

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT



Abitur 2004
April/Mai 2004

Physik
(Leistungskurs)

Einlesezeit: 30 Minuten
Arbeitszeit: 300 Minuten

Thema 1

Anwendung von Erhaltungssätzen

Thema 2

Felder

Thema 3

Physik des Autos

Thema 1: Anwendung von Erhaltungssätzen

1 Erhaltungssätze in der Physik

- 1.1 Nennen Sie den Energieerhaltungssatz der Mechanik, den Impulserhaltungssatz und den Drehimpulserhaltungssatz und erläutern Sie diese an je einem geeigneten Beispiel.
- 1.2 Bei einem Experiment stößt ein Körper mit der Geschwindigkeit v_1 auf einen ruhenden Körper gleicher Masse. Die Körper wurden jeweils so gewählt, dass nur vollkommen elastische bzw. vollkommen unelastische gerade, zentrale Stöße stattfinden können.
Es wird behauptet, dass die Angaben in der Tabelle Messwerte dieser Stoßvorgänge sind.

Teilexperiment	Geschwindigkeiten			
	vor dem Stoß		nach dem Stoß	
	v_1 in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	v_2 in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	u_1 in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	u_2 in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
1	10	0	6	8
2	10	0	5	5
3	10	0	0	10
4	10	0	4	6
5	10	0	8	8

Untersuchen Sie, ob bei jedem Teilexperiment der Energieerhaltungssatz der Mechanik und der Impulserhaltungssatz erfüllt sind.

Welche der Angaben können demzufolge keine Messwerte sein? Begründen Sie Ihre Aussagen.

2 Rangieren mithilfe des Ablaufberges

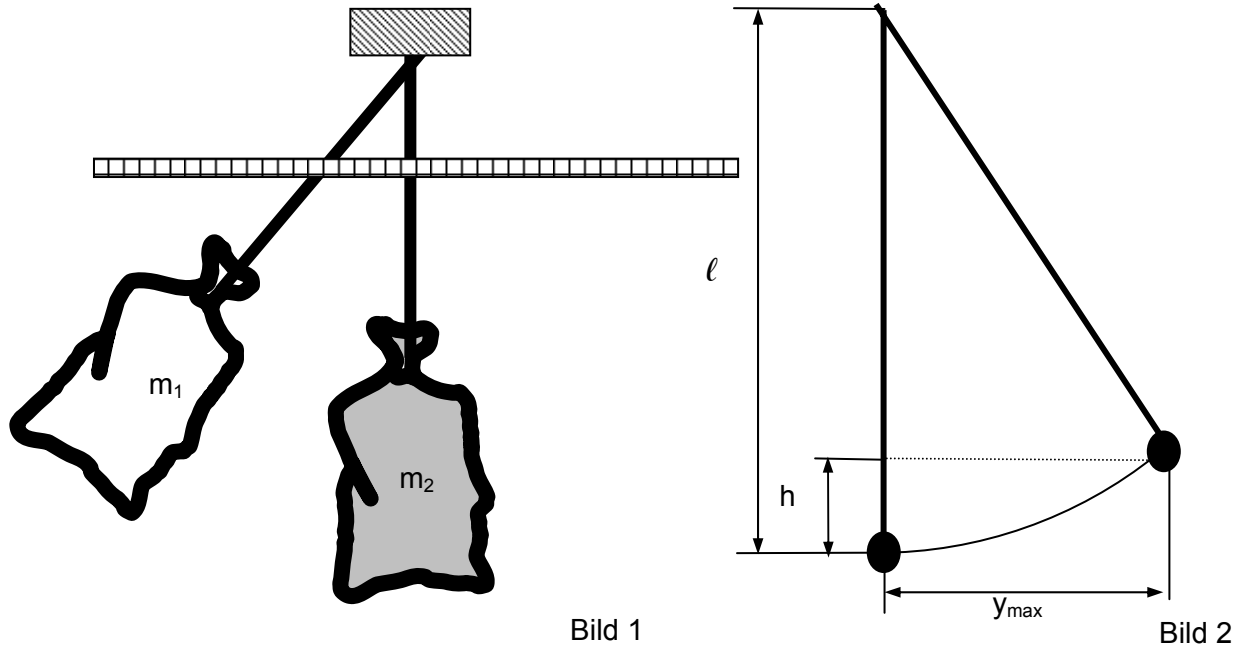
Auf einem Güterbahnhof läuft ein Waggon der Masse $m_1 = 40 \text{ t}$ mit einer Anfangsgeschwindigkeit von $v = 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ einen $h = 1,80 \text{ m}$ hohen, $\ell = 50 \text{ m}$ langen Ablaufberg hinab. Anschließend bewegt er sich auf einer horizontalen Strecke $s = 210 \text{ m}$ weiter, und stößt an deren Ende auf einen dort haltenden Waggon der Masse $m_2 = 55 \text{ t}$, wobei die Kupplung einrastet. Die Reibungszahl für die gesamte Strecke beträgt vom Losfahren bis zum Ankoppeln $\mu = 0,0060$. Berücksichtigen Sie für die Rotationsenergie der Räder pro Waggon $6,0 \%$ der kinetischen Energie der Translation.

