

2. Klausur zur Vorlesung**„Experimentalphysik II für Naturwissenschaftler“****Im Sommersemester 2019****Am Freitag, 25. Oktober 2019, 16:00-18:00**ID Nr. 2 **Beachten Sie folgende Hinweise:**

Die Heftung der Aufgabenblätter nicht lösen!

Tragen Sie auf der ersten und letzten Seite ihren Namen, Matrikelnummer und Studienrichtung 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	$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Elektronenmasse	$m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Bohrradius	$r_B = 5 \times 10^{-11} \text{ m}$
Atomare Masseneinheit	$u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Vakuum-Dielektrizitätskonstante	$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$
Vakuum-Permeabilität	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$
Planck'sches Wirkungsquantum	$h = 2\pi \cdot \hbar = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Js}$
Lichtgeschwindigkeit	$c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Stefan-Boltzmann Konstante	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$
Rydberg-Energie	$E_{\text{Ry}} = 13,6 \text{ eV}$

Periodensystem:

H Wasserstoff																	He Helium
Li Lithium	Be Beryllium											B Bor	C Kohlenstoff	N Stickstoff	O Sauerstoff	F Fluor	Ne Neon
Na Natrium	Mg Mangan											Al Aluminium	Si Silicium	P Phosphor	S Schwefel	Cl Chlor	Ar Argon
K Kalium	Ca Calcium	Sc Scandium	Ti Titan	V Vanadium	Cr Chrom	Mn Mangan	Fe Eisen	Co Cobalt	Ni Nickel	Cu Kupfer	Zn Zink	Ga Gallium	Ge Germanium	As Arsen	Se Selen	Br Brom	Kr Krypton
Rb Rubidium	Sr Strontium	Y Yttrium	Zr Zirkonium	Nb Niobium	Mo Molybdän	Tc Technetium	Ru Ruthenium	Rh Rhodium	Pd Palladium	Ag Silber	Cd Cadmium	In Indium	Sn Zinn	Sb Antimon	Te Tellur	I Iod	Xe Xenon

Kurzaufgaben : Es ist immer nur eine Antwort richtig!

1. Bringen Sie die Einheiten der magnetischen Feldstärke, des elektrischen Potentials und der elektrischen Feldstärke in die richtige Reihenfolge:

- A) $\frac{V}{m}, \frac{A}{m}, V$
 B) $\frac{A}{m}, V, \frac{V}{m}$
 C) $V, \frac{A}{m}, \frac{V}{m}$
 D) $\frac{V}{m}, V, \frac{A}{m}$
 E) $\frac{A}{m}, \frac{V}{m}, V$

$\frac{V}{m}$

$\frac{A}{m}$

V

2. Finden Sie die **korrekte Aussage**:

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

- A) zwischen den Platten von der Fläche A unabhängig.
 B) zwischen den Platten von der Ladung Q unabhängig.
 C) zwischen den Platten doppelt so groß wie außerhalb der Platten.
 D) zwischen den Platten doppelt so groß wie das Feld einer einzelnen Platte gleicher Ladung.
 E) zwischen den Platten nicht konstant.

$-Q \quad +Q$
 $E_{\text{innen}} = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$
 $E_{\text{außen}} = 0$

$\rightarrow E_{Pl} = \frac{Q}{2\epsilon_0 A}$

3. Welche Aussage über eine positive Punktladung ist **falsch**?

- A) Das elektrische Feld fällt radial mit $\frac{1}{r^2}$ ab. ✓
 B) Das elektrische Potential fällt radial mit $\frac{1}{r^2}$ ab. ✗
 C) Das elektrische Feld zeigt radial nach außen. ✓
 D) Die Flächen gleichen elektrischen Potentials sind Kugelschalen. ✓
 E) Die Äquipotentialflächen stehen senkrecht auf den elektrischen Feldlinien. ✓

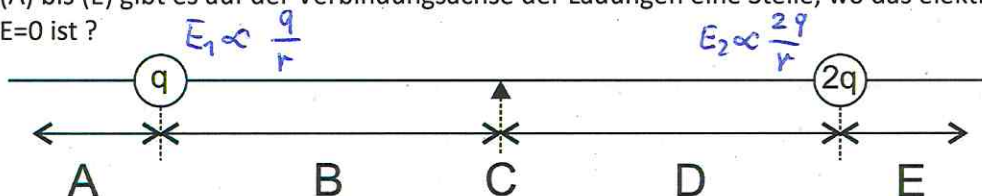
$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$
 $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$

4. An einen Plattenkondensator mit der Kapazität $C = 110 \text{ nF}$ wird eine Spannung von $U = 12 \text{ V}$ angelegt. Welche Arbeit W muss die Batterie leisten, um den Kondensator aufzuladen?

