

Inverted Physics hour

14./15.12.2015

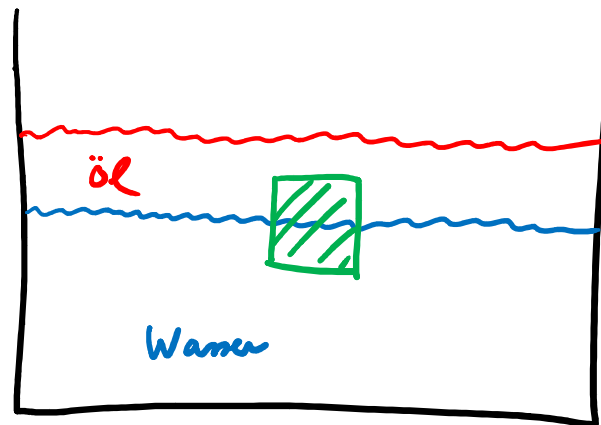
Themen

- Auftrieb und Schwimmen
- Aerostatik:
 - Ideale Gasgleichung
 - Barometrische Höhenformel
- Hydrodynamik:
 - Kontinuitätsgleichung
 - Bernoulli-Gleichung

Alte Klausuraufgabe: Sinken, Schwimmen, Schweben

Ein Gefäß ist zur Hälfte mit Wasser ($\rho_{H_2O} = 1.1 \frac{g}{cm^3}$) und zur anderen Hälfte mit Öl ($\rho_{öl} = 0.8 \frac{g}{cm^3}$) gefüllt. Nun wird ein Wachstropfen ($\rho_{Wachs} = 0.9 \frac{g}{cm^3}$) in das Gefäß gegeben. Was passiert?

- A) Der Wachstropfen sinkt zum Boden des Gefäßes.
- B) Der Wachstropfen schwimmt auf dem Öl.
- C) Der Wachstropfen schwebt im Wasser.
- D) Der Wachstropfen schwimmt an der Grenzfläche zwischen Wasser und Öl.
- E) Der Wachstropfen schwebt im Öl.



Alte Klausuraufgabe: Schwimmen

Welcher der folgenden Würfel mit Kantenlänge a und Masse m schwimmt in Ethanol? Dichte von Ethanol: $\rho = 789 \text{ kg / m}^3$

$$V = a^3$$

A) $a = 2 \text{ cm}, m = 6,48 \text{ g}$ — $\rho = \frac{m}{V} = \frac{6,48 \text{ g}}{8 \text{ cm}^3} = 0,81 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

B) $a = 4 \text{ cm}, m = 48 \text{ g}$

C) $a = 0,5 \text{ cm}, m = 0,12 \text{ g}$ $\rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{48 \text{ g}}{64 \text{ cm}^3} = 0,75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} < 789 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

D) $a = 5 \text{ cm}, m = 120 \text{ g}$

E) $a = 10 \text{ cm}, m = 900 \text{ g}$

$\rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{0,12 \text{ g}}{(0,5 \text{ cm})^3} = 0,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Alte Klausuraufgabe: Statische Fluide

Welche Aussage über statische Fluide ist falsch?

- A) Flüssigkeiten sind weitgehend inkompressibel. ✓
- B) Der Schweredruck in Fluiden ist proportional zur Dichte. $p_s = \rho \cdot g \cdot h$
- C) Die Dichte eines Gases ist proportional zum inversen Druck (zu p^{-1}). ✓
- D) Der Druck in Flüssigkeiten steigt linear mit der Tiefe der Flüssigkeit an. ✓
- E) Der Luftdruck in der Atmosphäre sinkt exponentiell mit der Höhe.

→ f ideales Gas $p \cdot V = N k_B T \rightarrow V = \frac{N k_B T}{p}$
 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{N k_B T} \cdot p$

Alte Klausuraufgabe: Strömendes Wasser I

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$A = \pi R^2$$

Wasser strömt in einem dicken Rohr mit einem Durchmesser von $d_1 = 5 \text{ cm}$ mit einer Geschwindigkeit von $v_1 = 4 \text{ cm/s}$. Wie

groß ist die Geschwindigkeit der Flüssigkeit

v_2 im dünneren Rohrabschnitt mit einem

~~Radius~~ von $d_2 = 2 \text{ cm}$?

