# 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.**

Physik Blatt 3 Marvin Zanke [redacted]

1) a) $s(t) = \frac{1}{2} g t^2$ $v(t') = g \cdot t'$ Brett fällt mit Geschwindigkeit $g \cdot t$ zum ZP $t$

$$s(t) = \int_0^t v(t)\,dt = \int_0^t g t'\,dt' = \left[\tfrac{1}{2} g t'^2\right]_0^t$$
$$= \tfrac{1}{2} g t^2$$

Der Zusammenhang gilt auf Grund dieser Rechnung, weil die Geschwindigkeit proportional zu $t$ in Abhängigkeit von $t$ wächst.

Außerdem sieht man an den Abständen [der Skizze (Blatt)] der Tintenspritzer dass diese proportional zu $t^2$ wachsen und nicht $t$. $s(t) \sim t^2$, denn in gleichen Zeitintervallen fällt das Brett schneller. $\frac{ds(t)}{dt} = g \cdot t = v(t)$ ✓ 2/2

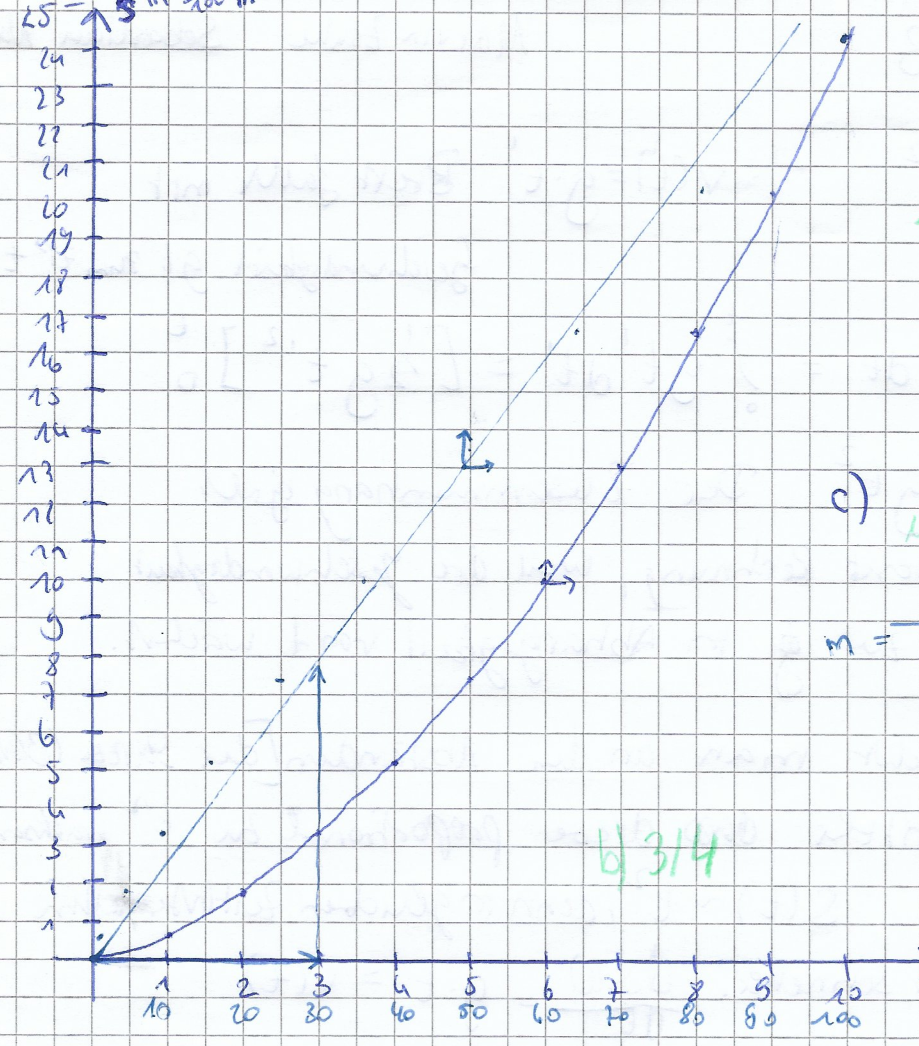
b)

