Abgabe der Lösungen: 30.04.2019

Übung 2 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: Überholen

a) Sie nähern sich auf einer Landstraße mit 100 km/h einem LKW, der 80 km/h fährt. Sie wollen den 20 m langen LKW überholen und dabei vorher und nacher 40 m Sicherheitsabstand einhalten.

Skizzieren sie den gesammten Überholvorgang in einem $x(t)$ Diagramm. Bezeichnen Sie alle interessanten Zeiten und Orte mit t_0, t_1, ... und $x_{0,P}, x_{0,L}$, $x_{1,P}, x_{1,L}$, ..., für den LKW beziehungsweise PKW. Wie viel freie Strecke würden Sie insgesamt für den Vorgang brauchen? **2 (A)**

b) Genau neben dem LKW bemerken Sie einen entgegenkommenden PKW. Sie schätzen seine Entfernung auf 500 m und seine Geschwindigkeit auf 100 km/h. Schaffen Sie das Überholmanöver oder bremsen Sie ab? **1 (A)**

c) Sie fahren jetzt mit 80 km/h in einem Abstand von 40m hinter dem LKW her und setzen zum Überholen an, indem sie mit $a = 2$ m/s^2 auf 100 km/h beschleunigen. Wie lang dauert der reine Beschleunigungsvorgang und welche Strecke legen Sie und der LKW in dieser Zeit zurück? Benutzen Sie die Rechnung aus Teil (a) um auszurechnen, wie viel freie Strecke sie jetzt für das gesamte Überholmanöver brauchen. **2 (B)**

Aufgabe 3: Kräfte beim Jonglieren

Sie sollen über eine Brücke gehen, die aber nur maximal 80 kg tragen kann. Ihr eigenes Gewicht beträgt 75 kg. Sie sollen aber gleichzeitig noch zwei Kugeln tragen, die jeweils 5 kg wiegen. Jemand macht den Vorschlag, beim Überqueren der Brücke die Kugeln zu jonglieren, so dass Sie zu jedem Zeitpunkt nur eine Kugel in der Hand halten. Funktioniert das oder stürzt die Brücke ein? Warum?

a) Zeichnen und erklären Sie den Verlauf der Kraft, die sie zum Jonglieren einer Kugel brauchen, als Funktion der Zeit. **2 (B)**

b) Begründen Sie, ob die Brücke einstürzt oder nicht. **2 (B)**

Aufgabe 4: Treppe **3 (C)**

Gegeben sei eine Treppe mit Stufen wachsender Breite s, aber gleichbleibender Stufenhöhe h. Eine Kugel gleite mit der Horizontalgeschwindigkeit $\vec{v}$ von der obersten Stufe, falle unter Einwirkung der Erdbeschleunigung auf s_1, werde dort elastisch reflektiert und springe von Stufe zu Stufe. Wie groß ist $\vec{v}(h, s_1)$, so dass die Kugel genau bei $s_1/2$ aufschlägt, und wie verändern sich die Breiten der Stufen s_n, so dass die Kugel auch weiter genau in der Mitte der Stufen aufschlägt?

Aufgabe 5: Übungen zur Vektoranalysis
Beweisen Sie für beliebige Skalarfelder $f(\mathbf{r})$ beziehungsweise Vektorfelder $\mathbf{F}(\mathbf{r})$ die folgenden Identitäten:

a)
$$\operatorname{rot}\operatorname{grad} f = \boldsymbol{\nabla} \times \boldsymbol{\nabla} f = 0\,.$$
Man sagt daß Gradientenfelder wirbelfrei (auch rotationsfrei) sind. **1 (A)**

b)
$$\operatorname{div}\operatorname{rot}\mathbf{F} = \boldsymbol{\nabla} \cdot (\boldsymbol{\nabla} \times \mathbf{F}) = 0\,.$$
Man sagt daß Wirbelfelder divergenzfrei oder quellenfrei sind. **1 (A)**

c) Berechnen Sie Divergenz und Rotation des folgenden Vektorfeldes:
$$\mathbf{F}(\mathbf{r}) = (\sin x + 3, x^2 + y^2, xz)\,.$$
2 (A)

Aufgabe 6: Differentiation von Vektorfeldern
Berechnen Sie unter Verwendung der Differentiationsregeln für ein Vektorfeld $\mathbf{r}(t)$ die folgenden Ableitungen:

a)
$$\frac{d}{dt}|\mathbf{r}|$$
1 (A)

b)
$$\frac{d}{dt}(\mathbf{r} \times \dot{\mathbf{r}})$$
1 (A)

c)
$$\frac{d}{dt}\left[\mathbf{r} \cdot (\dot{\mathbf{r}} \times \ddot{\mathbf{r}})\right]$$
1 (A)