

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 Sommersemester 2019**

Freitag, 26. Juli 2019

**Bemerkungen:** Die maximale Punktzahl beträgt 64. Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens die Hälfte der Punkte erreicht wurde. Taschenrechner, Lineal und eine handgeschriebene Formelsammlung (1 DIN A4-Blatt, 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 Goldring liege auf einem Tisch. Es werde ein konstanter elektrischer Strom mit technischer Stromrichtung im Uhrzeigersinn (von oben gesehen) durch den Ring geleitet. Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Auf der Ringachse besteht ein elektrisches Feld mit Richtung nach oben.
- Auf der Ringachse besteht ein elektrisches Feld mit Richtung nach unten.
- Auf der Ringachse besteht ein magnetisches Feld mit Richtung nach oben.
- Auf der Ringachse besteht ein magnetisches Feld mit Richtung nach unten.
- Auf der Ringachse besteht weder ein elektrisches noch ein magnetisches Feld.



**Aufgabe 2:** (3 Punkte)

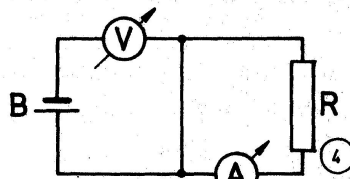
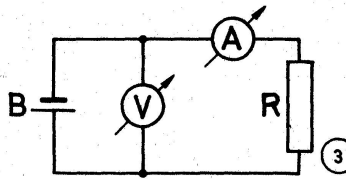
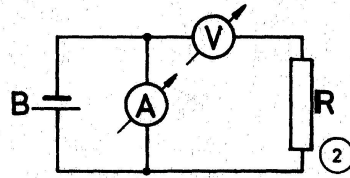
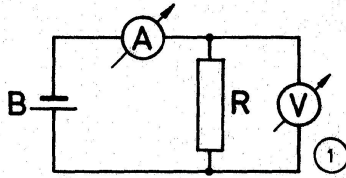
Welche dieser physikalischen Größen sind Vektoren?

- (1) Energie,  Nur (1), (3), (4), (6)
- (2) Zeit,  Nur (2), (4), (5), (7)
- (3) Arbeit,  Nur (3), (4), (6)
- (4) Beschleunigung,  Nur (4), (5), (6)
- (5) Drehmoment,  Nur (5), (6), (7)
- (6) elektrisches Feld,
- (7) elektrisches Potential.

**Aufgabe 3:** (4 Punkte)

Gegeben sind vier mögliche Schaltungen zur Bestimmung des elektrischen Widerstandes  $R$ , der sich im Stromkreis mit einer Batterie  $B$  befindet.

- a) Welche der gezeigten Schaltungen ist (sind) tatsächlich zur Messung des Widerstandes  $R$  geeignet? (2 Punkte)



- nur Schaltung 1  
 nur Schaltung 2  
 nur Schaltung 3  
 nur Schaltung 4  
 Schaltung 1 oder 3

- b) Welche der gezeigten Schaltungen kann zur Zerstörung eines Meßgerätes führen? (2 Punkte)

**Aufgabe 4:** (3 Punkte)

Ein Stein wird senkrecht nach oben geworfen mit der Anfangsgeschwindigkeit  $10 \text{ m/s}$ . Es wirke eine nicht vernachlässigbare Reibungskraft (Luftreibung) proportional zu  $-v$ , wobei  $v$  die Geschwindigkeit des Steins ist. Die von der Luft ausgeübte Auftriebskraft sei vernachlässigbar. Welche Aussage ist richtig?

- Der Absolutbetrag der Beschleunigung des Steins ist immer gleich der Erdbeschleunigung.  
 Der Absolutbetrag der Beschleunigung des Steins ist immer geringer als die Erdbeschleunigung.  
 Der Absolutbetrag der Beschleunigung des Steins ist nur am höchsten Punkt der Bahn gleich der Erdbeschleunigung.  
 Der Absolutbetrag der Geschwindigkeit des Steins bei Rückkehr zu seinem Ausgangspunkt ist  $10 \text{ m/s}$ .  
 Der Absolutbetrag der Geschwindigkeit des Steins bei Rückkehr zu seinem Ausgangspunkt ist größer als  $10 \text{ m/s}$ .



