

Max Musterlöser**1. Klausur zur Vorlesung****„Experimentalphysik II für Naturwissenschaftler“****Im Sommersemester 2017****Am Dienstag, 25. Juli 2017, 18:00-20:00**ID Nr. ~~2~~ ∞ **Beachten Sie folgende Hinweise:**

Die Heftung der Aufgabenblätter nicht lösen!

Tragen Sie auf jeder Seite oben ihren Namen, Matrikelnummer und Studienrichtung mit angestrebtem Abschluss ein!

Es gibt Wissensfragen und Rechenaufgaben. Für jede richtige Antwort gibt es einen Punkt.

Jede Rechenaufgabe steht auf einem separaten Blatt der Klausur. Rechnungen schreiben sie bitte ebenfalls auf dieses Blatt. Sollten Zusatzblätter nötig sein, diese bitte beilegen.

Durch Rundungsfehler können Ihre Ergebnisse möglicherweise nicht genau mit den Antwortmöglichkeiten übereinstimmen. In diesem Fall wählen Sie die Antwort, die Ihrem Ergebnis am nächsten kommt.

Bei jeder Aufgabe gibt es „multiple choice“ Lösungen. Es ist immer nur eine Antwort richtig. Die richtige Lösung kreuzen Sie auf dem Lösungsblatt (letztes Blatt) an. Sind mehrere Antworten bei einer Frage angekreuzt, gibt es keinen Punkt.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg, Sebastian Slama!

Kurzaufgaben : Es ist immer nur eine Antwort richtig!

1. **Onlinetest 01:** Zwei Ladungen haben einen Abstand von $d = 0,75 \text{ cm}$ und ziehen sich mit der Kraft F gegenseitig an. In welchem Abstand d' ist die Kraft nur noch ein Drittel so groß?

A) $d' = 1,3 \text{ cm}$

B) $d' = 1,4 \text{ cm}$

C) $d' = 1,5 \text{ cm}$

D) $d' = 1,6 \text{ cm}$

E) $d' = 1,7 \text{ cm}$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

$$F' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1^2 \cdot q_2^2}{d'^2} = \frac{1}{3} \cdot F = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1^2 \cdot q_2^2}{d^2}$$

$$\rightarrow \frac{1}{d'^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{d^2} \rightarrow d' = \sqrt{3} \cdot d = 1,3 \text{ cm}$$

2. **Onlinetest 02:** An einen Plattenkondensator mit der Kapazität $C = 260 \text{ nF}$ wird eine Spannung von $U = 8 \text{ V}$ angelegt. Welche Arbeit W wird benötigt, um den Kondensator aufzuladen?

A) $W = 4,3 \mu\text{J}$

B) $W = 5,3 \mu\text{J}$

C) $W = 6,3 \mu\text{J}$

D) $W = 7,3 \mu\text{J}$

E) $W = 8,3 \mu\text{J}$

$$W = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \cdot 260 \cdot 10^{-9} \text{ F} \cdot (8 \text{ V})^2$$

$$= 8,3 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

3. **Onlinetest 03:** An einem Widerstand $R = 200 \Omega$ fällt eine Spannung $U = 12 \text{ V}$ ab. Wie groß ist der Strom I , der durch den Widerstand fließt?

A) $I = 50 \text{ mA}$

B) $I = 60 \text{ mA}$

C) $I = 70 \text{ mA}$

D) $I = 80 \text{ mA}$

E) $I = 90 \text{ mA}$

$$U = R \cdot I$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12 \text{ V}}{200 \Omega} = 60 \text{ mA}$$

4. **Onlinetest 04:** In einem blickdichten Kasten fließt ein unbekannter Strom I . Entlang eines quadratischen Weges um den Kasten herum werden in den verschiedenen durch die gestrichelten Linien abgegrenzten Bereichen jeweils homogene Magnetfeld $B_1 = 5 \mu\text{T}$, $B_2 = 10 \mu\text{T}$, $B_3 = 15 \mu\text{T}$ und $B_4 = 20 \mu\text{T}$ gemessen. Die Richtung der Magnetfelder ist durch die grauen Pfeile gekennzeichnet. Die Seitenlänge des Quadrats beträgt $l = 1,5 \text{ m}$. Wie groß ist der Strom I ?

Hinweis: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$

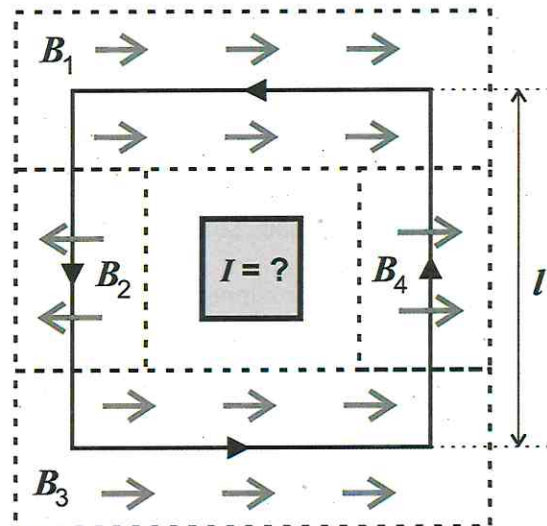
A) $I = 11,1 \text{ A}$

B) $I = 11,3 \text{ A}$

C) $I = 11,5 \text{ A}$

D) $I = 11,7 \text{ A}$

E) $I = 11,9 \text{ A}$



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{r} = \mu_0 \cdot I$$

$$-B_1 \cdot l + B_2 \cdot 0 + B_3 \cdot l + B_4 \cdot 0 = \mu_0 \cdot I$$

$$I = \frac{l(B_3 - B_1)}{\mu_0} = \frac{1,5 \text{ m} \cdot (15 \mu\text{T} - 5 \mu\text{T})}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}} = 11,9 \text{ A}$$