- A) $W = 8 \mu\text{J}$
 B) $W = 7 \mu\text{J}$
 C) $W = 6 \mu\text{J}$
 D) $W = 5 \mu\text{J}$
 E) $W = 4 \mu\text{J}$

$W = \frac{C}{2} U^2 = 55 \cdot 10^{-9} \text{ F} \cdot 144 \text{ V}^2 = 7,92 \cdot 10^{-6} \text{ J}$
 $\approx 8 \mu\text{J}$

5. Gegeben seien zwei positive Ladungen q und $2q$, wie in der Skizze gezeigt. In welchem Bereich (A) bis (E) gibt es auf der Verbindungsachse der Ladungen eine Stelle, wo das elektrische Feld $E=0$ ist?



Damit die Felder gleich groß sind, muss der Abstand von Ldg. $2q$ größer sein, als von Ldg. $q \rightarrow$ Bereich B

6. Gegeben seien fünf Metalldrähte, die aus dem gleichen Material bestehen. Welcher ist der mit dem größten Widerstand?

- A) Länge 90 mm, Radius 1,7 mm
 B) Länge 80 mm, Radius 1,6 mm
 C) Länge 70 mm, Radius 1,5 mm
 D) Länge 60 mm, Radius 1,4 mm
 E) Länge 50 mm, Radius 1,3 mm

$\frac{l}{r^2} \left(\frac{1}{\text{mm}} \right)$
31,14
31,25
31,11
30,61
29,59

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} = \rho \cdot \frac{l}{\pi r^2} \propto \frac{l}{r^2}$$

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

Rechte-Hand-Regel

7. Betrachten Sie die Skizze:

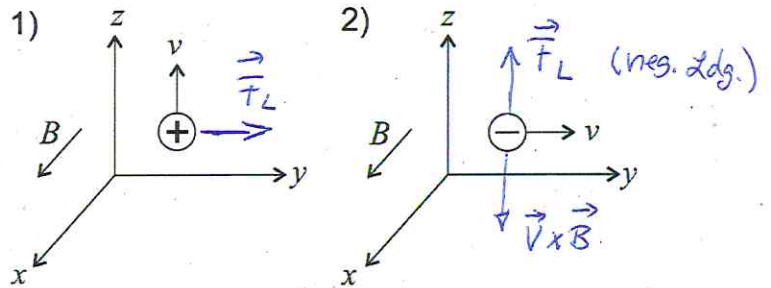
1) Eine positive Ladung bewegt sich in +z - Richtung

2) Eine negative Ladung bewegt sich in +y - Richtung

Das B-Feld zeigt in beiden Fällen in die +x - Richtung.

In welche Richtung zeigt die Lorentzkraft jeweils in den beiden skizzierten Fällen?

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

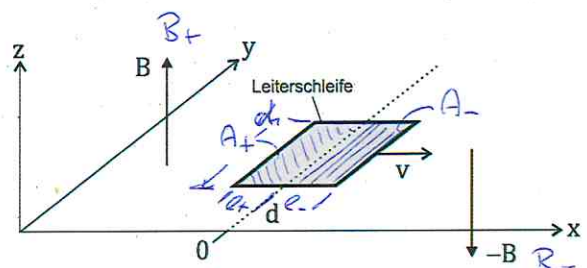


8. Gegeben sei eine lange dünne Spule mit $N = 100$ Windungen und einer Länge $l = 5 \text{ cm}$, durch die ein Strom von $I = 0,6 \text{ A}$ fließt. Wie groß ist das Magnetfeld in der Spule?

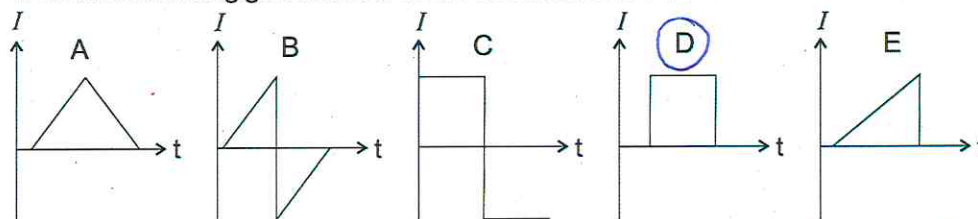
- A) $B = 1,1 \text{ mT}$
 B) $B = 1,3 \text{ mT}$
 C) $B = 1,5 \text{ mT}$
 D) $B = 1,7 \text{ mT}$
 E) $B = 1,9 \text{ mT}$

$$B = \mu_0 \frac{N \cdot I}{l} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \cdot \frac{100 \cdot 0,6 \text{ A}}{0,05 \text{ m}} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

9. Eine rechteckige Leiterschleife wird mit konstanter Geschwindigkeit aus einem Bereich mit positivem Magnetfeld B (für $x < 0$) in einen Bereich mit negativem Magnetfeld $-B$ für ($x > 0$) gezogen:



Welche Zeitabhängigkeit hat der in der Leiterschleife induzierte Strom?



$$I_{\text{ind}} = \frac{1}{R} \cdot U_{\text{ind}}$$

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

$$\Phi_m = A_+ \cdot B_+ + A_- \cdot B_- = B(A_+ - A_-) = B \cdot d(l_+ - l_-) \Rightarrow \frac{d\Phi_m}{dt} = \text{const}$$

$$\propto v \cdot t$$

Ist die Schleife komplett in einer Blase, so ist der magn. Fluss $\Phi_m = \text{const} \Rightarrow \frac{d\Phi_m}{dt} = 0$

10. Der Smartphone-Akku eines namhaften Herstellers enthält eine Ladungsmenge von $Q = 10^4 \text{ C}$. Nach einem Tag mit 14 Stunden Betriebsdauer und einem vollen Akku am Morgen ist die Akkuladung auf 20% gesunken. Wie groß ist der im Tagesmittel fließende Strom I im Smartphone?

- A) $I = 80 \text{ mA}$
 B) $I = 100 \text{ mA}$
 C) $I = 120 \text{ mA}$
 D) $I = 140 \text{ mA}$
 (E) $I = 160 \text{ mA}$

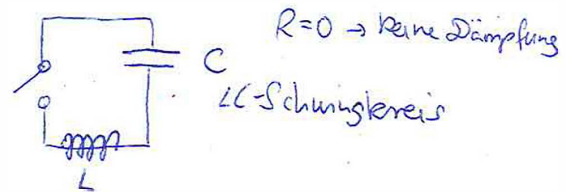
$$I = \frac{dQ}{dt} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \text{ im Mittel}$$

$$\Delta Q = 0,8 \cdot 10^4 \text{ C} \quad (\text{von } 100\% \text{ auf } 20\%)$$

$$I = \frac{0,8 \cdot 10^4 \text{ As}}{14 \cdot 3600 \text{ s}} = 159 \text{ mA} \approx 160 \text{ mA}$$

11. An einen geladenen Kondensator wird eine ideale Spule angeschlossen, so dass sich ein geschlossener Stromkreis (ohne Ohm'schen Widerstand) bildet. Was passiert?

- A) Der Strom im Stromkreis wird kontinuierlich kleiner.
 B) Der Strom im Stromkreis fließt konstant, wechselt aber sein Vorzeichen, d.h. er führt eine Rechteckschwingung aus.
 C) Der Strom im Stromkreis wird kontinuierlich größer.
 D) Der Strom fließt sofort ab und ist dann null.
 (E) Der Strom im Stromkreis schwingt harmonisch.



12. Gegeben sei der skizzierte LC Schwingkreis. Der Kondensator besitze eine Kapazität von $C = 8 \text{ pF}$. Wie groß muss die Induktivität sein, damit die Resonanzfrequenz bei $\omega_0 = 2\pi \times 20 \text{ MHz}$ liegt?

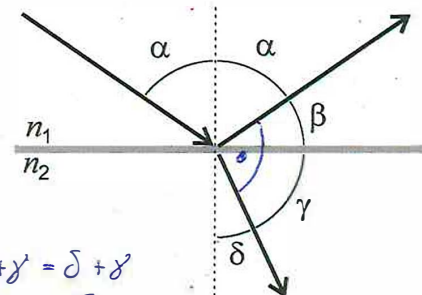
- A) $L = 5 \mu\text{H}$
 B) $L = 6 \mu\text{H}$
 C) $L = 7 \mu\text{H}$
 (D) $L = 8 \mu\text{H}$
 E) $L = 9 \mu\text{H}$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad ; \quad \omega^2 = \frac{1}{LC}$$

$$L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{(2\pi \cdot 20 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1})^2 \cdot 8 \cdot 10^{-12} \text{ F}} = 7,9 \cdot 10^{-6} \text{ H} \approx 8 \mu\text{H}$$

13. Ein Lichtstrahl wird an der Grenzfläche zwischen zwei Medien mit Brechungsindizes n_1 und n_2 reflektiert bzw. gebrochen. Welche der folgenden Aussagen über die Winkel ist im Fall von Brewster-Reflexion falsch?

- A) $\beta + \gamma = 90^\circ$ ✓
 B) $\alpha + \beta = 90^\circ$ ✓
 (C) $\beta + \delta = 90^\circ$ ✗
 D) $\alpha + \delta = 90^\circ$ ✓
 E) $\delta + \gamma = 90^\circ$ ✓



bedeutet: $\beta + \gamma = 90^\circ$

$$\beta + \gamma = \delta + \gamma$$

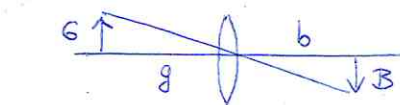
$$\beta = \delta$$

$\alpha + \beta = 90^\circ$ immer $\Rightarrow \alpha + \delta = 90^\circ$

$\Rightarrow$ Falsch ist (C)

14. In welchem Abstand g von einer Linse mit Brennweite f muss ein Gegenstand stehen, damit sein Bild genauso groß ist wie der Gegenstand selbst (Vergrößerungsmaßstab $V=1$) ?

- A) $g = 2,5 f$
 B) $g = 2,0 f$
 C) $g = 1,5 f$
 D) $g = 1,0 f$
 E) $g = 0,5 f$



$$\frac{B}{G} = \frac{b}{g} = 1 \Rightarrow b = g$$

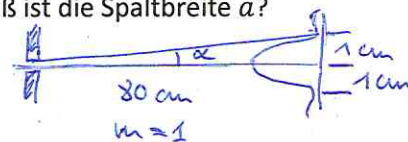
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{g} = \frac{2}{g} \Rightarrow \boxed{g = 2f}$$

15. Laserlicht mit einer Wellenlänge von $\lambda = 500 \text{ nm}$ tritt durch einen dünnen Spalt. Im Abstand von 80 cm nach dem Spalt misst man ein Beugungsmuster. Der Abstand des ersten Beugungsminimums von der Mitte des Musters beträgt $x = 1 \text{ cm}$. Wie groß ist die Spaltbreite a ?

- A) $a = 20 \mu\text{m}$
 B) $a = 30 \mu\text{m}$
 C) $a = 40 \mu\text{m}$
 D) $a = 50 \mu\text{m}$
 E) $a = 60 \mu\text{m}$

$$m \cdot \lambda = a \cdot \sin(\alpha_m)$$

kleine Winkel $\Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha \approx \frac{1 \text{ cm}}{80 \text{ cm}}$



$$a = \frac{\lambda}{\sin(\alpha)} = \frac{\lambda \cdot 80 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} = 40 \mu\text{m}$$

16. Ein Laserstrahl mit Wellenlänge $\lambda = 500 \text{ nm}$ wird mit einer Linse mit Brennweite $f = 10 \text{ cm}$ und Linsendurchmesser von $D = 2,5 \text{ cm}$ fokussiert. Wie groß ist der Strahlradius r im Fokus im besten Fall (d.h. Strahldurchmesser = Linsendurchmesser, und ohne Linsenfehler) ?

- A) $r = 0,4 \mu\text{m}$
 B) $r = 1,4 \mu\text{m}$
 C) $r = 2,4 \mu\text{m}$
 D) $r = 3,4 \mu\text{m}$
 E) $r = 4,4 \mu\text{m}$

$$r = 1,22 \cdot f \cdot \frac{\lambda}{D} = 1,22 \cdot 500 \text{ nm} \cdot \frac{10 \text{ cm}}{2,5 \text{ cm}} = 2,44 \mu\text{m}$$

17. Die spezifische Drehung von Traubenzucker beträgt $\alpha_s = 52,5^\circ \cdot \frac{\text{cm}^2}{g}$. Wie groß ist die Konzentration c einer Traubenzuckerlösung in einer Küvette von $l = 10 \text{ cm}$ Länge, wenn die Polarisation von Licht in der Küvette um $\alpha = 21^\circ$ gedreht wird?

- A) $c = 40 \text{ mg/cm}^3$
 B) $c = 60 \text{ mg/cm}^3$
 C) $c = 80 \text{ mg/cm}^3$
 D) $c = 100 \text{ mg/cm}^3$
 E) $c = 120 \text{ mg/cm}^3$

$$\alpha = \alpha_s \cdot c \cdot l$$

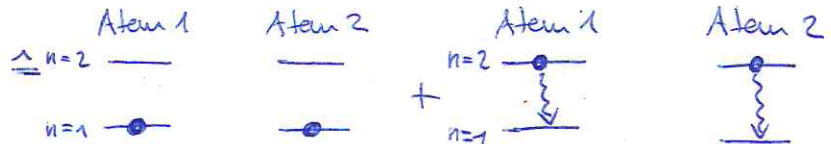
$$\Rightarrow c = \frac{\alpha}{\alpha_s \cdot l} = \frac{21^\circ}{52,5^\circ \cdot \text{cm}^2 \cdot 10 \text{ cm}} = 0,04 \frac{g}{\text{cm}^3} = 40 \frac{\text{mg}}{\text{cm}^3}$$

18. Aufgrund welches experimentellen Befundes wissen wir, dass lokal realistische Theorien, die auf verborgenen Parametern beruhen, und mit denen sich die Konzepte der Quantenmechanik umgehen lassen, falsch sein müssen?

- A) Es existieren kleinste Energieeinheiten des Lichts (Photonen).
 B) Atome emittieren Licht mit nur ganz bestimmten, charakteristischen Frequenzen (Linien).
 C) Elektronen werden am Doppelspalt wie eine Welle gebeugt.
 D) Es ist unmöglich, Ort und Impuls eines Teilchens gleichzeitig exakt zu bestimmen.
 E) Die Bell'sche Ungleichung ist verletzt.

19. Wir nehmen an, zwei Wasserstoffatome sind miteinander verschränkt. Die Wellenfunktion lautet

$$\Psi = (\psi_1^1 \otimes \psi_1^2) + (\psi_2^1 \otimes \psi_2^2),$$



wobei der oben stehende Index das Atom 1 bzw. Atom 2 bezeichnet, und der unten stehende Index die Hauptquantenzahl $n = 1$, bzw. $n = 2$. Der angeregte Zustand mit $n = 2$ zerfällt nach kurzer Zeit in den Grundzustand mit $n = 1$, wobei ein Photon emittiert wird.

→ entweder beide im Grundzustand oder beide im angeregten Zustand
Welche der folgenden Aussagen ist falsch?

- A) Falls Atom 1 ein Photon emittiert, emittiert Atom 2 ebenfalls ein Photon. ✓
B) Falls Atom 1 kein Photon emittiert, emittiert Atom 2 ebenfalls kein Photon. ✓
C) Die Wahrscheinlichkeit, dass Atom 1 ein Photon emittiert, beträgt 50%. ✓
D) Die Wahrscheinlichkeit, dass beide Atome ein Photon emittieren, beträgt 25%. f. denn wenn eines der Atome ein Photon emittiert, dann muss auch das zweite emittieren
E) Die Wahrscheinlichkeit, dass insgesamt genau ein Photon emittiert wird, ist 0%. ✓
20. Die sogenannte Paschen-Serie entspricht Übergängen im Wasserstoffatom zwischen dem unteren Energieniveau mit der Hauptquantenzahl $m = 3$ und den oberen Niveaus mit den Hauptquantenzahlen $n = 4, 5, 6$, usw. Wie groß ist die größtmögliche Wellenlänge λ der Linien der Paschen-Serie?

- A) $\lambda = 1,7 \mu\text{m}$
B) $\lambda = 1,9 \mu\text{m}$
C) $\lambda = 2,1 \mu\text{m}$
D) $\lambda = 2,3 \mu\text{m}$
E) $\lambda = 2,5 \mu\text{m}$

$m=3 \rightarrow n=4$ (kleinster Energieunterschied)

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E} \quad \text{mit} \quad \Delta E = E_3 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 13,6 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{e} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right)$$

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,058 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 1,88 \mu\text{m} \approx 1,9 \mu\text{m}$$

21. Welches Element besitzt 25 Protonen?

Hinweis: Sie haben ein Periodensystem auf Seite 2 der Klausur abgebildet.

- A) Kalium
B) Calcium
C) Mangan
D) Titan
E) Vanadium

zähle das 25. Element ab!

Argon → K, Ca → Sc bis Zn

22. Welches Element hat die elektronische Konfiguration $[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^1$?

Hinweis: Sie haben ein Periodensystem auf Seite 2 der Klausur abgebildet.

- A) Gallium
B) Germanium
C) Arsen
D) Selen
E) Es gibt kein solches Element

erstes Element im 4p-Orbital
≡ Gallium

23. Um welchen Zerfall handelt es sich bei ${}^{19}_{10}\text{Ne}_9 \rightarrow {}^{19}_{9}\text{F}_{10}$?

- A) α -Zerfall.
B) β^+ -Zerfall.
C) β^- -Zerfall.
D) Protonenemission.
E) Neutronenemission.



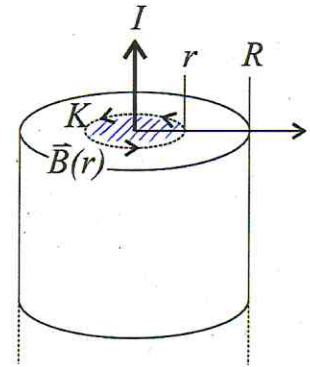
Proton wandelt sich in Neutron um



Rechenaufgaben: Es ist immer nur eine Antwort richtig!

Themengebiet 1: Magnetfeld im Inneren eines stromdurchflossenen Leiters

Wir betrachten den Innenbereich eines stromdurchflossenen Leiters mit Radius R und nehmen an, dass der Gesamtstrom I_0 homogen durch die Leiterquerschnittsfläche fließt, d.h. dass die Stromdichte $\vec{j}$ im Leiter konstant ist.



24. Betrachten Sie den von dem gestrichelten Kreis K mit Radius $r < R$ umschlossenen Teil der Leiterquerschnittsfläche. Wie groß ist der Teilstrom $I(r)$, der durch diese Teilfläche fließt?

A) $I(r) = I_0$

B) $I(r) = I_0 \cdot \left(\frac{r}{R}\right)$

C) $I(r) = I_0 \cdot \left(\frac{R}{r}\right)$

☒ D) $I(r) = I_0 \cdot \left(\frac{r}{R}\right)^2$

E) $I(r) = I_0 \cdot \left(\frac{R}{r}\right)^2$

$$j = \frac{I_0}{\pi R^2} = \frac{\text{Gesamtstrom}}{\text{Gesamtfläche}}$$

$$I(r) = A(r) \cdot j = \pi r^2 \cdot \frac{I_0}{\pi R^2} = I_0 \cdot \frac{r^2}{R^2} = I_0 \left(\frac{r}{R}\right)^2$$

25. Wie groß ist das Integral $\oint_K \vec{B}(r) \cdot d\vec{r}$ entlang der Kurve K ?

Hinweis: Das Ergebnis des Integrals lässt sich ohne explizite Rechnung hinschreiben, da das Magnetfeld im Leiter entlang der Kurve immer parallel zum Linienelement $d\vec{r}$ zeigt.

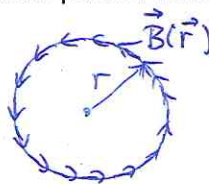
A) $\oint_K \vec{B}(r) \cdot d\vec{r} = B = \text{const}$

B) $\oint_K \vec{B}(r) \cdot d\vec{r} = B(r) \cdot \pi r^2$

☒ C) $\oint_K \vec{B}(r) \cdot d\vec{r} = B(r) \cdot 2\pi r$

D) $\oint_K \vec{B}(r) \cdot d\vec{r} = \frac{B(r)}{2\pi r}$

E) $\oint_K \vec{B}(r) \cdot d\vec{r} = \frac{B(r)}{\pi r^2}$



$$\oint_K \vec{B}(\vec{r}) \cdot d\vec{r} = \overset{\text{Umfang}}{U} \cdot B(r) = 2\pi r \cdot B(r)$$

26. Nutzen Sie das Ampere'sche Durchflutungsgesetz, um aus den Ergebnissen von Aufgabe 24 und 25 das Magnetfeld $B(r)$ im Leiterinneren ($r < R$) zu berechnen.

A) $B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_0}{r}$

☒ B) $B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_0}{R^2} \cdot r$

C) $B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_0}{r^2} \cdot R$

D) $B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_0}{R}$

E) $B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_0}{R} \cdot r$

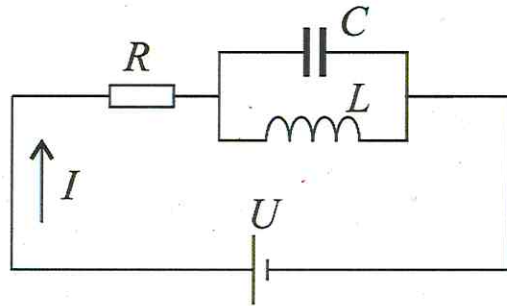
$$\oint_K \vec{B}(\vec{r}) \cdot d\vec{r} = \mu_0 \cdot I$$

$$2\pi r B(r) = \mu_0 \cdot I_0 \cdot \frac{r^2}{R^2}$$

$$\rightarrow B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_0 \cdot r^2}{R^2 \cdot r} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_0 \cdot r}{R^2}$$

Themengebiet 2: Elektrische Schaltungen

Gegeben ist die skizzierte Schaltung, bestehend aus einem Widerstand R , einem Kondensator mit Kapazität C und einer (idealen) Spule mit Induktivität L , angeschlossen an eine Batterie mit Gleichspannung U .



27. Wie groß ist der (Gleich-) Strom in der Schaltung für $R = 16 \Omega$, $C = 10 \text{ nF}$ und $L = 10 \text{ mH}$? Die Batteriespannung beträgt $U = 10 \text{ V}$.

- A) $I = 565 \text{ mA}$
- B) $I = 585 \text{ mA}$
- C) $I = 605 \text{ mA}$
- ☒ D) $I = 625 \text{ mA}$
- E) $I = 645 \text{ mA}$

Gleichstrom $\rightarrow$ kein Strom durch C
 $(\omega=0) \rightarrow L \text{ hat } Z_L = i\omega L = 0$

$$\Rightarrow R_{\text{kt}} = R$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{kt}}} = \frac{U}{R} = \frac{10 \text{ V}}{16 \Omega} = 0,625 \text{ A}$$

28. Jetzt wird die Batterie durch eine Wechselstromquelle mit Spannungsamplitude $U_0 = 10 \text{ V}$ 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 dieser Aufgabe nicht notwendig, die Gesamtimpedanz der Schaltung explizit zu berechnen.

- A) $I_0 = 565 \text{ mA}$
- B) $I_0 = 585 \text{ mA}$
- C) $I_0 = 605 \text{ mA}$
- ☒ D) $I_0 = 625 \text{ mA}$
- E) $I_0 = 645 \text{ mA}$

$$\omega \rightarrow \infty \Rightarrow Z_C = \frac{1}{i\omega C} \rightarrow 0$$

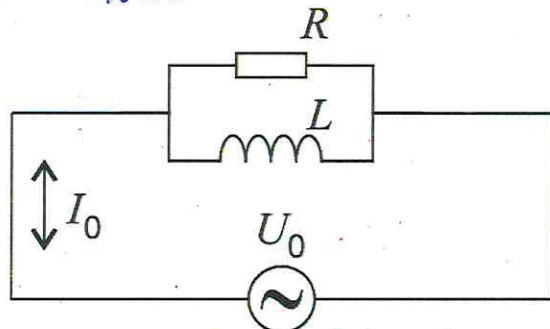
$$Z_L = i\omega L \rightarrow \infty$$

$$\Rightarrow R_{\text{kt}} = R$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{kt}}} = \frac{U}{R} = \frac{10 \text{ V}}{16 \Omega} = 0,625 \text{ A}$$

29. Wir betrachten nun die Schaltung rechts mit $R = 16 \Omega$, $L = 50 \text{ mH}$ und $U_0 = 10 \text{ V}$. Wie groß ist die Stromamplitude I_0 bei einer Frequenz der Wechselspannung von $\omega = 2\pi \cdot 50 \text{ Hz}$?

