

Universitätsbibliothek Karlsruhe

III E 336

**Grashof, Franz
Pieper, Andreas**

**Theorie der Kraft- und
Arbeitsmaschinen**

**Karlsruhe
1872/73**

III E

336



EX·LIBRIS·A·PIEPER

HELVETIA 1900

III E 336

Theorie

der

Kraft- und Arbeits-
Maschinen.

Nach Vorträgen von Prof. Grashof

Karlsruhe
1872-73.

A. Tieper.
F!



III E 336

Theorie der Kraftmaschinen.

Nach Vorträgen von Prof. Dr. Grashof.

Karlsruhe 1872-73
A. Reper.

Die Kraftmaschinen nachstehend sind diejenigen Maschinen, welche durch einen natürlichen oder künstlichen Bewegungsimpuls in einer solchen Form zu wirken, als wenn sie in einem bestimmten Zeitraume auf ein bestimmtes Werk wirken würden. Solche Bewegungsimpulse, die mit der Kraft und der Zeit in einer bestimmten Weise zusammenhängen, sind nachfolgend beschrieben:

- 1) Die Kraftmaschinen sind Maschinen, welche einen bestimmten Bewegungsimpuls in einer bestimmten Weise zu wirken lassen, indem sie die Kraft in einer bestimmten Weise zu wirken lassen, indem sie die Kraft in einer bestimmten Weise zu wirken lassen.
- 2) Die Kraftmaschinen sind Maschinen, welche einen bestimmten Bewegungsimpuls in einer bestimmten Weise zu wirken lassen, indem sie die Kraft in einer bestimmten Weise zu wirken lassen, indem sie die Kraft in einer bestimmten Weise zu wirken lassen.
- 3) Die Kraftmaschinen sind Maschinen, welche einen bestimmten Bewegungsimpuls in einer bestimmten Weise zu wirken lassen, indem sie die Kraft in einer bestimmten Weise zu wirken lassen, indem sie die Kraft in einer bestimmten Weise zu wirken lassen.
- 4) Die Kraftmaschinen sind Maschinen, welche einen bestimmten Bewegungsimpuls in einer bestimmten Weise zu wirken lassen, indem sie die Kraft in einer bestimmten Weise zu wirken lassen, indem sie die Kraft in einer bestimmten Weise zu wirken lassen.

Man unterscheidet nun zwei Hauptarten von Kraftmaschinen, nämlich die Dampfmaschinen und die Wasserkraftmaschinen. Die Dampfmaschinen sind diejenigen Maschinen, welche die Kraft des Dampfes zu wirken lassen, indem sie die Kraft des Dampfes in einer bestimmten Weise zu wirken lassen.

Man unterscheidet nun zwei Hauptarten von Kraftmaschinen, nämlich die Dampfmaschinen und die Wasserkraftmaschinen. Die Dampfmaschinen sind diejenigen Maschinen, welche die Kraft des Dampfes zu wirken lassen, indem sie die Kraft des Dampfes in einer bestimmten Weise zu wirken lassen. Die Wasserkraftmaschinen sind diejenigen Maschinen, welche die Kraft des Wassers zu wirken lassen, indem sie die Kraft des Wassers in einer bestimmten Weise zu wirken lassen.

Die Dampfmaschinen sind diejenigen Maschinen, welche die Kraft des Dampfes zu wirken lassen, indem sie die Kraft des Dampfes in einer bestimmten Weise zu wirken lassen. Die Wasserkraftmaschinen sind diejenigen Maschinen, welche die Kraft des Wassers zu wirken lassen, indem sie die Kraft des Wassers in einer bestimmten Weise zu wirken lassen.

[illegible][illegible][illegible]

$$= \frac{v^2}{2g}$$

$= \frac{v^2}{2g}$ ist, welcher bei allen
Hauptströmungen unverändert
ist. Steigt taumelnd ein wasser. mittelst eines d. Brustschlößchens d. Hauptströmung
d. Unterwasserpfad, welche diese unverändert bei fängsängenden Punkten eines taumelstoffs

Größe unserer Kasse, mit solchen Grünsich wie unser Dorf sein würde und
Linge fort sein würden.

