```
(%i104)kill(all)$
       remvalsue(all)$
       remfunction(all)$
```

Verwende KEINE griechischen Buchstaben - Esc Buchstabe Esc: Probleme mit Lisp (vgl. wxMaxima Help) - %Buchstabe: Probleme mit LaTeX-Export

Preferences>Options enthaelt LaTeX usepackages

Verwende keine Umlaute

atomare Masseneinheit	u	$1{,}6606 \cdot 10^{-27}$ kg
Avogadrozahl	N_{A}	$6{,}022 \cdot 10^{23}\ \frac{1}{\mathrm{mol}}$
Boltzmann Konstante	k	$1{,}3807 \cdot 10^{-23}\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}}$
Elementarladung	e	$1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C
elektrische Feldkonstante	ε_0	$8{,}854 \cdot 10^{-12}\ \frac{\mathrm{C}^2}{\mathrm{N\,m}^2}$
Erdbeschleunigung	g	$9{,}81\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$
Gravitationskonstante	G	$6{,}6743 \cdot 10^{-11}\ \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg\,s}^2}$
magnetische Feldkonstante	μ_0	$1{,}257 \cdot 10^{-6}\ \frac{\mathrm{V\,s}}{\mathrm{A\,m}}$
molare Gaskonstante	R_{m}	$8{,}3145\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol\,K}}$
Plancksches Wirkungsquantum	h	$6{,}626 \cdot 10^{-34}$ J s
Ruhmasse des Elektrons	m_e	$9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg
Ruhmasse des Neutrons/Protons	$m_n \approx m_p$	$1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg
Stefan-Boltzmann Konstante	σ	$5{,}670 \cdot 10^{-8}\ \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2\,\mathrm{K}^4}$
Vakuumlichtgeschwindigkeit	c	$2{,}998 \cdot 10^{8}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$
Wiensche Konstante	b	$2{,}898 \cdot 10^{-3}$ K m

Eph-Klausur 25.1.2017

1 Schwingungen

Aufgabe 1 *Im* 508 m *hohen Taipeh-Hochhaus (Taiwan) hängt zwischen der* 87. *und der* 92. *Etage ein Fadenpendel (Seillänge* 42 m, *Pendelmasse* 660 t*) zur Dämpfung von durch Taifune und Erdbeben angeregten Gebäudeschwingungen. Die Resonanzfrequenz des Pendels beträgt* 0.073 Hz. *Wie groß ist der Dämpfungskoeffizient des Pendels?*

```
(%i3) kill(values, functions)$
      g: 9.81$
      L: 42$
      m: 660e3$
      omega0: sqrt(g/L)$
      fRes: 0.073$
      omegaRes: float(2*%pi*fRes)$
      dlt: sqrt((omega0^2-omegaRes^2)/2)$
      print("Abkling.-koeff. = ",float(dlt),"1/s")$
      kp: 2*dlt*m$
      print("Daempf.-koeff. = ",float(kp),"kg/s")$
```

Abkling.-koeff. =

0.1076822667801154 1/s

Daempf.-koeff. =

142140.5921497523 kg/s

- ▷ omega0: sqrt(g/L)$: 2P
- ▷ f0: float(omega0/(2*%pi))$: 1P
- ▷ omegaRes = sqrt(omega0^2 - 2*dlt^2): 2P
- ▷ kp: 2*dlt*m$: 1P

2 Kinematik

Aufgabe 2 *An der TU München wird derzeit ein Flugsimulator für Hubschrauber bei extremen Flugbedingungen entwickelt. Die Entwicklungsingenieure machen für die Geschwindigkeit des Hubschrauberschwerpunkts den Ansatz* $\vec{v}(t) = [V\cos(\omega t), V\sin(2\omega t) + a_0 t]^{\mathrm{T}}$ *mit* $\omega = 6\ \mathrm{s}^{-1}$, $V = 2\ \mathrm{m/s}$ *und* $a_0 = 1{,}0\ \mathrm{m/s}^2$. *Berechnen Sie den Beschleunigungs- und den Ortsvektor zur Zeit* 5 s. *Der Schwerpunkt befinde sich zur Zeit* $t = 1$ s *bei* $\vec{r} = (3{,}0;\ 0{,}2)^{\mathrm{T}}$ m.

```
(%i14) kill(values, functions)$
```

```
(%i15) v(t):= [V*cos(w*t), V*sin(2*w*t)+a0*t, 0]$
       a(t):=''(diff(v(t),t));
       z(t):=''(integrate(v(t),t));
```