Beschreiben Sie die Vorgänge mithilfe der Erhaltungssätze.

Berechnen Sie die Geschwindigkeit der beiden Waggonen unmittelbar nach dem Ankoppeln.

3 Geschwindigkeit eines Körpers beim unelastischem Stoß (Aufgabe mit Experiment)

Im Bild 1 ist ein Experiment skizziert, mit dem die Geschwindigkeit v_1 eines Körpers vor dem Stoß mithilfe eines Stoßpendels experimentell ermittelt werden kann. Bild 2 stellt eine Prinzipskizze des obengenannten Stoßes nach der Wechselwirkung dar.



- 3.1 Zeigen Sie ausgehend von Erhaltungssätzen unter Einbeziehung von Bild 2 und der Schwingungsgleichung des Fadenpendels $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ sowie der Bedingung, dass der gestoßene Körper der Masse m_2 vor dem Stoß in Ruhe ist, dass für dieses Experiment folgende Gleichung gilt:

$$v_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_1} \cdot y_{\max} \cdot \frac{2\pi}{T}.$$

Hinweis:

Für kleine Auslenkungen ist der Summand h^2 in der Herleitung der obigen Gleichung zu vernachlässigen.

- 3.2 Bestimmen Sie mit der von der Lehrkraft bereitgestellten Experimentieranordnung die Geschwindigkeit des stoßenden Körpers unmittelbar vor dem Stoß.

Vergleichen Sie den experimentell ermittelten Wert für v_1 mit dem aus dem Energieerhaltungssatz errechneten Wert. Begründen Sie mögliche Abweichungen.

Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an.

4 Der Franck-Hertz-Versuch

Die Physiker James Franck und Gustav Hertz untersuchten das Stoßverhalten von Elektronen mit Gasatomen.

- 4.1 Beschreiben Sie den Aufbau und die Durchführung des Franck-Hertz-Versuches.
- 4.2 Bei solchen Experimenten mit einer quecksilbergefüllten Röhre, die in einem Heizofen unterschiedlich stark erhitzt wurde, wurden bei unterschiedlichen Temperaturen die dargestellten Kurven mit einem Schreiber aufgenommen (Bild 3 und Bild 4).

