

Quizzes und Aufgaben

Quiz 1

v_0 bestimmen:

Wir haben einen harmonischen Oszillator mit einer Masse m und einer Feder mit Federkonstante k . Sie wird um $x = x_{\max}$ ausgelenkt und anschliessend losgelassen. Zum Zeitpunkt $t=0$ geht die Masse zum 1. Mal durch die Ruhelage $x=0$.

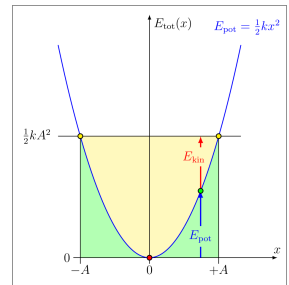
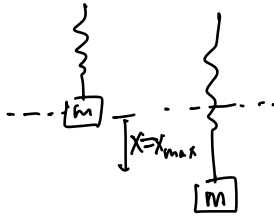
Bestimme die Geschwindigkeit $v_0 = v(t=0)$ wenn die Masse die Ruhelage passiert.

a) $v_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} x_{\max}$

c) $v_0 = \frac{m}{2k}$

b) $v_0 = \sqrt{x_{\max}} \frac{k}{m}$

d) $v_0 = \sqrt{\frac{2m}{k}} x_{\max}$



Quiz 2

Die Energie eines schwach gedämpften harmonischen Oszillators ist nach 60 Sekunden auf $0.7 E_0$ abgefallen, wobei E_0 die Anfangsenergie bezeichnet.

1) Wie gross ist die Zeitkonstante τ , welche die exponentielle Abnahme der Energie $E(t) = E_0 e^{-t/\tau}$ beschreibt?

a) 343 s

c) 247 s

b) 168 s

d) 532 s

2) Auf welchen Bruchteil der Anfangsamplitude A_0 ist seine Amplitude gefallen?

a) 0.71

c) 0.55

b) 0.63

d) 0.84

Quiz 3

Eine gedämpfte Schwingung sei beschrieben durch die Differentialgleichung

$$\ddot{x} + \gamma \dot{x} + \omega_0^2 x = 0, \text{ wobei } \gamma = 5, \omega_0 = 200\pi.$$

Was ist der Gütefaktor Q dieser Schwingung?

a) 340

c) 536

b) 126

d) 52

Quiz 4

Violinist A will mit Hilfe der korrekt gestimmten Violine von Violinist B seine Violine stimmen. Violinist B spielt den Ton C mit der Frequenz $f_B = 260 \text{ Hz}$. Violinist A spielt seinen Ton C dazu und es entsteht eine Schwebung mit Schwebungsfrequenz $f_s = 10 \text{ Hz}$. Violinist A versucht seine Violine zu stimmen und erhöht die Frequenz f_A . Dabei wird die Schwebung schneller.

Was war die ursprüngliche Frequenz f_A von Violinist A ?

a) 270 Hz

c) 265 Hz

b) 250 Hz

d) 245 Hz

Tipp: $f_s = |f_A - f_B|$

Prüfungsaufgabe 1

Prüfung Sommer 2020, Aufgabe 1

1. Harmonische Schwingungen und Wellen [Σ 13.5]

Die in Abb. 1 gezeigte Anordnung aus einer Masse m und zwei identischen Federn mit der selben Federkonstante k wird in Schwingung versetzt, indem die Masse zwischen den Federn aus der Ruhelage $y = 0$ in eine Lage $y_{\text{start}} < 0$ entlang der y -Richtung ausgelenkt und von dort losgelassen wird. Die Masse der Federn soll vernachlässigt werden.

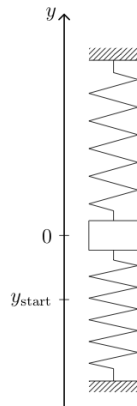


Abbildung 1 – Anordnung aus einer Masse und zwei Federn.