5. **Onlinetest 05:** Zur Bestimmung des Stroms in einer Oberleitung misst man in einem Abstand $r = 5 \text{ m}$ ein magnetisches Feld $B = 42 \mu\text{T}$. (Das Magnetfeld der Erde wird hier gleich null angenommen). Wie groß ist der Strom I in der Leitung?

Hinweis: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$

- A) $I = 1000 \text{ A}$
 B) $I = 1050 \text{ A}$
 C) $I = 1100 \text{ A}$
 D) $I = 1150 \text{ A}$
 E) $I = 1200 \text{ A}$

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r}$$

$$\rightarrow I = \frac{2\pi r B}{\mu_0} = \frac{2\pi \cdot 5 \text{ m} \cdot 42 \cdot 10^{-6} \text{ T}}{2\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}} = 1050 \text{ A}$$

6. **Onlinetest 06:** In einem idealen Transformator hat die Primärspule $N_1 = 800$ Windungen und die Sekundärspule $N_2 = 125$ Windungen. An der Primärspule wird eine Wechselspannung mit Amplitude $U_1 = 3 \text{ kV}$ angelegt. Wie hoch ist die Amplitude U_2 der Wechselspannung an der Sekundärspule?

- A) $U_2 = 449 \text{ V}$
 B) $U_2 = 459 \text{ V}$
 C) $U_2 = 469 \text{ V}$
 D) $U_2 = 479 \text{ V}$
 E) $U_2 = 489 \text{ V}$

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{N_2}{N_1} = 3000 \text{ V} \cdot \frac{125}{800} = 468,75 \text{ V} \approx 469 \text{ V}$$

7. **Onlinetest 07:** Wie groß ist die charakteristische Einschaltzeit τ in einem RC-Kreis mit Widerstand $R = 640 \Omega$ und Kapazität $C = 10 \mu\text{F}$?

- A) $\tau = 6,0 \text{ ms}$
 B) $\tau = 6,2 \text{ ms}$
 C) $\tau = 6,4 \text{ ms}$
 D) $\tau = 6,6 \text{ ms}$
 E) $\tau = 6,8 \text{ ms}$

$$\tau = R \cdot C = 640 \Omega \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 6,4 \text{ ms}$$

8. **Onlinetest 08:** Gegeben sei ein Material mit einem Absorptionskoeffizienten von $\mu = 68 \text{ m}^{-1}$. Welche Leistung P wird durch das Material transmittiert, wenn eine Leistung von $P_0 = 1 \text{ W}$ in das Material eintritt und es eine Dicke von $x = 4,3 \text{ cm}$ besitzt. Hinweis: Reflexionen beim Ein- und Austreten können vernachlässigt werden.

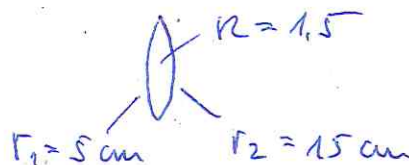
- A) $P = 42 \text{ mW}$
 B) $P = 46 \text{ mW}$
 C) $P = 50 \text{ mW}$
 D) $P = 54 \text{ mW}$
 E) $P = 58 \text{ mW}$

$$P(x) = P_0 \cdot e^{-\mu x}$$

$$= 1 \text{ W} \cdot e^{-\frac{0,043 \text{ m}}{1 \text{ m}} \cdot 68} = 0,054 \text{ W} = 54 \text{ mW}$$

9. **Onlinetest 09:** Die gekrümmten Flächen einer sphärischen Sammellinse mit Brechungsindex $n = 1,5$ betragen $r_1 = 5 \text{ cm}$ und $r_2 = 15 \text{ cm}$. Wie groß ist die Brennweite f der Linse?

- A) $f = 5,5 \text{ cm}$
 B) $f = 6,5 \text{ cm}$
 C) $f = 7,5 \text{ cm}$
 D) $f = 8,5 \text{ cm}$
 E) $f = 9,5 \text{ cm}$



$$\Rightarrow f = 7,5 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

$$= 0,5 \cdot \left(\frac{1}{5 \text{ cm}} + \frac{1}{15 \text{ cm}} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{15 \text{ cm}} = \frac{2}{15 \text{ cm}} = \frac{1}{7,5 \text{ cm}}$$

10. **Onlinetest 10:** Ein Photon wird an einem ruhenden Elektron gestreut. Dabei erfährt es eine Frequenzverschiebung von $\Delta f = 200 \text{ MHz}$. Welche Geschwindigkeit v_e hat das Elektron nach dem Stoß? Hinweise:

Elektronenmasse $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; Planck'sches Wirkungsquantum $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

A) $v_e = 500 \text{ m/s}$

B) $v_e = 510 \text{ m/s}$

C) $v_e = 520 \text{ m/s}$

D) $v_e = 530 \text{ m/s}$

☒ E) $v_e = 540 \text{ m/s}$

Diagramm: Ein Photon mit Frequenz f trifft auf ein Elektron. Nach dem Stoß hat das Elektron die Geschwindigkeit v_e und das Photon die Frequenz f' .

$$\Delta E = h(f - f') = h \cdot \Delta f = \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2 h \Delta f}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 200 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 540 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

11. Ein Elektron befindet sich in einem Abstand von einer Punktladung. Von welcher der folgenden Größen hängt die auf das Elektron wirkende Coulombkraft (in SI Einheiten) **nicht** ab?