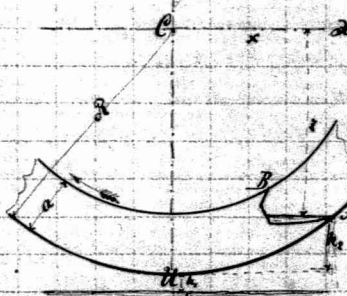
[illegible]

$$= h_1 + h_2$$

varis unu k_2 largum

wurde nicht auf d. gegebenen Umständen, sondern h. d. d. Vergleichs
Anforderung gegeben

Diebe! und nicht mehr zürneth auf einen launhaften Menschen mit punkten zürneth
an den, und so nun fürstlich und s. Waffener ke. s. Kaiser Mensch ist unerlässlich zu,
H. s. freie Oberst. Waffener in s. Gelbesmännchen und wie sonst ungewissen eine
farjendliche ft. ist. sondern wie Altesmännchen eine gelbesmännchen ft. ist, und zwar kann die
Pünktlichkeit bei bestimmten Pünktlichkeit. W. und zurecht bei bestimmten werden und will
und s. Hof. Oberst. Antikill, fülle ft. und ke. nun aufstehenden fürstlich frei. ft. können
sich zurecht. können nun, zu unterwerfen wie s. freie Oberst. Waffener in s. Gelbes-
männchen gelbesmännchen ft. - Zu dem fülle ft. s. Füllefülle (P. s. Fülle s. Füllefülle
sind nicht. fülle ft. s. Füllefülle (P. s. Fülle s. Füllefülle
farjendliche. s. fülle ft. s. Füllefülle (P. s. Fülle s. Füllefülle

[illegible]

$$X'x + Y'y + Z'z = 0.$$

[illegible]

$$\ddot{x} = -\omega^2 x \quad y = 0 \quad \ddot{z} = -g + \omega^2 z$$

Einmal eine selbstverwirklichte Wirkung, die man sich vorstellen kann, wenn man sich vorstellt, dass ein Teilchen in einem elektrischen Feld sich bewegt, und dabei die Energie, die es aufnimmt, in Wärme umwandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

$$E_1 = \mu \frac{Q}{2\epsilon_0} v$$

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

$$E_2 = 7,1 \mu \frac{v}{2\epsilon_0} N \sqrt{N} = 96 \frac{v}{2\epsilon_0} N \sqrt{N}$$

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

Berechnung d. Wirkungsgrades η .

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

$$E = \gamma (Q - Q_0) (H - H_0) - E_0$$

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

$$\eta = (1 - \frac{Q_0}{Q}) (1 - \frac{H_0}{H}) - \frac{E_0}{E}$$

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

$$H = \frac{v^2}{2g} + \frac{w^2}{2g} + \frac{v^2}{2g} + k_1 + k_2 + k_3$$

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

$$k_2 = R(1 - \cos \varphi)$$

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

$$k_3 = \mu V \epsilon_0 \frac{R \epsilon_0 s}{\epsilon_0} \int_0^R \sqrt{v^2} d\varphi$$

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

$$Q = \frac{1}{2} [s + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} (u-v)]$$

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

$$E = E_w + E_l + E_s + E_e$$

Man kann sich das so vorstellen: Ein Teilchen bewegt sich in einem elektrischen Feld, und dabei wird Energie in Wärme umgewandelt. Diese Wärme wird dann durch die Bewegung des Teilchens transportiert, und so wird die Energie in einem anderen Teilchen übertragen. Dies ist die Grundidee der Energieübertragung in einem elektrischen Feld.

$$E_w = 9,2 \text{ lbv}^2$$

$$E_e = 9,2 \text{ lbv}^2 \text{ bis } 9,4 \text{ lbv}^2$$

ein fester Punkt, auf dem wir stehen, lassen wir ein Seil von einem Punkt A. gehen, das einen Winkel α mit der Horizontalen bildet. Das Seil ist von der Länge l . Der Winkel α ist gegeben. Wir wollen wissen, wie groß die Geschwindigkeit v ist, wenn das Seil den Punkt B erreicht. Der Punkt B ist so gewählt, dass das Seil den Winkel β mit der Horizontalen bildet. Die Höhe des Punktes B ist h . Die Geschwindigkeit v ist die Geschwindigkeit, mit der das Seil den Punkt B erreicht.

$$\frac{dV}{dt} = \frac{v}{R} \left[\frac{g R^2}{v^2} + \frac{R}{\rho} - \cos \beta \right] \cos \psi + \frac{v}{R^2} \sin \beta \sin \psi$$

Sei ψ der Winkel, den das Seil mit der Horizontalen bildet. Dann gilt:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{2} \cos \psi + B \sin \psi$$

Wir integrieren dies nach ψ :

$$2 \frac{dV}{d\psi} = \cos \psi + B \sin \psi$$

$$2 \frac{dV}{d\psi} \frac{d\psi}{dt} = \frac{dV}{dt} = A \cos \psi + B \sin \psi$$

