Name / Vorname | Matrikelnr. | Studienrichtung, ID «M_1»

Max Musterlöser

1. Klausur zur Vorlesung

„Experimentalphysik II für Naturwissenschaftler“

Im Sommersemester 2018

Am Dienstag, 24. Juli 2017, 18:00-20:00

ID Nr. ~~3~~ ∞

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!

Tabelle der Naturkonstanten:

Elementarladung	$e = 1.6 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$
Elektronenmasse	$m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg}$
Atomare Masseneinheit	$u = 1{,}66 \times 10^{-27}\ kg$
Vakuum-Dielektrizitätskonstante	$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ \frac{\mathrm{As}}{\mathrm{Vm}}$
Vakuum-Permeabilität	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{Tm}{A}$
Planck'sches Wirkungsquantum	$h = 2\pi \cdot \hbar = 6.63 \times 10^{-34}\ \mathrm{Js}$
Lichtgeschwindigkeit	$c = 3 \times 10^{8}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$
Stefan-Boltzmann Konstante	$\sigma = 5{,}67 \times 10^{-8}\ \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Name / Vorname Matrikelnr. Studienrichtung, ID «M_1»

Kurzaufgaben : Es ist immer nur eine Antwort richtig!

1. Die elektrische Feldstärke ist definiert über
   A) die gesamte Ladung in einem Raumbereich
   B) das elektrische Potenzial zwischen zwei Punkten im Raum
   C) den elektrischen Strom zwischen zwei Punkten im Raum
   (D) die Kraft, die auf eine Probeladung in einem Raumpunkt wirkt
   E) die Ladung an einem Raumpunkt

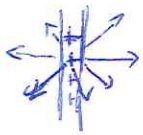
$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q}$

2. Zwei Ladungen haben einen Abstand von $d = 7{,}6\ cm$ und ziehen sich mit der Kraft F gegenseitig an. In welchem Abstand d' ist die Kraft **zehnmal so groß** ?
   A) $d' = 2{,}0$ cm
   B) $d' = 2{,}2$ cm
   (C) $d' = 2{,}4$ cm
   D) $d' = 2{,}6$ cm
   E) $d' = 2{,}8$ cm

$F_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q_1 q_2}{d^2} \rightarrow F_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q_1 q_2}{d'^2} = 10\cdot\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q_1 q_2}{d^2}$

$\rightarrow d'^2 = \frac{d^2}{10} \rightarrow d' = \frac{d}{\sqrt{10}} = \frac{7{,}6\ cm}{\sqrt{10}} = 2{,}4\ cm$

3. Welche der folgenden Aussagen über elektrische Felder von geladenen Drähten ist **falsch** ?
   A) Das el. Feld fällt bei wachsendem Abstand r vom Draht mit $\frac{1}{r}$ ab. ✓ $E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{\lambda}{r}$
   B) Bei einem pos. geladenen Draht zeigt das Feld in radialer Richtung vom Draht weg. ✓
   C) Es gibt keine Komponente des Feldes in die Längsrichtung des Drahtes. ✓
   D) Es gibt keine Komponente des Feldes in azimuthaler Richtung um den Draht herum. ✓
   (E) Das el. Feld ist proportional zur Ladungsdichte $\rho = \frac{\text{Ladung}}{\text{Querschnittfläche des Drahtes}}$ ✗ $\lambda = \frac{\text{Ladung}}{\text{Drahtlänge}}$



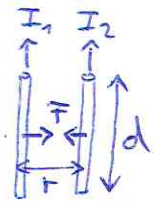
4. Für die Leistung P in einem Stromkreis mit Spannung U, Strom I und Widerstand R gilt
   A) $P = I^2/R.$
   B) $P = UI/R.$
   C) $P = RU^2.$
   (D) $P = RI^2.$
   E) $P = U/I.$

$P = U\cdot I = R\cdot I^2$ (mit $U = RI$)

5. An einem Widerstand $R = 200\ \Omega$ fällt eine Spannung $U = 12\ V$ ab. Wie groß ist der Strom I, der durch den Widerstand fließt?
   A) $I = 50\ mA$
   (B) $I = 60\ mA$
   C) $I = 70\ mA$
   D) $I = 80\ mA$
   E) $I = 90\ mA$

