

Freiwillige Aufgaben zur Vorlesung WS 2002/2003, Blatt 3

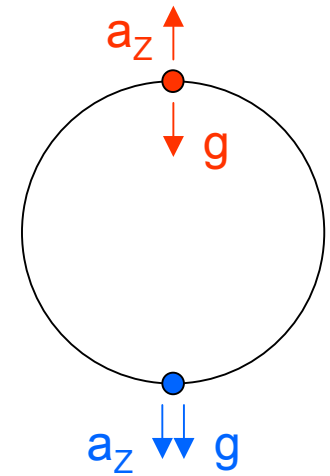
27) Ein Körper der Masse $m = 100 \text{ g}$ wird an einer $0,5 \text{ m}$ langen Schnur in einer vertikalen Ebene herumgeschleudert. Wie groß müssen dabei Winkelgeschwindigkeit und Festigkeit der Schnur mindestens sein, damit diese stets gespannt bleibt, aber nicht zerreißt?
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

Bedingung im Scheitelpunkt: $F_{\text{Zentrifugal}} = m \cdot a_z = m \cdot \omega^2 \cdot r \geq G = m \cdot g$

$$\text{Also: } \omega_{\text{min}}^2 = \frac{g}{r} \quad \text{bzw.} \quad \omega_{\text{min}} = \sqrt{\frac{g}{r}} = \sqrt{\frac{10 \text{ m}}{0,5 \text{ m s}^2}} = \sqrt{20} \text{ s}^{-1} = 4,47 \text{ Hz}$$

($T = \frac{2\pi}{\omega} = 1,4 \text{ s}$) Im tiefsten Punkt:

$$F_{\text{Ges}} = m \omega_{\text{min}}^2 r + m \cdot g = 2 \cdot m \cdot g = 0,2 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2 \text{ N}$$



28) Berechnen Sie, um wieviel Prozent Ihr Gewicht momentan durch den Auftrieb verringert wird!
 $\rho_{\text{Wasser}} = 1 \text{ kg/l}$, $\rho_{\text{Luft}} = 1,29 \text{ g/l}$

Auftrieb = Gewicht der verdrängten Luftmenge = $\rho_{\text{Luft}} \cdot V_{\text{Mensch}} \cdot g$

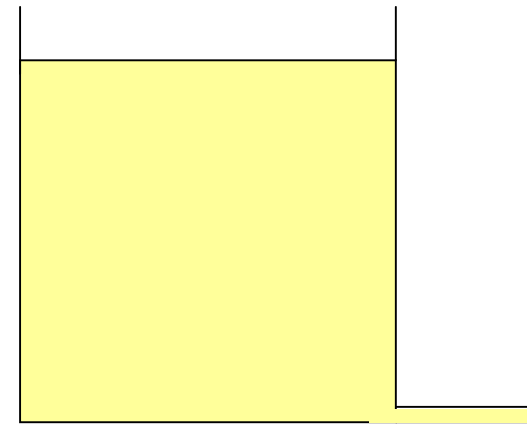
$$V_{\text{Mensch}} = \frac{m_{\text{Mensch}}}{\rho_{\text{Mensch}}} \approx \frac{m_{\text{Mensch}}}{\rho_{\text{Wasser}}} \quad (\text{Schwimmen, „Toter Mann“ !})$$

$$F_A = \rho_{\text{Luft}} \cdot V_{\text{Mensch}} \cdot g = \rho_{\text{Luft}} \cdot \frac{m_{\text{Mensch}}}{\rho_{\text{Wasser}}} \cdot g = \frac{\rho_{\text{Luft}}}{\rho_{\text{Wasser}}} \cdot G$$

$$\text{Also: } \frac{F_A}{G} = \frac{\rho_{\text{Luft}}}{\rho_{\text{Wasser}}} = \frac{1,29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/l}}{1 \text{ kg/l}} = 1,29 \cdot 10^{-3} \approx 0,13 \%$$

29) In die Seitenfläche eines zylindrischen Gefäßes mit dem Radius $R = 4 \text{ cm}$ ist eine horizontale Kapillare mit dem Innenradius $r = 1 \text{ mm}$ und der Länge $\ell = 2 \text{ cm}$ eingesetzt. Berechnen Sie die Geschwindigkeit v , mit der Rhizinus durch die Kapillare fließt, wenn es noch bis zu einer Höhe $h = 26 \text{ cm}$ über der Kapillare in dem Gefäß steht!

$$\eta_{\text{Rhizinus}} = 1,2 \text{ kg/m s}, \quad \rho_{\text{Rhizinus}} = 900 \text{ kg/m}^3$$



Ausströmgeschwindigkeit bestimmt durch Strömungswiderstand der Kapillare (Hagen-Poiseuille!)

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8 \eta \ell} \quad \Delta p = \rho \cdot g \cdot h$$

Durch Strecke x in der Kapillare strömt in Zeit t Volumen $V = A_2 v_2 t = \pi r^2 v_2 t$.

$$\text{Also: } v_2 = \frac{r^2 \rho g h}{8 \eta \ell} = \frac{10^{-6} \text{ m}^2 \cdot 900 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,26 \text{ m}}{8 \cdot 1,2 \text{ kg/m s} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 1,22 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{(Mit } v_2 \cdot A_2 = v_1 \cdot A_1 \rightarrow v_1 = v_2 \cdot \frac{\pi r^2}{\pi R^2} = \frac{1}{1600} v_2 \text{)}$$

Flüssigkeitsspiegel sinkt mit $8 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$)

30) Um welchen Betrag ändert sich die Oberflächenenergie, wenn man acht gleich große, kugelförmige Quecksilbertropfen (Radius $r = 1 \text{ mm}$) zu einem großen Tropfen vereinigt?
 $\sigma_{\text{Hg}} = 0,484 \text{ N/m}$

Spezifische Oberflächenenergie $\sigma = \Delta W / \Delta A \Rightarrow \Delta W = \sigma \cdot \Delta A$

Volumen der acht Kugeln = Volumen der großen Kugel: $8 \cdot \frac{4}{3} \pi r_1^3 = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \Rightarrow r_2 = 2 r_1$

Oberflächen: $A_1 = 8 \cdot 4 \pi r_1^2 = 32 \pi r_1^2$, $A_2 = 4 \pi r_2^2 = 16 \pi r_1^2 = \frac{1}{2} A_1$, also $\Delta A = \frac{1}{2} A_1 = A_2$,

$$\Delta W = \sigma \cdot A_2 = \sigma \cdot 16 \pi r_1^2 = 0,484 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 16 \pi \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 24,3 \cdot 10^{-6} \text{ Nm} = 24,3 \mu\text{J}$$

31) Aus dem Atemgerät eines Tauchers entweicht in 40 m Tiefe bei einer Temperatur von $5 \text{ }^\circ\text{C}$ eine Luftblase mit dem Volumen $V = 15 \text{ cm}^3$. An der Wasseroberfläche herrscht eine Temperatur von $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Welches Volumen hat die Blase, kurz bevor sie die Oberfläche erreicht?

Luft bei Temperaturen um 300 K ideales Gas $\rightarrow p \cdot V = n \cdot R \cdot T$, d. h. $p \cdot V / T = n \cdot R$.

Also $p_1 \cdot V_1 \cdot T_2 = p_2 \cdot V_2 \cdot T_1$ Mit $p_1 = p_2 + \rho \cdot g \cdot h$ und $p_2 = 1 \text{ bar}$ (äußerer Luftdruck):

$$V_2 = \frac{(p_2 + \rho \cdot g \cdot h) \cdot T_2}{p_2 \cdot T_1} \cdot V_1 = \frac{(1 \text{ bar} + 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 40 \text{ m}) \cdot 298 \text{ K}}{1 \text{ bar} \cdot 278 \text{ K}} \cdot 15 \text{ cm}^3$$

$$= 80,4 \text{ cm}^3$$

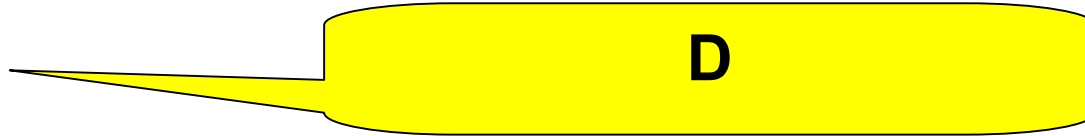
32) Ein Körper der Masse $m = 2 \text{ kg}$ hat ein Volumen $V = 800 \text{ cm}^3$. Er befindet sich in Wasser und hängt an einer Federwaage. Dann zeigt diese folgende Kraft an ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

$$F = G - A$$

$$= m \cdot g - m(\text{verdr. Wasser}) \cdot g$$

$$= g(m - V_K \cdot \rho_{\text{Wasser}})$$

- (A) 800 N
- (B) 20 N
- (C) 28 N
- (D) 12 N
- (E) 1,6 N



33) Eine Kugel sinkt in einer Flüssigkeit mit konstanter Geschwindigkeit. Dann gilt für die Beträge der an der Kugel angreifenden Kräfte (Gewichtskraft G , Auftrieb A und Reibungskraft R)

$$\downarrow G \quad \uparrow A \quad \uparrow R$$

$$v = \text{const.} \equiv$$

$$F_{\text{Gesamt}} = 0$$

- (A) $G + A = R$
- (B) $G = A \cdot R$
- (C) $G = R$
- (D) $G = A + R$
- (E) Keine der Aussagen trifft zu



34) Die Steighöhe einer Flüssigkeit in einer Kapillare hängt **nicht** ab von

- (A) Oberflächenspannung
- (B) Viskosität
- (C) Schwerkraft
- (D) Radius der Kapillare
- (E) Benetzbarkeit der Kapillarenoberfläche



$$h = \frac{2 \sigma \cos \varphi_{\text{Rand}}}{\rho g r}$$

35) Die Sinkgeschwindigkeit einer Kugel in einer (Newton'schen) Flüssigkeit hängt nicht ab von

- (A) Oberflächenspannung
- (B) Viskosität
- (C) Schwerkraft
- (D) Radius der Kugel
- (E) Dichte der Flüssigkeit

A

$$v = \frac{2(\rho_K - \rho_{Fl})g r^2}{9\eta}$$

36) Die Temperaturdifferenz zweier Körper beträgt in der Celsiuskala 253 °C. In der Kelvin-Skala beträgt diese Temperaturdifferenz

- (A) – 20 K
- (B) 20 K
- (C) 273 K
- (D) 253 K
- (E) 526 K

D

$$\Delta t = 1 \text{ } ^\circ\text{C} \equiv$$

$$\Delta T = 1 \text{ K}$$

37) Ein Glasgefäß (Volumen $V = 10 \text{ } \ell$) ist mit Argon gefüllt. Wieviel Gas entweicht, wenn das Gas von 0 °C auf 2,73 °C erwärmt wird und sich der Druck dabei nicht ändert?

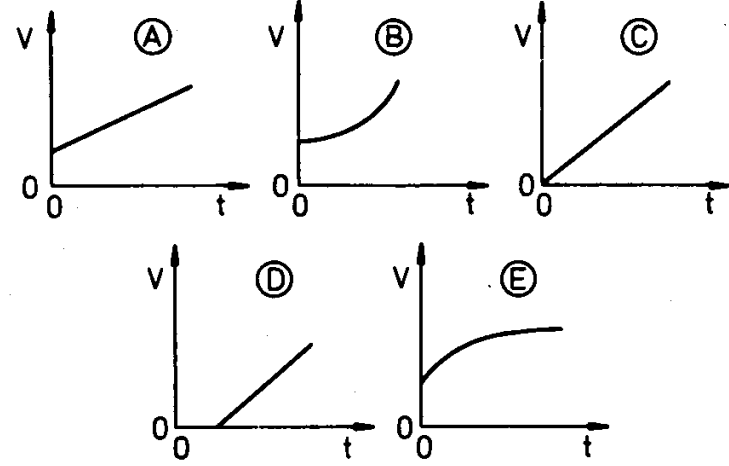
- (A) ca. 1/273 der Gasmenge
- (B) ca. 1/100 der Gasmenge
- (C) ca. 2,73/100 der Gasmenge
- (D) ca. 1/10 des molaren Volumens
- (E) ca. 2,73/22,4 Liter

B

38)

Welche Kurve gibt die Abhängigkeit $V = V_0 (1 + \alpha t)$ des Volumens V von der Temperatur t richtig wieder?

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)



39)

Welche Kurve gibt den Zusammenhang zwischen Druck und Volumen eines idealen Gases bei einer isothermen Zustandsänderung richtig wieder?

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