A) Von der Ladung des Elektrons ($-e$)

B) Vom Abstand zwischen Punktladung und Elektron (r)

C) Von der elektrischen Feldkonstante ϵ_0 ✓

☒ D) Von der Masse des Elektrons **no!**

E) Von der Ladung der Punktladung (q)

$$F_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q \cdot (-e)}{r^2}$$

12. Im Zentrum eines Kugelvolumens mit Radius R befindet sich die Ladung Q . Dadurch fließt durch die Oberfläche der Kugel **der elektrische Fluss Φ** . Wie ändert sich der Fluss, wenn man den Kugelradius verdoppelt ($\rightarrow$ vierfache Oberfläche / achtfaches Volumen)? Die Ladung im Volumen bleibt bei der Vergrößerung gleich.

A) Der Fluss wird geachtelt.

B) Der Fluss wird geviertelt.

☒ C) Der Fluss bleibt gleich.

D) Der Fluss wird vervierfacht.

E) Der Fluss wird verachtfacht.

$$\Phi_{el} = \frac{Q}{\epsilon_0} = \text{const, da } Q = \text{const}$$

13. Bei einem idealen Plattenkondensator mit Ladung Q und Plattenfläche A ist das elektrische Feld

A) zwischen den Platten von der Fläche A unabhängig. **no**

B) zwischen den Platten von der Ladung Q unabhängig. **no**

☒ C) zwischen den Platten doppelt so groß wie das Feld einer einzelnen Platte gleicher Ladung. ✓

D) zwischen den Platten doppelt so groß wie außerhalb der Platten. **no**

E) zwischen den Platten nicht konstant. **no**

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q/A}{\epsilon_0}$$

14. Welcher der folgenden Aussagen ist **falsch**? Das elektrische Feld

A) einer Punktladung fällt mit dem Abstand r von der Ladung wie $1/r^2$ ab. ✓

B) eines elektrischen Dipols fällt für große Abstände r vom Dipol wie $1/r^3$ ab. ✓

C) einer homogen geladenen Kugel fällt außerhalb der Kugel mit dem Abstand r wie $1/r^2$ ab. ✓

D) eines homogen geladenen Drahtes fällt mit dem Abstand r vom Draht wie $1/r$ ab. ✓

☒ E) einer unendlich ausgedehnten homogen geladenen Platte fällt mit dem Abstand r von der Platte wie $1/r$ ab. **no!** E ist homogen!

15. In welchem der folgenden Volumina V , gefüllt mit einem homogenen elektrischen Feld E , ist die elektrische Energie am größten?

- A) $V = 1 \text{ cm}^3$ und $E = 10 \text{ V/m}$
 B) $V = 2 \text{ cm}^3$ und $E = 8 \text{ V/m}$
 C) $V = 3 \text{ cm}^3$ und $E = 6 \text{ V/m}$
 D) $V = 4 \text{ cm}^3$ und $E = 4 \text{ V/m}$
 E) $V = 5 \text{ cm}^3$ und $E = 2 \text{ V/m}$

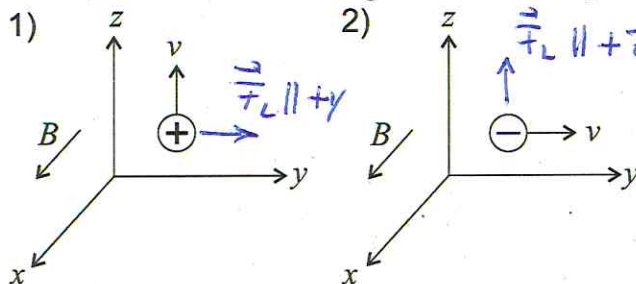
$$W_{el} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \cdot V \propto E^2 \cdot V$$

- a) $10^2 \cdot 1 = 100$
 b) $8^2 \cdot 2 = 128 \leftarrow$
 c) $6^2 \cdot 3 = 108$
 d) $4^2 \cdot 4 = 64$
 e) $2^2 \cdot 5 = 20$

16. In welche Richtung zeigt die Lorentzkraft auf die skizzierten bewegten Ladungen:

- 1) pos. Ladung mit v in $+z$ -Richtung
 2) neg. Ladung mit v in $+y$ -Richtung

Das skizzierte B-Feld ist homogen in $+x$ -Richtung.



