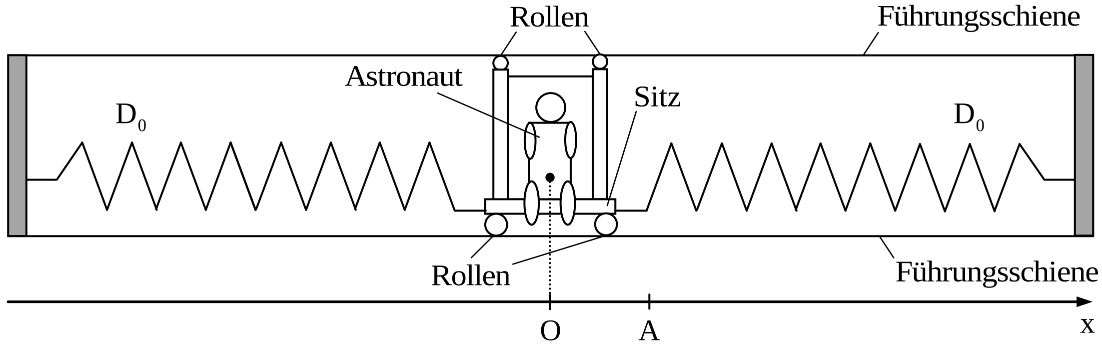
2012 A II Angabe

BE		
	1.0	Die Raumstation ISS ist das zurzeit größte künstliche Flugobjekt im Erdorbit. Ihre mittlere Flughöhe über der Erdoberfläche beträgt $h = 350\,\text{km}$. Für die folgenden Aufgaben soll angenommen werden, dass sich die ISS antriebslos auf einer Kreisbahn um die Erde bewegt. Die Erde hat die Masse $m_E = 5{,}977 \cdot 10^{24}\,\text{kg}$ und den Radius $r_E = 6{,}368 \cdot 10^6\,\text{m}$.
5	1.1	Leiten Sie aus dem Gravitationsgesetz ein Formel her, mit der sich der Betrag v der Bahngeschwindigkeit der Raumstation ISS aus den unter 1.0 gegebenen Größen berechnen lässt. Berechnen Sie v mit dieser Formel.
3	1.2	Die Raumstation benötigt für einen vollen Umlauf die Zeit T. Berechnen Sie T in der Einheit Stunden.
4	1.3	Die Masse eines Astronauten wird auf der Erde mithilfe einer Balkenwaage gemessen. Zu den regelmäßigen medizinischen Kontrolluntersuchungen an Bord der Raumstation gehört es auch, dass immer wieder die Masse der Astronauten bestimmt wird. Erläutern Sie, warum an Bord der Raumstation die Masse des Astronauten nicht mit einer Balkenwaage bestimmt werden kann.
	1.4.0	Die untenstehende Skizze zeigt ein Anordnung („Astronautenwaage“), mit der die Masse m eines Astronauten an Bord der Raumstation bestimmt werden kann. Der Astronaut nimmt auf einem Sitz Platz, der zwischen zwei Schraubenfedern mit der Federkonstanten $D_0 = 3{,}8 \cdot 10^2\,\frac{\text{N}}{\text{m}}$ eingespannt ist. Jede der beiden Federn ist um $60\,\text{cm}$ vorgedehnt. Der Astronaut, der Sitz und die beiden Federn bilden ein schwingungsfähiges System. Ein Kollege lenkt den Sitz mit dem Astronauten um $A = 46\,\text{cm}$ aus und lässt dann den Sitz zum Zeitpunkt $t_0 = 0\,\text{s}$ aus der Ruhe heraus los. Der Sitz mit dem Astronauten schwingt nun harmonisch mit der Periodendauer $T = 2{,}0\,\text{s}$ um die Ruhelage O hin und her. Die Reibung in den Rollenlagern und die Reibung zwischen den Rollen und den Führungsschienen sind vernachlässigbar klein. Die potenzielle Energie des schwingungsfähigen Systems sein dann gleich null, wenn sich der Sitz mit dem Astronauten in der Ruhelage O befindet.



5	1.4.1	Berechnen Sie anhand eines Kräfteplans den Betrag F der Kraft $\vec{F}$, die der Kollege ausüben muss, um dem Sitz mit dem Astronauten die Elongation $A = 46\,\text{cm}$ zu erteilen.

4 | 1.4.2 Das unter 1.4.0 beschriebene schwingungsfähige System hat die Richtgröße $D = 7{,}6 \cdot 10^2\,\frac{N}{m}$.

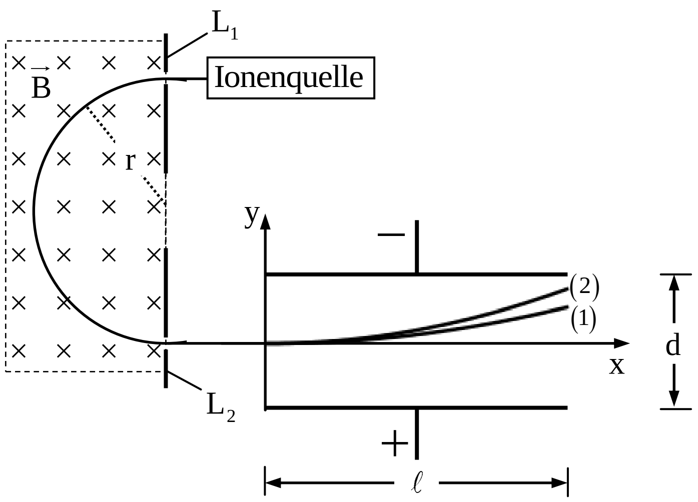
Der Sitz selbst besitzt die Masse $m_S = 10\,kg$.

Berechnen Sie die Masse m des Astronauten.

3 | 1.4.3 Berechnen Sie die Schwingungsenergie E_S des Systems. $\left[\text{Ergebnis}: E_S = 80\,J\right]$

5 | 1.4.4 Die kinetische Energie E_{kin} und die potenzielle Energie E_{pot} des schwingungsfähigen Systems sind abhängig von der Zeit t.
Stellen Sie diese Abhängigkeit für $0\,s \le t \le 2{,}0\,s$ in einem $t-E-$Diagramm dar.

2.0



Aus einer Ionenquelle treten einfach positiv geladene Ionen der Lithiumisotope ${}^6_3Li$ und ${}^7_3Li$ mit unterschiedliche großen Geschwindigkeiten aus. Diese Ionen treten durch eine Lochblende L_1 in ein homogenes Magnetfeld mit der zeitliche konstanten Flussdichte $\vec{B}$ ein. In diesem Magnetfeld werden die Ionen so abgelenkt, dass sie einen Halbkreis durchlaufen. Ionen, die durch die Lochblende L_2 gelangen, treten mittig zu den Platten und senkrecht zu den Feldlinien in das homogene elektrische Feld eines Plattenkondensators ein und bewegen sich in diesem Feld auf der Bahn (1) odeer auf der Bahn (2).

Die gesamte Anordnung befindet sich in Vakuum.

Die Masse eines ${}^7_3Li^+-$Ions ist größer als die Masse eines ${}^6_3Li^+-$Ions.

Die auf die Ionen wirkenden Gravitationskräfte können vernachlässigt werden.

2.1.0 Nur Ionen, deren Impuls einen bestimmten Betrag p hat, passiern die Lochblende L_2.

B sei der Betrag der magnetischen Flussdichte $\vec{B}$ und r der Radius des Halbkreises, auf dem sich die Ionen bewegen, deren Impuls den Betrag p hat.

4 | 2.1.1 Nennen Sie die Kraft, die ein Ion im Magnetfeld auf einen Halbkreis lenkt, uns bestätigen Sie, dass gilt: $p = e \cdot B \cdot r$

2 | 2.1.2 Berechnen Sie p für $B = 170\,mT$ und $r = 6{,}0\,cm$.

2.2.0 Die Platten des Kondensators sind quadratisch und haben die Seitenlänge $\ell = 8{,}0\,cm$; der Plattenabstand beträgt $d = 2{,}0\,cm$. Am Kondensator liegt die Spannung $U = 70\,V$ an.

Ein Ion habe beim Eintritt in das elektrische Feld die Geschwindigkeit $\vec{v}_0$ mit dem Betrag v_0.

5 | 2.2.1 Zeigen Sie, dass sich die Flugbahn eines Ions bezüglich des in der Skizze von 2.0

angegebenen $x-y-$Koordinatensystems durch folgende Gleichung beschreiben lässt:

$$y = \frac{e \cdot U}{2 \cdot m \cdot d \cdot v_0^2} \cdot x^2 \quad \text{für} \quad 0 \le x \le \ell$$

6 2.2.2 In das elektrische Feld des Kondensators gelangen nur diejenigen Ionen, deren Impuls $\vec{p}_0$ den Betrag $p_0 = 1{,}6 \cdot 10^{-21}\,\text{Ns}$ hat. Bei der Bewegung durch das elektrische Feld werden die Ionen nach oben abgelenkt. Ionen des Lithiumisotops ${}^{7}_{3}\text{Li}$ erfahren bis zum Austritt aus dem elektrischen Feld die Ablenkung $s = 8{,}0\,\text{mm}$.
Berechnen Sie mit Hilfe des Ergebnisses von 2.2.1 die Masse m eines solchen Ions und den Betrag v_0 seiner Eintrittsgeschwindigkeit. $\left[\text{Teilergebnis: } m = 1{,}1 \cdot 10^{-26}\,\text{kg}\right]$

4 2.2.3 Begründen Sie, dass die Geschwindigkeit $\vec{v}_{0,6}$ eines Ions des Lithiumisotops ${}^{6}_{3}\text{Li}$ beim Eintritt in das elektrische Feld größer ist als die Eintrittsgeschwindigkeit $\vec{v}_{0,7}$ einen Ions des Lithiumisotops ${}^{7}_{3}\text{Li}$, und erläutern Sie, welche der Bahnen (1) und (2) welchem Lithiumisotop zugeordnet werden muss.

50