|  |
| --- |
| Ein Wasserkocher wandelt elektrische Energie in Wärme um.Wie viel Energie man zum Erwärmen von Stoffen braucht, hängt davon ab, … … wie viel Stoff man erwärmt (Masse *m*), … um wie viel Grad man den Stoff erwärmen möchte, also physikalisch gesprochen „die Temperaturdifferenz (Δ*T*)“, … und natürlich welchen Stoff man erwärmen möchte.Da Wasser einer der wichtigsten Stoffe ist, soll die Frage untersucht werden. |

**Material**

Kalorimeter mit Deckel

digitales Thermometer

**Zusätzlich erforderlich:**

Wasser

Kabel

Calliope mini

Stromversorgungsgerät DC

Amperemeter

Voltmeter

elektronischer Schalter

**So soll dein Calliope steuern:**

Am Anfang ist der Schalter aus und somit auch der Stromkreis ausgeschaltet. Dann soll- te dein Calliope ein Pause-Symbol anzeigen. Wenn du den Knopf „A“ drückst, schaltet Calliope über den Elektronischen Schalter das Kalorimeter an und nach **5 Minuten** wieder aus. Berücksichtige beim Code die **Pins,** um den Stromkreis zu schließen.

Calliope erinnert dich mit einem **akustischen Signal bei 0, 1, 2 … 5 Minuten** daran, dass du die Temperaturwerte vom Thermometer ablesen sollst. Auf dem LED-Bildschirm lässt sich **die aktuelle Minutenzahl ablesen**.

Nach den 5 Minuten muss der **Stromkreis** mithilfe des Calliopes ausgeschaltet und auf dem LED-Bildschirm das **Häkchen-Signal** angezeigt werden.

Schalter (Ausgang)

 *output Verbraucher*

* Kalorimeter
* Lampe (Spot)
* Elektromagnet
* Klingel
* Lautsprecherbox
* Motor
* Pumpe

*... und weitere Verbraucher*

 *input TTL-Signal*

* Calliope

Eingang

Der elektronische Schalter wird in diesem Experiment zum Schutz des Calliopes be- nötigt. Er besitzt zwei Positionen, die mit Eingang und Schalter (Ausgang) bezeichnet sind. Am Eingang verbindest du den Calliope und an der Schalterposition (Ausgang) den Stromkreis. Die technischen Daten deines Schalters sind: Schaltspannung bis **48 V** und Schaltstrom bis **5 A**.

**Wie viel Energie wird benötigt, um 1 kg Wasser um 1 K zu erwärmen?**

**So soll dein Calliope steuern:**

Am Anfang ist der Schalter aus und somit ist

auch der Stromkreis ausgeschaltet. Dann sollte dein Calliope ein Pause-Symbol anzeigen.

Wenn du den Knopf „A“ drückst, schaltet

Calliope über den elektronischen Schalter

das Kalorimeter an und nach **5 min** wieder aus. Berücksichtige beim Code die **Pins,** um den Stromkreis zu schließen. Vergiss nicht, in der Konfiguration dem Open Roberta Lab zunächst mitzuteilen, dass der Schalter an Pin A1 angeschlossen werden muss. Calliope erinnert dich mit einem **akustischen Signal bei 0, 1, 2 … 5 min** daran, dass du die Temperaturwerte vom Thermometer ablesen sollst. Auf dem LED-Bildschirm lässt sich **die aktuelle Minutenzahl ablesen.** Nach den 5 min muss der **Stromkreis** mithilfe des Calliopes ausgeschaltet und auf dem LED-Bildschirm das **Häkchen-Signal** angezeigt werden.

Der elektronische Schalter wird in diesem Ex-
periment zum Schutz des Calliopes benötigt.

Er besitzt zwei Positionen, die mit Steuerung und Schalter bezeichnet sind. An der Steuerung verbindest du den Calliope und an der Schalter-position den Stromkreis. Die technischen Daten deines Schalters sind: Schaltspannung bis **48 V** und Schaltstrom bis **5 A**.

Damit du diese Frage beantworten kannst, musst du das folgende Experiment durchführen und die spezifische Wärmekapazität bestimmen.

**Durchführung**:

* Lies zuerst alle Schritte zur Durchführung bis zum Ende.
* Programmiere deinen Calliope mini. Lies dafür den Text rechts in der Code-Box. Probiere den Code, wenn möglich, mit einem Simulator zur Kontrolle. Transferiere den fertigen Code auf den Calliope mini.
* Baue den Versuch gemäß der Abbildung auf und lass ihn von deiner Lehrkraft abnehmen.



Die Oberfläche des weißen Fotorelaisbauelements kann sich sehr stark erhitzen. Nicht berühren, da sonst Verbrennungs-
gefahr besteht.

* Fülle ca. 150 g kaltes Wasser in ein Kalorimeter. Bestimme die genaue Masse des Wassers mithilfe einer Waage.

**Messhinweise**

Rühre immer fleißig um. Das Thermometer soll während der Messungen tief genug im Wasser sein (ca. 2 cm), ohne jedoch direkten Kontakt mit dem Kalorimeter zu haben.

 *m*W = kg

Schalte die Spannungsquelle ein und miss mithilfe des Calliope mini und des Thermometers jede Minute die Wassertemperatur. Nach den technischen Daten des Kalorimeters **darf die Spannung nicht mehr als 5 bis 6 V zu Beginn betragen,** so ist eine Stromstärke von 2 A gewähr-leistet. Notiere in den Zwischenzeiten den Spannungsunterschied und die Stromstärke. Trage deine Messwerte in die Tabelle 1 ein.

# Tabelle 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t* *t* in s | 0 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 |
|  *ϑ* in °C |  |  |  |  |  |  |
|  *U* in V | – |  |  |  |  |  |
|  *I* in A | – |  |  |  |  |  |

* Die vom Stromversorgungsgerät zugeführte elektrische Energie ist gleich der vom System (das mit Wasser befüllte Kalorimeter) aufgenommenen Wärmeenergie.

*Formelsammlung*

*ϑ* $- $*ϑ*0 = *T*$ - $*T*0

 Δ*ϑ* = Δ*T*

*Q* = *mc*Δ*T*

*P* = *U · I*

 *E*el  = *Q*auf

 *P · t* = *Q*auf

*P · t* = *Q*W + *Q*K

*C*K = *m*K*c*K, also *Q*K = *C*KΔ*ϑ*K

 *P · t* = *m*W *c*W Δ*T* + *C*K Δ*T* (1)

**Auswertung:**

1. Ergänze die Tabelle 2 mit den Werten von Tabelle 1 und mithilfe der Formeln (1). Die Wärmekapazität des Kalorimeters ist ca. $C\_{Κ}$= 80 $\frac{J}{K}$.

# Tabelle 2

*QR-Code:*

Formel (1) nach *c*w aufgelöst.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  Δ*t* in s | 0 bis 60 | 60 bis 120 | 120 bis 180 | 180 bis 240 | 240 bis 300 |
|  Δ*T* in K |  |  |  |  |  |
|  *P* in W |  |  |  |  |  |
|  *P · t* in J |  |  |  |  |  |
|  *c*w in $\frac{J}{kg∙K}$ |  |  |  |  |  |

Der Literaturwert für das Wasser beträgt $c\_{w}=4184\frac{J}{kg∙K}$.

1. Berechne den Mittelwert der spezifischen Wärmekapazität aus deiner Tabelle und beantworte dann die Einstiegsfrage: Wie viel Energie wird benötigt, um 1 kg Wasser um 1 K zu erwärmen?