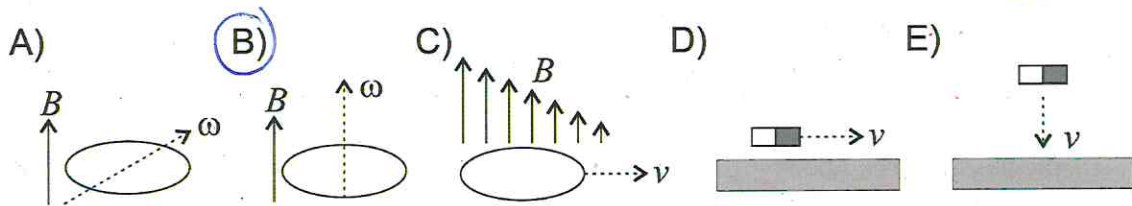
- A) 1) $+y$ -Richtung 2) $+z$ -Richtung
 B) 1) $+y$ -Richtung 2) $-z$ -Richtung
 C) 1) $-y$ -Richtung 2) $+z$ -Richtung
 D) 1) $-y$ -Richtung 2) $-z$ -Richtung
 E) Keine der Antworten A)-D) ist richtig.

Rechte-Hand-Regel + Vorzeichen der Ldg.

$$\vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

17. Bei welcher der folgenden Situationen gibt es **KEINE** Induktion?

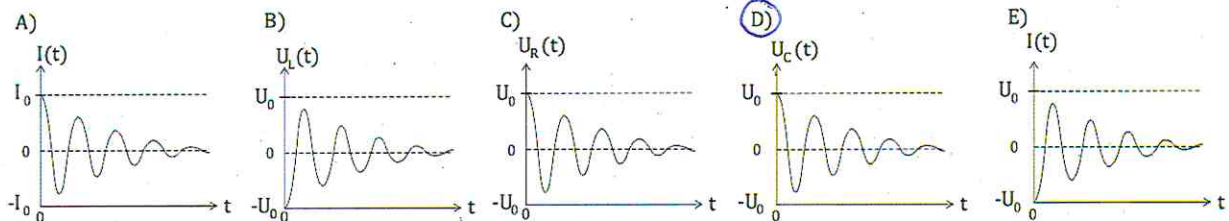
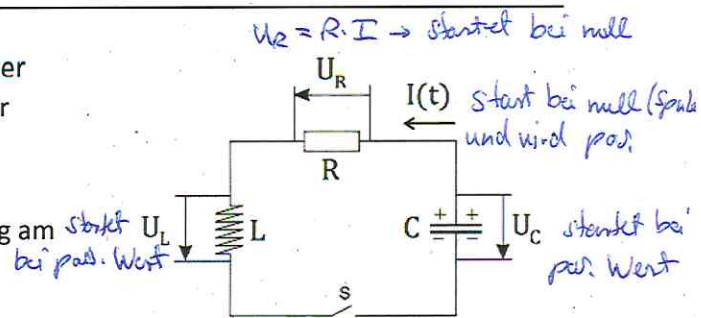
$$U_{ind} = - \frac{d\Phi_m}{dt}$$



- A) Eine Leiterschleife dreht sich in einem homogenen Magnetfeld um eine Achse senkrecht zur Magnetfeldrichtung.
 B) Eine Leiterschleife dreht sich in einem homogenen Magnetfeld um eine Achse parallel zur Magnetfeldrichtung.
 C) Eine Leiterschleife bewegt sich in einem inhomogenen Magnetfeld. Das Magnetfeld steht hierbei senkrecht zu der von der Schleife umschlossenen Fläche.
 D) Ein Magnet bewegt sich parallel zu einer metallischen Oberfläche.
 E) Ein Magnet bewegt sich senkrecht auf eine metallische Oberfläche zu.

B) Keine Änderung des magn. Fluss durch die Leiterschleife

18. Gegeben sei der skizzierte RCL Kreis. Zu Beginn sei der Kondensator geladen, bei $t=0$ wird dann der Schalter geschlossen. Welche der skizzierten Funktionen des Stroms $I(t)$, der Spannung am Kondensator $U_C(t)$, der Spannung an der Spule $U_L(t)$ oder der Spannung am Widerstand $U_R(t)$ ist korrekt?



19. Welche der folgenden Aussagen zum Thema der Lichtstrahlen ist **FALSCH**?

- A) Die Lichtgeschwindigkeit in einem dielektrischen Medium mit Brechungsindex $n > 1$ ist kleiner als die Lichtgeschwindigkeit in Vakuum. ✓ $c_n = c/n$
 B) Die Wellenlänge von Licht in einem dielektrischen Medium mit Brechungsindex $n > 1$ ist kleiner als die Wellenlänge des Lichts in Vakuum. ✓ $\lambda_n = \lambda/n$
 C) Totalreflexion gibt es bei der Brechung von Licht an der Grenzfläche eines Mediums mit Brechungsindex n_1 zum Brechungsindex n_2 nur dann, wenn $n_1 > n_2$ ist. ✓
 D) Am Brewsterwinkel steht der gebrochene Strahl senkrecht auf dem reflektierten Strahl. ✓
 E) Brewster-Reflexion gibt es bei der Brechung von Licht an der Grenzfläche eines Mediums mit Brechungsindex n_1 zum Brechungsindex n_2 nur dann, wenn $n_1 > n_2$ ist. ✗: gibt es in beiden Fällen!

