
  - B  $5,0 \cdot 10^3$  Bq
  - C  $1,2 \cdot 10^4$  Bq
  - D  $6,4 \cdot 10^3$  Bq
  - E  $1,6 \cdot 10^3$  Bq
- 

### Aufgabe 6

Ein Rohr(abschnitt) ist vollständig mit einer inkompressiblen, von links nach rechts (laminar) hindurchfließenden Flüssigkeit gefüllt. Bei der kreisförmigen Querschnittsfläche  $A_1$  beträgt der Innendurchmesser des Rohres  $d_1 = 4,5$  cm und die (mittlere) Strömungsgeschwindigkeit  $v_1 = 5,0$  cm/s.



Welchen Wert hat die (mittlere) Strömungsgeschwindigkeit  $v_2$  bei der kreisförmigen Querschnittsfläche  $A_2$ , wenn dort der Innendurchmesser  $d_2 = 1,5$  cm ist?

- A  $v_2 = 45$  cm/s
  - B  $v_2 = 15$  cm/s
  - C  $v_2 = 110$  cm/s
  - D  $v_2 = 20$  cm/s
  - E  $v_2 = 10$  cm/s
-

### **Aufgabe 7**

Ein in der Elektrotherapie eingesetztes Gerät erzeugt Stimmulationsströme, die über zwei Elektroden auf der Haut durch einen Muskel fließen. Es fließt dabei ein Strom von 20 mA, wenn das Gerät eine Spannung von 60 V liefert. Der Übergangswiderstand zwischen Elektrode und Haut beträgt jeweils 500  $\Omega$ .

Welchen elektrischen Widerstand hat der Muskel selbst?

- A** 200  $\Omega$
  - B** 2000  $\Omega$
  - C** 3000  $\Omega$
  - D** 1000  $\Omega$
  - E** 3  $\Omega$
- 

### **Aufgabe 8**

Durch ein elektrisches Gerät mit einem Innenwiderstand von 200  $\Omega$  fließt ein Tag lang ein Strom von 1 A. Wie hoch sind dafür die Stromkosten, wenn man mit einem Preis von 20 Cent pro kWh rechnet?

- A** 0,96 €
  - B** 3,40€
  - C** 12 €
  - D** 0,20 €
  - E** 5,20 €
-



## Aufgabe 9

Spitzensportlerinnen laufen 400 m in etwa 50 s.

Etwa wie groß ist hierbei die Durchschnittsgeschwindigkeit (mittlere Geschwindigkeit) in km/h?

- A 9 km/h
  - B 19 km/h
  - C 24 km/h
  - D 14 km/h
  - E 29 km/h
- 

## Aufgabe 10

Welche Aussage ist **richtig**?

- A  $\ln(e) = 0$
  - B  $\sin(\pi) = 1$
  - C  $e^0 = 0$
  - D  $\ln(10) - \ln(5) = \ln(2)$
  - E  $\cos(0) = 0$
-

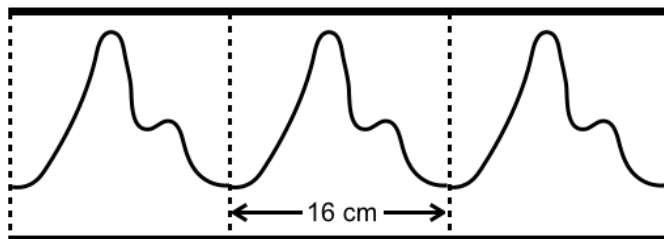
### Aufgabe 11

Wie groß ist die Brechkraft einer Kombination von drei dünnen Linsen (zwei Sammell- und eine Zerstreuungslinse) mit den Brennweiten 25 cm, 50 cm und -10 cm?  
(Die Abstände der Linsen seien vernachlässigbar)

- A -2 Dioptrien
  - B 2 Dioptrien
  - C 4 Dioptrien
  - D -4 Dioptrien
  - E 6 Dioptrien
- 

### Aufgabe 12

Die folgende Abbildung zeigt verkleinert einen Ausschnitt einer auf Papier registrierten Pulskurve eines Probanden. Auf dem Papier entspricht 1 cm einer Zeit von 0,05 Sekunden.



Der Proband hat einen Puls von ...

- A  $140 \text{ min}^{-1}$
  - B  $75 \text{ min}^{-1}$
  - C  $90 \text{ min}^{-1}$
  - D  $120 \text{ min}^{-1}$
  - E  $40 \text{ min}^{-1}$
-

### Aufgabe 13

Die schwingende Masse eines Federpendels wird um 15 g erhöht. Dabei verringert sich die Schwingungsfrequenz des Pendels von 10 Hz auf 5 Hz.

Wie groß war die schwingende Masse ursprünglich?

- A 7,5 g
  - B 3 g
  - C 5 g
  - D 30 g
  - E 15 g
- 

### Aufgabe 14

Ein Elektron bewegt sich in einer Vakuumkammer durch den Einfluss des Erdmagnetfeldes (etwa  $50 \mu\text{T}$ ) auf einer Kreisbahn mit einem Bahnradius von 5 cm.

