Prof. Dr. F. Bernlochner
Dr. T. Lenz, Dr. Y. Dieter

Wintersemester 2022/23
Universität Bonn

Übung 6 Physik 1

https://ecampus.uni-bonn.de/goto_ecampus_crs_2727296.html

Anwesenheitsaufgaben Wird in der Übungsgruppe am 22.11.2022-24.11.2022 besprochen.

1. Kraft, Enerige, Potential

a) Definieren Sie die folgenden physikalischen Größen, geben Sie ihre Einheiten an und fassen Sie zusammen, welche der Größen unter welchen Voraussetzungen erhalten sind: potenzielle Energie (E_{pot}), kinetische Energie (E_{kin}), ($E_{\text{sum}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}}$), Gesamtenergie ($E_{\text{tot}}$), Impuls, Kraft.

b) Was ist eine konservative Kraft und welche Aussagen treffen in einem konservativen Kraftfeld zu?

c) Gibt es einen grundlegenden Unterschied zwischen Potenzial und potenzieller Energie? Erläutern Sie gegebenenfalls warum.

2. Flug über Bonn

Wie groß ist die Corioliskraft auf ein Flugzeug, das horizontal über Bonn (51° nördlicher Breite) mit 900 km/h in jeweils eine der vier Himmelsrichtungen fliegt? Die Masse m des Flugzeugs betrage 100 t. In welche Richtung wirkt die Kraft jeweils?

Hausaufgaben Ausgabe am 11.11.2022, Abgabe am 18.11.2022, Besprechung am 22.11.2022-24.11.2022

1. Kraftfeld und potenzielle Energie (6 Punkte)

Gegeben sei ein Kraftfeld $\vec{F} = (-ky, -kx, 0)$

a) Ist dieses Kraftfeld konservativ?

b) Skizzieren Sie das Feld durch kleine Pfeile, deren Länge proportional zu $\left|\vec{F}\right|$ ist, in den Gitterpunkten $\{(x, y)\,|x = 0, \pm1, \pm2, \pm3; y = 0, \pm1, \pm2 \pm 3\}$.

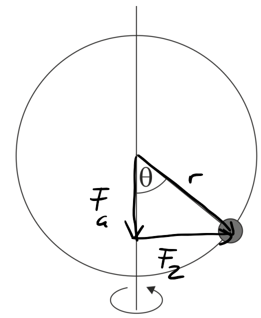
c) Berechnen Sie das Linienintegral $\int_{P_1}^{P_2} \vec{F}d\vec{s}$ mit $P_1 = (-3, -3)$, $P_2\,(3, 1)$ für folgende drei Wege;

i. auf zwei achsenparallelen Geraden über den Punkt $P_3 = (+3, -3)$
ii. auf der direkten Verbindungsgeraden von P_1 nach P_2
iii. auf der Parabel $x = ay^2 + by + c$, die durch die drei Punkte $P_1, (0, 0), P_2$.

d) Berechnen Sie durch Integration des Kraftfeldes die potenzielle Energie $E_{pot}(x, y)$, und machen Sie die Probe durch Differenzieren. Wie groß ist $E_{pot}(P_1) - E_{pot}(P_2)$?

e) Skizzieren Sie die Äquipotenziallinien für $E_{pot}(x, y) = 0, \pm2k, \pm4k, \pm6k, \pm8k$ für $|x| \leq 3$, $|y| \leq 3$.

2. Fliehkraft (4 Punkte)
Eine Perle ist auf einen kreisförmigen Draht mit Radius R gefädelt und kann sich auf diesem reibungsfrei bewegen (siehe Abbildung). Der Draht bewegt sich nun mit einer Periode T um seine eigene Achse (und befindet sich dabei immer in einer vertikalen Ebene). Die Position der Perle kann dabei durch den Winkel θ beschrieben werden.

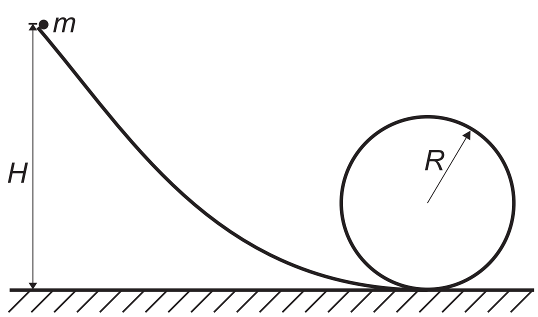


a) Für welchen Winkel θ_{eq} im Bezugssystem des rotierenden Drahtes bleibt die Perle in Ruhe?

b) Bestimmen Sie θ_{eq} für $T = 0.45$ s und $R = 15$ cm.

c) Was passiert für $T = 0.85$ s?

