

1	2	3	4	SUM
/25	/25	/30	/30	/110

1. Hydrostatik

Ein im Wasser schwimmender Holzquader (Dichte 500 kg/m^3) von 2 kg Masse und $h = 8 \text{ cm}$ Höhe ragt zur Hälfte aus dem Wasser (Dichte 1000 kg/m^3) heraus.

Welche Arbeit ist erforderlich, um ihn:

a) gerade unter den Wasserspiegel und b) bis auf den Grund des 20 cm tiefen Wassers zu drücken?

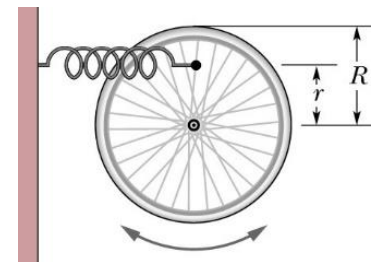
Der Wasserstand sei konstant.

2. Harmonische Schwingungen

Ein Rad kann sich frei um seine festgehaltene Achse drehen. Eine Feder mit Federkonstante 100 N/m verbindet eine seiner Speichen im Abstand $r = 0,6 \text{ m}$ vom Mittelpunkt mit einer Wand (siehe Skizze).

Unter der Annahme, dass sich das Rad als homogener idealisierter Ring der Masse $m = 1 \text{ kg}$ und des Radius $R = 1 \text{ m}$ beschreiben lässt, berechnen Sie die Kreisfrequenz kleiner Schwingungen dieses Systems!

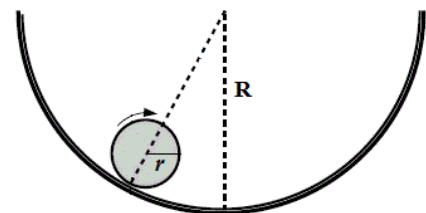
(Hinweis: Massenträgheitsmoment für das Rad um die mittlere Achse $J = mR^2$)



3.a Gedämpfte Schwingungen

Ein homogener Ball mit der Masse $m = 1 \text{ kg}$ und dem Radius $r = 5 \text{ cm}$ rollt ohne Gleiten in der Nähe des Fußpunkts der Schale (Radius $R = 2 \text{ m}$, $R \gg r$).

Bestimmen Sie die Schwingungsfrequenz des Balls um den Fußpunkt der Schale!



3.b Gedämpfte Schwingungen

Ein schwingungsfähiges System mit konstanter geschwindigkeitsunabhängiger Dämpfung (Masse $m = 1,5 \text{ kg}$, Federkonstante jeweils $D = 96,18 \text{ N/m}$, Reibungszahl $\mu = 0,05$) wird zum Zeitnullpunkt um 10 cm aus seiner Ruhelage ausgelenkt.

a) Berechnen Sie Schwingungsperiode T der gedämpften Schwingung.

b) Wie groß ist der Energieverlust nach Ablauf zweier Schwingungsperioden absolut und relativ zum Beginn der Schwingung?

c) Nach wie vielen Schwingungsperioden kommt die Schwingung zur Ruhe?

4. Erzwungene Schwingung

Ein Tisch ($m_T = 15 \text{ kg}$) mit einem empfindlichen Messgerät $m_M = 5 \text{ kg}$ befindet sich in einer Maschinenhalle, deren Boden stark vibriert. Die Erregungsschwingung hat eine Frequenz von 50 Hz und eine Amplitude von 1 mm . Messungen zeigen, dass das Messgerät auf dem Tisch ebenfalls mit einer Amplitude von 1 mm schwingt. Die elastischen Eigenschaften des Tisches entsprechen denen eines **viskos gedämpften** Federelements.

a. Der Wert der Abklingkonstante soll 20% der Eigenkreisfrequenz der ungedämpften Schwingung ω_0 betragen. Bestimmen Sie die Werte der Dämpfungskonstante b und der Federkonstante D .

b. Mit welcher Amplitude schwingt das Messgerät, wenn man zwischen Messgerät und Tischplatte eine schwere Steinplatte $m_P = 180 \text{ kg}$ einfügt, und annimmt, dass die elastischen Eigenschaften des Tisches (Dämpfungskonstante, Federkonstante) gleich bleiben?

Lösungen

1. a) $W_1 = 0,39 \text{ J}$, b) $W_1 + W_2 = 2,74 \text{ J}$

$$2. \omega_0^2 = \frac{r^2 D}{R^2 m}$$

$$3.a \omega_0^2 = \frac{5g}{7R}$$

3.b

a) $T = 0,785 \text{ s}$ b) $\Delta W = 0,409 \text{ J}$, $\Delta W/W_0 = 85\%$, c) $n = 3$

4.

a) 1853 kg/s , $1,07 \text{ MN/m}$, b) $0,0574 \text{ mm}$