

Inverted Physics hour

11./12.01.2016

Themen

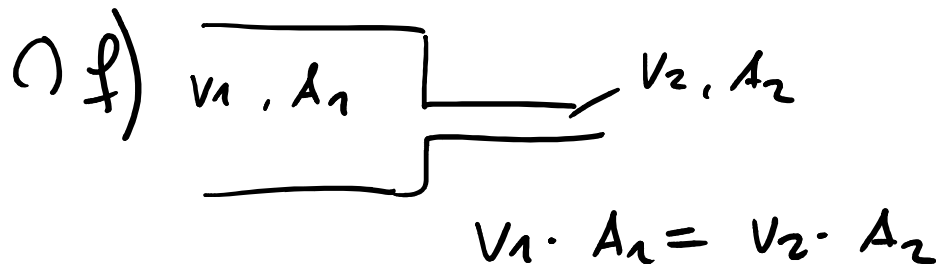
- Anwendungen der Bernoulli-Gleichung
- Reale Strömungen
 - Newtonsches Reibungsgesetz
 - Stokesches Reibungsgesetz
 - Hagen-Poiseuille Gesetz

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

Welches Phänomen lässt sich mit der Bernoulli Gleichung nicht (!) beschreiben

- A) Ein fliegender rotierender Ball wird seitlich abgelenkt (Bananenflanke). *Magnus-effekt ✓*
- B) Ein Deckel wird von einem Rohr, aus dem Gas ausströmt, angezogen.
- ☒ C) Wird der Rohrdurchmesser verringert, erhöht sich die Geschwindigkeit einer durch das Rohr strömenden Flüssigkeit.
- D) An einem Flugzeugflügel entsteht beim Flug eine nach oben wirkende Kraft. ✓
- E) Die Plane eines Lastwagens wölbt sich bei der Fahrt nach außen. ✓

B) hydrodyn. Paradox ✓



Kontinuitätsgleichung

Alte Klausuraufgabe:

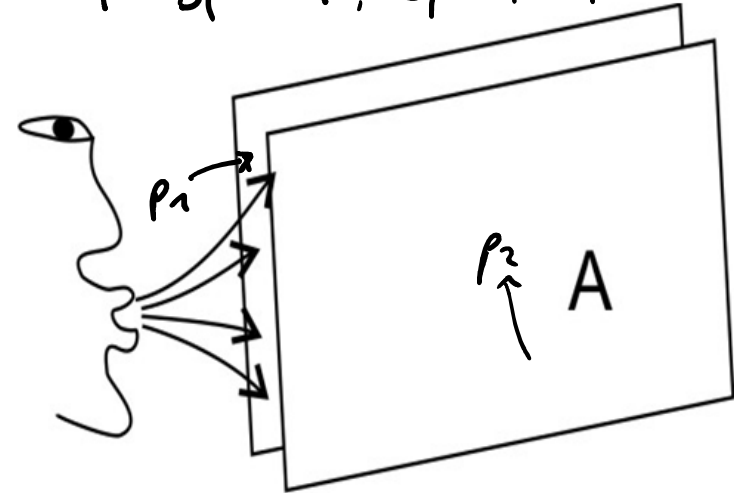
Wenn man zwischen zwei Blätter hineinbläst, so ziehen sich die beiden Blätter an. Mit welcher Kraft F ziehen sich zwei Blätter mit einer Fläche von $A = 100 \text{ cm}^2$ an, wenn zwischen den Blättern überall Luft mit einer Geschwindigkeit von $v = 10 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ durchströmt?

Hinweis: Die Dichte der Luft ist $\rho = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

- A) $F = 6,5 \times 10^{-2} \text{ N}$
- B) $F = 6,5 \times 10^{-3} \text{ N}$
- C) $F = 6,5 \times 10^{-4} \text{ N}$
- ☒ D) $F = 6,5 \times 10^{-5} \text{ N}$
- E) $F = 6,5 \times 10^{-6} \text{ N}$

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

$$F = \Delta p \cdot A, \quad \Delta p = p_1 - p_2$$



$$\Delta p = p_2 - p_1 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - \underbrace{v_2^2}_0) = \frac{1}{2} \rho v^2$$

$$\rightarrow F = \frac{1}{2} \rho v^2 \cdot A$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \cancel{0,01} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \cdot \cancel{100} \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$= 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

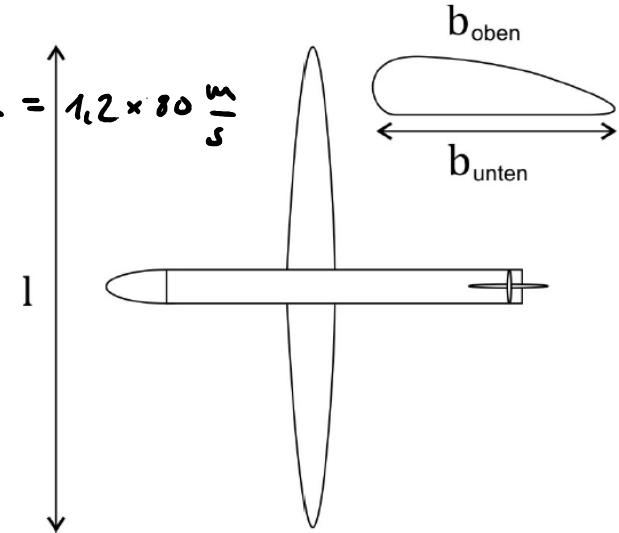
Airbus hebt ab

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

Ein Airbus 320 hat eine Flügelspannweite von etwa $l = 34m$ bei einer mittleren Flügelbreite (an der Flügelunterseite) von etwa $b_{unten} = 4m$. Die Flügelfläche sei $A = l \cdot b_{unten}$. Das maximale Abfluggewicht des Airbus beträgt ca. $m = 70'000kg$. Nehmen Sie an, dass die Luftstrecke an der Oberseite der Flügel $b_{oben} = 1.2 \times b_{unten}$ sei.