$I = \frac{U}{R} = \frac{12\ V}{200\ \Omega} = 0{,}06\ A = 60\ mA$

6. Welche Aussage über Kräfte zwischen stromdurchflossenen parallelen Leitern ist **falsch** ?
   A) Fließt der Strom in den beiden Leitern in die gleiche Richtung, so ziehen sich die Leiter an. ✓
   B) Die physikalische Ursache für eine Kraft zwischen den Leitern ist die Lorentzkraft. ✓
   C) Wird der Strom in beiden Leitern verdoppelt, so vervierfacht sich die Kraft. ✓
   (D) Werden die Längen beider Leiter verdoppelt, so vervierfacht sich die Kraft. ✗
   E) Wird der Abstand zwischen den beiden Leitern verdoppelt, so halbiert sich die Kraft. ✓



$F = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I_1\cdot I_2\cdot d}{r}$

$d \rightarrow 2d \Rightarrow F \rightarrow 2F$

Name / Vorname Matrikelnr. Studienrichtung, ID «M_1»

---

7. Das Magnetfeld im Abstand r von einem unendlich langen stromdurchflossenen geraden Leiter

A) läuft kreisfömig um den Draht und fällt proportional zu $\frac{1}{r}$ ab. ✓

B) ist radial zum Draht orientiert und fällt proportional zu $\frac{1}{r}$ ab. ✗

C) läuft parallel zur Stromrichtung und fällt proportional zu $\frac{1}{r}$ ab. ✗

D) läuft kreisfömig um den Draht und fällt proportional zu $\frac{1}{r^2}$ ab. ✗

E) ist radial zum Draht orientiert und fällt proportional zu $\frac{1}{r^2}$ ab. ✗



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

8. In einer Oberleitung fließt ein Strom von $I = 1050\ A$. In welchem radialen Abstand r von der Leitung beträgt das Magnetfeld $B = 140\ \mu T$? (Das Magnetfeld der Erde wird hier gleich null angenommen).

A) $r = 0{,}5\ m$

B) $r = 1{,}5\ m$

C) $r = 2{,}5\ m$

D) $r = 3{,}5\ m$

E) $r = 4{,}5\ m$

$B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r}$; $r = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{B} = \frac{2\pi \cdot 10^{-7}\ \frac{Tm}{A}}{2\pi} \cdot \frac{1050\ A}{140 \cdot 10^{-6}\ T}$

$= 1{,}5\ m$

9. Bringen Sie die nebenan stehenden Formeln in die richtige Reihenfolge, entsprechend den Gesetzen: „Faradaysches Induktionsgesetz“, „Satz von Gauß“, „Amperesches Durchflutungsgesetz“, „Es gibt keine magnetischen Monopole“

A) 4, 2, 3, 1

B) 4, 1, 3, 2

C) 1, 3, 2, 4

D) 2, 1, 3, 4

E) 3, 4, 2, 1

1) $\Phi_{el} = \oint_{\text{Oberfläche}} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$ Satz von Gauß

2) $\Phi_m = \oint_{\text{Oberfläche}} \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$ keine magn. Monopole

3) $\oint_{\text{Rand}} \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d}{dt} \int_A \vec{E} \cdot d\vec{A}$ Amp. Durchflutungsgesetz

4) $\oint_{\text{Rand}} \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d}{dt} \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A}$ Faradaysches Induktionsgesetz

Neuer Ausdruck: Wegintegral $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$

10. „Das magnetische Wirbelfeld entlang eines geschlossenen Weges ist proportional zum elektrischen Strom, der durch die vom Weg umschlossene Fläche fließt“

A) ist die Aussage des Satzes von Gauß.

B) ist die Aussage des Faradayschen Induktionsgesetzes.

C) ist äquivalent zur Feststellung, dass es keine magnetischen Monopole gibt.

D) ist die Aussage des Ampereschen Durchflutungsgesetzes.

E) ist falsch.

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

11. In einem idealen Transformator hat die Primärspule $N_1 = 800$ Windungen und die Sekundärspule $N_2 = 125$ Windungen. An der Primärspule wird ein Wechselstrom mit Amplitude $I_1 = 30\ A$ angelegt. Wie hoch ist die Amplitude I_2 des Wechselstroms an der Sekundärspule?

