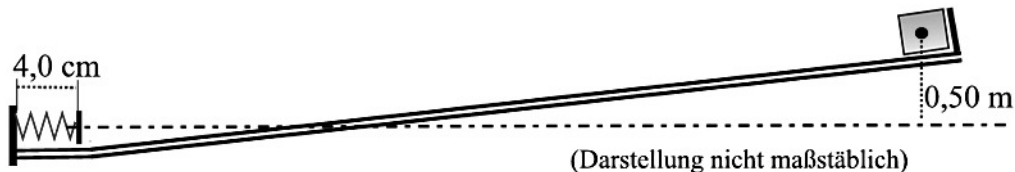


Pflichtaufgaben

Aufgabe P1 Energieumwandlungen in der Mechanik (15 BE)

Ein Körper der Masse $m = 0,050 \text{ kg}$ gleitet aus der Ruhe (Starthöhe $h = 0,50 \text{ m}$) eine geneigte Ebene hinab, trifft in der Horizontalen auf eine Schraubenfeder und bewegt sich nach deren Entspannung wieder die Ebene hinauf. Die zu untersuchende Bewegung endet, wenn der Körper erneut die Ruhelage ($v_E = 0$) erreicht hat.



1. Im idealen (reibungsfreien) Fall erreicht der Körper nach der Zeit t_1 wieder seine Ausgangsposition.
 - a) Teilen Sie den Bewegungsablauf in vier geeignete Abschnitte ein. Geben Sie für jeden Abschnitt die Bewegungsart und die Energieumwandlung an. Gehen Sie dabei auch auf die jeweilige Beschleunigung (ohne Rechnung) ein.

Skizzieren Sie (wiederum ohne Rechnung) das $s(t)$ – Diagramm dieser Bewegung für $0 \leq t \leq t_1$ und kennzeichnen Sie darin die Bewegungsabschnitte.
 - b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Körpers beim Auftreffen auf die Feder.
 - c) Die Feder (Länge $\ell = 4,0 \text{ cm}$) wird durch den auftreffenden Körper auf die Hälfte zusammengedrückt. Berechnen Sie daraus die Federkonstante D .

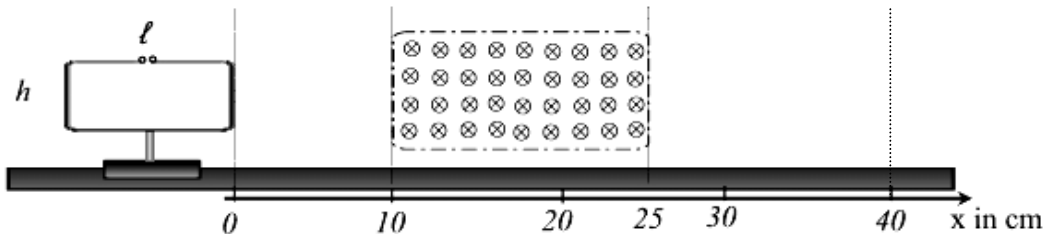
2. Im realen Fall werden während des oben beschriebenen Bewegungsablaufs etwa 10 % der mechanischen Gesamtenergie des Körpers in Wärme umgewandelt.
 - a) Berechnen Sie die Höhe, in welcher der Körper jetzt zur Ruhe kommt.
 - b) Beschreiben Sie den realen Bewegungsablauf im Vergleich mit der Idealisierung in der Teilaufgabe 1.a.

<i>Es ist weiterhin die Pflichtaufgabe P2 zu bearbeiten.</i>
--

Aufgabe P2 Magnetisches Feld

(10 BE)

Auf einer horizontalen Luftkissenbahn befindet sich ein Gleiter, auf dem eine rechteckige Leiterschleife (Länge $\ell = 10,0$ cm, Höhe $h = 5,0$ cm) montiert ist. Entsprechend der Skizze herrscht im markierten Bereich ein räumlich begrenztes, homogenes Magnetfeld mit der konstanten Flussdichte $B = 0,20$ T. Die Feldlinien weisen senkrecht zur Schleifenebene in die Zeichenebene hinein.



1. Der Gleiter bewegt sich mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 5,0 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ nach rechts. Die rechte Kante der Leiterschleife passiert zum Zeitpunkt $t = 0$ s die Nullmarke der Messstrecke.
 - a) Erklären Sie das Zustandekommen einer Induktionsspannung in der Leiterschleife während des beschriebenen Bewegungsablaufs vom Beginn bis zum Ende der Messstrecke bei $x = 40$ cm.
 - b) Berechnen Sie für jede Sekunde im Intervall $0 \leq t \leq 8$ s die Induktionsspannung an den Anschlüssen der Leiterschleife. Zeichnen Sie das $U(t)$ -Diagramm für dieses Intervall.
2. In einem zweiten Experiment sind die Anschlüsse der Leiterschleife leitend verbunden. Der Gleiter soll wieder mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 5,0 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ nach rechts bewegt werden.

In welchen Abschnitten ist für eine solche Bewegung eine zusätzliche Kraft erforderlich? Begründen Sie Ihre Entscheidung.