Hinweis: Berechnen Sie den Betrag der komplexen Gesamtimpedanz.



- A) $I_0 = 690 \text{ mA}$
- B) $I_0 = 790 \text{ mA}$
- ☒ C) $I_0 = 890 \text{ mA}$
- D) $I_0 = 990 \text{ mA}$
- E) $I_0 = 1090 \text{ mA}$

Parallelschaltung:

$$\frac{1}{Z_{\text{kt}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{Z_L} = \frac{1}{R} + \frac{1}{i\omega L}$$

$$= \frac{i\omega L + R}{i\omega R L} = \frac{\omega L + R/i}{\omega R L}$$

$$= \frac{\omega L - iR}{\omega R L}$$

$$\left| \frac{1}{Z_{\text{kt}}} \right|^2 = \frac{(\omega L - iR)(\omega L + iR)}{(\omega R L)^2} = \frac{(\omega L)^2 + R^2}{(\omega R L)^2}$$

$$\left| \frac{1}{Z_{\text{kt}}} \right| = \frac{\sqrt{\omega^2 L^2 + R^2}}{\omega R L} = \frac{\sqrt{(2\pi \cdot 50 / \text{s})^2 \cdot (0,05 \text{ H})^2 + (16 \Omega)^2}}{2\pi \cdot 50 / \text{s} \cdot 16 \Omega \cdot 0,05 \text{ H}} = 0,0892 \frac{1}{\Omega}$$

$$\Rightarrow |Z_{\text{kt}}| = 11,209 \Omega ; I_0 = \frac{U_0}{|Z_{\text{kt}}|} = \frac{10 \text{ V}}{11,209 \Omega} = 0,892 \text{ A} \approx 890 \text{ mA}$$

Themengebiet 3: Optische Abbildungen und Vergrößerung

30. Ein Gegenstand wird mit einer Linse abgebildet. Hierbei betragen der Abstand der Gegenstandes von der Linse $g = 43 \text{ cm}$ und der Abstand des Schirms von der Linse $b = 99 \text{ cm}$. Welchen Wert hat die Vergrößerung V ?

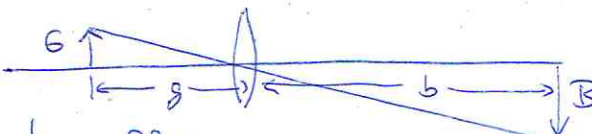
A) $V = 1,5$

B) $V = 1,7$

C) $V = 1,9$

D) $V = 2,1$

E) $V = 2,3$



$$V = \frac{B}{G} = \frac{b}{g} = \frac{99 \text{ cm}}{43 \text{ cm}} = 2.3$$

31. Ein Gegenstand wird mit einer Linse mit Brennweite $f = 50 \text{ mm}$ abgebildet. Der Abstand der Linse vom Gegenstand beträgt $g = 75 \text{ mm}$. Im welchem Abstand b von der Linse muss man einen Schirm aufstellen, um ein scharfes Bild des Gegenstandes zu bekommen? Wie groß ist die entsprechende Vergrößerung $V = \frac{B}{G}$?

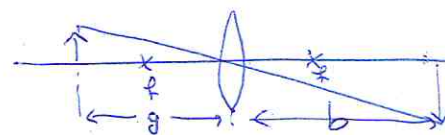
A) $V = 2,0$

B) $V = 2,2$

C) $V = 2,4$

D) $V = 2,6$

E) $V = 2,8$



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \quad ; \quad \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{g}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{g-f}{g \cdot f} = \frac{75 \text{ mm} - 50 \text{ mm}}{75 \cdot 50 \text{ mm}^2} = 0,066 \frac{1}{\text{mm}} \rightarrow b = 150 \text{ mm}$$

$$V = \frac{B}{G} = \frac{b}{g} = \frac{150 \text{ mm}}{75 \text{ mm}} = 2,0$$

32. Ein Gegenstand wird mit einer Linse mit Brennweite $f = 20 \text{ cm}$ abgebildet. Die Position der Linse ist nicht gegeben, bekannt ist nur der Abstand zwischen Gegenstand und Schirm mit $d = 120 \text{ cm}$. Bestimmen Sie die Position der Linse, so dass auf dem Schirm ein scharfes Bild entsteht. Es gibt hierbei zwei Lösungen, wo die Linse stehen kann. Wie groß ist die größere der beiden damit verbundenen Vergrößerungen $V = \frac{B}{G}$?

