

Name: \_\_\_\_\_

Gruppennummer: \_\_\_\_\_

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	insgesamt erreichte Punkte
erreichte Punkte											
Aufgabe	11	12	13	14	15	16	17	18			
erreichte Punkte											

**Klausur für die Teilnehmer des Physikalischen Praktikums für  
Mediziner und Zahnmediziner im Wintersemester 2018/19**

Freitag, 8. Februar 2019

**Bemerkungen:** Die maximale Punktzahl beträgt 64. Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens die Hälfte der Punkte erreicht wurden. Taschenrechner, Lineal und eine handgeschriebene Formelsammlung (1 DIN A4 Seite, beidseitig) dürfen während der Klausur benutzt werden. Andere Hilfsmittel sind nicht erlaubt. Bei Rechenaufgaben muß der Lösungsweg erkennbar sein. Bei Multiple-Choice-Aufgaben ist nur eine Lösung anzukreuzen, der Lösungsweg ist irrelevant.

Diese Klausur besteht aus 8 Seiten mit 18 Aufgaben. Bitte kontrollieren Sie, ob Ihr Exemplar vollständig ist.

**Aufgabe 1:** (2 Punkte)

Ein Glas Limonade habe den biologischen Brennwert von 0,9 MJ. Wie lange muß eine körperliche Mehrbelastung von 120 W beim Gehen andauern, um die Energiezufuhr durch das Getränk auszugleichen?

- 2,5 min
- 15 min
- 1 h
- 2 h 5 min
- 4 h 10 min

**Aufgabe 2:** (3 Punkte)

Ein 0,5 m langes zylindrisches Rohr mit 8 mm Durchmesser werde laminar von Wasser durchflossen. Wie groß ist die Volumenstromstärke  $I_V$ , wenn die Druckdifferenz  $\Delta p$  zwischen den Rohrenden 13000 Pa beträgt?

**Aufgabe 3:** (4 Punkte)

- a) Die Aktivität eines radioaktiven Präparates werde mittels eines Geigerzählers gemessen, der in festem Abstand zum Präparat gehalten wird. Mit dem Geigerzähler wird mit einer ersten Messung eine Ereignisrate von 20 Ereignissen pro Sekunde bestimmt. Wie lang muß eine einzelne Messung sein, damit der relative Fehler  $\Delta N/N$  einer solchen Einzelmessung unter 10% liegt? (2 Punkte)

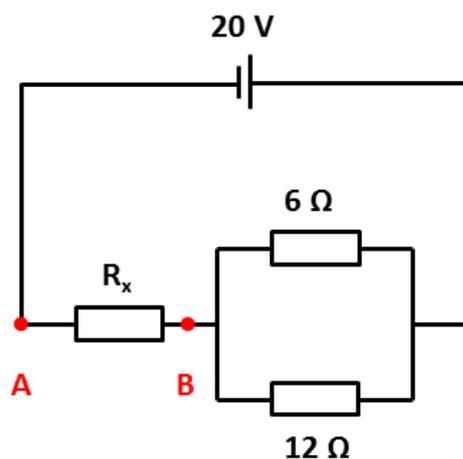
- 2 Sekunden  
 5 Sekunden  
 10 Sekunden  
 20 Sekunden  
 2 Minuten

- b) Die Messung der Zählrate werde (mit jeweils derselben Meßzeit) mehrfach wiederholt, um den Mittelwert der Zählraten zu bestimmen. Wie verhält sich der erwartete Fehler auf den Mittelwert in Abhängigkeit von der Zahl der Messungen? Der Fehler (2 Punkte)

- ist proportional zum Logarithmus der Zahl der Einzelmessungen  
 ist antiproportional zur Zahl der Einzelmessungen  
 ist antiproportional zur Quadratwurzel der Zahl der Einzelmessungen  
 ist antiproportional zum Quadrat der Zahl der Einzelmessungen  
 ist unabhängig von der Zahl der Einzelmessungen

**Aufgabe 4:** (3 Punkte)

Die Batterie in der hier gezeigten Schaltung mit drei ohmschen Widerständen habe eine Klemmspannung von 20 V. Wie groß ist der unbekannte Widerstand  $R_x$ , wenn zwischen Punkt A und Punkt B ein Spannungsabfall von 15 V gemessen wird?





