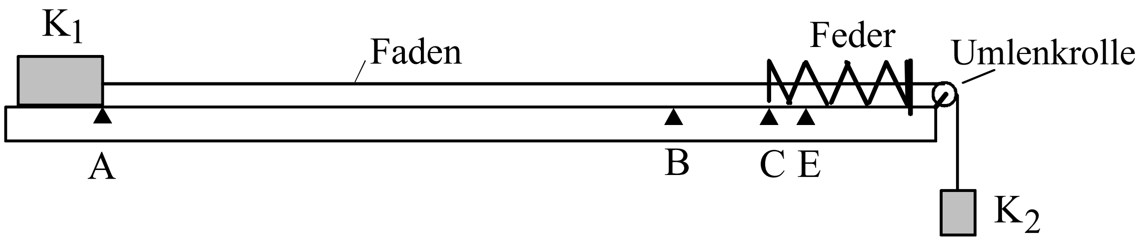
# 2004 A I

1.0 


Ein Holzklotz $K_1$ mit der Masse $m_1 = 350\,g$ befindet sich auf einer horizontalen Unterlage und is
B erreicht, setzt der Körper $K_2$ auf dem Boden auf. Der Holzklotz bewegt sich weiter nach rechts und stößt im Punkt C auf das freie Ende einer horizontal angeordneten Schraubenfeder. Bei der maximalen Stauchung der Feder erreicht die Vorderkante des Holzklotzes gerade den Punkt E.

Bei der Bewegung von A nach E ist die Reibungszahl $\mu$ für die Reibung zwischen dem Holzklotz und der Unterlage konstant und beträgt $\mu = 0{,}18$.

Die Massen von Faden, Feder und Umlenkrolle sowie die Reibung im Rollenlager sind in den folgenden Aufgaben zu vernachlässigen.

1.1.0 Während der Bewegung auf der Strecke $[AB]$ nimmt der Betrag v der Momentangeschwindigkeit $\vec{v}$ des Holzklotzes zu. Es soll experimentell untersucht werden, welcher Zusammenhang dabei zwischen v und der Länge s der vom Holzklotz zurückgelegten Wegstrecke besteht.

Bei der Durchführung des Versuches erhält man folgende Messwerte:

| s in m | 0,20 | 0,40 | 0,60 | 0,80 |
|---|---|---|---|---|
| v in $\frac{m}{s}$ | 0,39 | 0,55 | 0,68 | 0,78 |

1.1.1 Erläutern Sie, wie der Betrag v der Momentangeschwindigkeit, die der Holzklotz nach Durchlaufen einer Strecke der Länge s besitzt, experimentell bestimmt werden kann.

1.1.2 Zeigen Sie durch graphische Auswertung der Messreihe, dass folgende Gleichung gilt:

$$v^2 = k \cdot s\,,$$

wobei k konstant, d.h. unabhängig von s ist.

1.2.0 Der Holzklotz bewegt sich auf der Strecke $[AB]$ mit der konstanten Beschleunigung $\vec{a}_1$.

1.2.1 Bestimmen Sie mit Hilfe des Diagramms von Teilaufgabe 1.1.2 den Betrag $a_1$ dieser Beschleunigung $\vec{a}_1$.

$\left[\text{Ergebnis}: a_1 = 0{,}38\,\frac{m}{s^2}\right]$

1.2.2 Berechnen Sie die Masse $m_2$ des Körpers $K_2$.

1.3 Bei der Bewegung von B nach E nimmt der Betrag der Geschwindigkeit des Holzklotzes ab.

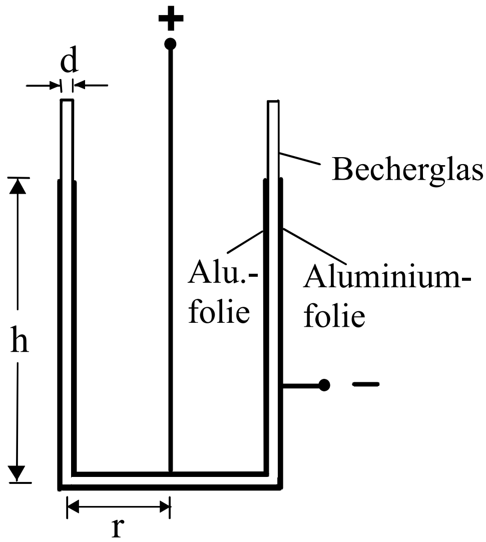
Begründen Sie, dass der Betrag der Beschleunigung (Verzögerung) bei der Bewegung von B nach C konstant ist, dagegen bei der Bewegung von C nach E ständig anwächst.

1.4.0 Im Punkt C stößt der Holzklotz mit der Geschwindigkeit $\vec{v}_C$ auf das freie Ende der Feder mit der Federkonstanten $D = 16\,\frac{N}{m}$. Nun wird die Feder gestaucht. Die maximale Stauchung der Feder beträgt $s_{max} = 3{,}6\,cm$.

1.4.1 Berechnen Sie den Betrag $v_C$ der Geschwindigkeit $\vec{v}_C$.

1.4.2 Untersuchen Sie, ob sich der Holzklotz, nachdem er den Punkt E erreicht hat, wieder in Richtung Punkt C bewegt.

2.0 In der Frühzeit der Erforschung der Elektrizität (um 1750) konnte man elektrische Energie nur in so genannten "Leidener Flaschen" speichern. Eine Leidener Flasche ist ein zylindrisches Becherglas, das innen und außen mit Aluminiumfolie beklebt ist. Es stehen sich also wie bei einem Plattenkondensator zwei gegeneinander isolierte Metallflächen gegenüber; der "Plattenabstand" ist gleich der Dicke des Glases. Wegen der geringen Dicke des Glases sind die Flächeninhalte der inneren und der äußeren Aluminiumfolie als gleich groß anzusehen. Der kreisförmige Boden einer Leidener Flasche hat den Radius $r = 4{,}3\,\text{cm}$. Der Boden ist vollständig, die zylindrische Wand bis zur Höhe $h = 20{,}0\,\text{cm}$ innen und außen mit Aluminiumfolie beklebt. Die Glasdicke beträgt $d = 2{,}5\,\text{mm}$, die Dielektrizitätszahl der Glassorte $\varepsilon_r = 8{,}0$. Siehe nebenstehende, nicht maßstabsgetreue Skizze. In allen Punkten des elektrischen Feldes zwischen den beiden Aluminiumfolien soll der Betrag der elektrischen Feldstärke gleich groß sein.




2.1 Berechnen Sie die Kapazität C dieser Leidener Flasche.
$[\text{Ergebnis}: C = 1{,}7\,\text{nF}]$

2.2 Unter der "Durchschlagsfestigkeit" versteht man die maximale elektrische Feldstärke $E_{max}$, bei der ein Dielektrikum gerade noch isoliert.
Für Glas wird die Durchschlagsfestigkeit mit $E_{max} = 30 \cdot 10^6\,\frac{\text{V}}{\text{m}}$ angesetzt.
Berechnen Sie die Spannung $U_{max}$, die höchstens an die Leidener Flasche angelegt werden kann, und die Ladung $Q_{max}$, welche die Leidener Flasche bei dieser Spannung $U_{max}$ speichert.

2.3.0 Monozellen werden als Stromquellen für Gleichstromkreise verwendet. In den folgenden Teilaufgaben wird untersucht, ob sich eine Leidener Flasche ebenfalls als Stromquelle eignet. Die in 2.0 beschriebene Leidener Flasche wird auf die Spannung $U_0 = 6{,}0\,\text{kV}$ aufgeladen.

2.3.1 Einer Monozelle mit der Spannung $U_M = 1{,}5\,\text{V}$ entnimmt man während der Betriebsdauer $t_B = 25\,\text{h}$ einen konstanten Strom der Stärke $I_M = 0{,}12\,\text{A}$.
Bestimmen Sie, um welchen Faktor die aus der Monozelle entnommene Energie größer ist als die in der Leidener Flasche bei der Spannung $U_0 = 6{,}0\,\text{kV}$ gespeicherte elektrische Energie.

2.3.2 Die Leidener Flasche wird ab dem Zeitpunkt $t_0 = 0\,\text{s}$ über einen ohmschen Widerstand $R = 80\,\Omega$ entladen. Vor dem Entladevorgang ist besitzt die Leidener Flasche bei der Spannung $U_0 = 6{,}0\,\text{kV}$ die Ladung $Q_0$. Die Abhängigkeit der Ladung Q der Leidener Flasche von der Zeit t wird durch die Gleichung $Q(t) = Q_0 \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$ für $t \geq 0\,\text{s}$ beschrieben.
Berechnen Sie den Betrag der Stromstärke I für den Zeitpunkt $t_0 = 0\,\text{s}$ und den Zeitpunkt $t_E$, zu dem die Ladung der Leidener Flasche und somit auch die Stromstärke um 99% abgenommen hat.