Berechnen Sie diese Kraft, wenn in der Schleife ein Strom der Stärke $I = 0,25$ mA fließt.

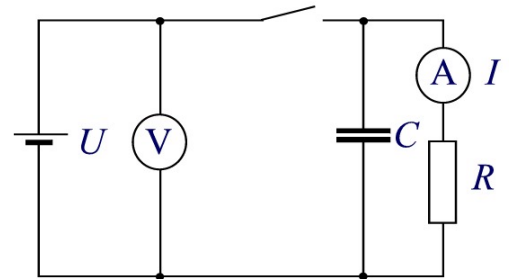
Wahlaufgaben A

Es ist eine der Aufgaben A1 oder A2 zu lösen.

Aufgabe A1 Experiment zur Entladung eines Kondensators (9 BE)

Die Gleichung $T_{1/2} = (\ln 2) \cdot R \cdot C$ beschreibt den Zusammenhang zwischen der Halbwertszeit $T_{1/2}$ eines Kondensators, seiner Kapazität C und dem Widerstand R des Stromkreises. Die Halbwertszeit ist die Zeit, in welcher der Anfangswert der Entladestromstärke I_0 auf die Hälfte abgeklungen ist.

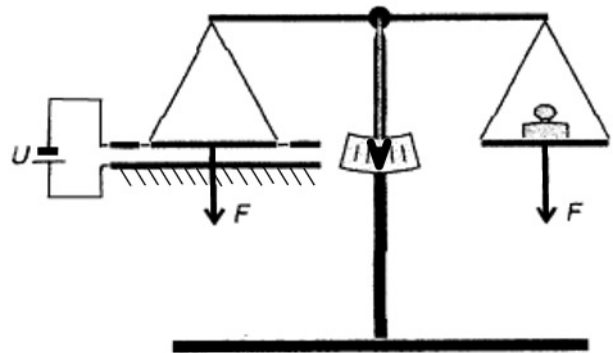
Die abgebildete Schaltung stellt die Ihnen bereitgestellte Versuchsanordnung dar, mit der Sie im Experiment die Gleichung für die Halbwertszeit bestätigen sollen. Die Werte für die Kapazität C und den Widerstand R finden Sie am Arbeitsplatz.



- a) Laden Sie den Kondensator in der Versuchsanordnung auf. Beobachten Sie das zeitliche Verhalten der Stromstärke im Entladestromkreis nach dem Öffnen des Schalters. Beschreiben Sie Ihre Beobachtung.
- b) Messen Sie mindestens fünfmal die Halbwertszeit $T_{1/2}$ bei der Ihnen am Messplatz vorgegebenen Spannung. Protokollieren Sie alle für den Versuch und die weitere Auswertung wichtigen Größen und ermitteln Sie die mittlere Halbwertszeit.
- c) Überprüfen Sie die Gültigkeit der Gleichung $T_{1/2} = (\ln 2) \cdot R \cdot C$ und formulieren Sie das Ergebnis.

Aufgabe A2 Bestimmung der elektrischen Feldkonstante (9 BE)

Die elektrische Feldkonstante ϵ_0 ist eine grundlegende Naturkonstante. Sie lässt sich mit einfachen Mitteln näherungsweise bestimmen. Die Abbildung zeigt die vereinfachte Darstellung einer so genannten Spannungswaage. Zunächst ist die anliegende Spannung Null und die Waage befindet sich im Gleichgewicht. Beim Anlegen einer Spannung kommt es zur Anziehung zwischen den Platten des Plattenkondensators. Die Kraft auf die obere an der Waage befestigte Platte lässt sich mit Hilfe der Waage bestimmen. Die Kraft des elektrischen Feldes auf jede Kondensatorplatte ergibt sich rechnerisch aus



$$F = \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot A \cdot \left(\frac{U}{d} \right)^2 .$$

Eine experimentelle Bestimmung der elektrischen Feldkonstante ϵ_0 wird somit möglich.

- Beschreiben Sie die Versuchsdurchführung.
- Für eine kreisförmige Kondensatorplatte ($r = 7,5 \text{ cm}$) wurden folgende Messwerte mit konstantem Plattenabstand ($d = 10,0 \text{ mm}$) aufgenommen.

U in kV	0,0	1,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
F in mN	0,0	0,8	3,1	4,9	7,0	9,6	12,5

Stellen Sie die Versuchsergebnisse in einem $F(U^2)$ – Diagramm dar und weisen Sie nach, dass die Beziehung $F \sim U^2$ gilt.

- Bestimmen Sie aus den Versuchsergebnissen die elektrische Feldkonstante ϵ_0 .
Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem Tabellenwert.

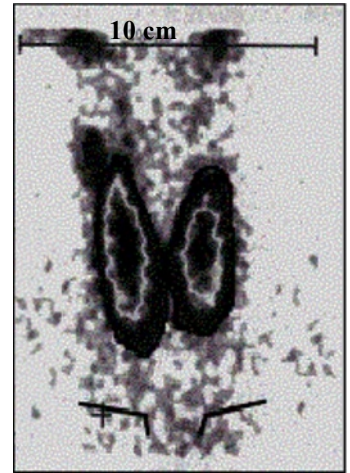
Wahlaufgaben B
Es ist eine der Aufgaben B1 oder B2 zu lösen.