| $t$ | $t^2$ | $s$ |
|---|---|---|
| $\frac{1}{50}$ s | $\frac{1}{2500}$ s | $\frac{0,7}{100}$ m |
| $\frac{2}{50}$ s | $\frac{4}{2500}$ s | $\frac{1,8}{100}$ m |
| $\frac{3}{50}$ s | $\frac{9}{2500}$ s | $\frac{3,3}{100}$ m |
| $\frac{4}{50}$ s | $\frac{16}{2500}$ s | $\frac{5,1}{100}$ m |
| $\frac{5}{50}$ s | $\frac{25}{2500}$ s | $\frac{7,4}{100}$ m |
| $\frac{6}{50}$ s | $\frac{36}{2500}$ s | $\frac{10}{100}$ m |
| $\frac{7}{50}$ s | $\frac{49}{2500}$ s | $\frac{13}{100}$ m |
| $\frac{8}{50}$ s | $\frac{64}{2500}$ s | $\frac{16,5}{100}$ m |
| $\frac{9}{50}$ s | $\frac{81}{2500}$ s | $\frac{20,2}{100}$ m |
| $\frac{10}{50}$ s | $\frac{100}{2500}$ s | $\frac{24,4}{100}$ m |

- Fehler in der Zeitmessung:
$\sim [-\frac{1}{500}\text{s}, \frac{1}{500}\text{s}]$
(durch Umdrehungen kann falsch)
- Fehler beim Ablesen der Markierungen:
$\sim [-\frac{2}{1000}\text{m}; \frac{2}{1000}\text{m}]$

Für das Ablesen von $g$ ist es sinnvoller $s$ gegen $t^2$ aufzutragen. Allerdings verstärkt sich der Fehler von $t$ zu $t^2$ natürlich auch!

↳ Diagramm




Fehlerbalken?

c) wieso diese Werte?

$$m = \frac{\frac{8}{100}\,m}{\frac{30}{2500}\,s^2} = \frac{20}{3}\,\frac{m}{s^2} = 6{,}\overline{6}\,\frac{m}{s^2}$$

Fehler? Geraden?

1/2

b) 3/4

d) $\Rightarrow m = \frac{g}{2} = 6{,}6\,\frac{m}{s^2}$ Fehler?

1/2

e) Hauptfehlerquellen: - Umdrehungen/min falsch (zu alte Düse)

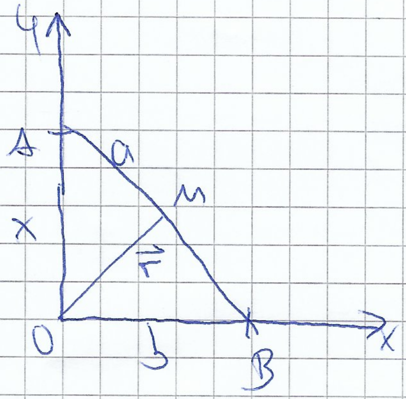
$\Rightarrow$ austauschen (systematischer Fehler)

- Latte fliegt nicht reibungsfrei (⇒ Reibung entgegen wirken) (systematisch) ✓
- nicht die erste Zeitmessung bzw. Zeitspanne auf Papierstreifen getroffen (⇒ Zeitmessung später beginnen $t_0 \neq 0$) (statistischer Fehler)
- Fehler bei Messung mit Lineal (=> optisch mit Laser abmessen, z.B. Lichtschranke) ✓

2/2

2)

a)




$$x^2 + b^2 = a^2$$
$$\Leftrightarrow x = \sqrt{a^2 - b^2}$$
$$\Rightarrow A = \begin{pmatrix} 0 \\ \sqrt{a^2-b^2} \end{pmatrix}$$
$$B = \begin{pmatrix} b \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow M = \frac{A+B}{2} = \begin{pmatrix} b/2 \\ \sqrt{a^2-b^2}/2 \end{pmatrix}$$
$$|M| = \sqrt{b^2/4 + \frac{a^2-b^2}{4}} = \frac{a}{2} = \vec{r}$$

Da $\vec{r}$ konstant $\frac{a}{2}$ ist, durchläuft M eine Kreisbahn mit Radius $\frac{a}{2}$ unabhängig vom Winkel. ✓ 3/3

b)
$$\vec{r}(t) = \frac{1}{2}\begin{pmatrix} b(t) \\ \sqrt{a^2-b^2(t)} \end{pmatrix} \Rightarrow \dot{\vec{r}}(t) = \frac{1}{2}\begin{pmatrix} \dot{b}(t) \\ \frac{b(t)\cdot\dot{b}(t)}{\sqrt{a^2-b^2(t)}} \end{pmatrix}$$
$$b(t) = \begin{pmatrix} b \\ 0 \end{pmatrix} + v_0 \cdot t \Rightarrow \dot{b}(t) = v_0$$
$$\Rightarrow \dot{\vec{r}}(t) = \frac{1}{2}\begin{pmatrix} v_0 \\ \frac{b(t)\cdot v_0}{\sqrt{a^2-b^2(t)}} \end{pmatrix} \Rightarrow |\dot{\vec{r}}(t)| = \frac{1}{2}\sqrt{v_0^2 + \frac{b^2(t)\cdot v_0^2}{a^2-b^2(t)}}$$
$$= \frac{v_0}{2}\sqrt{1 + \frac{b^2(t)}{a^2-b^2(t)}} = \frac{v_0}{2}\sqrt{\frac{a^2}{a^2-b^2(t)}}$$
$$= \frac{v_0\, a}{2\sqrt{a^2-b^2(t)}}$$ ✓

