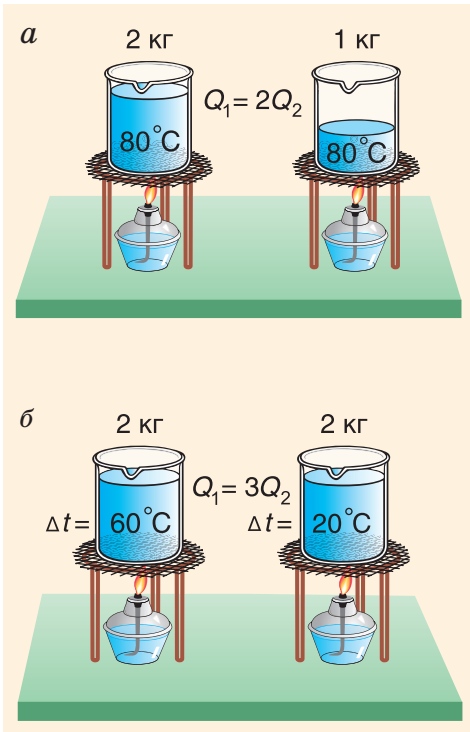




§ 6.

Разлік колькасці цеплаты пры награванні і ахаладжэнні. Удзельная цеплаёмістасць



Мал. 42

Вы ўжо ведаеце, што змяніць унутраную энергію цела можна перадачай яму колькасці цеплаты. Як звязана змяненне ўнутранай энергіі цела, г. зн. колькасць цеплаты, з характарыстыкамі самога цела?

Унутраная энергія цела ёсць сумарная энергія ўсіх яго часціц. Значыць, калі масу дадзенага цела павялічыць у два або тры разы, то і колькасць цеплаты, необходимая для яго награвання на адну і тую ж колькасць градусаў, павялічыцца ў два або тры разы. Напрыклад, на награванне двух кілаграмаў вады ад 20°C да 80°C спатрэбіцца ў два разы больш цеплаты, чым на награванне аднаго кілаграма вады (мал. 42, а).

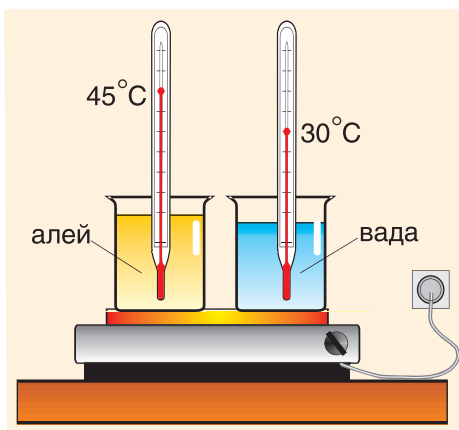
Відавочна таксама, што для награвання вады на $\Delta t = 60^\circ\text{C}$ трэба перадаць ёй у 3 разы большую колькасць цеплаты, чым для награвання на $\Delta t = 20^\circ\text{C}$ (мал. 42, б).

З гэтых разважанняў вынікае пацверджаны доследамі вывад. *Колькасць цеплаты, необходимая для награвання цела, прама прапарцыянальна яго масе і змяненню тэмпературы.*

А ці залежыць колькасць цеплаты, якая ідзе на награванне, ад роду рэчыва, якое награвецца?

Для адказу на гэта пытанне правядзём дослед. У дзве аднолькавыя шклянкі нальём па 150 г алею і вады. Змесцім у іх тэрмометры і паставім на награвальнік (мал. 43). Атрымаўшы за аднолькавы час ад награвальніка роўную з вадой колькасць цеплаты, алею нагрэўся больш, чым вада. Значыць, для змянення тэмпературы алею на адну і тую ж велічыню патрабуецца менш цеплаты, чым для змянення тэмпературы такой жа масы вады.

Таму для ўсіх рэчываў уводзяць спецыяльную велічыню — удзельную цеплаёмістасць рэчыва. Гэту велічыню абазначаюць літарай c (ад лац.



Мал. 43

capacitas — ёмістасць, умяшчальнасць). Цяпер мы можам запісаць строгую формулу для колькасці цеплаты, неабходнай для награвання цела ад тэмпературы t_1 да тэмпературы t_2 :

$$Q = cm(t_2 - t_1).$$

Выразім з гэтай формулы c :

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}.$$

Удзельная цеплаёмістасць ёсць фізічная велічыня, лікава роўная колькасці цеплаты, якую неабходна перадаць 1 кг дадзенага рэчыва, каб павялічыць яго тэмпературу на 1 °С. Удзельная цеплаёмістасць вымяраецца ў джоўлях на кілаграм-градус Цэльсія $\left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}\right)$.

▼ Для дапытлівых

Часта формулу $Q = cm(t_2 - t_1)$ запісваюць у выглядзе $Q = C(t_2 - t_1)$. Тут велічыня $C = cm$ называецца цеплаёмістасцю цела (звярніце ўвагу — не рэчыва). Яна лікава роўная колькасці цеплаты, неабходнай для награвання ўсёй масы цела на 1 °С. Вымяраецца цеплаёмістасць цела ў джоўлях на градус Цэльсія $\left(\frac{\text{Дж}}{^\circ\text{С}}\right)$.

У табліцы 1 прадстаўлены значэнні ўдзельнай цеплаёмістасці розных рэчываў (у розных станах). Як вынікае з гэтай табліцы, сярод вадкасцей максімальнае значэнне ўдзельнай цеплаёмістасці мае вада: для награвання 1 кг вады на 1 °С патрабуецца 4200 Дж цеплаты. Гэта амаль у 2,5 раза больш, чым для награвання 1 кг алею, і ў 35 разоў больш, чым для награвання 1 кг ртуці.

