

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, Schreibutensilien

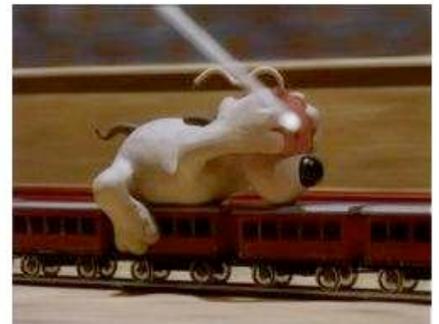
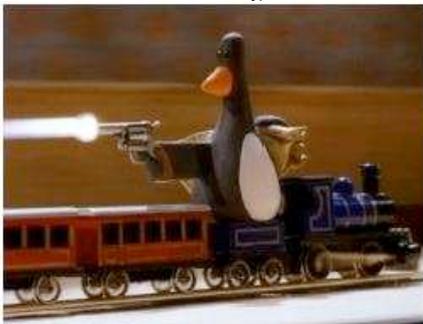
Trägheitsmomente und Drehimpulse

- An den vier Ecken eines Rechtecks mit den Seitenlängen von 30cm und 40cm befinden sich Kugeln mit der Masse von je 200g. Skizzieren Sie jeweils die Lage der Rotationsachse und berechnen Sie das Gesamtträgheitsmoment bei einer Rotation
 - um eine Achse, die durch den Schwerpunkt geht und parallel zu den längeren Seiten des Rechtecks verläuft,
 - um eine Achse, die durch den Schwerpunkt geht und senkrecht zu den längeren Seiten des Rechtecks verläuft,
 - um eine Achse, die eine der längeren Seiten enthält,
 - um eine Achse, die eine der kürzeren Seiten enthält,
 - um eine Achse durch den Schwerpunkt des Rechtecks senkrecht zur Rechteckebene.
- Welches kleinstmögliche/größtmögliche Trägheitsmoment besitzt das Rechteck? Begründen Sie Ihre Antworten physikalisch.
- Wie groß ist der Drehimpuls in b), wenn sich das Rechteck 3 mal pro Sekunde um 360° dreht?
- Vergleichen Sie den Drehimpuls der Erde aufgrund ihrer täglichen Umdrehung mit dem Drehimpuls des Mondes aufgrund seines Umlaufs um die Erde. Betrachten Sie dabei die Erde als homogene Kugel.
- Schätzen Sie physikalisch sinnvoll ab: Kann der Drehimpuls eines Kettenkarussells größer als $300000 \text{ kg m}^2/\text{s}$ sein?
- Ein Vollzylinder und ein Hohlzylinder gleicher Masse starten nebeneinander ohne Anfangsgeschwindigkeit am oberen Ende einer schiefen Ebene. Welcher Zylinder erreicht den Fuß der Ebene eher? Begründen Sie Ihre Antwort physikalisch.



Impulserhaltungssatz (Diese Aufgabe ist in wesentlichen Teilen von Herrn Stratmann

übernommen, dem ich – ich hoffe Sie 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.



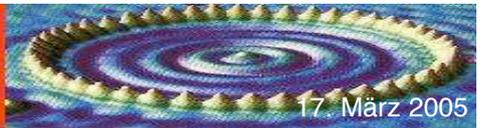
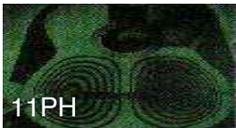
Leerer Modellzug: $m = 3,5\text{kg}$

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

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

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

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

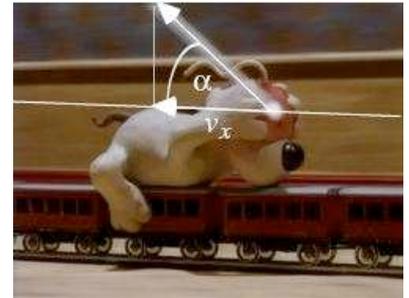


Pinguin das Geschoss mit $v = 300 \frac{m}{s}$ ab. Welche Geschwindigkeit hat der Zug nach dieser Straftat?

2.2. Nach dem Streifschuss an Gromits Helm ist die Geschwindigkeit des Zuges auf $v' = 9,77 \frac{m}{s}$ gesunken. Welche Geschwindigkeit hat das Geschoss nun noch in x-Richtung (horizontal), wenn wir die Winkelablenkung zunächst vernachlässigen?

2.3. 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?

2.4. In Wirklichkeit ändert das Geschoss beim Abprall am Helm ja seinen Winkel, wobei die Gesamtgeschwindigkeit fast unverändert bleibt; daher ist die in 2.2. berechnete Geschwindigkeit nur die x-Komponente der Gesamtgeschwindigkeit. Bestimme den Winkel der Ablenkung des Geschosses beim Abprallen.



Konstanten
und Einheiten

- Erdbeschleunigung: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- Radius der Erde: $r_E = 6370 \text{ km}$
- Masse der Erde: $M_E = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

- Radius des Mondes: $r_M = 1738 \text{ km}$
- Masse des Mondes: $M_M = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
- Abstand Erde-Sonne: $e_E = 150 \text{ Mio km}$
- Abstand Erde-Mond: $e_M = 384000 \text{ km}$

Einige Trägheitsmomente:

- Vollzylinder: $J_{VZ} = \frac{1}{2} m R^2$
- Hohlzylinder: $J_{HZ} = m R^2$
- Kugel: $J_K = \frac{2}{5} m R^2$

