

Zweite Abteilung:

Wärme.

1. Vergleichung zweier Thermometer zwischen 0° und 100° .

a) Man füllt den Topf mit Wasser, das man durch Hinzufügen von Eis oder Schnee bis nahe an 0° abgekühlt hat, und setzt ihn auf den Dreifuß. Dann verbindet man die beiden zu vergleichenden Thermometer durch 2 übergestreifte schmale Gummiringe so, daß die Mitten der Quecksilbergefäße in gleicher Höhe liegen und die Skalen (bei zwei Beobachtern) nach entgegengesetzten Seiten oder (bei einem Beobachter) nach derselben Seite gerichtet sind, und hängt sie vermittelst des Stativs so tief in das Bad, daß man gerade noch beide Thermometer ablesen kann.

Beide Beobachter setzen sich einander gegenüber. Derjenige, der das zu prüfende Thermometer abliest, gibt ein Zeichen, wann jedesmal beide Thermometer zu gleicher Zeit abgelesen werden sollen. Jeder notiert unter fortlaufender Bezifferung nur seine eigene Beobachtung. (Bei nur einem Beobachter muß dieser versuchen, beide Thermometer zu möglichst derselben Zeit abzulesen.)

b) Hat sich das Wasser fast bis 0° abgekühlt, so wird die erste Beobachtung gemacht und notiert.

Das überflüssige Eis wird entfernt, der Brenner untergesetzt, das Bad um ungefähr 4° erwärmt, der Brenner fortgenommen, das Bad gehörig umgerührt und die zweite Ablesung auf ein Zeichen hin ausgeführt und notiert.

In dieser Weise fährt man von ungefähr 4° zu 4° fort, die Thermometer allmählich immer tiefer in das Bad senkend. Die

letzte Vergleichung erfolgt in siedendem Wasser bei voll brennender Flamme.

c) Die beiderseitigen Ablesungen werden nun in einer Tabelle vereinigt, die in der ersten Spalte die fortlaufende Nummer der Beobachtung, in der zweiten die wahre Temperatur des richtigen Thermometers, in der dritten die zugehörige Temperatur des zu prüfenden Thermometers und in der vierten die Differenz der Zahlen der zweiten und dritten Spalte enthält. (Vorzeichen beachten!)

d) Die Ergebnisse werden auf Koordinatenpapier (2 mm) graphisch dargestellt, die Angaben des zu prüfenden Thermometers als Abszissen (1° als 2 mm), die Differenzen als Ordinaten ($0,1^\circ$ als 2 mm).

Zubehör: Topf, Dreifuß, Eis oder Schnee, Brenner, genaues Thermometer, zu prüfendes Thermometer, Rührer, Stativ mit Halter, Koordinatenpapier (2 mm).

2. Bestimmung des Schmelzpunktes eines festen Körpers.

a) Ein Schmelzpunktröhrchen¹²⁾ wird einseitig zugeschmolzen, indem man, es in senkrechter Lage zwischen Daumen und Zeigefinger drehend, sein oberes Ende dem Saume einer wagerecht gehaltenen Bunsenflamme nähert. Nach dem Erkalten taucht man das offene Ende des Röhrchens in feingepulvertes Naphthalin ein und bewirkt durch vorsichtiges Klopfen, daß die in dem oberen Teile befindliche Substanz auf den Boden des Röhrchens fällt. Mit Hilfe eines dünnen Drahtes drückt man sie zusammen. Ihre Höhe darf höchstens 5 mm betragen.

b) Mit Hilfe zweier schmaler Gummiringe wird das Röhrchen so an einem Thermometer befestigt, daß die Mitte der Substanz in gleicher Höhe mit der Mitte des Quecksilbergefäßes liegt. An einem Stativ wird dann das Thermometer in ein mit ausgekochtem, kaltem Wasser gefülltes, auf Dreifuß und Netz stehendes Becherglas gehängt, daß das Quecksilbergefäß bis in die Mitte des Wassers reicht.

c) Erwärmt man nun das Wasser, so bemerkt man bei einer bestimmten Temperatur, daß die vorher undurchsichtige Substanz plötzlich durchsichtig wird und schmilzt. Dieser erste Versuch dient

nur zur Orientierung, an welcher Stelle ungefähr der Schmelzpunkt liegt.

d) Beim zweiten Versuche, zu dem man ein neues Röhrchen mit Substanz beschickt, erwärme man zunächst schnell bis ungefähr 10° unter den vermeintlichen Schmelzpunkt und dann langsam mit kleiner Flamme, so daß man von Grad zu Grad die Veränderung der Substanz beobachten kann. Die Schmelztemperatur wird notiert.

e) Man entfernt die Flamme und achtet auf den Augenblick, in dem bei der jetzt vor sich gehenden Abkühlung am Boden des Röhrchens die erste Trübung und Kristallbildung sich zeigt. Auch diese Erstarrungstemperatur wird notiert, und aus ihr und der beobachteten Schmelztemperatur das Mittel genommen.

f) Zur Kontrolle wird der Versuch noch zweimal wiederholt und das Mittel aus den drei letzten genauen Messungen als der wahre Schmelzpunkt angesehen.

g) Bestimme ebenso den Schmelzpunkt von Diphenylamin. Darf man auch hier das Mittel aus der Schmelz- und der Erstarrungstemperatur nehmen?

