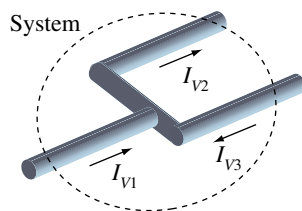


# PHYSICS EXERCISES

- Durch ein Rohr, dessen Querschnitt sich von  $20 \text{ cm}^2$  auf  $40 \text{ cm}^2$  erweitert, fliesst Öl mit einem konstanten Volumenstrom von  $0.0020 \text{ m}^3/\text{s}$ . Die Dichte des Öls beträgt  $900 \text{ kg/m}^3$ .
  - Wie gross ist der Wert des Massenstroms?
  - Was müssen Sie wissen, um den Stoffmengenstrom zu bestimmen?
  - Wie gross sind die Werte des Volumenstroms im engen und im weiten Teil des Rohres?
  - Wieviel Öl fliesst in  $200 \text{ s}$  durch einen Querschnitt mit  $30 \text{ cm}^2$ ?
- Betrachten Sie das Rohr in Aufgabe 1 als System. Wie gross sind die Volumenstromstärken beim engen Eintritt und beim weiten Austritt?
- Der Volumenstrom in Aufgabe 1 wächst innerhalb der ersten  $100 \text{ s}$  gleichmässig von  $0.0020 \text{ m}^3/\text{s}$  auf  $4.0 \text{ l/s}$  und bleibt dann konstant. Wieviel Öl fliesst in den ersten  $120 \text{ s}$  durch das Rohr?
- In der Figur sind die Werte der Volumenströme  $I_{V1} = 10 \text{ l/s}$  und  $I_{V2} = 15 \text{ l/s}$ . Die Drücke bei den beiden Ausgängen rechts sind gleich.



- Wie gross ist  $I_{V3}$ ? Welches Gesetz braucht man zu dieser Bestimmung?
  - Bestimmen Sie die Volumenstromstärken der drei Volumenströme an der Systemgrenze.
  - Der Volumenstrom  $I_{V1}$  fällt in  $100 \text{ s}$  gleichmässig von  $10 \text{ l/s}$  auf  $4 \text{ l/s}$ . Wieviel Öl fliesst in dieser Zeit durch das dritte Rohr?
- Durch ein Rohr fliesst Wasser mit einem konstanten Volumenstrom. Am Eintritt misst man einen Druck von  $2.5 \text{ bar}$ , am Austritt einen von  $1.2 \text{ bar}$ . Das Rohr ist  $200 \text{ m}$  lang.
    - Wie gross ist die Druckdifferenz über dem Rohr?
    - Wie gross ist das Druckgefälle?
    - Wie gross ist der Druck  $60 \text{ m}$  vom Eintritt entfernt?
  - Ein Rohr, durch das Öl fliesst, verzweigt sich an einer Stelle. Etwas weiter kommen die beiden Rohre wieder zusammen. Wie gross sind die Druckdifferenzen über den beiden parallelen Rohrteilen im Vergleich zueinander?
  - Welches Vorzeichen hat die Druckdifferenz in einer Pumpe in Richtung des Volumenstroms?
  - Eine Pumpe holt Wasser aus einem flachen zur Luft hin offenen Gefäss und pumpt es zuerst durch ein weites und darauf durch ein enges Rohr. Dann tritt das Wasser wieder an die Luft aus.
