Pittys Physikaufgaben - Thermodynamik  
[zurück zur Startseite](index.docx)

|  |  |
| --- | --- |
| Temperatur  * [thermische Bewegung](#t12) * [Temperaturverhalten](#t13)  Ausdehnung durch Erwärmung  * [Längenausdehnung](#t1) * [räumliche Ausdehnung](#t2) * [Zustandsgleichung der Gase](#t4)  Wärmeenergie  * [Aggregatzustandsänderungen](#t16) * [Wärmemenge](#t5) * [Mischungsregel](#t11) * [Erster Hauptsatz](#t6) | Zweiter Hauptsatz  * [Kreisprozesse, Motoren](#t8)  Wärmeübertragung  * [Allgemein](#t15) * [Wärmeleitung](#t9) * [Wärmeströmung](#t14)  Kinetische Gastheorie  * [kinetische Gastheorie](#t17)  Weiteres  * [komplexe Aufgaben](#t10) |

Nummer der letzten Aufgabe 280

### Temperatur

|  |  |
| --- | --- |
| thermische Bewegung | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |

[30.](lsgtherm.docx" \l "t30) Fülle in ein Marmeladenglas so viel Fruchtsirup, dass der Boden bedeckt ist. Gieße darauf vorsichtig Wasser, so dass eine scharfe Trennfläche entsteht. Bewahre das Gefäß an einem ruhigen Ort auf. Notiere nach je zwei Tagen die Veränderungen.   
\*

[121.](lsgtherm.docx#t121) Schon die ersten Luftschiffer, die sich relativ wenig über die Erdoberfläche erhoben, stellten eine Erniedrigung der Lufttemperatur fest. In einer Höhe von einigen Kilometern liegen die Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt.  
In noch größerer Höhe beobachtet man aber die sogenannte Inversion, d.h., die Temperatur beginnt wieder anzusteigen, und in einer Höhe von einigen Kilometern haben die Luftmoleküle Geschwindigkeiten, denen Temperaturen von einigen tausend Grad entsprechen.  
Warum schmelzen und verbrennen dann aber Erdsatelliten nicht, die über einen längeren Zeitraum in solchen Höhen fliegen?  
\*\*

[124.](lsgtherm.docx#t124) Taucht man ein hinreichend dünnes Rohr (Kapillarrohr) aus Glas in Wasser, so kann man beobachten, wie im Rohr eine Flüssigkeitssäule nach oben steigt. Die Höhe der Säule hängt vom Durchmesser des Rohres ab, sie ist dem Rohrdurchmesser umgekehrt proportional.   
Aufgrund welcher Energiequelle sind die Kapillarerscheinungen möglich?  
\*\*

[125.](lsgtherm.docx#t125) Eine Wärmeübertragung von einem Körper auf einen anderen erfolgt nur dann, wenn zwischen den Körpern eine Temperaturdifferenz vorhanden ist. Es ist deshalb vollkommen unverständlich, warum das in eine Schüssel gegossenen Wasser ständig verdampft, obwohl es die Temperatur der umgebenden Luft hat. Denn für die Verdampfung jedes Gramms einer Flüssigkeit ist eine bestimmte Wärmemenge erforderlich, die das Wasser nicht aus der umgebenden Luft aufnehmen kann, da sich Luft und Wasser entsprechend den Versuchsbedingungen auf gleicher Temperatur befinden.  
Warum ist trotzdem eine Verdampfung möglich?  
\*\*

|  |  |
| --- | --- |
| Temperaturverhalten | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |

[49.](lsgtherm.docx#t49) Welche Folgen hätte es in der Natur, wenn es die Anomalie des Wassers nicht gäbe?  
\*\*

[81.](lsgtherm.docx#t81) Ein zerstreuter Physikprofessor erwacht eines Morgens mit einer fiebrigen Erkältung. Im ganzen Haus kann er kein Thermometer finden; nur eines, dessen Skala völlig unleserlich ist, sonst ist das Gerät in Ordnung. Traurig sitzt er da und blickt aus dem Fenster, wo auf dem Fensterbrett der Schnee in der Morgensonne glitzert. Da kommt ihm eine Idee! Schließlich ist er ja Physikprofessor. Einige Zeit später hat der Gute seine Körpertemperatur auf 38,3°C bestimmt. Wie hat er das wohl gemacht?  
\*

[85.](lsgtherm.docx#t85) Erkläre, warum sich die Celsius-Skala gegenüber der Fahrenheit-Skala durchgesetzt hat.  
\*

|  |  |
| --- | --- |
| [92.](lsgtherm.docx#t92) In der Abbildung sind zwei Thermometer a und b ohne Skala zu sehen. Sie sind mit der gleichen Thermometerflüssigkeit gefüllt. Wie müssen sich ihre Skalen unterscheiden? Welche Bedeutung haben die Unterschiede der Skalen für den Benutzer? \*\* |  |

[93.](lsgtherm.docx#t93) Gib die Temperaturdifferenzen an!

|  |  |
| --- | --- |
| **ϑ** | **ϑ** |
| 18,5°C | 95,3°C |
| -14,2°C | 4,2°C |
| -13,6°C | -7,1°C |

\*

[96.](lsgtherm.docx#t96)

|  |  |
| --- | --- |
| Zwei hohe Standzylinder, die dicht über dem Fuß einen seitlichen Rohransatz haben, sind durch einen dünnen Schlauch miteinander verbunden. Bei abgedrücktem Schlauch wird der eine Zylinder mit kaltem Wasser, der andere bis zur gleichen Höhe mit heißem Wasser gefüllt. Wie stellen sich die Oberflächen nach Freigabe des Schlauches ein? \*\* |  |

[97.](lsgtherm.docx#t97) Eine Autofahrerregel heißt: "Bei einer längeren Talfahrt reguliert man die Geschwindigkeit des Wagens nicht mit der Bremse, sondern mit dem Motor. Notfalls lagt man einen niederen Gang ein." Wie ist diese Regel physikalisch zu begründen?  
\*

[113.](lsgtherm.docx#t113) Wahr oder Falsch? Begründe Deine Entscheidung!  
- "Ein Schnellkochtopf heißt Schnellkochtopf, weil das Wasser seine Siedetemperatur schneller erreicht!"  
- "Gibt ein Körper Wärme ab, so sinkt dabei seine Temperatur."  
\*\*\*

[114.](lsgtherm.docx#t114) Wie erreicht man es, dass auf der Skala eines Fieberthermometers noch Zehntelgrade genau abgelesen werden können?  
\*

[115.](lsgtherm.docx#t115) Welche Temperaturangaben befinden sich auf den Zeichen, die in Kleidungsstücken eingenäht sind?  
Was besagen diese Zeichen?  
\*

[116.](lsgtherm.docx#t116) Miss an einem Sonnabend und dem folgenden Sonntag jeweils von 7.00 Uhr bis 22.00 Uhr zu jeder vollen Stunde im Freien die Lufttemperatur. Zeichne für jeden Tag ein Temperatur-Zeit-Diagramm.   
\*

[131.](lsgtherm.docx#t131) Welche Vorteile und welche Nachteile hätte die Verwendung von Wasser als Thermometerflüssigkeit?  
\*

[139.](lsgtherm.docx#t139) Warum dauert die Fiebermessung mit einem Quecksilber-Thermometer lange, während man nach der Temperaturmessung das Thermometer praktisch sofort „zurückschlagen“ kann?  
\*\*

[148.](lsgtherm.docx#t148) Entscheide, ob die Aussage richtig oder falsch ist!  
a) Wasser kann nie kälter als 4 °C werden!  
b) Nur wenn Wasser siedet, geht es von dem flüssigen in den gasförmigen Zustand über!  
c) Wenn Wasser siedet hat es eine Temperatur von 100 °C!  
d) 1 kg heißes Öl ist leichter als 1 kg kaltes Öl!  
e) 1 Liter kaltes Öl ist schwerer als 1 Liter heißes Öl!  
f) Erstarrt Wasser so nimmt sein Volumen zu!  
g) Flüssigkeiten kondensieren bei 100 °C!  
\*\*

[149.](lsgtherm.docx#t149) Versuche es selbst!  
Fülle eine tiefen Teller mit Wasser. Lege ein Teelicht ins Wasser und zünde es an. Stülpe nun ein hohes Saftglas über das Licht.  
Beobachte die Kerzenflamme und den Flüssigkeitsstand im Glas und erkläre deine Beobachtungen!  
\*\*  
[183.](lsgtherm.docx#t183) Warum soll man beim Ablesen von Flüssigkeitsthermometern die Augen in Höhe des oberen Endes der Flüssigkeit haben?  
\*  
[184.](lsgtherm.docx#t184) Was bedeutet es für die Teilchen eines Körpers, wenn seine Temperatur erniedrigt wird. Wie weit kann man einen Körper abkühlen?  
\*  
[206.](lsgtherm.docx#t206)

Warum benutzt man zum Braten Öl und nicht Wasser?

a) Öl hat eine kleinere Wärmekapazität und wird deshalb schneller heiß.

b) Öl hat eine höhere Siedetemperatur und wird deshalb heißer.

c) Die Wärmeleitfähigkeit von Öl ist besser.

d) Öl hat ein besseres Kriechvermögen und dringt besser in das Fleisch ein.

e) Öl ist gesünder als Wasser.

[216.](lsgtherm.docx#t216)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Wird die im Bild zu sehende Lichtmühle mit hellem Licht bestrahlt, dreht sie sich entgegen dem Uhrzeigersinn, also in Richtung des silbernen Teils der Flügelblätter. Was passiert, wenn man diese Lichtmühle aus einem Zimmer mit 20°C heraus in den Tiefkühlschrank mit etwa -20°C stellt?.  a) Sie dreht sich im Uhrzeigersinn  b) Sie dreht sich nicht  c) Sie dreht sich entgegen dem Uhrzeigersinn | |

[217.](lsgtherm.docx#t217)

|  |
| --- |
| Das Temperaturgefühl des Menschen hängt von so vielen Faktoren ab, dass es für uns unmöglich ist, eine zuverlässige Temperaturangabe zu machen. Ob etwas warm oder kalt ist, lässt sich nicht mit Bestimmtheit sagen. Kommt man im Winter bei Minusgraden nach Hause und ist richtig durchgefroren, fühlt sich 20°c anders an, als wenn man ruhig im Zimmer sitzt und ein Buch liest.  a) Gib vier Beispiele an, wo es wirklich wichtig ist, die Temperatur möglichst genau zu bestimmen.  Das Thermometer, wie wir es heute kennen, wurde im 18. Jahrhundert von Fahrenheit und Celsius erfunden. Es nutzt die Volumenänderung einer Flüssigkeit bei Temperaturänderung aus.  Im Laufe der Zeit sind viele Anwendungen spezielle Flüssigkeitsthermometer entwickelt worden. Manche messen sehr genau, andere weniger genau, dafür in einem großen Temperaturbereich.  b) Lies an jedem Thermometer die Temperatur ab und schreibe sie auf. |
|  |
| Außer den Flüssigkeitsthermometern gibt es noch andere Thermometerarten.  Informiere dich über das Bimetallthermometer und das Widerstandsthermometer. Welche Größe ändert sich bei Temperaturänderung?  Worin besteht der Vorteil von elektronischen Thermometern gegenüber allen anderen Thermometerarten? |

[224.](lsgtherm.docx#t224) In den unteren Luftschichten nimmt die Temperatur mit der Höhe ab. In der Tabelle sind Messwerte angegeben:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| h in km | 0 | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|  | 20 | 16,5 | 12 | 5 | -1 | -9 |

a) Stelle die Messwerte in einem Diagramm dar.

b) In welcher Höhe befindet sich die Null-Grad-Grenze?

c) Welche Temperatur würde auf dem Brocken (1 141m) herrschen?

d) Schätze die Temperatur auf einem 8000 m hohen Berg ab.

[225.](lsgtherm.docx#t225) Warum sind die Temperaturskalen zwar nach unten, aber nicht nach oben begrenzt?

269. Bei einer Temperatur von -1,0°C beträgt die relative Luftfeuchtigkeit 45%. In der Nacht fällt die Temperatur

### Ausdehnung durch Erwärmung

|  |  |
| --- | --- |
| Längenausdehnung | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |
| [Formeln zum Thema](formeln.docx#volumenänderung) | |

[6.](lsgtherm.docx#t6) Eine Aluminium-Hochspannungsleitung ist bei einem Mastabstand von 60 m verlegt. Wie groß muss der Durchhang bei 20°C sein, wenn die Leitung bei -25°C (theoretisch) geradlinig gespannt ist und der Durchhang zur Vereinfachung der Rechnung dreieckig angenommen wird?  
\*\*

\*[2](lsgtherm.docx" \l "t20)[0.](lsgtherm.docx" \l "t20) Ein Zinkstab hat einen Querschnitt von 1,5 cm2. Ihm wird Wärme vom Betrag 30 kJ zugeführt.   
Berechnen Sie die Längenänderung des Stabes.  
\*\*\*\*

\*[38.](lsgtherm.docx#t38) Erwärmt man zwei Aluminiumschienen von der ursprünglichen Gesamtlänge 8 m um 70 K, so verlängert sich die eine um Δl = 2 mm mehr als die andere. Welche Länge haben die beiden Schienen einzeln?  
\*\*\*

\*[39.](lsgtherm.docx#t39) Die Stossfuge zwischen den je 25 m langen Eisenbahnschienen verengt sich bei Erwärmung von 5°C auf 20°C um 30% ihres Anfangswertes. Bei welcher Temperatur schließen sich die Schienen völlig zusammen (α = 14\*10-6 K-1), und wie groß ist der anfängliche Abstand?  
\*\*\*

\*[41.](lsgtherm.docx#t41) Welchen Querschnitt muss eine bei 18°C angefertigte Messdüse aus Chromnickelstahl haben, damit sie bei einer Betriebstemperatur von 350°C einen Querschnitt (kreisförmig) von 25 mm² hat? (α = 18,5\*10-6 K-1)  
\*\*

\*[50.](lsgtherm.docx#t50) Um wie viel schwankt die Länge einer bei 0°C 100m langen Eisenbahnbrücke aus Stahl zwischen einer winterlichen Tiefsttemperatur von -30°C und einer sommerlichen Höchsttemperatur von +40°C?  
\*\*

[51.](lsgtherm.docx#t51) Nach welcher Seite biegt sich ein Bimetallstreifen aus Eisen und Aluminium bei Temperaturerhöhung?  
\*

\*[73.](lsgtherm.docx#t73) Ein Stahlmessband ist für eine Messtemperatur von 18°C geeicht. Bei einer Temperatur -20°C misst man eine Seite eines Bauplatzes von 13,8 m. Die Fläche des Bauplatzes wird mit 543,4 m² berechnet. Welcher Fehler ist durch die Längenänderung des Messbandes entstanden, wenn der lineare Ausdehnungskoeffizient 11,5 \* 10-6 K-1 beträgt?  
\*\*\*

|  |  |
| --- | --- |
| [78.](lsgtherm.docx#t78) In einem Stahlblech befindet sich ein kreisrundes Loch, durch das die Kugel gerade so hindurch passt. Das Blech wird mit Hilfe einer Flamme stark erhitzt. Welche der folgenden Aussagen ist richtig? a) Das Loch wird kleiner, die Kugel passt nicht mehr hindurch. b) Das Loch ändert sich nicht, die Kugel passt weiterhin gerade so hindurch. c) Das Loch wird größer, die Kugel passt jetzt bequem hindurch. \*\* |  |

[82.](lsgtherm.docx#t82) Erkläre, warum sich feste Körper bei Erwärmung ausdehnen.  
\*

[83.](lsgtherm.docx#t83) Wie lang muss ein Messingrohr bei 15°C sein, damit es bei 60°C eine Länge von 50 cm hat?  
\*

[84.](lsgtherm.docx#t84) Eine Kupferleitung hat bei 0°C eine Länge von 50 m. Berechne die Längenänderung zwischen einer winterlichen Temperatur von -30°C und einer sommerlichen Temperatur von +40°C.  
\*

[94.](lsgtherm.docx#t94) Der festsitzende Glasstopfen einer Flasche lockert sich, wenn man den Flaschenhals vorsichtig von außen erwärmt. Erkläre den Vorgang.  
\*

[95.](lsgtherm.docx#t95) Ein aus Aluminium gefertigter Flugzeugrumpf (l = 50 m) wird während des Aufstiegs um 60 K abgekühlt. Wie ändert sich dadurch seine Länge?  
Der Innenraum für die Passagiere soll eine konstante Temperatur haben. Was ist also zu beachten?  
\*

[101.](lsgtherm.docx#t101) Damit Beton auch großen Belastungen standhalten kann, wird er mit Eisenstäben verstärkt (armiert). Warum kann man dafür keine Aluminiumstäbe verwenden?  
\*

\*[166.](lsgtherm.docx#t166) Zwischen den Schienen der Eisenbahn, deren Länge 12 m beträgt, bleibt ein Abstand von 7 mm. Mit welchen Temperaturdifferenzen rechnen die Bautechniker, wenn der lineare Ausdehnungskoeffizient des Schienenstahls 1,1\*10-5 K-1 beträgt?  
\*\*

[167.](lsgtherm.docx#t167) In der Frühlingszeit, wo die Temperaturen um 15°C liegen, wird eine 250 m lange Stahlbrücke gebaut.   
Berechne die Länge der Brücke  
a) im Winter bei einer Temperatur von -20°C,  
b) im Sommer bei einer Temperatur von 40°C!  
\*\*

\*[168.](lsgtherm.docx#t168) Ein Schmied will einen stählernen Reifen auf ein Rad aufziehen. Der Durchmesser des Rades beträgt 0,74 m, der innere Durchmesser des Reifens aber nur 0,735 m. Die Temperatur der Umgebung beträgt 15°C. Auf welche Temperatur muss der Schmied den Reifen erwärmen, damit er ihn mühelos auf das Rad aufziehen kann? (Mühelos heißt, der innere Durchmesser des Reifens hat die gleiche Größe wie das Rad)  
\*\*

\*[169.](lsgtherm.docx#t169) Ein Stahlniet, der zwei Bleche verbindet, besitzt bei einer Temperatur von 20°C eine Länge von 8,46 mm. Er wird bei einer Temperatur von 600°C eingelegt. Um wie viel zieht er sich beim Abkühlen dann zusammen?  
\*\*

|  |  |
| --- | --- |
| \*[189.](lsgtherm.docx#t189) Bei Pendeluhren nutzt man als Taktgeber die Schwingung eines Pendels aus. Die Schwingungsdauer des Pendels wird von der Länge des Pendels bestimmt. Da die Pendellänge von der Temperatur abhängt, benutzt man bei möglichst genau gehenden Uhren ein Kompensationspendel, das z.B. aus dünnen Eisen- und Zinkstäben besteht.  Wie lang müssen die Zinkstäbe sein (x), damit bei einem 0,994 m langem Pendel die Ausdehnung der Eisenstäbe ausgeglichen werden?  \*\*\* |  |

\*[200.](lsgtherm.docx#t200)

|  |  |
| --- | --- |
| Ein Bimetallstreifen besteht aus je einem 2 mm dicken Messing- und Eisenstreifen. Bei 0°C ist der Streifen gerade.  Welchen Krümmungsradius R hat dieser Bogen, wenn der Bimetallstreifen auf 400°C erwärmt wird?  \*\*\*\* |  |

[202.](lsgtherm.docx#t202) Mit einem Stahlmaßband, das für eine Temperatur von 20°C geeicht ist, wird bei einer Temperatur von 5°C die Länge der Seite eines Gartens gemessen. Welche Aussage ist richtig?

a) Die Länge wird zu klein bestimmt.

b) Die Länge wird exakt gemessen.

c) Die Länge wird zu groß bestimmt.

