

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

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

Praktikumsgruppe im SoSe '24, sonst 'N': \_\_\_\_\_

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

**Klausur: Physik für die Human- und Zahnmedizin  
Sommersemester 2024**

Freitag, 26. Juli 2024

**Bemerkungen:** Die maximale Punktzahl beträgt 64. 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. Falls der Platz nicht ausreicht, verwenden Sie z.B. die Rückseite und verweisen darauf. Bei Multiple-Choice-Aufgaben ist nur eine Lösung anzukreuzen, der Lösungsweg geht nicht in die Bewertung ein.  
Diese Klausur besteht aus 8 Seiten mit 18 Aufgaben. Bitte kontrollieren Sie, ob Ihr Exemplar vollständig ist.

☐

**Aufgabe 1:** (2 Punkte)

Ein normal großer Erythrozyt (rotes Blutkörperchen) hat ein Volumen vom 85 Femtolitern. Geben Sie diesen Wert in Kubikmetern an.

☐

**Aufgabe 2:** (2 Punkte)

Der von einem Schallkopf eines medizinischen Gerätes zur sonographischen Diagnostik emittierte Ultraschall hat die Frequenz 5 MHz. Wie groß ist die Wellenlänge bei einer Schallgeschwindigkeit von etwa 1,5 km/s im Gewebe?

**Aufgabe 3:** (2 Punkte)

Ein Fahrradfahrer benötigt für den Hinweg 45 Minuten und für den Rückweg entlang derselben Strecke nur 35 Minuten. In welchem Verhältnis stehen die beiden Durchschnittsgeschwindigkeiten  $v_{\text{hin}}/v_{\text{zurück}}$ ?

**Aufgabe 4:** (2 Punkte)

Durch die Querschnittsverengung einer Düse verzehnfache sich die mittlere Strömungsgeschwindigkeit  $v$  beim Durchfluss. In welchem Verhältnis  $X = d_{\text{Düse}}/d_{\text{Schlauch}}$  stehen in diesem Fall die beiden Durchmesser?

☐  $X = 0,50$

☐  $X = 0,32$

☐  $X = 0,10$

☐  $X = 3,16$

☐  $X = 10$

**Aufgabe 5:** (5 Punkte)

- a) Wieviel Liter Wasser strömen in einer Minute durch ein Rohr, wenn die Druckdifferenz 4000 Pa und der Strömungswiderstand des Rohres für Wasser  $R_{\text{HP}} = 7,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$  beträgt? (3 Punkte)

- b) Wie verändert sich der Volumenstrom, wenn der Durchmesser des kreisförmigen Rohres auf 80 % des ursprünglichen Durchmessers verringert wird? Die Druckdifferenz soll dabei konstant bleiben. (2 Punkte)

**Aufgabe 6:** (5 Punkte)

- a) Die Schallintensitätspegel  $L_1$  und  $L_2$ , die in den Abständen  $r_1$  und  $r_2$  von derselben punktförmigen Quelle gemessen werden, erfüllen welche allgemeine Gleichung? (2 Punkte)
- ☐  $L_2 - L_1 = 20 \log(r_1/r_2)$
  - ☐  $L_2/L_1 = (r_1/r_2)^2$
  - ☐  $L_2 - L_1 = 10 \log(r_1/r_2)$
  - ☐  $L_2/L_1 = r_1/r_2$
  - ☐  $L_2/L_1 = 20 \log(r_1/r_2)$
- b) Ein fliegendes Flugzeug erzeuge in 5 km Abstand einen Schallintensitätspegel von 40 dB. Wie viel Energie strahlt das Flugzeug pro Zeiteinheit in Form akustischer Wellen ab? (3 Punkte)

**Aufgabe 7:** (3 Punkte)

Wie verändert sich die Wellenlänge eines grünen Lasers ( $\lambda = 543 \text{ nm}$ ), wenn dieser statt an Luft unter Wasser ( $n_w = 1,33$ ) betrieben wird? Ändert sich dabei auch die Farbe?

**Aufgabe 8:** (2 Punkte)

Die Spuren einer CD wirken wie ein Reflexionsgitter. Beleuchtet man eine CD senkrecht mit grünem Laserlicht der Wellenlänge 555 nm, dann beobachtet man die erste Beugungsordnung bei  $20^\circ$ . Wie groß ist der entsprechende Spurabstand auf der CD?

**Aufgabe 9:** (7 Punkte)

- a) Konstruieren Sie den Strahlengang an einer Sammellinse bei einer Gegenstandsweite  $g = 1,5f$  ( $f$ : Brennweite). Zeichnen Sie die drei ausgezeichneten Strahlen ein. (3 Punkte)



- b) Eine Sammellinse bildet einen Gegenstand vergrößert auf einem Schirm ab. Wenn man die Linse um 24 cm verschiebt, erhält man wiederum ein scharfes Bild auf dem Schirm. Der feste Abstand zwischen Gegenstand und Bild beträgt 60 cm. Wie groß ist die Brennweite der Sammellinse? (3 Punkte)
- ☐ 15 cm  
☐ 5 cm  
☐ 12,6 cm  
☐ 50,4 cm  
☐ 25,2 cm
- c) Warum kann man in der geometrischen Optik meist mit Strahlen rechnen, ohne die Beugung an Blenden, Fassungen usw. zu berücksichtigen? (1 Punkte)

**Aufgabe 10:** (2 Punkte)

Rubidium ist ein Alkalimetall mit der Ordnungszahl 37, welches in der Natur in zwei Isotopen vorkommt: Stabiles  $^{85}\text{Rb}$  und radioaktives  $^{87}\text{Rb}$  mit einer Halbwertszeit von 49 Milliarden Jahren, das zu Strontium  $^{87}\text{Sr}$  zerfällt. Welche der folgenden Aussagen ist falsch?

- ☐ Das Isotop  $^{87}\text{Rb}$  ist ein  $\alpha$ -Strahler.  
☐ Das Isotop  $^{85}\text{Rb}$  hat 48 Neutronen im Kern.  
☐ Das Isotop  $^{87}\text{Rb}$  ist ein  $\beta$ -Strahler  
☐ Das Isotop  $^{87}\text{Rb}$  ist schwach radioaktiv.  
☐ Das Isotop  $^{87}\text{Rb}$  hat 50 Neutronen im Kern.



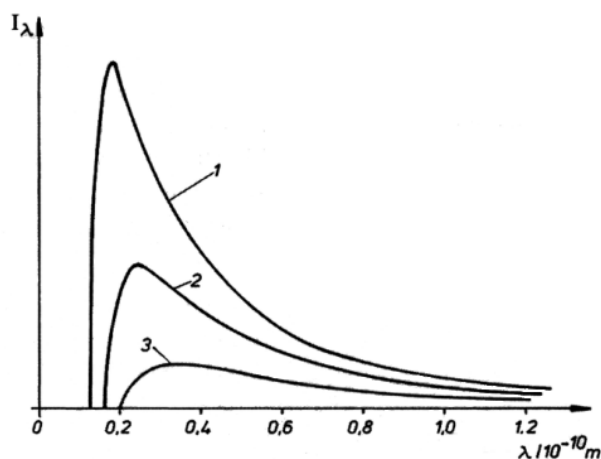
**Aufgabe 11:** (4 Punkte)

Das natürlich vorkommende Uranisotop  $^{238}\text{U}$  ist ein  $\alpha$ -Strahler mit einer Halbwertszeit von 4,5 Milliarden Jahren. Wie viele Urankerne zerfallen in 1 g  $^{238}\text{U}$  pro Sekunde (sogenannte spezifische Aktivität)?



**Aufgabe 12:** (6 Punkte)

Die folgende Abbildung zeigt Röntgenspektren bei drei verschiedenen Beschleunigungsspannungen.



- a) Bei welcher Kurve ist die Beschleunigungsspannung am größten? (2 Punkte)
- b) Wie groß ist die Beschleunigungsspannung  $U$  bzw. die Maximalenergie  $E$  der Röntgenquanten in Kurve 3? (4 Punkte)

**Aufgabe 13:** (3 Punkte)

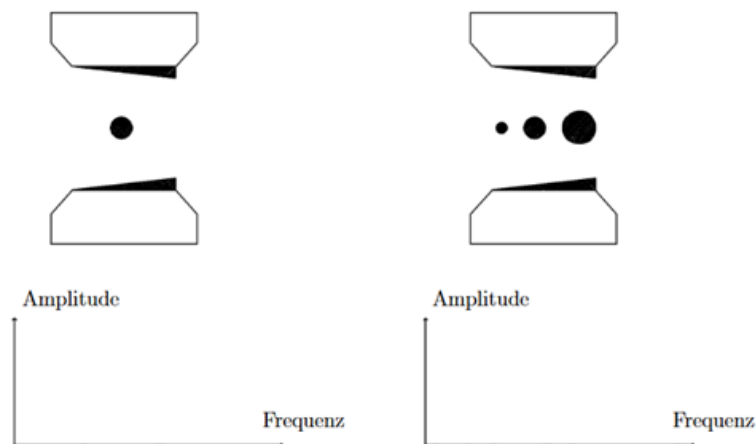
Zwischen einer Röntgenröhre und einem Zählrohr befinde sich ein Absorber der Dicke  $d$  aus unbekanntem Material. Die gemessene Zählrate betrage 600 Impulse pro Minute. Dann wird ein zweiter Absorber gleicher Dicke und aus gleichem Material hinzugefügt. Die Zählrate sinkt dabei auf 100 Impulse pro Minute. Welche Zählrate (Impulse/Minute) würde man erwarten, wenn beide Absorber entfernt werden?

- ☐ 1200  
☐ 700  
☐ 3600  
☐ 1800  
☐ 2400

**Aufgabe 14:** (5 Punkte)

Die Bildgebung im Kernspintomographen beruht auf dem Prinzip der Ortskodierung, das durch die Form der Magnetpole im verwendeten Gerät realisiert werden kann.

- a) Zeichnen Sie schematisch die Frequenzspektren für die beiden hier dargestellten Wasserproben im inhomogenen Magnetfeld. (2 Punkte)



- b) Angenommen, die Stärke des Magnetfeldes nehme linear mit  $B(x) = B_0 + \beta x$  zu bei gegebenen Werten für  $B_0 = 2,873 \text{ T}$  und  $\beta = 0,237 \text{ T/m}$ . Bei welcher  $x$ -Koordinate beträgt dann die Resonanzfrequenz  $\omega_L$  126,41 MHz? (Hinweis: Für die Rechnung benötigen Sie das gyromagnetische Verhältnis des Protons.) (3 Punkte)

**Aufgabe 15:** (4 Punkte)

Eine 12 V-Autobatterie habe  $0,10\,\Omega$  Innenwiderstand. Wie groß wird der Strom, wenn man die Pole mit einem Kupferkabel von 18 m Länge und  $2,5\,\text{mm}^2$  Querschnittsfläche kurzschließt?

**Aufgabe 16:** (5 Punkte)

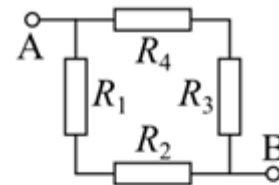
Berechnen Sie den Ersatzwiderstand  $R_{AB}$  für folgende Schaltungen und Spezialfälle (vereinfachen Sie die Gleichungen bitte soweit möglich):

a) Schaltung 1,  $R_1 \neq R_2 \neq R_3 \neq R_4$  (1,5 Punkte)

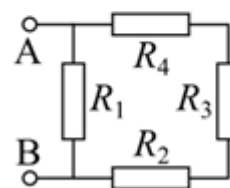
b) Schaltung 1,  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$  (1 Punkt)

c) Schaltung 2,  $R_1 \neq R_2 \neq R_3 \neq R_4$  (1,5 Punkte)

d) Schaltung 2,  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$  (1 Punkt)



Schaltung 1



Schaltung 2

**Aufgabe 17:** (3 Punkte)

Beschreiben Sie in Worten was elektrischer Strom und elektrische Spannung sind und wie sie bei einem konstanten elektrischen Widerstand miteinander zusammenhängen.

**Aufgabe 18:** (2 Punkte)

Anhand einer Blutprobe wird die Anzahl der roten Blutkörperchen pro Volumen bestimmt. Aus insgesamt 20 Messungen wird nun der Mittelwert gebildet. Der (relative) statistische Fehler des Verfahrens kann auf ein Fünftel reduziert werden, indem man

- ☐ fünfmal so oft misst.
- ☐ 25 Mal so oft misst.
- ☐ 100 zusätzliche Messungen durchführt.
- ☐ insgesamt 250 Messungen durchführt.
- ☐ insgesamt 400 Messungen durchführt.

**Anhang**

- Lichtgeschwindigkeit im Vakuum  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Plancksches Wirkungsquantum  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s} = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eV s}$
- Elementarladung  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Gyromagnetisches Verhältnis des Protons  $\gamma_p = 42,58 \text{ MHz/T}$
- Avogadro-Konstante  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$
- Spezifischer elektrischer Widerstand von Kupfer  $\rho_{\text{Cu}} = 1,7 \cdot 10^{-2} \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$
- Hörschwelle der Schallintensität  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$