

Die Phoronomie nimmt als das Bewege nur einen Punkt an, unter welchem man sich den Punkt im Innern des bewegten Körpers denken mag, der später als der Schwerpunkt aufgeführt werden wird, und setzt bei der Bewegung voraussetzungsweise mit dem beschriebenen Raum, die darüber verfloßene Zeit und die Geschwindigkeit in's Auge. Bei Betrachtung der Bewegung physischer Körper muß neben jenen dann noch die Gestalt, die Masse, die Dichtigkeit und was sonst mit diesen Begriffen zusammenhängt berücksichtigt werden. Darunter sind hier dann auch noch die Ursachen und Hindernisse der Bewegung im Allgemeinen zu betrachten.

Die hier in Betrachtung zu ziehenden Momente der Bewegung sind also:

A. Die bewegte Masse.

a) Das Volumen.

Jeder bewegte Körper erfüllt einen Raum. In diesem ist zwar die Gestalt (Form) d. i. die Beschaffenheit des Raumes (Quantitas spatii), dann die Größe des erfüllten Raumes (Quantitas spatii) oder der Kubinhalt zu bestimmen. (Vergleiche: Tafel M 2. Allgemeine Eigenschaften.)

Der Inhalt eines Körpers, der Kubinhalt, heißt auch sein Volumen. Ihn auf Maß und Zahl zu bringen lehrt die Stereometrie.

b) Die Masse.

Das nach dem Körperlichen Raum erfüllte heißt der Stoff oder die Materie und die bestimmte Größe oder Menge derselben die Masse. Als äußeres wahrnehmbares Maß ist das Gewicht. Von der Bestimmung dieses wird weiter unten die Rede sein.

Sind die Massen zweier Körper gleichartig, so verhalten sie sich wie das Volumen.

B. Die Größe der Bewegung.

a. Die Größe der Bewegung eines Punktes wird durch seine Geschwindigkeit ausgedrückt. Die Größe der Bewegungen zweier Massen von gleicher Größe verhält sich daher ebenfalls wie ihre Geschwindigkeit.

b. Die Größe der Bewegungen zweier Körper, welche gleiche Geschwindigkeit haben verhalten sich wie die Massen. Dieses wird sogleich einzutreten, wenn man sich eine Masse von 1 u und eine andere von 8 u in gleiche Geschwindigkeit versetzt denkt. Offenbar ist die Bewegung der letzten Masse nicht anderer, als ob sich 8 Massen, jede 1 u schwer mit gleicher Geschwindigkeit fortbewegten.

c. Die Größe der Bewegungen zweier Körper verhalten sich in allen Fällen, wie das Produkt aus ihrer Masse in die Geschwindigkeit.

Bezeichnet man die Massen durch M und m, die Geschwindigkeit durch C und c, die Größe der Bewegung durch B und b so ist: B : b = MC : mc.

Dieses ist eine unmittelbare Folge des unter a. und b. Enthaltene. Man denke sich nämlich einen reinen Körper, dessen Masse = M, dessen Geschwindigkeit = c ist. Beschreibt man die Größe seiner Bewegung durch V; so verhält sich B : v = C : c, wegen der gleichen Massen, und V : b = M : m, wegen der gleichen Geschwindigkeit.

folglich B : b = MC : mc.

Hieraus ergibt sich dann ferner, daß, wenn eine Kraft der Massenheit die Geschwindigkeit C mittheilt, sie der Masse M die Geschwindigkeit $\frac{C}{M}$ gibt; und ertheilt sie der Masse m die Geschwindigkeit c, so theilt sie der Massenheit die Geschwindigkeit $\frac{mc}{M}$, der Masse M also die Geschwindigkeit $\frac{mc}{M}$ ertheilt.

Sind bei zwei Bewegungen die Bewegungsgrößen einander gleich, so ist: MC = mc und folglich M : m = c : C; d. h. wenn die Bewegungsgrößen gleich sind, so verhalten sich die Massen der bewegten Körper umgekehrt wie ihre Geschwindigkeiten.