- Stellen Sie eine Differentialgleichung auf, die das dynamische Verhalten des Systems beschreibt. *Hinweis:* Benutzen Sie das vorgegebene Koordinatensystem, in dem die Ruhelage an der Koordinate $y = 0$ liegt, und vernachlässigen Sie Reibungskräfte. [2.5]
- Die Zeitmessung wird bei $t = 0$ in dem Moment gestartet, in dem die Masse nach dem Loslassen zum ersten Mal die Ruhelage passiert. Geben Sie unter dieser Annahme die korrekte Wahl der Konstanten $A > 0$, $\omega > 0$ und $\varphi \in [0; 2\pi)$ im Ansatz

$$y(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$$

an. *Hinweis:* Beachten Sie, dass Sie diejenige Lösung bestimmen sollen, bei der die Amplitude A positiv ist und die Phase φ im Bereich $[0; 2\pi)$ liegt. [3]

- Bestimmen Sie die Gesamtenergie des Oszillators zum Zeitpunkt $t > 0$ unter Vernachlässigung von möglichen Reibungsverlusten. [2]

hier Weglassen (Wellen)

Nun wird eine andere Anordnung betrachtet. Das in Abb. 2 gezeigte Seil mit Spannkraft F und linearer Dichte $\mu = 0.09 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ werde bei der Koordinate $x = 0$ ab dem Zeitpunkt $t = 0$ gemäss der Gleichung

$$y(0, t) = A \sin(2\pi f t), \quad \text{für } t \geq 0$$

mit $f = 2.5 \text{ Hz}$ und $A > 0$ periodisch ausgelenkt.

Es wird angenommen, dass das Seil lang genug ist, sodass innerhalb des betrachteten Zeitintervalls keine Reflexionen am anderen Seilende berücksichtigt werden müssen.



Abbildung 2 – Seil.

An der Stelle $x = 10 \text{ m}$ wird zum Zeitpunkt $t = 0.3 \text{ s}$ die erste Auslenkung beobachtet.

- Mit welcher Kraft F muss das Seil dehnungsspannt sein? [2]
- Skizzieren Sie die Auslenkung $y(x, t)$ zum Zeitpunkt $t = 0.3 \text{ s}$ für $x \in [0; 10 \text{ m}]$. Achten Sie auf eine ausreichende Beschriftung der Achsen. [2]

Nun wird die in Abb. 3 gezeigte Kombination der beiden Anordnungen betrachtet. Die durch eine anfängliche Auslenkung in Schwingung versetzte Masse dient dabei als Anregung der Seilwelle. Eine Bewegung der Masse in x -Richtung auf Grund der Spannkraft wird dabei durch eine Führungsschiene (nicht abgebildet) verhindert.

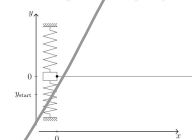


Abbildung 3 – Kombination aus Federoszillator und Seil.

- Wie verändert sich in dieser Anordnung Ihre Lösung zu Aufgabe 1c), selbst wenn mögliche Reibungsverluste weiterhin vernachlässigt werden? Geben Sie eine qualitative Antwort (keine Rechnung) mit Begründung. [2]

a)

b)

Die Zeitmessung wird bei $t = 0$ in dem Moment gestartet, in dem die Masse nach dem Loslassen zum ersten Mal die Ruhelage passiert. Geben Sie unter dieser Annahme die korrekte Wahl der Konstanten $A > 0$, $\omega > 0$ und $\varphi \in [0; 2\pi)$ im Ansatz

$$y(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$$

an. *Hinweis:* Beachten Sie, dass Sie diejenige Lösung bestimmen sollen, bei der die Amplitude A positiv ist und die Phase φ im Bereich $[0; 2\pi)$ liegt. [3]

- c) Bestimmen Sie die Gesamtenergie des Oszillators zum Zeitpunkt $t > 0$ unter Vernachlässigung von möglichen Reibungsverlusten. [2]

Weitere Aufgaben zu Schwingungen:

- Serien 1 ~ 4
- alte Prüfungen: es kam bisher an fast jeder Prüfung eine Aufgabe zu Schwingungen.

