Hinweis

Die vorliegende Lösung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Lösung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt und eingereicht. Bei allem in einer anderen Farbe als dem üblichen Blau handelt es sich in der Regel um Korrekturen von mir oder des Tutors. Für mehr Informationen und meine gesamten Unterlagen, siehe:
https://www.physics-and-stuff.com/

Ich erhebe keinen Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden Lösungen! Dies gilt ebenso für obengenannte Korrekturen.

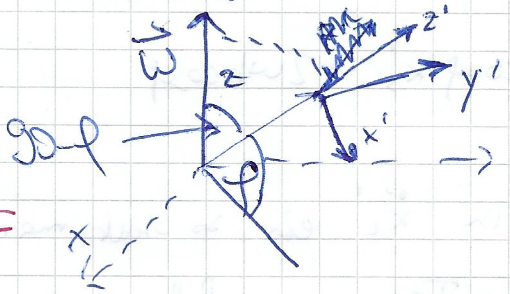
Übung 7, Theoretische Physik I Blatt 2

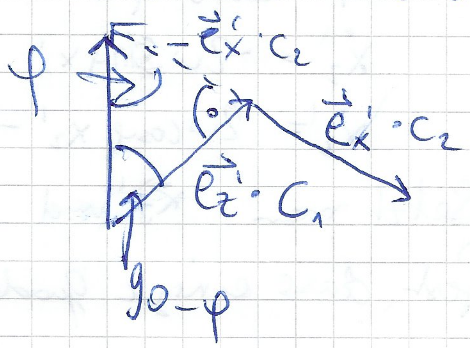
Marvin Zanke
Florian Strachwitz

Benedikt Gerwers

a	b	c	Σ
5.5	10	4	19.5

H1) a)





Es gilt offensichtlich:

$$\sin\varphi = \frac{c_1}{|\vec{\omega}|} \iff c_1 = |\vec{\omega}|\cdot\sin\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{c_2}{|\vec{\omega}|} \iff c_2 = |\vec{\omega}|\cos\varphi$$

$$\Rightarrow \vec{\omega} = -c_2\vec{e}_x{}' + c_1\vec{e}_z{}'$$

$$= -\omega\cos\varphi\,\vec{e}_x{}' + \omega\sin\varphi\,\vec{e}_z{}'$$ ✓

Für die Bewegungsglg. im beschleunigten System gilt:

$$ma' = F - \underbrace{m\ddot{R}_{00'}}_{(*)} \underbrace{-m\vec{\omega}\times(\vec{\omega}\times r')}_{\omega \ll 1 \Rightarrow \omega^2\approx 0} - 2m\vec{\omega}\times\vec{v}' \underbrace{-m\dot{\vec{\omega}}\times r'}_{\Rightarrow \text{ da Winkelgeschw. konstant}}$$

(*) Warum für Welche ist der Term ≈ 0? $\propto \omega^2$ $R =$ $R(\cos\varphi\cos(\omega t)\vec{e}_x + \cos\varphi\sin(\omega t)\vec{e}_y + \sin\varphi\,\vec{e}_z)$

$$\iff a' = g - 2\,\vec{\omega}\times\vec{v}' \quad \text{mit } \vec{v}' = \begin{pmatrix}\dot{x}_1{}'\\ \dot{x}_2{}'\\ \dot{x}_3{}'\end{pmatrix}, \quad \vec{\omega} = \begin{pmatrix}-\omega\cos\varphi\\ 0\\ \omega\sin\varphi\end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \vec{\omega}\times\vec{v}' = \begin{pmatrix}\omega_2 v_3' - \omega_3 v_2'\\ \omega_3 v_1' - \omega_1 v_3'\\ \omega_1 v_2' - \omega_2 v_1'\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}-\omega\sin\varphi\, v_2'\\ \omega\sin\varphi\, v_1' + \omega\cos\varphi\, v_3'\\ -\omega\cos\varphi\, v_2'\end{pmatrix}$$

5.5 / 6

$$\Rightarrow a' = \begin{pmatrix}0\\0\\-g\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}2\,\omega\sin\varphi\, v_2'\\ -2\,\omega\sin\varphi\, v_1' - 2\,\omega\cos\varphi\, v_3'\\ 2\,\omega\cos\varphi\, v_2'\end{pmatrix}$$ ✓

b)

$\dot{x}_1{}'(0)=0$

$$\Rightarrow \dot{x}_1{}' = \int_0^t \ddot{x}_1{}' = \int_0^t 2\,\omega\sin\varphi\, v_2' = 2\,\omega\sin\varphi\, x_2'$$ ✓ ($x_2'(0)=0$)

analog

$$\dot{x}_2{}' = \int_0^t \ddot{x}_2{}' = \int_0^t \left[-2\,\omega\sin\varphi\, v_1' - 2\,\omega\cos\varphi\, v_3'\right]$$

$\propto \omega^2 \approx 0$

$x_3'(0)=h$

$$= -2\,\omega\sin\varphi\, x_1' - 2\,\omega\cos\varphi\,(x_3'-h)$$

analog $\vec{v}_0=\vec{0}$

$$\dot{x}_3{}' = \int_0^t \ddot{x}_3{}' = \int_0^t 2\omega\cos\varphi\,\dot{x}_2{}' - g = 2\omega\cos\varphi\, x_2' - gt$$

$\Rightarrow \dot{x}_1' = 2\omega \sin\varphi \, x_2'$

$\dot{x}_2' = -2\omega \sin\varphi \, x_1' - 2\omega\cos\varphi \, x_3' + 2\omega h \cos\varphi$

$x_3' = 2\omega\cos\varphi \, x_2' - gt$

Setzt man $\dot{x}_3'$ und $\dot{x}_1'$ in $\ddot{x}_2'$ ein, so stellt man wieder fest, dass einige quadratische Terme wegfallen:

$$\ddot{x}_2' = -2\omega\sin\varphi(-2\omega\sin\varphi \, x_1') - 2\omega\cos\varphi(2\omega\cos\varphi \, \dot{x}_2' - gt)$$

$$= +2\omega\cos\varphi g t \Rightarrow \dot{x}_2' = \omega g \cos\varphi \, t^2$$

$$\Rightarrow x_2' = \frac{\omega}{3} g \cos\varphi \, t^3$$

10/10

Wird abgelenkt in $\vec{e}_y'$ Richtung $\Rightarrow$ Ost-Richtung

c) Es gilt: $\frac{1}{2}gt^2 = h \Leftrightarrow \frac{2h}{g} = t^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

$$\Rightarrow x_2' = \frac{\omega}{3} g \cos\varphi \sqrt{\frac{8h^3}{g^3}} = \frac{\omega}{3}\cos\varphi\sqrt{\frac{8h^3}{g}}$$

Am größten für $\cos\varphi = 1 \Leftrightarrow \varphi = 0 \Rightarrow$ Am Äquator am größten!

$h = 100\,m \Rightarrow x_2' = 0{,}0219\,m = 2{,}19\,cm$

mit $T = \frac{1}{f} = 24 \cdot 60 \cdot 60\, s = 86400\, s$ $\left(\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}\right)$

$\Rightarrow \omega = 7{,}2722 \cdot 10^{-5} \frac{1}{s}$

4/4