A) $I_2 = 7\ A$

B) $I_2 = 17\ A$

C) $I_2 = 92\ A$

D) $I_2 = 117\ A$

E) $I_2 = 192\ A$

$I_2 = \frac{N_1}{N_2} \cdot I_1 = \frac{800}{125} \cdot 30\,A = 192\,A$

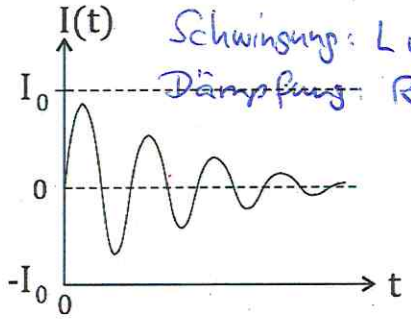
12. Wie groß ist die charakteristische Einschaltzeit τ in einem RC-Kreis mit Widerstand $R = 33\ k\Omega$ und Kapazität $C = 1{,}6\ \mu F$?

A) $\tau = 53\ ms$
B) $\tau = 58\ ms$
C) $\tau = 63\ ms$
D) $\tau = 68\ ms$
E) $\tau = 73\ ms$

$\tau = R \cdot C = 33 \cdot 10^3\ \Omega \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-6}\ F$
$= 0{,}053 \frac{V}{A} \cdot \frac{As}{V} = 0{,}053\ s = 53\ ms$

13. In einer Schaltung fließt der nebenan skizzierte Strom $I(t)$. Welche Elemente müssen alle in der Schaltung enthalten sein, damit der Strom die skizzierte Form haben kann?

A) Widerstand, Induktivität und Kapazität
B) Induktivität und Kapazität
C) Widerstand und Induktivität
D) Widerstand und Kapazität
E) Kapazität



Schwingung: L und C
Dämpfung: R

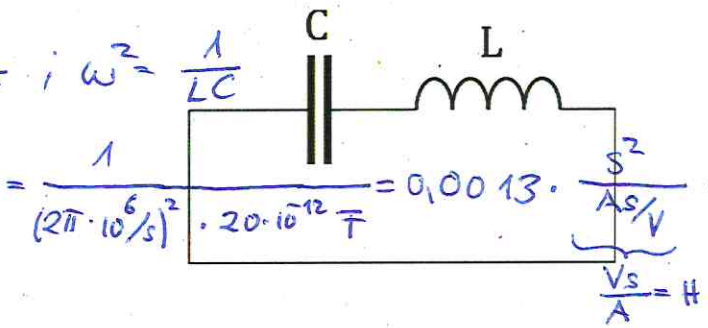
14. An einem Ohmschen Widerstand und an einem Kondensator liegt jeweils eine Wechselspannung an. Bei welcher Frequenz ω sind die Widerstände R und R_C gleich groß? Gegeben ist R = 50 kΩ und C = 10^{-9} F.

A) $\omega = 20 \times 10^{-3}\ s^{-1}$
B) $\omega = 20 \times 10^{-1}\ s^{-1}$
C) $\omega = 20 \times 10^{1}\ s^{-1}$
D) $\omega = 20 \times 10^{3}\ s^{-1}$
E) $\omega = 20 \times 10^{5}\ s^{-1}$

$R = |Z_C|\ ;\ R = \frac{1}{\omega C}$
$\rightarrow \omega = \frac{1}{RC} = \frac{1}{50 \cdot 10^3\ \Omega \cdot 10^{-9}\ F} = 20000\ \frac{1}{s}$
$= 20 \cdot 10^3\ s^{-1}$

15. Gegeben sei der skizzierte LC Schwingkreis. Der Kondensator besitze eine Kapazität von $C = 20\ pF$. Wie groß muss die Induktivität sein, damit die Resonanzfrequenz bei $\omega_0 = 2\pi \times 1\ MHz$ liegt?