[233.](lsgtherm.docx#t233) Bei Zimmertemperatur ist ein Eisenstab ein kleines Stück länger als ein Kupferstab. Wie muss sich die Umgebungstemperatur ändern, damit beide die gleiche Länge haben? 

a) Sie muss fallen.

b) Sie kann fallen oder steigen.

c) sie muss steigen.

\*[254.](lsgtherm.docx#t254) Bei einer Umgebungstemperatur von 20,0°C wird ein Kupferdraht von 1,00 m Länge straff zwischen zwei Holtzsche Klemmen gespannt und mit einer Spannungsquelle verbunden, die einen hohen Strom liefern kann. In der Mitte des Drahtes befindet sich ein Massestück von 10 g.

Nach Einschalten des Stromes erwärmt sich der Draht und wird länger. Das Massestück sinkt um 7,4 cm nach unten.

Wie groß ist die Temperatur des Drahtes?

(Ein Kupferdraht von 60 975 mm Länge wird sich beim Erwärmen um 1 K um 1 mm länger)

\*[262.](lsgtherm.docx#t262) Neulich im Bastelkeller bei 20°C: In ein Motorengehäuse aus Aluminium muss für die Kurbelwelle ein neues Kugellager eingesetzt werden. Das Lager (6303 C3) hat einen Außendurchmesser von 47,00 mm und soll in das Loch des Motorblocks von 46,95 mm Innendurchmesser (gemessen mit einem digitalen Messschieber; 0,01 mm Genauigkeit).

Dazu wird das Kugellager aus Chromstahl im Tiefkühlschrank auf -18°C abgekühlt und der Motorblock an der Stelle, wo das Lager rein soll, mit einer Heizluftpistole auf 95°C erhitzt.

Das Zusammenfügen muss dann sehr schnell erfolgen, damit sich die Temperaturen der Teile nicht ändern.

Wie viel Luft ist beim Zusammenstecken rings um das Kugellager, wenn es genau zentriert in das Loch geschoben wird?

Im Internet findet man für Aluminium einen Längenausdehungskoeffizienten von  

|  |  |
| --- | --- |
| räumliche Ausdehnung | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |
| [Formeln zum Thema](formeln.docx#volumenänderung) | |

\*[7.](lsgtherm.docx" \l "t7) Während einer Unterrichtsstunde steigt die Temperatur im Klassenzimmer von 20°C auf 22°C. Die Abmessungen des Raumes sind 12m x 7m x 4m. Wie viel Luft entweicht?  
\*\*

\*[8.](lsgtherm.docx#t8) Ein Quecksilberthermometer enthält bei 0 °C eine Quecksilbermenge von 0,4 cm³. Welchen Durchmesser muss die Kapillare haben, damit einem Temperaturanstieg um 1 K ein Ansteigen der Quecksilbersäule um 1 mm entspricht?( Hg= 2\*10-4 K-1; die Ausdehnung des Glases kann vernachlässigt werden).  
\*\*\*

[9.](lsgtherm.docx" \l "t9) Der Benzintank eines PKW fasst 100 l. Er wird an einem kalten Morgen bei einer Temperatur von 0°C bis zum Rand gefüllt. Wie viel Benzin könnte austreten, wenn die Temperatur tagsüber auf 30°C ansteigt? (Benzin = 8\*10-4 K-1)  
\*\*

\*[14.](lsgtherm.docx#t14) Ein Kanister aus Stahl kann bei 20°C mit 20,00 Liter Benzin gefüllt werden. Aus Sicherheitsgründen muss bei dieser Temperatur das Volumen des Kanisters größer als 20 Liter sein, damit sich das Benzin bei Temperaturerhöhung ausdehnen kann, ohne auszufließen.  
Es wird angenommen, dass die Temperatur des gefüllten Kanisters durch Umwelteinflüsse bis auf 60°C steigen kann.  
Wie groß muss für diesen Fall das Gesamtvolumen des Kanisters bei 20°C mindestens sein?  
\*\*

[37.](lsgtherm.docx" \l "t37) Die Luft in einem 5 m langen, 4 m breiten und 2,70 m hohem Raum wird von 15°C auf 25°C erwärmt.  
a) Wie viel m³ Luft entweichen dabei durch die Tür- und Fensterritzen?  
b) Um wie viel würde sich der Druck erhöhen, wenn die Luft nicht entweichen würde und der Anfangsdruck 960 mbar betrüge?  
\*\*\*

[40.](lsgtherm.docx#t40) Ein rechteckiger Öltank von 5,2 m Länge und 4,1 m Breite ist bis 3,9 m Höhe mit Heizöl von der Dichte 0,88 t/m³ und 12°C gefüllt. Um es dünnflüssig zu machen, wird es auf 70°C erwärmt (γ = 0,00096 K-1). Um wie viel steigt der Ölspiegel und wie ändert sich die Dichte des Öls? (Die Ausdehnung des Behälters selbst werde nicht mit berücksichtigt.)  
\*\*\*  
\*[42.](lsgtherm.docx#t42) Welchen Querschnitt muss die Kapillare eines Thermometers haben, wenn ΔT = 10 K eine Skalenlänge von l = 10 cm ergeben soll? Die Kuppe enthält 0,5 cm³ Quecksilber (γ = 0,00016 K-1).  
\*\*\*

\*[43.](lsgtherm.docx#t43) Das Stahlgehäuse (αS = 12\*10-6 K-1) eines Transformators vom Leervolumen 300 l (bei 20°C) ist mit Öl (γÖ = 0,00096 K-1) gefüllt. Der darin befindliche Transformator besteht in der Hauptsache aus 500 kg Eisen (ρE = 7,75 gcm-3, αE = 12\*10-6 K-1) und 500 kg Kupfer (ρK = 8,93 gcm-3, αK = 14\*10-6 K-1). Wie viel Öl fließt bei der Betriebstemperatur von 60°C in das Ausgleichsgefäß über?  
\*\*\*

[52.](lsgtherm.docx#t52) Warum haben Warmwasserheizungen Ausdehnungsgefäße?  
\*

[53.](lsgtherm.docx#t53) Um wie viel ist der Eiffelturm (Eisen, Höhe 300 m) an einem Sommertag bei 30°C höher als im Winter bei -20°C?  
\*

[54.](lsgtherm.docx#t54) Jemand misst mit einem Stahllineal, das in der Sonne gelegen hat. Werden die Messwerte zu groß oder zu klein?  
\*\*

[55.](lsgtherm.docx#t55) Fernsehtürme werden oft aus aufeinandergesetzten Betonröhren gebaut. Welche Wirkung hat die einseitige Sonnenstrahlung auf sie?  
\*

[56.](lsgtherm.docx#t56) Stelle Dir vor, die Erde trüge als Äquator einen genau anliegenden Eisengürtel von 40 000 km Länge. Um welche Strecke würde sich dieser beim Erwärmen um 1K dehnen? Könntest Du unter dem länger und damit auch weiter gewordenen Gürtel hindurchgehen?  
\*\*

[57.](lsgtherm.docx#t57) Das Wasser dringt leicht in Spalten und Risse ein. Was geschieht beim Gefrieren. Welche Folgen hat das in der Natur?  
\*

[58.](lsgtherm.docx#t58) Ein Heizöltank von 40m³ Fassungsvermögen wird bei 0°C zu ¾ gefüllt. Wie viel Liter Heizöl befinden sich bei 30°C im Tank? ( = 8,6\*10-4 K-1).  
\*

|  |  |
| --- | --- |
| [71.](lsgtherm.docx#t71) Zur Bestimmung des kubischen Ausdehnungskoeffizienten von Luft verwendet man die abgebildete Versuchsanordnung: In einem Rundkolben befindet sich Luft, die durch einen Flüssigkeitstropfen abgeschlossen ist. Der Rundkolben befindet sich in einem Wasserbad, dessen Temperatur mit einem eingetauchten Thermometer gemessen wird. So lässt sich die Temperatur der Luft im Rundkolben bestimmen. Aus der Bewegung des Topfens lässt sich die Volumenänderung beobachten. Bei einer Temperatur von 0,0 °C beträgt das Innenvolumen 350 cm³. Erhöht man die Temperatur auf 18,2 °C, so bewegt sich der Flüssigkeitstropfen im waagerechten Rohr (Innendurchmesser 0,900 cm) um 36,2 cm nach rechts.  Berechnen Sie aus diesen Versuchsdaten den kubischen Ausdehnungskoeffizienten von Luft. \*\* |  |

[117.](lsgtherm.docx#t117) Warum muss man Fensterscheiben in einem Holzrahmen einkitten? Warum kann man sie nicht einkleben?  
\*

[118.](lsgtherm.docx#t118) Was wird geschehen, wenn man einen verbeulten Tischtennisball (ohne Loch) in heißes Wasser legt?  
\*

[132.](lsgtherm.docx#t132) Zwei gleich große Würfel bestehen aus dem gleichen Metall, der eine ist massiv, der andere ist hohl. Beiden wird soviel Wärme zugeführt, dass sich die Temperatur um den gleichen Betrag ändert. Wie verhalten sich die Volumen der beiden Würfel nach der Erwärmung?  
a) Der hohle Würfel ist größer als der massive Würfel.  
b) Beide Würfel haben das gleiche Endvolumen.  
c) Der massive Würfel ist größer als der hohle Würfel.  
\*\*

\*[171.](lsgtherm.docx#t171) Bei einer Raumtemperatur von 18°C beträgt die Dichte von Messing 8,1 g/cm³. Welche Dichte besitzt Messing bei einer Temperatur von –35°C? (1 cm³ Messing vergrößert seinen Rauminhalt beim Erwärmen um 1 K um 0,000 057 cm³).  
\*\*\*

[172.](lsgtherm.docx#t172) Ein Kessel ist bei einer Temperatur von 20°C mit 3 l Wasser gefüllt. Über dem Wasser bleibt im Kessel ein freier Raum mit einem Rauminhalt von 35 cm³. Bis zu welcher Temperatur kann man das Wasser erwärmen, ohne dass es aus dem Kessel ausfließt? (Die Ausdehnung des Kessels soll nicht berücksichtigt werden. Der kubische Ausdehnungskoeffizient von Wasser beträgt 0,000 18 K-1)

\*\*

\*[201](lsgtherm.docx#t201). Die Stoßfuge zwischen den 10 m langen und 20 cm dicken Betonplatten einer Straße ist mit Teer ausgegossen. Bei 5°C sind die Fugen 10 mm breit. Wie viel Teer quillt je 10 cm Fugenlänge heraus, wenn sich die Platten im Sommer auf 50°C erwärmen?  
( )  
\*\*\*

\*[234](lsgtherm.docx#t234). Wasser hat bei 20°C eine Dichte von 0,99821 g/cm³ und bei 100°C eine von 0,95835g/cm³. Wie groß ist der mittlere Volumenausdehnungskoeffizient für diesen Temperaturbereich?

\*\*\*

[251.](lsgtherm.docx#t251) Beton kann zwar einen hohen Druck aushalten, zerreist aber schon bei geringen Zugbelastungen. Zur Erhöhung der Zugfestigkeit z.B. für Brücken oder Decken in Gebäuden bringt man in den Beton ein Geflecht aus Stahl ein. Auch bei größeren Temperaturschwankungen gibt es bei diesem Stahlbeton keine Risse oder andere Schäden.

Warum darf man zur Stabilisierung des Betons kein Aluminium oder Messing verwenden? ([Hilfe](formeln.docx#werte_längenänderung))

|  |  |
| --- | --- |
| Zustandsgleichung der Gase | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |
| [Formeln zum Thema](formeln.docx#ideales_gas) | |

[3.](lsgtherm.docx" \l "3) Bei welcher Temperatur in °C nimmt ein Gas unter konstantem Druck das doppelte Volumen ein, wenn das Gas eine Anfangstemperatur von 15 °C hat?  
\*\*

\*[10.](lsgtherm.docx#t10) Eine kugelförmige Luftblase steigt im Wasser auf. In einer Tiefe von 20 m hat sie einen Durchmesser von 1 cm. Welchen Durchmesser hat sie kurz vor Erreichen der Oberfläche? (Temperaturunterschiede können vernachlässigt werden)  
\*\*\*

\*[21.](lsgtherm.docx" \l "t21) Eine Druckflasche mit dem Innenvolumen 50 Liter enthält Wasserstoff unter dem Druck 1,0 MPa bei der Temperatur 20 °C. Mit Hilfe dieser Druckflasche wird ein Wetterballon bei einem Außenluftdruck 980 hPa gefüllt, bis Druckausgleich erfolgt ist. Das Füllen des Ballons geschehe isotherm; durch die Ballonhülle entsteht kein zusätzlicher Druck auf das Gas. Wasserstoff wird vereinfacht als ideales Gas betrachtet.  
a) Berechnen Sie die Masse und die Dichte des ursprünglich in der Druckflasche eingeschlossenen Wasserstoffs.  
b) Ermitteln Sie das Volumen des gefüllten Ballons und die Dichte des in ihm enthaltenen Wasserstoffs.  
\*\*\*

[28.](lsgtherm.docx#t28) In einer Kälteanlage wird die Luft mit einem Druck von 0,1 MPa und einer Temperatur von 300 K in einem Kühler isobar auf 250 K abgekühlt, wobei je Sekunde 650 kJ Wärme abgegeben wird. Anschließend wird der Luftdruck in einer Entspannungsmaschine auf 0,025 MPa abgesenkt, die Temperatur der Luft sinkt dabei auf 168 K ab. Danach führt man die Luft in Rohrschlangen durch den zu kühlenden Raum, wobei sie bei gleichbleibendem Druck die Wärme 400 kJ aufnimmt. Die Luft ist als ideales Gas mit cp=1,005kJ kg-1 k-1 zu betrachten.  
a) Veranschaulichen Sie den Prozess im p-V-Diagramm.  
b) Bestimmen Sie die Lufttemperatur nach der Wärmeaufnahme.  
\*\*\*

[44.](lsgtherm.docx#t44) Welche Dichte hat das in einer Druckflasche eingeschlossene Wasserstoffgas bei 20°C und 15MPa Druck?  
\*\*\*

[72.](lsgtherm.docx#t72) Eine Gasflasche mit einem Innendurchmesser von 20 cm und einer Höhe von 1 m enthält bei einer Temperatur von 0 °C Stickstoffdioxid mit einem Druck von 10 MPa. Welche Masse hat das eingeschlossene Gas? (molare Masse von Stickstoffdioxid : 46 g mol-1)  
\*\*\*\*

[75.](lsgtherm.docx#t75) Wie groß ist der Druck in einer 40 l fassenden Flasche, die bei 18 °C 4,147 kg Sauerstoff enthält? (RO2 = 259,8 J kg-1 K-1)  
\*\*\*

[99.](lsgtherm.docx#t99) Nach einer schnellen Autobahnfahrt ist der Luftdruck im Reifen 0,2 bar höher als vorher. Worauf ist das zurückzuführen?  
\*

[102.](lsgtherm.docx#t102) Um wie viel Prozent ändert sich das Volumen eines idealen Gases, wenn der Druck isotherm um 15% abnimmt?  
\*\*\*