**Aufgabe 5:** (4 Punkte)

- a) Zeichnen Sie die Hauptebene H und Brennpunkte F der dünnen Sammellinse ein, die den Gegenstand G auf sein Bild B abbildet. Verwenden Sie dazu die drei ausgezeichneten Strahlen, die Sie kennen gelernt haben. (2 Punkte)



- b) Im allgemeinen wird Licht unterschiedlicher Farbe an einer Grenzfläche zweier Medien unterschiedlich stark gebrochen. Wie heißt dieser Effekt und wie wirkt er sich aus? (2 Punkte)



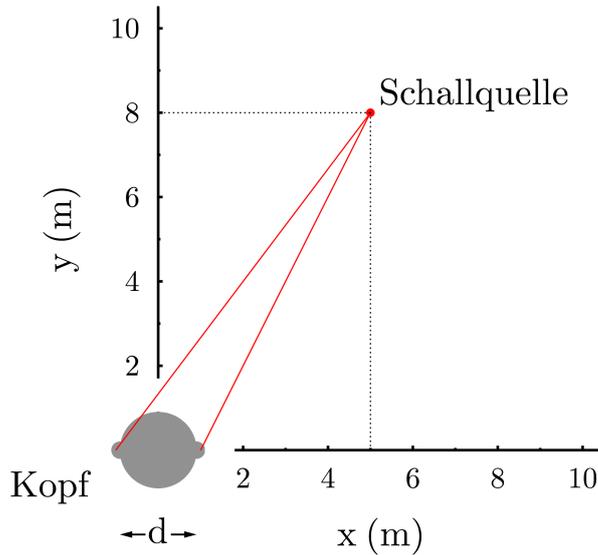
**Aufgabe 6:** (3 Punkte)

- a) Ein Fischer bemerkt, daß sein Boot alle vier Sekunden von einem Wellenkamm getroffen wird. Er bestimmt den Abstand zwischen zwei Kämmen zu 12 Metern. Wie schnell sind die Wellen? (1 Punkt)

- b) Erklären Sie den Unterschied zwischen Longitudinal- bzw. Transversalwellen und nennen Sie jeweils ein Beispiel. (2 Punkte)

**Aufgabe 7:** (4 Punkte)

Die Ortung von Geräuschen gelingt dem menschlichen Gehirn aufgrund der Laufzeitdifferenz, die sich ergibt, wenn Schall das linke bzw. rechte Ohr erreicht. Berechnen Sie die Laufzeitdifferenz  $\Delta t$  für den in der Skizze dargestellten Fall bei einer Schallgeschwindigkeit von  $c = 340 \text{ m/s}$  und einem Ohrabstand von  $d = 14 \text{ cm}$ . (Beachten Sie, daß die Darstellung des Kopfes nicht maßstabsgetreu ist.)

**Aufgabe 8:** (3 Punkte)

Die Zentrifugationsdauer  $T$  ist die Zeit zum Erreichen einer ausreichenden Sedimentation von Teilchen gleicher Masse. Die Zentrifugationsdauer ist umgekehrt proportional zur Zentrifugalkraft  $F_Z$ .

Um welchen Faktor verlängert sich die Zentrifugationsdauer, wenn sich die Drehzahl der Zentrifuge auf die Hälfte reduziert und der Radius konstant bleibt?

- $\sqrt{2}$
- 2
- 4
- 8
- 16

**Aufgabe 9:** (3 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen trifft für dünne Sammellinsen nicht zu?

- Die Linse vereinigt alle zur optischen Achse parallel einfallenden engen Strahlenbündel in einem Brennpunkt.
- Die Linse erzeugt nur reelle Bilder.
- Strahlen, die durch den Mittelpunkt der Linse gehen, ändern ihre Richtung nicht.
- Strahlenbündel, die schräg zur optischen Achse einfallen, werden in einem Punkt der Brennebene fokussiert.
- Die Bildgröße ist umgekehrt proportional zur Gegenstandsweite und direkt proportional zur Gegenstandsgröße.

**Aufgabe 10:** (6 Punkte)

- a) Skizzieren Sie den Aufbau einer Röntgenröhre und das von ihr erzeugte Spektrum. (4 Punkte)



- b) Berechnen Sie die Grenzwellenlänge  $\lambda_{\text{Grenz}}$  der Röntgenstrahlung in nm für eine Anodenspannung von 120 kV. (2 Punkte)

**Aufgabe 11:** (2 Punkte)

Die Energiedosisleistung, mit der die Wirkung ionisierender Strahlung auf Materie beschrieben wird, hat die Dimension

- $\frac{\text{Energie}}{\text{Zeit}}$
- $\frac{\text{Ladung}}{\text{Zeit}}$
- $\frac{\text{Energie}}{\text{Zeit} \cdot \text{Masse}}$
- $\frac{\text{Energie}}{\text{Masse}}$
- $\frac{\text{Energie}}{\text{Ladung}}$

**Aufgabe 12:** (6 Punkte)

Das Beugungsbild eines Strichgitters erscheint auf einer Mattscheibe, welche in 1 m Entfernung parallel zur Gitterebene aufgestellt ist. Die grüne Hg-Linie mit der Wellenlänge von 546 nm erscheint in 1. Ordnung in 226 mm Abstand vom Maximum 0. Ordnung, die 1. Ordnung einer roten Linie unbekannter Wellenlänge im Abstand von 256 mm.

