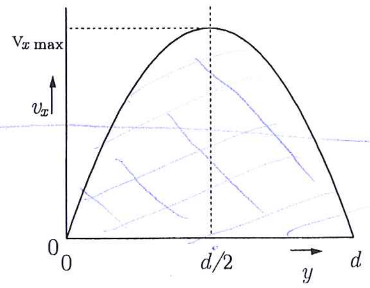
Name(n): *Jannis Schuster* *Mathias Renz* Gruppe: *7* Punkte: *10* | *6* | *9* | *6*

2. Übungsblatt Experimentalphysik I WS 2011/2012

Abgabe: **27.-28. Okt 2011** im Gruppenunterricht

2.1 Flussüberquerung (10 Punkte)

Die Strömungsgeschwindigkeit v_x des Oberflächenwassers eines Flusses konstanter Breite d kann durch eine Parabel angenähert werden. Dabei ist die Strömungsgeschwindigkeit direkt am Ufer v_x $(y = 0)$ und v_x $(y = d)$ gleich Null.



ok

a) Geben Sie v_x als Funktion der maximalen Strömungsgeschwindigkeit $v_{x,\text{max}}$, der Breite d und des Abstands y von einem Ufer an.

b) Ein Boot überquert den Fluss und fährt dabei mit konstanter Geschwindigkeit v_y senkrecht zum Ufer. Wie groß ist die Strecke s_x, die es dabei abgetrieben wird?

c) Berechnen Sie s_x mit den Zahlenwerten $v_{x,\text{max}} = 3\,\text{m/s}$, $v_y = 5\,\text{m/s}$ und $d = 100\,\text{m}$.

2.2 Wurf (10 Punkte)

Ein Fußball soll durch ein Loch in einer Wand geschossen werden. Der Abstand zur Wand ist d, das Loch befindet sich in einer Höhe h oberhalb des Balls. Der Ball wird mit Anfangsgeschwindigkeit v_0 unter dem Winkel α zum Boden geschossen.

a) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit v_0, bei der der Ball das Loch trifft.

b) Für welche Winkel gibt es keine Lösung?

c) Für $d = 11\,\text{m}$ und $h = 2\,\text{m}$, kann ein Schuss unter dem Winkel $\alpha = 4°$ gelingen?

2.3 Kreisbewegung (10 Punkte)

Die gleichförmige Kreisbewegung eines Massepunktes ist gegeben durch den Ortsvektor $\vec{r} = (R\cos\omega t, R\sin\omega t, 0)$.

a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit $\vec{v}$ und die Beschleunigung $\vec{a}$, sowie deren Beträge.

b) Zeigen Sie mit Hilfe von Skalarprodukten, dass $\vec{v}$ senkrecht auf $\vec{r}$ steht und dass $\vec{a}$ in Richtung $-\vec{r}$ zeigt.

c) Berechnen Sie die Beschleunigung auf der Oberfläche eines Autoreifens mit einem Durchmesser von $d = 60\,\text{cm}$ bei der Geschwindigkeit $v = 130\,\text{km/h}$, und vergleichen Sie diese mit der Erdbeschleunigung.

2.4 Straßenlaterne (10 Punkte)

Eine Straßenlaterne der Masse $m = 5\,\text{kg}$ hängt an zwei Seilen (A und B), die an den Hauswänden zweier gegenüberliegender Häuser befestigt sind. Seil A schließt mit der zugehörigen Fassade einen Winkel von $\alpha = 30°$ ein, Seil B mit seiner Fassade einen Winkel von $\beta = 60°$.

a) Fertigen Sie eine Skizze der Anordnung an.

b) Berechnen Sie die Beträge der Kräfte F_A und F_B, die die beiden Seile auf die Laterne ausüben. Zeichnen Sie die Kräfte hierfür in ihre Skizze ein.

c) Berechnen Sie den Betrag der beiden Kräfte, wenn Sie die Lampe mit nahezu horizontal verlaufenden Seilen aufhängen möchten, d.h. $\alpha \to 90°$ und $\beta \to 90°$.

