

Musterprüfung für die Promotionsprüfung

1. Ergänze untenstehende Tabelle:

Messgrösse	Anzahl signif. Ziffern
-0.04 m/s ²	
6 Mio.	
0.020 mL	

2. Wie gross ist das Volumen eines Würfels mit 371 mm Kantenlänge? Schreibe das Ergebnis mit einer „angemessenen Anzahl signifikanter Ziffern“.
3. Wie gross ist die mittlere Geschwindigkeit
- bei einer gleichförmigen Beschleunigung von 50 km/h auf 130 km/h.
 - wenn ein Fahrzeug während 15 min innerorts mit 50 km/h und danach während 3 $\frac{3}{4}$ h auf der Autobahn mit 130 km/h fährt?
4. Nach einem Halt bei A beschleunigt ein Zug gleichförmig mit 2.5 m/s² auf 108 km/h. Er fährt dann mit konstanter Geschwindigkeit (von 108 km/h) bis zur Haltestelle, wo er mit einer gleichförmigen Verzögerung von -3 m/s² zum Stillstand kommt. Wie gross ist die Entfernung zwischen A und B, wenn der Zug, genau 5 min nachdem er A verlassen hat, in B still steht?
5. Welche Strecke nach oben legt ein anfänglich ruhender 4 kg schwerer Körper zurück, wenn er über eine Strecke von 80 cm mit einer Kraft von 50 N nach oben gestossen und dann losgelassen wird?
Hinweis: Die Strecke ausgehend vom Ausgangspunkt der Bewegung bis zum Umkehrpunkt ist gesucht.
6. Ein Wasserkraftwerk nutzt ein Gefälle von 150 cm eines Flusses. Wie gross ist der maximale Wirkungsgrad eines Flusskraftwerks, wenn das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 1.5 m/s aus den Turbinenschächten strömt. Der maximale Wirkungsgrad bezieht sich auf den Verlust an Lageenergie des Wassers.
7. Mit welcher Geschwindigkeit trifft ein Körper auf den Boden, wenn er 80 cm über dem Boden mit einer Abwurfgeschwindigkeit von 3 m/s geworfen wird?
8. Ein Pilot befindet sich in der Kapsel einer Zentrifuge. Er bewegt sich auf einer Kreisbahn mit einem Bahnradius von 7 m. Bei welcher Drehzahl (in U/min) wird die Fliehkraft acht Mal so gross wie die Gewichtskraft?
9. Bei einer hydraulischen Presse hat der Arbeitskolben einen neun Mal grösseren Durchmesser als der Presskolben. Welche Kraft übt der Arbeitskolben aus, wenn man den Presskolben mit einer Kraft von 500 N ins Öl drückt?
10. Im Wasser eingetaucht zieht ein Anker mit einer Kraft von 2.34 kN am Seil. In der Luft zieht er mit einer grösseren Kraft von 2.68 kN am Seil.
- Wie viele Liter Wasser verdrängt der Anker?
 - Welche Dichte hat der Anker?

11. Welche Tragkraft hat eine 13 m^2 grosse Eisscholle wenn sie 15 cm aus dem Wasser ragt?
12. Ein Stück Gold und ein Stück Blei sind auf einer in Wasser eingetauchten Balkenwaage im Gleichgewicht. Wie viele Kilogramm Gold hat es dann auf der einen Waagschale, wenn auf der anderen Waagschale 8 kg Blei liegen? Es sei $\rho_{\text{Au}} = 19'290\text{ kg/m}^3$ und $\rho_{\text{Pb}} = 11'340\text{ kg/m}^3$.
13. Ein 340 kg schwerer Anker wird mit einer Seilwinde vom Seegrund in 85 m Wassertiefe bis zur Wasseroberfläche gehoben. Welche Arbeit wird verrichtet, wenn der Anker eine Dichte von 7860 kg/m^3 aufweist?