3/3

3) $0\,km/h \xrightarrow{10s} 90\,km/h \xrightarrow{10s} 50\,km/h \xrightarrow{8s} 0\,km/h$

$108\,km/h \xleftarrow{5s} 108\,\frac{km}{h} \xleftarrow{10s} 0\,km/h \xleftarrow{10s} 0\,km/h$

Skurve

$108\,km/h \xrightarrow{10s} 72\,km/h$

$72\,km/h \xrightarrow{8s} 20\,km/h \xrightarrow{5s} 50\,km/h \xrightarrow{10s} 50\,km/h$

$0\,km/h \xleftarrow{3s} 50\,km/h$

| | $a_t$ | $v_t$ | $s_t$ |
|---|---|---|---|
| $t=0$ | $2{,}5\,m/s^2$ | $0\,m/s$ | $0\,m$ |
| $t=10$ | $0\,m/s^2$ | $90\,km/h = 25\,m/s$ | $125\,m$ |
| $t=20$ | $-3{,}125\,m/s^2\ \left(\frac{25\,m}{8\,s}\right)$ | $50\,km/h = 25\,m/s$ | $375\,m$ |
| $t=28$ | $0\,m/s^2$ | $0\,km/h$ | $475\,m$ |
| $t=38$ | $3\,m/s^2$ | $0\,km/h$ | $475\,m$ |
| $t=48$ | $0\,m/s^2$ | $108\,\frac{km}{h} = 30\,m/s$ | $625\,m$ |
| $t=53$ | $-1\,m/s^2$ | $108\,km/h = 30\,m/s$ | $775\,m$ |
| $t=63$ | $-\frac{65}{36}\,m/s^2\ (1{,}80\overline{5}\,m/s^2)$ | $72\,km/h = 20\,m/s$ | $1025\,m$ |
| $t=71$ | $\frac{5}{3}\,m/s^2\ (1{,}\overline{6}\,m/s^2)$ | $20\,km/h = \frac{50}{9}\,m/s\ (5{,}\overline{5})$ | $1127\frac{2}{9}\,m$ |
| $t=76$ | $0\,m/s^2$ | $50\,km/h = \frac{125}{9}\,m/s\ (\approx 13{,}8)$ | $1175\frac{5}{6}\,m$ |
| $t=86$ | $-\frac{125}{27}\,m/s^2\ (4{,}\overline{629}\,m/s^2)$ | $50\,km/h = \frac{125}{9}\,m/s$ | $1314\frac{13}{18}\,m$ |
| $t=89$ | $0\,m/s^2$ | $0\,km/h$ | $1335\frac{5}{9}\,m$ |