C. Das Maas der bewegten Kräfte.

Das, was wir durch Kraft bezeichnen ist nie etwas Anschauliches, also auch in keinem Falle etwas an sich Meßbares; wohl aber können wir, nach dem Verhältnissen, ihre Wirkung, d. h. die Größe der hervorgebrachten oder hervorzubringenden Bewegung messen. Diese muß aber vorzüglich auf die Bewegung vermehrter Kraft proportional sein.

Die bewegende Kraft wird gemessen durch das Produkt der Masse des bewegten Körpers in seine Geschwindigkeit. Ferner legen wir der Kraft die Richtung bei in welcher die Richtung erfolgt oder erfolgen soll.

Wenig wird es nöthig sein, in welcher Bedeutung man die an sich durch die Sinne nicht wahrnehmbare bewegende Kraft durch Linien, Zahlen, Buchstaben und Formeln ausdrücken kann. Verzüglich ist die Veranschaulichung der Kraft

1) durch Linien, weil durch ihre Länge a. die Richtung, durch ihre Stärke b. die Geschwindigkeit, welche eine Kraft einer Massenheit theilt, anschaulich gemacht wird.

2) Neben den Linien bedient man sich dann noch der Gewichte, welche, an einer Schnur befestigt und über eine Rolle gelassen, ebenfalls die Größe der Kraft, so wie ihre Richtung veranschaulichen.

D. Die Ursache der Bewegung oder die Kraft.

Die Ursache jeder Veränderung im Zustande der Ruhe oder Bewegung eines Körpers nennen wir, wie schon oben angegeben, die bewegende Kraft.

Ob, wo es sich nicht um die Theorie der Bewegung handelt, kommt es durchaus nicht auf das innere Wesen der bewegenden Kraft an. Bei der Untersuchung der Bahn, Geschwindigkeit, der inneren Größe der Bewegung u. s. w. einer Kugel, welche 5 Fuß weit und eine Geschwindigkeit von 50 Fuß in einer Sekunde hat, ist es für die Untersuchung des geschwindigen Verlaufs völlig einerlei, ob sie jene Geschwindigkeit erhalten hat durch die Muskelkraft, durch Reibung, durch die Verplosion einer Pulvermasse, durch einen elastischen Bogen, oder mittelst einer Wirtelkugel durch die Ausdehnbarkeit der konzentrischen Luft u. s. w. Die Kräfte brauchen insofern nicht immer unmittelbar eine Veränderung im Zustande der Ruhe oder Bewegung anderer Körper, sondern häufig wohl diese Veränderung erst dadurch hervorzubringen, daß ein bewegter Körper auf einen andern stößt. Das was hierbei vorgeht ist hier zu untersuchen. Dieser Abschnitt der Physik heißt

Die Lehre vom Stöße.

Man denke sich, um von Anfang an anzugehen, die auf einander stößenden Körper als Kugeln von gleichem Gewicht. Der Zusammenhang ist

a) gerade oder zentral, wenn die Richtung, in welcher sich der eine, oder beide Körper bewegen in die gerade Linie fällt, welche man sich durch ihre Mittelpunkte gezogen denkt und wenn die Flächen, in welchen die Berührung Statt findet, auf jener Richtung senkrecht sind;

b) schief oder exzentrisch, wenn jenes nicht der Fall ist.

Zur Veranschaulichung dieses, so wie der folgenden Versuche mit der Stoß- oder Perkussions-Maschine von Mariotte, s. Gravitations, über Kugeln.

Beim zentralen Stoße, welchen wir hier voraussetzungsweise betrachten, sind folgende Fälle denkbar:

A. Beide Körper sind unelastisch.

A. Beide Körper haben gleiche Masse.

a) Der eine bewegte Körper stößt auf einen ruhenden;

b) der eine bewegte Körper stößt auf einen andern gleichfalls bewegten.

aa) Beide Körper bewegen sich nach derselben Richtung, haben aber verschiedene Geschwindigkeit;

bb) die Körper bewegen sich in unterschiedener Richtung 1) mit gleicher, 2) mit ungleicher Geschwindigkeit.

B. Die Massen beider Körper sind ungleich.

Hier kann jeder Stoße kann man sich in dem gewöhnlichen Punkte die ganze Wirkung vereinigt denken. Die Wirkung eines jeden Körpers ist dem Producte seiner Masse in seiner Geschwindigkeit gleich, somit werden beide nach dem Stöße, im Falle sie sich nach einerlei Richtung bewegen mit der Summe dieser Producte, und im Falle sie sich nach entgegengesetzter Richtung bewegen, mit dem Unterschiede dieser Producte fortgehen.

