nach der Erde hin ausführen; die Beschleunigung würde anfänglich nur 0,0027 $^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s.}^2}$ betragen, würde aber mit der Annäherung an die Erde wachsen und sich allmählich dem Werthe 9,81 nähern. Dass diese Fallbewegung nicht zu Stande kommt, rührt von der Geschwindigkeit des Mondes rechtwinklig zur Richtung der Anziehungskraft her, wie weiter unten noch besprochen werden wird.

Die Gl. 4 (S. 57) kann auch dazu dienen, die **Massenzahl M der Erde** zu bestimmen. Es ist $M = gr^2 : k$ also $M = 9{,}81 \cdot 6\,370\,000^2 \cdot 10^{11} : 64 = 622 \cdot 10^{21}$ Masseneinheiten. Die Erde hat etwa $1083 \cdot 10^{18}$ Kubikmeter Inhalt; bestände sie aus Wasser (von 4° C.), so würde ihr Massengehalt $1083 \cdot 10^{18} \cdot 1000 : 9{,}81 = 110 \cdot 10^{21}$ Masseneinheiten.

Mithin ist die Erde durchschnittlich $622 : 110 = 5{,}65$ mal dichter als Wasser.

Fallbeschleunigung an der Oberfläche anderer Himmelskörper. Die Gleichung 4, S. 57, für die Fallbeschleunigung g an der Erdoberfläche

$$g = Mk : r^2$$

gilt, ihrer Entwickelung nach, allgemein für die Fallbeschleunigung an der Oberfläche eines beliebigen Himmelskörpers von der Masse M und dem Halbmesser r. Gehen M und r in M_1 und r_1 über, so wird

$$g_1 = M_1\,k : r_1{}^2\,,$$

mithin ist das Verhältnis

$$\frac{g_1}{g} = \frac{M_1}{M}\,\frac{r^2}{r_1{}^2}\,.$$

Ist die Masse der Sonne 355 000 mal so gross wie die der Erde, während die Halbmesser in dem Verhältnisse 109 : 1 stehen, so wird das Verhältnis der Fallbeschleunigungen

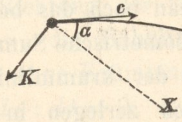
$$g_1 : g = 355\,000 : 109^2 = \text{rund } 30\,.$$

An der Oberfläche der Sonne beträgt also die Fallbeschleunigung ungefähr $294{,}3 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s.}^2}$; an der Oberfläche des Mondes etwa nur $^1/_6 \cdot 9{,}81 = 1{,}64 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s.}^2}$.

11. Parabolische Bewegung im Allgemeinen.

Die alleinige Einwirkung der als gleichbleibend betrachteten Schwere bewirkte eine Bewegung des Massenpunktes in einer Parabel, deren Achse lothrecht abwärts, d. h. übereinstimmend mit der Kraft, gerichtet, deren Parameter $c^2 \cos^2 \alpha : g$ betrug.

Fig. 57.



Wirken nun auf den Massenpunkt beliebig viele nach Grösse und Richtung gleichbleibende Kräfte, so können diese zu einer ebenfalls gleichbleibenden Mittelkraft K zusammengesetzt werden. Wählt man die Kraftrichtung dann zur negativen y-Richtung, die x-Achse rechtwinklig dazu in der durch K und die Anfangsgeschwindigkeit c bestimmten Ebene, so ist wiederum (Fig. 57) $c \cos \alpha$

die gleichbleibende Geschwindigkeit v_x, während in der y-Richtung die gesammte Verzögerung $K : m$ auftritt. Es entstehen daraus die Seitenbewegungen

$$x = c \cos \alpha\, t;$$

$$y = c \sin \alpha\, t - \frac{K}{m} \frac{t^2}{2}, \text{ und aus beiden}$$

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{K}{m} \frac{x^2}{2\, c^2 \cos^2 \alpha}.$$

Die Verhältnisse sind also gerade so wie bei der Wurfbewegung; statt der lothrechten Richtung kommt aber hier die Richtung der Mittelkraft, statt der Fallbeschleunigung g der Werth $K : m$ in Frage. Es folgt hieraus: Ein Massenpunkt bewegt sich unter Einwirkung gleichbleibender Kräfte in einer Parabel, deren Achse mit der Mittelkraft K aller wirkenden Kräfte gleichgerichtet, deren Parameter $= \frac{m\, c^2 \cos^2 \alpha}{K}$ ist.

12. Tangential- und Normalbeschleunigung.

Nach S. 31 ist zu jeder Änderung der Geschwindigkeit, sowohl der Grösse, wie der Richtung nach, eine Kraft erforderlich. Es soll nun für eine gegebene, ungleichförmige und krummlinige Bewegung die zur Grössen- bezw. zur Richtungsänderung aufzuwendende Kraft bestimmt werden.

In der gegebenen Bahnlinie (Fig. 58) bewege sich der Massenpunkt in einem Augenblicke mit der Geschwindigkeit v, beschreibe während des nächsten Zeittheilchens dt das Bahntheilchen $PQ = ds$; dann hat die Geschwindigkeit eine Richtungsänderung um den Winkel $d\alpha$ erfahren, während ihre Grösse $v + dv$ geworden sein möge. Trägt man dann von einem Punkte A aus v und $v + dv$ als Strecken auf, so ist deren geometrische Differenz BC die Elementarbeschleunigung $p\, dt$ (vgl. S. 24). Zeichnet man noch das bei D rechtwinklige Dreieck BDC, so ist $p\, dt$ die geometrische Summe von BD und DC. Die wahre Beschleunigung p der krummlinigen Bewegung hat die Richtung BC und lässt sich zerlegen in eine Seitenbeschleunigung in der Richtung der Bewegung, oder der Tangente an die Bahnlinie, die sogenannte

Fig. 58.