

# **CIEPŁO ZNANE CZY NIEZNANE ?**

*prof. dr hab. Małgorzata Józwiak*

# Temperatura

**Temperatura jest wielkością  
charakteryzującą stopień  
nagrzania danego ciała.**

**Temperaturę ciała można określić jako wielkość proporcjonalną do średniej energii kinetycznej bezładnego ruchu jego cząsteczek.**

$$**$T \approx E_{\text{kin}}$**$$

**Im bardziej dziki i nieopanowany ruch wykonują atomy tym wyższa temperatura.**

**Najbardziej rozpowszechnione skale temperatur:**

**Celsjusa**

**Fahrenheita**

**Kelwina**

**Jako podstawę dla skali Celsjusza przyjęto przejścia fazowe wody tzn.**

**topnienie lodu: ciało stałe  $\longrightarrow$  ciecz  $0^{\circ}\text{C}$**

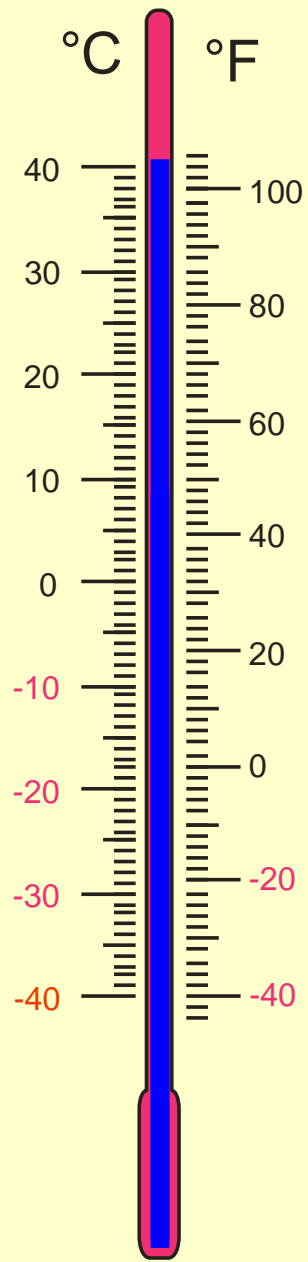
**wrzenie wody: ciecz  $\longrightarrow$  para  $100^{\circ}\text{C}$**

