

Allgemeine Hinweise:

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

Impulserhaltungssatz Die wenigen Größen, für die es einen Erhaltungssatz gibt, sind in der Physik von fundamentaler Bedeutung. In der Einleitung zum Artikel „Impulserhaltungssatz“ in der Wikipedia (31.3.2008) heißt es: *Der Impulserhaltungssatz ist einer der wichtigsten Erhaltungssätze der Physik und besagt, dass der Gesamtimpuls in einem abgeschlossenen System konstant ist. 'Abgeschlossenes System' bedeutet, dass keine Kräfte von außen auf Teile des Systems einwirken. Die Impulserhaltung gilt sowohl in der klassischen Mechanik als auch in der speziellen Relativitätstheorie und der Quantenmechanik. Sie gilt unabhängig von der Erhaltung der Energie und ist etwa bei der Beschreibung von Stoßprozessen von grundlegender Bedeutung, wo der Satz besagt, dass der Gesamtimpuls aller Stoßpartner vor und nach dem Stoß gleich sein muss. Impulserhaltung gilt sowohl, wenn die kinetische Energie beim Stoß erhalten bleibt (elastischer Stoß), als auch dann, wenn dies nicht der Fall ist (unelastischer Stoß).*

- 1.1. Aus vollem Lauf ($v = 6 \text{ m/s}$) springt ein Junge ($m_J = 55 \text{ kg}$) auf sein ruhendes Rollbrett ($m_R = 5 \text{ kg}$).
- Mit welcher Geschwindigkeit fahren beide ab, sofern der Junge sein Gleichgewicht behält?
 - Wieviel mechanische Energie ging dabei verloren?
 - Erkläre, wo die verlorene Energie geblieben ist.
- 1.2. Aus einem Jagdgewehr mit der Masse $m_1 = 5 \text{ kg}$ wird ein Geschöß mit der Masse $m_2 = 12 \text{ g}$ abgeschossen. Es verläßt den Lauf mit der Geschwindigkeit $v_2 = 720 \text{ m/s}$.
- Wie groß wäre die vom Rückstoß hervorgerufene Geschwindigkeit v_1 des Gewehres nach dem Schuß, wenn es nicht vom Schützen abgestützt würde?
 - Wie groß ist die auf den Schützen wirkende Rückstoßkraft, wenn er das Gewehr innerhalb von $0,1 \text{ s}$ abfängt?

Im allgemeinen Fall handelt es sich beim Impuls natürlich um eine vektorielle Größe. Vektoren werden addiert, indem man ihre Komponenten addiert. Die Vektoraddition läßt sich allerdings auch graphisch durchführen („Parallelogramm-methode“), was immer dann von Vorteil ist, wenn man lediglich an Richtungen und Beträgen interessiert ist.

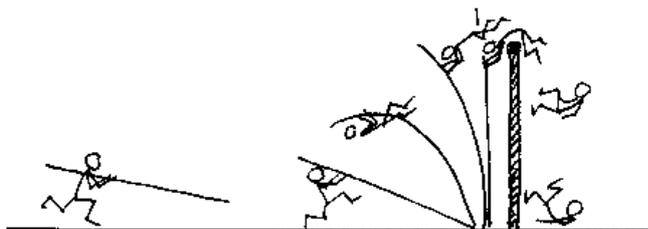
- 1.3. Eine Explosion zersprengt einen Stein in drei Teile. Zwei Stücke fliegen rechtwinklig zueinander fort, das erste ($m_1 = 1 \text{ kg}$) mit $v_1 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, das zweite ($m_2 = 2 \text{ kg}$) mit $v_2 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Das dritte Stück fliegt mit $v_3 = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ fort.
- Ermittle aus einem Diagramm die Richtung des dritten Stückes (Winkel zu v_1 bzw. v_2).
 - Wie groß ist die Masse des Stückes?

Energieerhaltungssatz 1904 wurden erstmalig Frauen zum Studium an deutschen Universitäten zugelassen, was allein deswegen schon ein großes Glück für die Naturwissenschaften war, weil Emmy Noether in diesem Jahr ihr Mathematikstudium aufnahm, das sie 1907 mit der Promotion abschloss (Professorin durfte sie aber zur damaligen Zeit nicht werden). Von Emmy Noether stammt der Beweis für eine der wichtigsten Grundlagen moderner Physik: das Noether-Theorem verknüpft elementare physikalische Größen wie Ladung, Impuls, Energie etc. mit geometrischen Invarianzen und Symmetrien. So folgt z.B. der Energieerhaltungssatz aus der Tatsache, dass das Ergebnis eines Experimentes unabhängig davon ist, wann es ausgeführt wird („Invarianz bei Zeittransformationen“).

- 2.1. Ein Güterzug ($m = 500 \text{ t}$) erhöht auf einer Strecke von $1,8 \text{ km}$ Länge und 8% Steigung (Welchem Neigungswinkel entspricht das?) die Geschwindigkeit von 30 km/h auf 55 km/h (Rollreibungszahl $0,005$). Berechnen Sie die Reibungs-, die Hub-, die Bewegungsenergie sowie die gesamte übertragene Energie.
- 2.2. Der Weltrekord im Stabhochsprung liegt bei $6,14 \text{ m}$ (Bubka, 31.7.1994; d.h. seit 15 Jahren!). Diskutiere (nur mit dir selbst, nicht mit den Nachbarn), ob eine wesentliche Verbesserung dieses Wertes möglich ist.

Beachte dazu folgendes: Die Aufgabenüberschrift. Welche Maximalgeschwindigkeit kann ein Mensch erreichen? Der Schwerpunkt des Springers befindet sich beim Absprung bereits auf einer Höhe von ca. 1 m .

Gib nicht frühzeitig auf: Diese Aufgabe benötigt Zeit und gute Ideen!



- 2.3. Ein Artist ($m = 60 \text{ kg}$) hält in jeder Hand ein Gewichtsstück von 30 kg und springt damit aus 3 m Höhe auf ein Federsprungbrett. Im Moment, in dem dieses den tiefsten Punkt erreicht hat, läßt er die Gewichtsstücke los. Wie hoch wird er geschleudert?