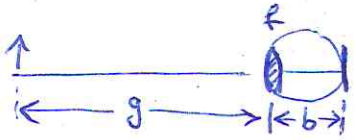
A) $L = 1{,}7\ mH$
B) $L = 2{,}5\ mH$
C) $L = 1{,}3\ mH$
D) $L = 0{,}1\ mH$
E) $L = 5{,}2\ mH$



$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}\ ;\ \omega^2 = \frac{1}{LC}$
$L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{(2\pi \cdot 10^6/s)^2 \cdot 20 \cdot 10^{-12}\ F} = 0{,}0013 \cdot \frac{s^2}{As/V} = 1{,}3\ mH$
$\frac{Vs}{A} = H$

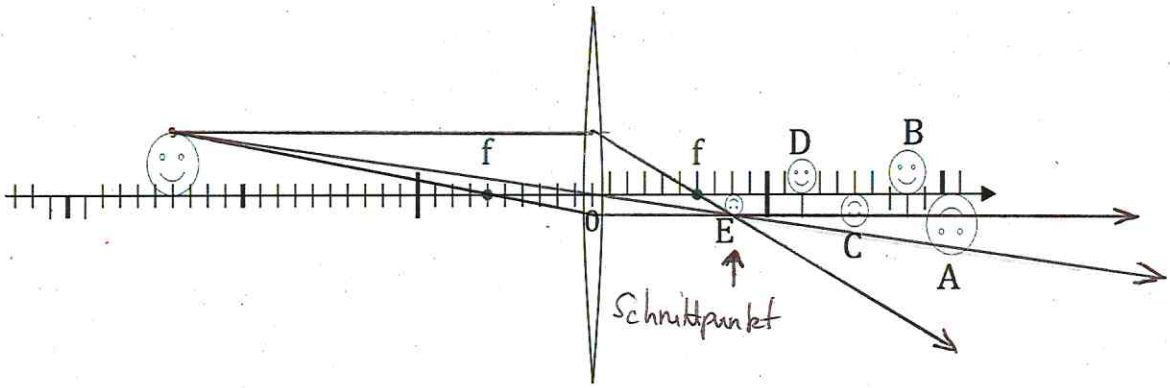
16. Wie groß ist die Brennweite der Augenlinse, wenn das Objekt in 25 cm Abstand scharf auf die Netzhaut abgebildet wird?
Hinweis: Der Abstand der Linse von der Netzhaut beträgt $b = 2{,}2\ cm$.

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

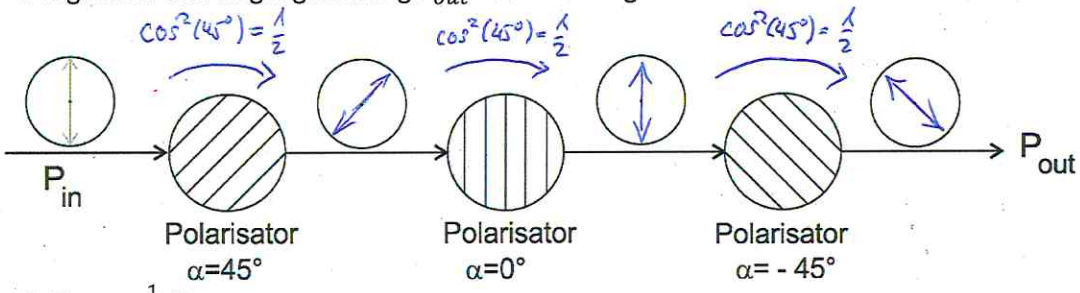


$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \rightarrow f = \frac{g \cdot b}{g + b} = \frac{2{,}2 \cdot 25\ cm^2}{(2{,}2 + 25)\ cm}$
$= 2{,}0\ cm$

17. Welches der folgenden Bilder ist das korrekte Abbild des Gesichtes (Gegenstand) auf der linken Seite der Linse?



18. Wie groß ist die Ausgangsleistung P_{out} nach den folgenden Polarisationselementen?



A) $P_{out} = \frac{1}{\sqrt{2}} P_{in}$.

B) $P_{out} = \frac{1}{2} P_{in}$.

C) $P_{out} = \frac{1}{4} P_{in}$.

D) $P_{out} = \frac{1}{\sqrt{8}} P_{in}$.

E) $P_{out} = \frac{1}{8} P_{in}$.

$P_t = P_0 \cdot \cos^2(\varphi)$

$P_{out} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot P_{in} = \frac{1}{8} \cdot P_{in}$

19. Bei der Reflexion eines polarisierten Lichtstrahls an der Grenzfläche von einem Medium mit Brechungsindex n_1 zu einem Medium mit Brechungsindex n_2 wird folgende Reflektivität als Funktion des Einstrahlwinkels α gemessen. Was kann man daraus über die Brechungsindizes und über die Polarisation des Lichtfeldes aussagen?

