

Die Bewegung.

Die Stelle im Raume in welcher sich irgend ein Körper befindet heißt sein Ort, Verharren an Orte heißt Ruhe, Veränderung desselben Bewegung.

Die Aufgabe der Physik ist die Eigenschaften der Dinge zu untersuchen. Die Eigenschaften der Dinge sind für uns ihr Verhalten gegen andere, so nicht vermöge ihrer Eigenschaften in andern Dingen eine Veränderung hervor, und sehr häufig ist diese Veränderung eine Bewegung oder Ortsveränderung. Sehr oft erregt sich das eigentliche Wesen der Eigenschaften der Dinge unserer sinnlichen Wahrnehmung, und es erhält nur seine genauere Bestimmung durch die bewegende Veränderung, Bewegung, indem man von ihr auf die Ursache d. h. eben das innere Wesen der in untersuchten Eigenschaften zurückfährt. Aus diesem Grunde ist es erforderlich daß man sich zunächst über alle bei der Bewegung (Veränderung) stattfindenden Umstände die gehörige Ansicht und Klarheit verschafft. Das Allgemeine soll hier an einzelnen feinsten Erscheinungen aufgezeigt werden. Nämlich wir haben unsere Beobachtung zunächst auf

Die Bewegung einer frei fallenden Kugel.

Das Erste ist hier, wie bei allen Beobachtungen, die Wahrnehmung der Erscheinung selbst, das Was, das Dürfen die Zergliederung (Analyse) der Erscheinung, um alles das zu fassen, was in ihr enthalten ist. Hierbei ist zu unterscheiden: 1) das Wie der Erscheinung; 2) das Warum derselben oder die Ursache ihrer Ursachen.

Bei der Frage nach dem Wie der vorliegenden Erscheinung, wie bei jeder Bewegung, haben wir 1.) Raum und Zeit zu bestimmen, dann aber 2.) den fallenden Körper selbst genauer ins Auge zu fassen, 3.) die Frage nach der Ursache des Falls zu beantworten. Es sind also zu betrachten:

- 1.) Der durchlaufene Raum.
- 2.) Die darüber verstrichene Zeit.
- 3.) Die Geschwindigkeit.
- 4.) Die Masse des sich bewegenden Körpers.
- 5.) Die Größe der Bewegung.
- 6.) Die Ursache der Bewegung (die bewegende Kraft) und 7.) die bei derselben Statt findenden Nebenumstände welche während oder während einwirken.

Um die Betrachtung zu vereinfachen, sehen wir vorläufig von der Masse ab und lassen uns an der Kugel, den Mittelpunkt derselben. Eben so kann man von der Ursache der Bewegung so lange absehen, als der bewegte Körper (hier die Kugel) nicht selbst als etwas, als bewegendes Moment betrachtet werden muß. Eben so werden die die Bewegung bestimmenden oder bestimmenden Nebenumstände so fern, als besondere bei der Bewegung thätige Kräfte in Rechnung gezogen. Die so vereinfachte Lehre von der Bewegung führt dann den Namen

Phorometrie.

Es ist also zu betrachten:

1. Der Raum. Die Phorometrie lehrt, inwiefern die genaue Bestimmung des Weges eine ihrer vorzüglichsten Aufgaben ist, in der geometrischen Zeichnung zur Geometrie, der Lehre von den Größen nach welchen die Geschäfte im Raume geschehen können werden. Die phorometrische Betrachtung wird zu einer rein geometrischen, sobald man sich weiter abstrahirt und auch die über die Bewegung verstrichene Zeit unberücksichtigt läßt und bloß auf den durchlaufenen Raum sieht. — In Beziehung auf den Raum werden hier die Fundamentalthesen der Geometrie als schon bekannt vorausgesetzt.
2. Die Zeit. Die während einer Bewegung verstrichene Zeit wird durch die Vergleichen der über andere Bewegungen verstrichenen Zeiträume bestimmt. In letztem Sinne ist die Zeit als veränderlich, weil allen Menschen erkennbar und vergleichbar, die Erscheinungen und Bewegungen der Weltkörper sind. Die Chronologie oder mathematische Zeitrechnung gründet sich allein auf diese.
3. Raum und Zeit auf einander bezogen führen auf die Geschwindigkeit, deren äußeres anschauliches Maß der in der Zeiteinheit zurückgelegte Weg ist.

A. Die Bewegung verursacht durch eine Kraft.

- A. Wenn man auf den durchlaufenen Raum oder Weg sieht, so ist die Bewegung: a) geradlinig, b) krummlinig.
 B. Benutzt man zugleich die Zeit, so ist die Bewegung: 1. stetig oder kontinuierlich, 2. unetig oder springend. Beispiel letztere ist die Bewegung eines Menschen.

Die Bewegung.

1. Die gleichförmige Bewegung.

(Die scheinbar, ständige Bewegung der Himmelskörper ist ein Beispiel einer solchen gleichförmigen Bewegung dar.)

Gleichförmig heißt die Bewegung eines Punktes, wenn derselbe in gleichen Zeiten gleiche Wege zurücklegt. Hieraus folgt, daß der Weg eines gleichförmig bewegten Punktes in gleichen Verhältnissen mit der Zeit wächst; der während einer gewissen Zeit zurückgelegte Weg wird also gefunden, wenn man die Geschwindigkeit mit der Zeit multipliziert.