# **Gdańszczanin Fahrenheit przyjął trzy punkty termometryczne:**

**Temperaturę mieszaniny wody, lodu i chlorku amonu 0°**

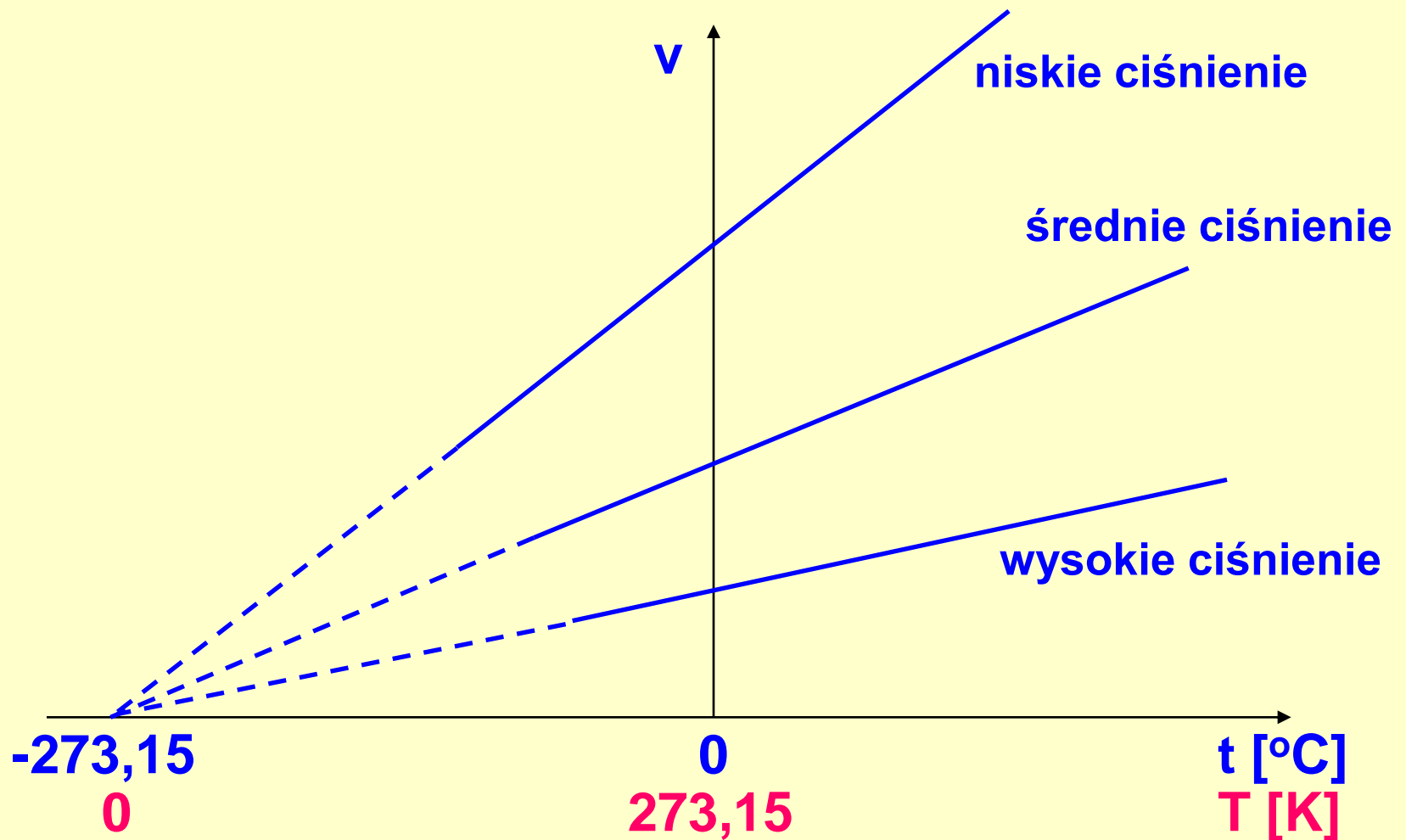
**Temperaturę mieszaniny wody i lodu 32°**