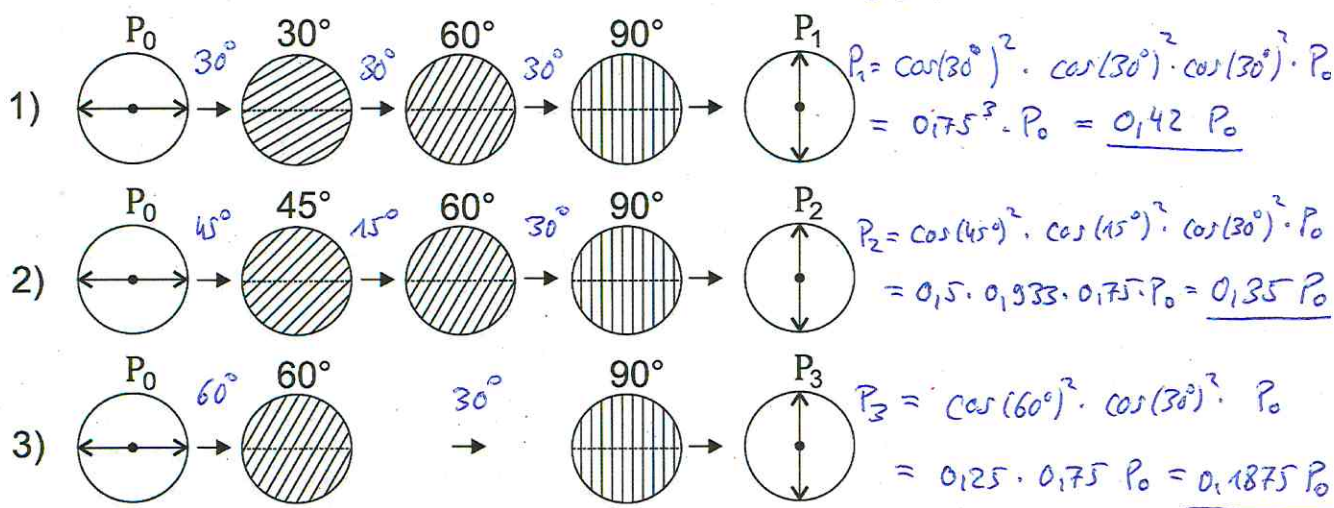
20. Welche der folgenden Aussagen zum Thema optischer Abbildungen ist **FALSCH**?

- A) Bei der Abbildung mit einer Sammellinse entsteht ein reelles Bild, falls die Gegenstandsweite g größer ist als die Brennweite f , im gegenteiligen Fall $g < f$ entsteht ein virtuelles Bild. ✓
 B) Die Vergrößerung einer Abbildung mit einer Sammellinse V ist gleich dem Verhältnis aus der Bildgröße B zur Bildweite $|b|$. ✗: $V = \frac{B}{b} = \frac{|b|}{g}$
 C) Chromatische Aberration, sphärische Aberration und Astigmatismus sind Linsenfehler und verschlechtern die erreichbare Auflösung einer Abbildung. ✓
 D) Die bestmögliche Abbildung kann Objekte mit einer Größe von ungefähr der Wellenlänge des verwendeten Lichts gerade noch auflösen. ✓
 E) Mit Hilfe eines Dielektrikum mit hohem Brechungsindex zwischen Linse und abzubildenden Objekt kann man die optische Auflösung verbessern. ✓

21. Sortieren Sie die folgenden Polarisator-Aufbauten nach der Ausgangsleistung **von klein zu groß**:

Hinweise: $\cos(15^\circ)^2 = 0,933$; $\cos(30^\circ)^2 = 0,75$; $\cos(45^\circ)^2 = 0,5$; $\cos(60^\circ)^2 = 0,25$

Gesetz von Malus



- (A) 3) 2) 1)
 B) 3) 1) 2)
 C) 2) 3) 1)
 D) 1) 2) 3)
 E) 1) 3) 2)

$$0,1875 P_0 < 0,35 P_0 < 0,42 P_0$$

$\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$
 3) 2) 1)

22. Wie viele Elektronen kann der atomare Zustand mit der Hauptquantenzahl $n = 3$ maximal aufnehmen? Überlegen Sie hierzu, wie viele mögliche Kombinationen der Drehimpulsquantenzahl l , der magnetischen Quantenzahl m und der Spinquantenzahl s es gibt.

- A) 2 Elektronen.
 B) 6 Elektronen.
 C) 10 Elektronen.
 D) 16 Elektronen.
 (E) 18 Elektronen.

$n=3 \Rightarrow$

- $l=0, m=0, s=\pm \frac{1}{2} \rightarrow 2$
- $l=1, m=0, \pm 1, s=\pm \frac{1}{2} \rightarrow 6$
- $l=2, m=0, \pm 1, \pm 2, s=\pm \frac{1}{2} \rightarrow 10$

Anzahl
 $\underline{18}$

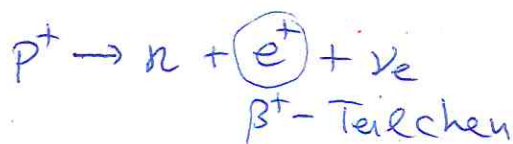
23. Das instabile Aluminium-Isotop ^{24}Al mit einem Atomgewicht von $A = 24$ und der Ordnungszahl $Z = 13$ wandelt sich in das stabile Magnesium-Isotop ^{24}Mg mit dem Atomgewicht von $A = 24$ und der Ordnungszahl $Z = 12$ um.