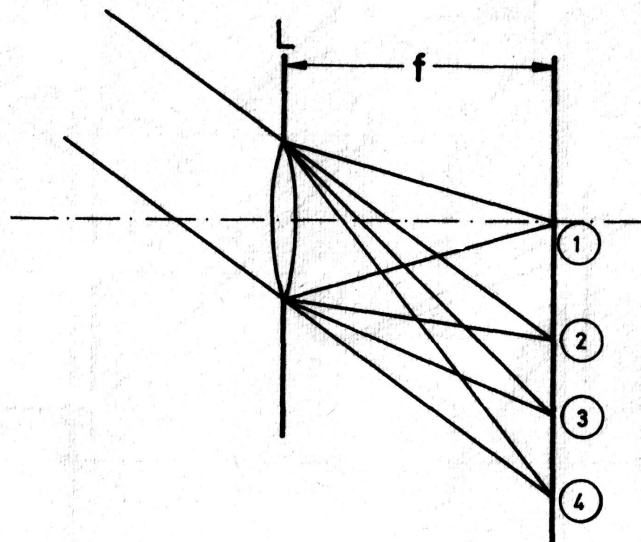
**Aufgabe 5:** (4 Punkte)

Eine Kiste (Gewicht 200 kg) wird über eine Seilwinde vertikal mit einer konstanten Geschwindigkeit  $v_0$  von 5 m/s abgelassen. In einer Höhe  $h$  von 20 m über dem Erdboden reißt allerdings das Tragseil, und die Kiste fällt ungebremst zu Boden (der Luftwiderstand kann in dieser Aufgabe vernachlässigt werden). Wie groß ist die Geschwindigkeit  $v$  der Kiste unmittelbar vor dem Aufprall? Hinweis: Setzen Sie die Summe aus potentieller und kinetischer Energie der Kiste zu Beginn ( $h = 20$  m) und Ende ( $h = 0$ ) der Bewegung gleich.



**Aufgabe 6:** (6 Punkte)

- a) Ein paralleles Strahlenbündel fällt schräg auf eine dünne Sammellinse (siehe Abbildung). In welchem Punkt vereinigt die Linse das Bündel? (2 Punkte)



- b) Die dünne Sammellinse habe eine Brennweite von  $f = 4$  cm. Statt eines parallelen Strahlenbündels falle nun Licht von einem Gegenstand auf die Linse, welcher sich in 5 cm Abstand von der Hauptebene der Linse befindet. In welchem Abstand von der Hauptebene befindet sich das Bild? (2 Punkte)
- c) Kann man mit einer Sammellinse ein virtuelles Bild erzeugen? Wenn ja, wie? (2 Punkte)

**Aufgabe 7:** (2 Punkte)

Eine Phasenverschiebung von  $90^\circ$  entspricht im Bogenmaß einer Phasenverschiebung von

$\pi/4$

$\pi/2$

$\pi$

$3\pi/4$

$2\pi$

**Aufgabe 8:** (4 Punkte)

Wellenfelder derselben Art (z.B. Lichtwellen, Schallwellen, ...), die von zwei verschiedenen Quellen ausgesandt werden, können sich in einem Raumpunkt über einen längeren Zeitraum gegenseitig vollständig auslöschen. Unter welchen Bedingungen ist dieser Vorgang möglich?

**Aufgabe 9:** (6 Punkte)

Eine Leuchtdiode strahlt periodisch kurze Lichtblitze (Vakuumwellenlänge 430 nm) in einem zeitlichen Abstand von  $t = 4 \cdot 10^{-6}$  s in einen Lichtleiter (mit Brechzahl  $n = 1,5$ ).

- a) In welchem räumlichen Abstand  $s$  laufen die Lichtblitze im Lichtleiter? (2 Punkte)
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b) Welche Energie (in Einheiten von eV) hat ein von der Leuchtdiode ausgestrahltes Photon? (2 Punkte)
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- c) Der Hersteller gibt an, daß die Brechzahl nur auf 5% genau bekannt ist. Wie groß ist der Fehler (in Einheiten von Metern) auf den unter a) berechneten Abstand? (2 Punkte)

**Aufgabe 10:** (6 Punkte)

Sie besuchen ein Open-Air-Rockkonzert. Die Band produziert eine maximale Schallleistung von  $P = 800$  Watt. Berechnen Sie mit den folgenden Rechenschritten, wie weit weg von der Bühne Sie sich mindestens stellen sollten, damit die Musik bei Ihnen sicher keine Schmerzen auslöst (unabhängig von der Qualität der Musik).