Wie groß ist die Geschwindigkeit des Elektrons auf seiner Bahn?

- A etwa 5600 km/s
  - B etwa 440 km/s
  - C etwa 350 km/h
  - D etwa 1760 km/s
  - E etwa 50 m/s
-

### Aufgabe 15

Ein Gegenstand wird mit einer Sammellinse in einem Abstand von 90 cm von dem Gegenstand scharf auf einen Bildschirm abgebildet. Das Bild ist dabei doppelt so groß wie der abgebildete Gegenstand.

Wie groß ist die Brennweite der Linse?

- A**  $f = 10$  cm
  - B** Das hängt von der Größe des Gegenstandes ab.
  - C**  $f = 20$  cm
  - D**  $f = 40$  cm
  - E**  $f = 30$  cm
- 

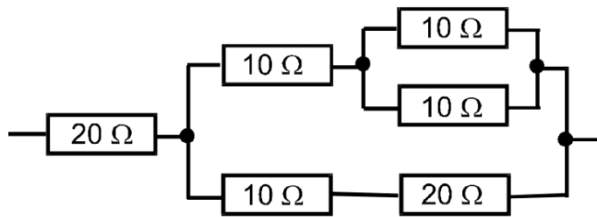
### Aufgabe 16

Welche Wärmemenge gibt eine Wärmflasche, die mit 1,5 Liter Wasser von 72 °C gefüllt wird, während der Abkühlung auf die Körpertemperatur des Menschen (37 °C) ab?

- A** etwa 72 J
  - B** etwa 1250 J
  - C** etwa 180 J
  - D** etwa 90 kJ
  - E** etwa 220 kJ
-

### Aufgabe 17

Wie groß ist der Ersatzwiderstand in der untenstehenden Schaltung?



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

### Aufgabe 18

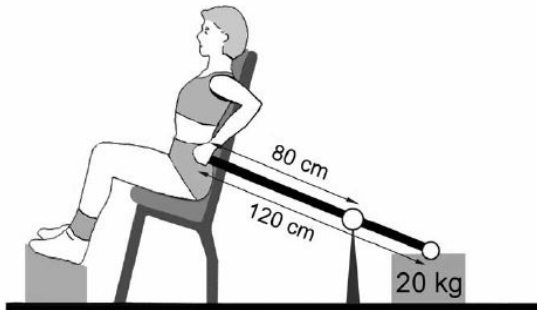
An einem kalten Tag wird bei einer Außentemperatur von 0°C ein Luftballon mit 10 Litern Luft gefüllt und anschließend in die Sonne gelegt. Aufgrund der Sonneneinstrahlung wird die Luft im Ballon auf 27°C aufgewärmt.

Wie verändert sich das Volumen des Luftballons bei gleichbleibendem Druck?

- A Es nimmt um 0,5 Liter ab.
  - B Es nimmt um 1 Liter zu.
  - C Es nimmt um 1,5 Liter zu.
  - D Es bleibt gleich.
  - E Es nimmt um 0,5 Liter zu.
-

### Aufgabe 19

Bei der schematisch dargestellten Maschine drückt die trainierende Person mit der linken Hand das Ende einer 120 cm langen starren Stange hinunter, wobei über ein Drehlager ein Gewicht angehoben wird. Etwa welche (senkrecht nach unten wirkende) Kraft muss die Person an der Stange aufbringen, um das Gewicht ( $m = 20 \text{ kg}$ ) anzuheben?



- A 50 N
  - B 20 N
  - C 100 N
  - D 75 N
  - E 10 N
- 

### Aufgabe 20

Ein gebündelter Lichtstrahl trifft aus Luft unter  $45^\circ$  auf eine glatte Glasoberfläche. (Brechzahl von Glas  $n=1,46$ )?

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

- A um  $22^\circ$
  - B um  $12^\circ$
  - C um  $16^\circ$
  - D um  $6^\circ$
  - E um  $9^\circ$
-

### Aufgabe 21

Ein Zahnarztbohrer mit dem Durchmesser  $d=0,6$  mm wird von einem Motor angetrieben, der diesen mit 300 000 Umdrehungen pro Minute dreht.

Wie groß ist die Schnittgeschwindigkeit des Bohrers (d.h. die Geschwindigkeit mit der sich ein Punkt auf der Außenseite des zylindrischen Bohrers bewegt)?

- A 9,4 m/s
  - B 1,4 m/s
  - C 94,4 m/s
  - D 28,4 m/s
  - E 16,4 m/s
- 

### Aufgabe 22

Etwa wie viele Erythrozyten sind in einem  $\text{mm}^3$  Blut bei einem Menschen, der etwa 6 L Blut und darin insgesamt  $24 \cdot 10^{12}$  Erythrozyten hat?

- A 4 Billionen
  - B 4 Millionen
  - C 4 Milliarden
  - D 4
  - E 4 Tausend
-

### Aufgabe 23

Die Blutprobe eines Patienten wird auf eine Substanz untersucht. Dazu wird die Messung zehn Mal wiederholt. Als (arithmetischer) Mittelwert der 10 Messwerte wird eine Konzentration von  $160 \mu\text{g/ml}$  errechnet. Nach Durchsicht der einzelnen Messwerte wird ein Wert von  $70 \mu\text{g/ml}$  als Messfehler (Ausreißer) deklariert und aus der Untersuchung ausgeschlossen.

