

Absorption von Wärmestrahlung durch schwarze und weiße Körper



P1427801

Physik

Wärmelehre / Thermodynamik

Wärmetransport



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

20 Minuten



Durchführungszeit

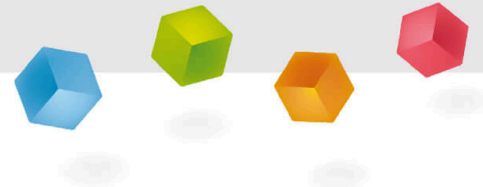
10 Minuten

This content can also be found online at:


<http://localhost:1337/c/6440038981b31e000236f930>

PHYWE

Allgemeine Informationen



Anwendung

PHYWE



Abb. 1: Versuchsaufbau

Die Wärmestrahlung ist eine Form der Wärmeübertragung, so wie auch die Wärmeleitung und die Wärmeströmung. Die Wärme wird durch elektromagnetische Wellen übertragen. Die Absorption von Wärmestrahlung ist abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit des Körpers.

Im Sommer tragen daher die Menschen gerne helle Kleidung, um weniger Wärmestrahlung der Sonne aufzunehmen. Für Tanks oder Kühlwagen werden helle und glatte Oberflächen gewählt, damit sie sich nicht so stark erwärmen.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollen die Vorkenntnis über Wärmestrahlung haben. Die Schüler sollen auch wissen, welche Faktoren die Absorption von Wärmestrahlung beeinflussen können

Prinzip



Es gibt drei Arten von Wärmetransport, mit denen Wärmeenergie von einem heißen Körper auf einen kälteren übertragen wird. Für Wärmeleitung und Wärmeströmung ist Materie erforderlich, mit deren Hilfe dieser Transport stattfindet. Wärmestrahlung benötigt keine Materie. Genauso ist es bei der Strahlung der Sonne, die durch das Weltall zu uns gelangt. Wie viel Energie ein Gegenstand absorbiert, ist von der Farbe seiner Oberfläche abhängig.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Im Versuch "Wärmeleitung in Wasser" (P1429400) wurde bereits die Wärmeleitfähigkeit von Wasser untersucht, wobei das Wasser für den Wärmetransport zuständig war. In diesem Versuch wird nun der Einfluss von Wärmestrahlung auf den Wärmetransport untersucht. Es wird zu beobachten sein, dass schwarze Körper sich sehr viel schneller erhitzen als weiße.

Aufgaben



In diesem Versuch sollen die Schüler die Temperatur von schwarzen und weißen Körpern vergleichen, um die Absorption von Wärmestrahlung genauer verstehen.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Theorie

PHYWE

Die Wärmestrahlung ist keine Materie erforderlich. Die Wärmestrahlung trifft auf die Oberfläche eines Körpers, wird diese je nach Farbe und Beschaffenheit der Oberfläche reflektiert, absorbiert oder durchdringt den Körper.

Die Absorption von Wärmestrahlung ist abhängig:

- vom Stoff, aus dem der Körper besteht,
- von der Schichtdicke des Körpers und
- von der Oberflächenbeschaffenheit des Körpers.

Dunkle Oberflächen absorbieren Wärmestrahlung besser als helle Oberflächen. Helle Oberflächen reflektieren Wärmestrahlung stärker als dunkle Oberflächen.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Klemmhalter, d = 28..36 mm, auf Haftmagnet	02151-06	2
3	Muffe auf Träger für Demo-Tafel	02164-00	2
4	Stativstange Edelstahl, l = 500 mm, d = 10 mm	02032-00	1
5	Filzplatte, 100 x 100 mm	04404-20	2
6	Lampenfassung, E 27, m. Reflektorschirm, Schalter, Stecker, BIGLAMP 501, Mini Reflektor 200 mm, inklusive Halter	06751-01	1
7	Glühlampe 230 V/120 W, mit Reflektor	06759-93	1
8	Reagenzglas, Duran®, d = 30 mm, l = 200 mm, schwarz, SB 29	36294-06	1
9	Reagenzglas, Duran®, d = 30 mm, l = 200 mm, weiß, SB 29	36294-05	1
10	Laborbecher, Kunststoff (PP), 250 ml Griff mit Teilung und Ausguss	36013-01	1
11	Messzylinder, Boro, hohe Form, 100 ml	36629-00	1
12	Tauchfühler, NiCr-Ni, Edelstahl, -50...400°C	13615-03	2
13	Schraubzwinge	02014-01	2
14	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	2

