

Physik * Jahrgangsstufe 10 * Aufgaben zu Kometen

1. Der Halleysche Komet hatte am 9. Februar 1986 seinen Periheldurchgang. Die Entfernung zur Sonne betrug dabei 87,9 Millionen Kilometer. Durchschnittlich benötigt dieser Komet 75,3 Jahre für einen Umlauf um die Sonne.

(Die Umlaufzeiten schwanken zwischen 74 und 79 Jahre, denn insbesondere das Gravitationsfeld von Jupiter beeinflusst die Bahn des Kometen.)

Bestimmen Sie den Aphelabstand des Halleyschen Kometen.
(1 AE = 150 Millionen Kilometer)

Diese Aufnahme des Halleyschen Kometen aus 500 km Entfernung stammt von der Esa-Sonde Giotto.



2. Der Komet Hale-Bopp wurde im Juli 1995 entdeckt und konnte über einen Zeitraum von 18 Monaten freiäugig gesehen werden.

Er war wahrscheinlich der am meisten beobachtete Komet des 20. Jahrhunderts und einer der hellsten für mehrere Jahrzehnte. (Die Religionssekte Heaven's Gate nahm das Erscheinen dieses Kometen zum Anlass für ihre gemeinsame Massenselbsttötung.)

Am 1. April 1997 durchlief der Komet sein Perihel im Abstand von 0,914 AE von der Sonne. Die Exzentrizität seiner Bahn wurde dabei zu 0,995 ermittelt.

Wie weit wird sich Hale-Bopp von der Sonne entfernen und wann etwa wird er wieder ins Innere des Sonnensystems gelangen?



3. Der Komet West bewegte sich vor seiner Annäherung an das innere Sonnensystem auf einer langgestreckten elliptischen Umlaufbahn mit einer großen Halbachse von 637 AE und einer Exzentrizität von etwa 0,99969. Am 25.02.1976 fand sein Periheldurchgang statt.

- a) Wie lange war Komet West vom Aphel seiner Bahn bis zur Sonne unterwegs? In welcher Entfernung von der Sonne befand sich sein Aphel.

Durch die Gravitationswirkung der Planeten zerfiel der Komet in vier Bruchstücke (A, B, C und D). Bruchstück C hat sich wahrscheinlich vollständig aufgelöst und B und D werden unsere Sonne auf hyperbolischen Bahnen verlassen. Für Bruchstück A hat man eine neue Umlaufdauer von etwa 6,4 Millionen Jahren und eine Exzentrizität von nahe bei 1 bestimmt.

- b) Wie weit wird sich das Bruchstück A von der Sonne entfernen?



4. Der Enckesche Komet hat eine sehr kurze Umlaufdauer. Der letzte Periheldurchgang fand am 10. März 2017 statt, der nächste Periheldurchgang wird etwa am 26 Juni 2020 erwartet. Er nähert sich dabei der Sonne bis auf 50,85 Millionen Kilometer.

Bestimmen Sie die numerische Exzentrizität und die Apheldistanz des Kometen!



Physik * Jahrgangsstufe 10 * Aufgaben zu Kometen * Lösungen

$$1. r_{\text{Perihel}} = 87,9 \cdot 10^6 \text{ km} = \frac{87,9}{149,6} \text{ AE} = 0,5875 \dots \text{ AE} = 0,588 \text{ AE} \quad ; \quad T_{\text{H}} = 75,3 \text{ a}$$

$$\frac{a_{\text{H}}^3}{T_{\text{H}}^2} = \frac{a_{\text{Erde}}^3}{T_{\text{Erde}}^2} \Rightarrow a_{\text{H}} = \sqrt[3]{\frac{T_{\text{H}}^2}{T_{\text{Erde}}^2}} \cdot a_{\text{Erde}} = \sqrt[3]{\left(\frac{75,3 \text{ a}}{1 \text{ a}}\right)^2} \cdot 1 \text{ AE} = \sqrt[3]{75,3^2} \cdot 1 \text{ AE} = 17,8 \text{ AE}$$

$$r_{\text{Perihel}} = (1 - \varepsilon) \cdot a_{\text{H}} \Rightarrow 1 - \varepsilon = \frac{r_{\text{Perihel}}}{a_{\text{H}}} \Rightarrow \varepsilon = 1 - \frac{r_{\text{Perihel}}}{a_{\text{H}}} = 1 - \frac{0,588 \text{ AE}}{17,8 \text{ AE}} = 0,967$$

$$r_{\text{Aphel}} = (1 + \varepsilon) \cdot a_{\text{H}} = 1,967 \cdot 17,8 \text{ AE} = 35,0 \text{ AE}$$