(%o16) $\mathrm{a}(t) := [-w\cdot\sin(t\cdot w)\cdot V, 2\cdot w\cdot\cos(2\cdot t\cdot w)\cdot V + a0, 0]$

(%o17) $\mathrm{z}(t) := [\frac{\sin(t\cdot w)\cdot V}{w}, \frac{a0\cdot t^2}{2} - \frac{\cos(2\cdot t\cdot w)\cdot V}{2\cdot w}, \int 0 dt]$

```
(%i18) V: 2$
       w: 6$
       a0: 1$
       t0: 1.0$
       t1: 5.0$
       z0: [3., 0.2, 0]$
       float(a(t1)), numer$
       print("Beschleunigung(t1) = ",%,"m*s^-2")$
```

Beschleunigung(t1) =

$[11.85637948911434, -21.85791152996375, 0.0]$ m*s^-2

```
(%i26) eqn: z(t0)+[c1x,c1y,c1z]-z0$
       ic: float(solve(eqn,[c1x,c1y,c1z]))$
       print("Integrationskonstante in m = ",ic[1])$
       z1: float(z(t1)+ic[1])$
       z2: float(z(t)+ic[1])$
```

rat: replaced -3.093138499399642 by -41984635/13573474 = -3.093138499399638
rat: replaced 0.1593576735445846 by 6914950/43392639 = 0.1593576735445844
Integrationskonstante in m =

$[c1x = 3.093138499399638, c1y = -0.1593576735445844, c1z = 0.0]$

```
(%i31) print("Ortsvektor(t1) = [",rhs(z1[1]),",",rhs(z1[2]),",",rhs(z1[3]),"] m")$
```

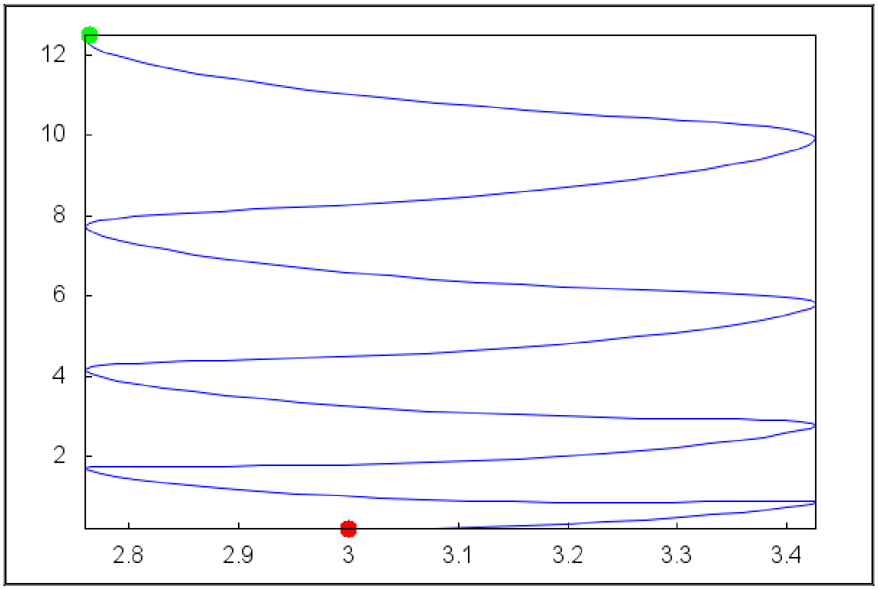
Ortsvektor(t1) = [

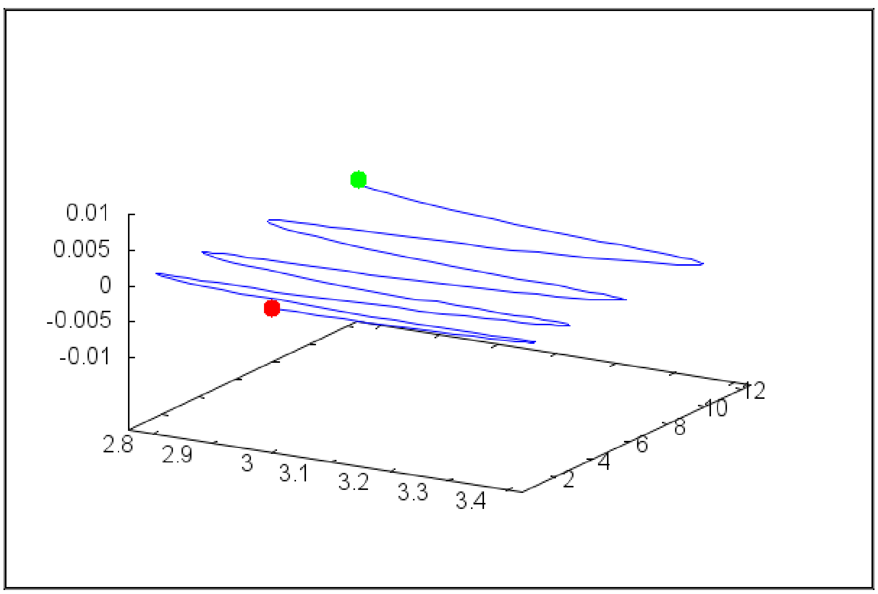
2.763794624702017 ,

12.49937782319128 ,

0.0] m

```
(%i32) load(draw)$
       apx: z0[1]$
       apy: z0[2]$
       apz: z0[3]$
       ap1: points([apx], [apy])$
       ap2: points([apx], [apy], [apz])$
       epx: rhs(z1[1])$
       epy: rhs(z1[2])$
       epz: rhs(z1[3])$
       ep1: points([epx], [epy])$
       ep2: points([epx], [epy], [epz])$
       x: rhs(z2[1])$
       y: rhs(z2[2])$
       z: rhs(z2[3])$
       g1: parametric(x, y, t, t0, t1)$
       g2: parametric(x, y, z, t, t0, t1)$
       wxdraw2d(nticks=200, color=blue,g1, color=red,point_size=2,point_type=7, ap1, color=g
       wxdraw3d(nticks=200, color=blue,g2, color=red,point_size=2,point_type=7, ap2, color=g
```

(%t48) 

(%t49) 

3P + 5P wie immer

3 Wellen, Wellenoptik

Aufgabe 3 *Eine dünne Schicht werde mit sichtbarem Licht bestrahlt. Wie muss die Schichtdicke gewählt werden, damit bei senkrechtem Lichteinfall das Licht in der Mitte des sichtbaren Spektrums* (400 nm $\leq \lambda \leq 800$ nm) *unterhalb der Schicht in nullter Ordnung ausgelöscht wird? Bei welcher Wellenlänge findet dann in nullter Ordnung unterhalb der Schicht Verstärkung statt?*

```
(%i50) kill(values, functions)$
       /* Logarithmus zur Basis 10 (fuer Def. Pegel, falls benoetigt): */ log10(x):=log(x)/l
```

```
(%i52) eqn1: 2*d*sqrt(n^2-sin(alp)^2) = (m+0.5)*lbd$
       n: 1.3$
       m: 0$
       alp: 0$
       solve(eqn1, d)$
       expr1: rhs(%[1])$
       dd(lbd) := ''expr1$
       lbd_m: 600$
       dS: float(dd(lbd_m))$
       print("Schichtdicke =", dS, "nm")$
```

rat: replaced 0.5 by 1/2 = 0.5
Schichtdicke =

115.3846153846154 nm

```
(%i62) eqn2: 2*d*sqrt(n^2-sin(alp)^2) = (m+1)*lbd$
       solve(eqn2, lbd)$
       expr2: rhs(%[1])$
       lbd1(d):= ''expr2$
       lbd2: float(lbd1(dS))$
       print("Wellenlaenge =", lbd2, "nm")$
```

rat: replaced 2.6 by 13/5 = 2.6
Wellenlaenge =

300.0 nm

- ▷ 2*d*sqrt(...) = (m+0.5)*lbd: 2P
- ▷ m = 0: 1P
- ▷ lbd_m: 600: 1P

- ▷ Schichtdicke = 115.4 nm: 1P
- ▷ 2*d*sqrt(...) = (m+1)*lbd: 1P
- ▷ Wellenlaenge = 300.0 nm: 1P

4 Geometrische Optik

Aufgabe 4 *In einem messtechnischen Aufbau wird eine konkavkonvexe Linse (Brechzahl* 1,6*, Radien* 20 cm *und* 10 cm*) verwendet, um die Bewegung des Plasmalichtbogens einer Hochdrucklampe zu filmen. Der Lichtbogen befinde sich* 35 cm *entfernt von der Linsenmitte. Wo entsteht das Bild? Berechnen Sie den Abbildungsmaßstab. Fertigen Sie eine nicht maßstabsgetreue Skizze einschließlich*
- Linsenort und Koordinatensystem,
- Mittelpunkt der gekrümmten Linsenflächen,
- Gegenstands- und Bildort,
- Gegenstand und Bild als Pfeile.
Achtung, es gibt nur Punkte, wenn die Vorzeichen der DIN-Konvention entsprechen!

```
(%i68) kill(values, functions)$
       g: -35$
       r1: 10$
       r2: 20$
       n: 1.6$
       Dst: (n-1)*(1/r1-1/r2)$
       fSt: 1/Dst$
       eqn1: Dst=1/b-1/g$
       sol1: solve(eqn1,b)$
       b: float(rhs(sol1[1]))$
       bt: float(b/g)$
```

rat: replaced 0.001428571428571435 by 303313552490/212319486742999 = 0.001428571428571435

```
(%i79) print("Bildseitige Brennweite = ",float(fSt),"mm")$
       print("Bildweite = ",b ,"mm")$
       print("Abb.-Massstab = ",bt)$
```

Bildseitige Brennweite =

33.33333333333333 mm

Bildweite =

699.9999999999967 mm

Abb.-Massstab =

-19.9999999999999

▷ g < 0: 1P

- ▷ r1, r2 korrekte VZ: 1P
- ▷ Linsenschleiferformel: 1P
- ▷ Abbildungsgleichung: 1P
- ▷ Bildweite = 700 mm: 1P
- ▷ Abb.-Massstab = 20: 1P
- ▷ Abbildung: 2P

5 Mechanik

Aufgabe 5 *Eine große Raumstation in der Form eines Rades mit Speichen rotiert zur Erzeugung einer künstlichen Gravitationskraft mit 1/4 Umdrehung pro Minute um die Radachse (Trägheitsmoment* $50 \cdot 10^{12}\ \mathrm{kg\,m^2}$*). Im Zentrum der Station dockt ein Versorgungsschiff (Trägheitsmoment* $25 \cdot 10^{10}\ \mathrm{kg\,m^2}$*) an. Nach Abschluss des Ankoppelvorgangs ist das Schiff mit der Station fest verbunden. Um wieviel Prozent ändert sich die Drehfrequenz?*

```
(%i82) kill(values, functions)$
       f1: 0.25/60$
       omega1: 2*%pi*f1$
       J1: 50e12$
       L1: J1*omega1$
       J2: 25e10$
       Jg: J1+J2$
       omega2: omega1*J1/Jg$
       f2: float(omega2/(2*%pi))$
       rdf: 100*(f2-f1)/f2$
       print("rel. Frequenzaenderung = ",float(rdf),"%")$
```

rel. Frequenzaenderung =

−0.4999999999999935 %

- ▷ L = J*omega: 1P
- ▷ L1 = L1: 2P
- ▷ Jg = J1 + J2: 1P
- ▷ Delta f = (-)0.5%: 2P

5.1 Intern: Abschaetzung d. Traegheitsmoments

6 Quantenoptik

Aufgabe 6 *Helium-Neon-Laser strahlen bei* 633 nm*. Auf welche Temperatur müsste ein Hohlraumstrahler geheizt werden, damit das Strahlungsmaximum bei dieser Wellenlänge liegt? Welche Leistung strahlt die Wand des Hohlraums dann pro Quadratmeter ab? Welche Energie besitzt ein Photon, das den Laser verlässt?*

```
(%i93) kill(values, functions)$
       lbd: 633e-9$
       T: 2.898e-3/lbd$
       E: 5.670e-8*T^4$
       c: 2.998e8$
       f: c/lbd$
       h: 6.626e-34$
       Eph: h*f$
       print("Temperatur = ",float(T),"K")$
       print("Spektr. Em.-Verm. = ",float(E),"W/m^2")$
       print("Photonenenergie = ",float(Eph),"J")$
```

Temperatur =

4578.199052132702 K

Spektr. Em.-Verm. =

$2.490931262857797 \cdot 10^7$ W/m^2

Photonenenergie =

$3.13819083728278 \cdot 10^{-19}$ J

- ▷ lbd_max = b/T: 1P
- ▷ T = 4578 K: 1P
- ▷ E = sgm*T^4: 1P
- ▷ E = 2.491e7 W/M^2: 1P
- ▷ E = h*f: 1P
- ▷ E_ph = 3.138e-19 J: 1P