Physik

Markus Reichl 4AHITM

Zusammenfassung JG4 - S1 - T1

# Wärmelehre

C° Celsius 0° Gefrierpunkt Wasser

K Kelvin 0K Absoluter Nullpunkt 0° = 273.15K

F Fahrenheit 0F Körpertemperatur 0° = 32F

## Thermometer

Basieren auf sich ausdehnenden Flüssigkeiten um die Temperatur berechnen zu können.

* Quecksilber
* Weingeist
* Bimetall
  + 2 Metalle dehnen sich unterschiedlich aus. Eines verbiegt sich nach Temperatur, das andere will in die Ausgangsposition
* Segerkegel
  + Kippen ab einer gewissen Temperatur
* Gasthermometer (Kolben)
* Thermochromfarben
* Elektrische Thermometer
  + Widerstand:
    - Messen den Widerstand bei einer bestimmten Temperatur  
      Bsp.: PT100 => 100Ω = 0°
  + NCN (Nickel Chrom Nickel):
    - Spannung wird zur Temperaturmessung genutzt
  + Laser:
    - Misst die Strahlungstemperatur welche reflektiert wird  
      (ist von der Farbe der Oberfläche abhängig)
  + Flüssigkristalle

## Definition Wärme

Wärme beschreibt die Bewegung von Molekülen (Luftmolekülen)

1. **Hauptsatz** (Wärmezufuhr)

Wärmezufuhr bewirkt einen Anstieg der inneren Energie und Arbeitsleistung

1. **Hauptsatz** (Wärmeänderung)

Wärme wechselt von selbst nie auf ein Medium höherer Temperatur

# Längenausdehnung bei Temperaturänderung

Δl Längenänderung m  
l0 Ausgangslänge m  
α Längenausdehnungskoeffizient 1 / K  
ΔT Temperaturänderung K

## Bsp.: Längenausdehnung – Stahlschiene

Berechne die Längenausdehnung einer 25m Stahlschiene (α = 12 \* 10-6 1/K) im Laufe des Jahres bei ΔT = -15° zu 50°

1. Die Ursprungslänge entspricht 25m, daher l0 = 25m
2. -15° zu 50° entspricht einem Temperaturunterschied von ΔT = 65K
3. Einfaches Einsetzen in die Formel Längenausdehnungsformel:
4. Die Längenausdehnung entspricht also 19.5cm

## Bsp.: Längenausdehnung – Eisenring

Ein Eisenring (α = 12 \* 10-6 1/K) hat bei 20° einen inneren Durchmesser von 70mm. Er soll auf eine Welle von Durchmesser 70.18mm heiß aufgezogen werden, wobei ein Spiel von .05mm bleiben soll. Auf welche Temperatur muss man erhitzen?

1. Der Umfang des Rings entspricht seiner „Länge“, wodurch man die Längenausdehnungsformel anwenden kann.
2. U0 = 70 \* π = 220.63mm  
   U1 = 70.18 + 0.05 \* π = 219.91mm  
   Δl = U1 - U0 = 0.72mm
3. Damit kann man einsetzen und erhält:

Entspricht umgeformt:

# Volumenausdehnung

## Bsp.: Volumenausdehnung – Dichte Gussstahl

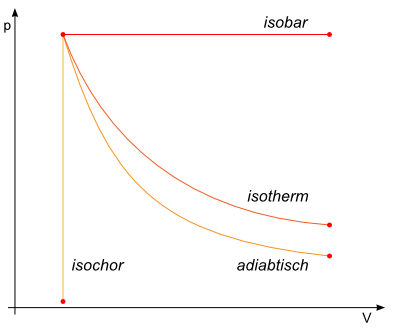
Wie groß ist die Dichte von Gussstahl (α = 11\*10-6 1/K) bei 20° Celsius, wenn sie bei 1200° eine Dichte von 7.3 kg / dm3 aufweist?

1. Die Dichte wird durch Masse / Volumen angegeben.   
   Die Masse bleibt konstant aber das Volumen dehnt sich aus.   
   Für die Anwendung der Formel bedeutet das:
2. 20\* zu 1200° entspricht ΔT = 1080K  
   M / V entspricht Δδ womit eingesetzt werden kann:
3. δ entspricht logischerweise δ0 + Δδ woraus folgt:

# Das ideale Gas

|  |  |
| --- | --- |
| **Ideales Gas** | **Reales Gas** |
| Besteht aus punktförmigen Elementen | Besteht aus ausgedehnten Molekülen |
| Keine Elementarkräfte zwischen den Molekülen | Anziehungs- / Abstoßungskräfte sind wirksam |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Isotherm** | **Isobar** | **Isochor** |
| Gleiche Temperatur | Gleicher Druck | Gleiches Volumen |



p ... Druck

V … Volumen

## Zustandsgleichung des idealen Gases

P … Druck bar  
v … Spezifisches Volumen m3  
R … Allgemeine Gaskonstante J / (kmol \* K)   
 => Benötigte Energie um 1 kmol um 1 Kelvin zu erwärmen  
T … Temperatur K

## Allgemeines Gasgesetz

## Zustandsgleichung des idealen Gases

P … Druck Pascal (1bar =105 Pa)  
V … Volumen m3  
m … Masse kg  
M … Molare Masse kg / kmol  
R … Allgemeine Gaskonstante J / (kmol \* K)  
T … Temperatur K

## Bsp.: Gastgesetz – Sauerstoffflasche

Eine 10l Sauerstoffflasche beinhaltet Sauerstoff bei 20° mit einem Druck von 200bar. Welchem Volumen entspricht das bei 1 bar und 0°?

