Protokoll PAP2 Versuch 212: Zähigkeit von Flüssigkeiten

Leonard Schauer

Motivation/Versuchsziel

Wir wollen die **Viskosität** a einer Flüssigkeit bestimmen. Diese beschreibt die umgangssprachliche "Zähigkeit" oder "Dickflüssigkeit". Speziell soll hier die Abhängigkeit der Viskosität von der Temperatur untersucht werden. Weiterhin sollen Messreihen weiters Ungenauigkeit und das Gesetzt von Stokes in Verbindung und unter fundierten Situationen vergleichen werden.

Grundlagen

Ich machte zunächst einen Körper betrachtet, der sich mit konstanter Geschwindigkeit durch ein viskoses Medium bewegt. Es ist eine Kraft erforderlich, um die Geschwindigkeit konstant zu halten, dem die Medium wirkt auf einen bewegten Körper eine Reibungskraft F_R entgegen. Eine solche Bewegung ist durch zwei kontrollierbare Größe einzustellen: Zum einen die Bewegung des Körpers bewirkt dass ein ein ungleichartiger Teil des Mediums mit ihm bewegt. Es gilt die **Newtonsches Reibungsgesetz**:

$$F_R = \eta \frac{dv}{dx} \tag{1}$$

Bewegen sich die Schichten nicht mit konstanten Strömungsgeschwinden, so ist abgewandt:

$$F_R = \eta \frac{v}{d} \tag{2}$$

Dabei bezeichnet η die Viskosität, d die Fläche des die Schicht gerichtet ist, v die Geschwindigkeit und x den Abstand zu einer ruhenden Platte, an welchem die Flüssigkeit Geschwindigkeit v hat und angenommen, dass sich die Bewegungen Körper eine Reibungskraft F_R entgegen. Eine solche Strömung ist unbeschadet und wird dabei so lange ausgeführt, bis die Flüssigkeitsschichten verwischen und dabei nicht. Für eine Kugel mit einem Radius r. Geschwindigkeit v und $v \to \infty$ (Medium unbegrenzt) gilt im Seminarr Fall die **Stokesche Reibungskraft**:

$$F_r = 6\eta r v \tag{3}$$

Verläuft eine Strömung in Umgebung des Körpers nicht mehr in geteerrten Schichten, LB. wenn verlart aufreten, wie es häufig die größeren Geschwindigkeiten oder "verschlungen" Körperformen auftreten mit F_R aber und gilter, so nennen wir diese **turbulent**. Um turbulente und laminare Strömung unterscheiden Verglichen kann man den **Reynoldszahl**:

$$Re = \frac{2\rho v r}{\eta} \tag{4}$$

wobei ρ_{fl} die kinetische Energie und W_r die Reibungsarbeit und ΔW die mittleren Strömungsgeschwindigkeit v und einer charakteristischen Länge r und η die Viskosität der Flüssigkeit bezeichnet. Im Falle turbulenter Bewegungen ist die Reinkoeffizienten λ der Reibung Effekt, so handelt es sich um eine zunehmende Strömung, bei der groß ist eine turbulente. Die kritische Reynoldszahl ist jener Wert, wo die laminare Strömung instabil wird und in turbulente umschlägt.

Kugelfallviskosimeter nach Stokes

Wir wollen nun die Viskosität einer Flüssigkeit mit dem in Abb. 1 dargestellten Aufbau messen. Sie sondern nachfolgend die Beschreibung aus der Anleitung gerecht:

Abbildung 1: Kugelfallviskosimeter

Es gilt dann (zu erhalten über die Kräftebilanz):

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{r^2 \Delta \rho}{v} g \tag{5}$$

Hagen-Poiseuille: Laminare Rohrströmung

Eine Andere Methode zur Viskositätsbestimmung ist die Messung des Volumenstroms durch ein Rohr mit gegebenem Durchmesser. In welchem eine Laminare Strömung vorliegt. Dann gilt für den Fluss $\dot{V}$ durch ein Rohr Δp Länge L und dem Radius R. Durch die Druckdifferenz Δp zwischen Anfang und Ende des Rohres (bzw. des Betrachteten Rohrsteinstücks) entsteht eine Strömung. Dadurch wirkt eine Kraft:

$$F_p = \pi r^2 \Delta p \tag{6}$$

Durch Reibung mit dem Rohr entsteht außerdem eine Reibungskraft:

$$F_r = 2\pi r L \left(\frac{\eta v}{r}\right) \tag{7}$$

Durch Gleichsetzen und Integrieren lässt sich dann folgender Zusammenhang herleiten:

$$v(r) = \frac{R^2 - r^2}{4L} \Delta p \tag{8}$$

Daraus ergibt sich der Volumenstrom:

$$\dot{V} = \frac{\pi R^4}{8L} \Delta p \tag{9}$$

und schließlich das **Gesetz von Hagen-Poiseuille**:

$$\eta = \frac{\pi R^4}{8L \dot{V}} \Delta p \tag{10}$$

Die Kritische Reynoldszahl ist hier etwa 2300. Aus dem Parallelschaltet Gesetz erhalten wir außerdem:

$$\Delta p = \Delta p_{ges} \frac{R_1}{R_1 + R_2} \tag{11}$$

wobei ΔR die Höhe der Flüssigkeit über dem Ballon ist.

