

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

### 1. Hydrostatik

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

Welche Arbeit ist erforderlich, um ihn:

a) gerade unter den Wasserspiegel und b) bis auf den Grund des  $20 \text{ cm}$  tiefen Wassers zu drücken?

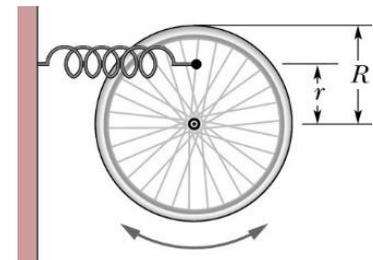
Der Wasserstand sei konstant.

### 2. Harmonische Schwingungen

Ein Rad kann sich frei um seine festgehaltene Achse drehen. Eine Feder mit Federkonstante  $100 \text{ N/m}$  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!

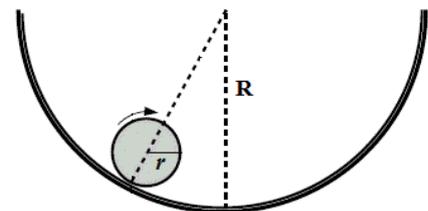
(Hinweis: Massenträgheitsmoment für das Rad um die mittlere Achse  $J = mR^2$ )



### 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  $10 \text{ cm}$  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  $50 \text{ Hz}$  und eine Amplitude von  $1 \text{ mm}$ . Messungen zeigen, dass das Messgerät auf dem Tisch ebenfalls mit einer Amplitude von  $1 \text{ mm}$  schwingt. Die elastischen Eigenschaften des Tisches entsprechen denen eines **viskos gedämpften** Federelements.

a. Der Wert der Abklingkonstante soll  $20\%$  der Eigenkreisfrequenz der ungedämpften Schwingung  $\omega_0$  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)  $1853 \text{ kg/s}$ ,  $1,07 \text{ MN/m}$ , b)  $0,0574 \text{ mm}$