Abgabe der Lösungen: 14.05.2019

Übung 4 zur Vorlesung Physik I

Aufgabe 1: Formelsammlung **1 (A)**

Stellen Sie auf ca. einer Seite eine eigene Formelsammlung zum Stoff der letzten Vorlesungswoche zusammen.

Aufgabe 2: Bogenmaß

Kolumbus liegt am Strand und ihm kommt der Gedanke, nach Indien zu segeln. Um dafür kurz den Radius der Erde zu bestimmen, wartet er auf den Moment des Sonnesnuntergangs, steht dann auf und beobachtet etwa 9 s später erneut den Moment des Sonnenuntergangs.

a) Um welchen Winkel (im Bogenmaß) hat sich die Erde in dieser Zeit gedreht? **1 (A)**

b) Wie könnte Kolumbus daraus den Radius der Erde bestimmen? **2 (B)**

Aufgabe 3: Schwingung

Eine mit Sand gefüllte Waagschale mit der Masse $M = 100$g hängt an einer Feder mit der Federkonstanten $k = 5$N/m. Eine Kugel der Masse $m = 50$g fällt aus der Höhe $h = 10$cm in die Schale und bleibt nach dem Aufschlag dort liegen.

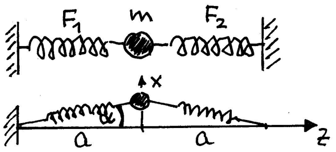
a) Wie groß ist die Geschwindigkeit von Waagschale und Kugel unmittelbar nach dem Aufschlag, wie groß die Schwingungsdauer der so angeregten harmonischen Schwingung? Wie weit liegen alte und neue Ruhelage voneinander entfernt? **2 (A)**

b) Wie lauten die Gleichungen für die Abhängigkeit des Ortes $x(t)$ und der Geschwindigkeit $v(t)$ der Waagschale, wenn der Zeitnullpunkt beim Aufschlag der Kugel liegen soll? **2 (B)**

c) Die Kugel liege frei auf der Waagschale. Bleibt sie während der Schwingung ständig liegen oder hebt sie ab? **1 (A)**

Aufgabe 4: Federschwingungen

Eine Masse m ist durch 2 identische Federn F_1, F_2 elastisch gebunden und kann sich in der Horizontalen auf einer Auflagefläche reibungsfrei bewegen. Die Länge der Federn in dieser Ruhelage sei a, die Länge der Federn im unbelasteten Zustand sei a_0.



a) Berechnen Sie die Kreisfrequenz ω_L bei longitudinaler Schwingung in z - Richtung. **2 (A)**

b) Welche rücktreibende Kraft tritt bei der transversalen Schwingung in x - Richtung auf? Verläuft die Schwingung harmonisch? Man berechne (ggf. näherungsweise für kleine Auslenkungen x) die Kreisfrequenz ω_T und vergleiche mit ω_L. (Hinweis: $\frac{1}{1-y} \approx 1 + \frac{1}{2}y$) **2 (C)**

Aufgabe 5: Kugelkoordinaten

Betrachten Sie die Kugelkoordinaten (r, θ, ϕ), welche durch

$$
\begin{aligned}
x &= r \sin\theta \cos\phi \\
y &= r \sin\theta \sin\phi \\
z &= r \cos\theta
\end{aligned}
$$

gegeben sind.

a) Berechnen Sie die Einheitsvektoren $\mathbf{e}_r$, $\mathbf{e}_\theta$, $\mathbf{e}_\phi$ und zeigen Sie daß diese ein othonormales Rechtssystem bilden. **3 (B)**

b) Berechnen Sie die Komponenten des Ortsvektors $\mathbf{r}$, der Geschwindigkeit $\mathbf{v} = \dot{\mathbf{r}}$ und der Beschleunigung $\mathbf{a} = \ddot{\mathbf{r}}$ in dieser Basis. **3 (B)**

c) Berechnen Sie das Linienelement und das Volumenelement in Kugelkoordinaten. **1 (B)**