Zubehör: Schmelzpunktröhrchen, Brenner, Naphthalin, Diphenylamin, dünner Draht, Gummiringe, Thermometer, Stativ mit Halter, Dreifuß, Drahtnetz, Becherglas, ausgekochtes Wasser.

3. Bestimmung der Schmelz- und Erstarrungskurve von fixiernatron.

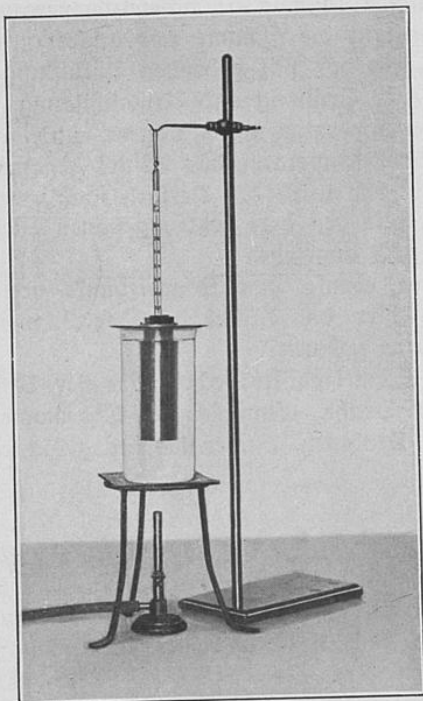
A. Die Schmelzkurve.

a) Man fülle durch das Loch im Messingdeckel¹³⁾ das Becherglas bis 1,5 cm vom Rande mit Wasser, werfe einige Drahtstückchen hinein, entferne das innere Rohr mit dem es haltenden Korfen, setze das Becherglas auf Dreifuß und Drahtnetz und bringe das Wasser zum ruhigen, nicht stürmischen Sieden.

b) Inzwischen setze man das Thermometer in das herausgenommene Rohr und fülle in den Raum zwischen Thermometer und Rohrwand bis zum Rande fixiernatron. Durch öfteres leises Aufstoßen auf den Tisch bewirkt man ein Zusammenfüßern der kleinen Kristalle. Das obere Ende des Quecksilberfadens muß gerade noch herausragen.

c) Wenn das Wasser im Glase ruhig siedet, wird kurz vor

einem Minuten-signal der Beobachtungsuhr die Temperatur abgelesen und notiert und auf das Signal selbst hin das Rohr in das weitere Rohr des Wasserbades gesenkt. Von Minute zu Minute wird die Temperatur des Salzes notiert. Während der ersten



Minuten hat man noch genügend Zeit, das Thermometer mit einem Faden in richtiger Höhe an einem Stativ zu befestigen, damit es, während später das Salz schmilzt, nicht herabsinkt. Die Ablesungen werden fortgesetzt, bis die Temperatur 65° beträgt.

d) Schließlich werden die Beobachtungen graphisch dargestellt, die Zeiten als Abszissen (1 Minute als 2 mm) und die Temperaturen als Ordinaten (1° als 2 mm). Der Schmelzpunkt ist leicht zu erkennen.

Zubehör: Apparat, Dreifuß, Netz, Brenner, Thermometer, Fixiernatron, Uhr, Stativ mit Halter, Koordinatenpapier (2 mm).

B. Die Erstarrungskurve.

a) Man fülle durch das Loch im Messingdeckel das Becherglas fast bis zum Rande mit möglichst kaltem Wasser und setze es diesmal auf den Tisch selbst.

b) Man entferne das innere Rohr mit dem es haltenden Korken, fülle es mit Fixiersalzkristallen und bringe diese durch Eintauchen des Rohres in heißes Wasser von ungefähr 80° zum Schmelzen. Die Schmelze soll das Rohr beinahe ganz füllen und nur noch Raum für das Thermometer lassen. Erst wenn alles geschmolzen ist, bringt man dieses hinein, geschützt durch ein mit Wasser gefülltes enges Röhrchen, auf dessen Grund sich so viel Watte befindet, daß die Temperatur 30° gerade noch abzulesen ist.

c) Nun wird das Rohr aus dem heißen Wasser genommen, schnell außen abgetrocknet und mittels des Korkes in dem weiten Rohre des Wasserbades befestigt.

d) Sobald das Thermometer auf 65° gefallen ist, wird von Minute zu Minute die Temperatur beobachtet.

e) Ist das Thermometer auf 32° gesunken, wird, ohne daß man das Notieren der Temperaturen von Minute zu Minute aussetzt, die Kristallisation eingeleitet, indem man einige Kristalle Fixiernatron in die Schmelze wirft und etwas umrührt.

f) Die Temperatur wird jetzt noch mindestens 30 Minuten lang abgelesen.

g) Sämtliche Beobachtungen werden auf demselben Blatte als Fortsetzung der unter A gezeichneten Kurve graphisch dargestellt. Der Schmelzpunkt (Erstarrungspunkt) ist wieder leicht zu erkennen.