Um welchen Kernprozess handelt es sich hierbei?

- A) Um einen β^- - Zerfall
 (B) Um einen β^+ - Zerfall
 C) Um einen α - Zerfall
 D) Um einen γ - Zerfall
 E) Um keinen der angegebenen Zerfälle.



Proton wandelt sich in Neutron um



Rechenaufgaben: Es ist immer nur eine Antwort richtig!

Themengebiet 1: Aufladen eines Plattenkondensators

24. Ein Plattenkondensator mit einer Plattenfläche von $A = 5 \text{ cm}^2$ und Plattenabstand von $d = 1 \text{ mm}$ wird an eine Batterie mit Spannung $U_B = 10 \text{ V}$ angeschlossen. Wie viele Elektronen fließen auf die am negativen Pol der Batterie angeschlossene Plattenfläche? Hinweise: Berechnen Sie zunächst die Ladung am Kondensator.

Elektrische Feldkonstante $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$, Elektronenladung $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

- A) Ca. 280 000 Elektronen
 B) Ca. 2,8 Millionen Elektronen
 C) Ca. 28 Millionen Elektronen
 D) Ca. 280 Millionen Elektronen
 E) Ca. 2,8 Milliarden Elektronen

$$Q = C \cdot U \text{ mit } C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow Q = \frac{\epsilon_0 A U}{d}$$

$$Q = N \cdot e$$

$$\rightarrow N = \frac{Q}{e} = \frac{\epsilon_0 A U}{e \cdot d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ V}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot 10^{-3} \text{ m}}$$

$$= 276562500 \approx 2,8 \cdot 10^8 = 280 \cdot 10^6$$

25. Ein ähnlicher Plattenkondensator besitze eine Kapazität von $C = 12 \text{ pF}$. Auch er wird an eine Batterie mit Spannung $U_B = 10 \text{ V}$ angeschlossen. Der Widerstand der Anschlusskabel beträgt $R = 2 \Omega$. Wie lange dauert es, bis der Kondensator zu 99% geladen ist?

- A) Es dauert 111 ps
 B) Es dauert 1,11 ns
 C) Es dauert 11,1 ns
 D) Es dauert 111 ns
 E) Es dauert 1,11 μs

$$U = U_B (1 - e^{-t/RC})$$

$$0,99 U_B = U_B (1 - e^{-t/RC}) \rightarrow e^{-t/RC} = \frac{1 - 0,99}{0,01} \ln$$

$$-\frac{t}{RC} = \ln(0,01); t = -RC \cdot \ln(0,01)$$

$$= -2 \Omega \cdot 12 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \ln(0,01) = 111 \cdot 10^{-12} \text{ s}$$

26. Wie groß ist die Ohmsche Leistung $P(t)$, die beim Laden eines Kondensators mit Kapazität C durch eine Batterie mit Spannung U_B am Widerstand R anfällt?
 Hinweis: $P(t) = U_R(t) \cdot I(t)$

- A) $P(t) = \frac{U_B^2}{R} \cdot e^{-2t/(RC)}$
 B) $P(t) = \frac{U_B^2}{R} \cdot e^{-t/(RC)}$
 C) $P(t) = \frac{U_B^2}{RC} \cdot e^{-2t/(RC)}$
 D) $P(t) = \frac{U_B^2}{RC} \cdot e^{-t/(RC)}$
 E) $P(t) = \frac{U_B^2}{R}$ ist zeitlich konstant.

$$U_R = U_B \cdot e^{-t/(RC)}$$

$$\rightarrow I = \frac{U_R}{R} = \frac{U_B}{R} \cdot e^{-t/(RC)}$$

$$P = U_R \cdot I = \frac{U_B^2}{R} \cdot e^{-2t/(RC)}$$

Themengebiet 2: Einschalten des Stroms in einer Magnetspule

$$A = \pi r^2$$

27. Eine lange dünne Spule mit Länge $l = 10 \text{ cm}$, Radius $r = 0,5 \text{ cm}$ und $N = 100$ Windungen wird über einen Widerstand von $R = 2 \Omega$ an eine Batterie mit Spannung $U_B = 10 \text{ V}$ angeschlossen.

Wie groß ist die im B-Feld in der Spule gespeicherte magnetische Energie W nachdem die Einschaltvorgänge abgeschlossen sind? $\rightarrow$ Strom nur durch R lim. $\rightarrow I = \frac{U_B}{R} = \frac{10 \text{ V}}{2 \Omega} = 5 \text{ A}$

Hinweis: Magnetische Feldkonstante $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$

A) $W = 0,12 \mu\text{J}$

B) $W = 1,2 \mu\text{J}$

C) $W = 12 \mu\text{J}$

☒ D) $W = 123 \mu\text{J}$

E) $W = 1230 \mu\text{J}$

$$W = \frac{1}{2} L I^2 \text{ mit } L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$$

$$\rightarrow W = \frac{\mu_0 N^2 \pi r^2 I^2}{2l} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \cdot 100^2 \cdot \pi \cdot (0,5 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 \cdot 25 \text{ A}^2}{2 \cdot 0,1 \text{ m}} = 0,000123 \text{ J} = 123 \mu\text{J}$$

28. An eine ähnliche Spule mit einer Induktivität von $L = 20 \mu\text{H}$ wird über einen Widerstand von $R = 2 \Omega$ eine Wechselstromquelle mit einer Spannungsamplitude von $U_0 = 10 \text{ V}$ und einer Frequenz von $\omega = 2\pi \cdot 10 \text{ kHz}$ angeschlossen. Wie groß ist die Amplitude I_0 des Wechselstroms?

