

Aufgabe 1: Einheiten und Fehler (6 P.)

Sie fahren mit genau 72 km/h durch eine Zone mit Begrenzung der Geschwindigkeit auf 70 km/h. Ihnen nimmt jemand die Vorfahrt und es kommt zu einem Unfall und einem Gerichtsverfahren. Eine dritte Person hat zufällig alles mit ihrem Handy gefilmt und das Material wird vor Gericht ausgewertet.

- Wie schnell sind Sie in SI-Basiseinheiten gefahren?
- Aus zwei unmittelbar hintereinander aufgenommenen Bildern des Videos (50 Bilder pro Sekunde) wurde die Änderung Ihrer Position auf 20 cm genau bestimmt. Der Fehler ist gaußverteilt. Wie groß ist die Unsicherheit der Geschwindigkeit nach Gaußscher Fehlerfortpflanzung?
- Wie groß muss der zeitliche Abstand zweier Bilder gewählt werden, damit man Sie bei gleicher Messungengenauigkeit in der Position mit 95% Wahrscheinlichkeit (d.h. 2σ) überführen kann?

Aufgabe 2: Newton'sche Gesetze und die Galilei Transformation (7 P.)

Sie sitzen in einem horizontal und mit konstanter Geschwindigkeit v_0 fahrenden Zug. Vor Ihnen auf dem Tisch liegt eine Kugel in Ruhe bezogen auf Ihr bewegtes Koordinatensystem S' . Der Tisch trägt die Kugel. Das Geschehen wird von einem ruhenden Beobachter außerhalb des Zuges verfolgt (ruhendes Bezugssystem S).

- Wie lauten die Newton'schen Gesetze?
- Zeigen Sie unter Verwendung der Galilei Transformation, dass die Newton'schen Gesetze die obige Situation in S und S' gleich beschreiben.
- Nun fährt der Zug in eine Kurve und die Geschwindigkeit v_0 wird zeitabhängig. Wie (wenn überhaupt?) ändern sich jeweils die Kräfte in den beiden Bezugssystemen?

Aufgabe 3: Mechanik starrer Körper (9 P.)

Eine massive Kugel der Masse m und Radius r befindet sich in einem ringförmigen Rohr, das die Bahn der Kugel auf eine Kreisbahn mit dem Radius R zwingt. Das ringförmige Rohr steht senkrecht, sodass sich die Höhe der Kugel bei der Bewegung im Rohr verändert. Es herrscht die Erdbeschleunigung g .

- Zeichnen Sie die Situation und geben Sie die drei Teile der Gesamtenergie einer schnell und ohne Reibungsverluste im Rohr rollenden Kugel als Funktion des Winkels φ zwischen der Kugelposition und dem Lot durch den Mittelpunkt des Rings an.
- Sind die wirkenden Kräfte konservativ? Was bedeutet das für die Gesamtenergie?
- Teilen sie die zu erwartenden Lösungen in Abhängigkeit der Gesamtenergie in drei Fälle ein und beschreiben Sie diese qualitativ in Worten.

– Rückseite beachten –

Aufgabe 4: Spezielle Relativitätstheorie (6 P.)

In der Höhe von $h = 9,6 \text{ km}$ kommt es zur Kollision eines kosmischen Teilchens der Höhenstrahlung und der Atmosphäre der Erde. Dabei wird ein Myon erzeugt. Myonen leben im Schnitt nur etwa $\tau = 2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ bevor sie zerfallen.

- Haben die Myonen (im Mittel) eine Chance, die Erdoberfläche zu erreichen, wenn wir die relativistischen Dilatationen außer Acht lassen? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Wie schnell müssen die Myonen ungefähr sein, damit sie mit relativistischer Zeitdilatation die Erdoberfläche erreichen? Rechnen Sie zuerst aus, wie groß γ dafür sein müsste. Nutzen Sie im Weiteren: $[1 \pm x]^{1/2} \approx 1 \pm 1/2 \cdot x$ (für kleine x).

Aufgabe 5: Mechanik deformierbarer Körper (7 P.)

Beim Bungee-Springen lässt sich ein Mann mit der Masse m , der an einem elastischen Kautschuk-Seil der Länge ℓ_0 festgebunden ist, von einer Brücke senkrecht nach unten fallen. Der Schwerpunkt des Mannes befindet sich zu Beginn auf gleicher Höhe wie der Befestigungspunkt des Seiles ($z = 0$). Bei seinem weiteren „Flug“ erreicht der Mann (mit seinem Schwerpunkt) gerade die unter der Brücke befindliche Wasseroberfläche, wobei das Seil auf seine doppelte Länge gedehnt wird ($z = 2 \ell_0$). Der Hook'sche Bereich wird nicht verlassen.

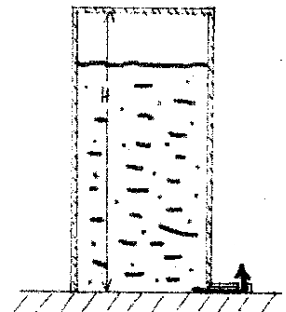
Zeichnen Sie in Diagrammen untereinander den Verlauf von Lageenergie E_{pot} , elastischer Energie des Seils E_{el} und kinetischer Energie E_{kin} als Funktion der Entfernung z des Mannes vom Befestigungspunkt des Seiles.

Verwenden Sie als Energiemaßstab die maximale Lageenergie $E_{\text{pot,max}}$. Geben Sie dazu die funktionelle Abhängigkeit $E_{\text{pot}}(z)$, $E_{\text{el}}(z)$ und $E_{\text{kin}}(z)$ an. Möglicherweise ist es sinnvoll, zwischen den Bereichen $0 \leq z < \ell_0$ und $\ell_0 \leq z \leq 2 \ell_0$ zu unterscheiden.

Aufgabe 6: Hydrodynamik (6 P.)

Ein zylindrischer Behälter mit der Querschnittsfläche A und Höhe H hat am unteren Ende ein kurzes Auslauf-Rohr mit geringem Querschnitt, das senkrecht nach oben zeigt. Der Behälter ist anfangs mit Luft von Atmosphärendruck (p_0) gefüllt. Zusätzlich (die Luft kann nicht entweichen) wird in diesen Behälter Wasser bis zu einer Füllhöhe von h gedrückt. Für Wasser wie Luft wird Reibungsfreiheit vorausgesetzt.

- Wie groß ist der Druck am Boden des zylindrischen Behälters? Mit welcher Geschwindigkeit spritzt das Wasser zu Beginn (Füllhöhe noch h) aus dem Tank?
- Welche maximale Höhe erreicht der Wasserstrahl? Falls Sie Aufgabenteil a) nicht gelöst haben, rechnen Sie mit $v = 40 \text{ m/s}$.



Zahlenwerte: $\rho_{\text{Wasser}} = 1 \text{ g/cm}^3$, $A = 1 \text{ m}^2$, $H = 5 \text{ m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $h = 4 \text{ m}$, $p_0 = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$