\*[103.](lsgtherm.docx#t103) Wird die (in Grad Celsius gemessene) Temperatur des in einem festen Behälter eingeschlossenen Gases um 50% erhöht, so steigt der Druck um 10%.   
Welche Anfangstemperatur hatte das Gas?  
\*\*\*

\*[134.](lsgtherm.docx#t134) Die Dichte von Chlorgas beträgt im Normzustand 3,22 kg/ m³  
Welche Dichte hat das Gas bei -20°C, bei konstantem Druck?  
\*\*\*

\*[154.](lsgtherm.docx#t154) Die Temperatur von einem Kubikmeter Luft wird von 0°C auf 120°C erhöht. Der Druck soll konstant bleiben. Welches Volumen hat das Gas anschließend?  
\*\*

\*[15](lsgtherm.docx" \l "t158)[8.](lsgtherm.docx" \l "t158) In einem Labor wird Stickstoff bei einer konstanten Temperatur von 20,0 °C in eine 100-Liter-Stahlflasche gedrückt. Dabei wächst der Druck von 100 kPa auf 22,1 MPa. Diese Flasche ist bis zu einem Maximaldruck von 28,0 MPa zugelassen.  
a) Berechnen Sie die maximal zulässige Temperatur, bei der die gefüllte Flasche gelagert werden darf.  
b) Berechnen Sie die Masse des eingefüllten Stickstoffs.  
\*\*\*\*  
\*[173.](LSGTHERM.docx#t173)

|  |  |
| --- | --- |
| In einem Zylinder mit der Querschnittsfläche 30,0 cm² befindet sich ein Kolben am Ort x1 = 6,7 cm. Im Zylinder befindet sich Helium. Der Druck im Zylinder beträgt 1,0\*105 Pa und die Temperatur 0,0 °C. a) Berechnen Sie die Masse des im Zylinder befindlichen Heliums. (Die spezifische Gaskonstante für Helium: 2077 J kg-1 K-1) b) Bei arretiertem Kolben wir die Temperatur durch eine Heizwendel auf 773 °C erhöht.  Geben Sie den Druck im Innern des Zylinders nach der Temperaturerhöhung an. |  |

c) Der Kolben wird nun freigegeben. Durch die Heizwendel wird keine Wärme mehr zugeführt. Während der Expansion wurden folgende Messwerte aufgenommen:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X in cm | 7,3 | 8,0 | 8,7 | 9,3 | 10,0 | 10,7 | 11,3 | 11,6 |
| p in kPa | 352 | 315 | 301 | 276 | 260 | 235 | 225 | 220 |

Ermitteln Sie den Betrag der verrichteten Volumenarbeit für die Bewegung des Kolbens vom Ort 6,7 cm bis zum Ort 11,6 cm.  
\*\*\*\*  
\*[174.](lsgtherm.docx#t174) Eine Luftmenge von der Temperatur 20°C wird sprunghaft auf das doppelte Volumen expandiert. Wie groß ist dann die Temperatur der Luft?  
\*\*\*

\*[1](lsgtherm.docx" \l "t185)[85.](lsgtherm.docx" \l "t185) Luft hat bei einer Temperatur von 20°C und Normalluftdruck eine Dichte von 1,20 kg/m³. Wie groß ist die Dichte der Luft in eine Kühltruhe im Supermarkt, in der eine Temperatur von -20°C herrscht? Da die Truhen offen sind, ist der Druck konstant.  
 \*\*

\*[187.](lsgtherm.docx#t187) (Abi-Grundkurs 2004)  
In einem Zylinder wird Argon, das als ideales Gas angesehen wird, bei der konstanten Temperatur 350 K vom Volumen 24,0 dm³ auf das Volumen 6,00 dm³ komprimiert. Der Anfangsdruck beträgt 0,400 MPa.  
(Spezifische Gaskonstante für Argon: R=207,9 J kg-1 K-1)  
a) Berechnen Sie die Masse des Argongases.  
b) Stellen Sie diesen Zusammenhang in einem p-V-Diagramm dar. Berechnen Sie dazu fünf Wertepaare.  
Der Inhalt der Fläche unter der Kurve im p-V-Diagramm ist ein Maß für die zu Kompression erforderliche Arbeit. Ermitteln Sie diese Kompressionsarbeit.

[207.](lsgtherm.docx#t207) Eine abgeschlossenen Menge eines idealen Gas soll sich entsprechend dem Gesetz von BOYLE und MARIOTTE isotherm (bei gleichbleibender Temperatur) ausdehnen. Welche Aussage über die Wärme ist richtig?

a) Es muss Wärme zugeführt werden.  
b) Es muss Wärme weder zugeführt noch abgegeben werden.  
c) Es muss Wärme abgegeben werden.

\*[219.](lsgtherm.docx#t219) (Abi Grundkurs 1994)

Ein mit Helium gefüllter Wetterballon hat am Erdboden bei der Temperatur 20,2 °C und dem Luftdruck 1021 hPa das Volumen 12,5 m³.

a) Berechnen Sie das Volumen in größerer Höhe, wenn dort eine Temperatur von -27,2 °C und ein Druck von 490 hPa herrschen.

b) Berechnen Sie die Masse des Füllgases.

(die spezifische Gaskonstante von Helium ist *R*(*He*) = 2077 J·kg–1 · K–1 )

\*[220.](lsgtherm.docx#t220) In einer Sauerstoffflasche befinden sich bei einem Überdruck von 5,0 MPa 50 Liter Sauerstoff. Bei einem Luftdruck von 1,0·105 Pa werden 0,85 m³ Sauerstoff entnommen. Wie groß ist danach der Überdruck in der Flasche, wenn die Temperatur als konstant angenommen wird?

\*[240](lsgtherm.docx#t240). Für Schweißarbeiten werden Druckgasflaschen mit Sauerstoff benötigt. Ihr Innenvolumen betragen 25 Liter und der Innendruck 15 Mpa.   
Beim Schweißen tritt der Sauerstoff unter einem Druck von 200 kPa aus.

a) Wie viel Sauerstoff können zum Schweißen aus der Flasche entnommen werden?

b) Wie viel Sauerstoff mit einem Druck von 1000 hPa wurden vorher in die Flasche gepumpt?

\*\*

[2](lsgtherm.docx" \l "t241)[41](lsgtherm.docx" \l "t241). Bei 15°C beträgt der Druck in einem Autoreifen 250 kPa. Durch intensive Sonneneinstrahlung auf einem Parkplatz werden die Reifen auf 60°C erwärmt.

a) Wie verändert sich der Druck im Reifen?

b) Ist es sinnvoll, die Reifen vor der prallen Sonne zu schützen?

\*\*

[242.](lsgtherm.docx#t242) Eine Sauerstoffflasche hat einen Fülldruck von 20 000 kPa bei 20°C. Sie wird bei der Anlieferung in die pralle Sonne gestellt und erwärmt sich auf 65°C. Die Stahlflasche ist für einen Druck bis 35 000 kPa zugelassen.

Wird dieser Wert überschritten?

\*\*

\*[250](lsgtherm.docx#t250). Im Reifen eines LKW herrscht bei 20°C ein Überdruck von 0,80 MPa. Der LKW steht auf einem Parkplatz in der Sonne und die Temperatur im Reifen steigt auf 55°C. Der äußere Luftdruck beträgt 1013 hPa und ändert sich nicht. Um wie viel nimmt der Druck im Reifen durch die Erwärmung zu, wenn die Volumenausdehnung des Reifens selber vernachlässigt wird?

\*[255.](lsgtherm.docx#t255) Ein Kompressor hat im ungefüllten Zustand bei 21°C Außentemperatur eine Masse von 20,9 kg. Der Kompressorbehälter fasst 24 Liter. Nun wird der Behälter bis zu einem Überdruck von 7 bar gefüllt. Welche Masse hat der Kompressor jetzt? Die Dichte der Luft beträgt außerhalb des Kompressors.

[270.](lsgtherm.docx#t270) (LK 2018)

Für 0,0445 mol eines als ideal angenommenen Gases werden bei zwei verschiedenen Zustandsänderungen Messwertpaare aufgenommen.

Bei der ersten Zustandsänderung wird das Volumen des Gases langsam und gleichmäßig verringert.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| p in kPa | 101 | 111 | 126 | 144 | 168 |
| V in 10-3 m³ | 1,00 | 0,91 | 0,79 | 0,70 | 0,60 |

**a)** Zeichnen Sie das zugehörige p(V)-Diagramm und weisen Sie nach, dass die Zustandsänderung isotherm erfolgt.

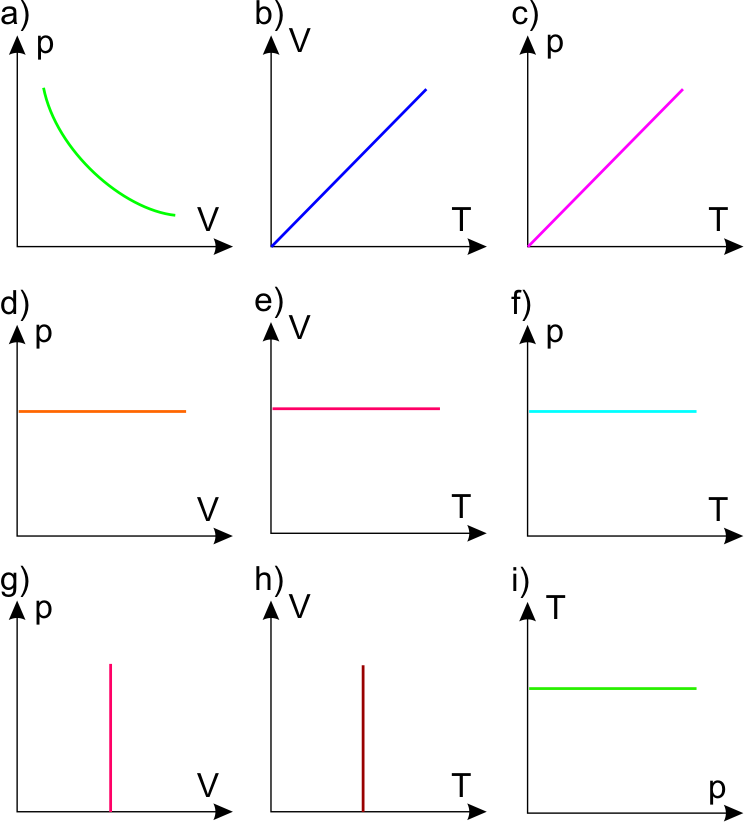
**b)** Ermitteln Sie diese Temperatur, bei der diese Zustandsänderung abläuft.

**c)** Vom gleichen Ausgangszustand beginnend wird das Gas erneut komprimiert. Diese Zustandsänderung läuft jetzt so schnell ab, dass keine Wärme über die Systemgrenzen übertragen wird.

Skizzieren Sie den zugehörigen Graphen in das Diagramm aus Teilaufgabe a) und begründen Sie dessen Verlauf.

[271.](lsgtherm.docx#t271) Die folgenden Diagramme zeigen einige Zustandsänderungen, bei denen jeweils eine der drei Größen Temperatur, Druck oder Volumen konstant bleibt. Entscheiden Sie für jedes Diagramm, welche Größe das ist.

\*\*



[272.](lsgtherm.docx#t272)

Wie und um wieviel Prozent ändert sich das Volumen eines idealen Gases, wenn

1. der absolute Druck isotherm um 15% abnimmt
2. die absolute Temperatur isobar um 23% zunimmt
3. der absolute Druck um 18% zunimmt und gleichzeitig die absolute Temperatur um 30% abnimmt?

[276.](lsgtherm.docx#t276)

|  |  |
| --- | --- |
| In einem aufrechtstehenden Zylinder mit der Querschnittsfläche A = 3,00 dm² ist Luft der Masse m und der Temperatur 20,0°C durch einen reibungsfrei und vertikal beweglichen Kolben eingeschlossen. Der Kolben hat die Masse mK = 2,00 kg und ruht zunächst in der Höhe h1. Der äußere Luftdruck beträgt pLuft = 1,02 ∙ 105 Pa.  **a)** Weisen Sie nach, dass der Gasdruck im Zylinder 1,01 ∙ 105 Pa beträgt.  **b)** Berechnen Sie die Dichte der eingeschlossenen Luft. (spezifische Gaskonstante von Luft: 287 J ∙kg-1 ∙ K-1 |  |

Auf den beweglichen Kolben wird eine Zusatzkraft FZ nach unten ausgeübt.

**c)** Der Kolben bewegt sich zuerst eine relativ große Wegstrecke schnell (adiabatische Zustandsänderung) und anschließend eine kleine Wegstrecke langsam (isobare Zustandsänderung) auf die Höhe h2, bei der der Kolben wieder ruht. Beschreiben Sie für beide Teilvorgänge jeweils die Änderungen der Zustandsgrößen Druck, Temperatur und Volumen.

**d)** Für die Höhe h2 gilt:



Leiten Sie diese Gleichung her.

### Wärmeenergie

|  |  |
| --- | --- |
| Aggregatzustandsänderungen | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |
| [Formeln zum Thema](formeln.docx#wärme) | |

[79.](lsgtherm.docx#t79) Beschreiben Sie, wie die spezifische Schmelzwärme von Eis bestimmt werden kann.  
Leiten Sie die Gleichung zur Bestimmung der spezifischen Schmelzwärme her. Berücksichtigen Sie dabei die Wärmekapazität K ([K] = 1 kJK-1) des Gefäßes. Die Temperatur des Eises beträgt 0 °C.  
\*\*

[106.](lsgtherm.docx#t106) Kommt im Winter ein Brillenträger aus der kalten Außenluft in einen warmen Raum, so beschlägt seine Brille. Erklären Sie diesen Vorgang.  
\*

[107.](lsgtherm.docx#t107) In Gegenden mit trockenem, heißem Klima bewahrt man das Trinkwasser in porösen Tongefäßen auf, durch die ständig etwas Wasser nach außen dringt. Was bezweckt man damit?  
\*

[108.](lsgtherm.docx#t108) Reibt man das Gesicht mit einem sogenannten "Gesichtswasser" ein, das im allgemeinen Alkohol enthält, so spürt man dort eine starke Abkühlung. Worauf beruht diese?  
\*

[109.](lsgtherm.docx#t109) Den heißen Luftstrom eines Haartrockners empfindet man erst dann als unangenehm, wenn die Haare getrocknet sind. Warum nicht, solange die Haare noch feucht sind?  
\*

[110.](lsgtherm.docx#t110) Selbst bei ruhigem Wetter kann man schwachen Wind feststellen, indem man einen Finger anfeuchtet und senkrecht in die Luft hält. Eine Seite des Fingers wird kühl; aus dieser Richtung weht der Wind. Erkläre diesen Vorgang!  
\*

[119.](lsgtherm.docx#t119) Warum kann man in einem Kupfertiegel nicht Eisen schmelzen?  
\*

[120.](lsgtherm.docx#t120) Wie schützt man das Kühlwasser im Motor eines PKW vor dem Gefrieren im Winter?  
\*

[126.](lsgtherm.docx#t126) Es ist bekannt, dass die Siedetemperatur des Wassers mit fallendem Druck ebenfalls kleiner wird. Warum nutzt man das nicht aus und baut Kochtöpfe, in denen die Luft abgepumpt wird? Das würde doch eine große Einsparung an Brennstoffen bedeuten.  
\*

[128.](lsgtherm.docx#t128) Lässt man Wasser auf eine sehr heiße Herdplatte tropfen, verdampft es nicht sofort, sondern bildet kleine Kugeln, die bis zu mehreren Minuten liegen bleiben und dabei langsam verdampfen. Wie ist das zu erklären?  
\*\*

[130.](lsgtherm.docx#t130) Bei beginnendem Frost gefriert feuchter Boden nicht so tief wie trockner. Woran liegt das?  
\*

[137.](lsgtherm.docx#t137) Wie bestimmt man die Höhe eines Berges mit Hilfe einer Heizplatte, eines Kochtopfes mit Wasser und eines genauen Thermometers?  
\*\*

[138.](lsgtherm.docx#t138) In einem geschlossenen Gefäß befinden sich einige Flüssigkeitstropfen unterschiedlicher Größe. Was passiert nach hinreichend langer Zeit?  
\*

[147.](lsgtherm.docx#t147) In einem Rundkolben wird Wasser zum Sieden gebracht und dann durch einen Stopfen verschlossen. Nun wird das Gefäß mit kaltem Wasser übergossen.   
Man erkennt, dass sich im Wasser wieder Siedebläschen bilden.   
Wie ist das zu erklären?  
\*\*  
[178.](lsgtherm.docx" \l "t178) Warum heißt ein Schnellkochtopf „Schnellkochtopf“?

a) Die Siedetemperatur im Topf ist geringer als in herkömmlichen Töpfen. Deshalb kocht es eher, also schneller.

b) Die Bezeichnung ist die Idee pfiffiger Topfverkäufer und eigentlich irreführend, da das Kochen immer gleich schnell geht.

c) Die Siedetemperatur im Topf ist höher und dadurch werden Speisen schneller gar.

d) Der Schnellkochtopf hat mehrere Etagen. Damit können mehrere Dinge gleichzeitig gekocht werden (Gemüse, Kartoffeln, Fleisch)

\*\*

[179.](lsgtherm.docx#t179) Warum sind die Kufen der Schlittschuhe so schmal?  
\*\*

\*[193.](lsgtherm.docx#t193) Um die spezifische Verdampfungswärme von Wasser experimentell zu bestimmen, wird eine Wassermenge der Anfangstemperatur 30°C unter gleichmäßiger Wärmezufuhr erhitzt. Dabei stellt man fest, dass sie nach 35 Sekunden zu sieden beginnt und nach weiteren 4,5 Minuten vollständig verdampft ist.  
Berechnen Sie die spezifische Verdampfungswärme von Wasser, wenn weiterhin bekannt ist, dass Wasser eine spezifische Wärmekapazität von 4,19 kJ/kg K hat. Die Verdunstung des Wassers wird vernachlässigt.