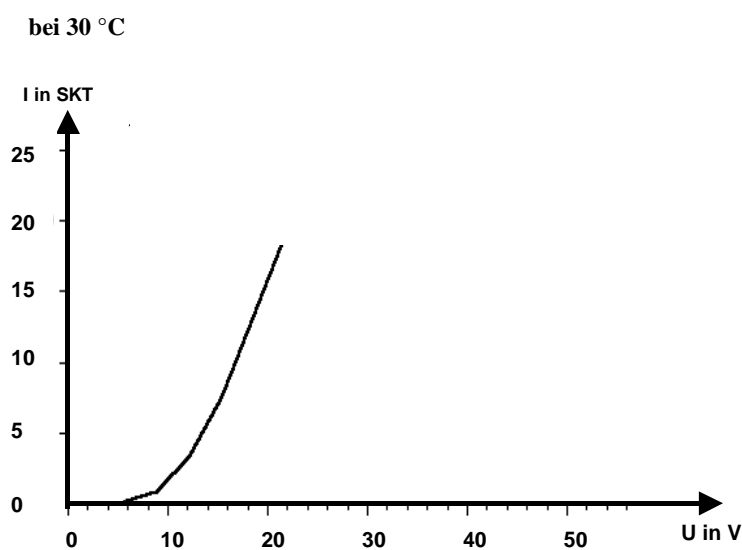


Bild 3

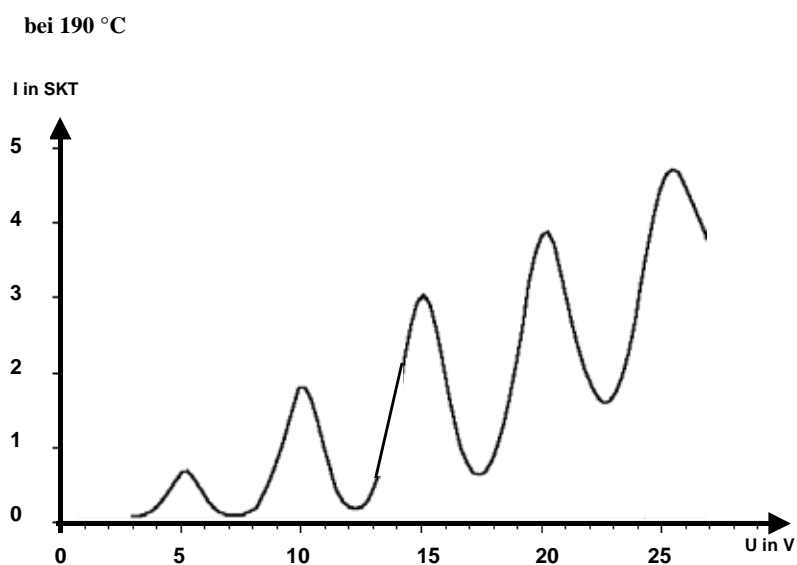


Bild 4

(SKT: Skalenteile)

Beschreiben und erklären Sie den jeweiligen Kurvenverlauf.

Thema 2: Felder

1 Felder – Physikalische Grundlagen (Themaufgabe)

Stellen Sie in einer sprachlich geschlossenen und zusammenhängenden Form die Grundlagen zeitlich unveränderlicher physikalischer Felder als Teil der physikalischen Realität dar.

Wählen Sie dazu entweder Gravitationsfelder und elektrische Felder **oder** Gravitationsfelder und magnetische Felder aus, die Sie u. a. mithilfe von Analogiebetrachtungen in die Erörterung einbeziehen.

Zur Darstellung der beiden Felder gehören insbesondere folgende Schwerpunkte:

- Feldbegriff,
- Erzeugung der Felder,
- Feldformen,
- Nachweis der Felder,
- Beschreibung der Felder,
- Materie im Feld,
- Feldenergie.

2 Bewegte Ionen in Feldern

In einem räumlichen kartesischen Koordinatensystem (Bild 1) bewegen sich einfach geladene, positive Neon-Ionen (Ne^+) der Masse $m_{\text{Ne}} = 3,34 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ zunächst gleichförmig entlang der x-Achse in negativer Richtung. Sie gelangen im Punkt A in einen Raum, in dem ein scharf begrenztes elektrisches sowie magnetisches Feld einzeln oder zusammen eingeschaltet werden können. Die Ionen besitzen in A die Anfangsgeschwindigkeit v_A und treffen auf einen Schirm S, der sich im Abstand $\ell = 0,20 \text{ m}$ in der y-z-Ebene befindet.

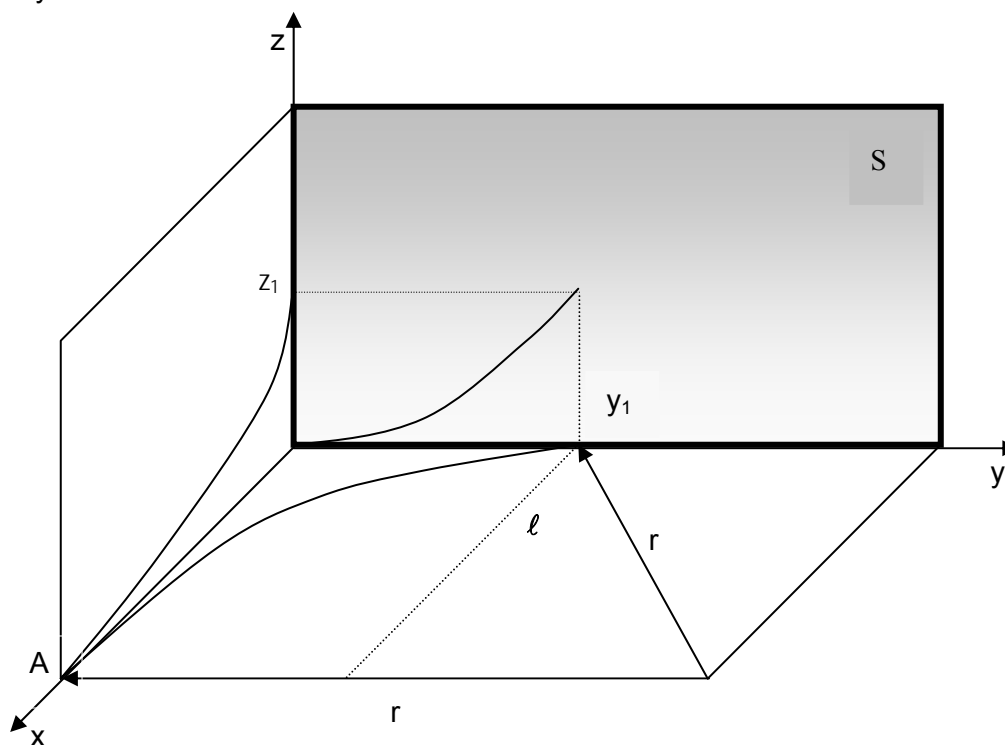


Bild 1

- 2.1 Zunächst wird nur ein homogenes elektrisches Feld eingeschaltet, dessen Feldstärke $E = 160 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ beträgt. Der Feldstärkevektor \vec{E} zeigt in Richtung der positiven z-Achse.

Unter Vernachlässigung der Gravitationswirkung auf einfach geladene Ionen gilt all-

gemein für die Ablenkung auf dem Schirm:
$$z = \frac{e \cdot E \cdot \ell^2}{2 \cdot m \cdot v_A^2}$$

Leiten Sie diese Gleichung her.

Berechnen Sie für die Ne^+ -Ionen die Ablenkung auf dem Schirm z_1 bei einer Anfangsgeschwindigkeit von $v_A = 2,0 \cdot 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Unter welchem Winkel gegen die x-Achse treffen sie auf den Schirm?

Begründen Sie rechnerisch, dass die Vernachlässigung der Gravitationskraft gerechtfertigt ist.

- 2.2 Das elektrische Feld wird nun so durch ein homogenes magnetisches Feld der Flussdichte $B = 10,0 \text{ mT}$ ersetzt, dass die Ionen in Richtung der positiven y-Achse abgelenkt werden (Bild 1).

Erklären Sie, warum sich die Ionen auf einer Kreisbahn bewegen und berechnen Sie den Radius r dieser Kreisbahn. (Ergebnis zur Kontrolle: $r = 0,417 \text{ m}$)

Geben Sie die Richtung des Flussdichtevektors \vec{B} in Bild 1 an und berechnen Sie die Ablenkung y_1 dieser Ionen auf dem Schirm. (Ergebnis zur Kontrolle: $y_1 = 0,051 \text{ m}$)

- 2.3 Zur Messung der magnetischen Flussdichte B wird eine Hall-Sonde benutzt (Bild 2).

Übertragen Sie Bild 2 auf Ihr Lösungsblatt, und ergänzen Sie diese Zeichnung durch eine Schaltung für die Hall-Sonde. Erläutern Sie den Hall-Effekt mithilfe dieser Zeichnung.

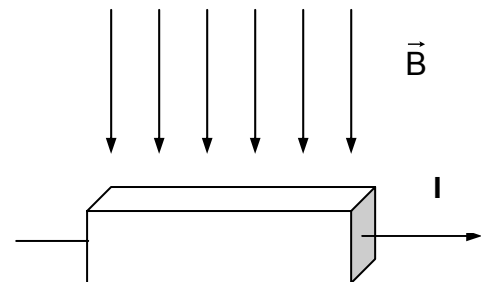


Bild 2

2.4 Nachfolgend sind die Felder aus den Teilaufgaben 2.1 und 2.2 gleichzeitig eingeschaltet. Es kommt zur ungestörten Überlagerung der Felder (Superposition).

2.4.1 Für die Ablenkung in y-Richtung gilt näherungsweise: $y = \frac{e \cdot B \cdot \ell^2}{2 \cdot m \cdot v_A}$.

Die Anfangsgeschwindigkeit v_A wird schrittweise erhöht:

v_A in 10^4 ms^{-1}	1,5	2,0	3,0	5,0	8,0
---------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Berechnen Sie die Koordinaten der Auftreffpunkte der Neon-Ionen für die verschiedenen Anfangsgeschwindigkeiten und zeichnen Sie die Punkte in ein Koordinatensystem ein, das sich in der Schirmebene S befindet.

Zeigen Sie rechnerisch, dass die Punkte auf einer Parabel liegen.

Die Neon-Ionen werden bei gleichen Anfangsgeschwindigkeiten durch einfach geladenen Argon-Ionen mit $m_{\text{Ar}} = 2 m_{\text{Ne}}$ ersetzt.

Skizzieren Sie für die Argon-Ionen die zugehörige Parabel im selben Koordinatensystem.

2.4.2 Begründen Sie, dass verschiedene einfach positiv geladene Ionen mit gleicher kinetischer Energie im Punkt A den Schirm auf einer Geraden parallel zur y-Achse treffen. Zeichnen Sie die zur kinetischen Energie $E_{\text{kin}} = 32 \text{ eV}$ gehörende Parallele in das vorhandene Koordinatensystem ein.

Thema 3: Physik des Autos

1 Induktive und kapazitive Widerstände im Auto

- 1.1 Die Aufgabe einer Zündspule ist es, die vorhandene Niederspannung der elektrischen Anlage in die erforderliche Hochspannung umzuwandeln.

Leiten Sie aus dem Induktionsgesetz die Gleichung zur Berechnung der Induktivität einer Spule her. Nutzen Sie diese Gleichung zur Erläuterung einer prinzipiellen Möglichkeit der Erzeugung einer hohen Zündspannung.

Eine Zündspule hat einen Eisenkern mit $\mu_r = 2000$ und $N = 15000$ Windungen. Die Länge der Spule beträgt $\ell = 5,0$ cm und die Querschnittsfläche $A = 3,0$ cm². In einem Experiment wurde festgestellt, dass sich innerhalb von 2 ms die Stromstärke annähernd linear um 14 mA ändert.

Berechnen Sie die induzierte Spannung.

- 1.2 Bei elektrischen Schaltvorgängen können unerwünschte Funken entstehen. Um die negative Wirkung zu vermindern, werden in den Stromkreis Kondensatoren eingebaut. Im folgenden Versuch soll die Wirkung von Kondensatoren untersucht werden. In Schaltung 2 (Bild 2) wird eine zusätzliche Wechselspannung angelegt, die eine Störung simulieren soll.

Vergleichen Sie die Helligkeit der Lampen gleicher Bauart L_1 und L_2 in Schaltung 1 (Bild 1) und anschließend in Schaltung 2 (Bild 2). Begründen Sie Ihre Aussagen.