Hinweis: Die Dichte der Luft ist $\rho = 1.3 \frac{kg}{m^3}$ $v_{oben} = 1.2 \times v_{unten} = 1.2 \times 80 \frac{m}{s}$

Die Abhebegeschwindigkeit des Airbus 320 beträgt $v = 80 m / s$. Wie groß ist die Abhebekraft durch den Bernoulli-Effekt ?



Tippen Sie das Ergebnis in Newton ein!

$$\begin{aligned} \overline{F} &= \Delta p \cdot A = (p_1 - p_2) \cdot A = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) \cdot A = \\ &= \frac{1}{2} \rho ((1.2 \cdot v_1)^2 - v_1^2) A = \frac{1}{2} \rho v_1^2 (1.2^2 - 1) A \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1.3 \frac{kg}{m^3} \cdot 80^2 \frac{m^2}{s^2} \cdot (1.2^2 - 1) \cdot 34m \cdot 4m \\ &= 248'934 N \end{aligned}$$

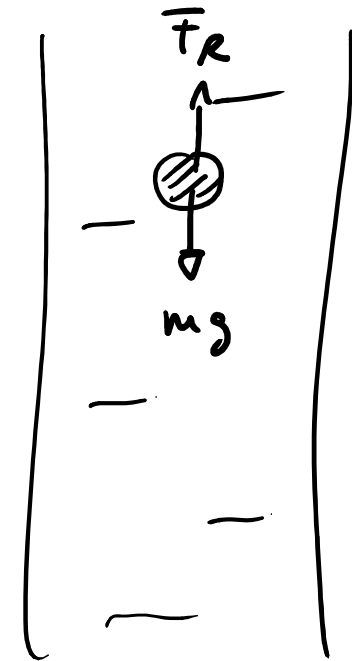
benötigte Abhebekraft $\overline{F}_A = m \cdot g = 700'000 N$

Alte Klausuraufgabe: Fallen I

$$\vec{F}_R = -6\pi \cdot \eta \cdot R \cdot \vec{v}$$

In einem viskosen Medium

- A) fällt am schnellsten eine große, schwere Kugel.
- B) fällt am schnellsten eine große, leichte Kugel.
- C) fällt am schnellsten eine kleine, leichte Kugel.
- ☒ D) fällt am schnellsten eine kleine, schwere Kugel.
- E) fallen alle Kugeln gleich schnell.



Alte Klausuraufgabe: Fallen II

In einem evakuierten, also luftleeren Behälter fällt am schnellsten

- A) eine große, schwere Kugel.
- B) eine kleine, leichte Kugel.
- C) eine kleine , schwere Kugel.
- D) eine große, leichte Kugel.
- E) keine: alle Kugeln fallen gleich schnell.

Alte Klausuraufgabe:

Hagen-Poiseuille Gesetz

$$\underline{I} = \underbrace{\frac{\pi (p_1 - p_2)}{8 \eta l}}_A \cdot R^4$$

Nach dem Hagen-Poiseuille Gesetz nimmt (bei konstant bleibendem Druck) der Flüssigkeitsstrom durch ein Rohr bei einer Verdoppelung des Rohrradius

- ☒ A) auf den 16-fachen Wert zu.
- ☐ B) auf den 4-fachen Wert zu.
- ☐ C) auf den doppelten Wert zu
- ☐ D) auf ein Viertel ab
- ☐ E) auf ein Sechzentel ab.

$$R \rightarrow R' = 2R$$

$$\begin{aligned} I \rightarrow I' &= A \cdot R'^4 = A \cdot (2R)^4 \\ &= 2^4 \cdot \underbrace{AR^4}_I = 16 \cdot I \end{aligned}$$

Honigbrot schmieren

$$\overline{F}_R = \eta \cdot A \cdot \frac{dv}{dx} = \eta A \cdot \frac{v_0}{D}$$

Welche Kraft braucht man, ein Messer über eine 4mm dicke Honigschicht mit einer Geschwindigkeit von 5 cm/s zu bewegen? Das Messer berührt die Honigschicht mit einer Fläche von 10cm². Die Viskosität von Honig beträgt $\eta = 10 \text{ Pa}\cdot\text{s}$.

- a) $F = 0,125 \text{ N}$
- b) $F = 0,250 \text{ N}$
- c) $F = 0,375 \text{ N}$
- d) $F = 0,500 \text{ N}$
- e) $F = 0,625 \text{ N}$

$$\begin{aligned}\overline{F}_R &= \eta \cdot A \cdot \frac{v_0}{D} \\ &= 10 \text{ Pa}\cdot\text{s} \cdot 10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \frac{0,05 \text{ m/s}}{0,004 \text{ m}} \\ &= 0,125 \text{ N}\end{aligned}$$