

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

(Diese Aufgabe ist in wesentlichen Teilen von Herrn Stratmann übernommen, dem ich – ich hoffe ihr auch – an dieser Stelle herzlich danken möchte.) Im berühmten Knetfigurenanimationsfilm „Die unglaublichen Abenteuer von Wallace & Gromit“ findet sich folgende Szene: Gromit jagt einen Pinguin, den er als hinterlistigen Diamantenjäger entlarvt hat. Es kommt zu einer dramatischen Verfolgungsjagd auf deren Höhepunkt sich die dargestellte Situation ergibt: Gromit wird von dem Pinguin beschossen, sein Helm vermag Schlimmeres zu vermeiden.



Leerer Modellzug: $m = 3,5\text{kg}$

Gromit (der Hund, komplett) $m = 825\text{g}$

Pinguin (mit Vollausrüstung): $m = 425\text{g}$

Geschoss: $m = 8,5\text{g}$

1.1. Der Zug fahre in der dargestellten Szene zunächst gleichförmig mit $v = 9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, in diesem Moment schießt der

Pinguin das Geschoss mit $v = 300 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ab. Welche Geschwindigkeit hat der Zug nach dieser Straftat?

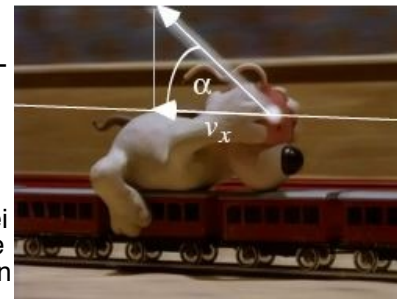
1.2. Nach dem Streifschuss an Gromits Helm ist die Geschwindigkeit des Zuges auf

$v' = 9,77 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ gesunken. Welche Geschwindigkeit hat das Geschoss nun noch in x-

Richtung (horizontal), wenn wir die Winkelablenkung zunächst vernachlässigen?

1.3. Im Film schießt der Pinguin sein Magazin leer (6 Schüsse). Wie hoch könnte die Geschwindigkeit am Ende sein, Reibungs- und Antriebsfreiheit vorausgesetzt, sofern Gromit stets rechtzeitig den Kopf einzieht?

1.4. In Wirklichkeit ändert das Geschoss beim Abprall am Helm ja seinen Winkel, wobei die Gesamtgeschwindigkeit fast unverändert bleibt; daher ist die in 1.2. berechnete Geschwindigkeit nur die x-Komponente der Gesamtgeschwindigkeit. Bestimme den Winkel der Ablenkung des Geschosses beim Abprallen.



Rotation:

Man unterscheidet bei der Kreisbewegung Winkelgeschwindigkeit (= überstrichener Winkel pro Zeit = Vollwinkel pro Umlaufzeit) und Bahngeschwindigkeit (welche Strecke legt der Punkt in einem Zeitintervall zurück). Bei der gleichförmigen Kreisbewegung bleibt zwar der Betrag der Bahngeschwindigkeit immer gleich, jedoch ändert sich in jedem Moment ihre Richtung. Die diese Geschwindigkeitsänderung bewirkende Beschleunigung heißt *Radial- oder Zentripetalbeschleunigung*.

2.1. Wie groß sind die Radialbeschleunigungen absolut und im Vergleich zur Erdbeschleunigung

- auf der Erde auf 45° Breite in Folge der Drehung der Erde um ihre Achse,
- in einem Formel I -Wagen, der mit einer Geschwindigkeit von 252 km/h eine Kurve mit einem Radius von 100 m durchfährt?

2.2. Seit den 80er Jahren des 19.Jh. ist das Hammerwerfen offizielle Leichtathletikdisziplin. Die statt eines Hammers verwendete Kugel (ein kugelförmiger Hammer wäre in handwerklichen Bereichen wohl eher ein Scherzartikel) muss exakt 7,257 kg schwer sein, mit der Länge des Drahtseils, das an einem dreieckigen Griff endet, nimmt man es nicht so genau: es darf eine Länge zwischen 117,5 und 121,5 cm besitzen.

- Ein „Hammerwerfer“ schleudert die Kugel seines Sportgerätes mit dem Namen Hammer auf einer waagerechten Kreisbahn herum, wobei die Kugel 0,5 s für einen Umlauf benötigt. Der Radius der Bahn beträgt 200 cm (Arm- + Seillänge) und die Ausmaße der Kugel lassen sich demgegenüber vernachlässigen.
- Welche kinetische Energie besitzt die Kugel?
 - Welche Zentripetalkraft muss der Hammerwerfer aufbringen, um die Kugel auf die Kreisbahn zu zwingen?
 - Wie groß ist die von der Zentripetalkraft bei einer Umdrehung übertragene Energie (= von der Zentripetalkraft verrichtete Arbeit)?