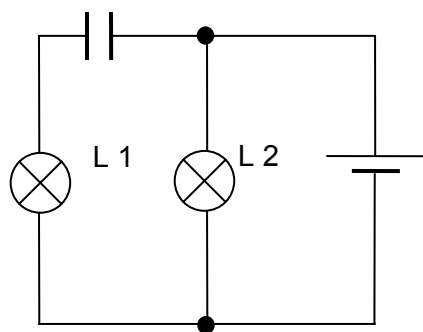


Bild 1

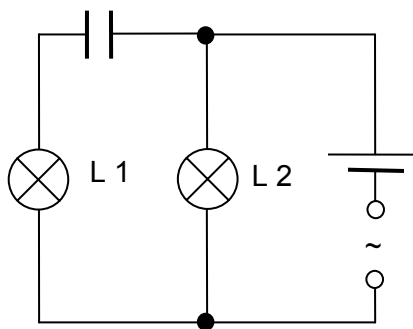


Bild 2

- 1.3 Ein ausgebauter Entstörkondensator wurde über einen Widerstand von $R = 1$ k Ω entladen. Zu Beginn lag an dem Kondensator eine Spannung von $U_0 = 23,4$ V an. Nach 10 s wurde eine Spannung von $U_1 = 2,79$ V gemessen. Die Entladung eines Kondensators über einen konstanten Widerstand wird mit folgenden Gleichungen beschrieben: $U(t) = U_0 \cdot e^{-\left(\frac{t}{R \cdot C}\right)}$ und $I(t) = I_0 \cdot e^{-\left(\frac{t}{R \cdot C}\right)}$.

Berechnen Sie aus den gemessenen Größen die Kapazität des Kondensators und die gespeicherte Ladung zu Beginn. (Ergebnis zur Kontrolle: $C = 4700$ μ F)

Zeichnen Sie das zugehörige $U(t)$ -Diagramm.

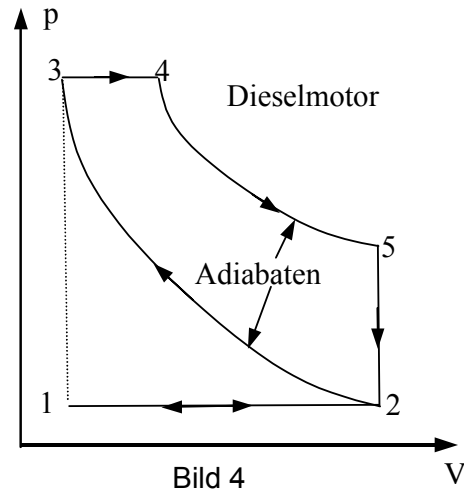
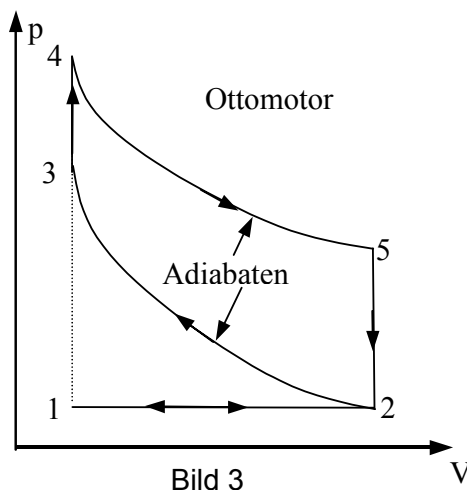
Zeichnen Sie in dasselbe Koordinatensystem eine zweite Entladekurve für einen doppelt so großen Widerstand R .

Berechnen Sie, nach welcher Zeit für $R = 1 \text{ k}\Omega$ gilt: $U = \frac{1}{2} \cdot U_0$.

2 Verbrennungsmotoren

2.1 Beschreiben Sie den prinzipiellen Aufbau und erläutern Sie die prinzipielle Wirkungsweise des Viertakt-Ottomotors oder des Viertakt-Dieselmotors.

2.2 Vereinfacht können die realen Prozesse von Verbrennungsmotoren durch ideale Kreisprozesse ersetzt werden (Bild 3 bzw. Bild 4).



Nennen Sie die im $p(V)$ -Diagramm im Bild 3 oder im Bild 4 dargestellten Zustandsänderungen und wenden Sie jeweils den 1. Hauptsatz der Thermodynamik darauf an.

Erläutern Sie, wie man aus einem solchen $p(V)$ -Diagramm die Nutzarbeit pro Umlauf näherungsweise ermitteln kann.

2.3 In einem Zylinder herrscht während des 3. Taktes zu dem im Bild 5 dargestellten Zeitpunkt ein Druck von $p = 10,8 \text{ bar}$.