3. Looping (3 Punkte)
In welcher Mindesthöhe H muss man einen reibungsfrei auf einer Bahn gleitenden Massenpunkt m loslassen, damit er einen Looping mit dem Radius R durchlaufen kann, ohne von der Bahn abzufallen?

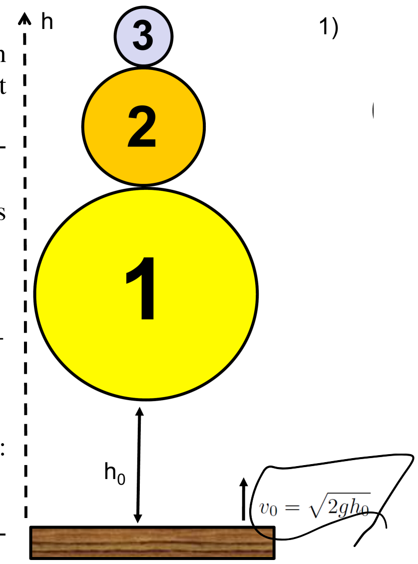


111

4. Gummibälle (8 Punkte) Drei Bälle mit unterschiedlicher Masse sind senkrecht übereinander angeordnet. Sie fallen aus der Höhe h_0 gleichzeitig mit sehr geringem Abstand. Ihre Ausdehnung sei vernachlässigbar. Bei dem Aufprall wird ein Teil der kinetischen Energie in Verformungsenergie und Wärme umgesetzt. Dadurch verringert sich die Geschwindigkeit vor und nach dem Stoß, die Stoßzahl ist also $\epsilon = \frac{v'}{v} < 1.0$

$\sqrt{2gh_0}=v_0 \wedge \varepsilon\cdot v = v' \Rightarrow \frac{(\varepsilon\cdot v)^2}{2g}=h$

a) Betrachten Sie zunächst einen Ball. Zeigen Sie zunächst, dass nach dem Fall seine Geschwindigkeit $v_0 = \sqrt{2gh_0}$ ist und leiten Sie seine Sprunghöhe h'_0 mit Hilfe der Stoßzahl ϵ her.



b) Betrachtet man nun zwei Bälle, die mit geringem Abstand fallen. Zeigen Sie, dass nach dem Stoß von m_1 und m_2 letzterer die Geschwindigkeit $v'_2 = \frac{m_1\left(\epsilon^2+2\epsilon\right)-m_2}{m_1+m_2} v_0$ hat, wobei nun die Stoßzahl die verallgemeinerte Form $\epsilon = -\frac{v'_1 - v'_2}{v_1 - v_2}$ hat und vom Zahlenwert identisch mit dem aus a) ist

$p'_1 = 0$

$p'_2 = p_1 + p_2$

$m\cdot v = p$

$m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$

$\frac{m_1}{m_2} v_1 = v_2$

$\frac{\overbrace{v_0 m_1(\epsilon^2+2\epsilon)}^{p}}{m_1+m_2} - \frac{\overbrace{v_0 m_2}^{p}}{m_1+m_2}$

$v_1 = v_2 \Rightarrow v \wedge v_2 \to v$

c) Leiten Sie die Formel für $v'_3 = \left(\frac{(1+\epsilon)\left(\epsilon^2+2\epsilon-\frac{m_2}{m_1}\right)}{1+\frac{m_2}{m_1}} + \epsilon - \frac{m_3}{m_2}\right)\frac{v_0}{1+\frac{m_3}{m_2}}$ her, wenn man alle drei Bälle betrachtet.

d) Bestimmen Sie die Höhe die Ball 3 erreicht, wenn folgende Werte gelten: $m_1 = 3$ kg, $m_2 = 2$ kg, $m_3 = 1$ kg, $h_0 = 1$ m und $\epsilon = 0.9$.

e) Bestimmen Sie die Höhe, die Ball 3 maximal erreichen kann, wenn folgende Werte gelten: $m_1 = 10$ kg, $m_3 = 1$ kg, $h_0 = 1$ m und $\epsilon = 0.9$. Zeichnen Sie dafür die Formel in c) in Abhängigkeit von m_2 und lesen Sie das Maximum ab.

$m_2 v'_2 = v\cdot m_1 + v\cdot m_2$

$=$