\*\*

\*[19](lsgtherm.docx" \l "t196)[6.](lsgtherm.docx" \l "t196)  Berechne die Energiemengen, die notwendig sind, um 100 g Eis zu schmelzen, dann von 0°C auf 100°C zu erwärmen und schließlich vollständig in Dampf umzuwandeln.  
Vergleiche diese Energiemengen.

\*\*

[197.](lsgtherm.docx#t197) Warum dauert es im Frühjahr zum Teil sehr lange, bis das Eis auf einem großen See vollständig geschmolzen ist?

[2](lsgtherm.docx" \l "t203)[0](lsgtherm.docx" \l "t203)[3.](lsgtherm.docx" \l "t203) Wenn im Winter Schnee liegt und so richtig klares Wetter ist, also kitschig blauer Himmel und furchtbar kalt, verschwindet trotzdem etwas von dem Schnee. Wieso ist das möglich, obwohl die Temperaturen nicht über 0°C ansteigen?

[208.](lsgtherm.docx#t208) Gerade an den heißen Sommertagen ist bei der Schreibtischarbeit ein Ventilator ganz angenehm. Warum kühlt ein Ventilator?  
  
a) Bewegte Luftteilchen haben eine niedrigere Temperatur als ruhende Luftteilchen, da sie thermische Energie in Bewegungsenergie umgewandelt haben..  
b) Der Ventilator bläst die warme Luft, die sich um den Körper herum bildet, weg. Dadurch wird die Verdunstung von Wasser beschleunigt, die dem Körper Wärme entzieht.

c) Durch den Sog der Luft entsteht um den Körper herum ein geringer Druck. Nach dem Gesetz von Amontons sinkt bei kleiner werdendem Druck die Temperatur.

\*

[215.](lsgtherm.docx#t215)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| In einem Gefäß befindet sich tauender Schnee. Ein Thermometer, das nur ein wenig im Schnee steckt, zeigt eine Temperatur von 0°C an. Nun werden auf den Schnee zwei Teelöffel normales Kochsalz gestreut. Was zeigt das Thermometer kurze Zeit später an?  a) Es zeigt weniger als 0°C an.  b) Es zeigt weiterhin 0°C an.  c) Es zeigt mehr als 0°C an. | |

[226.](lsgtherm.docx#t226) Wie kann es sein, dass man nach dem Baden im See friert, obwohl die Lufttemperatur deutlich höher als die Wassertemperatur ist?

[232.](lsgtherm.docx#t232) Auf der Raumstation ISS werden ab und zu Außenarbeiten notwendig. Die Kosmonauten ziehen einen Raumanzug an und steigen über eine Schleuse in den freien Weltraum aus.

Was würde passieren, wenn sie ein Gefäß voll Wasser mit hinaus nehmen und dieses draußen öffnen?

a) Das Wasser gefriert.

b) Das Wasser verdampft.

c) Der Wasser schwebt einfach weg.

[252.](lsgtherm.docx#t252) Zwei gleiche Thermometer hängen nebeneinander und zeigen beide etwa die gleiche Temperatur an. Am rechten Thermometer wird das Thermometergefäß mit Zellstoff umwickelt, der danach mit Spiritus getränkt wird. Der Spiritus stand lange genug neben der Versuchsanordnung und hat die Umgebungstemperatur.

Was zeigt das rechte Thermometer im Vergleich zum linken Thermometer einige Minuten nach dem Tränken des Zellstoffs an?

a) Es zeigt deutlich weniger an.

b) Es zeigt die gleiche Temperatur an.

c) Es zeigt deutlich mehr an.

\*[257.](lsgtherm.docx#t257) Mit Hilfe eines Spirituskochers sollen 500 g Eis von -2°C zu Wasser mit 90°C erhitzt werden. Wie viel Gramm Brennspiritus sind dafür mindestens notwendig, wenn bei dem Vorgang nur 60% der eingesetzten Energie effektiv genutzt werden?

Fehlende Werte sind einem Tafelwerk oder dem Internet zu entnehmen.

\*[258.](lsgtherm.docx#t258) Ein Schmied taucht zum Härten 4,0 kg glühenden Stahl mit einer Temperatur von 1150°C in einen Eimer mit 4,0 Liter Wasser von 20°C. Wie viel Wasser kann maximal verdampfen?

[267.](lsgtherm.docx#t267) Ein Babyschnuller sollte in den ersten sechs Lebensmonaten täglich durch Abkochen sterilisiert werden ([www.windeln.de](http://www.windeln.de)).

Dazu stellt man auf eine eingeschaltete Herdplatte (Heizleistung 1500 W) einen Topf mit 0,5 Liter Wasser der Temperatur 16°C. Der Wirkungsgrad der Herdplatte beträgt 70%.

**a)** Wie lange dauert es, bis das Wasser zu kochen beginnt? Gib die Zeit in Minuten und Sekunden an (z.B. 3 min 10s). (5)

**b)** Die Erfahrung sagt, dass man das Wasser auf der Herdplatte gern mal vergisst. Wie lange dauert es, bis die Hälfte des Wassers verdampft ist? (2)

Hinweise:

Der Einfluss der Schnuller im Wasser kann komplett vernachlässigt werden.



[277.](lsgtherm.docx#t277) Wie viel Gramm Eis von –12°C benötigen Sie, um 300 ml Tee von 25°C auf 4°C abzukühlen?

|  |  |
| --- | --- |
| Wärmemenge | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |
| [Formeln zum Thema](formeln.docx#wärme) | |

\*[11.](lsgtherm.docx#t11) Eine 10 cm dicke Eisschicht auf einem See wird durch Sonneneinstrahlung geschmolzen. Die an einem sonnigen Frühlingstag einfallende Sonnenenergie beträgt 4 kWh/m². Davon werden 20% von der Eisschicht absorbiert, der Rest wird zurückgestrahlt. Wie viele Sonnentage sind erforderlich, um das Eis zu schmelzen? (Dichte von Eis 900 kg/m³)  
\*\*\*

\*[1](lsgtherm.docx" \l "t13)[3.](lsgtherm.docx" \l "t13) Mit einem Tauchsieder wird 1 Liter Wasser bei konstantem Druck erwärmt. Dabei werden aber nur 80% der dem Netz entnommenen Energie zur Energiezufuhr an das Wasser genutzt.  
 Welche elektrische Leistung muss der Tauchsieder haben, wenn innerhalb von 15 Minuten das Wasser von 10°C auf die Siedetemperatur 99,63°C gebracht werden soll?  
\*\*

\*[15.](lsgtherm.docx#t15) Der Kessel einer Heißwasseranlage enthält 100 l Wasser. Berechnen Sie die Wärme, die erforderlich ist, um diese Wassermenge von 20°C auf 82°C zu erwärmen!  
\*\*

\*[16.](lsgtherm.docx#t16) Ein Eisenbahnzug aus 40 Waggons hat die Masse 2 500t. Er wird von der Geschwindigkeit 72 kmh-1 bis zum Stillstand abgebremst. Jeder Waggon hat vier Räder und der Bremsmechanismus aus Stahl an jedem Rad hat eine Masse von 20 kg.   
Berechnen Sie die Temperaturerhöhung der Bremsteile, wenn angenommen wird, das beim Vorgang des Bremsens keine Wärme an die Umgebung übertragen wird.  
\*\*\*

\*[17.](lsgtherm.docx#t17) Ein Mauerstein mit der Masse 2,4 kg fällt aus einer Höhe von 26 m herab und trifft mit einer Geschwindigkeit von 18 ms-1 auf der Erdoberfläche auf. Berechnen Sie die Temperaturerhöhung, die durch die Umwandlung von mechanischer Energie während des Fallens durch Reibung in Wärme hervorgerufen wird. (Die Energieabgabe an die Umgebung wird vernachlässigt.)  
\*\*

\*[22.](lsgtherm.docx" \l "t22) In einem Gefäß befindet sich eine Mischung aus 50g Eis und 1,00 kg Wasser mit der Temperatur 0,0 °C. Mittels eines Tauchsieders, dessen Leistung 500 W beträgt, wird Wärme so zugeführt, dass Wasser mit der Temperatur 20 °C entsteht.   
Wie lange dauert dieser Vorgang, wenn 80 % der elektrischen Energie in Wärme umgesetzt werden und der Einfluss des Gefäßes vernachlässigt werden kann?  
\*\*\*

[23.](lsgtherm.docx#t23) Ein Werkstück aus Stahl wird auf einer Drehmaschine bearbeitet. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 24 m min-1. Der Drehmeißel erfährt tangential zur Oberfläche des Werkstücks eine Kraft von 2,5 kN. Der Span hat einen kreisrunden Querschnitt.  
a) Welche Leistung muss für das Zerspanen aufgebracht werden?  
b) Wie groß ist die in einer Minute verrichtete Arbeit?  
c) Die Hälfte der verrichteten Arbeit soll sich als Erhöhung der inneren Energie des Drehspans auswirken. Welche Temperaturerhöhung erfährt der Span? (Spanquerschnitt 1 mm2)?  
\*\*\*

\*[2](lsgtherm.docx" \l "t27)[7.](lsgtherm.docx" \l "t27) Ein Gefäß mit einer Wärmekapazität 200 J K-1 ist mit 2,0 kg Wasser der Temperatur 20 °C gefüllt.   
Kann dieses Wasser zum Sieden gebracht werden, wenn unter dem wassergefüllten Gefäß in einem Kocher 50 g Benzin vollständig verbrannt werden und man annimmt, dass die Hälfte der bei der Verbrennung auftretenden Wärme dazu genutzt werden kann?  
(Der Heizwert des Benzins ist 4,4 \* 104 kJ kg-1.)  
\*\*\*

\*[70.](lsgtherm.docx#t70) In einem Becherglas befinden sich 500 ml Wasser der Temperatur 20 °C. Mit einem Tauchsieder (Leistung 100 W) wird das Wasser 10 min lang erwärmt. Dabei werden 80% der elektrischen Arbeit als Wärme an das Wasser abgegeben.   
Berechnen Sie die auftretende Temperaturerhöhung sowie die Volumenänderung des Wassers.  
\*\*

\*[74.](lsgtherm.docx#t74) Wie viel Liter Wasser von 96°C können je Minute einem elektrischen Heißwasserbereiter entnommen werden, wenn dieser 1,6 kW aufnimmt, einen Wirkungsgrad von 85% hat und das Wasser die Anfangstemperatur 14°C hat?  
\*\*

[77.](lsgtherm.docx#t77) Bei normalem Luftdruck und einer Temperatur von 0°C befinden sich in einem Gefäß 250g Wasser und 150g Eis. Eis und Wasser sollen solange erwärmt werden, bis das Wasser vollständig verdampft ist. Dazu wird eine Kochplatte mit einem elektrischen Widerstand von 150 Ohm genutzt, die an eine Netzspannung von 230 V angeschlossen ist. Der Wirkungsgrad beträgt 0,40.  
Wie lange dauert der Prozess?  
\*\*\*

|  |  |
| --- | --- |
| [8](lsgtherm.docx" \l "t86)[6.](lsgtherm.docx" \l "t86) Nach einer arbeitsreichen Woche gibt es nichts, was mehr entspannt als ein schönes heißes Bad. Was kostet eigentlich eine volle Badewanne? Die Badewanne hat folgende Maße: Tiefe 60 cm, Höhe 40 cm, Breite unten 100 cm, Breite oben 160 cm. Die Wanne ist symmetrisch, also von der Seite betrachtet ein gleichschenkliges Trapez.  Das Wasser wird 30 cm hoch in die Wanne eingefüllt und hat eine Temperatur von 40 °C. Es wird in einer Gasheizung erwärmt und strömt mit 12 °C in die Heizanlage. Eine kWh Heizgas kostet 3,5 Cent, ein Kubikmeter Wasser (incl. Abwasser) kostet 4,50 €. Der Wirkungsgrad der Anlage wird mit 80 % angenommen. \*\*\* |  |

[87.](lsgtherm.docx#t87) Erkläre die Begriffe thermische Energie und Wärme. Warum kann man in der Physik auf den Begriff Kälte verzichten?  
\*\*

[88.](lsgtherm.docx#t88) Beschreibe ein Beispiel aus Natur oder Technik, bei dem die große spezifische Wärmekapazität von Wasser eine wichtige Rolle spielt.  
\*

\*[89.](lsgtherm.docx#t89)  Welche Wärme ist notwendig, um 400 ml Wasser auf einem Spirituskocher von 20°C auf 95°C zu erwärmen?   
In dem Kocher befinden sich noch 10 ml Spiritus. Reicht diese Menge zum Erwärmen des Wassers aus?  
(Heizwert Spiritus 32 MJ/l)  
\*\*

[98.](lsgtherm.docx#t98) Drei Metallzylinder aus Aluminium, Eisen und Kupfer haben gleichen Durchmesser und gleiche Masse. Sie werden im Wasserbad auf etwa 100°C erhitzt und dann auf einen Block Stearin gesetzt, der unter ihnen schmilzt. Welcher Metallzylinder sinkt am tiefsten ein?  
\*

[100.](lsgtherm.docx#t100) Welchen Einfluss hat es auf die Temperatur in der Küche, wenn der Kühlschrank mit offener Tür betrieben wird?  
\*\*

[104.](lsgtherm.docx#t104) Der Golfstrom transportiert in jeder Sekunde rund 108 m³ Wasser an die Küsten Europas. Seine Temperatur ist im Winter um ungefähr 10°C höher als die Temperatur des übrigen Meerwassers.  
a) Wie viel zusätzliche Energie transportiert der Golfstrom sekündlich nach Europa?  
b) Wie viel Großkraftwerke mit jeweils 1 GW wären erforderlich, um die gleiche Leistung zu erbringen?  
\*\*

[105.](lsgtherm.docx#t105) Ein Schwimmbad mit der Grundfläche 4m x 8m und der Tiefe 2m kühlt in jeder Nacht um 1°C ab und wird täglich wieder aufgeheizt.  
a) Wie viel Kilowattstunden elektrische Energie sind dazu erforderlich?  
b) Wie viel Wasser muss in einem Wasserkraftwerk eine Höhe von 100m durchfallen, um die täglich für die Schwimmbadheizung benötigte Energie bereitzustellen?  
\*\*

[111.](lsgtherm.docx#t111) Ein Gefäß ist randvoll mit Speiseöl gefüllt. Wie ändert sich Masse und Volumen des Gefäßinhalts wenn  
a) dem Öl Wärme entzogen  
b) dem Öl Wärme zugeführt wird.  
\*

[112.](lsgtherm.docx#t112) Trockenes Holz hat einen Heizwert von 15 MJ je kg. Wie viel Wasser (Anfangstemperatur 15°C) kann man beim Verbrennen von 5 kg Holz zum Sieden bringen, wenn die Wärme des Holzes vollständig an das Wasser abgegeben wird.  
Wie viel Wasser kann man zum Sieden bringen, wenn der Wirkungsgrad der Wärmeübertragung 25 % beträgt?  
\*\*

[123.](lsgtherm.docx#t123) Ich bin sehr in Eile, möchte aber vor dem Weggehen noch eine Tasse Kaffee mit Sahne trinken. Wie muss ich verfahren, damit sich der Kaffee möglichst schnell abkühlt: sofort die kalte Sahne zugießen und dann fünf Minuten warten oder zuerst fünf Minuten warten und dann die Sahne zugeben?  
\*\*

[127.](lsgtherm.docx#t127) Jemand erfuhr von drei Erfindungen: Die Anwendung der ersten Erfindung versprach eine Brennstoffeinsparung von 30%, die zweite Erfindung ließ eine Einsparung von 25% hoffen, während die praktische Nutzung der dritten Erfindung sogar eine Brennstoffeinsparung von 45% erwarten ließ.   
Der Erfinder entschloss sich, eine solche Maschine zu bauen, in der alle drei Erfindungen genutzt werden und rechnete dabei mit einer Brennstoffeinsparung von 30%+25%+45%=100%.   
Sind diese Überlegungen richtig?  
\*\*

\*[136.](lsgtherm.docx#t136) Ein PKW verbraucht bei einer Autobahnfahrt in einer Stunde 8,5 l Benzin. Der Motor entwickelt dabei eine Leistung von 18 kW. (Das ist nicht die in den Papieren angegebene Leistung, die wird nur benötigt, wenn der Motor maximal arbeitet)  
Wie groß ist der Wirkungsgrad? (Heizwert 35 MJ/l)  
\*\*

\*[140.](lsgtherm.docx#t140) Die Sonne strahlt auf 1 m² Fläche pro Tag im Mittel die Energie von 10 MJ. Wie viel Liter Heizöl (Heizwert 42 \* 10 3 kJ / kg, Dichte 0,85 g/cm³), müsste man verbrennen, damit die Energie frei wird, die die Sonne im Jahr auf eine Fläche von 20 m² strahlt?  
\*\*

