Grundwissenskatalog- Physik 10. Jahrgangsstufe

Definition und Sätze

Die Keplerschen Gesetze
Mit den Keplerschen Gesetzen waren erstmals präzise astronomische Berechnungen möglich. Die Keplerschen Gesetze bildeten die Grundlage für Newton, um sein Gravitationsgesetz herzuleiten. Die Keplerschen Gesetze lauten:

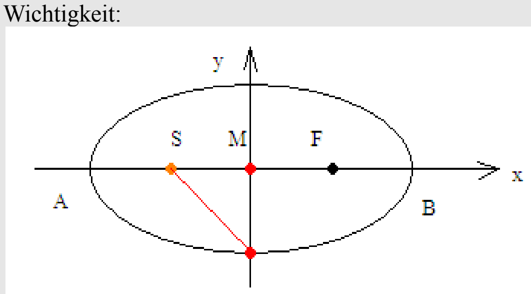
1. Alle Planeten bewegen sich auf einer elliptischen Bahn um die Sonne.

2. In gleichen Zeiten überstreicht der Planet gleiche Flächen.

3. Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich genauso wie die driite Potenzen der großen Halbachsen dieser Planeten.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Im Zusammenhang mit den Keplerschen Gesetzen sind die mathematischen Grundlagen der Ellipse von Wichtigkeit:



In dieser Zeichnung gelten die folgenden Bezeichn-ung:

$$\overline{SA} = a_{Periphel}$$
$$\overline{SB} = a_{aphel}$$
$$\overline{SM} = e$$
$$\varepsilon = \frac{e}{a}$$

Zwischen diesen Strecken der Ellipse gelten die folgenden Beziehungen:

$$a = \tfrac{1}{2}\left(a_{Periphel} + a_{aphel}\right)$$
$$b = \sqrt{a^2 - (\varepsilon a)^2}$$

Mit diesen Bezeihungen kann man nun die Bahn von Planeten sehr exakt berechnen.

Musterbeispiele

4. Der Mond umkreist die Erde in 28,4d. Der Mond ist 610 000 km von der Erde entfernt. Die Raumstation ISS umkreist die Erde in 11 h 35 min. Berechne, in welchem Abstand zur Erd-oberfläche sich die Raumstation bewegt, wenn der Erdradius 6370 km beträgt.

$$\frac{a^3}{(610000km)^3} = \frac{(695\min)^2}{(40896\min)^2}$$
$$a = \sqrt[3]{(610000km)^3 \cdot \frac{(695\min)^2}{(40896\min)^2}}$$
$$a = 40321km$$
$$a_{Oberfläche} = a - r_{Erde}$$
$$a_{Oberfläche} = 40321km - 6370km$$
$$a_{Oberfläche} = 33951km$$

5. Die relative Exzentrizität eines Planeten beträgt 0,0905. Die Umlaufdauer der Erde beträgt 365 d und die des Planeten 2,20 a. Berechne den Abstand des Planeten zur Sonne, wenn die große Halbachse der Erde 1,00 AE beträgt und ermittle den Wert für die kleine Halbachse der Bahn

$$a = \sqrt[3]{\frac{(803{,}55d)^2}{(365{,}25d)^2} \cdot (1{,}00AE)^3}$$
$$a = 1{,}69AE$$
$$b = \sqrt{a^2 - (\varepsilon a)^2}$$
$$b = \sqrt{(1{,}69AE)^2 - (0{,}0905 \cdot 1{,}69AE)^2}$$
$$b = 1{,}683AE$$

6. Im Aphel überstreicht die Erde an einem Tag einen Winkel von 15°. Bestimme den Winkel, den die Erde im Periphel überstreichen muss. (Aphel der Erde beträgt 1,02 AE, das Periphel 0,98 AE)

$$A = \frac{15^\circ}{360^\circ}(1{,}02AE)^2\pi$$
$$A = 0{,}136AE^2$$
$$0{,}136AE^2 = \frac{\alpha}{360^\circ}(0{,}98AE)^2\pi$$
$$\alpha = \frac{0{,}136AE^2 \cdot 360^\circ}{(0{,}98AE)^2\pi}$$
$$\alpha = 15{,}92^\circ$$

7.

Grundwissenskatalog Physik 10. Jahrgangsstufe

Definition und Sätze

Die Newtonschen Gesetze

8. Wirkt auf einen Körper keine Kraft, dann wird der Köper in Ruhe verharren oder sich mit konstanter Geschwindigkeit weiterbewegen. (Trägheitssatz)

9. Die Kraft ist das Produkt aus Kraft und Masse.
$$F = ma$$

10. Wird auf einen Körper eine Kraft ausgeübt, dann übt der Körper eine vom Betrag her gleich große Gegenkraft aus. (Aktio = Reaktio)

Die Ursache für das Aufnehmen der Bewegung durch einen Körper ist immer der eine Kraft. Um eine Bewegung zu analysieren muss man sich als erstes immer Gedanken zur wirkenden Kraft in dem betrachteten System machen.