Quiz 5

Welche der folgenden Funktionen ist eine gültige Wellenfunktion?

a) $\sin(kx + \omega t + 2\pi)$

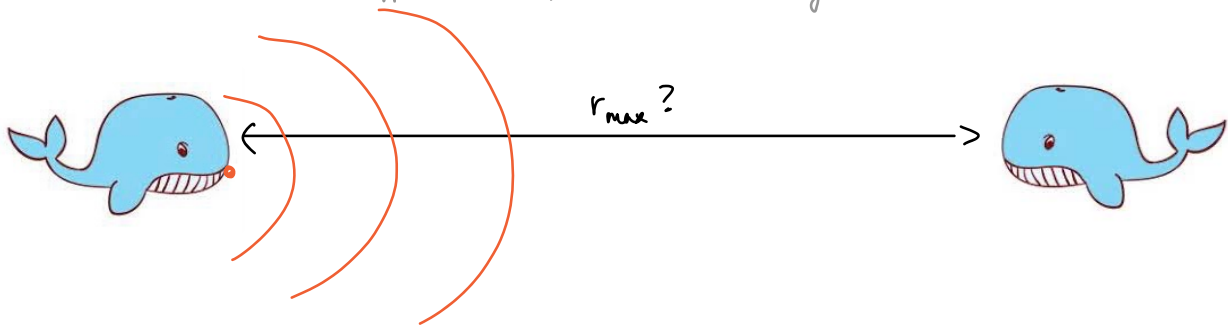
c) $\sin(kx - \omega t) \cdot e^{-(kx + \omega t)}$

b) $e^{-i(k(x - vt))}$

d) $\sin(kx) \cos(-\omega t)$

Quiz 6

Wale können über Ultraschallwellen kommunizieren. Die Schallleistung eines "Schreis" liegt bei ca. 10 W . Wie nah müssen sich 2 Wale mind. befinden um zusammen kommunizieren zu können, falls die Wale eine Hörschwelle von 30^{-6} W/m^2 haben? Tipp: Nehme an, dass die Wale Kugelwellen aussenden.



a) 24 km

c) 131 km

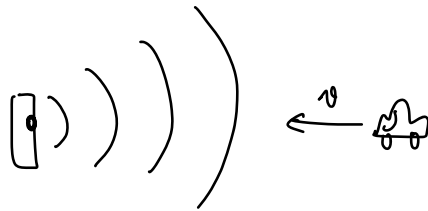
b) 2000 km

d) 31 m

Quiz 7

Ein Radar sendet eine Schallwelle mit einer Frequenz von $f_R = 70 \text{ GHz}$, welche von einem vorbeifahrenden Auto reflektiert und anschliessend wieder vom Radar detektiert wird.

Das Auto fahre mit der Geschwindigkeit $v = 79.2 \text{ km/h}$ auf das Radargerät zu. Was ist die Differenz Δf zwischen ausgesendetem & detektiertem Signal?



a) 10 GHz

c) 22 kHz

b) 43 kHz

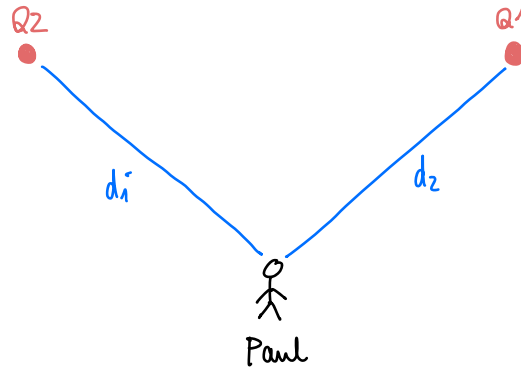
d) 30 GHz

Tipp: verwende Tabelle

E \ Q	Q in Ruhe	Q nähert sich E	Q entfernt sich von E
E in Ruhe	$f_E = f_a$	$f_a \cdot \frac{c_s}{c_s - v_a}$	$f_a \cdot \frac{c_s}{c_s + v_a}$
E nähert sich Q	$f_a \cdot \frac{c_s + v_E}{c_s}$	$f_a \cdot \frac{c_s + v_E}{c_s - v_a}$	$f_a \cdot \frac{c_s + v_E}{c_s + v_a}$
E entfernt sich von Q	$f_a \cdot \frac{c_s - v_E}{c_s}$	$f_a \cdot \frac{c_s - v_E}{c_s - v_a}$	$f_a \cdot \frac{c_s - v_E}{c_s + v_a}$

Quiz 8

Wir haben 2 Quellen (Quelle 1 und Quelle 2), die identische, aber Phasenversetzte Wellen mit $\omega = 20\pi \text{ Hz}$ und $k = 3\text{ m}^{-1}$ absenden. Die Phasendifferenz sei $\delta = \pi$. Was ist der minimale Gangunterschied $\Delta d = d_1 - d_2$ die erforderlich ist, sodass bei Paul eine konstruktive Interferenz stattfindet?