Hinweis: Wechselstromwiderstand der Gesamtschaltung ausrechnen!

A) $I_0 = 0,2 \text{ A}$

B) $I_0 = 2,2 \text{ A}$

☒ C) $I_0 = 4,2 \text{ A}$

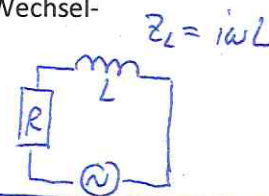
D) $I_0 = 6,2 \text{ A}$

E) $I_0 = 8,2 \text{ A}$

Gesamtimpedanz $Z = R + i\omega L$

$$\Rightarrow |Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{(2 \Omega)^2 + (2\pi \cdot 10^4 / \text{s} \cdot 20 \cdot 10^{-6} \text{ H})^2} = 2,362 \Omega$$

$$\rightarrow I_0 = \frac{U_0}{|Z|} = \frac{10 \text{ V}}{2,362 \Omega} = 4,23 \text{ A}$$



29. Es liegt die gleiche Situation vor wie in Aufgabe 28. Wie groß ist die im Widerstand anfallende effektive Leistung P_{eff} ?

A) $P_{\text{eff}} = 9,9 \text{ W}$

B) $P_{\text{eff}} = 11,9 \text{ W}$

C) $P_{\text{eff}} = 13,9 \text{ W}$

D) $P_{\text{eff}} = 15,9 \text{ W}$

☒ E) $P_{\text{eff}} = 17,9 \text{ W}$

Strom im Widerstand $I(t) = I_0 \cdot \cos(\omega t)$

$\rightarrow$ Spannung am Widerstand $U_R(t) = R \cdot I(t) = R I_0 \cos(\omega t)$

$\rightarrow P(t) = U_R(t) \cdot I(t) = R \cdot I_0^2 \cdot \cos^2(\omega t)$

$\langle P(t) \rangle = P_{\text{eff}} = \frac{1}{2} \cdot R \cdot I_0^2$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2 \Omega \cdot (4,23 \text{ A})^2 = 17,9 \text{ W}$$

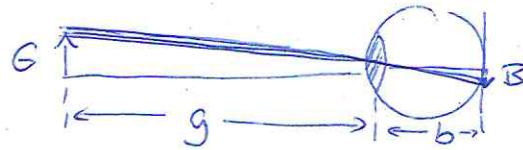
Themengebiet 3: Auflösungsvermögen des Auges

30. Das Auge eines sehr gut sehenden Menschen kann im Abstand von 25 cm gerade noch Objekte mit einer Größe von $G = 150 \mu\text{m}$ auflösen. Wie groß ist das Bild B eines solchen Objektes auf der Netzhaut?

Hinweis: Der Abstand der Linse von der Netzhaut beträgt $b = 22 \text{ mm}$.

- A) $B = 13 \mu\text{m}$
 B) $B = 23 \mu\text{m}$
 C) $B = 33 \mu\text{m}$
 D) $B = 43 \mu\text{m}$
 E) $B = 53 \mu\text{m}$

$$\frac{G}{B} = \frac{g}{b}$$



$$B = G \cdot \frac{b}{g} = 150 \mu\text{m} \cdot \frac{2,2 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} = 13,2 \mu\text{m}$$

31. Wie groß ist die Brennweite der Augenlinse, wenn das Objekt in 25 cm Abstand scharf auf die Netzhaut abgebildet wird?

Hinweis: Der Abstand der Linse von der Netzhaut beträgt $b = 22 \text{ mm}$.

- A) $f = 1,8 \text{ cm}$
 B) $f = 2,0 \text{ cm}$
 C) $f = 2,2 \text{ cm}$
 D) $f = 12,5 \text{ cm}$
 E) $f = 25,0 \text{ cm}$

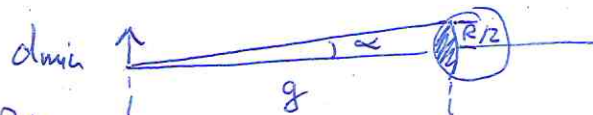
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{1}{g} + \frac{1}{b}} = \frac{1}{\frac{g+b}{g \cdot b}} = \frac{g \cdot b}{g+b}$$

$$f = \frac{25 \text{ cm} \cdot 2,2 \text{ cm}}{25 \text{ cm} + 2,2 \text{ cm}} = 2,0 \text{ cm}$$

32. Objekte welcher Größe G könnte das Auge nach dem Abbe-Kriterium im Abstand von 25 cm noch auflösen, wenn die Abbildung nur durch das Beugungslimit begrenzt wäre? Nehmen Sie hierzu an, dass der Radius der Augenlinse $R = 0,5 \text{ cm}$ groß ist, und nehmen Sie eine Lichtwellenlänge von $\lambda = 500 \text{ nm}$ an.