Hinweis: Totalreflexion und Brewsterreflexion

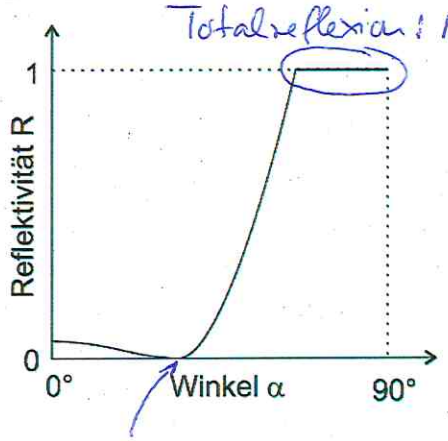
A) $n_1 < n_2$ und Lichtfeld p-polarisiert

B) $n_1 < n_2$ und Lichtfeld s-polarisiert

C) $n_1 > n_2$ und Lichtfeld p-polarisiert

D) $n_1 > n_2$ und Lichtfeld s-polarisier

E) Es muss ein Messfehler vorliegen, denn die gemessene Kurve kann so nicht stimmen.



Brewsterwinkel (R=0): p-Polarisation

20. In einem Elektronenmikroskop kann man eine höhere Auflösung erreichen als als in einem Lichtmikroskop, weil
   A) Elektronen in allen Atomen vorkommen.
   B) Elektronen sich wie eine Welle verhalten und eine längere Wellenlänge haben als Licht.
   C) farbige Objekte besser abgebildet werden.
   D) durch die Elektronen das Licht zur Beleuchtung intensiver wird.
   (E) Elektronen sich wie eine Welle verhalten und eine kürzere Wellenlänge haben als Licht.
   Materiewelle, Beugungslimit ~ Wellenlänge

21. Wir betrachten das P-Orbital im Zustand mit Hauptquantenzahl $n = 2$ nach dem Atommodell von Schrödinger. Welche Aussage ist **falsch**?
   A) Die Drehimpulsquantenzahl ist $l = 1$. ✓
   B) Das Orbital kann maximal 6 Elektronen aufnehmen. ✓
   C) Die magnetische Quantenzahl kann die Werte $m_l = -1$, $m_l = 0$ und $m_l = +1$ annehmen. ✓
   (D) Der Betrag des Bahndrehimpuls eines Elektrons in diesem Zustand ist $|L| = 1 \cdot \hbar$. ✗
   E) Jedes Elektron hat noch die Wahl zwischen den Zuständen „spin up" und „spin down". ✓

   P-Orbital: $\ell = 1$; $m_\ell = -1, 0, +1$
   ↑↓ ↑↓ ↑↓ 6 e⁻ max.
   $|L| = \sqrt{\ell(\ell+1)}\,\hbar = \sqrt{2}\,\hbar$

22. Ein Phosphor-Atom enthält 15 Elektronen. Wie ist die Bezeichnung der Elektronenkonfiguration?
   A) $1s^2 2s^2 2p^8 3s^2 3p^1$
   (B) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
   C) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
   D) $1s^2 2s^4 2p^6 3s^2 3p^2$
   E) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^4$

   $3s^2$ ↑↓ | ↑ ↑ ↑ $3p^3$ } 5 e⁻
   $2s^2$ ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ $2p^6$ } 8 e⁻
   $1s^2$ ↑↓ } 2 e⁻
   15 e⁻

23. Um welchen Zerfall handelt es sich bei ${}^{12}_{8}O_4 \rightarrow {}^{11}_{7}N_4$?
   A) α-Zerfall.
   B) β^--Zerfall.
   C) β^+-Zerfall.
   (D) Protonenemission.
   E) Neutronenemission.

   ${}^{12}_{8}O_4 \longrightarrow {}^{11}_{7}N_4$
   ${}^{A}_{P}X_N$
   Neutronenzahl N konstant
   Protonenzahl P − 1
   Massenzahl A − 1
   ⇒ Protonenemission

Rechenaufgaben: Es ist immer nur eine Antwort richtig!

Themengebiet 1: Elektrostatische Kräfte

ungleichnamige Ldg. ⇒ Anziehung

Zwei kleine Kugeln K_1 und K_2 seien mit den Ladungen $Q_1 = +3 \times 10^{-6}$ C bzw. $Q_2 = -3 \times 10^{-6}$ C geladen und befinden sich im Abstand $d = 2$ mm voneinander.