Welche Konzentration ergibt sich dann als neuer Mittelwert über die verbleibenden 9 Messungen?

- A  $165 \mu\text{g/ml}$
  - B  $175 \mu\text{g/ml}$
  - C  $170 \mu\text{g/ml}$
  - D  $180 \mu\text{g/ml}$
  - E  $155 \mu\text{g/ml}$
- 

### Aufgabe 24

Welche der folgenden Strahlungsarten gehören zum elektromagnetischen Spektrum?

- (1) Radiowellen
- (2) Röntgenstrahlung
- (3) Alpha-Strahlung
- (4) Infrarotstrahlung

- A alle
  - B nur (1) und (2)
  - C nur (1), (2) und (4)
  - D nur (2) und (4)
  - E nur (3)
-



## Aufgabe 25

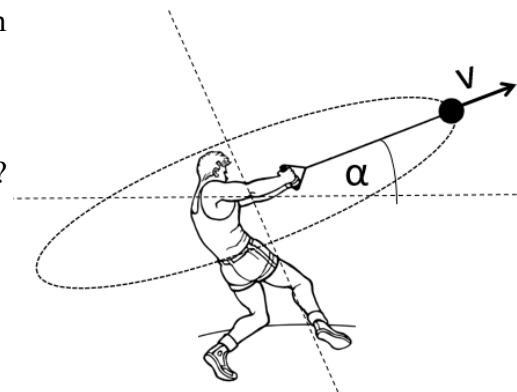
Unter der Aktivität eines radioaktiven Strahlers versteht man ...

- A** ... die Zeitdauer, bis die Radioaktivität unter die Nachweisgrenze gefallen ist.
  - B** ... die Anzahl der Zerfälle pro Zeit.
  - C** ... die Energie der ausgesandten Strahlung.
  - D** ... das Durchdringungsvermögen der ausgesandten Strahlung.
  - E** ... die biologische Wirksamkeit der emittierten Strahlung.
- 

## Aufgabe 26

Ein Hammerwerfer schleudert eine Kugel an einem Seil, so dass diese beim Abwurf mit einer Geschwindigkeit von  $v = 27 \text{ m/s}$  unter einem Winkel von  $\alpha = 30^\circ$  gegenüber der Horizontalen abfliegt.

Wie weit fliegt die Kugel, nachdem er sie loslässt?



- A** etwa 79 m
  - B** etwa 36 m
  - C** etwa 48 m
  - D** etwa 18 m
  - E** etwa 63 m
-

### Aufgabe 27

Die Ortsdosisleistung einer punktförmig angenommenen Gamma-Strahlungsquelle wird mit einem Detektor im Abstand von 10 cm an Luft gemessen und beträgt  $1 \mu\text{Sv/h}$ . Wie weit muss man sich entfernen, damit die mit dem gleichen Detektor gemessene Ortsdosisleistung nur noch 1% der zuerst gemessenen beträgt, wenn man mögliche Verluste in der Luft vernachlässigt?

- A 10 m
  - B 0,2 m
  - C 1 km
  - D 1 m
  - E 0,4 m
- 

### Aufgabe 28

Das radioaktive Isotop  ${}^{223}_{88}\text{Ra}$  kann durch radioaktiven Zerfall in das stabile Isotop  ${}^{219}_{86}\text{Rn}$  übergehen unter Aussendung von ...

- A  $\alpha$ -Teilchen
  - B Protonen
  - C Neutronen
  - D Elektronen
  - E Positronen
-

### Aufgabe 29

Bei einer Ultraschalluntersuchung nach dem Impuls-Echo-Verfahren wird eine Ultraschallfrequenz von 10 MHz verwendet. Der Ultraschallimpuls wird von einem auf der Haut sitzenden Ultraschallkopf ausgestrahlt und dann an einer Grenzschicht im Körper reflektiert. Die Schallgeschwindigkeit im Körper beträgt etwa 1500 m/s.

In welchem Abstand zum Schallkopf befindet sich die Grenzschicht, wenn die Zeitdauer zwischen Aussendung und Empfang des Signals durch den Schallkopf insgesamt 0,1 ms beträgt?

- A 7,5 mm
  - B 7,5 cm
  - C 3 cm
  - D 1,5 cm
  - E 15 cm
- 

### Aufgabe 30

Ein Proband gibt bei leichter Tätigkeit 100 W in Form von Wärme an die Umgebung ab. Dies ist gerade so viel, dass seine mittlere Körpertemperatur konstant bleibt. Die Wärmekapazität seines Körpers beträgt 180 kJ/K.

In welcher Zeit steigt bei gleicher Wärmebildung seine Körpertemperatur um 2°C an, wenn jegliche Wärmeabgabe unterbunden wird?

- A 30 Minuten
  - B 100 Minuten
  - C 1 Stunde
  - D 10 Minuten
  - E 4 Stunden
-

