Prof. Dr.Wolf Fachbereich Maschinenbau

Übungen zur Physik I
Lösungen zu Blatt 1

Aufgabe 1

Zeitverlängerung beim Hinflug: $\Delta t_{hin} = t_{hin} - t_o = \frac{s}{v_{Fl} - v_W} - \frac{s}{v_{Fl}} = \frac{s v_W}{(v_{Fl} - v_W) v_{Fl}}$

Zeitverkürzung beim Rückflug: $\Delta t_{rück} = t_o - t_{rück} = \frac{s}{v_{Fl}} - \frac{s}{v_{Fl} + v_W} = \frac{s v_W}{(v_{Fl} + v_W) v_{Fl}}$

Vergleich: $\frac{\Delta t_{hin}}{\Delta t_{rück}} = \frac{v_{Fl} + v_W}{v_{Fl} - v_W} > 1$

Fazit: der Zeitgewinn mit Rückenwind kompensiert *nicht* den Verlust mit Gegenwind
anschaulich: Einwirkzeit des Gegenwinds ist länger als die des Rückenwinds

Aufgabe 2

a) gleichförmig beschleunigte Bewegung mit den Anfangsbedingungen: $t_0 = 0, y_0 = 0, v_{y0} = 0$

ergibt als Brunnentiefe:
$$y_B = y(t_{ges}) = -\frac{1}{2} g t_{ges}^2$$
$$= -\frac{1}{2} 9{,}81 \frac{m}{s^2} * (3s)^2$$

Ergebnis: $y_B = -44{,}15m$

b) Idee: Aufteilung der Gesamtzeit in Frei-Fall-Anteil + Schall-Anteil: $t_{ges} = t_{ff} + t_S$

mit zugehörigen Weg-Zeit-Gesetzen:
$$t_{ges} = \sqrt{\frac{2(-y_B)}{g}} + \frac{(-y_B)}{c_S} \qquad (*)$$

quadriert:
$$\frac{2(-y_B)}{g} = t_{ges}^2 + 2\frac{y_B}{c_S} t_{ges} + \frac{y_B^2}{c_S^2} \quad \Big| * c_S^2$$

liefert quadratische Gleichung für y_B:
$$y_B^2 + 2\left(\frac{c_S^2}{g} + c_S t_{ges}\right) y_B + c_S^2 t_{ges}^2 = 0$$

2 Lösungen:
$$y_{B,1,2} = \frac{1}{2}\left(-2\left(\frac{c_S^2}{g} + c_S t_{ges}\right) \pm \sqrt{4\left(\frac{c_S^2}{g} + c_S t_{ges}\right)^2 - 4 c_S^2 t_{ges}^2}\right)$$
$$= -c_S\left(\frac{c_S}{g} + t_{ges}\right) \pm c_S \sqrt{\frac{c_S}{g}\left(\frac{c_S}{g} + 2t_{ges}\right)}$$

$$= \left[\underbrace{-330\left(\frac{330}{9{,}81} + 3\right)}_{=-1{,}209092*10^4} \overset{+}{(-)} \underbrace{330\sqrt{\frac{330}{9{,}81}\left(\frac{330}{9{,}81} + 2*3\right)}}_{=1{,}205032*10^4}\right] m$$

physikalisch sinnvoll ist nur das Plus-Zeichen (das Minus-Zeichen gehört zur negativen Wurzel in (*))

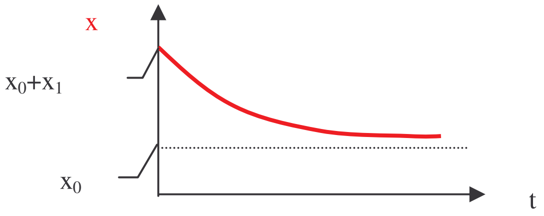
Ergebnis: $y_B = -40{,}6m$

Aufgabe 3

a) Exponent muss dimensionslos sein, daher: $[b] = s^{-1}$

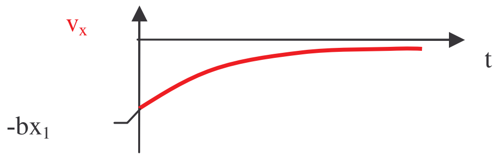
Weg-Zeit-Diagramm = Kurve, die sich bei t=0 von x_0+x_1 im Lauf der Zeit exponentiell abklingend x_0 nähert

Skizze für $x_1, x_0 > 0$

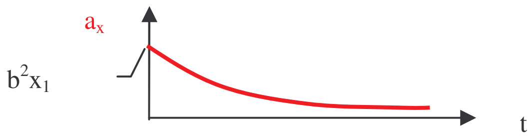


Variation von x_0 à Verschiebung entlang der x-Achse
Variation von x_1 à Spreizung / Stauchung der gesamten Kurve in vertikale Richtung
Variation von b à Spreizung / Stauchung der Kurve, wobei Anfangswert x(t=0) nicht verändert wird

b) Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf: $v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} = -bx_1 e^{-bt}$



Beschleunigungs-Zeit-Verlauf: $a_x(t) = \frac{dv_x(t)}{dt} = b^2 x_1 e^{-bt}$



Aufgabe 4

a) Extremalwert aus $\left.\frac{da(t)}{dt}\right|_{t=t_1} = 0{,}5\frac{m}{s^3} - 0{,}4\frac{m}{s^4}t_1 \stackrel{!}{=} 0$

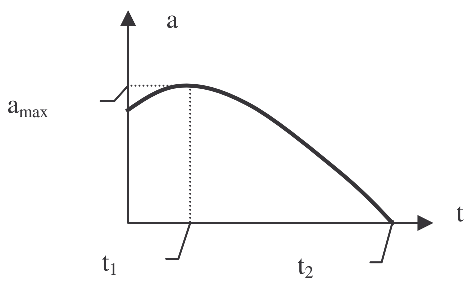
ergibt: $t_1 = 1{,}25s$

Test auf: $\left.\frac{d^2a(t)}{dt}\right|_{t=t_1} < 0$ o.k.

damit wird: $a(t_1) = 2{,}313\frac{m}{s^2} = a_{\max}$

Verzögerung tritt ein, falls: $a(t) < 0$

dies ist der Fall für: $t > t_2 = 4{,}65s$



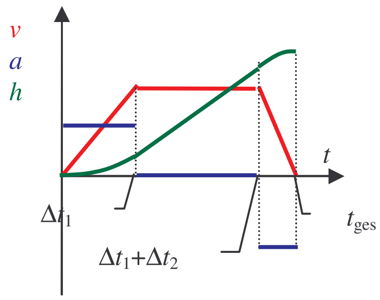
b) ungleichförmig beschleunigte Bewegung mit den Anfangsbedingungen: $t_0 = 0, v_0 = 0$

ergibt: $v(t) = \int_0^t \left[2\frac{m}{s^2} + 0{,}5\frac{m}{s^3}t' - 0{,}2\frac{m}{s^4}t'^2\right]dt' = 2\frac{m}{s^2}t + 0{,}25\frac{m}{s^3}t^2 - 0{,}0667\frac{m}{s^4}t^3$

damit: $v(4{,}65s) = 8{,}0\frac{m}{s}$

Aufgabe 5

a) v(t)-, a(t)-, h(t)-Diagramm:



b) Gesamtstrecke =Fläche unter *v*-*t*-Kurve: $h = \frac{1}{2}a_1\Delta t_1^2 + v_1\Delta t_2 + \frac{1}{2}|a_3|\Delta t_3^2 = 100m$

aufgelöst: $\Delta t_2 = 6{,}5s$

die Fahrzeit beträgt damit: $t_{ges} = 4s + 6{,}5s + 3s = 13{,}5s$

c) Zeitpunkt $t=\Delta t_1$:

	Beschleunigung	a=2,5m/s^2 mit Sprung auf 0
	Geschwindigkeit	v=10m/s
	Höhe	$h_1 = \frac{1}{2}a_1(\Delta t_1)^2 = 20m$

Zeitpunkt $t=\Delta t_1+\Delta t_2$:

	Beschleunigung	a=0 mit Sprung auf -3,3m/s
	Geschwindigkeit	v=10m/s
	Strecke in Δt_2	$\Delta h_2 = v_1\Delta t_2 = 10\frac{m}{s} * 6{,}5s = 65m$
	Höhe	$h_{1+2} = 85m$

Zeitpunkt t_{ges}:

	Beschleunigung	a=-3,3m/s^2 mit Sprung auf 0
	Geschwindigkeit	v=0
	Endhöhe	$h_{ges} = 100m$

Aufgabe 6

a) je nach Vorhaltewinkel φ ergibt sich die Geschwindigkeit bei „abgeschaltenem“ Fluss in x-Richtung zu: $v_{x,ab} = v_0 \cos\varphi$

mit „eingeschaltenem“ Fluss $v_x = v_0 \cos\varphi + v_F$.

y-Geschwindigkeit nach Pythagoras: $v_y = \sqrt{v_0^2 - v_F^2}$

keine Abdrift heißt: $v_x = 0$

also: $\varphi = \arccos\left(-\frac{v_F}{v_0}\right)$

b) Durchquerungszeit: $t_D = \frac{b}{v_y} = \frac{b}{\sqrt{v_0^2 - v_F^2}}$

c) siehe a): falls $v_0 < v_F$ folgt $v_x > 0\ \forall\varphi$, d.h. auf jeden Fall eine Abdrift