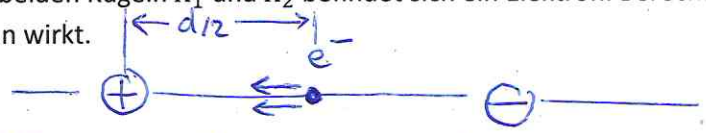
24. Welche Kraft wirkt zwischen den Kugeln?
   A) Sie stoßen sich mit einer Kraft von 2023 N ab.
   B) Sie ziehen sich mit einer Kraft von 2023 N an.
   C) Sie stoßen sich mit einer Kraft von 20232 N ab.
   (D) Sie ziehen sich mit einer Kraft von 20232 N an.
   E) Sie ziehen sich mit einer Kraft von 202 N ab.

$$F_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

$$= \frac{1}{4\pi \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6}\,C \cdot (-3 \cdot 10^{-6}\,C)}{(0{,}002\,m)^2}$$

$$= 20232\ N$$

25. Genau in der Mitte zwischen den beiden Kugeln K_1 und K_2 befindet sich ein Elektron. Berechnen Sie die Kraft F, die auf das Elektron wirkt.
   A) $F = 5$ nN
   B) $F = 6$ nN
   C) $F = 7$ nN
   D) $F = 8$ nN
   (E) $F = 9$ nN



Anziehung zu pos. Ldg. und Abstoßung von neg. Ldg. gleich groß

$$F = 2 \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot e}{(d/2)^2} = \frac{1}{2\pi \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6}\,C \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C}{(0{,}001\,m)^2}$$

$$= 9 \cdot 10^{-9}\,N = 9\,nN$$

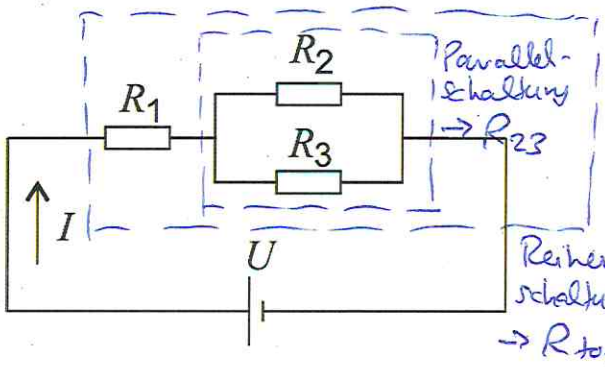
26. Wie groß ist die Kraft auf das Elektron in der Mitte zwischen den beiden Kugel K_1 und K_2, wenn diese mit $Q_1 = -3 \times 10^{-6}$ C bzw. $Q_2 = -3 \times 10^{-6}$ C geladen sind?
   (A) $F = 0$ nN
   B) $F = 5$ nN
   C) $F = 10$ nN
   D) $F = 15$ nN
   E) $F = 20$ nN



Abstoßungen von den beiden Kugeln gleichen sich aus → Kraft = 0

Themengebiet 2: Elektrische Schaltungen

Gegeben ist die skizzierte Schaltung, bestehend aus drei Widerständen R_1, R_2, R_3 und einer Batterie mit Spannung U.



27. Berechnen Sie den Gesamtstrom I in der Schaltung für $R_1 = 100\ k\Omega$, $R_2 = 200\ k\Omega$ und $R_3 = 300\ k\Omega$. Die Batteriespannung beträgt $U = 10\ V$.

A) $I = 15\ \mu A$
B) $I = 25\ \mu A$
C) $I = 35\ \mu A$
(D) $I = 45\ \mu A$
E) $I = 55\ \mu A$

$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{200\,k\Omega \cdot 300\,k\Omega}{200\,k\Omega + 300\,k\Omega}$

$= \frac{60000\,k\Omega}{500\,k\Omega} = 120\,k\Omega$

$R_{tot} = R_1 + R_{23} = 100\,k\Omega + 120\,k\Omega = 220\,k\Omega$

$I = \frac{U}{R_{tot}} = \frac{10\,V}{220 \cdot 10^3\,\Omega} = 45\,\mu A$

28. Jetzt wird der Widerstand R_2 durch einen Kondensator mit Kapazität $C = 100\ nF$ ersetzt. Wie groß ist nun der aus der Batterie fließende (Gleich-)Strom?
Hinweis: Es ist für die Lösung der Aufgabe nicht notwendig, die Gesamtimpedanz der Schaltung explizit zu berechnen.