a) 12m

b) 5m

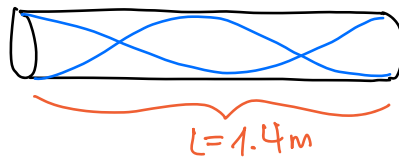
c) 1m

d) 0.2m

Quiz 9

Ein mit Luft gefülltes Rohr sei an beiden Enden offen und habe die Länge $L = 1.4 \text{ m}$. Wenn man hineinbläst, können stehende Wellen entstehen (longitudinale Auslenkung der Luftmoleküle). Welche Frequenz hat die 2. Oberschwingung?

Tipp: Wir haben hier mit Schallwellen zu tun.



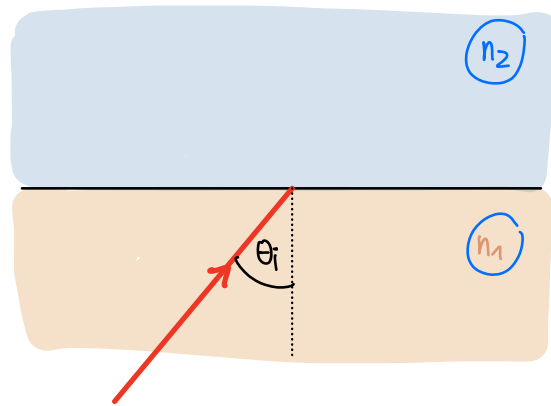
a) 245 Hz

c) 490 Hz

b) 306.25 Hz

d) 367.5 Hz

Quiz 10



Ein Lichtstrahl fällt mit einem Winkel $\theta_i = 30^\circ$ zur vertikalen zwischen 2 Medien mit $n_1 = 1.5$ und $n_2 = 1.2$ ein.

1) Was ist der Winkel θ_2 des transmittierten Lichtstrahls zur Vertikalen?

a) 39°

c) 62°

b) 45°

d) 29°

2) Ab welchem Winkel θ_i tritt Totalreflexion ein?

a) $\theta_i > 35^\circ$

c) $\theta_i > 45^\circ$

b) $\theta_i > 53^\circ$

d) $\theta_i > 67^\circ$

Prüfungsaufgabe 2

→ Prüfung Winter 2021 Aufgabe 2

2. Stehende Welle [$\sum 10$]

Auf einer Baustelle lagert ein mit Luft gefülltes Stahlrohr der Länge $L = 10\text{ m}$, in dem der Wind eine Schallwelle der Luft anregt. Die Schallauslenkung werde durch die Wellengleichung

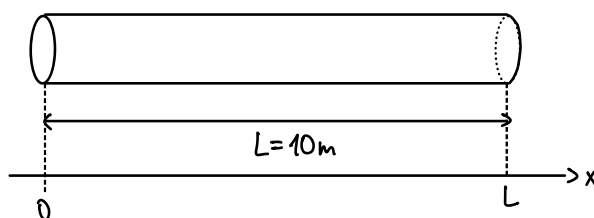
$$\xi(x, t) = A \cos(kx) \cos(2\pi ft - \psi)$$

beschrieben, wobei $x = 0$ und $x = L$ die beiden Enden des Stahlrohres bezeichnen.

- (a) Welche Randbedingungen muss eine stehende Welle erfüllen, wenn das Stahlrohr an beiden Enden geöffnet ist? Leiten Sie daraus eine Bedingung an k her. [1.5]
- (b) Bestimmen Sie f zunächst allgemein in Abhängigkeit von k und dann als Zahlenwert für den Fall $k = 2\pi/L$. [2]
- (c) Skizzieren Sie die Einhüllende der Schallauslenkung der stehenden Schallwelle im Fall $k = 3\pi/L$. Achten Sie auf korrekte Achsenbeschriftungen. [2]
- (d) Eine Katze, die nur Töne mit Frequenzen grösser als 45 Hz wahrnehmen kann, setzt sich in das an beiden Enden geöffnete Stahlrohr. Der Wind regt
 - i. nur die Grundschiwingung oder
 - ii. nur die erste Oberschiwingung oder
 - iii. nur die zweite Oberschiwingung

an. Beantworten Sie für jeden der drei Fälle mit kurzer Begründung, ob das Katzegehör einen Ton wahrnimmt, und falls ja, an welcher/n Stelle/n im Rohr der Ton am lautesten ist. Nehmen Sie idealisiert an, dass das Katzegehör nur auf Schalldruck sensitiv ist. [4.5]

Hinweis: Sie können annehmen, dass der Rohrdurchmesser ausreichend gross ist, so dass die Anwesenheit der Katze die Ausbreitung der Schallwelle nicht behindert.