$$2. r_{\text{Perihel}} = 0,914 \text{ AE} \quad ; \quad \varepsilon = 0,995$$

$$r_{\text{Perihel}} = (1 - \varepsilon) \cdot a_{\text{HB}} \Rightarrow a_{\text{HB}} = \frac{r_{\text{Perihel}}}{1 - \varepsilon} = \frac{0,914 \text{ AE}}{0,005} = 183 \text{ AE}$$

$$r_{\text{Aphel}} = (1 + \varepsilon) \cdot a_{\text{HB}} = 1,995 \cdot 183 \text{ AE} = 365 \text{ AE}$$

$$\frac{T_{\text{HB}}^2}{a_{\text{HB}}^3} = \frac{T_{\text{Erde}}^2}{a_{\text{Erde}}^3} \Rightarrow T_{\text{HB}} = \sqrt{\frac{a_{\text{HB}}^3}{a_{\text{Erde}}^3}} \cdot T_{\text{Erde}} = \sqrt{\frac{183^3}{1^3}} \cdot 1 \text{ a} = 2,48 \cdot 10^3 \text{ a}$$

Hale – Bopp wird also etwa im Jahr 4480 n.Chr. wieder ins Innere des Sonnensystems gelangen.



$$3. a) a_{\text{W}} = 637 \text{ AE} \quad ; \quad \varepsilon = 0,99969$$

$$r_{\text{Aphel}} = (1 + \varepsilon) \cdot a_{\text{W}} = 1,99969 \cdot 637 \text{ AE} = 1274 \text{ AE}$$

$$\frac{T_{\text{W}}^2}{a_{\text{W}}^3} = \frac{(1 \text{ a})^2}{(1 \text{ AE})^3} \Rightarrow T_{\text{W}} = \sqrt{\frac{(1274 \text{ AE})^3}{(1 \text{ AE})^3}} \cdot 1 \text{ a} = \sqrt{1274^3} \cdot 1 \text{ a} = 4,547 \dots \cdot 10^5 \text{ a}$$

$$4,547 \dots \cdot 10^5 \text{ a} : 2 = 2,27 \cdot 10^5 \text{ a}$$

Vom Aphel bis zur Sonne war Komet West etwa $2,27 \cdot 10^5$ Jahre unterwegs.

$$b) T_{\text{A}} = 6,4 \cdot 10^6 \text{ a} \quad \text{und} \quad \varepsilon_{\text{A}} \approx 1$$

$$\frac{a_{\text{A}}^3}{T_{\text{A}}^2} = \frac{(1 \text{ AE})^3}{(1 \text{ a})^2} \Rightarrow a_{\text{A}} = \sqrt[3]{(6,4 \cdot 10^6)^2} \text{ AE} = 34470, \dots \text{ AE}$$

$$\approx 3,45 \cdot 10^4 \text{ AE}$$

$$r_{\text{Aphel}} = (1 + \varepsilon_{\text{A}}) \cdot a_{\text{A}} \approx 2 \cdot a_{\text{A}} = 6,9 \cdot 10^4 \text{ AE}$$

Der dänische Astronom Richard Martin West (geboren 1941 in Kopenhagen) war lange Zeit an der Europäischen Südsternwarte (ESO) tätig und hat dort zahlreiche Kometen entdeckt.



$$4. T_{\text{Encke}} = 3 \cdot 365 \text{ d} + 1 \text{ d} + 21 \text{ d} + 30 \text{ d} + 31 \text{ d} + 26 \text{ d} = 3 \cdot 109 \text{ d} \approx 3,30 \text{ a}$$

$$r_{\text{Perihel}} = 50,85 \cdot 10^6 \text{ km} = \frac{50,85 \cdot 10^6 \text{ km}}{149,6 \cdot 10^6 \text{ km}} \text{ AE} = 0,340 \text{ AE}$$

$$\frac{a_{\text{Encke}}^3}{T_{\text{Encke}}^2} = \frac{(1 \text{ AE})^3}{(1 \text{ a})^2} \Rightarrow a_{\text{Encke}} = \sqrt[3]{3,30^2} \cdot \text{AE} = 2,22 \text{ AE}$$

$$r_{\text{Perihel}} = (1 - \varepsilon) \cdot a_{\text{Encke}} \Rightarrow \varepsilon = 1 - \frac{r_{\text{Perihel}}}{a_{\text{Encke}}} = 1 - \frac{0,340}{2,22} = 0,847$$

$$r_{\text{Aphel}} = (1 + \varepsilon) \cdot a_{\text{Encke}} = 1,847 \cdot 2,22 \text{ AE} = 4,10 \text{ AE}$$

