Abgabe der Lösungen: 7.05.2019

Übung 3 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: Lost in Space **2 (A)**

Sie sind Astronaut/in und haben den Kontakt zu Ihrer Raumstation verloren. Nun schweben Sie 50 m neben der Einstiegsluke und ärgern sich ein wenig. Ihre Masse einschliesslich Anzug beträgt 100 kg. Ansonsten haben Sie nur eine Kamera dabei, deren Masse 1 kg beträgt.
Wie kommen Sie zu Ihrer Raumstation zurück? Schätzen Sie die Zeit ab, die Sie dafür benötigen.

Aufgabe 3: LKW wird beladen

Ein leerer LKW wiegt 2 to. Er rollt mit einer Geschwindigkeit von 6 m/s auf eine Ladestation zu, die 5 to Sand pro Sekunde senkrecht nach unten in den LKW fallen lässt.

a) Wie groß ist die Geschwindigkeit $v(t)$ des LKW während des Beladens? **2 (B)**

b) Wenn der LKW 5 m weit unter der Laderampe gerollt ist, hört der Ladevorgang automatisch auf. Mit wieviel Sand wird er beladen? **1 (C)**

Aufgabe 4: Pendel im Zug **1 (B)**

Sie beobachten durch das Fenster eines Zuges jemanden, der ein Pendel in der Hand hält, das seltsamerweise nicht nach unten hängt, sondern unter einem Winkel von 10^0, und zwar die ganze Zeit über.
Was sagt das genau über die Bewegung des Zugs aus?

Aufgabe 5: Freier Fall

Sie lassen sich aus 6370 km Höhe auf die Erdoberfläche fallen (also aus einem Abstand von $2R_E$ zum Mittelpunkt der Erde).

a) Mit welcher Geschwindigkeit kommen Sie auf der Oberfläche an?
Hinweis: Benutzen Sie die in der Vorlesung angegebenen Methode zur Berechnung der Geschwindigkeit $v(t)$ aus der Beschleunigung $a(x)$. **3 (C)**

b) Welche Geschwindigkeit brauchen Sie von der Erdoberfläche aus mindestens, um eine unendlich große Höhe zu erlangen? **1 (B)**

Aufgabe 6: Taylor-Reihe **1 (A)**

Schreiben Sie ein Python-Programm, um die Taylor-Entwicklung des Sinus zu überprüfen.
Benutzen Sie als Vorlage
`https://www.desy.de/~schleper/lehre/physik1/SS_2019/Taylor.py`
Plotten Sie das Resultat.
Erweitern Sie die Vorlage, so dass Sie folgende Fragen beantworten können:
Wie groß ist der Unterschied zwischen x, $x - \frac{x^3}{6}$, $x - \frac{x^3}{6} + \frac{x^5}{120}$ und $\sin x$ für x = 0,1 ?
Wie sehen diese Funktionen im Bereich $0^0 \leq x \leq 180^0$ aus?

Aufgabe 7: Übungen zur Vektoranalysis
Beweisen Sie die folgenden Identitäten für beliebige Vektorfelder $\mathbf{A}$ und $\mathbf{B}$ in drei Dimensionen. Hinweis: Für b) und c) sollte es reichen, dies für nur eine Komponente zu tun und für die anderen Komponenten mit zyklischer Vertauschung zu argumentieren.

a)
$$\boldsymbol{\nabla} \cdot (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) = \mathbf{B} \cdot \boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{A} - \mathbf{A} \cdot \boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{B}\,.$$

2 (B)

b)
$$\boldsymbol{\nabla} \times (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) = (\mathbf{B} \cdot \boldsymbol{\nabla})\mathbf{A} - \mathbf{B}(\boldsymbol{\nabla} \cdot \mathbf{A}) - (\mathbf{A} \cdot \boldsymbol{\nabla})\mathbf{B} + \mathbf{A}(\boldsymbol{\nabla} \cdot \mathbf{B})\,.$$

2 (B)

c)
$$\boldsymbol{\nabla} \times (\boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{A}) = \boldsymbol{\nabla}(\boldsymbol{\nabla} \cdot \mathbf{A}) - \boldsymbol{\nabla}^2\mathbf{A} = \boldsymbol{\nabla}(\boldsymbol{\nabla} \cdot \mathbf{A}) - \Delta\mathbf{A}\,.$$

2 (B)

Aufgabe 8: Kurvenintegral **2 (B)**
Gegeben sei das Vektorfeld $\mathbf{F}(\mathbf{r}) = \mathbf{F}(x, y, z) = (2xy + z^3, x^2, 3xz^2)$. Berechnen Sie das Kurvenintegral von $\mathbf{F}(\mathbf{r})$ von $\mathbf{r}_0 = (0, 0, 0)$ nach $\mathbf{r}_1 = (1, 1, 0)$ entlang einer gerade Linie, die $\mathbf{r}_0$ mit $\mathbf{r}_1$ verbindet. Hinweis: Überlegen Sie sich zunächst einen geeignete Parametrisierung der geraden Linie.