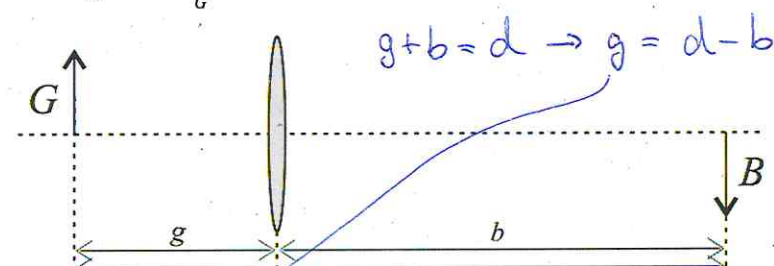
A) $V = 2,5$

B) $V = 2,8$

C) $V = 3,1$

D) $V = 3,4$

E) $V = 3,7$



$$g + b = d \rightarrow g = d - b$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \rightarrow f = \frac{g \cdot b}{g + b} = \frac{(d-b) \cdot b}{d-b+b} = \frac{db - b^2}{d}$$

$$f \cdot d = db - b^2 \rightarrow b^2 - db + fd = 0$$

$$b_{1/2} = \frac{d \pm \sqrt{d^2 - 4 \cdot f \cdot d}}{2} \quad \text{nur größere Lösung mit '+'}$$

$$b = \frac{120 \text{ cm} + \sqrt{(120 \text{ cm})^2 - 4 \cdot 120 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm}}}{2} = 94,641 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow g = d - b = 120 \text{ cm} - 94,641 \text{ cm} = 25,359 \text{ cm}$$

$$V = \frac{B}{G} = \frac{b}{g} = \frac{94,641 \text{ cm}}{25,359 \text{ cm}} = 3,7$$

Themengebiet 4: Kernphysik

Gegeben ist folgende Nuklidtafel, in der die Zerfallsart angegeben ist.

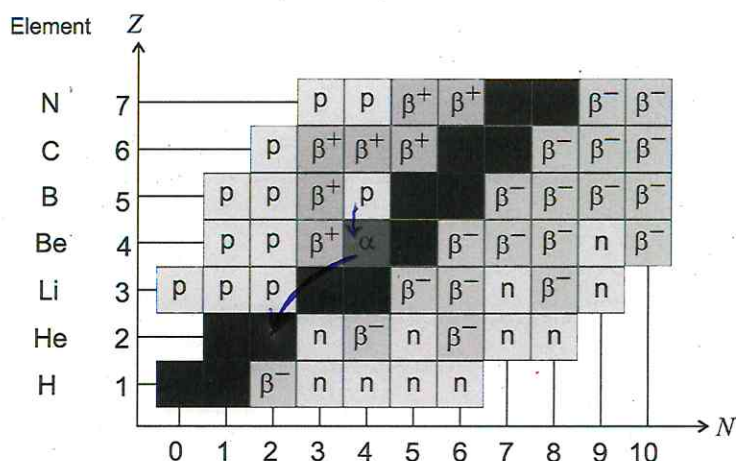
Hierbei steht „p“ für

Protonenemission und „n“ für

Neutronenemission. Die schwarzen

Blöcke markieren die stabilen

Nuklide:



33. In welches stabile Endprodukt zerfällt das ${}^9\text{B}$ -Isotop mit dem Atomgewicht $A=9$?

- A) ${}^4\text{He}$
 B) ${}^{10}\text{B}$
 C) ${}^9\text{Be}$
 D) ${}^7\text{Li}$
 E) ${}^6\text{Li}$



34. In einem Labor wird eine Masse von $m = 1,49 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$ von reinem ${}^{13}\text{N}$ mit einer Halbwertszeit $T_{1/2} = 600 \text{ s}$ hergestellt. Wie groß ist die anfängliche Aktivität A der Probe?

Hinweis: die Atommasse von ${}^{13}\text{N}$ beträgt $13,006 \text{ u}$.

- A) $A = 2 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$
 B) $A = 4 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$
 C) $A = 6 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$
 D) $A = 8 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$
 E) $A = 10 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$

$$A(t) = \frac{N_0}{\tau} \cdot e^{-t/\tau} \quad \text{bei } t=0: A = \frac{N_0}{\tau}$$

$$\tau = T_{1/2} / \ln(2)$$

$$N_0 = \frac{1,49 \cdot 10^{-9} \text{ kg}}{13,006 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 6,9 \cdot 10^{16} \rightarrow A = \frac{6,9 \cdot 10^{16}}{600 \text{ s} / \ln(2)} = 8 \cdot 10^{13} / \text{s}$$

35. Welche Energiemenge ΔE wird beim Zerfall eines ${}^{13}\text{N}$ - Kerns frei?

Hinweis: Nutzen Sie die genauen Werte für die Masse des ${}^{13}\text{N}$ - Atoms von $13,005738 \cdot \text{u}$ und die Masse des ${}^{13}\text{C}$ - Atoms von $13,003354 \cdot \text{u}$.

- A) $\Delta E = 4,2 \text{ MeV}$
 B) $\Delta E = 3,8 \text{ MeV}$
 C) $\Delta E = 3,2 \text{ MeV}$
 D) $\Delta E = 2,8 \text{ MeV}$
 E) $\Delta E = 2,2 \text{ MeV}$

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

$$= (13,005738 - 13,003354) \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2$$

$$= 3,562 \cdot 10^{-13} \text{ J} \quad | : 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$= 2226060 \text{ eV}$$

$$\approx 2,2 \text{ MeV}$$

Max Musterbauer

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