Für den Zylinder gelten folgende Daten:

- Kolbendurchmesser: $d = 82,5 \text{ mm}$
- Länge der Pleuelstange: $\ell = 140 \text{ mm}$
- Kurbelwellenradius: $r_K = 35 \text{ mm}$
- Winkel: $\alpha = 60^\circ$

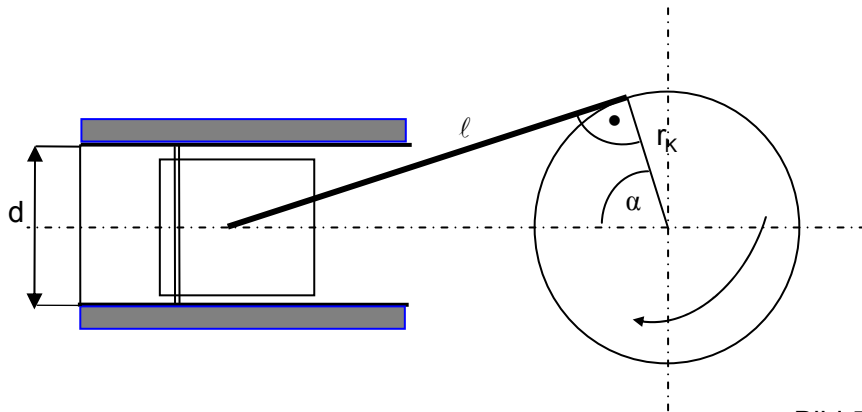


Bild 5

Berechnen Sie das Drehmoment, welches an der Kurbelwelle entsteht.

3 Boxenstopp

Bei einem Formel-1-Rennen befindet sich ein Rennwagen 1 beim Tankstopp, welcher vom Ende der Einfädellinie 140 m entfernt ist. Im Moment des Losfahrens dieses Rennwagens befindet sich ein weiterer Rennwagen 2, der eine konstante Geschwindigkeit von $300 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ hat, genau 350 m vor dem Ende der Einfädellinie (Bild 6).

Vereinfacht kann angenommen werden, dass ein Rennwagen der Formel 1 aus dem Stand innerhalb von zwei Sekunden seine Beschleunigung gleichmäßig auf $11,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ erhöhen und diesen Wert noch weitere vier Sekunden halten kann.

Entscheiden Sie durch Rechnung, ob der Rennwagen 1 vor dem Rennwagen 2 das Ende der Einfädellinie passiert.

(Ergebnis zur Kontrolle: Geschwindigkeit nach zwei Sekunden $v_1 = 11,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Zeichnen Sie das $v(t)$ -Diagramm für den Rennwagen 1.

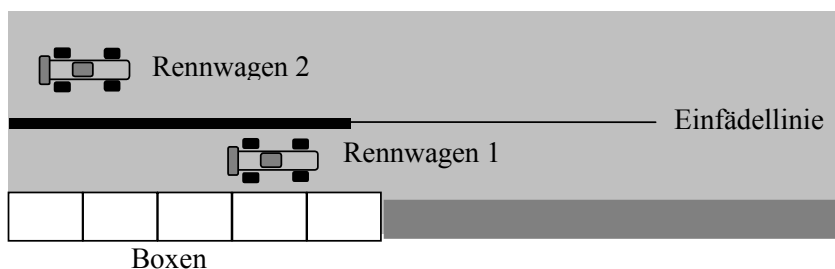


Bild 6

Thema 1: Anwendung von Erhaltungssätzen

Aufgabe 1	BE
	20

- 1.1 Nennen des Energieerhaltungssatzes der Mechanik, des Impulserhaltungssatzes, des Drehimpulserhaltungssatzes und Erläutern an je einem Beispiel
- 1.2 Für alle fünf Experimente gilt mit $m_1 = m_2$:

Experiment	Energieerhaltungssatz der Mechanik	Impulserhaltungssatz	als Messwerte realistisch
1	erfüllt	nicht erfüllt	nein
2	nicht erfüllt	erfüllt	ja
3	erfüllt	erfüllt	ja
4	nicht erfüllt	erfüllt	nein
5	nicht erfüllt	nicht erfüllt	nein

Begründungen

Aufgabe 2	16
------------------	-----------

Anfang des Ablaufberges – A ; Ende des Ablaufberges – B ; Ankoppeln in – C
 von A nach B: $E_{kin A} + E_{pot A} + E_{rot A} = E_{kin B} + E_{rot B} + W_{reib AB}$
 von B nach C: $E_{kin B} + E_{rot B} = E_{kin C} + E_{rot C} + W_{reib BC}$
 in C: $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u$,

