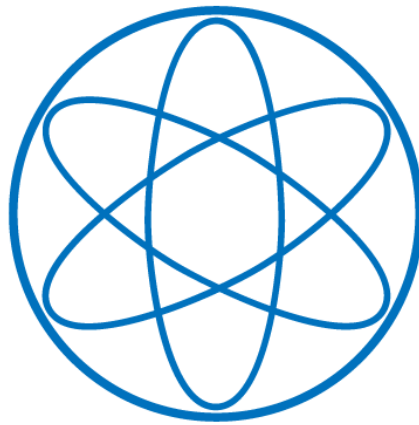


Ferienkurs
Experimentalphysik I: Mechanik

Wintersemester 15/16

Übung 3 - Angabe



PHYSIK
DEPARTMENT

1 Regenwagen

Ein Wagen (Leergewicht $M=500\text{g}$) bewegt sich reibungsfrei auf einer Ebene mit der Geschwindigkeit $v_0=10\text{m/s}$ in x -Richtung. Auf dem Wagen ist eine Wanne mit vernachlässigbarer Masse und der Grundfläche $A=6\text{m}^2$ mit der offenen Seite nach oben befestigt. Plötzlich zur Zeit $t = 0$, setzt ein Platzregen mit 180 Litern pro Stunde und Quadratmeter ein. Die Regentropfen fallen senkrecht.

Hinweis: Sie mögen das Integral $\int \frac{1}{a+bx} dx = \frac{1}{b} \ln |a + bx| + C$ nützlich finden.

1. Gilt hier der Impulserhaltungssatz? Gilt der Energieerhaltungssatz?
2. Wie groß ist die Geschwindigkeit des Wagens als Funktion der Zeit?
3. Kommt der Wagen innerhalb einer endlichen Strecke zum Stehen? Begründen Sie ihre Antwort durch Rechnung.
4. Welche Kraft muss aufgebracht werden, um die Geschwindigkeit des Wagens konstant auf dem Wert v_0 zu halten?

2 Impulserhaltung mit Masseänderung

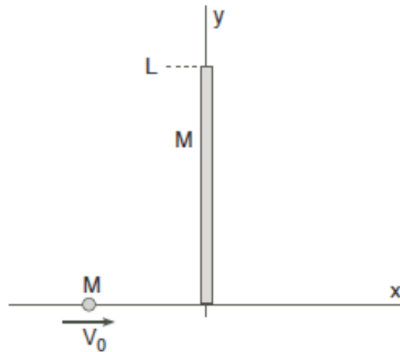


Ein Zug aus fünf leeren, antriebslosen Eisenbahnwaggons rollt näherungsweise reibungsfrei mit einer Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 3\frac{\text{m}}{\text{s}}$ unter einer Beladestation vorbei. Das Leergewicht des Zugs beträgt $m_0 = 100\text{t}$. Ab dem Zeitpunkt $t = 0$ fällt nun senkrecht von oben mit einer konstanten Rate von $\dot{m} = 2\frac{\text{t}}{\text{s}}$ Kohle in die oben offenen Waggons, wo sie dann liegen bleibt. Es geht keine Kohle zwischen den Waggons verloren. Das Beladen wird automatisch beendet, sobald der Zug die Beladestation vollständig passiert hat.

1. Erläutern Sie kurz, ob und warum Energie- und/oder Impulserhaltung bei diesem Vorgang eine Rolle spielen. Wo wird Energie umgewandelt oder Impuls übertragen?
2. Wie groß ist die Rollgeschwindigkeit $v(t)$ des Zugs nach der Zeit t während des Beladens? Wie schnell ist der Zug nach 30 Sekunden?
3. Welche Strecke $s(t)$ rollt der Zug in der Zeit t während des Beladens? Welche Strecke ist der Zug in 30 Sekunden gerollt?

3 Bewegung im Schwerpunktsystem

Ein dünner Stab mit Länge L und Masse M ruht auf der y -Achse auf einem reibungslosen, horizontalen Tisch. Eine Punktmasse derselben Masse M bewegt sich mit Geschwindigkeit V_0 auf der x -Achse. Zum Zeitpunkt $t = 0$ kollidiert die Punktmasse mit dem Ende des Stabes und bleibt daran kleben. Finden Sie den Positionsvektor $\vec{R}_{CM}(t)$ und den Geschwindigkeitsvektor $\vec{V}_{CM}(t)$ des Massenschwerpunkts dieses Systems als Funktion der Zeit.