1. Wichtig ist das richtige Umrechnen zu Beginn des Beispiels:  
   T1 = 273.15K + 20K = 293.15K  
   T2 = 273.15K  
   P1 = 200bar = 2\*107 Pa  
   P2 = 1 bar = 105 Pa  
   V1 = 10l Kann in Liter verwendet werden da auch das Ergebnis Liter angibt  
   V2 = ?
2. Diese Werte passen perfekt in das erste allgemeine Gasgesetz:

## Bsp.: Zustandsgleichung – Sonne

Wasserstoffatome verschmelzen und erzeugen Temperaturen von mehreren Millionen Grad. Die Sonnenatmosphäre besteht aus Wasserstoff H (M = 1, R = 8314 J / (kmol \* K)). Wie hoch ist die Temperatur an einer Stelle mit Dichte δ = 2\*10-5 kg / m3 und einem Druck von 10-2 bar?

1. Die Dichte ist in Volumen / Masse definiert. Das allgemeine Gasgesetz beinhaltet beides und kann wie folgt umgeformt werden:
2. Die Dichte ist nun der Kehrwert des hier sichtbaren Teils V / m, daraus folgt:
3. Nun kann einfach eingesetzt werden (bar müssen natürlich in Pascal umgerechnet werden!)

# Temperatur + Molekularbewegung

## Boltzmann

E … Energie J  
k … Boltzmann Konstante 1.38\*10-23 J / K  
T … Temperatur K

Gibt Auskunft über die Molekularbewegung bei einer bestimmten Temperatur

# Spezifische Wärme

E … Energie J  
c … Spezifische Wärme J / (kg \* K)  
m … Masse kg  
∆T … Temperaturänderung K

## Bsp.: Spezifische Wärme – Potentielle Energie

Wie hoch kann 1kg Wasser (CH20 = 4182 J / (kg \* K)) mit 4182J gehoben werden?

1. Die Formel für potentielle Energie kann hierfür verwendet werden:

## Bsp.: Boltzmann – Gusseisen

Wie viel Wärmeenergie wird abgegeben, wenn 20kg Gusseisen (c = 700 J / (kg\* K)) von 1100\* auf 20° abgekühlt wird?

1. Einfaches einsetzen in die Boltzmann Gleichung:
2. Umgerechnet in kWh (1J = 1Ws | 3.6MJ = 1kWh)

## Bsp.: Boltzmann – Wassererwärmung

800l Wasser (c = 4182 J / (kg \* K)) werden mit 5KW um 70° erwärmt. Wie lange braucht man?

1. Die Energie ist in Leistung pro Zeiteinheit definiert => E = P \* t, dies eingesetzt lautet die Formel wie folgt:
2. Nun kann man einfach einsetzen:

## Bsp.: Boltzmann – Bremsscheiben

Die Bremsscheiben eines PKW (c = 400 J/ (kg \* K)) haben eine Masse von insgesamt 20kg. Der PKW einschließlich des Fahrers wiegt 1230kg und wird durch eine Vollbremsung von 100 km/h auf 0 gebremst. Wie stark werden die Bremsscheiben erhitzt?

1. Die Energie bei bewegten (kinetischen) Objekten kann über die kinetische Energie angegeben werden welche lautet: E = (m\*v2) / 2
2. Mit diesem Wissen wird in die Boltzmann Formel eingesetzt:  
   Durch umformen erhalten wir dann:
3. Nun wird eingesetzt (km / h werden natürlich in m/s umgerechnet!)

# Maritimes Klima (Meeresnähe)

Aufnahmefähigkeit von Wasser 4000 J / kg \* K

Festland 800 J / kg \* K

Das Wasser nimmt mehr Wärme auf als das Festland, auch im Winter gibt es daher noch Wärme ab, woraus eine generell höhere Temperatur resultiert.

# Mischungsregel

c1, c2 … Spezifische Wärme J / (kg \* K)  
T1, T2 … Temperatur K  
TM … Mischtemperatur K  
m1, m2 … Masse kg

## Bsp.: Mischungsregel – Badewanne

In einer Badewanne befinden sich 50l Wasser (c = 4182 J / (kg \* K)) mit einer Temperatur von 60°C. Wie viel Wasser muss zugegossen werden, um eine Temperatur von 40°C zu erreichen, wenn dieses 15°C hat?

1. Da es sich bei beiden Flüssigkeiten um Wasser handelt kann man c kürzen. Zu Beginn sollten alle Variablen festgelegt sein:  
   T1 = 60°C  
   T2 = 15°C  
   TM = 40°C  
   m1 = 50l  
   m2 = ?
2. Diese Werte können nun eingesetzt werden:

## Bsp.: Mischungsregel – Alu Gefäß

0.5l Wasser (cH2O = 4182 J / (kg \* K)) mit 70°C werden in ein Alu-Gefäß (cAL= 900 J / (kg \* K)) mit einem Gewicht von 150g und einer Temperatur von 18°C. Welche Mischtemperatur ergibt sich?

1. Die Mischungsregel Formel kann so umgeformt werden, sodass sich die Mischtemperatur ergibt:
2. Nun kann man durch einsetzen die Mischtemperatur errechnen: