

2009 A II Angabe

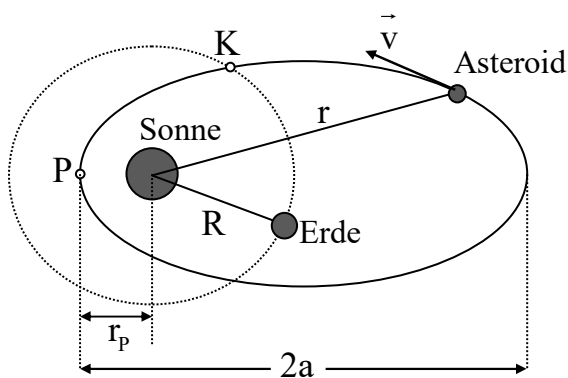
- BE 1.0 Die Bahn, auf der sich die Erde um die Sonne bewegt, kann in guter Näherung als eine Kreisbahn mit dem Radius $R = 1,496 \cdot 10^{11}$ m angesehen werden. Für einen Umlauf benötigt die Erde die Zeit $T = 1,00$ a. Die Gravitationskonstante beträgt

$$G = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}.$$

- 2 1.1 Berechnen Sie den Betrag v_E der Bahngeschwindigkeit der Erde.

- 5 1.2 Leiten Sie aus dem Gravitationsgesetz eine Formel her, mit der die Masse m_S der Sonne aus den unter 1.0 gegebenen Größen berechnet werden kann, und berechnen Sie m_S .

1.3.0



Der Asteroid 2007 TU₂₄ bewegt sich auf einer elliptischen Bahn mit der großen Halbachse $a = 3,007 \cdot 10^{11}$ m um die Sonne. Im Perihel P ist der Abstand des Asteroids vom Massenmittelpunkt der Sonne am geringsten und beträgt $r_p = 1,421 \cdot 10^{11}$ m.

Hier besitzt er die Geschwindigkeit \vec{v}_P mit dem Betrag $v_p = 37,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

Siehe nebenstehende, nicht maßstabsgetreue Skizze.

- 4 1.3.1 Berechnen Sie aus der Umlaufdauer T und dem Bahnradius R der Erde sowie der großen Halbachse a der Umlaufbahn des Asteroids die Umlaufdauer T_A des Asteroids.

- 4 1.3.2 Der Betrag v der Bahngeschwindigkeit \vec{v} des Asteroids ist abhängig von der momentanen Entfernung r des Asteroids zum Massenmittelpunkt der Sonne. Zeigen Sie mithilfe des 2. Keplerschen Gesetzes, dass in guter Näherung gilt: Das Produkt $v \cdot r$ ist konstant, d.h. unabhängig von der momentanen Entfernung r .

- 3 1.3.3 Der Asteroid 2007 TU₂₄ ist ein sogenannter Erdbahnkreuzer. Im Punkt K seiner Umlaufbahn fliegt der Asteroid in geringem Abstand über die Erdbahn hinweg. Dabei besitzt der Asteroid die Geschwindigkeit \vec{v}_K . Berechnen Sie mithilfe des in der Teilaufgabe 1.3.2 angegebenen Ergebnisses den Betrag v_K der Bahngeschwindigkeit \vec{v}_K .

- 4 1.3.4 Die Erde hat die Masse $m_E = 5,977 \cdot 10^{24}$ kg, die Sonne die Masse $m_S = 1,98 \cdot 10^{30}$ kg. Am 29. Januar 2008 um 09:33 Uhr MEZ kam es beim Punkt K zu einer nahen Begegnung des Asteroids mit der Erde, bei der sich der Asteroid dem Massenmittelpunkt der Erde bis auf den Abstand $d = 5,542 \cdot 10^8$ m genähert hatte. Zum Zeitpunkt dieser Begegnung übte die Erde die Gravitationskraft \vec{F}_E mit dem Betrag F_E , die Sonne die Gravitationskraft \vec{F}_S mit dem Betrag F_S auf den Asteroiden aus.