- A) $G = 5 \mu\text{m}$
 B) $G = 10 \mu\text{m}$
 C) $G = 25 \mu\text{m}$
 D) $G = 50 \mu\text{m}$
 E) $G = 75 \mu\text{m}$

$$\text{Abbe: } d_{\min} = \frac{\lambda}{n \cdot \sin(\alpha)} \stackrel{n=1 \text{ (Luft)}}{=} \frac{\lambda}{\sin(\alpha)}$$



$$\sin(\alpha) \approx \frac{R/2}{g} = \frac{0,25 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} = 0,01$$

$$G = d_{\min} = \frac{\lambda}{\sin(\alpha)} = \frac{500 \text{ nm}}{0,01} = 50 \mu\text{m}$$

Themengebiet 4: Impuls, Drehimpuls und Wellen in der Quantenmechanik

33. Ein Photon mit Wellenlänge $\lambda = 780 \text{ nm}$ wird von einem ruhenden Rubidium-Atom mit einer Masse von $m = 10^{-25} \text{ kg}$ absorbiert. Wie groß ist die Geschwindigkeit v des Atoms nach der Absorption?

Hinweis: Plancksches Wirkungsquantum $h = 2\pi\hbar = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

- A) $v = 8,5 \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$
 B) $v = 85 \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$
 C) $v = 850 \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$
 D) $v = 8,5 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$
 E) $v = 8,5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$

$$\begin{aligned} \frac{h}{\lambda} &= m \cdot v \rightarrow v = \frac{h}{m \cdot \lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{10^{-25} \text{ kg} \cdot 780 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \\ &= 0,0085 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8,5 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \end{aligned}$$

34. Ein Elektron wird mit einer Beschleunigungsspannung von $U = 1500 \text{ V}$ beschleunigt. Wie groß ist die Wellenlänge λ der entsprechenden Materiewelle?

Hinweise: Elementarladung $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; Elektronenmasse $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$;

Plancksches Wirkungsquantum $h = 2\pi\hbar = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

- A) $\lambda = 3,2 \text{ pm}$
 B) $\lambda = 32 \text{ pm}$
 C) $\lambda = 320 \text{ pm}$
 D) $\lambda = 3,2 \text{ nm}$
 E) $\lambda = 32 \text{ nm}$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \cdot m_e v^2 &= e \cdot U \rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} \\ p &= m_e v = \frac{h}{\lambda} \\ \rightarrow \lambda &= \frac{h}{m_e v} = \frac{h}{m_e \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}} = \frac{h}{\sqrt{2eUm_e}} = * \end{aligned}$$

35. Wir betrachten den Zustand mit Hauptquantenzahl $n = 2$ und Drehimpulsquantenzahl $l = 1$ im Wasserstoffatom. Berechnen Sie zunächst den quantenmechanischen Drehimpuls dieses Zustands und setzen Sie diesen dem klassischen Drehimpuls $L = m_e v r$ gleich. Wie groß wäre die diesem Impuls entsprechende klassische Geschwindigkeit v , mit der das Elektron auf einer Kreisbahn um den Kern liefe? Als Abstand r des Elektrons vom Kern können Sie den mittleren (quantenmechanischen) Abstand des Elektrons in diesem Zustand einsetzen.

Hinweise: Plancksches Wirkungsquantum $\hbar = 1,055 \times 10^{-34} \text{ Js}$,

Elektronenmasse $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, Bohrradius $a_B = 5,29 \times 10^{-11} \text{ m}$

- A) $v = 7,7 \times 10^3 \text{ m/s}$
 B) $v = 7,7 \times 10^4 \text{ m/s}$
 C) $v = 7,7 \times 10^5 \text{ m/s}$
 D) $v = 7,7 \times 10^6 \text{ m/s}$
 E) $v = 7,7 \times 10^7 \text{ m/s}$

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{l(l+1)} \cdot \hbar = \sqrt{1 \cdot 2} \hbar = \sqrt{2} \hbar = m_e v \cdot r \\ \rightarrow v &= \frac{\sqrt{2} \hbar}{m_e \cdot r} \text{ mit } r_n = r = a_B \cdot \frac{n^2}{2} = a_B \cdot \frac{2^2}{2} = a_B \cdot 2 = 2a_B \\ \rightarrow v &= \frac{\sqrt{2} \hbar}{m_e \cdot 2a_B} = \frac{\sqrt{2} \cdot 1,055 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 4 \cdot 5,29 \cdot 10^{-11} \text{ m}} = 7,7 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

$$34^* = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{\sqrt{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot 1500 \text{ V} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 32 \text{ pm}$$

Max Musterlöser

Lösungsblatt – Kreuzen Sie die Antwort an, die Sie für richtig halten. Es ist immer nur eine Antwortmöglichkeit erlaubt.

Aufgabe Nr	A	B	C	D	E
1	X				
2					X
3		X			
4					X
5		X			
6			X		
7			X		
8				X	
9			X		
10					X
11				X	
12			X		
13			X		
14					X
15		X			
16	X				
17		X			
18				X	
19					X
20		X			
21	X				
22					X
23		X			
24				X	
25	X				
26	X				
27				X	
28			X		
29					X
30	X				
31		X			
32				X	
33				X	
34		X			
35			X		