\*[141.](lsgtherm.docx#t141) In einem Kernkraftwerk muss pro Sekunde die Energie von 1500 MJ als „Abwärme“ abtransportiert werden. Wie viel Kubikmeter Wasser sind dazu erforderlich, wenn die Temperatur des Wassers nur um 5 K steigen darf?  
Wie viel Wasser muss in einer Stunde fließen?  
\*\*

[142.](lsgtherm.docx#t142) Weshalb ist bei der Kolbendampfmaschine und auch bei der Dampfturbine der austretende Dampf grundsätzlich wesentlich kälter als der eintretende?  
\*

[143.](lsgtherm.docx#t143) Ein Automotor leistet 40 kW und bewegt damit ein Fahrzeug mit der Geschwindigkeit 120 km/h. Welche Wärmeleistung muss man ihm zuführen, wenn sein Wirkungsgrad 35% beträgt? Wie viel Liter Benzin benötigt der Motor je Stunde, wie viel je 100 km? (Heizwert von Benzin: 46 MJ/l)  
\*\*

[155.](lsgtherm.docx#t155) Eine Aluminium- und eine Kupferkugel besitzen die gleiche Masse und die gleiche Temperatur (90 oC). Beide werden auf eine Eisplatte mit einer Temperatur von 0oC gelegt. Unter welcher der beiden Kugeln schmilzt mehr Eis?   
**Begründe** die Antwort anhand einer Formel!  
\*

[157.](lsgtherm.docx#t157) Ein Zimmer hat ein Volumen von 60 m³ und soll um von 15°C auf 20 °C erwärmt werden. Welche Wärme ist dazu notwendig, wenn 20% der zugeführten Wärme an die Wände und die Umwelt abgegeben werden?  
(1 m³ Luft hat eine Masse von 1,3 kg, die spezifische Wärme von Luft beträgt )  
\*\*  
\*[175.](lsgtherm.docx#t175) In einem Glas befinden sich 200 ml Mineralwasser (oder ein anderes Getränk) mit einer Temperatur von 20°C. Wie viele Eiswürfel sind mindestens notwendig, um das Getränk auf eine Temperatur unter 8°C abzukühlen? Jeder Eiswürfel besteht aus 10g Eis mit einer Temperatur von -15°C. Der Wärmeaustausch mit der Umgebung wird vernachlässigt.  
(spezifische Wärmekapazität von Wasser: 4,19 KJ kg-1 K-1,   
spezifische Wärmekapazität von Eis: 2,09 KJ kg-1 K-1,   
spezifische Schmelzwärme von Eis: 334 KJ kg-1)   
\*\*  
\*[176.](lsgtherm.docx#t176) In einem Klassenraum der Größe 7m x 4m x 4m herrscht eine Temperatur von 15°C. Eine halbe Stunde vor Unterrichtsbeginn wird in die Klasse ein elektrischer Heizer gestellt. Durch diesen Heizer fließen bei eingeschalteter Heizung 8A, bei ausgeschalteter Heizung (nur Lüfter) 0,1A. Die anliegende Spannung beträgt 218V. Wie groß ist der Wirkungsgrad dieser Heizung, wenn zu Beginn der Unterrichtsstunde die Temperatur 17°C beträgt.  
\*\*  
\*[186.](lsgtherm.docx#t186) Eine zylindrischer Bierwärmer (öster.: Bierstagel) hat eine Höhe von 16 cm, einen Durchmesser von 3 cm und wird mit Wasser von 80°C gefüllt. Stellt man ihn in ein Glas Bier, in dem sich ein halber Liter Bier von 8°C befinden, steigt die Temperatur in dem Bier bis auf 17°C an, Wie groß ist der Wirkungsgrad des Bierwärmers?  
\*\*

\*[191.](lsgtherm.docx#t191) Der tägliche Energiebedarf eines Schülers beträgt rund 10 MJ. Wie viel Liter Wasser könnte man damit von 20°C auf 100°C erwärmen (Verluste ausgeschlossen)?

\*\*

\*[192](lsgtherm.docx#t192).

Durch eine elektrische Kochplatte werden 500 ml Wasser von 18°C in 5,0 min zum Sieden gebracht. Durch Erwärmung der Kochplatte und durch Wärmeabgabe an die Umgebung gehen 2/3 der Leistung „verloren“, d.h. der Wirkungsgrad η beträgt also 33,3%. Welche Leistung muss die Kochplatte haben?

\*\*

\*[198.](lsgtherm.docx#t198) Wenn an wolkenlosen Sommertagen die Sonne zehn Stunden lang scheint, dann ist insgesamt eine Energie von 18 MJ pro m² eingestrahlt worden. Um wie viel erhöht sich dadurch die Temperatur im Schwimmbecken mit einer Tiefe von 2,5 m und im Planschbecken mit einer Wassertiefe von 40 cm?

\*\*

\*[2](lsgtherm.docx" \l "t204)[0](lsgtherm.docx" \l "t204)[4.](lsgtherm.docx" \l "t204)

|  |  |
| --- | --- |
| Dieser Wasserkocher hat eine elektrische Leistung von 2300 W. Wenn man einen halben Liter Wasser mit 16°C zum Kochen bringen will, benötigt man 1 Minute und 50 Sekunden.  Welchen Wirkungsgrad hat der Kocher? |  |

\*[209.](lsgtherm.docx#t209) In einem Dampfkraftwerk werden in jeder Minute 1,5 t Dampf von 100°C aus Wasser von 75°C erzeugt. Berechnen sie die Wärmeenergie und die Wärmeleistung der Dampferzeugungsanlage. Berechnen Sie, wie viel Erdgas stündlich bei einem Wirkungsgrad von 65% eingesetzt werden müsste.

Der Heizwert von Erdgas liegt bei .

\*\*

\*[221.](lsgtherm.docx#t221) In einem Wasserwerk müssen pro Stunde 1000 m³ Wasser um 50 m in die Höhe gepumpt werden. Die Pumpe wird von einem Dieselmotor angetrieben, der dafür 40 l Dieselkraftstoff benötigt. Wie groß ist der Wirkungsgrad der Anlage?  
Der Heizwert von Diesel beträgt  und die Dichte .

\*\*

\*[222.](lsgtherm.docx#t222) Die Brennstoffausnutzung im Schmiedefeuer ist sehr schlecht, da ein großer Teil der erzeugten Wärmemenge in den Rauchgasen oder als Strahlungswärme verloren geht.

Wie viel Kohle (Anthrazit, Körnung Nuss 3, Heizwert 32 500 kJ/kg) ist erforderlich, um 1 kg Stahl von 20°C auf Hellrotglut bei 1000°C zu erhitzen. Die Wärmeausnutzung beträgt 4%. Stahl hat eine Wärmekapazität von 0,47 kJ/(kg\*K).

\*\*

[2](lsgtherm.docx" \l "t227)[2](lsgtherm.docx" \l "t227)[7](lsgtherm.docx" \l "t227). Die spezifische Wärmekapazität von trockenem Sand beträgt 0,84 kJ/(kg\*K).

a) Vergleiche diese Größe mit der Wärmekapazität von Wasser.

b) Begründe damit die hohen Temperaturschwankungen in Wüstengebieten im Unterschied zu Gebieten am Meer.

[231.](lsgtherm.docx#t231) Der ICE hat eine Masse von 304 t, er fährt mit einer Geschwindigkeit von 300 km/h. Beim Abbremsen ist eine Energierückgewinnung in den Fahrdraht möglich. Dies erfolgt mit einem Wirkungsgrad von 50%. Wie viele Hausfrauen können mit der zurück gewonnenen Energie einen Topf mit 2 Liter Wasser von 20°C zum Kochen bringen, wenn der Zug bis zum Stillstand abgebremst wird? (c = 4200 J/(kg\*K))

[235](lsgtherm.docx" \l "t235). Als Tom im Sommer nach zwei sehr kühlen Tagen wieder ins Schwimmbad kommt, wundert er sich, dass das Wasser noch fast genau so warm ist wie vor den beiden Tagen. Welche physikalische Begründung gibt es dafür?

\*[2](lsgtherm.docx" \l "t236)[36.](lsgtherm.docx" \l "t236) Ein elektrischer Wasserkocher hat eine Leistung von 2000 W. 70% der Energie, die der Kocher abgibt, werden an der Wasser abgegeben, der Rest geht verloren.

Wie lange dauert es, bis ein halber Liter Wasser von 20°C auf 95°C erhitzt wird?

\*\*

[237.](lsgtherm.docx#t237) Die Grundgleichung der Wärmelehre lautet:



Beschreibe ein Experiment, mit dem der Zusammenhang zwischen der zugeführten Wärme und der Temperaturänderung nachgewiesen werden kann.

(konst. Größen, Messgrößen, Messung, Auswertung)

[238.](lsgtherm.docx#t238) Welche Wärme ist notwendig, um die 150 Liter Wasser für eine Badewanne von 14°C auf 38°C zu erwärmen?

Was kostet der Spaß, wenn man für 1000 kJ Energie etwa 5 Cent an das Gaswerk zu zahlen hat?

[239](lsgtherm.docx" \l "t239). Auf dem Tisch stehen zwei Tassen, ein aus Porzellan und die andere aus Stahl (Edelstahlbecher). Beide Tassen haben die gleiche Masse und die gleiche Temperatur. Jetzt wird aus einer Kanne in jede Tasse die gleiche Menge heißer Tee gegossen. Nach einer kurzen Zeit prüft man die Temperatur des Tees. Welche Aussage ist richtig?

a) Der Tee in der Porzellantasse ist kühler.

b) Der Tee hat in beiden Tassen die gleiche Temperatur.

c) Der Tee in dem Edelstahlbecher ist kühler.

\*[234.](lsgtherm.docx#t243) In einem Kalorimetergefäß befinden sich 150 g Wasser mit einer Temperatur von 16,2°C. Es wird ein Aluminiumkörper mit 55,37 g hineingegeben, der vorher in einem Wasserbad auf 99,5°C erwärmt wurde. Nach kurzer Zeit haben der Alukörper und das Wasser eine gemeinsame Temperatur von 22,3°C. Wie groß ist die spezifische Wärmekapazität von Aluminium?

[259.](lsgtherm.docx#t259) Eine Tasse mit heißem Tee steht bei Zimmertemperatur auf einem Tisch und kühlt ab. Nach jeweils 10 min wird die Temperatur gemessen:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t in min | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
|  | 90 | 55 | 38 | 28 | 24 |

a) Stelle in einem Diagramm den Zusammenhang zwischen der Zeit und der Temperaturänderung dar.  
b) Untersuche, ob zwischen der Zeit und der Temperaturänderung ein proportionaler Zusammenhang besteht. Begründe dein Ergebnis.  
c) Vergleiche die Wärme, die der Tee an die Umgebung abgibt in der Zeitspanne von 10 min  bis 20 min und von 30 min bis 40 min.  
d) Beschreibe den Vorgang des Abkühlens mit den Begriffen thermische Energie, Temperatur und Wärme.

[264.](lsgtherm.docx#t264) Es soll die spezifische Wärmekapazität einer unbekannten Flüssigkeit bestimmt werden. Dazu wird in ein Glasgefäß 100 ml Wasser mit einer Temperatur von 19°C gegossen. Das Gefäß mit dem Wasser hat eine Masse von 186 g.

Zur Isolation wird das Gefäß in ein größeres Becherglas gestellt und eine elektrische Heizung im Wasser installiert.

Durch die Heizschlange fließt bei einer Spannung von 11,2 V ein konstanter Strom von 2,9 A. Nach 8 Minuten und 30 Sekunden hat sich das Wasser auf 39°C erwärmt.

Nun wird in das Gefäß geleert und 100 ml der unbekannten Flüssigkeit gegeben. Die Masse des gefüllten Glases beträgt jetzt 172 g.

In der gleichen Anordnung dauert es diesmal 9 Minuten und 38 Sekunden, bis sich die Flüssigkeit von 26°C auf 56°C erwärmt hat. Wie groß ist nun die spezifische Wärmekapazität dieser Flüssigkeit?

|  |
| --- |
| [273.](lsgtherm.docx#t273) Für das erste Gefäß, in dem sich 1 Liter Wasser mit 15°C Anfangstemperatur befinden, benötigt die eine Heizquelle 5 min, um es auf 25°C zu erwärmen.  Welche Endtemperaturen stellen sich bei allen anderen Wassermengen ein.  Hinweis: Das Gefäß gibt keine Wärme an die Umgebung ab. 2 Kerzen liefern die doppelte Wärme von einer Kerze. |
|  |

[280.](lsgtherm.docx#t280) Ein kleines Schwimmbecken hat eine Bodenfläche von 3,0 m² und ist mit 0,8 m³ Wasser gefüllt. Im Becken ist eine kleine, elektrische Heizung eingebaut.

Wird die Heizung eingeschaltet, erwärmt sich das Wasser in 1 Stunde um 1,5 K.

**a)** Berechne die Wärme, die zum Erwärmen des Wassers notwendig ist.

**b)** Durch eine ungünstige Konstruktion werden nur 50% der zugeführten Wärme zum Erwärmen des Wassers genutzt. Der Rest „verschwindet“ in der Luft und im Untergrund des Beckens.

Welche Wärme muss also wirklich zugeführt werden, damit sich das Wasser um 1,5 K erwärmt?

**c)** Wie groß muss die Leistung der Heizung wenigstens sein, um das Erwärmen in der vorgegebenen Zeit zu schaffen.

|  |  |
| --- | --- |
| Mischungsregel | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |
| [Formeln zum Thema](formeln.docx#wärme) | |

[12.](lsgtherm.docx#t12) Wie viel Wasser von 85°C und wie viel Wasser von 15°C sind zu mischen, damit man 200 l Wasser von 50°C erhält?  
\*

\*[24.](lsgtherm.docx#t24) In einem Gefäß befinden sich 0,5 kg Wasser der Temperatur 90 °C. Es wird eine doppelt so große Wassermenge der Temperatur 10 °C nachgefüllt. Bestimmen Sie die Mischungstemperatur. Die vom Gefäß aufgenommene Wärme wird vernachlässigt.  
\*

[25.](lsgtherm.docx#t25) In einem Behälter mit 80 l Wasser der Temperatur 25 °C soll soviel heißes Wasser der Temperatur 100°C gegossen werden, dass eine Mischungstemperatur von 36 °C entsteht. Die vom Gefäß aufgenommene Wärme wird vernachlässigt.  
Wie viel Liter heißes Wasser müssen zugegossen werden?  
\*

\*[26.](lsgtherm.docx" \l "t26) 6,2 kg Aluminium der Temperatur 85 °C werden in einen Stahlbehälter der Masse 1 kg gebracht, der mit 8 l Wasser gefüllt ist. Wasser und Behälter haben vor dem Eintauchen eine Temperatur von 15 °C.   
Welche Mischungstemperatur stellt sich ein, wenn keine Wärme an die Umgebung abgegeben wird?  
\*\*

\*[76.](lsgtherm.docx#t76) Welche Anfangstemperatur hat eine glühende Kupferkugel von der Masse 63 g, die, in 300 g Wasser von 18 °C geworfen, dieses auf 37 °C erwärmt?  
\*\*

[90.](lsgtherm.docx#t90) In einem Gefäß werden zwei Mengen Wasser unterschiedlicher Temperatur gemischt. Beschreibe diesen Vorgang mit den Begriffen thermische Energie und Wärme.  
\*\*

[156.](lsgtherm.docx#t156) 120 g Wasser mit der Temperatur 40°C werden mit 100 g Wasser der Temperatur 20 °C vermischt. Welche Mischungstemperatur ergibt sich?  
\*

[159.](lsgtherm.docx#t159) Ein glühender Nagel der Masse mN = 4 g wird in 100 g Wasser mit der Temperatur 18°C eingetaucht. Das Gefäß hat eine Wärmekapazität, die der von 10 g Wasser entspricht. Nach kurzer Zeit beträgt die Temperatur von Wasser, Nagel und Gefäß 22°C. Welche Temperatur hatte der glühende Nagel?  
\*\*\*

[160.](lsgtherm.docx#t160) Eine Porzellantasse (m=125g) mit der spezifischen Wärmekapazität von 0.8 kJ/Kg\*K hat Zimmertemperatur(20°C).Welche Endtemperatur ergibt sich, wenn man 100g Tee(wasser)von 80°C hineingießt?  
a) keine Wärmeabgabe an die Umgebung  
b) 20 Prozent der Energie werden an die Umgebung abgegeben.  
\*\*\*

\*[161.](lsgtherm.docx#t161) Erwärmt man 50 g Naphthalin in einem kleinen Plastikbeutel auf 79°C und taucht ihn, bevor das Naphthalin schmilzt, in 200 g Wasser von 20°C, so ergibt sich eine Mischungstemperatur von 23°C. Erwärmt man dasselbe Naphthalin im Wasserbad auf etwa 85°C und lässt es dann langsam bis zur Erstarrungstemperatur 79°C abkühlen, so ergibt die Wiederholung des Versuches mit flüssigem Naphthalin von 79°C die höhere Mischungstemperatur 31°C. Erklären Sie den Unterschied und ermitteln Sie aus den Versuchsdaten angenähert die spezifische Schmelzwärme von Naphthalin.   
\*\*\*  
\*[177.](lsgtherm.docx#t177)  Eine Badewanne soll mit 160l Badewasser von 37°C gefüllt werden. Es stehen kaltes Wasser mit 18°C und warmes Wasser mit 60°C zur Verfügung. Wie viel Liter warmes Wasser sind dafür nötig?   
\*\*  
\*[1](lsgtherm.docx" \l "t181)[81.](lsgtherm.docx" \l "t181) Bei kalorischen Messungen ist die Wärmekapazität C des Kalorimetergefäßes zu berücksichtigen. Diese gibt an, welche Wärme erforderlich ist, um die Temperatur des Gefäßes um ein Kelvin zu erhöhen.

Um die Wärmekapazität experimentell zu bestimmen, wird das Kalorimetergefäß mit Wasser der Masse mk gefüllt und die sich nach einer bestimmten Zeit einstellende konstante Temperatur Tk gemessen. Eine Wassermenge mw mit der höheren Temperatur Tw wird in das Kalorimeter gegossen und mit dem dort befindlichen Wasser vermischt. Nach einiger Zeit hat sich für alle Teilsysteme die Mischungstemperatur TM eingestellt. Setzt man voraus, dass bei diesem Experiment keine Wärme mit der Umgebung ausgetauscht wird, gilt für die Wärmekapazität des Kalorimetergefäßes  


a) Beschreiben Sie den Wärmeaustausch zwischen den drei Teilsystemen und stellen Sie die Energiebilanz für den gesamten Vorgang auf.

Leiten Sie daraus die obige Gleichung her.

b) Berechnen Sie aus den folgenden Messwerten die Wärmekapazität C.



\*\*\*

\*[1](lsgtherm.docx" \l "t188)[88.](lsgtherm.docx" \l "t188) 100g Eis (c=2,09 kJ/kg/K,spezif. Schmelzwärme s=334kJ/kg) wird in ein Messingkalorimeter (m=250g,c=0,385 kJ/kg/K) gebracht, das 300g Wasser von 90°C enthält. Es stellt sich eine Mischungstemperatur von 49°C ein. Welche Temperatur hatte das Eis?

\*[266.](lsgtherm.docx#t266) Ein guter Eintopf sollte auch nach dem Servieren auf dem Teller noch heiß sein. Deshalb bringt man nicht nur die Suppe heiß auf den Tisch, sondern wärmt auch die Teller an.

Die Suppe hat im Topf eine Temperatur von 85°C. Die Portion, die auf den Teller kommt, hat eine Masse von 400g und der Porzellanteller eine Masse von 500 g. Welche Anfangstemperatur muss der Teller haben, damit sich alleine durch den Temperaturausgleich zwischen Suppe und Teller eine Temperatur von 75°C einstellt? Die spezifische Wärmekapazität der Suppe entspricht der von Wasser, die des Tellers der vom Porzellan.



|  |  |
| --- | --- |
| Erster Hauptsatz | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |
| [Formeln zum Thema](formeln.docx#wärme) | |

\*[2.](lsgtherm.docx#t2) Luft mit einem Volumen von 0,5 m³ hat die Temperatur 20 °C und einen Druck 0,1 MPa. Welche Arbeit in kJ wird verrichtet, wenn bei gleichbleibendem Druck die Temperatur auf 150 °C erhöht wird?  
Stellen Sie diesen Vorgang in einem p-V-Diagramm dar.  
\*\*\*

\*[18.](lsgtherm.docx#t18) Von einer in einem Zylinder eingeschlossenen Luftmenge ist bekannt, dass sich bei einem Prozess ihr Volumen von Va = 10 dm3 auf Ve = 2 dm3 verringert, während der Druck einen Anstieg von pa = 0,1 MPa auf pe= 0,5 MPa erfährt. Die Temperatur soll sich nicht verändern. Wie groß ist die Volumenarbeit?  
\*\*\*

\*[45.](lsgtherm.docx#t45) Welche Arbeit ist aufzuwenden, um 12 m³ Druckluft von 12\*105 Pa herzustellen, wenn der Anfangsdruck 1,1\*105 Pa beträgt und die Temperatur konstant bleibt?  
\*\*\*

[46.](lsgtherm.docx#t46) Welcher Enddruck wird erreicht, wenn 500 m³ Luft vom Anfangsdruck 1,1\*105 Pa unter Aufwand von 20kWh isotherm verdichtet werden?  
\*\*\*

\*[47.](lsgtherm.docx" \l "t47) Ein Luftkompressor nimmt eine Leistung von 15 kW auf und verdichtet isotherm stündlich 200m³ Luft vom Anfangsdruck 1,12\*105 Pa. Welcher Enddruck wird bei einem Wirkungsgrad von 85 % erreicht?  
\*\*\*

\*[48.](lsgtherm.docx#t48) 1 dm³ Luft von 1\*105 Pa soll in zwei aufeinanderfolgenden Stufen isotherm auf 20\*105 Pa verdichtet werden. Welcher Druck muss in der ersten Stufe erreicht werden, damit in beiden Stufen die gleiche Arbeit verrichtet wird?  
\*\*\*

\*[91.](lsgtherm.docx#t91) In einem aufrecht stehenden Zylinder mit einem reibungsfrei beweglichen und dicht schließenden Kolben (Masse 0,5 kg, Querschnitt 40 cm²) befindet sich Luft. Diese wird vereinfacht als ideales Gas aufgefasst. Bei dem Außendruck 1013 hPa und der Temperatur 10 °C steht der Kolben zunächst in der Höhe h1 = 49,6 cm. Durch Zufuhr der Wärme 126 J erhöht sich die Temperatur auf 60 °C; gleichzeitig steigt der Kolben bis zur Höhe h2.  
Berechnen Sie aus diesen Angaben  
a) den Druck im Inneren des Zylinders;  
b) die Masse der eingeschlossenen Luft;  
c) die Höhe h2.  
\*\*\*\*

\*[162.](lsgtherm.docx#t162) Welche Arbeit verrichtet 15 kg Luft, wenn diese bei gleichbleibendem Druck von 20°C auf 150°C erwärmt wird?  
\*\*

\*[163.](lsgtherm.docx#t163) Welche Wärmemenge muss man einem Behälter mit 2,5 m³ Luft zuführen, damit der Druck von 2\*105 Pa auf 3\*105 Pa ansteigt? (cv = 718 J/(kgK))  
\*\*\*\*

[164](lsgtherm.docx#t164). Um welchen Betrag müsste die Wassertemperatur zunehmen, wenn sich die gesamte Energie eines 15 m hohen Wasserfalls in Wärme umwandeln würde?  
\*\*

\*[180.](lsgtherm.docx#t180) Durch Zufuhr von 400 kJ werden 300 l Luft bei konstantem Druck erwärmt. Wie groß ist der Druck, wenn sich das Volumen dabei verdoppelt?  
\*\*\*

\*[194.](lsgtherm.docx#t194) Es ist die Arbeit zu berechnen, wenn sich 40 l Sauerstoff, die unter einem Druck von 14 MPa stehen, isotherm auf einen Druck von 100 kPa entspannen.

\*\*\*

\*[195.](lsgtherm.docx#t195) Ein Luftvolumen von 1 m³ hat eine Temperatur von 18 ° C bei einem Druck von 101,3 kPa. Welche Arbeit wird abgegeben, wenn die Temperatur bei konstantem Druck auf 200°C erhöht wird.

\*\*

### Zweiter Hauptsatz

|  |  |
| --- | --- |
| Kreisprozesse | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |
| [Formeln zum Thema](formeln.docx#ideales_gas) | |

[4.](lsgtherm.docx#t4) In einem Ottomotor mit 1600 cm ³ Volumen wird ein Benzin-Luft-Gemisch auf den 100. Teil des ursprünglichen Volumens verdichtet und dann gezündet. Die Verbrennungstemperatur beträgt 600 °C. Die Abgase kühlen bei der darauf folgenden Expansion auf 80 °C ab und gelangen zum Auspuff. Welcher maximale Wirkungsgrad ist bei diesem Motor möglich?  
\*\*

|  |  |
| --- | --- |
| \*[5.](lsgtherm.docx" \l "t5) Das nebenstehende p-V-Diagramm zeigt den in einer speziellen Wärmekraftmaschine ablaufenden Kreisprozess. Die Maschine arbeitet mit 0,1 mol eines idealen einatomigen Gases. a) Das Volumenverhältnis ist V2/V1 = 4. Berechnen Sie T1. b) Zeichnen Sie ein V-T-Diagramm und ein p-T-Diagramm. c) Berechnen Sie für den Übergang 2-3 die Volumenarbeit. \*\*\*\* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| [31.](lsgtherm.docx" \l "t31) Der im p-V-Diagramm angegebene Kreisprozess eines idealen Gases soll qualitativ in das entsprechende V‑T‑Diagramm umgezeichnet werden.  \*\*\* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| [3](lsgtherm.docx" \l "t32)[2.](lsgtherm.docx" \l "t32) Der im p‑V‑Diagramm angegebene Kreisprozess eines idealen Gases soll qualitativ in das entsprechende p‑T‑Diagramm übertragen werden. \*\*\* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| [33.](lsgtherm.docx" \l "t33) Der aus dem V-T-Diagramm ersichtliche Kreisprozess eines idealen Gases soll qualitativ in das entsprechende p-V-Diagramm übertragen werden. \*\*\* |  |

|  |  |
| --- | --- |
| \*[34.](lsgtherm.docx#t34) Die obere Isotherme mit T1= 500 K des Carnotprozesses eines idealen Gases (κ = 1,4) verläuft zwischen den Zuständen p1 = 8 bar, V1 = 2 m³ und p2 = 4 bar, V2 = 4 m³. Zu berechnen sind die Größen p3, V3, p4, V4, wenn die untere Temperatur T3= 350 K beträgt, sowie die ausgetauschten Wärmemengen Q1 und Q2 und der thermische Wirkungsgrad. \*\*\*\* |  |

[3](lsgtherm.docx" \l "t35)[5.](lsgtherm.docx" \l "t35) Auf welchen Betrag ist die obere Arbeitstemperatur eines zwischen 40°C und 120°C arbeitenden Carnotprozesses zu erhöhen, damit sich der Wirkungsgrad verdoppelt?  
\*\*\*

[36.](lsgtherm.docx#t36) In einem Carnotprozess mit dem Wirkungsgrad 0,6 wird bei 900 K je Zyklus die Wärmemenge 2000 J zugeführt. Welche Wärmemenge wird abgeführt und bei welcher Temperatur geschieht dies?  
\*\*\*

\*[69.](lsgtherm.docx#t69) In einer Wärmekraftmaschine wird das in einem Zylinder befindliche Arbeitsgas Helium durch einen beweglichen Kolben abgeschlossen. Von außen wird das Gas abwechselnd beheizt und gekühlt. Dabei bewegt sich der Kolben periodisch hin und her und dreht eine Welle. Die folgenden Betrachtungen beginnen im Anfangszustand mit dem Druck 0,20 MPa, dem Volumen 150 cm³ und der Temperatur 300 K.  
a) Berechnen Sie die Masse des eingeschlossenen Heliums.  
b) Während eines vollständigen Arbeitszyklus durchläuft das Gas folgende Zustandsänderungen:  
1 -> 2 isochore Erwärmung auf 600 K  
2 -> 3 isotherme Expansion auf das doppelte Volumen  
3 -> 4 isochore Abkühlung auf die Anfangstemperatur  
4 -> 1 isotherme Kompression auf das Anfangsvolumen.  
Stellen Sie diese Zustandsänderungen in einem p-V-Diagramm dar.  
Berechnen Sie hierzu die fehlenden Drücke.  
c) Kennzeichnen Sie im p-V-Diagramm die vom Motor in einem Zyklus abgegebene mechanische Arbeit (Nutzarbeit) und berechnen Sie deren Betrag unter Verwendung der Gleichung .  
d) Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Motors als Verhältnis von Nutzarbeitsbetrag und während der Zustandsänderung 1 -> 2 sowie 2 -> 3 insgesamt zugeführten Wärme.  
\*\*\*\*  
[165.](lsgtherm.docx#t165) Erklären Sie, wie man mit einem p-V-Diagramm die verrichtete Arbeit bei einem Kreisprozess bestimmen kann  
\*\*  
\*[182.](lsgtherm.docx#t182) In einem abgeschlossenen Zylinder befindet sich Luft im Zustand A (0,20MPa,

5,0dm³, 30°C). Die Luft wird als ideales Gas betrachtet (cp = 1,010kJ·kg-1·K-1,

cV = 0,723kJ·kg-1·K-1).

Die Luft wird nacheinander den folgenden vier Zustandsänderungen unterworfen:

(I) isotherme Kompression auf den doppelten Druck zum Zustand B,

(II) isochore Temperaturerhöhung um 180 K zum Zustand C,

(III) isotherme Expansion auf den Anfangsdruck zum Zustand D und

(IV) isobar zurück in den Anfangszustand A.

a) Berechnen Sie die Masse der Luft sowie für die Zustände B, C und D jeweils

Druck, Volumen und Temperatur.

b) Skizzieren Sie das p(V)-Diagramm für den beschriebenen Kreisprozess.

c) Bestimmen Sie für die Zustandsänderung (I) die zugehörige Volumenarbeit, die

übertragene Wärme und die Änderung der inneren Energie.  
\*\*

\*[190.](lsgtherm.docx#t190)

|  |  |
| --- | --- |
| Ein ideales Gas durchläuft den im V(T)-Diagramm dargestellten Kreisprozess. Es ist bekannt:  a) Geben Sie die fehlenden Zustandsgrößen p, V und T für die Zustände (1), (2), (3) und (4) an. b) Skizzieren Sie das zugehörige p(V)-Diagramm und markieren Sie die Zustände (1) bis (4).  c) Begründen Sie, dass während der Zustandsänderung von (1) nach (2) Wärme zugeführt werden muss.  \*\*\*\* |  |

[2](lsgtherm.docx" \l "t205)[0](lsgtherm.docx" \l "t205)[5.](lsgtherm.docx" \l "t205)

Als man früh aus dem Haus gegangen ist, hat man doch versehentlich die Kühlschranktür offen gelassen. Man merkt es erst, als man nachmittags wieder nach Hause kommt. Wie hat sich die Temperatur im dem Raum im Vergleich zur geschlossenen Kühlschranktür verändert?

a) Die Temperatur ist kleiner geworden.

b) Die Temperatur hat sich nicht verändert.

c) Die Temperatur ist gestiegen.

\*[212.](lsgtherm.docx#t212) Ein Stirling-Motor arbeite mit 50 g Luft ()zwischen den Temperaturen und  sowie den Volumina  und .

|  |
| --- |
|  |
| **a)** Skizzieren Sie das V-p-Diagramm des Stirling-Motors. Erklären Sie seine Arbeitsweise anhand der Skizze und des Arbeitsdiagramms unter Nutzung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik. |

**b)** Berechnen Sie für die vier Zustände die Drücke und stellen Sie den Kreisprozess qualitativ in einem V-T- sowie einem T-p-Diagramm grafisch dar.

**c)** Berechnen Sie für einen Durchlauf die Änderung der inneren Energie, die mechanische Arbeit und die Wärme.

**d)** Zeigen Sie, dass sich für diesen Kreisprozess der thermodynamische Wirkungsgrad nach der Beziehung  ergibt und bestimmen Sie ihn.

\*\*\*\*\*

\*[213.](lsgtherm.docx#t213)

Eine abgeschlossene Gasmenge ist im Anfangszustand durch folgende Größen gekennzeichnet:



Beim Stirlingschen Kreisprozess werden von dem Gas nacheinander folgende Zustandsänderungen durchlaufen:

- isochore Erwärmung um 40 K

- isotherme Expansion auf 290cm³

- isochore Abkühlung auf die Anfangstemperatur

- isotherme Kompression auf den Anfangszustand

**a)** Ermitteln Sie Druck, Volumen und Temperatur nach jeder Zustandsänderung.

**b)** Zeichnen Sie ein V-p-Diagramm für diesen Kreisprozess. Berechnen Sie für jede isotherme Zustandsänderung mindestens zwei weitere Wertepaare.

**c)** Entscheiden Sie, ob nach Abschluss des Kreisprozesses das System insgesamt Arbeit abgegeben oder aufgenommen hat.

Begründen Sie Ihre Antwort.

**d)** Bestimmen Sie diese Arbeit.

**e)** Wie groß ist der thermische Wirkungsgrad dieses Prozesses?  
Geben Sie eine Möglichkeit an, den Wirkungsgrad zu vergrößern.

\*\*\*\*\*

\*[244](lsgtherm.docx#t244). Ein einatomiges ideales Gas der Stoffmenge 1,4 mol durchläuft einen 4-stufigen Kreisprozess aus isobaren und isochoren Zustandsänderungen. Zu Beginn hat das Gas sein kleinstes Volumen mit 750 cm³ und seinen größten Druck mit. Die erste Zustandsänderung ist eine isobare Expansion auf das doppelte Volumen. Es schließt sich eine isochore Abkühlung auf die Ausgangstemperatur an.

a) Benennen Sie die fehlende Zustandsänderung.

b) Ermitteln Sie für alle vier Zustände Druck, Volumen und Temperatur und stellen Sie diese in einer Tabelle dar.

c) Zeichnen Sie das p(V)-Diagramm des Kreisprozesses.

d) Berechnen Sie für jede Zustandsänderung die dabei verrichtete Volumenarbeit WV und die zugeführte bzw. abgegebene Wärme Q.

Stellen Sie die Ergebnisse in einer Tabelle dar.

e) Zeichnen Sie in das p(V)-Diagramm die Isotherme für die Temperatur T1 ein. Geben Sie dazu mindestens 4 Wertepaare an.

f) Durch die Isotherme ergeben sich zwei Kreisprozesse:

Prozess A: 

Prozess B: 

Vergleichen sie die Nutzarbeiten und berechnen Sie die Wirkungsgrade beider Prozesse.

\*\*\*\*\*

Hinweis: Für einatomige Gase gilt:

isobare Zustandsänderung: 

isochore Zustandsänderung: 

|  |  |
| --- | --- |
| [245.](lsgtherm.docx#t245) Erkläre mit Hilfe der Abbildung den Begriff Wirkungsgrad. |  |

[2](lsgtherm.docx" \l "t246)[46.](lsgtherm.docx" \l "t246)

|  |
| --- |
|  |
| In der Zeichnung ist die Reihenfolge der Takte eines Viertakt-Ottomotors durcheinander geraten.  a) Welche Takte sind jeweils dargestellt?  b) Gib die richtige Reihenfolge der Ziffern an. |

|  |  |
| --- | --- |
| [247.](lsgtherm.docx#t247) Benenne die sieben gekennzeichneten Teile eines 4-Takt-Ottomotors. |  |

|  |
| --- |
| [248](lsgtherm.docx#t248). |
| In den Bildern sind die p-V-Diagramme für 2 Kreisprozesse dargestellt. Welcher der beiden Prozesse gibt Arbeit ab und welcher nimmt Arbeit auf.  Begründen Sie Ihre Entscheidung ausführlich.  Nennen Sie für jeden Kreisprozess eine praktische Anwendung. |

\*[256.](lsgtherm.docx#t256) (Ph-LK 2011)

Ein einatomiges Gas durchläuft folgenden Kreisprozess:

1 2 Isotherme Kompression

2 3 Isobare Erwärmung

3 4 Isotherme Expansion

4 1 Isobare Zustandsänderung zum Anfangszustand

Dieser Kreisprozess wird mehrfach durchlaufen.

a) Skizzieren sie das p(V)-Diagramm für diesen Kreisprozess.

b) Eine Gasturbine realisiert diesen Kreisprozess mit 2000 Umläufen pro Minute. Es gilt:



Geben Sie tabellarisch Druck, Volumen und Temperatur für die Zustände 1 bis 4 dieses Kreisprozesses an.

c) Ermitteln Sie den Betrag der von dieser Gasturbine in einem Umlauf abgegebenen Nutzarbeit.

d) Geben Sie die Leistung der Gasturbine an.

[261.](lsgtherm.docx#t261) (LK 2014)

|  |
| --- |
| Die Abbildung zeigt das p(V)-Diagramm eines Stirling’schen Kreisprozesses. |
|  |

a) Skizzieren Sie qualitativ das zugehörige V(T)-Diagramm.

b) Begründen Sie unter Nutzung des 1. Hauptsatzes der Wärmelehre, dass die Wärme Q23 und Q41 betragsmäßig gleich sind.

c) Ermitteln Sie die bei einem Umlauf verrichtete Nutzarbeit W und die zugeführte Wärme Q12. Geben Sie den Wirkungsrad  an.

[263.](lsgtherm.docx#t263)

|  |  |
| --- | --- |
| Die Abbildung zeigt das p(V)-Diagramm eines Stirling'schen Kreisprozesses. Welches V(T)-Diagramm passt zu diesem Kreisprozess? |  |
| s | |

[265.](lsgtherm.docx#t265) (LK 2015)

Ein thermodynamischer Kreisprozess besteht aus genau einer isothermen, einer isobaren und einer isochoren Zustandsänderung des idealen Gases.

Zwei Kreisprozesse, die sich in der Abfolge der Zustandsänderungen unterscheiden, sind möglich.

a) Skizzieren Sie jeweils ein p-V-Diagramm für jede der beiden Möglichkeiten. Jeder der beiden Graphen wird im Uhrzeigersinn durchlaufen.

b) Einer der beiden Prozesse enthält eine Zustandsänderung (a), bei der die Zufuhr von Wärme ausschließlich zur Erhöhung der inneren Energie des Gases führt.

Die andere enthält eine Zustandsänderung (b), bei der die Volumenarbeit am Gas ausschließlich zur Abgabe von Wärme führt.

Wenden Sie die Gleichung des ersten Hauptsatzes auf diese beiden Zustandsänderungen an.

Kennzeichnen Sie die Zustandsänderungen (a) und (b) im jeweiligen Diagramm.

|  |  |
| --- | --- |
| [268.](lsgtherm.docx#t268) Das Bild zeigt das Energieflussschema von zwei unterschiedlichen Wärmekraftmaschinen. Die erste arbeitet zweistufig und kühlt ein Gas über zwei Stufen von 3000 K auf 1000 K ab. In der zweiten Maschine erfolgt dieser Vorgang in einem Schritt.  a)Geben Sie alle fehlenden Werte für , Q und W an.  b) Vergleichen Sie den Gesamtwirkungsgrad beider Maschinen. |  |

[275.](lsgtherm.docx#t275) (LK Sachsen 2007)

Ein Gas, das als ideal betrachtet wird, durchläuft nacheinander folgende Zustandsänderungen:

A → B: Das Gas mit dem Anfangsvolumen 1,0 dm³ dehnt sich isotherm auf das Fünffache aus und erreicht den Druck 0,10 MPa.

B → C: Das Gas gibt isobar die Wärme 0,65 kJ ab, die innere Energie des Systems sinkt dabei um 0,46 kJ.

C → A: Adiabatische Kompression, bis der Ausgangszustand erreicht ist.

**a)** Nennen Sie wesentliche Eigenschaften, die das Modell „Ideales Gas“ den Gasteilchen zuordnet.

**b)** Berechnen Sie den Druck des Gases für den Zustand A und das Volumen des Gases für den Zustand C.

**c)** Skizzieren Sie das zugehörige p(V)-Diagramm unter Verwendung der gegebenen und berechneten Werte.

**d)** Für die Zustandsänderungen B → C und C → A gilt: . Begründen Sie diese Aussage.

**e)** Der Inhalt der von dem Graphen der Zustandsänderung im p(V)-Diagramm eingeschlossenen Fläche ist ein Maß für den Betrag der vom Gas während eines Zyklus (A → B → C → A) insgesamt verrichteten mechanischen Arbeit. Bestimmen Sie diese Arbeit.

|  |  |
| --- | --- |
| [278.](lsgtherm.docx#t278) (LK Sachsen 2021, ohne Hilfsmittel)  Ein ideales Gas befindet sich in einem geschlossenen System im Zustand 1. Das Gas durchläuft nacheinander die Zustandsänderungen 1 → 2 und 2 → 3 (isotherm). Die Abbildung zeigt das zugehörige p(V)-Diagramm.  Für das ideale Gas gilt: |  |

**a)** Nennen Sie eine Formulierung des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik und wenden Sie den Satz auf die Zustandsänderung 2 → 3 an.

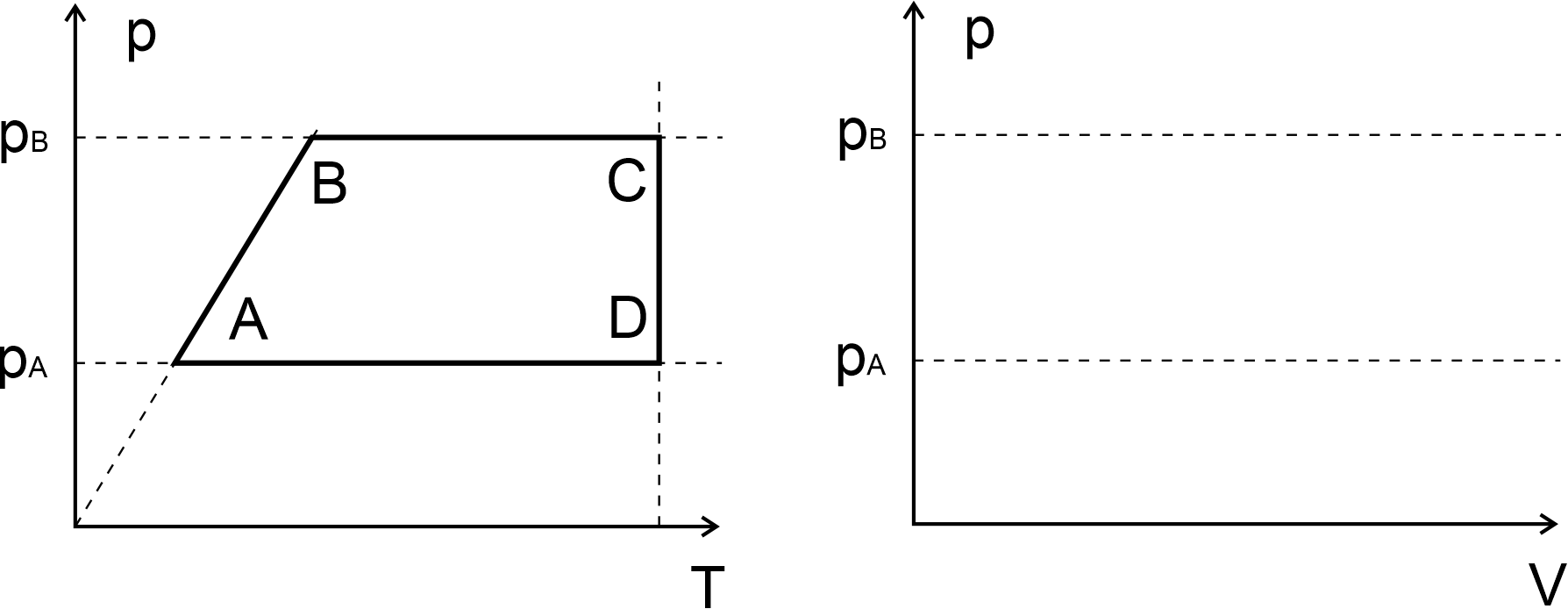
**b)** Vergleichen Sie die Beträge der Volumenarbeit W12 und W23. Entscheiden Sie, ob die jeweilige Volumenarbeit dem System zugeführt oder vom System abgegeben wird.

|  |  |
| --- | --- |
| **c)** Zeichen Sie das zugehörige V(T)-Diagramm.  Kennzeichnen Sie die Zustände 2 und 3 im Diagramm. |  |

[279.](lsgtherm.docx#t279) (LK Sachsen 2019, ohne Hilfsmittel)

Das ideale Gas durchläuft einen Kreisprozess A → B → C → D → A.

Das abgebildete p(T)-Diagramm zeigt die zugehörige Zustandsänderung.



**a)** Skizzieren Sie ein zugehöriges p(V)-Diagramm in das abgebildete Koordinatensystem. Tragen Sie die Zustände A, B, C und D ein.

**b)** Entscheiden Sie, ob bei diesem Kreisprozess mechanische Arbeit vom oder am System verrichtet wird.   
Kennzeichnen Sie den Betrag der Arbeit im p(V)-Diagramm.

**c)** Wenden Sie den ersten Hauptsatz der Thermodynamik auf die Zustandsänderung A → B an.

### Wärmeübertragung

|  |  |
| --- | --- |
| Allgemein | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |

[67.](lsgtherm.docx#t67) Auf manchen Dächern schmilzt im Winter der Schnee besonders schnell weg. Was kann man daraus für die Wärmedämmung des Hauses ableiten?  
\*

[68.](lsgtherm.docx#t68) Schnee schmilzt im Frühjahr unter dunklen Stellen, z.B. unter Schmutz, besonders schnell. Warum?  
\*

[122.](lsgtherm.docx#t122) Im Jahre 1860 fiel in Indien ein Meteorit. Er zeichnete hinter sich einen Feuerschweif, und der bis zur Weißglut erhitzte Körper fiel in einen Sumpf. Wie wunderten sich aber die herbeigeeilten Menschen, als sie an der Auftreffstelle des Meteoriten einen Eisblock fanden. Das "Himmelsfeuer" brachte also Eis in das tropische Indien.  
Wie kann man das erklären?  
\*

[129.](lsgtherm.docx#t129) Bei windstillem Wetter verträgt man den Frost besser als bei starkem Wind. Der Wind erhöht die Ausdünstung der Haut und kühlt sie ab. Demnach müßte in einer Wüste bei großer Hitze der Wind Abkühlung bringen. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass in heißen Wüsten die Menschen bei Wind viel mehr unter der Hitze zu leiden haben. Warum?  
\*\*

[144.](lsgtherm.docx#t144) Warum kann man sich z.B. in der Sauna längere Zeit in Luft von 90°C aufhalten, während ein Bad in Wasser von 50°C bereits unerträglich ist?  
\*

[145.](lsgtherm.docx#t145) Warum bildet frisch gefallener Schnee einen guten Schutz gegen Frostschäden bei nachfolgender starker Kälte?  
\*

[146.](lsgtherm.docx#t146) Erkläre, weshalb Glaswolle beim Hausbau ein bevorzugtes Isoliermaterial ist.  
\*

[170.](lsgtherm.docx#t170) Warum wärmt ein Federbett?  
\*

[210.](lsgtherm.docx#t210)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Von zwei Konservendosen gleicher Bauart (weil beide den gleichen Inhalt enthielten) wurden die Etiketten abgeweicht und eine Dose schwarz gestrichen. In beiden Dosen befindet sich die gleiche Menge Wasser mit einer Temperatur von 89°C. Die silberne Dose wird mit Alufolie und die schwarze Dose mit schwarzer Folie verschlossen und dann in Ruhe gelassen.  Nach etwa 45 min wird bei beiden Dosen die Temperatur des Wassers bestimmt. Was zeigen die Thermometer an? a) Das Thermometer in der silbernen Dose zeigt mehr an.  b) Beide Thermometer zeigen etwa die gleiche Temperatur an.  c) Das Thermometer in der schwarzen Dose zeigt mehr an. | |

[211.](lsgtherm.docx#t211) Ein Bekannter erzählte neulich von seiner Tochter. Sie hatte sich aus dem Tiefkühlschrank ein eingefrorenes Essen geholt und wollte den Auftauvorgang beschleunigen. Dazu hat sie die Dose mit dem Gefrorenen unter die Bettdecke gesteckt, unter der außer diesem Topf nichts war. Wie verläuft das Auftauen im Vergleich zum Auftauen neben der Bettdecke?

a) Das Essen taut schneller auf.

b) Das Essen taut genau so schnell auf.

c) Das Essen taut langsamer auf.

[2](lsgtherm.docx" \l "t223)[2](lsgtherm.docx" \l "t223)[3.](lsgtherm.docx" \l "t223) Ein Topf mit heißem Wasser kühlt allmählich ab. Messungen ergeben folgende Werte:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t in min | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
|  | 90 | 55 | 38 | 28 | 24 |

a) Stelle die Messwerte in einem Diagramm dar.

b) Nach welcher Zeit hat sich das Wasser auf 40°C abgekühlt?

c) Welche Temperatur hat das Wasser nach 25 min?

[228.](lsgtherm.docx#t228) Erkläre, warum sich viele Tiere mit einem dichten Fell im Winter schützen?

[229.](lsgtherm.docx#t229) Im Wetterbericht wird häufig zwischen der wirklichen und der gefühlten Temperatur unterschieden. Die gefühlte Temperatur ist dabei meistens kleiner als die wirkliche.

Erkläre, wieso zwei Temperaturen angegeben werden und wie der Unterschied entsteht.

[230.](lsgtherm.docx#t230) Physli wickelt jeden Morgen einen Schal um seinen Kaffeebecher. Was wird er wohl damit bezwecken? Führe ein Experiment durch um diese Frage beantworten zu können.

Verwende zwei gleich große Trinkgläser. Umwickle das eine Glas mit Aluminiumfolie und wickle es anschließend in einen Schal oder eine Wollsocke ein.

Fülle jetzt beide Gläser mit der gleichen Menge Wasser der Ausgangstemperatur 70°C. Experimentiere sehr vorsichtig, da das Wasser sehr heiß ist.

Miss nach 5 Minuten die Temperatur in beiden Gläsern und notiere die Messwerte. Wiederhole diese Messungen aller 5 Minuten bis du mindestens 10 Messwerte aufgenommen hast.

a) Schreibe die Messwerte übersichtlich in Form einer Tabelle auf!

b) Stelle die Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit für beide Gläser in **einem** Diagramm dar! (Verwende für die beiden Gläser unterschiedliche Farben!)

c) Vergleiche das Temperaturverhalten des Wassers in den beiden Gläsern und begründe, warum Physli jeden Morgen seinen Kaffeebecher umwickelt!

d) Nenne zwei praktische Anwendungen, bei denen man die im Versuch herausgefundenen physikalischen Erkenntnisse bewusst nutzt!

[253.](lsgtherm.docx#t253) Bei etwa 16°C Außentemperatur stehen 2 gleiche Gläser nebeneinander auf dem Tisch. Beide Gläser werden mit der gleichen Menge Wasser gefüllt. Im linken Glas hat das Wasser eine Temperatur von etwa 69°C und im rechten Glas von etwa 48°C.