Durchführung

Versuch 1:

Es wurde mehrmals Wasser mit Polyethylenpulver, um einen Temperaturbereich Zwischen Raumtemperatur Länge: 0.5 Sekun. Kapillardurchmesser 5, Sekn. (0.35mm)

- Kugeln aus "Vestodium 1" mit Durchmessern $2r = 3, 8, 9, 6, 5, 7, 6, 9, 7, 14.5, 9, 9, 8$mm ($\pm 1\%$)
- Thermometer
- Stopuhren
- Reihengeräte
- Multimeß
- Stoppuhren

1. Kugelfallviskosimeter nach Stokes

Auf oben beschreibe Art wenden für jeder zur verfügung stehende Kugelgröße je fünf messwerte für Fallzeiten mit fallendes aufgenommen. Anschließend wurde Durchmesser und die Zeit bzw. zum Ausfaden von Δv_0 gemessen. Zwischengemessen wieder alle Messwerte.

2. Kapilarviskosimeter nach Hagen-Poiseuille

Die Kapilare an unseren Ende der Flüssigkeitsbehälter wird gestiftet und gemessen, bis sich eine konstante Ausflußrate einstellt. Es wird dann das Volumen, das in einem bestimmten Zeitintervall und die Zeit bzw. zum Ausfaden von Δv_0 gemessen. Zwischengemessen wieder alle Messwerte.

Messwerte

Versuch 1 (Kugelfallviskosimeter)

Kugeldurchmesser	2	3	4	5	6	7.144	8	9
Fallzeit[s/cm]	300	300	300	300	300	400	400	400
Fallzeit[cm]	126.56	62.75	38.5	48.5	27.88	20.1	17.56	15.59
Fallzeit[cm]	122.1	64.42	95.1	28.11	23.05	17.42	15.75	12.3
Fallzeit[cm]	124.48	56.15	41.79	27.5	26.76	17.45	15.75	12.3
Fallzeit[cm]	128.14	62.75	41.84	28.31	25.56	17.72	15.7	12.4
Fallzeit[cm]	121.55	64.1	40.5	27.87	25.6	17.76	15.93	12.5

Kugelfallzeit Kugeldurchmesser	9%
Fallzeit Zeiten [s]	0.2

Raumtemperatur[°C]	22.3
Raumtemperatur_fehler[°C]	0.1

Innendurchmesser[mm]	Temperatur[°C]	Temperatur_error[°C]
	25	25

Versuch 2 (Kapilarviskosimeter)

Fallhöhe[cm]	$\Delta h[s]$	$\Delta h_error[s]$
1	88.04	1
10	225.4	5
15	272.56	5
20	321.68	5
25	353.45	5
30	411.29	5

Anfangshöhe[cm]	Anfangshöhe_error[cm]
125	1

Raumtemperatur[°C]	22.3
Raumtemperatur_fehler[°C]	0.1

Auswertung

Wir werten nun die Viskosität aus den Messwerten aus unseren Versuchsteils einmals. Zunächst stellen wir $\frac{v}{\Delta v}$ um:

$$m = \frac{2g}{9} \tag{12}$$

Wobei m die Steigung der Geraden ist, wenn Δv und v^2 aufgetragen wird. Mit folgen:

$$\Delta m = \frac{2g}{9} \Delta m \tag{13}$$

Um die Fehler der Steigungsfehler von Δ y berechnen finde man:

$$\Delta y = \sqrt{\left(\frac{\partial y}{\partial x_1}\right)^2 \Delta x_1 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2}\right)^2 \Delta x_2 + \ldots} \tag{14}$$

Wobei x die Fehlerwerte Δ x und die Δ y. Fehler. Da in dem formale aufzeichnen Fehler und im Messprotokoll verwendet. Wegen der Fehlerfortpflanzung ist Δ y. Fehler. Wegen der Abhängigkeit der Steigungsfehler Δm ergeben die Fehlerfortpflanzungen nicht konkret. Ausgleichend hinzuzu an die unterlaufende Kombination ermenden. Indem wir Δ y und Δ x bezeichnen. Wegen Fehlerfortpflanzungen mit:

$$\lambda = 1 \pm 2\frac{\Delta y}{y} \tag{15}$$

Multiplizieren. Es ist:

$$\Delta \lambda = \lambda \sqrt{\left(\frac{\Delta y}{y}\right)^2 + \left(\frac{\Delta x}{x}\right)^2} \tag{16}$$

Wir tragen nun f auf. bestimmen daraus m und η letzter für die Kugelgrößen Werte

```
[Execution time: 0.0s]
Importing matplotlib.pyplot as pt
Importing numpy as np
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt, matplotlib, sympy, sympy.parsing.sympy_parser as parse, sympy.plotting.plot_implicit, sympy.plotting.plot, sympy.plotting.textplot, sympy.plotting.pyplot as plt, sympy.plotting.pygletplot, sympy.plotting.pyglet.window.qt, sympy.plotting.pyglet.window.nsgl, sympy.plotting.pyglet.window.carbon, sympy.plotting.pyglet.window.xlib, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.glext_arb, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.glext_nv, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.gl_info, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.wgl_info, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.wgl_extext_nv, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.glx_info, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.glxext_arb, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.glxext_mesa, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.glxext_nv, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.glu_info, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_ext, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_ctypes, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_gl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glu, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_glx, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_wgl, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_x11, sympy.plotting.pyglet.window.pyglet.gl.lib_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_pyglet_p
```