Schallwelle: $v_s = 343\text{ m/s}$
↑
! longitudinal!

Schallauslenkung: $\xi(x, t) = A \cos(kx) \cos(2\pi ft - \psi)$

a)

Welche Randbedingungen muss eine stehende Welle erfüllen, wenn das Stahlrohr an beiden Enden geöffnet ist? Leiten Sie daraus eine Bedingung an k her. [1.5]

$$\xi(x, t) = A \cos(kx) \cos(2\pi ft - \psi)$$

b)

Bestimmen Sie f zunächst allgemein in Abhängigkeit von k und dann als Zahlenwert für den Fall $k = 2\pi/L$. [2]

c)

Skizzieren Sie die Einhüllende der Schallauslenkung der stehenden Schallwelle im Fall $k = 3\pi/L$. Achten Sie auf korrekte Achsenbeschriftungen. [2]

d)

Katze kann nur $f > 45 \text{ Hz}$ wahrnehmen



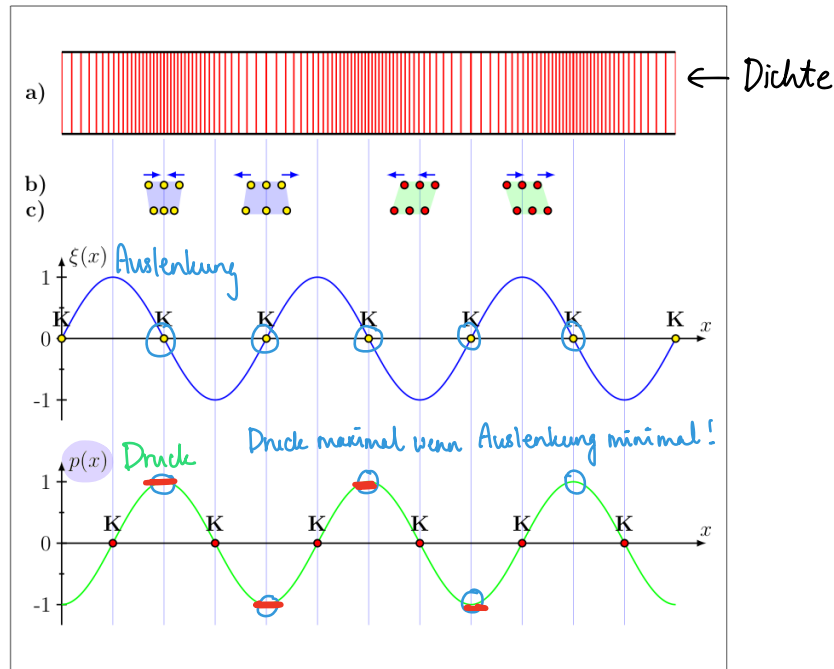


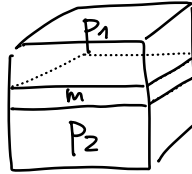
Abbildung 2.35: Druck- und Amplitudenverteilung einer stehenden Schallwelle in einem Gas zu einem festgelegten Zeitpunkt: a) Dichteverteilung des Gases, b) Ruhelagen einiger ausgewählter Moleküle (dargestellt durch die Kugeln in der oberen Reihe) mit Richtung ihrer Auslenkung gemäß $\xi(x)$ (dargestellt durch die Pfeile und die neuen Positionen der Kugeln in der unteren Reihe). Jedes der vier Beispiele entspricht einem Ort gemäß der x -Achsen in c). Insbesondere treten die blau hinterlegten Szenarien an den Orten auf, bei denen $\xi(x)$ einen Nulldurchgang hat (Extrema des Drucks), während die grün hinterlegten an den Orten der Nulldurchgänge von $p(x)$ (Extrema der Dichte) auftreten. c) Verlauf der Auslenkung $\xi(x)$ und des Drucks $p(x)$ über dem Ort.