Zubehör: Apparat, Fixiernatron, heißes Wasser, Tuch, Thermometer, Uhr, Watte, Koordinatenpapier (2 mm).

4. Die Ausdehnungskoeffizienten von Stäben verschiedenen Stoffes zu bestimmen.

a) Die Länge des Stabes, dessen Ausdehnungskoeffizient bestimmt werden soll, wird mit Hilfe eines Maßstabes gemessen.

b) Dann wird der Stab äußerst vorsichtig auf die im unteren Teile des Apparates¹⁴⁾ befindlichen Schneiden so gelegt, daß er zunächst mit keinem seiner beiden Enden anstößt. Man füllt das Wasserbad so weit mit kaltem Wasser, daß der Stab gut davon be-

deckt ist, verbindet den Brenner des Wasserbades (vermitteltst eines Dreiwegstückes und drei Gasschläuchen) mit zwei Gasauslässen, bringt zwei Thermometer in das Wasser, rührt gut um, stellt mit Hilfe der an dem einen Ende des Apparates befindlichen großen Schraube das Mikrometer (auf die Glasplatte klopfen!) auf Null oder eine andere zu notierende Stellung, wobei die Schraube nicht zurückgedreht werden darf, liest beide Thermometer ab (das Mittel der Ablesungen ist die Anfangstemperatur t_1) und zündet den Brenner an.

c) Siedet das Wasser, so rührt man gut um, liest beide Thermometer ab (das Mittel der Ablesungen ist die Endtemperatur t_2) und gleichzeitig die Zeigerstellung des Mikrometers (klopfen!), um durch Subtraktion der ursprünglichen Stellung von der jetzigen festzustellen, wieviel Grade der Zeiger weitergewandert ist. — Schließe den Gasahn.

d) Stelle die Beobachtungen in folgender Tabelle zusammen:

	Länge des Stabes	l	=	
Thermometer	{	Anfangstemperatur	t_1	=
		Endtemperatur	t_2	=
Mikrometer	{	Anfangsstellung	n_1	=
		Endstellung	n_2	=

e) Das heiße Wasser wird durch den Hahn abgelassen, die große Schraube zurückgedreht, der Stab mit einem Tuche herausgenommen, unter der Leitung gefühlt und getrocknet. Der Apparat ist dadurch für einen zweiten Versuch vorbereitet.

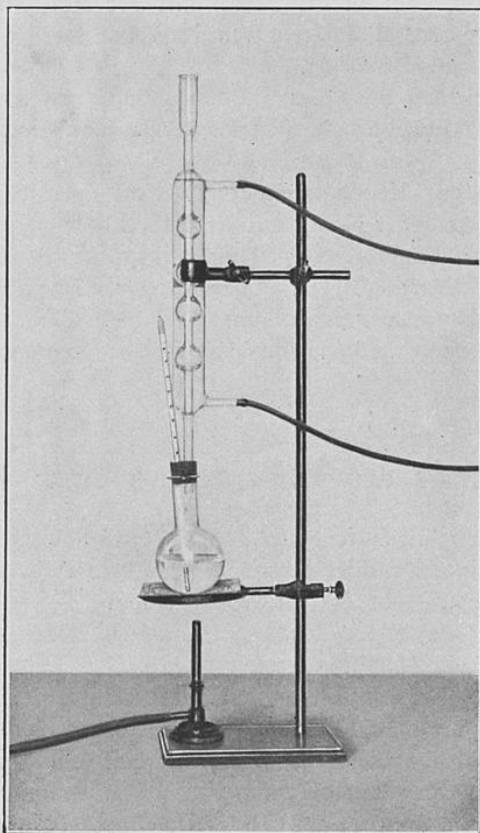
1) Ein Grad des Mikrometers bedeutet $\frac{1}{100}$ mm. Ist daher der Zeiger n Grade während des Versuches vorgerückt, so beträgt die Verlängerung des Stabes $\frac{n}{100}$ mm.

Bedeutet andrerseits l die gemessene Länge des Stabes, so ist seine Verlängerung für 1 Grad $\alpha \cdot l$, wenn α sein Ausdehnungskoeffizient ist. Da aber der Stab um $(t_2 - t_1)^\circ$ erwärmt ist, so erhält man leicht einen zweiten Ausdruck für seine Verlängerung. — Setzt man beide Werte einander gleich, so enthält die entstehende Gleichung die einzige Unbekannte α . Füge diese Größe obiger Tabelle zu.

Zubehör: Apparat, sechs Stäbe, zwei Thermometer, Rührer, Tuch, Dreiwegstück, Maßstab, Topf.

5. Wie ändert sich der Siedepunkt einer Salzlösung mit dem Salzgehalt?

a) Gib in einen Rundkolben¹⁵⁾ 200 g destilliertes Wasser und einige Glasperlen, verschließe ihn durch einen doppeltdurchbohrten Kork, der einen Rückflusfkühler¹⁶⁾ und ein bis in das Wasser ein-



tauchendes Thermometer trägt, setze den Kolben auf Drahtnetz und Dreifuß, verbinde den Rückflusfkühler mit der Wasserleitung, laß das Wasser mäßig fließen und erhitze den Inhalt des Kolbens

3*

durch einen untergestellten Brenner zum Sieden. Lies, wenn das Wasser ungefähr zwei Minuten im Kochen gewesen ist und das Thermometer nicht mehr steigt, die Temperatur ab und notiere sie.

b) Nimm den Brenner fort, schließe den Wasserhahn, laß den Kolben abkühlen und schütte seinen Inhalt bis auf die Perlen fort.

c) Beschrifte den Kolben jetzt mit einer fünfprozentigen Kochsalzlösung. Wiege zu diesem Zweck 10 g Kochsalz ab, bringe sie vollständig in den Kolben und gib 190 g Wasser und einige trockene Glasperlen hinzu. Setze den Apparat wieder zusammen und bestimme wie vorhin den Siedepunkt der Salzlösung.

d) Wende dasselbe Verfahren auf eine 10, 15, 20 und 25-prozentige Kochsalzlösung an.

e) Zum Schluß wird der Zusammenhang zwischen Salzgehalt und Siedepunkt graphisch dargestellt, indem man den Prozentgehalt als Abszissen (1 % als 2 mm) und die Temperatur als Ordinaten (1 ° als 2 cm) auf Koordinatenpapier (2 mm) aufträgt. Schreibe auf die Rückseite dieser Zeichnung die Tabelle der sechs Siedepunkte.

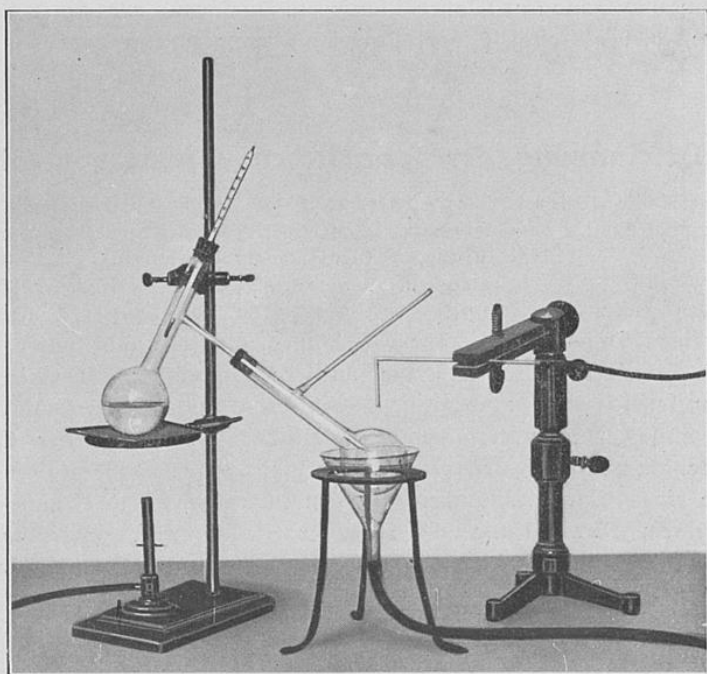
Zubehör: Rundkolben, Mensur, destilliertes Wasser, Glasperlen, Korb, Rückflußkühler, Thermometer, Dreifuß, Drahtnetz, 2 Schläuche, Brenner, Stativ mit Klemme, Tuch, Sieb, Waage, Gewichtsfaß, Kochsalz, Löffel, Glanzpapier, Koordinatenpapier (2 mm).

6. Bestimmung des Siedepunktes einer Flüssigkeit.

a) Befestige mit Hilfe eines passend durchbohrten Korkens die Auslaßröhre eines Destillierkolbens¹⁾ so in dem Halse eines zweiten, daß ihr Ende bis in die Mitte der Kugel des zweiten Kolbens reicht und bei aufrechter Stellung des ersten Kolbens die Auslaßröhre des zweiten seitwärts gerichtet ist.

b) Fülle den ersten Kolben halb voll Wasser, füge einige Glasperlen hinzu, verschließe ihn mit einem Korken, der ein Thermometer trägt, schiebe dieses so weit vor, daß sein Quecksilbergefäß wenig unterhalb der Auslaßöffnung zu stehen kommt, und klemme die ganze Vorrichtung oberhalb dieser Auslaßöffnung an einem Stativ fest. Befestige an demselben Stativ unter dem aufrecht stehenden Kolben einen Ring mit Drahtnetz und Brenner, setze unter den zweiten einen Trichter, der bequem die Kugel des Kolbens faßt, und führe vom Trichterrohr einen Schlauch zum Wasserleitungsbecken.

c) Schiebe einen zweiten Schlauch über den Wasserleitungshahn, setze am andern Ende des Schlauches ein knieförmig gebogenes Glasrohr an und befestige dieses so über der im Trichter liegenden Kolbenkugel, daß, wenn der Wasserleitungshahn geöffnet wird, das Wasser gleichmäßig über die ganze Kugel spült und durch Trichter und Schlauch wieder abfließt.



d) Zünde den Brenner an. Lies, sobald das Wasser ein bis zwei Minuten im Sieden gewesen und das Thermometer zum Stillstand gekommen ist, die Temperatur der Wasserdämpfe ab und notiere sie.

e) Lösche den Brenner aus, laß den Apparat abkühlen, nimm ihn auseinander, schütte das Wasser bis auf die Glasperlen fort und spüle die Kolben zweimal mit wenig Alkohol aus.

f) Bestimme auf dieselbe Weise den Siedepunkt von Alkohol.

g) Soll der Siedepunkt von Äther bestimmt werden, so darf

man nicht mit der Flamme erhitzen, sondern nur dadurch, daß man nach Entfernung des Ringes eine Schale mit heißem Wasser unter den Kolben bringt und ihn durch Heben der Schale in das Wasser eintaucht. Um den Siedeverzug zu verhindern, empfiehlt es sich in diesem Falle, den Kolben mit einem Bleistift oder dergl. vorsichtig zu klopfen.

Zubehör: Zwei Destillationskolben, Glasperlen, Thermometer, Stativ mit Klemme und Ring, Drahtnetz, Brenner, Trichter mit Stativ und Schlauch, Wasserschlauch mit knieförmig gebogener Glasröhre, Sieb, Alkohol, Äther, Porzellanschale, Dreifuß.

7. Bestimmung der spezifischen Wärme von Glas.

(Spezifische Wärme eines Stoffes heißt die Anzahl Kalorien [cal.], die nötig sind, um 1 g des Stoffes um 1° zu erwärmen, oder umgekehrt, die 1 g des Stoffes abgibt, wenn es sich um 1° abkühlt.)

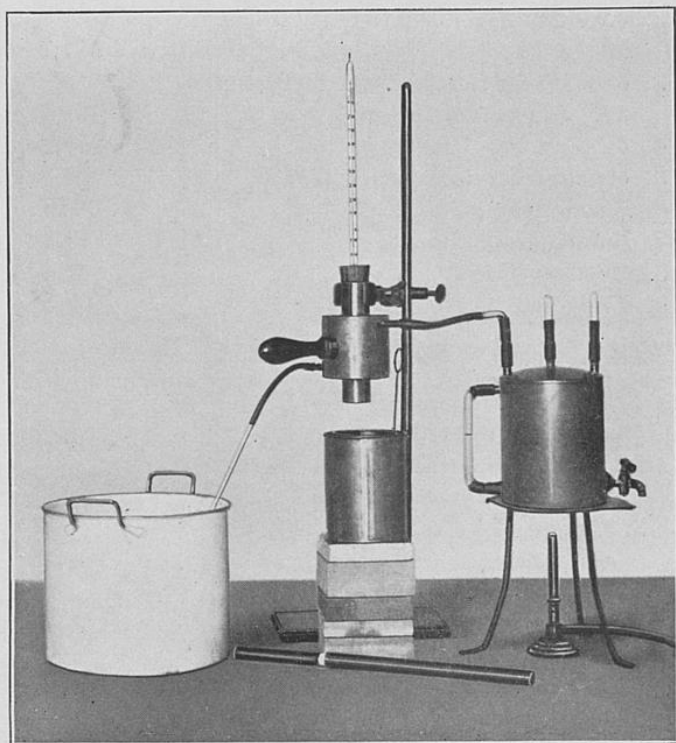
a) Fülle den Dampfkessel¹⁹⁾ dreiviertel voll Wasser, setze ihn auf einen Dreifuß mit großem Drahtnetz und entzünde unter ihm einen Bunsenbrenner. Laß die mittlere Öffnung im Deckel des Dampfkessels zunächst noch offen. Entferne aus dem Heizmantel¹⁹⁾ den Einsatz und untersuche durch Hindurchblasen, ob der Heizmantel auch nicht verstopft ist. Verbinde seine obere Röhre mit Hilfe eines Gummischlauches mit dem Dampfkessel und klemme ihn an seinem oberen Halse in senkrechter Stellung fest. Befestige an der unteren Röhre des Heizmantels einen zweiten Gummischlauch und hieran eine Glasröhre. Verschließe, sobald das Wasser im Kessel siedet, die Öffnung in seinem Deckel. Damit sich der aus dem Glasrohr heftig ausströmende Dampf nicht im Zimmer verbreite, kondensiere man ihn durch Einleiten in einen mit kaltem Wasser gefüllten Topf. (Nie die Flamme unter dem Kessel entfernen, wenn das Glasrohr sich im Wasser befindet!)