Формула $Q = cm(t_2 - t_1)$ дае магчымасць знайсці і цеплату, якая вылучаецца пры ахаладжэнні цела. Паколькі канечная тэмпература t_2 астылага цела меншая за пачатковую t_1 , то змяненне тэмпературы выражаецца адмоўным лікам. Значыць, і колькасць цеплаты, вылучаемая целам, выражаецца адмоўным лікам, што азначае не рост, а памяншэнне ўнутранай энергіі цела.

У заключэнне заўважым, што пры цеплаабмене двух або некалькіх цел абсалютнае значэнне колькасці цеплаты, аддадзенай больш нагрэтым целам (целамі), роўная колькасці цеплаты, атрыманай больш халодным целам (целамі):

$$|Q_{\text{адд}}| = Q_{\text{атр}}.$$

Гэта роўнасць называецца ўраўненнем цеплавога балансу і выражае, па сутнасці, закон захавання энергіі. Яна справядлівая пры адсутнасці страт цеплаты.

Табліца 1. Удзельная цеплаёмістасць некаторых рэчываў (пры нармальным атмасферным ціску і тэмпературы $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$)

Рэчыва	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	Рэчыва	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Цвёрдыя целы			
Алюміній	$920 = 9,2 \cdot 10^2$	Парафін	$3200 = 3,2 \cdot 10^3$
Бетон	$880 = 8,8 \cdot 10^2$	Плаціна	$130 = 1,3 \cdot 10^2$
Волава	$250 = 2,5 \cdot 10^2$	Пясок	$970 = 9,7 \cdot 10^2$
Дрэва	$2700 = 2,7 \cdot 10^3$	Свінец	$120 = 1,2 \cdot 10^2$
Жалеза, сталь	$460 = 4,6 \cdot 10^2$	Серабро	$250 = 2,5 \cdot 10^2$
Золата	$130 = 1,3 \cdot 10^2$	Цэгла	$750 = 7,5 \cdot 10^2$
Латунь	$380 = 3,8 \cdot 10^2$	Цэмент	$800 = 8,0 \cdot 10^2$
Лёд	$2100 = 2,1 \cdot 10^3$	Цынк	$400 = 4,0 \cdot 10^2$
Медзь	$380 = 3,8 \cdot 10^2$	Чыгун	$550 = 5,5 \cdot 10^2$
Нікель	$460 = 4,6 \cdot 10^2$	Шкло	$840 = 8,4 \cdot 10^2$
Вадкасці			
Алей	$1700 = 1,7 \cdot 10^3$	Гліцэрына	$2400 = 2,4 \cdot 10^3$
Ацэтон	$2200 = 2,2 \cdot 10^3$	Жалеза	$830 = 8,3 \cdot 10^2$
Вада	$4200 = 4,2 \cdot 10^3$	Ртуць	$120 = 1,2 \cdot 10^2$
Газа	$2140 = 2,14 \cdot 10^3$	Спірт этылавы	$2400 = 2,4 \cdot 10^3$
Газы (пры пастаянным ціску)			
Азот	$1000 = 1,0 \cdot 10^3$	Вуглякіслы газ	$830 = 8,3 \cdot 10^2$
Вадарод	$14\,300 = 1,43 \cdot 10^4$	Кісларод	$920 = 9,2 \cdot 10^2$
Вадзяная пара	$2200 = 2,2 \cdot 10^3$	Паветра	$1000 = 1,0 \cdot 10^3$

Галоўныя вывады

1. Колькасць цеплаты, необходимая для награвання цела (вылучаная пры ахаладжэнні), прама прапарцыянальна яго масе, змяненню тэмпературы цела і залежыць ад рэчыва цела.
2. Удзельная цеплаёмістасць рэчыва лікава роўна колькасці цеплаты, якую трэба перадаць 1 кг дадзенага рэчыва, каб змяніць яго тэмпературу на 1°C .
3. Пры цеплаабмене колькасць цеплаты, аддадзеная больш гарачым целам, роўна па модулі колькасці цеплаты, атрыманай больш халодным целам, калі няма страт цеплаты.

Кантрольныя пытанні

1. Якая фізічная велічыня вызначае колькасць цеплаты, што вылучаецца пры ахаладжэнні на $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ цела масай $m = 1$ кг? А цела масай m ?
2. У якіх адзінках выражаецца ўдзельная цеплаёмістасць рэчыва? Як гэта даказаць?
3. Удзельная цеплаёмістасць вады $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$. Што гэта азначае?
4. Чаму па формуле $Q = cm\Delta t$ можна разлічваць значэнне як колькасці цеплаты, необходимай для награвання, так і колькасці цеплаты, вылучанай пры ахаладжэнні цела?
5. Што называецца ўраўненнем цеплавога балансу? У чым яго сутнасць?

Дамашняе заданне

Наліце ў літровы слоік да паловы аб'ёму халоднай вады ($t_1 = 15\text{--}20^\circ\text{C}$), дадайце гарачай вады ($t_2 = 60\text{--}70^\circ\text{C}$), запоўнішы аб'ём слоіка цалкам. Вымерайце тэмпературу вады ў слоіку. Зрабіце вывад.



Прыклад рашэння задачы

Для купання дзіцяці ў ванначку ўлілі халодную ваду масай $m_1 = 20$ кг пры тэмпературы $t_1 = 12^\circ\text{C}$. Якую масу гарачай вады пры тэмпературы $t_2 = 80^\circ\text{C}$ трэба дадаць у ванначку, каб канчатковая тэмпература вады стала $t_3 = 37^\circ\text{C}$? Удзельная цеплаёмістасць вады $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$.