Aufgabe B1 Anwendung radioaktiver Isotope (11 BE)

Zur medizinischen Untersuchung der Schilddrüse werden schon lange radioaktive Isotope eingesetzt. Dazu wird dem Patienten ein Präparat mit einer radioaktiven Lösung injiziert. Die radioaktiven Isotope werden in Abhängigkeit von der Stoffwechselaktivität vom Organgewebe aufgenommen und gespeichert.

Außerhalb des Körpers wird nun die vom Schilddrüsengewebe ausgehende Strahlung punktwise gemessen (gescannt) und über ein Computersystem dargestellt (s. nebenstehende Abbildung). Der Radiologe beurteilt aus einem solchen Szintigramm die Funktion des Organs.

Für diese Untersuchungen nahm man anfangs radioaktives Iod. Heute geht man immer mehr bei gleicher Aufgabenstellung zur Anwendung des radioaktiven Technetium Tc-99m über. In der folgenden Tabelle sind einige Eigenschaften der genannten Isotope enthalten.



	Iod 131	Tc 99m
Halbwertszeit	8,1 Tage	vgl. Messreihe
Strahlung	Beta	Gamma
Energie der Strahlung in keV	364	140
Anreicherungsverhältnis in den Zellen	10	1
maximale Anreicherung erreicht nach	Es gibt zeitlich kein Maximum.	15 min
Erzeugung	aufwändig in Kernreaktoren	relativ einfach mit Mo99/Tc99- Generator
Ausscheidung aus dem Körper	keine, wird in das Gewebe eingebaut	zur Hälfte nach 60 h (biologische Halbwertszeit)

- a) Nennen Sie technische Anforderungen an ein für die beschriebene Untersuchungsmethode geeignetes Strahlungsmessgerät.
- b) Geben Sie Gründe an, die für den verstärkten Einsatz von Technetium bei Schilddrüsenuntersuchung sprechen.

Folgende Messreihe wurde mit einer Tc-99m-Probeflösung aufgenommen.

Zeit t in h	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Aktivität A in kBq	450	357	283	225	179	142	113	89	71

- c) Bestimmen Sie die Halbwertszeit von Tc-99m.
- d) Berechnen Sie die Zerfallskonstante λ und geben Sie damit eine konkrete Gleichung des Zerfallsgesetzes für diese Probe an.
- e) Im Strahlenschutz bezeichnet man eine radioaktive Quelle als abgeklungen, wenn ihre Anfangsaktivität auf 0,1% gesunken ist.
 Welche Aktivität besitzt die Probe zu diesem Zeitpunkt?
 Schätzen Sie ab, zu welchem Zeitpunkt dies für die betrachtete Probe der Fall ist.

Aufgabe B2 Das Wasserstoffspektrum

(11 BE)

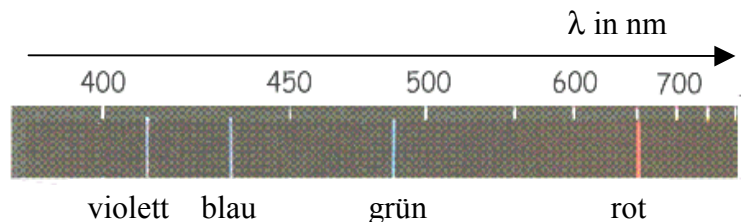
1. a) Beschreiben Sie den Aufbau des Wasserstoffatoms mit dem BOHRschen Atommodell.
- b) Dem Wasserstoffatom werden unter anderem die folgenden Energieniveaus zugeordnet.

Energieniveau	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
E in 10^{-19} J	-21,7	-5,43	-2,43	-1,36	-0,87

Zeichnen Sie maßstäblich das Energieniveauschema.

2. Im Spektrum des atomaren Wasserstoffs beobachtet man vier Linien der sogenannten BALMER-Serie.

Linie	λ in nm
H_α	656
H_β	486
H_γ	434
H_δ	410



Wie nennt man ein solches Spektrum?

Erklären Sie das Zustandekommen dieses Spektrums und zeigen Sie rechnerisch für eine der Linien die Beziehung zu den Energieniveaus.

3. Erklären Sie prinzipiell das Zustandekommen eines Interferenzbildes auf einem Schirm beim Lichtdurchgang durch einen Doppelspalt anhand einer sauberen Skizze.
4. Zur Untersuchung des Spektrums leuchtender Gase kann die unten dargestellte Versuchsanordnung genutzt werden.

Skizzieren Sie die Farbzunordnung des vollständigen Beobachtungsbildes, das sich in dieser Versuchsanordnung für die beiden Maxima erster Ordnung des Lichts einer mit Wasserstoff gefüllten Spektralröhre ergibt. Begründen Sie die Farbzunordnung.