Es wird so lange gewartet, bis das Wasser im linken Glas um 10 K, also auf etwa 59°C, abgekühlt ist. Welche Temperatur hat zu diesem Zeitpunkt das Wasser im rechten Glas?

a) Deutlich mehr als 38°C.

b) Etwa 38°C.

c) Deutlich weniger als 38°C.

|  |  |
| --- | --- |
| 260. Die jeweils gleiche Menge heißes Wasser wird in zwei nebeneinander stehende tiefe Teller gegeben. Die beiden Thermometer in den Tellern zeigen etwa die gleiche Temperatur an.  Nun wird auf den linken Teller eine dünne Schicht Speiseöl gegeben, so dass die Oberfläche des Wassers zum größten Teil bedeckt ist. Die Temperatur des Wassers in dem rechten Teller sinkt nach einer bestimmten Zeit auf etwa 40°C. Was zeigt zu diesem Zeitpunkt das Thermometer in dem linken Teller an?  a) deutliche weniger als 40°C.  b) etwa auch 40°C.  c) deutliche mehr als 40°C. |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Wärmeleitung | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |

[59.](lsgtherm.docx#t59) Die Henkel von Töpfen und Pfannen bestehen meist aus Holz oder Kunststoff. Begründe, warum dies sinnvoll ist!  
\*

[60.](lsgtherm.docx#t60) Die Platten von Elektroherden und die Böden der dazu gehörenden Kochtöpfe sollten ganz eben sein.  
a) Begründe, warum dies zweckmäßig ist!  
b) Warum sind Kochtöpfe mit gerillten Böden für Elektroherde wenig geeignet, jedoch für Gasherde gut zu verwenden?  
c) Warum besitzen gute Kochtöpfe eine Kupferschicht an der Unterseite?  
\*

[61.](lsgtherm.docx#t61) Will man Glasgefäße mit einer Flamme erhitzen, so sollte man unter das Gefäß ein Drahtnetz legen, damit das Glas nicht zerspringt. Erkläre, warum ein Drahtnetz das Zerspringen des Glases verhindern kann.  
\*\*

[62.](lsgtherm.docx#t62) Dicke Gläser können beim Eingießen heißer Getränke platzen.  
a) Woran könnte das liegen?  
b) Wie kann man ein Platzen der Gläser verhindern?  
\*

[63.](lsgtherm.docx#t63) Im Winter fühlen sich Körper aus Metall immer kühler an als Körper aus Holz, auch wenn sie beide dieselbe Temperatur haben. Erkläre!  
\*

[64.](lsgtherm.docx#t64) Bei sehr kühlem Wetter kann man entweder einen dicken Pullover anziehen oder mehrere dünnere Kleidungsstücke übereinander ziehen.  
a) Erkläre, wieso man sich dadurch warm halten kann!  
b) Bei welcher der beiden Möglichkeiten ist die Wärmeleitung zwischen Körper und Umwelt geringer? Begründe!  
\*

[21](lsgtherm.docx" \l "t216)[6.](lsgtherm.docx" \l "t216)

|  |  |
| --- | --- |
| In einem Topf mit Wasser befindet sich eine Kanne mit Kaffee. Die Kanne wurde so in den Topf gehangen, dass sie den Boden nicht berührt.  Nun wird unter dem Topf Feuer gemacht und das Wasser beginnt wenig später zu sieden, erkennbar an den aufsteigenden Dampfblasen.  Was passiert mit dem Kaffee in der Kanne?  a) Der Kaffe beginnt gleichzeitig mit dem Topf im Wasser zu sieden.  b) Der Kaffee beginnt einige Zeit nach dem Wasser ebenfalls zu sieden.  c) Er wird zwar sehr heiß, siedet aber auch dann nicht, wenn er lange in dem siedenden Wasser schwimmt.  (Quelle der Aufgabe: Otto Willi Gail, Wir plaudern uns durch die Physik) |  |

|  |  |
| --- | --- |
| [249.](lsgtherm.docx#t249) Zwei gleiche Eisblöcke werden, wie im Bild zu sehen, auf zwei Stuhllehnen gelegt, so dass sie in der Mitte frei schweben. Über die freie Stelle des einen Blockes wird eine Schlinge aus Stahldraht, über die des anderen eine Schlinge aus Nylondraht gelegt. Beide Drähte haben einen Durchmesser von 1,2 mm.  Jede Schlinge wird unten mit einem Stein beschwert, die Steine haben die gleiche Masse (2,6 kg). Die Umgebungstemperatur beträgt etwa 4°C, so dass die Eisblöcke über 24 Stunden durchhalten. |  |
| Nach einiger Zeit erkennt man, dass sich der Stahldraht durch das Eis hindurch bewegt. Unter dem Draht scheint das Eis zu tauen, über dem Draht gefriert es wieder. Nach etwa 22 Stunden fällt er unten heraus.  Wie verhält sich der Nylondraht?  a) Er wandert deutlich langsamer durch das Eis.  b) Er wandert etwa genau so schnell durch das Eis.  c) Er wandert deutlich schneller durch das Eis. |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Wärmeströmung | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |

[65.](lsgtherm.docx#t65) Heizkörper sollen in Wohnungen am besten unter den Fenstern angebracht werden. Erkläre, warum das sinnvoll ist!  
\*

[66.](lsgtherm.docx" \l "t66) An der Küste herrscht in der Regel windiges Wetter, selbst an den schönen Sommertagen. Dabei ist auffällig, dass der Wind am Tage fast immer von der See zum Land hin weht. In der Nacht dagegen weht er vom Land zur See. Dies ist vor allem der Fall, wenn es am Tage sehr heiß und in der Nacht kühl ist. Erkläre, wie diese unterschiedlichen Windrichtungen zustande kommen.  
\*

[214.](lsgtherm.docx#t214)

|  |  |
| --- | --- |
| Zwei brennende Kerzen stehen nebeneinander auf einem Tisch. Die eine Kerze ist deutlich größer als die andere.  Jetzt wird ein Glas über beide Kerzen gestülpt, so dass die Sauerstoffzufuhr von außen gestoppt wird.  Wie gehen die Kerzen aus?  a) Die große Kerze geht zuerst aus.  b) Beide Kerzen gehen etwa gleichzeitig aus.  c) Die kleine Kerze geht zuerst aus.  d) Über die Reihenfolge kann keine Aussage gemacht werden. |  |

### Kinetische Gastheorie

|  |  |
| --- | --- |
| kinetische Gastheorie | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |

[80.](lsgtherm.docx#t80) Wenden Sie die kinetisch-statistische Betrachtungsweise an.  
a) Interpretieren Sie die Größen Temperatur und Druck des idealen Gases.  
b) Erklären Sie, warum bei einer isothermen Expansion des idealen Gases der Druck sinkt.  
\*\*

[133.](lsgtherm.docx#t133) Wie viel Moleküle sind in 1 g Wasserstoff enthalten?  
\*\*\*

[135.](lsgtherm.docx#t135) In einem Labor wurde ein Hochvakuum erzeugt, so dass bei 20 °C noch ein Druck von 1,3 nPa herrschte.  
Wie viele Moleküle verblieben in einem Kubikmeter des Vakuumraumes?  
\*\*\*

### Weiteres

|  |  |
| --- | --- |
| Komplexe Aufgaben | [zum Inhaltsverzeichnis](#t0) |

\*[1.](lsgtherm.docx" \l "t1) In einem geschlossenen Behälter befindet sich Luft von 15 °C und 0,11 MPa. Durch Wärmezufuhr steigt der Druck auf 0,4 MPa. (cV = 0,718 kJ kg-1 K-1.)  
a) Skizzieren Sie den Prozess im p-V-Diagramm.  
b) Auf welche Temperatur wird die Luft im Kessel erwärmt?  
c) Welche Wärme wird je kg Luft zugeführt?  
\*\*\*

\*[19.](lsgtherm.docx#t19) Gegeben sind drei gleiche Luftmengen (Dichte der Luft 1,29 kg m -3). Für jede gilt: pa = 100 kPa, Va = 1,00 m3, Ta = 273 K. Die Luft wird als ideales Gas betrachtet.  
Die Temperatur der ersten Luftmenge wird um 273 K isobar erhöht, die der zweiten um 273 K isochor erhöht, die dritte Luftmenge wird isotherm auf das doppelte Volumen ausgedehnt.   
Berechnen Sie jeweils Druck, Volumen und Temperatur nach der Zustandsänderung.  
Zeichnen Sie die p-V-Diagramme der drei Zustandsänderungen.  
Berechnen Sie für die isotherme Zustandsänderung mindestens drei weitere Wertepaare.  
Bestimmen Sie für jede Zustandsänderung   
- die Volumenarbeit,  
- die Wärme und  
- die Änderung der inneren Energie.  
\*\*\*

\*[29.](lsgtherm.docx" \l "t29) In einem Luftvolumen von 1 m3 herrscht bei einer Temperatur von 273,15 K der Druck 0,1 MPa. Die Luft wird als ideales Gas betrachtet und hat eine Dichte von 1,29 kgm-3.  
a) Berechnen Sie die Masse der Luft.  
b) Welche Wärme ist erforderlich, die Luft isochor um 1K zu erwärmen?  
c) Welche Wärme muss zugeführt werden, um die Luft vom gleichen Ausgangszustand isobar um 1K zu erwärmen?  
d) Wie groß ist der Volumenzuwachs bei der isobaren Erwärmung?  
e) Welche Arbeit verrichtet die Luft bei isobarer Erwärmung?  
   
\*\*\*

[151.](lsgtherm.docx#t151) Friedbert hat für sich und seine Sippschaft (3 Kinder, Ehefrau, Oma, Opa und Erbtante Emmi) ein Haus gebaut. Vor 3 Tagen war Einzug.  
a) Natürlich wurden nur die besten Fenster eingebaut (Doppelglas, fast luftleerer Raum zwischen den Scheiben, Gummiabdichtung am Rahmen)  
Erkläre die Isolationswirkung der Fenster. (3 P)  
Nenne je einen Vorteil/Nachteil, der durch den Einbau entsteht. (2 P).  
b) Zur Einweihungsfeier werden 20 Gäste erwartet und Oma Frieda ist für Kaffee und Kuchen verantwortlich (leider auch vergesslich). Nur noch 10 min bleiben, um die 5 Liter Kaffee zu kochen. Und was macht Oma? Sie nimmt die kleinste Heizplatte mit 0,8 kW. Schafft sie es noch rechtzeitig? (6 P)  
c) Mama Ella liebt die Romantik. Im Wintergarten steht ein echter kleiner Springbrunnen und zerstäubt Wasser. Wunderhübsch! Aber Mama Ella hatte auch noch an etwas anderes gedacht, als sie sich den Springbrunnen wünschte. Kannst Du den Grund dafür nennen und erklären? (3 P)  
d) Amadeus ist der Erfinder in der Familie. Er hat ein „Volumen-Maximum-Thermometer“ erfunden. Um die Temperaturdifferenz zwischen Aufstehen und maximaler Temperatur am Tage (schließlich geht man ja nebenbei in die Schule) zu messen, füllt er morgens einen Behälter randvoll mit 300 ml Ethanol und liest am Thermometer eine Temperatur von 18°C ab. Die maximale Temperatur erfährt er über die aufgefangene Flüssigkeitsmenge von 2,6 ml.  
Wie hoch war die maximale Temperatur an diesem Tag? (4 P)   
Würde seine Apparatur auch im Winter funktionieren? Begründe! (2 P)  
e) Opa ist eine alte Schnapsdrossel und brennt seinen Schnaps selber. Beschreibe und erkläre den Vorgang. (4P)  
f) Tante Emmi ist von dem Durcheinander total geschafft. Zur Beruhigung läßt sie sich ein Bad ein, merkt aber zu spät, dass es nur kaltes Wasser ist. (50 l, 20°C). Wie viel heißes Wasser (60°C) muss sie zulassen, um in ihrer Lieblingsbadetemperatur von 36°C baden zu können?  
g) Am Abend gibt es mexikanische Bohnensuppe. Einfach köstlich. „Feinfrost-Rudi“ liefert pünktlich, tiefgekühlt und hygienisch verpackt. Heizi darf die Suppe tischfertig machen - d.h. die gefrorene Suppe (5 l, 0°C) bis zum kurzen Aufkochen erhitzen. Diesmal nimmt er aber die Turboheizplatte mit 4 kW.  
Wie viel Energie wird verwendet? (4P)  
Wie lange dauert es? (3P)  
Wie viel kostet es, wenn 1 kWh 11 Cent kostet?  
h) Am Abend ist es wunderschön, sternenklar und wolkenlos. Doch schon bald wird es zu kalt und die ganze Gesellschaft geht ins Haus.  
Warum kühlt es so schnell ab? (2P)  
Die Bezüge der Gartenmöbel sind am nächsten Morgen ziemlich feucht. Hatte es doch geregnet? Oder gibt es eine andere Erklärung? (2P)  
\*\*\*

[152.](lsgtherm.docx#t152) Prüfung 1998/1999

Ein Kupferstab mit dem Querschnitt 4,0 cm², dessen Temperatur 20°C beträgt, wird die Wärme 500 kJ zugeführt. Querschnittsänderungen werden vernachlässigt.  
a) Weisen Sie nach, dass die Längenänderung dieses Kupferstabes unter den gegeben Versuchsbedingungen unabhängig von seiner Ausgangslänge und von seiner Temperatur ist.  
b) Berechnen Sie die Längenänderung dieses Kupferstabes.  
c) Berechnen Sie die Mindestlänge, die dieser Stab haben müsste, um bei dieser Wärmezufuhr die Temperatur 150°C nicht zu überschreiten.  
(=1,6 \* 10-5 K-1; =8,96 gcm-3; c=0,39 kJ kg-1 K-1)  
\*\*\*

\*[1](lsgtherm.docx" \l "t153)[53.](lsgtherm.docx" \l "t153) Prüfung 1998/1999  
In einem geschlossenen System mit dem Volumen 30 l befindet sich Helium der Temperatur 20°C. Im System herrscht der Druck 200 kPa. Diese Gasmenge wird isotherm auf das Endvolumen 6,0 l komprimiert. Helium kann unter diesen Bedingungen als ideales Gas aufgefasst werden.  
a) Berechnen Sie die Masse des eingeschlossenen Gases.  
b) Berechnen Sie den Druck, unter dem die Gasmenge im Endzustand steht.  
c) Skizzieren Sie das p-V-Diagramm dieses isothermen Prozesses und ermitteln Sie die für die Kompression erforderliche Volumenarbeit.  
(RHe = 2077 J kg-1 K-1)\*\*\*

\*[199.](lsgtherm.docx#t199)

Im Universum gibt es interstellare Gas- und Staubwolken, in denen das Element Wasserstoff enthalten ist.

a) Ein Wasserstoffatom befindet sich im Grundzustand. Geben Sie den Betrag der Energie an, die mindestens auf das Hüllenelektron übertragen werden muss, um das Atom zu ionisieren.

Ein Photon der Frequenz überträgt seine Energie vollständig auf ein Elektron im Grundzustand. Berechnen Sie die Geschwindigkeit des heraus gelösten Elektrons.

Bestimmte Wolken bestehen aus Wasserstoffmolekülen. Die Temperatur der Wolken beträgt 25 K. In einem Kubikzentimeter befinden sich 500 Moleküle. Die Masse eines Moleküls beträgt 3,35\*10-27 kg.  
(spezifische Gaskonstante für Wasserstoff:)

b) Weisen Sie rechnerisch nach, dass der Druck in der Molekülwolke beträgt.

|  |
| --- |
| c) Eine Wolke verdichtet sich vom Zustand 1 ( innerhalb eines großen Zeitraums zum Zustand 2. Die Abbildung zeigt das p(V)-Diagramm der Verdichtung.  Berechnen Sie die Temperatur T2.  Ermitteln Sie die Volumenarbeit. |
|  |

\* [218.](lsgtherm.docx" \l "t218)

a) Ein Ballon hat das Volumen 2700m³. Die Luft im Ballon wird von 0,0°C auf 36°C erwärmt. Wie viel Luft entweicht?

b) Wie groß darf die Masse von Ballonfahrer, Korb und Hülle sein, wenn der Ballon gerade noch abheben soll. Dichte der ausströmenden Luft 1,0g/l.

c) In 5 km Höhe beträgt die Dichte der Luft nur 0,50 g/l. Angenommen Hülle, Korb und Last haben eine Masse von 500 kg. Welche Temperaturdifferenz zwischen Ballonluft und Außenluft ist nötig, um in 5 km Höhe zu fahren?

\*\*\*

[247.](lsgtherm.docx#t274) (LK 1994)

Ein Behälter ist oben durch einen reibungsfrei beweglichen Kolben der Masse 3,25 kg und der Querschnittsfläche 4,0 dm² abgeschlossen.

Im Behälter befinden sich im Ausgangszustand 40 Liter Helium (R = 2,077 kJ ⋅ kg-1 ⋅ K-1; cp  = 5,238 kJ ⋅ kg-1 ⋅ K-1) der Temperatur 20°C. Der äußere Luftdruck beträgt 101 hPa.

**a)** Zeigen Sie durch eine Berechnung, dass der Druck in dem Behälter 1021 hPa beträgt.

**b)** Leiten Sie, ausgehend von der Gleichung



eine Beziehung zur Berechnung der Dichte des Heliums her.  
Berechnen Sie die Dichte des Heliums in dem Behälter.

**c)** Durch Wärmeeinstrahlung erwärmt sich das Gas; dadurch wird der Kolben um 5,0 cm gehoben. Berechnen Sie die Temperaturerhöhung des Heliums.  
Berechnen Sie weiterhin die Wärme, die von außen zugeführt werden muss sowie die verrichtete Volumenarbeit.

**d)** Der Kolben wird nun isotherm in seine Ausgangslage zurückgeschoben. Berechnen Sie die dabei am System verrichtete Arbeit.