Eingehen auf Federspannarbeit
 $v_B = 5,27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 $v_C = 2,11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 $u = 0,89 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Aufgabe 3	20
------------------	-----------

- 3.1 Zeigen, dass die Gleichung gilt
- 3.2 Durchführen und Auswerten des Experiments; Vergleich und Begründung

Aufgabe 4	14
------------------	-----------

- 4.1 Beschreiben des Aufbaus und der Durchführung
- 4.2 Beschreiben und Erklären der jeweiligen Kurvenverläufe

Thema 2: Felder

	BE
Aufgabe 1	25
Darstellung	
Aufgabe 2	45
2.1 Herleitung Schirmablenkung: $z_1 = 0,038 \text{ m}$ Winkel gegen die x-Achse, z. B.: $\tan \alpha = z'(\ell)$; $\alpha = 21^\circ$ rechnerische Begründung, z. B.: Vergleich der Feldkräfte	
2.2 Erklärung der Kreisbahn Radius: $F_R = F_L$; $r = 0,417 \text{ m}$ Richtung von \vec{B} : positive z-Richtung Schirmablenkung: $(r-y_1)^2 + \ell^2 = r^2$; $y_1 = 0,051 \text{ m}$	
2.3 Schaltung für die Hall-Sonde Erläuterung des Hall-Effekts	
2.4.1 Berechnung der Koordinaten der Auftreffpunkte der Neon-Ionen Zeichnen der Punkte für Neon im y-z-Koordinatensystem rechnerischer Nachweis, dass die Punkte auf einer Parabel liegen Skizzieren der Parabel für Argon im selben Koordinatensystem	
2.4.2 Begründung der Parallelität Parallele zur y-Achse für $E_{\text{kin}} = 32 \text{ eV}$: $z = 0,05 \text{ m}$	

Thema 3: Physik des Autos

		BE
Aufgabe 1		22
1.1	$U_{\text{ind}} = -N \frac{d\Phi}{dt} = -N \frac{A \cdot dB}{dt}, \quad B = \mu_0 \cdot \mu_r \frac{N \cdot I}{\ell}$ $L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N^2 \cdot A}{\ell}$ $U_{\text{ind}} = -L \cdot \frac{dI}{dt}$ <p>Erläuterung</p> $U_{\text{ind}} = 23,7 \text{ kV}$	
1.2	<p>Bild 1: L 1 leuchtet nicht L 2 leuchtet Begründung</p> <p>Bild 2: L 1 leuchtet L 2 leuchtet, aber stärker als L 1 Begründung</p>	
1.3	<p>$C = 4700 \mu\text{F}$ $Q = 0,11 \text{ C}$ Diagramm Graph für zweite Entladekurve</p> <p>Herleitung: $t = R \cdot C \cdot \ln 2 \quad t = 3,26 \text{ s}$</p>	
Aufgabe 2		22
2.1	Beschreibung des Aufbaus und Erläuterung der Wirkungsweise	
2.2	Nennen der Zustandsänderungen und Anwenden des 1. Hauptsatzes Erläuterung der Ermittlung der Nutzarbeit	
2.3	$M = p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot r_K \cdot \sin \alpha \quad M = 175 \text{ Nm}$	

Aufgabe 3**26**

Rennwagen 1:

$$v_1 = \frac{1}{2} k \cdot t_1^2 \quad \text{mit } k = 5,75 \text{ m} \cdot \text{s}^{-3} \quad v_1 = 11,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$s_1 = \frac{1}{6} k \cdot t_1^3 \quad s_1 = 7,67 \text{ m}$$

$$\text{z. B.: aus } s = \frac{a}{2} \cdot t_2^2 + v_1 \cdot t_2 + s_1 \quad (1)$$

$$\text{folgt } t_2 = -\frac{v_1}{a} + \frac{\sqrt{v_1^2 + 2a \cdot (s - s_1)}}{a} = 3,9 \text{ s}$$

und damit $t_{\text{ges}} = 5,9 \text{ s}$,

Rennwagen 2:

$$t_{\text{ges}} = \frac{s}{v_{\text{RW2}}} = 4,2 \text{ s.}$$

Diagramm