    - Zeichnen Sie den Druckverlauf vom Gefäss bis zum Austritt des Wassers in einem Diagramm.
    - Die Druckdifferenzen im ersten und im zweiten Rohrteil betragen  $-0.70 \text{ bar}$  und  $-8.0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ . Um wieviel muss der Druck in der Pumpe erhöht werden?
  - Über einem Drosselventil, durch das Wasser mit einem Volumenstrom von  $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$  fliesst, nimmt der Druck um  $0.50 \text{ bar}$  ab. Wie gross ist der hydraulische Widerstand des Ventils? Wie gross ist der hydraulische Leitwert?
  - Man misst bei einem Rohr, durch das Olivenöl fliesst, dass der Druckabfall über dem Rohr linear mit dem Volumenstrom steigt.
    - Zeichnen Sie die Charakteristik der Strömung (das Volumenstrom-Druckdifferenz-Diagramm).
    - Was lässt sich über den hydraulischen Widerstand der Strömung im Rohr sagen?
  - Die drei Rohre in der Figur von Aufgabe 4 haben hydraulische Widerstände von  $50.0 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$ ,  $20.0 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$ , und  $30.0 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$ , wenn ein bestimmtes Öl durch sie fliesst.
    - Wie gross ist der Gesamtwiderstand der Anlage?
    - Der Volumenstrom durch Rohr 1 ist  $0.0020 \text{ m}^3/\text{s}$ . Bestimmen Sie die Druckdifferenz über Rohr 3.
    - Wie gross ist der Volumenstrom durch Rohr 3?
    - Bestimmen Sie die Druckdifferenz über Rohr 2.
  - Zeichnen Sie die Systemdiagramme für Volumenströme und Energie für
    - eine Pumpe,
    - eine Turbine,
    - ein Rohr.
  - Wasser fliesst bei einem Druck von  $5.0 \text{ bar}$  in eine Turbine. Wie gross muss man den Volumenstrom machen, damit der zugehörige Energiestrom des Wassers  $1.0 \text{ MW}$  beträgt?
  - Die hydraulische Leistung einer Pumpe ist  $20 \text{ kW}$ . Sie hat einen Wirkungsgrad von  $85\%$ . Das Wasser fliesst mit einem Volumenstrom von  $100 \text{ l/s}$  bei einem Druck von  $2.0 \text{ bar}$  in die Pumpe.
    - Wie gross ist die elektrische Antriebsleistung?
    - Wie gross ist der Druck des austretenden Wassers?
    - Wie gross ist der Energiestrom, der zum austretenden Wasserstrom gehört?