Weitere Aufgaben zu Wellen

- Serien 5 ~ 9.1
- alte Prüfungen: Es kam bisher an jeder Prüfung 1~2 Aufgabe(n) zu Wellen.

Quiz 11

Ein Block der Masse m drückt eine quadratische Box mit Länge $a = 3 \text{ cm}$ ab.



Die Masse bewegt sich vertikal ohne Reibung. Unterhalb der Masse befindet sich ein Gas mit einem Druck von $p_2 = 1.2 \text{ bar}$, oberhalb ein Gas mit Druck $p_1 = 1 \text{ bar}$.

Wie gross ist die Masse m ?

a) 2.3 kg

c) 0.93 kg

b) 1.83 kg

d) 3.33 kg

Quiz 12

Einem Festkörper mit einer Stoffmenge von $\tilde{n} = 7 \text{ mol}$ werde eine Wärmemenge von $Q = 4.7 \text{ kJ}$ zugeführt. Um wie viel steigt die Temperatur des Festkörpers an, wenn die molare Wärmekapazität $c_M = 25 \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$ beträgt?

a) 32.3 K

c) 19.2 K

b) 49.2 K

d) 26.9 K

Quiz 13

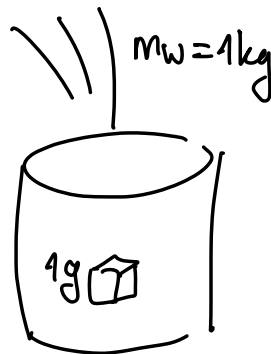
In einem Behälter befindet sich $m_E = 1\text{g}$ Eis. Es werden $m_W = 1\text{kg}$ Wasser darübergegossen. Wie warm muss das Wasser Anfangs sein, damit das Eis gerade vollständig schmilzt? D.h. Endtemperatur = 0°C

a) $\frac{m_E c_W}{m_W \lambda_S} + 273.15\text{K}$

c) $\frac{m_W c_W}{m_E \lambda_S} + 273.15\text{K}$

b) $\frac{m_E \lambda_S}{m_W c_W} + 273.15\text{K}$

d) $\frac{m_W m_E}{\lambda_S c_W} + 273.15\text{K}$



Prüfungsaufgabe 3

→ aus Prüfung Sommer 2019, Aufgabe 3

3. **Kreisprozess** [$\sum 19$] Der in Abbildung 3 gezeigte Kreisprozess eines idealen, einatomigen Gases mit Stoffmenge ν bestehe aus je zwei adiabatischen und zwei isochoren Prozessabschnitten. Der Kreisprozess werde ermöglicht durch kontrollierte Kopplung an ein einzelnes Wärmereservoir konstanter Temperatur T_{res} . Die Temperatur des Gases bei den Punkten 1 und 3 sei identisch $T_1 = T_3 = T_{\text{res}}$.

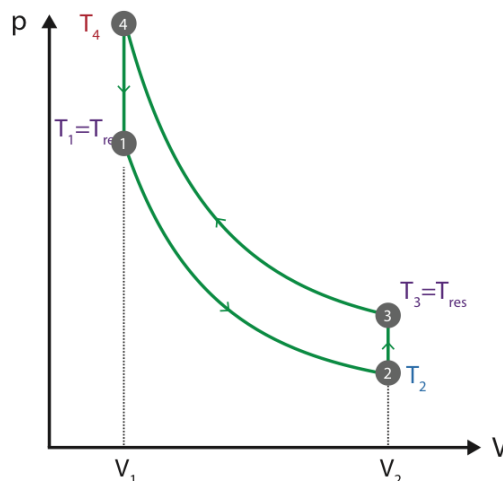
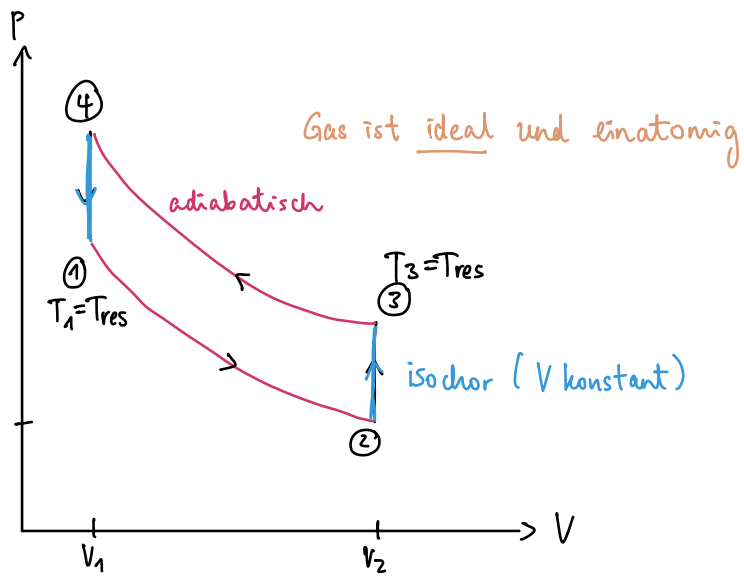