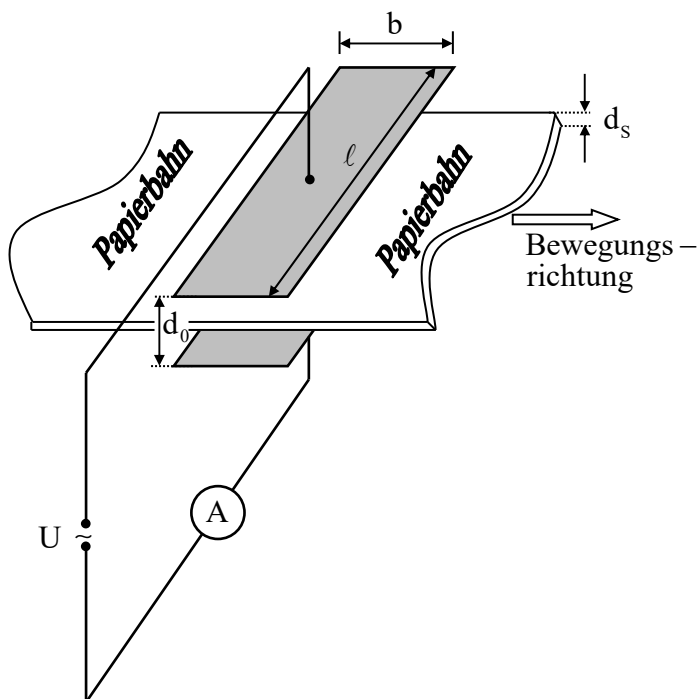
Berechnen Sie den Quotienten $\frac{F_E}{F_S}$.

2.0 Die Platten eines Kondensators haben die Länge $\ell = 80 \text{ cm}$ und die Breite $b = 15 \text{ cm}$. Der Plattenabstand beträgt $d_0 = 3,0 \text{ mm}$. Ist der Raum zwischen den Platten mit einem Dielektrikum vollständig gefüllt, so besitzt der Kondensator die Kapazität C_0 .

6 2.1 Die Kapazität C_0 soll experimentell bestimmt werden.
Fertigen Sie eine beschriftete Schaltskizze zu diesem Versuch an, beschreiben Sie die Versuchsdurchführung und geben Sie an, wie die Kapazität C_0 bestimmt wird.

3 2.2 Der unter 2.0 beschriebene Kondensator hat die Kapazität $C_0 = 7,8 \cdot 10^{-10} \text{ F}$.
Berechnen Sie die Dielektrizitätszahl ϵ_r für das Dielektrikum.

3.0 Prinzip der kapazitiven Dickenmessung



Ein wichtiges industrielles Messverfahren ist die kapazitive Messung der Papierdicke bei der Produktion von langen Papierbahnen. Ihre Solldicke beträgt $d_s = 0,40 \text{ mm}$.

Eine Papierbahn läuft durch den Kondensator mit den unter 2.0 angegebenen Abmessungen. Die Breite der Papierbahn erstreckt sich über die gesamte Länge ℓ des Kondensators.

Die relative Dielektrizitätszahl für das Papier beträgt $\epsilon_r = 2,2$.

5 3.1 Der unter 3.0 dargestellte Kondensator kann als Kombination zweier Kondensatoren, einer mit dem Dielektrikum Papier und der andere mit dem Dielektrikum Luft ($\epsilon_{\text{Luft}} = 1,0$), aufgefasst werden.

Geben Sie an, ob es sich bei der Kombination um eine Reihen- oder Parallelschaltung handelt, und berechnen Sie die Kapazität C des unter 3.0 dargestellten Kondensators.
[Ergebnis: $C = 3,8 \cdot 10^{-10} \text{ F}$]

3.2.0 Der Kondensator wird nun an einen Sinusgenerator mit der Spannung $U(t) = \hat{U} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$ angeschlossen. Der ohmsche Widerstand des Wechselstromkreises ist vernachlässigbar klein.

3 3.2.1 Ermitteln Sie aus der Gleichung $U(t) = \hat{U} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$ für den zeitlichen Verlauf der Generatorspannung eine Gleichung für den zeitlichen Verlauf der Stromstärke I im Wechselstromkreis.

- 3 3.2.2 Zeigen Sie, dass der Scheitelwert \hat{I} der Stromstärke I im Wechselstromkreis direkt proportional zur Kapazität C des Kondensators ist.
- 3.3.0 Die Generatorspannung hat den Scheitelwert $\hat{U} = 25,0 \text{ V}$ und die Frequenz $f = 8,50 \text{ kHz}$.
- 3 3.3.1 Berechnen Sie den Effektivwert I_{eff} der Stromstärke I .
- 4 3.3.2 In Folge eines Produktionsfehlers gelangt Papier, dessen Dicke über der Solldicke liegt, in den Plattenkondensator.
Erläutern Sie qualitativ, wie sich dabei der Effektivwert der Stromstärke ändert.

50