b) Bringe jetzt den Einsatz wieder in den Heizmantel zurück, drehe ersteren so weit wie möglich nach rechts herum, um die Bodenöffnung zu verschließen, schütte die Glasperlen in den Einsatz, verschließe ihn auch oben mit dem das Thermometer tragenden Korken und schiebe das Thermometer äußerst vorsichtig bis mitten zwischen die Glasperlen hinab. Man hüte sich, hierbei den Einsatz links herum zu drehen.

c) Nimm das Kalorimeter²⁰⁾ aus seiner Schutzhülle und wiege

es mitsamt dem Rührer. Gib ungefähr 250 ccm Wasser hinein, dessen Temperatur ungefähr 2° unter der des Zimmers liegt, wiege wieder und bringe das Kalorimeter in die Schutzhülle zurück.

d) Ist alles so vorbereitet und zeigt das Thermometer in den Glasperlen eine Temperatur zwischen 95° und 100° , so liest der



eine Beobachter an einem in das Kalorimeter eingebrachten Thermometer die Temperatur bis auf Zehntel Grade ab (sie muß ungefähr 2° unter der Zimmertemperatur liegen!) und hält das Kalorimeter, vor der Ausstrahlung des Dampfkessels durch einen Schirm aus Pappe geschützt, dicht unter den Heizmantel, während der zweite Beobachter die genaue Temperatur der Glasperlen abliest und den Einsatz, ihn am Korke fassend, links herum dreht, so daß die Glasperlen, ohne Wasser zu verspritzen, in das Kalorimeter fallen.

Dieses wird sofort wieder entfernt, und unter fortwährendem Bewegen des Rührers die höchste Temperatur, die das Thermometer nach einiger Zeit angibt, beobachtet und notiert. Zum Schluß wird das Kalorimeter mit Inhalt (ohne Thermometer!) gewogen.

e) Die Ergebnisse werden in folgender Weise ins Heft eingetragen:

	Beispiel.
1. Gewicht des Kalorimeters $m =$	133,2 g
2. Gewicht des Kalorimeters mit Wasser $m + w =$	371,4 g
3. Gewicht des Kalorimeters mit Wasser und Glasperlen $m + w + p =$	462,7 g
4. Gewicht des Wassers $w =$	238,2 g
5. Gewicht der Glasperlen $p =$	91,3 g
6. Zimmertemperatur $t =$	19°
7. Anfangstemperatur $t_1 =$	17,1°
8. Endtemperatur $t_2 =$	21,4°
9. Temperatur der Glasperlen $T =$	98,5°

Stelle im ganzen drei solcher Versuche an.

f) 1. Um wieviel Grad ist das Wasser erwärmt worden?	4,3°
2. Wieviel Kalorien hat es hierbei aufgenommen?	238,2 · 4,3 cal.
3. Um wieviel Grad ist das Messingkalorimeter erwärmt worden?	4,3°
4. Wieviel Grad hat das Kalorimeter hierbei aufgenommen, wenn die spezifische Wärme des Messings $s = 0,093$ ist?	133,2 · 0,093 · 4,3 cal.
5. Um wieviel Grad sind die Glasperlen abgekühlt worden?	77,1°
6. Wieviel Kalorien hat das Glas hierbei abgegeben, wenn die spezifische Wärme des Glases mit x bezeichnet wird?	91,3 · 77,1 · x cal.
7. Welche Gleichung entsteht, wenn die aufgenommenen und abgegebenen Kalorien einander gleichgesetzt werden?	4,3 · (238,2 + 133,2 · 0,093) = 91,3 · 77,1 · x
8. Berechne daraus x .	$x = 0,153$ cal.

9. Berechne x aus allen drei Messungen und nimm das Mittel.

Zubehör: Dampfkessel, Dreifuß, Drahtnetz, Brenner, Heizmantel, 2 Thermometer, 2 Gummischläuche, Glasrohr, Topf, Stativ mit Klemme, Glasperlen, Kalorimeter, Schirm, Wage, Gewichtsfaß, Sieb.

8. Bestimmung der Schmelzwärme des Eises.

(Schmelzwärme des Eises heißt die Anzahl von Kalorien [cal.], die nötig ist, um 1 g Eis von 0° zu Wasser von 0° zu schmelzen.)

a) Nimm das Kalorimeter aus der Schutzhülle und wiege es mitsamt dem Rührer. Fülle es mit ungefähr 250 ccm Wasser, dessen Temperatur annähernd 6° bis 7° über der Zimmertemperatur liegt, und wiege wieder. Stelle das Kalorimeter in seine Schutzhülle zurück.

b) Während nun der eine Beobachter an einem eingebrachten Thermometer die Wassertemperatur auf Zehntel Grade abliest und den Rührer anhebt, läßt der andere ein vermittelst eines Handtuches sehr sorgfältig abgetrocknetes Stück Eis von der doppelten Größe einer Walnuß unmittelbar aus dem Tuche in das Wasser des Kalorimeters unter den Rührer gleiten, ohne dabei Wasser zu verspritzen.