Bezeichnet man die Zeit durch t (tempus), den Raum s (spatium), die Geschwindigkeit v (velocitas),

so wird obiges Gesetz durch folgende Formel ausgedrückt:

$$s : t = v : 1. \text{ Daraus folgt:}$$

$$1) s = vt; 2) t = \frac{s}{v}; 3) v = \frac{s}{t}$$

Dieses Gesetz durch Worte ausgedrückt lautet:

- 1) Der Weg eines gleichförmig bewegten Punktes wird gefunden, wenn man die Geschwindigkeit mit der über die Bewegung verstrichene Zeit multipliziert.
- 2) Die Zeit findet man, wenn man den durchlaufenen Raum durch die Geschwindigkeit dividirt.
- 3) Die Geschwindigkeit erhält man, wenn man den Raum durch die Zeit dividirt.

Beispiel der gleichförmigen Bewegung in der Natur ist die Schwebenbewegung der Erde, sowie die übrigen Planeten.

(Die neuesten Untersuchungen über diese Beleg. Schilling, Phys. u. S. 12.)



2. Die ungleichförmige Bewegung.

Die Bewegung eines fallenden, oder in die Höhe gerichteten Körpers heißt ungleichförmig, weil die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume ungleich sind.

Die ungleichförmige Bewegung ist wieder:

a) beschleunigt, akcelerirt,

wenn in den folgenden Zeiteinheiten die durchlaufenen Räume zunehmen. Hierbei ist wieder zu unterscheiden:

- a) die unregelmäßig oder ungleichförmig beschleunigte Bewegung;
- b) die regelmäßig oder gleichförmig beschleunigte Bewegung.

Hier kann, der Natur der Sache nach, nur von letzterer die Rede sein.

Beobachtung gerichtet auf den in senkrechter Richtung herabfallenden Körper.

(Die Erscheinungen beim Fall der Körper werden hauptsächlich durch die Anziehung der Erdoberfläche bestimmt.) Gleichförmig beschleunigt heißt die Bewegung, wenn die Geschwindigkeit in gleichen Zeiteinheiten um gleich viel zunimmt. Daraus folgt:

- 1) die Geschwindigkeit wächst im gleichen Verhältnisse mit der Zeit (Fig. 1.);
- 2) die Wege wachsen in gleichen Zeiten um gleich viel zu;
- 3) die von Anfang an zurückgelegten Wege wachsen im gleichen Verhältnisse mit dem Quadrate der Zeit.

AB und AM (Fig. 2.) ist der Zeit proportional, AD = DP = FH u. s. sind proportional dem Zeitabschnitten (Augenblicke). DE, FG, HI zeigen die Geschwindigkeiten nach Verlauf des ersten, zweiten, dritten u. s. Augenblicks an, kann läßt sich durch die schraffierte Figur veranschaulichen:

1) Die in den Zeiten AM und AB durchlaufenen Räume verhalten sich wie die Dreiecke AMN und ABC. Letztere sind nämlich der Summe aller in den einzelnen Augenblicken durchlaufenen Räume proportional.

2) Die von Anfang an der Bewegung an durchlaufenen Räume verhalten sich wie die Quadrate der über die Bewegung verstrichene Zeiten.

In Zahlen: Ist der in der Zeit t (= AM) durchlaufene Weg $= s$ und die Endgeschwindigkeit $= v$, der in der Zeit T (= AB) durchlaufene $= S$ und die Endgeschwindigkeit $= C$, so verhält sich

$$s : S = \Delta AMN : \Delta ABC;$$

$$\Delta AMN : \Delta ABC = AM^2 : AB^2;$$

$$AM^2 : AB^2 = t^2 : T^2;$$

$$\text{folglich } s : S = t^2 : T^2.$$

3) Die von Anfang an zurückgelegten Wege verhalten sich auch wie die Quadrate der Endgeschwindigkeiten.

$$s : S = \Delta AMN : \Delta ABC;$$

$$\Delta AMN : \Delta ABC = MN^2 : BC^2;$$

$$MN^2 : BC^2 = v^2 : C^2;$$

$$\text{folglich } s : S = v^2 : C^2.$$

4) Der Weg eines gleichförmig beschleunigten Körpers ist halb so groß, als der Weg, welchen er machen würde, wenn er sich mit der Geschwindigkeit des letzten Augenblicks eben so lange gleichförmig fortbewegen würde (Sens. Fig. 2.). Folgerung: Wenn die Endgeschwindigkeit nach Verlauf der ersten Sekunde g ist, so ist der von dem Körper zurückgelegte Weg so groß, als ob er sich eine Sekunde lang mit der Geschwindigkeit g fortbewege, d. h. er wird den Weg $\frac{1}{2}g$ zurücklegen.

(Die stetige oder kontinuierliche wirkende oder lebendige Kraft.)



Bezeichnet man die Zeit durch t für eine beliebige die Zeit durch $\dots 1$ Zeit durch T den Weg durch s den Weg durch $\dots S$ die Geschwindigkeit durch v die Geschwindigkeit durch $\dots V$

so kann man die schraffierte Fläche in Zahlen auf folgende Weise ausdrücken:

- I. $s : S = 2g : v$ folglich:
 1. $v = 2gt$
 2. $t = \frac{v}{2g}$
 3. $s = g t^2$
 4. $t = \sqrt{\frac{s}{g}}$
 5. $v = \sqrt{2gs}$
 6. $s = \frac{v^2}{2g}$
- II. $s : S = v^2 : V^2$
- III. $4g^2 : v^2 = g : V$

Wenn also g bekannt ist, so kann man, wenn noch eine der drei Größen t, s, v gegeben ist, die andere durch Rechnung finden.

b) verzögert, retardirt, wenn das Umgekehrte wie bei der beschleunigten Bewegung Statt findet. Beobachtung gerichtet auf den senkrecht in die Höhe geworfenen Körper.

Die Größe für die Bewegung wird senkrecht in die Höhe gerichteten Körper sind den beschleunigten Körpern analog und können leicht durch ähnliche Schlüsse abgeleitet werden.