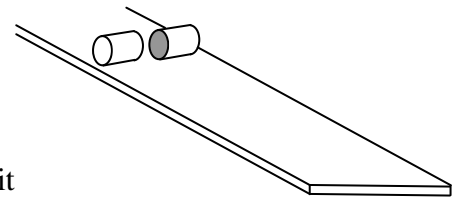


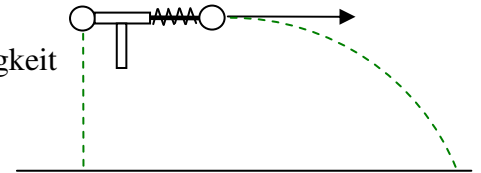
# Physik-Übung \* Jahrgangsstufe 8 \* Waagrechter Wurf

## Zwei Vorversuche:

Ein Vollzylinder aus Holz und ein Metallzylinderrohr haben gleiche Masse und gleiche Abmessungen. Lässt man beide eine schiefe Ebene herab laufen, so kommen sie nicht zur gleichen Zeit und daher mit unterschiedlicher Geschwindigkeit unten an. Ist damit der Energieerhaltungssatz verletzt? Welche Erklärung findest du?



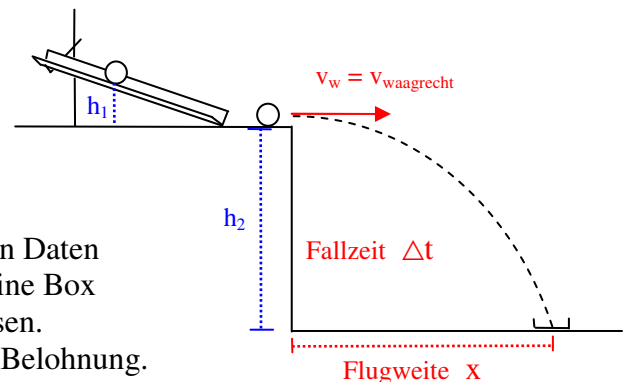
Ein Wurfapparat startet zum gleichen Zeitpunkt die Bewegung zweier Kugeln. Während eine Kugel ohne Anfangsgeschwindigkeit frei nach unten fällt, startet die andere mit einer waagrechten Anfangsgeschwindigkeit.



Welche Kugel landet zuerst am Boden?  
Wie kann man die Beobachtung erklären?

## Aufgabe:

Eine Metallkugel soll eine vorher festgelegte Höhe  $h_1$  das v-förmige Alu-Profil herab laufen und dann mit der erreichten waagrechten Geschwindigkeit  $v_{\text{waagrecht}} = v_w$  über die Tischkante hinweg die Höhe  $h_2$  herabfallen. Die Aufgabe besteht darin, die Flugweite  $x$  aus den Daten  $h_1$  und  $h_2$  zu ermitteln, an der berechneten Stelle eine Box aufzustellen und dann die Kugel herabrollen zu lassen. Landet die Kugel in der Box, so gibt es eine kleine Belohnung.



Versuchsaufbau: Das Aluprofil wird mit einem Gummi an einem Haken so befestigt, dass man bis zu Höhen  $h_1$  von 25cm den Versuch durchführen kann.

Messungen: Bestimme die Höhe  $h_2$  und notiere sie unten.

**Berechnungen:** (Alle Herleitungen sind im Heft ausführlich zu notieren!)

Bestimme mit dem Energieerhaltungssatz die Geschwindigkeit  $v_w$  für die Höhen  $h_1$  der Tabelle. Beachte dabei, dass bei einer rollenden Kugel  $2/7$  der Bewegungsenergie in der Rotation und  $5/7$  der Bewegungsenergie in der Vorwärtsbewegung stecken.

Bestimme die Geschwindigkeit  $v_F$ , mit der ein die Höhe  $h_2$  herab fallender Körper am Boden aufschlägt und ermittle dann aus  $v_F = g \cdot \Delta t$  die Fallzeit  $\Delta t$ .

Erkläre, warum mit  $x = v_w \cdot \Delta t$  die Flugweite ermittelt wird und notiere die entsprechenden Werte in der Tabelle.