c) Beobachte unter fortwährendem, langsamem Bewegen des Rührers die tiefste Temperatur, die das Wasser im Kalorimeter annimmt. Entferne das Thermometer. Nimm das Kalorimeter aus der Schutzhülle und wiege es nochmals mit seinem Inhalt.

d) Schreibe die Beobachtungsergebnisse in folgender Form im Heft nieder:

	Beispiel.
1. Gewicht des Kalorimeters $m =$	122,5 g
2. Gew. d. Kal. mit Wasser $m + w =$	353,7 g
3. Gew. d. Kalorim. mit Wasser u. Eis $m + w + e =$	383,2 g
4. Gewicht des Wassers $m =$	231,2 g
5. Gewicht des Eises $e =$	29,5 g
6. Zimmertemperatur $t =$	22°
7. Anfangstemperatur d. Wassers $t_1 =$	$31,2^\circ$
8. Endtemperatur des Wassers $t_2 =$	$19,2^\circ$

e) Stelle im ganzen vier solcher Versuche an. Richte es bei den folgenden Versuchen so ein, daß die Anfangstemperatur eben-

soviel über der Zimmertemperatur liegt wie die Endtemperatur darunter, daß also angenähert $t_1 - t = t - t_2$ ist.

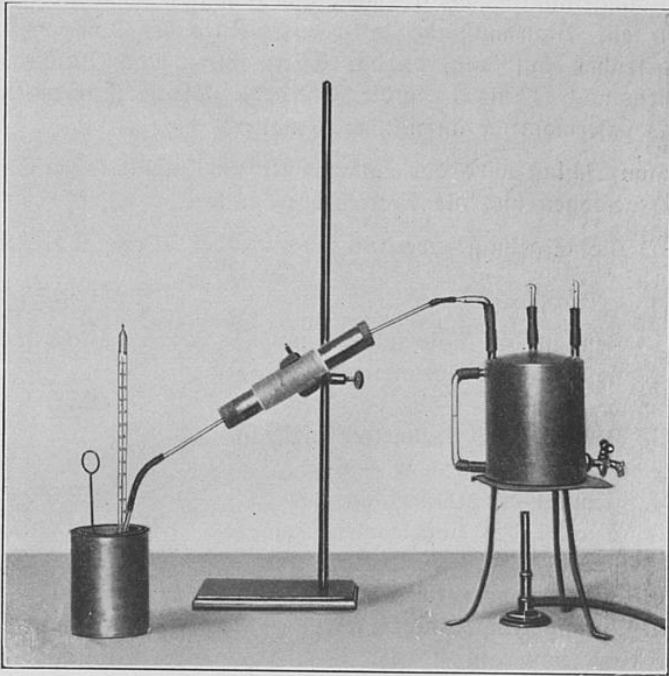
- | | |
|---|---|
| f) 1. Um wieviel Grad ist das Wasser abgekühlt worden? | 12,0 ° |
| 2. Wieviel Kalorien hat es dabei abgegeben? | 12,0 · 231,2 cal. |
| 3. Um wieviel Grad ist das Messingkalorimeter abgekühlt worden? | 12,0 ° |
| 4. Wieviel Kalorien hat es hierbei abgegeben, wenn die spezifische Wärme des Messings $s = 0,093$ ist? | 12,0 · 122,5 · 0,093 cal. |
| 5. Wieviel Kalorien hat die angewandte Menge Eis, um zu schmelzen, aufgenommen, wenn die Schmelzwärme (siehe oben) mit x bezeichnet wird? | 29,5 · x cal. |
| 6. Um wieviel Grad ist aber dieses Schmelzwasser von 0° noch erwärmt worden? | 19,2 ° |
| 7. Wieviel Kalorien hat es hierbei noch aufgenommen? | 19,2 · 29,5 cal. |
| 8. Welche Gleichung entsteht, wenn man die abgegebenen und die aufgenommenen Wärmemengen einander gleichsetzt? | 12,0(231,2 + 122,5 · 0,093) = 29,5 (x + 19,2). |
| 9. Berechne daraus x . | $x = 79,5$ cal. |
| 10. Berechne x aus allen vier Messungen und nimm das Mittel. | |
- Zubehör: Kalorimeter, Thermometer, heißes Wasser²¹⁾, Handtuch, Eis, Wage, Gewichtssatz.

9. Bestimmung der Dampfwärme des Wassers.

(Dampfwärme des Wasser heißt die Anzahl von Kalorien [cal.], die man einem Gramm Wasser von 100° zuführen muß, um es in Dampf von 100° zu verwandeln, oder umgekehrt, die 1 g Dampf von 100° abgibt, wenn es sich in Wasser von 100° verwandelt.)

a) Fülle den Dampfkessel dreiviertel voll Wasser, setze ihn auf einen Dreifuß mit großem Drahtnetz und entzünde unter ihm einen Bunsenbrenner. Laß die mittlere Öffnung im Deckel des Dampfkessels zunächst noch offen. Untersuche durch Hindurchblasen, ob

das Trockenrohr²²⁾ auch nicht verstopft ist. Verbinde es mit Hilfe eines kurzen Gummischlauches mit dem Dampfkessel und klemme es in etwas schräger Lage fest. Befestige am andern Ende des Trockenrohres einen zweiten kurzen Gummischlauch und hieran eine ungefähr 15 cm lange Glasröhre. Verschließe, sobald das Wasser im Kessel siedet, die Öffnung in seinem Deckel und laß den Dampf durch das Trockenrohr streichen. Damit sich der aus dem Glasrohr heftig



ausströmende Dampf nicht im Zimmer verbreite, kondensiere man ihn durch Einleiten in einen mit kaltem Wasser gefüllten Topf.

b) Nimm das Kalorimeter inzwischen aus seiner Schutzhülle und wiege es mitsamt dem Rührer. Gib ungefähr 250 ccm Wasser hinein, dessen Temperatur 6° bis 7° unter der des Zimmers liegt, wiege wieder und bringe das Kalorimeter in die Schutzhülle zurück. Vor der Ausstrahlung des Dampfkessels schützt ein Schirm aus Pappe.

c) Ist alles so vorbereitet, und ist der Dampf mindestens fünf Minuten durch das Trockenrohr gegangen, so wird die Flamme unter dem Dampfkessel so weit verkleinert, daß nur ein mäßiger Dampfstrom entweicht. Dann liest man an einem in das Wasser des Kalorimeters eingebrachten Thermometer die Temperatur bis auf Zehntel Grade ab, nimmt sofort das Glasrohr aus dem Wasser, spritzt es kurz ab und bringt es in das Wasser des Kalorimeters ungefähr 2 cm tief hinein. Unter fortwährendem Bewegen des Rührers beobachtet man das Steigen des Thermometers, da das Wasser ungefähr 6° bis 7° über die Zimmertemperatur erwärmt werden soll. Man muß aber mit dem Einleiten des Dampfes bereits etwas früher aufhören, da das Thermometer nach Aufhören des Einleitens noch 2° bis 3° in die Höhe geht. Die höchste Temperatur, die das Thermometer anzeigt, wird notiert.

Zum Schluß wird das Kalorimeter mit Inhalt (ohne Thermometer!) gewogen und die Trockenröhre entleert.

d) Die Ergebnisse werden in folgender Weise ins Heft geschrieben:

	Beispiel:
1. Gewicht des Kalorimeters $m =$	136,5 g
2. Gewicht des Kalorimeters mit Wasser $m + w =$	405,5 g
3. Gewicht des Kalorimeters mit Wasser und Dampf $m + w + d =$	410,7 g
4. Gewicht der Wasserfüllung $w =$	269,0 g
5. Gewicht des eingeleiteten Dampfes $d =$	5,2 g
6. Zimmertemperatur $t =$	20°
7. Anfangstemperatur $t_1 =$	$14,4^{\circ}$
8. Endtemperatur $t_2 =$	$25,6^{\circ}$

Stelle im ganzen drei solcher Versuche an.

e) 1. Um wieviel Grad ist das Wasser erwärmt worden?	11,2 $^{\circ}$
2. Wieviel Kalorien hat es hierbei aufgenommen?	269,0 · 11,2 cal.
3. Um wieviel Grad ist das Messingkalorimeter erwärmt worden?	11,2 $^{\circ}$

4. Wieviel Kalorien hat es hierbei aufgenommen, wenn die spezifische Wärme des Messings $s = 0,093$ ist? $136,5 \cdot 0,093$
 $\cdot 11,2 \text{ cal.}$
5. Wieviel Kalorien hat die angewandte Menge Dampf bei ihrer Kondensation abgegeben, wenn die Dampfwärme des Wassers mit x bezeichnet wird? $5,2 \cdot x \text{ cal.}$
6. Um wieviel Grad ist aber dieses Kondensationswasser von 100° noch abgekühlt worden? $74,4^\circ$
7. Wieviel Kalorien hat es hierbei abgegeben? $5,2 \cdot 74,4 \text{ cal.}$
8. Welche Gleichung entsteht, wenn die aufgenommenen und abgegebenen Kalorien einander gleichgesetzt werden? $11,2 \cdot (269,0 + 136,5 \cdot 0,093) = 5,2 \cdot (x + 74,4)$
9. Berechne daraus x . $x = 532 \text{ cal.}$

10. Berechne x aus allen drei Messungen und nimm das Mittel.

Zubehör: Dampffessel, Dreifuß, Drahtnetz, Brenner, Trockenrohr, zwei kurze Gummischläuche, Glasrohr, Stativ mit Klemme, Topf, Kalorimeter, Wage, Gewichtssatz, Thermometer, Schirm, Eis (im Sommer).