4 Inelastischer Stoß

Ein Teilchen der Masse m_1 stößt zentral mit einem im Laborsystem ruhenden Teilchen der Masse m_2 zusammen und bleibt in diesem stecken.

1. Wie viel kinetische Energie wird dabei in innere Energie Q umgewandelt?
2. Wie groß ist die anfängliche kinetische Gesamtenergie im Schwerpunktsystems?

5 Archimedes Haar

Ein menschliches Haar habe ein Elastizitätsmodul von $E = 5 \cdot 10^8 \text{ Nm}^{-2}$. Nehmen Sie an, dass sich das Haar für Dehnungen bis zu 10% elastisch dehnt und nicht beschädigt wird.

1. Berechnen Sie das Volumen an Haar, das Archimedes 250 B.C. für ein Katapult benötigte, um einen Fels von 50 kg auf eine Geschwindigkeit von $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ zu beschleunigen.
2. Wie weit fliegt dieser Fels unter idealen Bedingungen maximal?

6 Luftschiff und Bohrinsel

Wasserstoff, das leichteste Gas, hat unter Normalbedingungen eine Dichte von 90 g/m^3 . Helium, das zweitleichteste Gas, hat eine Dichte von 179 g/m^3 . Die Dichte von Luft bei Normalbedingungen beträgt 1.29 kg/m^3 .

1. Warum ist die Dichte von Helium nur doppelt so groß wie die von Wasserstoff, obwohl das Heliumatom die vierfache Masse des Wasserstoffatoms hat?
2. Wie groß ist die Tragkraft eines Luftschiffs, das mit 20000 m^3 Wasserstoff bzw. Helium gefüllt ist? Warum schneidet Helium trotz seiner doppelten Dichte im Vergleich mit Wasserstoff ganz gut ab?

Betrachten Sie eine Bohrinselform der Masse 10000t, deren vier zylinderförmige Sockel einen Durchmesser von 10m und eine Höhe von 60m haben. Die Sockel sind hohl und anfänglich mit Luft gefüllt, um als Schwimmkörper zu dienen.

3. Wie weit schauen die Sockel aus dem Wasser hinaus?
4. Mit welcher Menge Wasser müssen die Sockel geflutet werden, damit die Bohrinselform so absinkt, dass sie gerade 'gewichtlos' ist, wenn sie auf dem Meeresboden in 50m Tiefe aufsetzt?
5. Nun sitzt die Bohrinselform in 50m Tiefe auf Grund und wird zur Erhöhung der Stabilität mit weiteren 5000t Wasser geflutet. Wie groß ist die Kraft, die jetzt auf den sandigen Meeresboden unterhalb der Sockel wirkt?

7 Antarktis-Park

In der Antarktis gibt es einen Antarktis-Park, ein beliebter Zeitvertreib für Pinguine. Eine besondere Attraktion ist eine scheibenförmige Eisscholle (Fläche A , Eisdicke D , Eisdichte ρ_E), die im Meer schwimmt (Wasserdichte ρ_W).

1. Welcher Anteil der Eisdicke D befindet sich oberhalb der Wasseroberfläche?
2. Mit größtem Vergnügen springen Pinguine auf der Eisscholle so auf und ab, dass die Scholle anfängt zu schwingen. Mit welcher Periode T müssten die Pinguine springen, um die Scholle in der Resonanzfrequenz anzuregen (Masse der Pinguine und Reibung werden vernachlässigt)?
3. Wie groß müsste die Gesamtmasse der Pinguine auf der Eisscholle sein, damit ihr Gewicht die Scholle völlig untertaucht? (Wir nehmen an, dass sie nicht mehr springen.)
4. Aufgrund der globalen Erwärmung schmilzt die Eisscholle. Wie ändert sich dadurch der Wasserspiegel des Meeres? Begründen Sie Ihre Antwort. Die Temperatur des Meerwassers wird als unverändert angenommen. Die Pinguine werden für diesen Teil der Aufgabe nicht berücksichtigt. Sie haben sich längst aus dem Staub (aus dem Schnee?) gemacht.