Die Methode der kleinen Schritte

Die Methode der kleinen Schritte zerlegt eine Bewegung in kleinstmögliche Zeitabschnitte. Innerhalb dieser Zeitabschnitte kann man dann die Bewegung mit konstanter Beschleunigung und konstanter Geschwindigkeit berechnen. Die Methode der kleinen Schritte kommt immer dann zum Einsatz, wenn die Beschleunigung des Körpers nicht konstant ist. Bei der Anwendung dieser Methode geht man in den folgenden Schritten vor:

11. Bestimme die wirkende Kraft in dem betrachteten System. Daraus wird die Gleichung für die Beschleunigung ermittelt.
12. Es werden die Startbedingungen der Bewegung festgelegt.
13. Innerhalb eines Zeitschritts kann über die Gleichungen v=at und s=vt die Geschwindigkeit und der Ort bestimmt werden.
14. Mit diesen Werten kann man nun im nächsten Zeitschritt nun wieder die Beschleunigung ermitteln und daraus wieder die Geschwindigkeit und den Ort ermitteln.
15. Die Ergebnisse werden in einer Tabelle notiert, aus der man dann wieder ein t-a, ein t-v und ein t-s- Diagramm ermitteln kann.

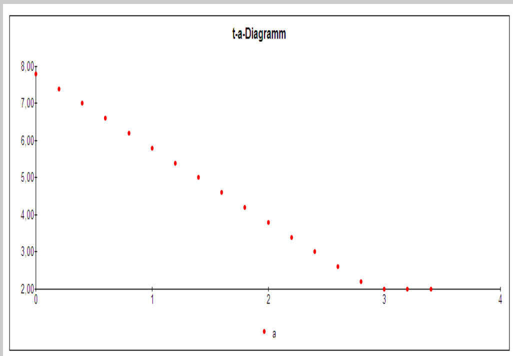
Musteraufgabe

Ein Auto fährt mit einer konstanten Geschwindigkeit von 36 km/h auf einer eisglatten Straße, als es plötzlich bremsen muss. Die ursprüngliche Bremskraft von 7,80 kN nimmt pro Sekunde um 2,00 kN ab, bis eine konstante Kraft von 1,60 kN erreicht wird. Bestimme mit der Methode der kleinen Schritte die Bremsbeschleunigung und stelle deren zeitlichen Verlauf im t-a- Diagramm dar.

16. Ermittlung der wirkenden Kraft und einen Wert für die Beschleunigung pro Zeitschritt:
$$F(t) = F_O - kt$$
$$a = \frac{F_0 - kt}{m} = \frac{7800N - 200\frac{N}{s} \cdot t}{1000kg}$$
17. Bestimmung der Startbedingungen:
$$v = 10{,}0\frac{m}{s} .... s = 0{,}00m ..... a = 7{,}8\frac{m}{s^2}$$
18. Berechnung von F(t), a(t), v(t) und s(t) in einem Zeitschritt von 0,10 s. Zusammenfassende Darstellung in einer Tabelle:

6	t	a
7	0,00	7,80
8	0,20	7,40
9	0,40	7,00
10	0,60	6,60
11	0,80	6,20
12	1,00	5,80
13	1,20	5,40
14	1,40	5,00
15	1,60	4,60
16	1,80	4,20
17	2,00	3,80
18	2,20	3,40

19.
20. Darstellung des t-a-Diagramms
21.



Grundwissenskatalog Physik - 10. Jahrgangsstufe

Definitionen und Sätze	Musteraufgabe
Der waagrechte Wurf Der waagrechte Wurf ist eine zweidimensionale Bewegung. Diese wird immer in eine waagrechte Komponente x(t) und eine senkrechte Komponente y(t) zerlegt. Für den waagrechten Wurf ergibt sich daher der folgende Ortsvektor: $\overrightarrow{r(t)} = \begin{pmatrix} vt \\ h - \frac{g}{2}t^2 \end{pmatrix}$ Der Geschwindigkeitsvektor des waagrechten Wurfs wird beschrieben durch: $\overrightarrow{v(t)} = \begin{pmatrix} v \\ -gt \end{pmatrix}$ Daraus wird die Bahngeschwindigkeit: $v = \sqrt{v^2 + g^2t^2}$ dd	Aus einem Flugzeug wird aus 2000m Höhe ein Versorgungssack abgeworfen. Das Flugzeug fliegt mit einer Geschwindigkeit von 30 m/s. Ermittle in welchem Abstand zur Abwurfweite der Sack am Boden auftrifft und welche Geschwindigkeit er dabei hat. Ermittle außerdem unter welchem Winkel er auf die Erde fällt. $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{4000m}{9{,}81\frac{m}{s^2}}} = 20{,}1s$ $x = vt$ $x = 30\frac{m}{s} \cdot 20{,}1s$ $x = 606m$
Die Bahngleichung des waagrechten Wurfs wird beschrieben durch die Gleichung: $y = f(x) = h - \frac{g}{2v^2}x^2$ Die Bahngleichung wird immer dann benötigt, wenn man aus einem gegeben x- Wert den y- Wert heraus-finden will oder bei gegebenen x- Wert die y- Position ausrechnen will.	Berechnung der Auftreffgeschwindigkeit: $v = \sqrt{(30\frac{m}{s})^2 + (9{,}81\frac{m}{s^2} \cdot 20{,}1s)^2}$ $v = 33{,}1\frac{m}{s}$ Berechnung des Auftreffwinkels: $\tan\varphi = \frac{v}{gt}$ $\tan\varphi = 0{,}152$ $\Rightarrow \varphi = 8{,}65°$