PHYWE

Aufbau und Durchführung



Aufbau (1/3)

PHYWE



Abb. 2: Material

1. Verbinde den Stecker von dem Temperaturfühler mit ADM 3.
2. Befestige mit Hilfe der Magnethalterung den Temperaturfühler auf der Hafttafel und schalte ihn mit dem Betriebsschalter an.
3. Befestige am unteren Rand der Demotafel eine Muffe auf den Träger zentral.
4. Setze die 500-mm-Stativstange so ein, dass sie ganz nach vorne herausragt.

Aufbau (2/3)

PHYWE



Abb. 3: Versuchsaufbau

5. Befestige an der Spitze der Stativstange die Lampenfassung mit Reflektorlampe so, dass sie einen Bereich im unteren Drittel der Tafel beleuchtet.
6. Setze nun magnethaftende Halter zunächst in der Mitte der Tafel auf.
7. Wickle zur Wärmeisolation ein schwarzes und ein weißes Reagenzglas im oberen Bereich (Stopfenbett) jeweils mit einer Filzplatte um und schiebe ihn in die Halter.

Aufbau (3/3)

PHYWE



Abb. 4: Versuchsaufbau

8. Verschiebe die Halter mit den Reagenzgläsern nun so, dass im Versuch die untere Hälfte der Reagenzgläser gut ausgeleuchtet wird, schalte die Lampe zur Kontrolle aber nur kurz an!
9. Richte beide Gläser möglichst gleich aus (mittlerer Lampe-Glas-Abstand z.B. ca. 15 cm - bei weiterer Entfernung wird die Temperaturänderung schwächer). Richte die Lampe notfalls auch mit Hilfe der Stativstange aus.

Durchführung (1/3)

PHYWE



Abb. 5

1. Fülle das 250-ml-Becherglas mit Wasser bei Raumtemperatur. Es dient als Vorratsgefäß und sollte schon einige Zeit vor dem Versuch stehen, um die Raumtemperatur zu garantieren.
2. Messe mit dem Messzylinder davon nun jeweils 50 ml Wasser ab und fülle es in die beiden Reagenzgläser ein.
3. Tauche die Temperaturfühler nun in die beiden Reagenzgläser ein. Unter Umständen ist es sinnvoll, die Temperaturfühler in einen Halter zu klemmen. Damit stellt man sicher, dass der Temperaturfühler nicht an den Reagenzglasrand stößt und so die Temperatur des Randes und nicht des Wassers misst.

Durchführung (2/3)

PHYWE

4. Rühre mit dem Temperaturfühlern das Wasser jeweils vorsichtig um und messe die Anfangstemperatur T_0 des Wassers und trage sie in die Tabelle bei der Zeit $t = 0$ min ein.
5. Starte nun simulatan Licht und Stoppuhr.
6. Rühre das Wasser regelmäßig um und messe und notiere jede Minute die Wassertemperaturen T_{Schwarz} und $T_{\text{weiß}}$.
7. Beende nach 10 Minuten die Messung.

Durchführung (3/3)

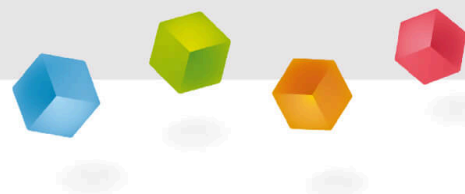
PHYWE

Anmerkung

Die Wassertemperaturen können auch in größeren Zeitabständen gemessen werden, was besonders bei größeren Lampe-Glas-Abständen sinnvoll ist. Dann kann die Messung auch länger durchgeführt werden. Wichtig ist es, regelmäßig gut umzurühren, da sonst die Gläser wärmer sind als das Wasser und man ungenaue Messergebnisse bekommt.