...an Renz Ex - Übungsblatt Nr. 2 Tutor: Hr. Sheltsov

...uis Schultze

2.1

a)

$v_{x,max} = v^1$

$v_x(v^1, y, d) = ay^2 + by + c$

1. $0 = a \cdot 0^2 + b \cdot 0 + c \Rightarrow c = 0$

2. $0 = a \cdot d^2 + b \cdot d \Rightarrow ad = -b$

3. $v_x'(v^1, y, d) = 2ax + b$

$\cancel{4}\ v^1 = 2 \cdot a \cdot \frac{d}{2} + b$

4. $v^1 = a\left(\frac{d}{2}\right)^2 + b\left(\frac{d}{2}\right)$

$= -\frac{b}{d} \cdot \frac{d^2}{4} + \cancel{\frac{d^2}{4}}\ \frac{bd}{2}$

$= \frac{1}{4} bd \Rightarrow b = \frac{4v^1}{d}$

$a = -\frac{b}{d} = -\frac{4v^1}{d^2}$

$v_x(y) = -\frac{4v^1}{d^2} y^2 + \frac{4v^1}{d} y$

$v_x(v^1, y, d) = -\frac{4v^1}{d^2} y^2 + \frac{4v^1}{d} y$ (+)

c) b)

$\int_0^d v_x(v^1, y, d) = d \cdot \varnothing v$

$-\frac{4v^1}{3d^2} y^3 + \frac{2v^1}{d} y^2 \Big|_0^d = -\frac{4}{3} v^1 d + 2v^1 d = d \cdot \varnothing v$

$\Rightarrow \varnothing v = v^1\left(2 - \frac{4}{3}\right)$

$s_x = \varnothing v \cdot (t)$ $\qquad s_x = \varnothing v \cdot \cancel{\frac{d}{t}}\ \frac{d}{v_y}$

$t = \frac{d}{v_y}$

c)

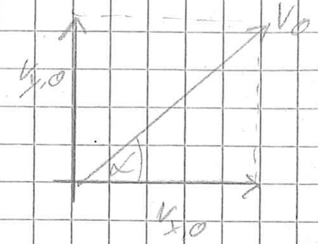
$s_x = \varnothing v \cdot \frac{d}{v} = v^1\left(2 - \frac{4}{3}\right) \cdot \cancel{\frac{d}{\alpha^1}}\ \frac{d}{v_y}$

$= 3\frac{m}{s}\left(2 - \frac{4}{3}\right) \cdot \frac{100m}{5\frac{m}{s}} = 2\frac{m}{s} \cdot 20s$

$= \underline{\underline{40m}}$ (+)

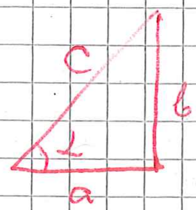
2.2

a)



$$\vec{x}(t) = \vec{x_0} + \vec{v_0}\cdot t + \frac{1}{2}\vec{a_0}\, t^2$$
$$= \begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}v_0 \cdot \sin\alpha\\ v_0 \cdot \cos\alpha\end{pmatrix}\cdot t + \frac{1}{2}\begin{pmatrix}0\\-g\end{pmatrix} t^2 = \begin{pmatrix}d\\h\end{pmatrix}$$

$$v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t = d \quad \Rightarrow \quad v_0 t = \frac{d}{\sin\alpha}$$



$$\underbrace{v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t}_{} - \frac{1}{2} g t^2 = h$$

$$\frac{d}{\sin\alpha}\cdot\cos\alpha - \frac{1}{2} g t^2 = h$$

$$\sin\alpha \overset{Def}{=} \frac{b}{c}$$

$$\tan\alpha \cdot d - \frac{1}{2} g t^2 = h \quad \Rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2}{g}(\tan\alpha \cdot d - h)}$$

$$\Rightarrow \quad c \cdot \sin\alpha = b$$

$$v_0 \cdot t = \frac{d}{\sin\alpha} \quad \Rightarrow \quad v_0 = \frac{d}{\sin\alpha \cdot t} = \frac{d\sqrt{g}}{\cos\alpha\sqrt{2d\tan\alpha - 2h}}$$

$$\cos\alpha \overset{Def}{=} \frac{a}{c}$$

$$\Rightarrow \quad c \cdot \cos\alpha = a$$

b)

No solution for

- $\cos\alpha = 0 \quad \Rightarrow \quad \alpha = \frac{\pi}{2}$
- $2d \cdot \tan\alpha - 2h \leq 0 \quad \rightarrow \quad \tan\alpha \leq \frac{h}{d}$ (+)

c)

$$\tan 4° \overset{?}{\leq} \frac{2m}{11m}$$

$$0{,}07 \leq 0{,}18 \quad \Rightarrow \quad \text{no solution}$$

No, it's impossible to hit the hole under $4° = \alpha$ (+)

2.4

$$\vec{r} = (R\cos(\omega t),\ R\sin(\omega t),\ 0)$$

a)

$$\dot{\vec{r}} = \vec{v} = (-R\omega\sin(\omega t),\ R\omega\cos(\omega t),\ 0) \quad \oplus$$

$$\dot{\vec{v}} = \vec{a} = (-R\omega^2\cos(\omega t),\ -R\omega^2\sin(\omega t),\ 0) \quad \oplus$$

$$\cancel{|\vec{v}| = R\omega \cdot \sqrt{(-\sin(\omega t) + \cos(\omega t) + 0)}\ \sin(\omega t)}$$

$$|\vec{v}| = \sqrt{\vec{v}\cdot\vec{v}} = \sqrt{(R\omega)^2\sin^2(\omega t) + (R\omega)^2\cos^2(\omega t)}$$

$$= R\omega \cdot \sqrt{\sin^2(\omega t) + \cos^2(\omega t)} = R\omega \quad \oplus$$

$$|\vec{a}| = \sqrt{\vec{a}\cdot\vec{a}} = \sqrt{(R^2\omega^4)\cos^2(\omega t) + (R^2\omega^4)\sin^2(\omega t)}$$

$$= R\omega^2 \cdot \sqrt{\cos^2(\omega t) + \sin^2(\omega t)} = R\omega^2 \quad \oplus$$

b) 1. Prove that $\vec{v} \perp \vec{r}$ using a scalar product:

$$\vec{v}\cdot\vec{r} = -R\omega\sin(\omega t)\cdot R\cos(\omega t) + R\omega\cos(\omega t)\cdot R\sin(\omega t) + 0\cdot 0 \quad \oplus$$

$$= R^2\omega\sin(\omega t)\cos(\omega t) - R^2\omega\sin(\omega t)\cos(\omega t) = 0 \quad \square$$

2. Prove that $\vec{a} \parallel \vec{r}$, $\frac{\vec{a}}{|\vec{a}|} = -\frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$ ("$\vec{a}$ points into the direction of $-\vec{r}$") using the scalar product:

$$\vec{r}\cdot\vec{a} \overset{!}{=} -s\cdot|\vec{r}|^2 \quad \text{with } s > 0 \quad (\text{because } \vec{r}\cdot\vec{a} = \vec{r}\cdot(-s\cdot\vec{r}) = -s\cdot\vec{r}\cdot\vec{r})$$

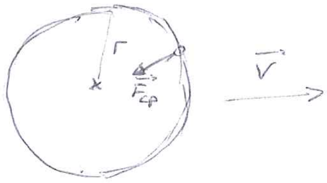
$$\vec{r}\cdot\vec{a} = -R^2\omega^2\cos^2(\omega t) - R^2\omega^2\sin(\omega t) = -R^2\omega^2\underbrace{(\cos^2(\omega t) + \sin^2(\omega t))}_{1}$$

$$= -R^2\omega^2 \quad \oplus$$

$$|\vec{r}|^2 = R^2\cos^2(\omega t) + R^2\sin^2(\omega t) = R^2(\cos^2(\omega t) + \sin^2(\omega t)) = R^2 \quad +$$

$$\Rightarrow s = \omega^2 \quad \square \quad +$$

c) Sketch:



$r = 30\,cm = 0{,}3\,m$

$\vec{v} = 130\,\frac{km}{h} \approx 36{,}1\,\frac{m}{s}$

$\vec{F}_{cp} = m \cdot \vec{a}_{cp} = m \cdot v^2 \cdot \frac{1}{r} \Leftrightarrow \vec{a}_{cp} = v^2 \cdot \frac{1}{r}$ +

4.344,0333

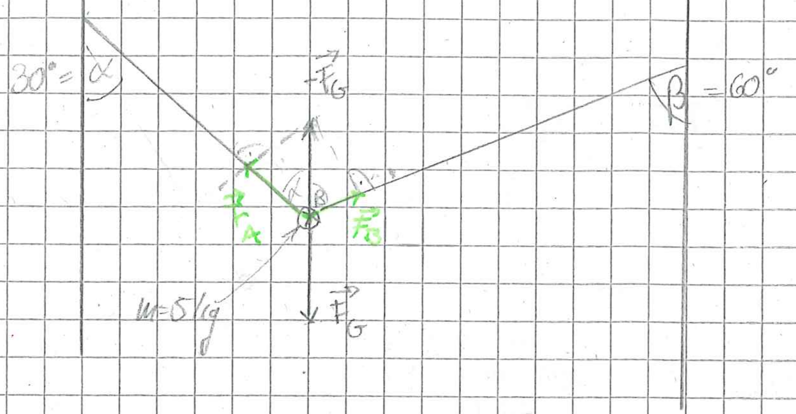
$\overset{!}{=} \frac{(36{,}1)^2}{0{,}3}\,\frac{m}{s^2} \approx \cancel{1304{,}01}\,\frac{m}{s^2}$

$\approx \cancel{132{,}93} \cdot g$

with $g_{HD} = 9{,}81\,\frac{m}{s^2}$

24

a)



b) $|\vec{F}_B| = |-\vec{F}_G| \cdot \cos\beta = m \cdot g \cdot \cos\beta$

$= 5\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} \cdot \cos 60°$

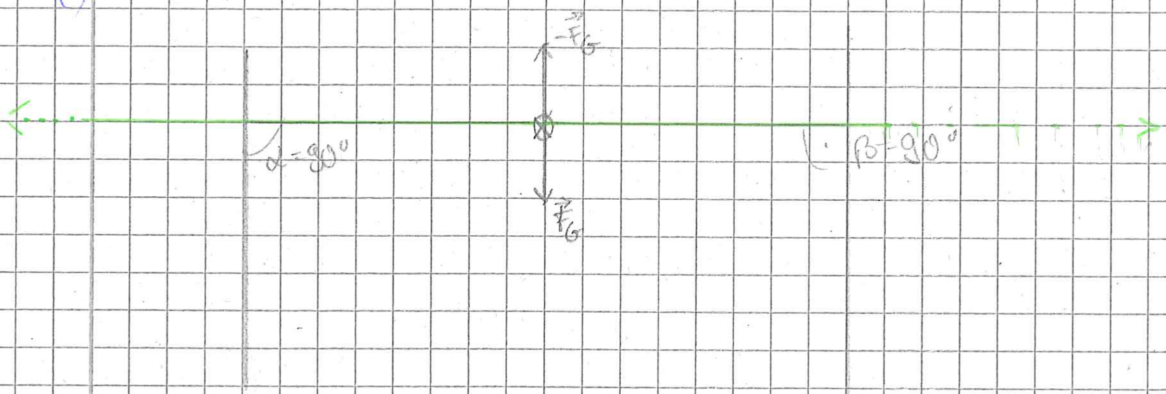
$= 24{,}53\,N$ +

$\vec{F}_A = |-\vec{F}_G| \cdot \cos\alpha = m \cdot g \cdot \cos\alpha$

$= 5\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} \cdot \cos 30°$

$= 42{,}48\,N$ +

c)



~~⇒ the nearer α or β get to 90°~~

$\vec{F}_G$ is the resulting force of $\vec{F}_A$ and $\vec{F}_B$. In the case of $\alpha \to 90°$ and $\beta \to 90°$ we get $F_G = F_A \cos\alpha + F_B \cos\beta$, so F_B and F_A need to go $\to \infty$ (but in opposite directions) +