Sind die Massen der beiden Körper M und m und ihre Geschwindigkeiten C und c, so ist die Kraft nach dem Stöße, wenn sie in einerlei Richtung sich bewegen MC + mc.

Kann man ihre vorherige Geschwindigkeit x, so ist die Kraft, mit welcher sich beide Massen M und m bewegen = x(M + m). Da nach dem nach einerlei Richtung gehenden Stoße keine Kraft verloren gegangen ist und beide Massen gleichgeschwindigkeit haben, indem die (äußere) die langsamere vor sich herzieht, so ist x(M + m) = MC + mc also x = $\frac{MC + mc}{M + m}$

Sind die Bewegungen unterschieden, und zwar C positiv c aber negativ, so ist die Geschwindigkeit beider Körper nach dem Stoße b. i. x = $\frac{MC - mc}{M + m}$ In diesem Falle hat also der erste Körper jetzt die Kraft Mx = $\frac{M(MC - mc)}{M + m}$

und der zweite mx = $\frac{m(MC - mc)}{M + m}$

also hat der erste verloren MC - $\frac{M(MC - mc)}{M + m} = \frac{Mm(C + c)}{M + m}$

und der zweite mc + $\frac{m(MC - mc)}{M + m} = \frac{Mm(C + c)}{M + m}$

Wenn er hat nicht nur mc verloren, sondern die Bewegung, die er erhielt ist, als der früheren widerständig, ebenfalls als Verlust anzusehen. Beide Körper verlieren also gleichviel.

B. Beide Körper welche zusammenstoßen sind vollkommen elastisch.

Bei elastischen Körpern, welche gegen einander stoßen, werden die Theile, welche sich berühren mit einer Gewalt zusammengepreßt, welche der Wirkung gleich ist, die sie auf einander ausüben. In dem Augenblicke, in welchem diese aufhört, springen die Theile in ihrer vorigen Lage zurück und theilen also jedem Körper einen, seiner vorigen Bewegung entgegengesetzten Stoß. Der Verlust wird also doppelt so groß als beim Zusammenstoßen unelastischer Körper.

Der ganze Verlust jedes Körpers ist also = $\frac{2Mm(C + c)}{M + m}$

Der erste behält also noch die Kraft MC - $\frac{2Mm(C + c)}{M + m} = \frac{MC(M - m) - 2Mmc}{M + m}$

und die zweite hat noch die Kraft mc - $\frac{2Mm(C + c)}{M + m} = \frac{-mc(M - m) - 2MmC}{M + m}$

Der zweite erhält also eine negative Bewegung, wenn seine ursprüngliche positiv war.

Andere Folgerungen aus obigen Formeln. — Stoß bei einer Reihe von elastischen Körpern. — Erscheinungen beim Stöße eines festen Körpers gegen eine feste Ebene.

A) Ist der feste Körper unelastisch, so bleibt er beim zentralen Stoße an der Stelle liegen, kein schiefer Stoß geht er längs der ihm Ebene fort.

B) Ist der Körper elastisch, so ist der Einfallswinkel hier gleich dem Zurückwerfungswinkel. (Gleiche für diese Erscheinung.)

E. Die Unterschiede der Bewegung.

Auf diese Punkte im Besonderen hat seine Rücksicht genommen. Sie sind insofern sehr wichtig und liegen

a) in der Beschaffenheit des Körpers selbst,

so die Reibung. — Das Reibemeter. — Die Hülfenmethode.

b) In dem Widerstande des Mittels in welchem sie sich bewegen.

Das Mittel in welchem die Körper sich bewegen, muß selbst eine Bewegung erhalten und daher die Jener vermindern.

Der Widerstand wirkt mit dem Quadrat der Geschwindigkeit des sich bewegenden Körpers.

Charakter der Luft, Wasser, Erde.

Auf den Widerstand des Mittels beruht die Ausbreitung der Bewegung bei Flüssigkeiten, der Flüssigkeit selbst über u. s. w.