Durchmesser

A) $v_2 = 10 \text{ cm/s}$

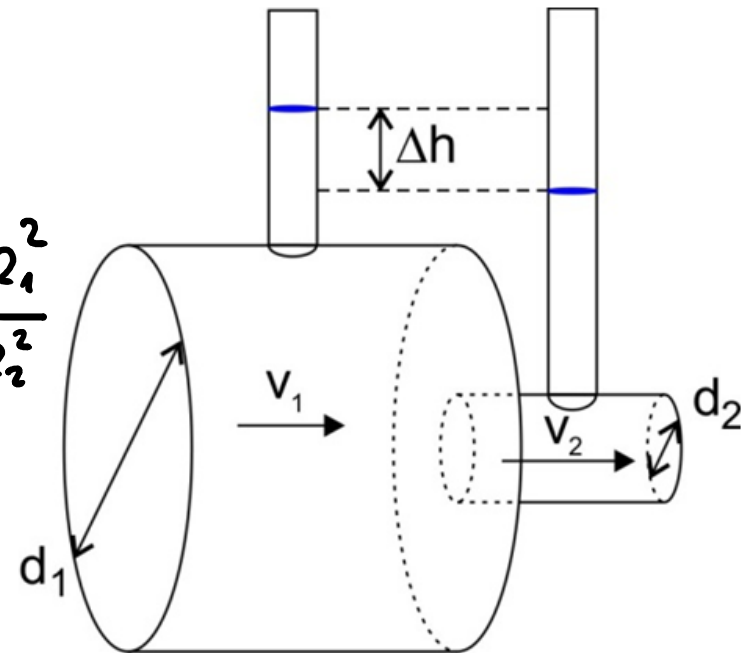
B) $v_2 = 20 \text{ cm/s}$

☒ C) $v_2 = 25 \text{ cm/s}$

D) $v_2 = 15 \text{ cm/s}$

E) $v_2 = 7 \text{ cm/s}$

$$\begin{aligned} v_2 &= v_1 \cdot \frac{A_1}{A_2} = v_1 \cdot \frac{\pi R_1^2}{\pi R_2^2} \\ &= 4 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \frac{2,5^2 \text{ cm}^2}{1^2 \text{ cm}^2} \\ &= 25 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \end{aligned}$$



Alte Klausuraufgabe: $\Delta p \leftarrow p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$

Strömendes Wasser II $\rightarrow \Delta p = p_s$ $p_s = \rho \cdot g \cdot h$

Wir betrachten nochmals die Röhren aus Aufgabe 34. Wie hoch ist die Differenz der Füllstände Δh in den beiden Messrohren aufgrund des entstehenden Druckunterschiedes (siehe Skizze)?

Hinweis: Rechnen Sie mit der Erdbeschleunigung $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A) $\Delta h = 3 \text{ mm}$

B) $\Delta h = 1 \text{ mm}$

C) $\Delta h = 3 \text{ cm}$

D) $\Delta h = 1 \text{ cm}$

E) $\Delta h = 5 \text{ mm}$

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2$$

$v_1 = 4 \text{ cm/s}$
 $v_2 = 25 \text{ cm/s}$

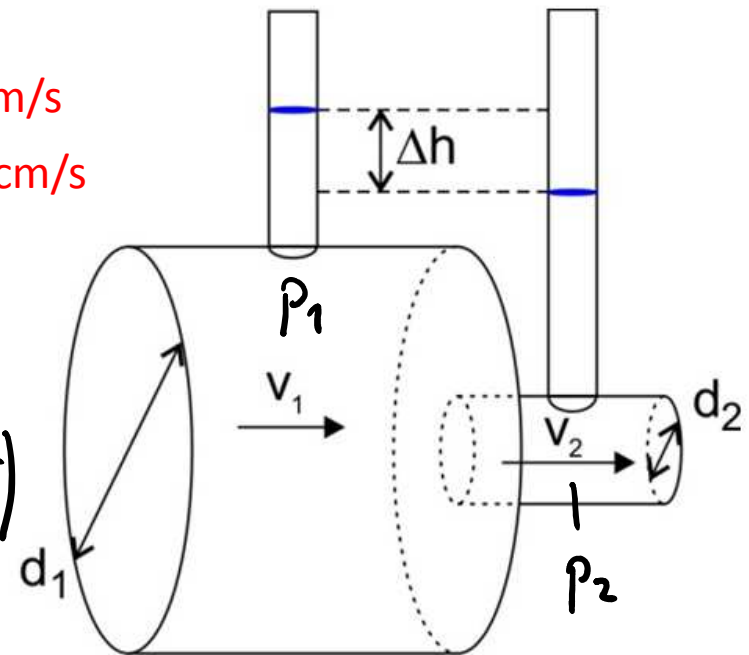
$$= \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

$$\Delta p = p_s$$

$$\frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) = \rho \cdot g \cdot h$$

$$h = \frac{\frac{1}{2} (v_2^2 - v_1^2)}{g} = \frac{\frac{1}{2} (0,25^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} - 0,04^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2})}{10 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,003 \text{ m} = 3 \text{ mm}$$



Alte Klausuraufgabe:

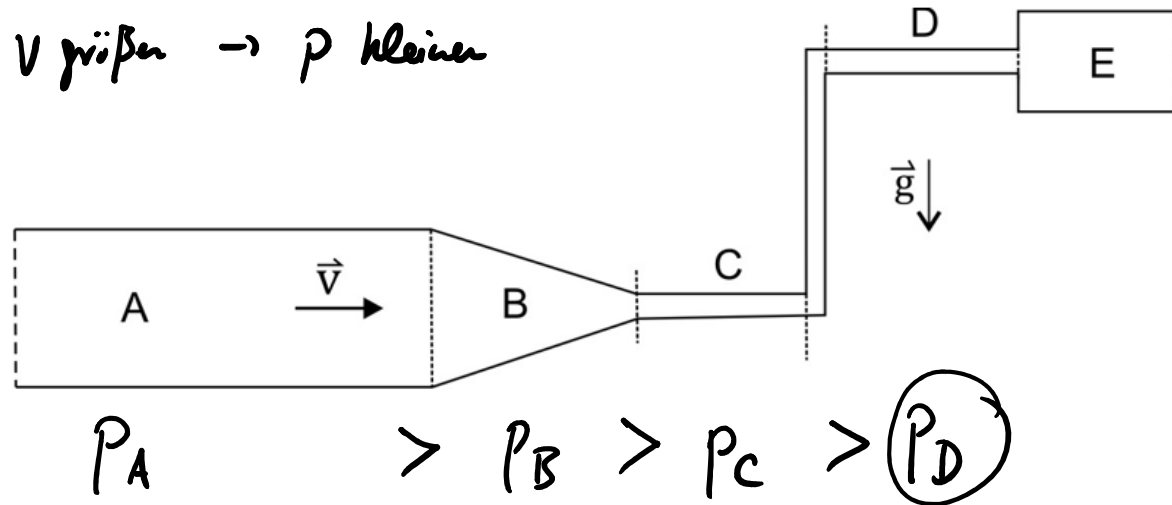
Strömendes Wasser II

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$p_s = \rho \cdot g \cdot h$$

Rohr dünn $\rightarrow v$ groß
 v groß $\rightarrow p$ klein

Eine inkompressible
Flüssigkeit ströme durch ein
Rohrsystem (Skizze). In
welchem Teilabschnitt ist der
Druck am kleinsten?



$$p_E > p_D$$

Barometrische Höhenformel $- \frac{\rho_0 g}{\rho_0} h = - \frac{h}{h_0}$ 1 bar = 100'000 Pa

$$\rho(h) = \rho_0 \cdot e^{-\frac{\rho_0 g}{\rho_0} h} = \rho_0 \cdot e^{-h/h_0} \Rightarrow h_0 = \frac{p_0}{\rho_0 \cdot g}$$

Auf der Erde fällt die Dichte der Atmosphäre etwa im Abstand von 8 km auf 1/e ab. In welchem Abstand passiert dies beim Mars?

Hinweise:

Atmosphärendruck auf dem Mars $p_0 = 6 \times 10^{-3} \text{ bar}$

Atmosphärendichte auf dem Mars $\rho_0 = 0.015 \text{ kg/m}^3$

Marsbeschleunigung $g_{\text{Mars}} = 3.69 \text{ m/s}^2$

$$h_0 = \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5 \text{ Pa}}{0.015 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3.69 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 10840 \text{ m}$$

- a) 5420 m
- b) 6630 m
- c) 8240 m
- d) 9910 m
- e) 10840 m

Alte Klausuraufgabe: Ideales Gas

Die Zustandsgleichung des idealen Gases verknüpft die Zustandsgrößen

- A) Temperatur, Volumen, Druck, Wärmekapazität
- B) Teilchenzahl, Wärmemenge, Druck, Volumen
- C) Arbeit, Druck, Teilchenzahl, Volumen
- ☒ D) Druck, Volumen, Teilchenzahl, Temperatur
- E) Druck, Entropie, Temperatur, Volumen

$$p \cdot V = N k_B T$$

↑ ↑ ↑
Druck Volumen Teilchenzahl Temperatur

$$0^\circ\text{C} \hat{=} 273 \text{ K}$$

Atome im idealen Gas

$$p \cdot V = N k_B T$$

Ein Gas ist bei einem Druck von **p = 2 bar** und einer Temperatur von **T = 300 K** in einem Volumen **V = 10 Liter** eingeschlossen.

Wieviele Teilchen befinden sich in dem Gas?

Hinweise: 1 bar = 10^5 Pa, $k_B = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K

a) 4.83×10^{20}

b) 4.83×10^{21}

c) 4.83×10^{22}

☒ d) 4.83×10^{23}

e) 4.83×10^{24}

$$1\ell = 1\text{dm}^3 = 10^{-3}\text{m}^3$$

$$1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$$

$$N = \frac{p \cdot V}{k_B T} = \frac{2 \cdot 10^5\text{Pa} \cdot 10 \cdot 10^{-3}\text{m}^3}{1,38 \cdot 10^{-23}\frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 300\text{K}}$$

$$= 4,83 \times 10^{23}$$