- a) Wie groß ist die Gitterkonstante  $d$ ? (2 Punkte)
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b) Wie groß ist die Wellenlänge  $\lambda$  des roten Lichtes? (2 Punkte)
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- c) Wie groß ist die Energie  $E$  des grünen Lichtes in eV? (2 Punkte)

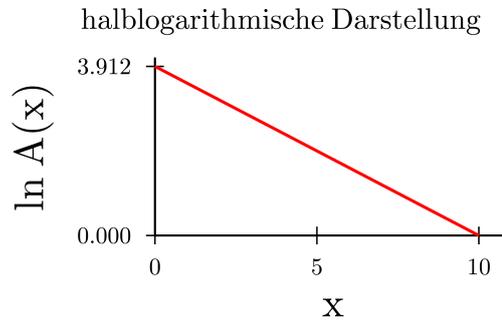
**Aufgabe 13:** (3 Punkte)

Ein Er:Yag-Laser (Wellenlänge  $\lambda = 2940$  nm) wird in einer Zahnarztpraxis zur Behandlung von Parodontose eingesetzt. Die Halbwertsdicke  $d_{1/2}$  von Zahnmaterial betrage für diese Wellenlänge  $0.6 \mu\text{m}$ . In welcher Tiefe im Material ist die Intensität  $I$  des Laserpulses auf ein  $1/100$  der Anfangsintensität  $I_0$  abgesunken?

**Aufgabe 14:** (3 Punkte)

Welcher funktionale Zusammenhang  $A(x)$  ist hier in halblogarithmischer Darstellung aufgetragen?

- $A(x) = 50 \cdot e^{-10 \cdot x}$
- $A(x) = 3,912 - 10 \cdot x$
- $A(x) = 50 - 0,3912 \cdot x$
- $A(x) = 50 \cdot e^{-0,3912 \cdot x}$
- $A(x) = 50 \cdot e^{+0,3912 \cdot x}$

**Aufgabe 15:** (3 Punkte)

Ein Containerschiff liegt am Hafen und wird beladen. Ein Container mit einem Gesamtgewicht von 2500 kg wird mit einem Kran vom Ladeplatz neben dem Schiff erst 40 m senkrecht nach oben gezogen, dann 70 m horizontal über das Schiff bewegt, und dann wieder 10 m abgelassen. Wieviel potentielle Energie  $E_{\text{pot}}$  gewinnt der Container im Schwerfeld der Erde durch diesen Vorgang?

**Aufgabe 16:** (3 Punkte)

An einer Dreifachsteckdosenleiste im Haushalt werden (sicherheitswidrig) zeitgleich ein Staubsauger (Leistung 1 kW), ein Fön (Leistung 2 kW) und eine Waschmaschine betrieben. Die Waschmaschine benötigt eine maximale Leistung von 1,5 kW (beim Aufheizen des Wassers). Wie groß ist der maximale Strom  $I$  (Effektivwert), der durch die Zuleitung der Dreifachsteckdosenleiste fließt?

**Aufgabe 17:** (5 Punkte)

a) Aus welchen Teilchen setzt sich der Atomkern zusammen? (1 Punkt)

b) Was versteht man unter  $\alpha$ -,  $\beta$ -, und  $\gamma$ -Strahlung? (2 Punkte)

c) Die Halbwertszeit des künstlichen Radionuklids  $^{99m}\text{Tc}$  beträgt 6 Stunden. Nach welcher Zeit ist die Aktivität eines entsprechenden Präparates von 10 MBq auf ungefähr 10.000 Bq abgesunken? (2 Punkte)

- nach 24 Stunden
- nach 48 Stunden
- nach 60 Stunden
- nach 10 Tagen
- nach 20 Tagen

**Aufgabe 18:** (4 Punkte)

Bei einem Tiefsee-Forschungsprojekt sei eine kugelförmige Basisstation mit einem Durchmesser von drei Metern in einer Tiefe von 1500 Metern verankert. (Hinweis: Sie können den Luftdruck an der Wasseroberfläche und in der Basisstation vernachlässigen.)

a) Welcher Druck (in Pascal) herrscht in dieser Tiefe? (2 Punkte)

b) Welche Kraft wirkt durch den Wasserdruck auf die Oberfläche der Kugel? (2 Pkte)

**Anhang**

- Erdbeschleunigung  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- Lichtgeschwindigkeit im Vakuum  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Plancksches Wirkungsquantum  $h = 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$
- Dichte von Wasser  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$
- Viskosität von Wasser  $\eta_{\text{H}_2\text{O}} = 1,00 \text{ mPa} \cdot \text{s}$