Abbildung 3 – Abbildung des Kreisprozesses im Druck-Volumen-Diagramm.

- Geben Sie mit obigen Angaben den numerischen Wert für den Adiabatenkoeffizienten κ sowie einen Ausdruck für die innere Energie U_1 des Gases am Punkt 1 an.
Hinweis: Verwenden Sie den Gleichverteilungssatz. [3]
- Bestimmen Sie die Temperaturen des Gases T_2 und T_4 und den jeweiligen Punkten 2 und 4 in Abhängigkeit von T_{res} , V_1 und V_2 . [3]
Hinweis: Bei einem adiabatischen Prozess bleibt die Grösse $TV^{\kappa-1}$ konstant.
- Wieviel Arbeit $W_{1 \rightarrow 2}$ leistet die Umgebung an dem Gas auf dem Prozessabschnitt von Punkt 1 nach 2? Welches Vorzeichen hat die am Gas geleistete Arbeit während eines gesamten Zyklus des Kreisprozesses (qualitative Begründung genügt)? [4.5]
- Bestimmen Sie die vom Wärmereservoir an das Gas abgegebene Wärmemenge $Q_{2 \rightarrow 3}$ auf dem isochoren Prozessabschnitt von Punkt 2 nach 3. [2.5]
- Bestimmen Sie die Entropieänderung ΔS des Wärmereservoirs während eines gesamten Zyklus des Kreisprozesses. [4]
- Könnte der Kreisprozess mit Hilfe eines einzelnen Wärmereservoir auch in umgekehrter Richtung ablaufen? Begründen Sie Ihre Antwort. [2]

Aufgabe 3

Stoffmenge ($\tilde{n}$) = 2



a)

b)

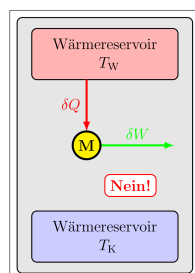
c)

d)

e)

Art der Zustandsänderung:	ΔS_{System}	$\Delta S_{\text{Umgebung}} (= \text{Reservoir})$
Allgemein	$\int \frac{dQ^R(T_{\text{sys}})}{T_{\text{sys}}}$ <i>Variable</i>	$-\frac{1}{T_{\text{umg}}} \int dQ(T_{\text{umg}})$ <i>Konstante, Endtemperatur</i>

f)



1. Thomson:

Es gibt keine *periodisch wirkende* Vorrichtung (Maschine **M**), die es gestattet, einem Körper (Wärmereservoir) Wärme (δQ) zu entziehen und in Arbeit zu verwandeln, ohne dass Veränderungen im System oder in der Umgebung zurückbleiben.

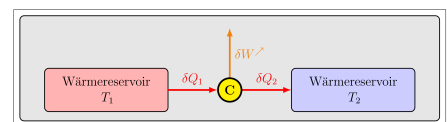


Abbildung 3.18: Prinzip einer Wärmekraftmaschine C.

Weitere Aufgaben zu Thermodynamik

- Serien 10~13
- alte Prüfungen: Es kam bisher an jeder Prüfung 1 Aufgabe zum Kreisprozess. Manchmal kommt eine random Aufgabe zu Thermodynamik.

↑
nicht wirklich vorhersehbar, deswegen =
übt hier auch mit den Serien