# PHYSICS EXERCISES

---

- Wasser fließt durch ein Rohr in einen Brunnenrog, und durch zwei Rohre hinaus. Der Zustrom ist konstant 5.0 l/s, der eine Abfluss misst 2.0 l/s.
  - Wieviel Wasser fließt mit den beiden Strömen in 10 min hinein oder heraus? Kann man aus diesen Zahlen ausrechnen, um wieviel sich das Wasservolumen im Brunnen in der Zeitspanne geändert hat?
  - Die Änderungsrate des Volumens im Trog beträgt 2.0 l/s. Wie gross ist der zweite Abfluss?
  - Berechnen Sie die Änderung des Volumens innerhalb von 10 min zuerst mit Hilfe der Änderungsrate und dann mit Hilfe der drei durch die Ströme transportierten Mengen.
- Die Änderungsrate des Volumens von Öl in einem Tank geht in 60 s linear von 0.0010 m<sup>3</sup>/s auf – 0.0020 m<sup>3</sup>/s zurück. Der Tank hat einen Zufluss und einen Abfluss.
  - Bestimmen Sie die Formel für den Nettostrom als Funktion der Zeit.
  - Der Zufluss misst konstant 2.0 l/s. Bestimmen Sie die Stromstärke des Abflusses als Funktion der Zeit.
  - Bestimmen Sie die mit dem Abfluss in 60 s ausgetauschte Ölmenge.
  - Anfänglich befinden sich 100 l Öl im Tank. Wie gross ist der Tankinhalt als Funktion der Zeit?
- In einem auf beiden Seiten offenen U-Rohr hat es Wasser. Nun wird auf das Wasser in einem der Schenkel eine bestimmte Menge einer Flüssigkeit mit einer unbekannt Dichte hinzugegeben. Sie schwimmt auf dem Wasser ohne sich mit ihm zu mischen. Alle Füllhöhen und die Höhe der Trennlinie der beiden Flüssigkeiten werden gemessen. Wie bestimmt man die Dichte der Flüssigkeit?
- Öl mit einer Dichte von 800 kg/m<sup>3</sup> ist in einem geradwandigen Tank gespeichert.
  - Wie gross ist der Druckgradient in der vertikalen Richtung?
  - Wie gross ist der Druckgradient, wenn der Tank kugelförmig ist?
- Wieviel Wasser müssen Sie in einem geradwandigen Tank dazugeben, damit der Druck des Wassers am Boden um 0.020 bar steigt? Die Querschnittfläche des Tanks beträgt 0.30 m<sup>2</sup>. Wie lautet die Antwort, wenn die Querschnittfläche zweimal so gross ist? Wenn er zweimal so klein ist?
- In einem geradwandigen Tank mit einer Grundfläche von 0.050 m<sup>2</sup> hat sich das Volumen von Olivenöl um – 500 l geändert. Um wieviel hat sich der Druck des Öls am Boden geändert?
- Man fügt mehr von einer Flüssigkeit in einen geradwandigen Tank. Weshalb ist das Verhältnis von Volumenänderung zu Druckänderung am Boden konstant? Wie ist das bei einem Gefäss mit schrägen Wänden?
- Bestimmen Sie die hydraulische Kapazität folgender geradwandiger Gefässe (mit SI-Einheit):
  - Ein Erdöltank mit einem Durchmesser von 15 m.
  - Ein Quecksilberrohr mit einem Radius von 0.50 cm.
- Ein Gefäss hat bei einer bestimmten Füllhöhe eine hydraulische Kapazität von 10<sup>-5</sup> m<sup>3</sup>/Pa. Wie schnell wird der Druck am Boden des Gefässes steigen, wenn sich das Volumen mit einer Rate von 20 l/s ändert?
- Ein konisches Gefäss hat unten einen Radius von 10 cm, und 1.0 m höher einen solchen von 40 cm. Es speichert Wasser.
  - Zeichnen Sie den Druck als Funktion der Füllhöhe.
  - Zeichnen Sie die hydraulische Kapazität als Funktion der Füllhöhe.
  - Zeichnen Sie den Druck als Funktion der Kapazität.
  - Bestimmen Sie graphisch mit Hilfe des dritten Diagramms ( $P-K_V$ ) die Änderung des Volumens, wenn sich die Füllhöhe von 50 cm auf 1.0 m ändert.
- Ein geradwandiger Wassertank mit einer Grundfläche von 0.50 m<sup>2</sup> ist 1.2 m hoch gefüllt. Setzen Sie  $P_a = 0$ .
  - Wieviel Energie ist wegen der Wasserspeicherung in Bezug auf die Höhe des Bodens des Gefässes gespeichert?
  - Das Gefäss steht auf einem 1.0 m hohen Tisch. Wieviel Energie ist in Bezug auf den Boden gespeichert?
- Beim Wassertank aus Aufgabe 11 lässt man aus einem horizontalen Rohr am Boden des Gefässes Wasser mit einem konstanten Strom von 1.0 l/s auslaufen.
  - Wie gross zugehörige Energiestrom gerade am Anfang?
  - Wie gross ist der Energiestrom in dem Moment, in dem gerade die Hälfte des Wassers ausgeflossen ist? Wie verläuft der Energiestrom in der Zeit vom Anfang bis zu diesem Zeitpunkt?
  - Wieviel Energie wurde vom Wasserstrom aus dem System genommen?
  - Berechnen Sie die Änderung der Energie direkt aufgrund der Formel für gespeicherte Energie.
- Im Gefäss in Aufgabe 11 führt ein Wasserstrom durch ein Rohr am Boden hinein, ein anderer durch ein zweites Rohr hinaus. Die Volumenströme sind 20 l/s und – 10 l/s. Wie gross ist die Änderungsrate der Energie gerade am Anfang?