(Erstelle zusätzlich eine Tabelle für den Fall, dass 10% der potenziellen Energie durch Reibung verloren geht. Entscheide dann, welche Flugweite beim Versuch zu wählen ist.)

Höhe $h_1$ in cm	5,0	10	15	20	25
$v_w$ in m/s					
Flugweite $x$ in m					

Höhe  $h_2 =$

Fallzeit für diese Höhe:

$\Delta t =$

Erst nachdem die Tabelle vollständig ausgefüllt ist, wird der Versuch aufgebaut.

Der Lehrer bestimmt, welche Höhe  $h_1$  ihr verwenden sollt!  
Und nun viel Glück beim Experiment!



## Physik-Übung \* Jahrgangsstufe 8 \* Waagrecht Wurf \* Lösungsvorschlag

### Vorversuch 1:

Der Vollzylinder aus Holz kommt schneller, d.h. mit höherer Geschwindigkeit unten an.

Erklärung:

Rotiert ein Körper um eine Achse, so steckt in dieser Rotation Bewegungsenergie, denn jedes kleine Massstück des Körpers besitzt bei der Rotation eine bestimmte Geschwindigkeit, zu der ein Anteil an Bewegungsenergie gehört. Je weiter das Massstück von der Rotationsachse entfernt ist, desto höher ist die Geschwindigkeit und damit die Bewegungsenergie. Im rotierenden Vollzylinder aus Holz steckt aus diesem Grund bei gleicher Rollgeschwindigkeit weniger „Rotationsenergie“ als im rollenden Metallzylinderrohr. Da beide Zylinder anfangs die gleiche potenzielle Energie besitzen, bleibt beim Vollzylinder aus Holz mehr Energie für die Fortbewegung nach unten übrig; d.h. der Holzzylinder kommt mit höherer Geschwindigkeit (zuerst) unten an.

### Vorversuch 2:

Beide Kugeln landen gleichzeitig am Boden.

Erklärung:

Die waagrechte Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit und die Fallbewegung senkrecht nach unten „überlagern sich“ unabhängig voneinander.

### Berechnungen zum Versuch:

Zur Höhe  $h_2 = 90 \text{ cm}$  gehört die Auftreffgeschwindigkeit

$$v_F = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_2} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,90 \text{m}} = 4,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{und damit die Fallzeit}$$

$$\Delta t = 4,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} : 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,43 \text{s}$$

$$\frac{5}{7} \cdot E_{\text{pot, oben}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_w^2 \Rightarrow \frac{5}{7} \cdot m \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_w^2 \Rightarrow \frac{10}{7} \cdot g \cdot h_1 = v_w^2 \Rightarrow$$

$$v_w = \sqrt{\frac{10}{7} \cdot g \cdot h_1} = \sqrt{\frac{98}{7} \cdot h_1 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \sqrt{14 \cdot h_1 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad \text{und mit } x = v_w \cdot \Delta t = v_w \cdot 0,43 \text{s}$$

Höhe $h_1$ in cm	5,0	10	15	20	25
$v_w$ in m/s	0,837	1,18	1,45	1,67	1,87
Flugweite $x$ in m	0,36	0,51	0,62	0,72	0,80

Wenn man 10% der potenziellen Energie durch Reibungseffekte verliert, dann gilt:

$$0,90 \cdot \frac{5}{7} \cdot E_{\text{pot, oben}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_w^2 \Rightarrow \frac{4,5}{7} \cdot m \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_w^2 \Rightarrow \frac{9}{7} \cdot g \cdot h_1 = v_w^2 \Rightarrow$$

$$v_w = \sqrt{\frac{9}{7} \cdot g \cdot h_1} = \sqrt{\frac{88,2}{7} \cdot h_1 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \sqrt{12,6 \cdot h_1 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad \text{und mit } x = v_w \cdot \Delta t = v_w \cdot 0,43 \text{s}$$

Höhe $h_1$ in cm	5,0	10	15	20	25
$v_w$ in m/s	0,794	1,12	1,37	1,59	1,77
Flugweite $x$ in m	0,34	0,48	0,59	0,68	0,76