Wir integrieren dies nach ψ . Die Integrationskonstante ist V_0 . Dann gilt:

$$\left(\frac{dV}{dt} \right)^2 = A^2 (\sin \psi - \sin \psi_0) + B^2 (\cos \psi_0 - \cos \psi)$$

und somit

$$t = \int_{\psi_0}^{\psi} \frac{d\psi}{\sqrt{A^2 (\sin \psi - \sin \psi_0) + B^2 (\cos \psi_0 - \cos \psi)}}$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$t = \int_{\psi_0}^{\psi} \frac{d\psi}{\sqrt{m^2 (\sin \psi - \sin \psi_0) + 2 \sin \beta (\cos \psi_0 - \cos \psi)}}$$

$$m = \frac{g R^2}{v^2} + \frac{R}{\rho} + 2 \cos \beta$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$m = \frac{g R^2}{v^2} + \frac{R}{\rho} + 2 \cos \beta$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$R = 2 \rho l$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$\alpha = \frac{1}{5} \text{ rad}$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$\sin(\beta - \alpha) = \frac{v}{u}$$

$$\cos \alpha + \cot \beta \sin \alpha = \frac{v}{u}$$

$$\cot \beta = \frac{\cos \alpha - \frac{v}{u}}{\sin \alpha}$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$\beta = 30^\circ$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$\beta = 30^\circ$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$\frac{v}{R} = 0,876$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$a > 0,22 R$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$a = 0,3 R$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$\frac{S}{R} > 0,147$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$\frac{S}{R} > 0,147$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

$$\frac{S}{R} = 0,22$$

Wir setzen $\psi = 0$ ein. Dann gilt:

in. mit $\beta = 38^\circ$ d. Spätpolarkurve eintrifft, und sie mit einem Punkt vom Punkt β entfernt, und dann $\angle L M P$ misst, so bekommt man:

$$\psi_0 = 16^\circ$$

ist also also. man d. Integral zu berechnen, um zu verstehen, ob Punkt $\beta = 18^\circ$ Punkt M $\gamma = 2 + 3^\circ$.

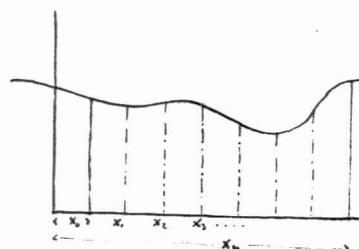
Man misst Integral betriff, so kann man mit ungenügender Genauigkeit rechnen. Zu misst ist:

$$m = 43,72$$

$$\text{so } \psi \text{ zu integrieren } \int_{\psi_0}^{\psi} \frac{d\psi}{f(\psi)}$$

$$\text{man } f(\psi) = \sqrt{43,72 \sin \psi - \cos \psi - 11,09} \quad \psi$$

Man misst Integral mitgenügen, dann man sich folgende Punkte bestimmen:
 $\int_{\psi_0}^{\psi} f(x) dx$ unter $f(x)$ ist eine ungleiche Funktion zusammen - zusammen.
 man zu berechnen:



Man misst man sich d. Kurve $y = f(x)$ ungenügend, dann d. Kurve f(x) mit einem Punkt, und d. Punkt x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.
 f(x) ist d. Punkt man d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.
 Punkte $x_0, x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$ Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.
 Punkte $x_0, x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$ Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

so kann man die Kurve ungenügend. Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.
 Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

$$\int_{x_0}^{x_n} f(x) dx = (x_n - x_0) [K_0 f(x_0) + K_1 f(x_1) + K_2 f(x_2) + \dots + K_n f(x_n)]$$

so f(x) d. Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.
 Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

$$K_0 + K_1 + K_2 + \dots + K_n = 1$$

$$\text{mit } K_0 = K_n, K_1 = K_{n-1}, K_2 = K_{n-2} \text{ etc. ist.}$$

Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

$$K_0 = K_n = \frac{1}{20}, K_1 = K_{n-1} = \frac{32}{20}, K_2 = K_{n-2} = \frac{12}{20}$$

d. man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.
 Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

$$\cos \psi = \cos \psi_0 \cos \Delta \psi - \sin \psi_0 \sin \Delta \psi$$

$$= \cos \psi_0 - \sin \psi_0 \Delta \psi$$

$$\sin \psi = \sin \psi_0 + \cos \psi_0 \Delta \psi$$

$$\text{also: } \sin \psi - \sin \psi_0 = \cos \psi_0 \Delta \psi$$

$$\cos \psi_0 - \cos \psi = \sin \psi_0 \Delta \psi$$

$$\text{mit } f(\psi) = \sqrt{m \cos \psi_0 \Delta \psi + \sin \psi_0 \Delta \psi} \quad \text{dieses Resultat kann}$$

$$\text{genutzt werden, so ist d. Integral nicht: } \int_{\psi_0}^{\psi} \frac{d\psi}{f(\psi)} = \frac{2}{\sqrt{m \cos \psi_0 - \sin \psi_0}} \int_{\psi_0}^{\psi} \frac{d\psi}{\sqrt{\Delta \psi}} = 2 \sqrt{\frac{\Delta \psi}{42,30}}$$

Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.
 Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

$$\int_{16}^{24} \frac{d\psi}{f(\psi)} = 0,1149 = 6,59^\circ$$

$$\text{mit } \int_{24}^{50} \frac{d\psi}{f(\psi)} = \frac{36}{20} \left(\frac{1}{f(24)} + \frac{32}{f(32)} + \frac{12}{f(42)} + \frac{32}{f(52)} + \frac{1}{f(60)} \right) = 9,29^\circ$$

$$\text{also } \int_{16}^{50} \frac{d\psi}{f(\psi)} = 6,59^\circ + 9,29^\circ = 15,88^\circ$$

Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

18° man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.
 Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

$$S = \frac{1}{2} R \quad \text{man misst, ist nicht mehr d. Man misst}$$

Integral man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.
 Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

$$\eta = (1 - \frac{1}{2}) (1,9 \cos \alpha - 1) - \frac{1}{2}$$

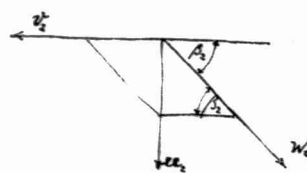
Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

$$f = \frac{S}{a} \quad \text{man misst, ist nicht mehr d. Man misst}$$

Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.
 Man misst man sich d. Länge des Punktes x_0 in x_n ungenügend, so ist die Integral nicht mehr als d.

$$S = 1,5 \text{ bzw}$$

unvollständig aufeinander wirkend, daher muss die Kraft, die sie zusammenhält, größer sein als die, die sie auseinanderzieht. Eine solche Bewegung ergibt sich aus dem Gesetz der Erhaltung der Energie, d.h. aus dem Satz, dass die Summe der kinetischen und potentiellen Energie konstant bleibt. Wenn wir eine Kugel in einer Höhe h loslassen, so wird sie mit der Geschwindigkeit v auf der Höhe h ankommen. Die kinetische Energie ist dann $\frac{1}{2}mv^2$ und die potentielle Energie ist mgh . Da die Summe konstant bleibt, gilt $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$, oder $v = \sqrt{2gh}$.

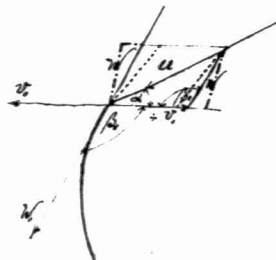


Die Geschwindigkeit v ist die Geschwindigkeit, mit der die Kugel auf der Bahn verläuft. Die Geschwindigkeit v_x ist die horizontale Komponente der Geschwindigkeit v . Die Geschwindigkeit v_y ist die vertikale Komponente der Geschwindigkeit v . Die Geschwindigkeit v_x ist gegeben durch $v_x = v \cos \alpha$ und die Geschwindigkeit v_y ist gegeben durch $v_y = v \sin \alpha$.

$$v_x \cos \beta = v_y \sin \beta \quad \text{oder} \quad v_x \cos \beta = v_y \sin \beta$$

$$\text{Schub in } x \text{ ist } E \text{ gegeben durch: } E = \frac{1}{2}mv^2 \cos \alpha$$

Die kinetische Energie E ist die Energie, die die Kugel aufgrund ihrer Bewegung besitzt. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$.



Die kinetische Energie E ist die Energie, die die Kugel aufgrund ihrer Bewegung besitzt. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$.

$$\frac{v_x}{v} = \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\text{mit } v_x = \frac{v \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

Die kinetische Energie E ist die Energie, die die Kugel aufgrund ihrer Bewegung besitzt. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$.

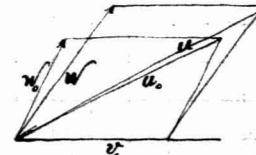
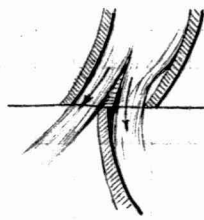
$$g \cos \alpha = \frac{v^2}{r}$$

Die kinetische Energie E ist die Energie, die die Kugel aufgrund ihrer Bewegung besitzt. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$.

$$v = \sqrt{g r \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \alpha}}$$

Die kinetische Energie E ist die Energie, die die Kugel aufgrund ihrer Bewegung besitzt. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$.

Die kinetische Energie E ist die Energie, die die Kugel aufgrund ihrer Bewegung besitzt. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$.



Die kinetische Energie E ist die Energie, die die Kugel aufgrund ihrer Bewegung besitzt. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$. Die kinetische Energie E ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}mv^2$.