A) $I = 15\ \mu A$
(B) $I = 25\ \mu A$
C) $I = 35\ \mu A$
D) $I = 45\ \mu A$
E) $I = 55\ \mu A$

Kapazität: $|Z_C| = \frac{1}{\omega C} \rightarrow \infty$ für Gleichstrom ($\omega \rightarrow 0$)

→ Reihenschaltung von R_1 und R_3 übrig

$R_{tot} = R_1 + R_3 = 100\,k\Omega + 300\,k\Omega = 400\,k\Omega$

$I = \frac{U}{R_{tot}} = \frac{10\,V}{400\,k\Omega} = 25\,\mu A$

29. Nun wird außerdem (d.h. neben der Ersetzung von Widerstand R_2 durch einen Kondensator mit Kapazität $C = 100\ nF$) die Batterie durch eine Wechselstromquelle mit Spannungsamplitude $U_0 = 10\ V$ ersetzt. Wie groß ist die Stromamplitude I_0 im Limes sehr großer Frequenzen, d.h. für $\omega \rightarrow \infty$?
Hinweis: Es ist für die Lösung der Aufgabe nicht notwendig, die Gesamtimpedanz der Schaltung explizit zu berechnen.

A) $I_0 = 25\ \mu A$
B) $I_0 = 50\ \mu A$
(C) $I_0 = 100\ \mu A$
D) $I_0 = 125\ \mu A$
E) $I_0 = 150\ \mu A$

$|Z_C| = \frac{1}{\omega C} \rightarrow 0$ für $\omega \rightarrow \infty$ (Kondensator wird leitend)

$\Rightarrow \frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{|Z_C|} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \infty$ bzw. $R_{23} \rightarrow 0$

→ Nur noch R_1 ist übrig

$I_0 = \frac{U_0}{R_1} = \frac{10\,V}{100\,k\Omega} = 100\,\mu A$

Themengebiet 3: Licht und Photonen

30. Ein Stern besitzt eine Oberflächentemperatur von $T = 6000\ K$ und einen Radius von $R = 2 \times 10^9\ m$. Welche Strahlungsleistung P emittiert dieser Stern?
Hinweis: Kugeloberfläche $A = 4\pi R^2$

A) $P = 3{,}7 \times 10^{25}\ W$
B) $P = 3{,}7 \times 10^{26}\ W$
C) $P = 3{,}7 \times 10^{27}\ W$
D) $P = 3{,}7 \times 10^{28}\ W$
E) $P = 3{,}7 \times 10^{29}\ W$

Stefan-Boltzmann-Gesetz

$P = \sigma A T^4 = \sigma 4\pi R^2 T^4$

$= 5{,}67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot 4\pi \cdot (2 \cdot 10^9 m)^2 \cdot (6000 K)^4$

$= 3{,}7 \cdot 10^{27} W$

31. Die Austrittsarbeit des Metalls Lithium liegt bei $W_A = 2{,}2\ eV$. Wie groß ist die maximale Lichtwellenlänge λ, mit der man gerade noch Elektronen aus dem Metall auslösen kann?

A) $\lambda = 525\ nm$
B) $\lambda = 535\ nm$
C) $\lambda = 545\ nm$
D) $\lambda = 555\ nm$
E) $\lambda = 565\ nm$

$W_A = \hbar\omega = \hbar \frac{2\pi c}{\lambda} = \frac{h \cdot c}{\lambda}$

$\lambda = \frac{h \cdot c}{W_A} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cancel{J} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{2{,}2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cancel{J}} = 565\ nm$

32. Bei der Compton-Streuung wird ein Photon an einem Elektron gestreut. Um welchen Betrag $\Delta\lambda$ ändert sich die Wellenlänge des Photons, wenn das Photon entgegengesetzt zur einlaufenden Richtung, also um 180° gestreut wird?