Musterlösung:

1. 1, 1 und 2
2. $V = (371\text{ mm})^3 = 51'064'811\text{ mm}^3 \approx 51.1 \cdot 10^6\text{ mm}^3 = 51.1\text{ dm}^3 = 0.0511\text{ m}^3$. Das Zwischenergebnis $51'064'811\text{ mm}^3$ als Ergebnis wäre falsch!
3. a) $\frac{1}{2}(50 + 130)\text{ km/h} = 90\text{ km/h}$. (b) $\bar{v} = [0.25 \cdot 50 + 3.75 \cdot 130](\text{km/h})/[0.25 + 3.75] = 125\text{ km/h}$
4. Beschleunigen: $\Delta t_1 = \Delta v/a_1 = (30/2.5)\text{ s} = 12\text{ s}$. Abbremsen: $\Delta t_3 = -\Delta v/a_3 = (-30/(-3))\text{ s} = 10\text{ s} \rightarrow \Delta t_2 = 5\text{ min} - \Delta t_1 - \Delta t_3 = 278\text{ s} \rightarrow s = (\Delta t_1 + \Delta t_3) \cdot 15(\text{m/s}) + \Delta t_2 \cdot 30(\text{m/s}) = 8.67\text{ km}$
5. Energiesatz: $F \cdot h = mgh_{\text{max}} \rightarrow h_{\text{max}} = F \cdot h/(mg) = 50 \cdot 0.8\text{ m}/(4 \cdot 10) = 1\text{ m}$
6. $\eta = (mgh - \frac{1}{2}mv^2)/(mgh) = [1 - (v^2/(2gh))] = [1 - (1.5^2/(2 \cdot 10 \cdot 1.50))] = 0.925 \rightarrow$ in Prozent: 92.5%
7. Energiesatz: $mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{2gh + v_0^2} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.8 + 3^2}\text{ m/s} = 5\text{ m/s}$
8. $a_r = \omega^2 r = 8g \rightarrow \omega = \sqrt{8g/r} = \sqrt{8 \cdot 10/7}\text{ s}^{-1} = 3.38 = (0.538/(2\pi))\text{ s}^{-1} \rightarrow 0.538\text{ U/s} = 60 \cdot 0.538\text{ U/min} = 32.3\text{ U/min}$
9. Aus $p_1 = p_2 \rightarrow F_1/A_1 = F_2/A_2 \rightarrow F_1/(\pi d_1^2/4) = F_2/(\pi d_2^2/4)$ folgt, dass wegen $d_2 = 9d_1$ folgendes gilt $F_2 = 9^2 F_1 = 81 F_1 = 81 \cdot 500\text{ N} = 40.5\text{ kN}$
10. a) Es gilt $F_{\text{Luft}} - F_{\text{Wasser}} = F_A = 2.68\text{ kN} - 2.34\text{ kN} = 340\text{ N} = \rho_w Vg \rightarrow V = F_A/(\rho_w g) = (340/(1000 \cdot 10))\text{ m}^3 = 0.034\text{ m}^3 = 34\text{ Liter}$
b) $\rho = m/V = (F_{\text{Luft}}/g)/V = [(2680/10)/0.034]\text{ kg/m}^3 = 7.88 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$
11. $F_A = \rho_w Vg = \rho_w A \cdot hg = 1000 \cdot 13 \cdot 0.15 \cdot 10\text{ N} = 19.5\text{ kN}$
12. $F_{G,\text{Au}} - F_{A,\text{Au}} = F_{G,\text{Pb}} - F_{A,\text{Pb}} \rightarrow V_{\text{Au}}g[\rho_{\text{Au}} - \rho_w] = V_{\text{Pb}}g[\rho_{\text{Pb}} - \rho_w] \rightarrow (m_{\text{Pb}}/\rho_{\text{Pb}})g[\rho_{\text{Pb}} - \rho_w] = (m_{\text{Au}}/\rho_{\text{Au}})g[\rho_{\text{Au}} - \rho_w] \rightarrow m_{\text{Au}} = m_{\text{Pb}}(\rho_{\text{Au}}/\rho_{\text{Pb}})[(\rho_{\text{Pb}} - \rho_w)/(\rho_{\text{Au}} - \rho_w)] = 8\text{ kg}(19'290/11'340)[(11'340 - 1000)/(19'290 - 1000)] = 7.69\text{ kg}$

13. $\Delta W = (F_G - F_A)s = mgs - \rho_w Vgs = [m - \rho_w(m/\rho)]gs = mgs[1 - \rho_w/\rho] = 340 \cdot 10 \cdot 85 \cdot [1 - 1000/7860]J = 252 \text{ kJ}$