$= 1335{,}\overline{5}\,m$

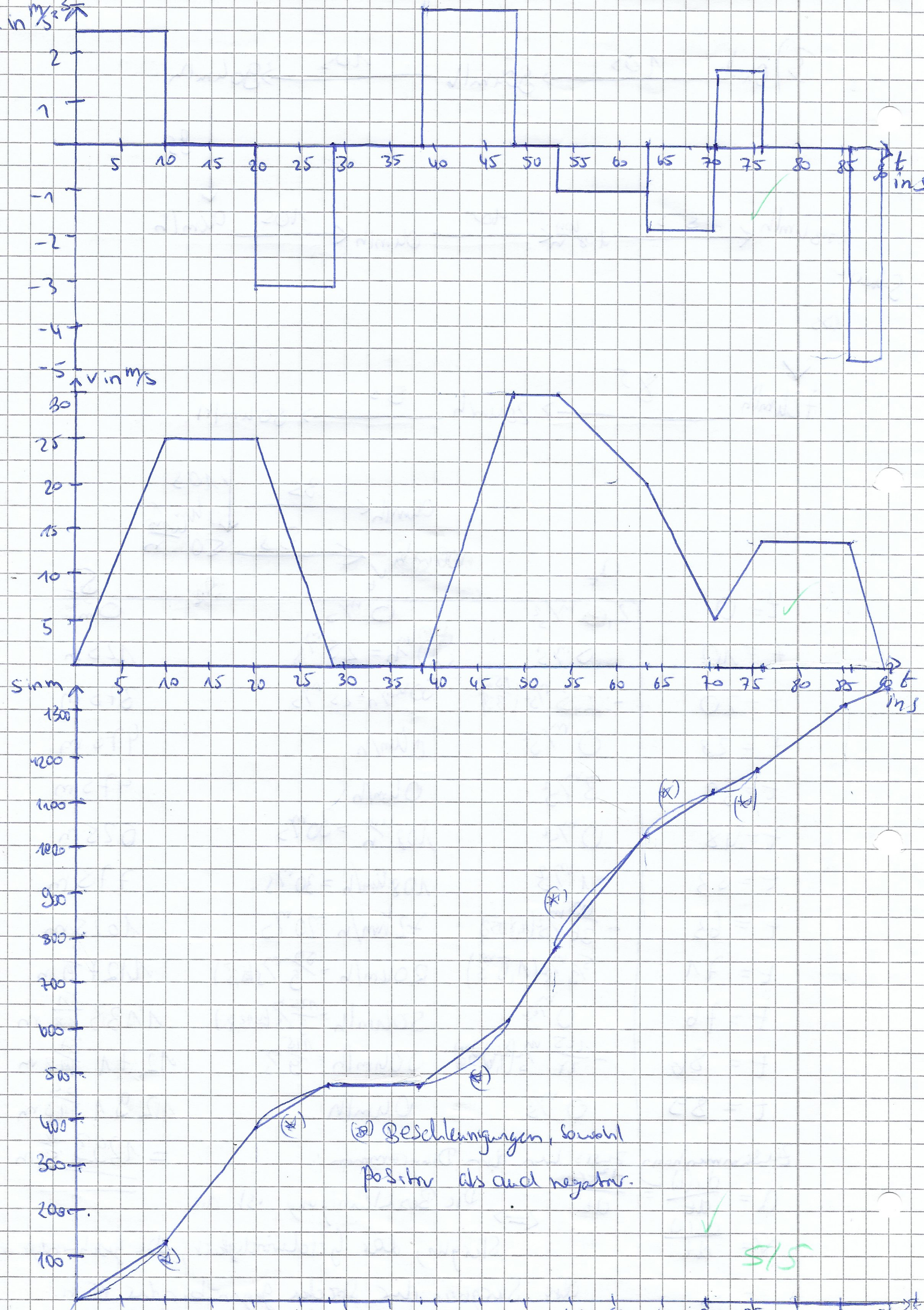
sehr schön! Musste hier nicht gemacht werden nur graphisch

Zusammenhang zwischen den Diagrammen:

$$a = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d^2 s(t)}{dt^2} \iff$$

$$v = \frac{ds(t)}{dt}$$

Die Beschleunigung ist die Steigung der Geschwindigkeit, die Geschwindigkeit die Steigung der Strecke gegenüber der Zeit.


a in m/s²
t in s
v in m/s
t in s
s in m
t in s
(*)
(*) Beschleunigungen, sowohl positiv als auch negativ.
5/5

4) Fallender Teletubby

$s_T(0) = h \qquad s_T(t) = h - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ nur y-Richtung

Geschoss

$$s_G(t) = \begin{pmatrix} v_0 \cos(\vartheta) \cdot t \\ v_0 \sin(\vartheta) \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \end{pmatrix}$$

$$v_0 \cdot \cos(\vartheta) \cdot t_1 = \ell \iff t_1 = \frac{\ell}{v_0 \cdot \cos(\vartheta)}$$

$$s_T(t_1) = h - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{\ell^2}{v_0^2 \cos^2(\vartheta)}$$

$$s_G^{(y)}(t_1) = v_0 \cdot \sin(\vartheta) \cdot \frac{\ell}{v_0 \cdot \cos(\vartheta)} - \frac{1}{2} g \cdot \frac{\ell^2}{v_0^2 \cos^2(\vartheta)}$$

$$= \frac{\sin(\vartheta)}{\cos(\vartheta)} \cdot \ell - \frac{1}{2} g \cdot \frac{\ell^2}{v_0^2 \cos^2(\vartheta)}$$

$$= \tan(\vartheta) \cdot \ell - \frac{1}{2} \cdot g \frac{\ell^2}{v_0^2 \cos^2(\vartheta)}$$

$$= h - \frac{1}{2} g \cdot \frac{\ell^2}{v_0^2 \cos^2(\vartheta)} = s_T(t_1)$$

Teletubby und Geschoss haben beide die gleiche Höhe zum Zeitpunkt wo der Pfeil die Strecke $\ell$ durchlaufen hat.

Dennoch hängt die y-Koordinate des Pfeils von $v_0$ ab, denn der Zeitpunkt $t_1$ hängt von $v_0$ ab. ✓

5/5

25/28