A) $\Delta\lambda = 2{,}9\ pm$
B) $\Delta\lambda = 3{,}9\ pm$
C) $\Delta\lambda = 4{,}9\ pm$
D) $\Delta\lambda = 5{,}9\ pm$
E) $\Delta\lambda = 6{,}9\ pm$

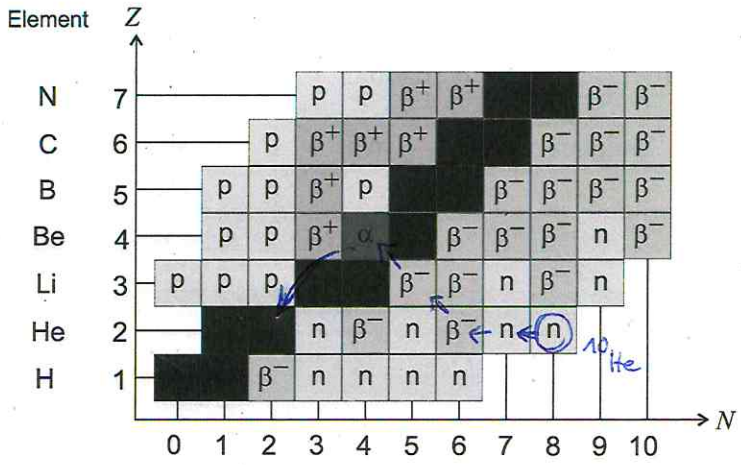
$\Delta\lambda = \lambda_c (1 - \cos(\phi)) = \frac{h}{m_e c} \cdot (1 - \cos(\phi))$

$= \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} Js}{9{,}1 \cdot 10^{-31} kg \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}} \cdot \left(1 - \underbrace{\cos(180°)}_{-1}\right) = 4{,}9 \cdot 10^{-12}\ m$

$= 4{,}9\ pm$

Themengebiet 4: Kernphysik

Gegeben ist folgende Nuklidtafel, in der die Zerfallsart angegeben ist. Hierbei steht „p“ für Protonenemission und „n“ für Neutronenemission. Die schwarzen Blöcke markieren die stabilen Nuklide:



33. In welches stabile Endprodukt zerfällt das ^{10}He-Isotop mit dem Atomgewicht A=10?
   A) ^{3}He
   B) ^{4}He
   C) ^{6}Li
   D) ^{7}Li
   E) ^{9}Be

$^{10}He \xrightarrow{n} {}^{9}He \xrightarrow{n} {}^{8}He \xrightarrow{\beta^-} {}^{8}Li \xrightarrow{\beta^-} {}^{8}Be \xrightarrow{\alpha} {}^{4}He$

34. Tritium besitzt eine Halbwertszeit von 12,33 Jahren. Wie lange dauert es, bis von einer Startanzahl von $N_0 = 10^{10}$ Tritiumkernen nur noch ein einziger Kern übrig ist?
   A) Es dauert ca. 41 Jahre
   B) Es dauert ca. 410 Jahre
   C) Es dauert ca. 4 100 Jahre
   D) Es dauert ca. 41 000 Jahre
   E) Es dauert ca. 410 000 Jahre

$N(t) = N_0 \cdot e^{-t/\tau}$ mit $\tau = \frac{T_{1/2}}{\ln(2)}$

$= N_0 \cdot e^{-\frac{t}{T_{1/2}} \cdot \ln(2)}$

$\ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right) = -\frac{t}{T_{1/2}} \cdot \ln(2) \rightarrow t = \frac{-T_{1/2}}{\ln(2)} \cdot \ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)$

$\rightarrow t = \frac{-12{,}33\,a}{\ln(2)} \cdot \ln\left(\frac{1}{10^{10}}\right) = 410\,a = 410$ Jahre

35. Welche Energiemenge ΔE wird beim Zerfall eines Tritiumkerns frei? Die Masse des Tritiumkerns beträgt 3,0160492 · u, die Masse des Helium 3 – Kerns beträgt 3,0160293 · u.
   A) $\Delta E = 1{,}86$ keV
   B) $\Delta E = 18{,}6$ keV
   C) $\Delta E = 186$ keV
   D) $\Delta E = 1{,}86$ MeV
   E) $\Delta E = 18{,}6$ MeV

$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$

$= (3{,}0160492 - 3{,}0160293) \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}\,kg \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}\right)^2$

$= 2{,}973 \cdot 10^{-15}\,J \quad | : 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,As$

$= 18582$ eV

$\approx 18{,}6$ keV

Name / Vorname Matrikelnr. Studienrichtung, ID «M_1»

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			