- a) Um ganz sicher zu sein, sollte der Schallintensitätspegel mindestens 20 dB unter der Schmerzschwelle liegen. Die Schallintensität  $I$  bei der Schmerzschwelle beträgt  $I_{\text{Schmerz}} = 10 \text{ W/m}^2$ . Wie groß ist daher die maximale Schallintensität, der Sie sich aussetzen sollten? (3 Punkte)
- b) Um die Schallintensität an Ihrer Position zu bestimmen, nehmen Sie vereinfachend an, daß sich der Schall von der Bühne punktuellenartig in alle Richtungen gleichmäßig ausbreitet, also das Abstandsgesetz  $I = \frac{P}{4\pi d^2}$  ( $d$  Entfernung zur Punktquelle) gilt. Wie groß ist damit die Entfernung, damit die Schallintensität bei dem unter a) berechnetem Wert liegt? (3 Punkte)

**Aufgabe 11:** (2 Punkte)

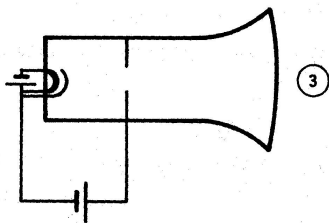
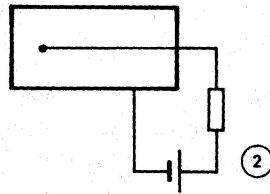
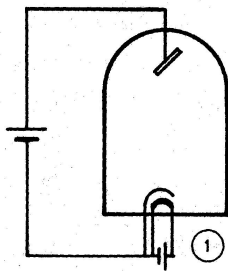
Wie groß ist in etwa die Dichte von Wasser bzw. von Luft an der Erdoberfläche?

- 1 kg/dm<sup>3</sup> bzw. 1,2 kg/m<sup>3</sup>
- 1 kg/cm<sup>3</sup> bzw. 1,2 mg/cm<sup>3</sup>
- 1 g/cm<sup>3</sup> bzw. 1,2 g/m<sup>3</sup>
- 1 kg/m<sup>3</sup> bzw. 1,2 μg/mm<sup>3</sup>
- 1 mg/mm<sup>3</sup> bzw. 1,2 mg/dm<sup>3</sup>

**Aufgabe 12:** (4 Punkte)

a) Die Anodenspannung  $U$  einer Röntgenröhre beträgt 90 kV. Wie groß ist die Grenzwellenlänge  $\lambda$  der erzeugten Strahlung? (2 Punkte)

b) Welche der schematisch hier skizzierten Röhren wird zur Erzeugung von Röntgenstrahlung verwendet? (2 Punkte)

**Aufgabe 13:** (4 Punkte)

a) Ein radioaktiver Kern, der  $\alpha$ -Strahlung aussendet (2 Punkte)

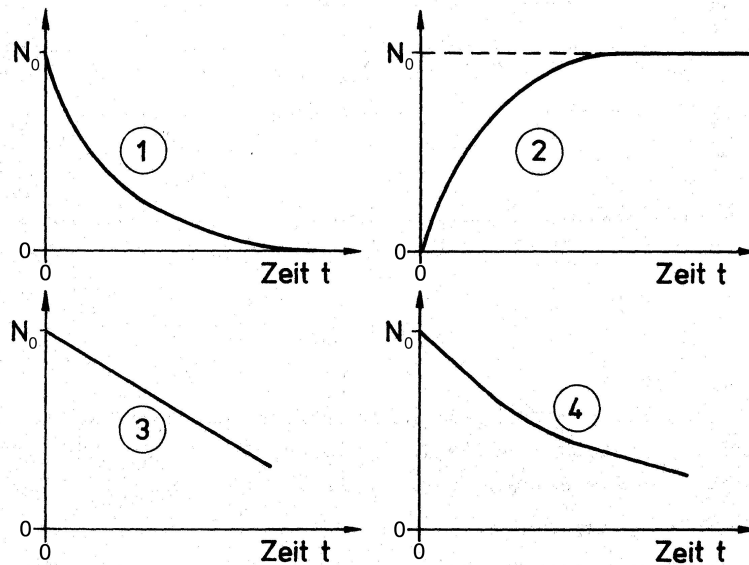
- erniedrigt seine Massenzahl um 2.
- erniedrigt seine Ordnungszahl um 4.
- erhöht seine Ordnungszahl um 2.
- erniedrigt seine Ordnungszahl um 2.
- verändert seine Protonenzahl nicht.

b) Das radioaktive Isotop  ${}^{13}_7\text{N}$ , welches in der medizinischen Bildgebung verwendet wird, zerfällt zu  ${}^{13}_6\text{C}$ . Welche Aussage ist richtig? (2 Punkte)

- ${}^{13}_7\text{N}$  hat 13 Neutronen.
- Es handelt sich um einen  $\beta^-$ -Zerfall.
- ${}^{13}_7\text{N}$  hat 7 Neutronen.
- Der Zerfall ändert die Anzahl der Nukleonen im Kern.
- Der Zerfall erhöht die Anzahl der Neutronen im Kern.

**Aufgabe 14:** (4 Punkte)

- a) Zum Zeitpunkt  $t = 0$  seien  $N_0$  Atome radioaktiv. Sie zerfallen nach dem radioaktiven Zerfallsgesetz. Durch welchen der gezeigten Graphen mit linearen Skalen wird qualitativ die Anzahl der bereits zerfallenen Atome als Funktion der Zeit dargestellt? (2 Punkte)



- b) Die Halbwertszeit des radioaktiven Zerfalls sei  $T_{1/2} = 10$  s. Nach welcher Zeit sind 90% der zum Zeitpunkt  $t = 0$  vorhandenen radioaktiven Atome zerfallen? (2 Punkte)

**Aufgabe 15:** (2 Punkte)

Ein Würfel mit einem Volumen von  $1 \text{ cm}^3$  befindet sich in einer Tiefe von 20 m in einem See (mit seiner Oberseite parallel zur Wasseroberfläche). Mittig an jeder der sechs Außenflächen des Würfels ist ein Druckmeßsensor angebracht. Welche Aussage ist richtig?

- Alle Druckmeßgeräte zeigen denselben Wert an.
- Das Druckmeßgerät auf der Oberseite zeigt den höchsten Wert an.
- Das Druckmeßgerät auf der Unterseite zeigt den höchsten Wert an.
- Die Druckmeßgeräte an den vier Seitenwänden zeigen den höchsten Wert an.
- Die Druckmeßgeräte an den vier Seitenwänden zeigen nicht denselben Wert an.

**Aufgabe 16:** (3 Punkte)

Durch ein zylindrisches Rohr mit dem Radius  $r_1 = 2$  cm strömt eine ideale Flüssigkeit. Dieses Rohr besitzt eine Verengung mit  $r_2 = 1$  cm. Um welchen Faktor ändert sich die Strömungsgeschwindigkeit in der Verengung?

**Aufgabe 17:** (3 Punkte)

Eine Druckgasflasche wird bei  $21$  °C mit Wasserstoff mit einem Druck von 20 bar befüllt. Bei welcher Temperatur öffnet sich das Sicherheitsventil, wenn es sich bei 22 bar öffnet?

**Aufgabe 18:** (2 Punkte)

Die physikalische Erklärung, daß man bei einem Schuß eines Fußballs von der Ecke eines Fußballfelds direkt ins Tor treffen kann (selbst bei Windstille), basiert auf dem

- Pelé-Effekt.
- Casimir-Effekt.
- Doppler-Effekt.
- Photo-Effekt.
- Bernoulli-Effekt.

**Anhang**

- Erdbeschleunigung  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>
- Lichtgeschwindigkeit im Vakuum  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s
- Plancksches Wirkungsquantum  $h = 4,136 \cdot 10^{-15}$  eV · s