PHYWE

Protokoll



Messergebnisse

PHYWE
excellence in science

t [min]	T_{schwarz} [°C]	$T_{\text{weiß}}$ [°C]	$\Delta T_{\text{schw.}}$ [°C]	ΔT_w [°C]
0	22,0	22,0	0	0
1	23,4	22,8	1,4	0,8
2	24,5	23,7	2,5	1,7
3	26,0	24,3	4,0	2,3
4	27,1	25,0	5,1	3,0
5	28,5	25,7	6,5	3,7
6	29,8	26,4	7,8	4,4
7	31,1	27,0	9,1	5,0
8	32,1	27,9	10,1	5,9
9	33,2	28,6	11,2	6,6
10	34,3	29,4	12,3	7,4

Tabelle 1: Beispielmesswerte

Eine beispielhafte Messreihe wurde in Tabelle 1 aufgenommen. Für ΔT gilt dabei

$$\Delta T = T - T_0$$

Auswertung (1/2)

PHYWE

Die Messwerte zeigen deutlich, dass sich durch das Licht (Wärmestrahlung) einer Glühlampe Gegenstände erwärmen lassen. Zwischen Temperaturerhöhung und Zeit besteht ein linearer Zusammenhang (vgl. Abb. 6).

Betrachtet man dabei die Temperaturdifferenz ΔT zwischen Messwert und Anfangstemperatur fällt auf, dass nach 10 min die Differenz für das schwarze Reagenzglas deutlich höher ist als für das weiße.

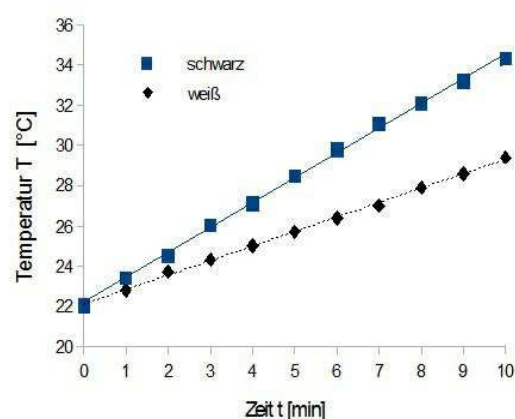


Abb. 6: Absorption von Wärmestrahlung: Temperaturmessung bei der Erwärmung von 50 ml Wasser in einem schwarzen und weißen Reagenzglas

Auswertung (2/2)

PHYWE

Dies wird auch an der graphischen Auftragung der Messwerte gegen die Zeit wie in Abb. 6 deutlich. Die Messwerte liegen jeweils auf einer Geraden, wobei die Gerade für das schwarze Reagenzglas eine größere Steigung besitzt also steiler verläuft.

Daraus lässt sich folgern, dass Körper mit einer dunklen Oberfläche deutlich besser Wärmestrahlung absorbieren als ein Körper mit heller Oberfläche.

Anmerkung

PHYWE

1. Die Messergebnisse sind sehr stark von der Ausrichtung der beiden Reagenzgläser zur Lampe abhängig. Bei große Abständen zur Lampe ist die Erwärmung deutlich kleiner.

2. Als Wärmestrahlung wird der infrarote Spektralbereich bezeichnet, der langwelliger ist als das sichtbare Licht. Im Experiment wird anstelle eines Wärmestrahlers (04036.93) eine Glühlampe verwendet, um das Bleuchten der Reagenzgläser für die Schüler sichtbar zu machen. Das Licht der Glühlampe besitzt neben dem sichtbaren Licht einen großen Anteil im infraroten Bereich.

Aufgabe

PHYWE

Markiere die richtigen Aussagen

- ☐ Wärmestrahlung breitet sich nur in einem Medium aus
- ☐ Wärmestrahlung breitet sich im Vakuum aus.
- ☐ Unter der Sonne erwärmt der schwarze Körper sich langsamer als der weiße Körper.
- ☐ Unter der Sonne erwärmt der schwarze Körper sich schneller als der weiße Körper.

✓ Überprüfen

Slide

Score / Total

Slide 20: Absorption von Wärmestrahlung

0/2

Total Score  ★ 0/2

 Show solutions

 Retry