**Temperaturę ciała ludzkiego 96°**





# Termodynamiczna skala temperatur



$$t = [^{\circ}\text{C}] \quad t = [^{\circ}\text{F}] \quad T = [\text{K}]$$

~~$$T = [^{\circ}\text{K}]$$~~

$$1^{\circ}\text{C} = 1 \text{ K} = 1 \text{ deg}$$

$$t_c = [T - 273,15]^{\circ}\text{C}$$

$$t_c = \frac{5}{9} (t_F - 32)^{\circ}\text{C}$$

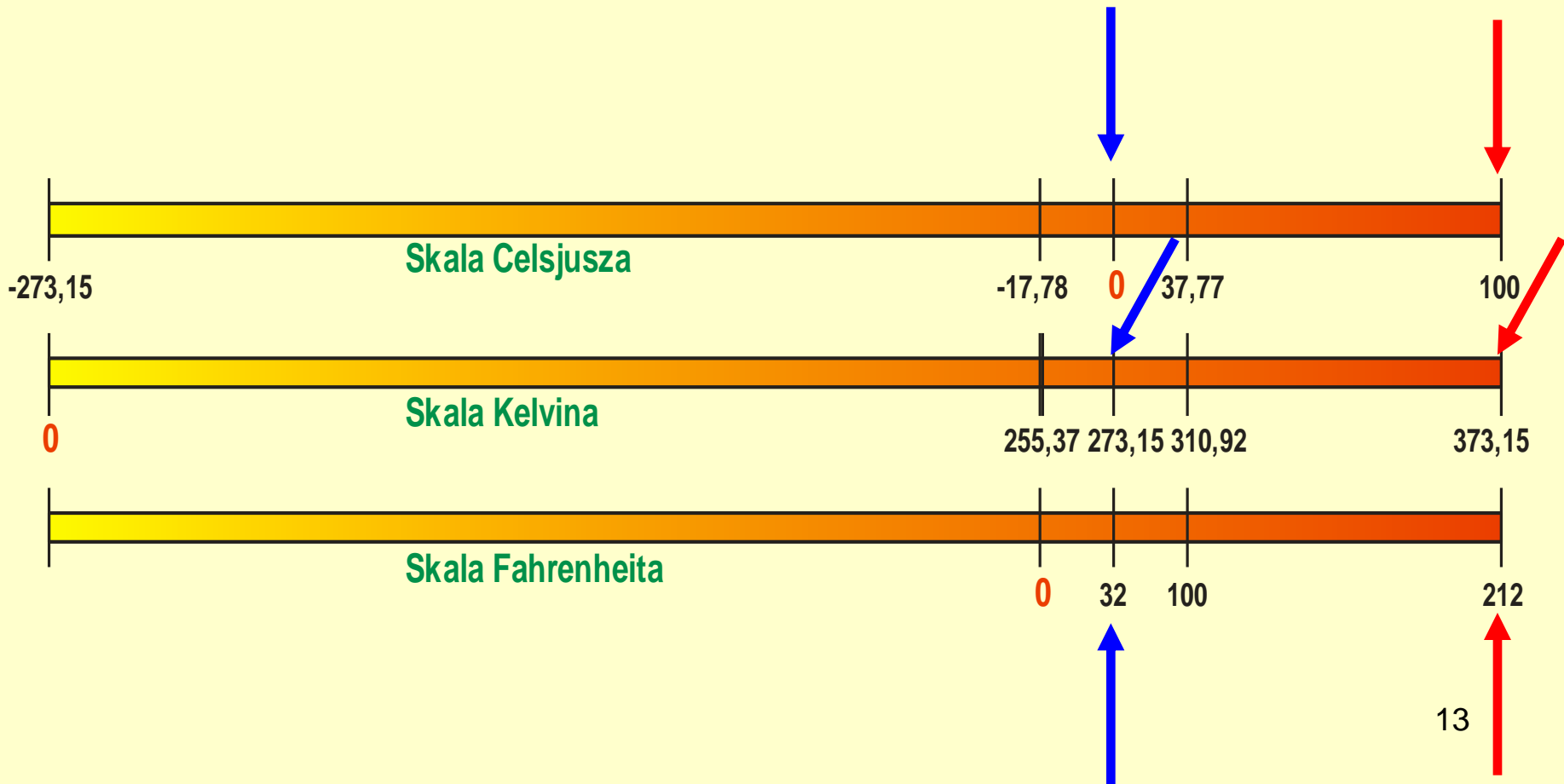
$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15$$

**np. 25°C**

$$T(\text{K}) = 25 + 273,15 = 298,15 \text{ K}$$

**topnienie lodu:      0°C      32°F      273,15 K**

**wrzenie wody:      100°C      212°F      373,15 K**



# ENERGIA

# ENERGIA JEST ZDOLNOŚCIĄ DO WYKONYWANIA PRACY

## Zasada zachowania energii

**Energia nie może być stworzona ani nie może ulec zniszczeniu. Energia może być jedynie przekazywana od układu do otoczenia i odwrotnie.**

# Rodzaje energii

**Energia kinetyczna** ciała jest energią, jaką ciało to ma w wyniku swego ruchu

$$E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2}RT$$

**Energia potencjalna** ciała jest energią wynikającą z położenia tego ciała

$$E_{\text{pot}} = mgh$$

$m$  – masa ciała

$g$  – przyspieszenie ziemskie ( $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ )

$h$  – wysokość na jakiej znajduje się ciało

$v$  – prędkość poruszania się ciała



$$E_{\text{pot}} = mgh$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2}$$

$v = 0$   $E_{\text{kin}} \longrightarrow q$

$q$

$T_{\text{k}}$  ↑

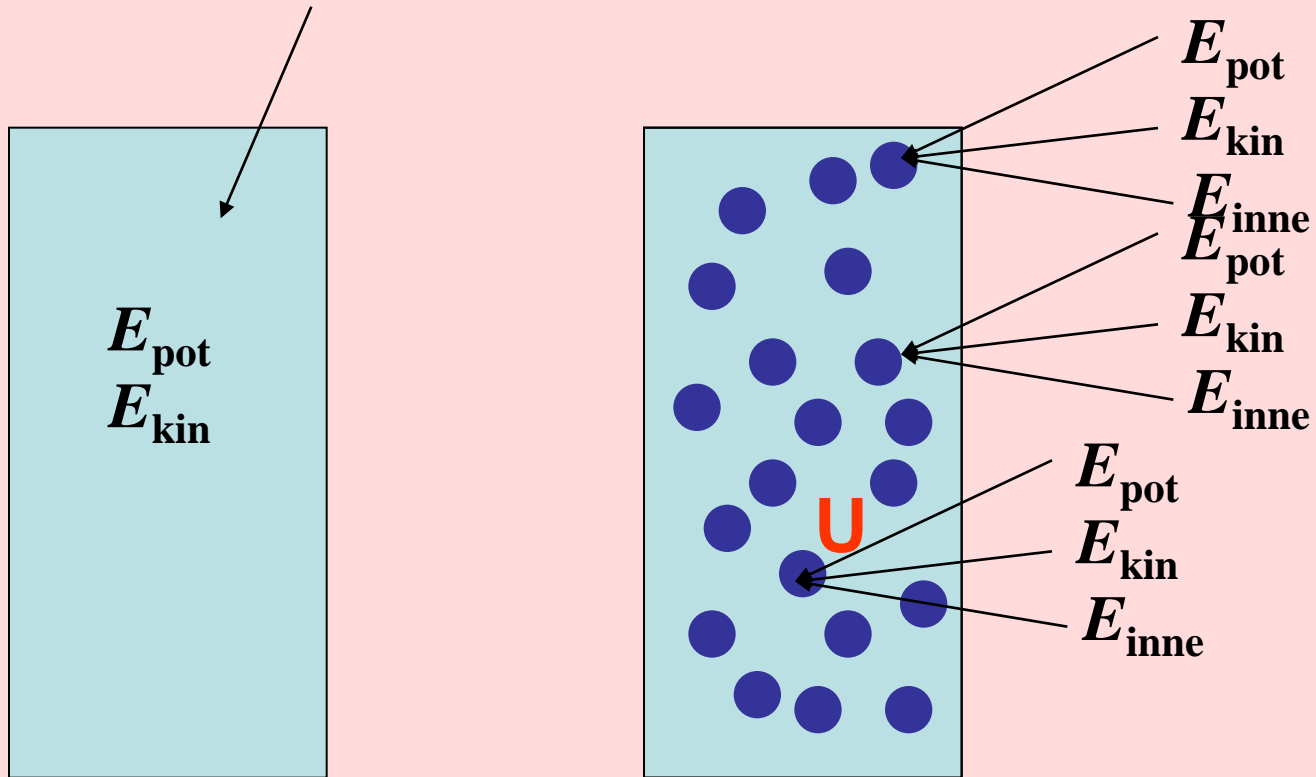
$T_{\text{w}}$  ↑

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h \quad \longrightarrow \quad E_{\text{kin}} = \frac{m v^2}{2} \quad \longrightarrow \quad q$$

**Konwersja energii jest to przemiana jednej energii w drugą.**

**Wymiana energii jest to przekazywanie energii od jednego ciała do drugiego (od układu do otoczenia lub odwrotnie).**

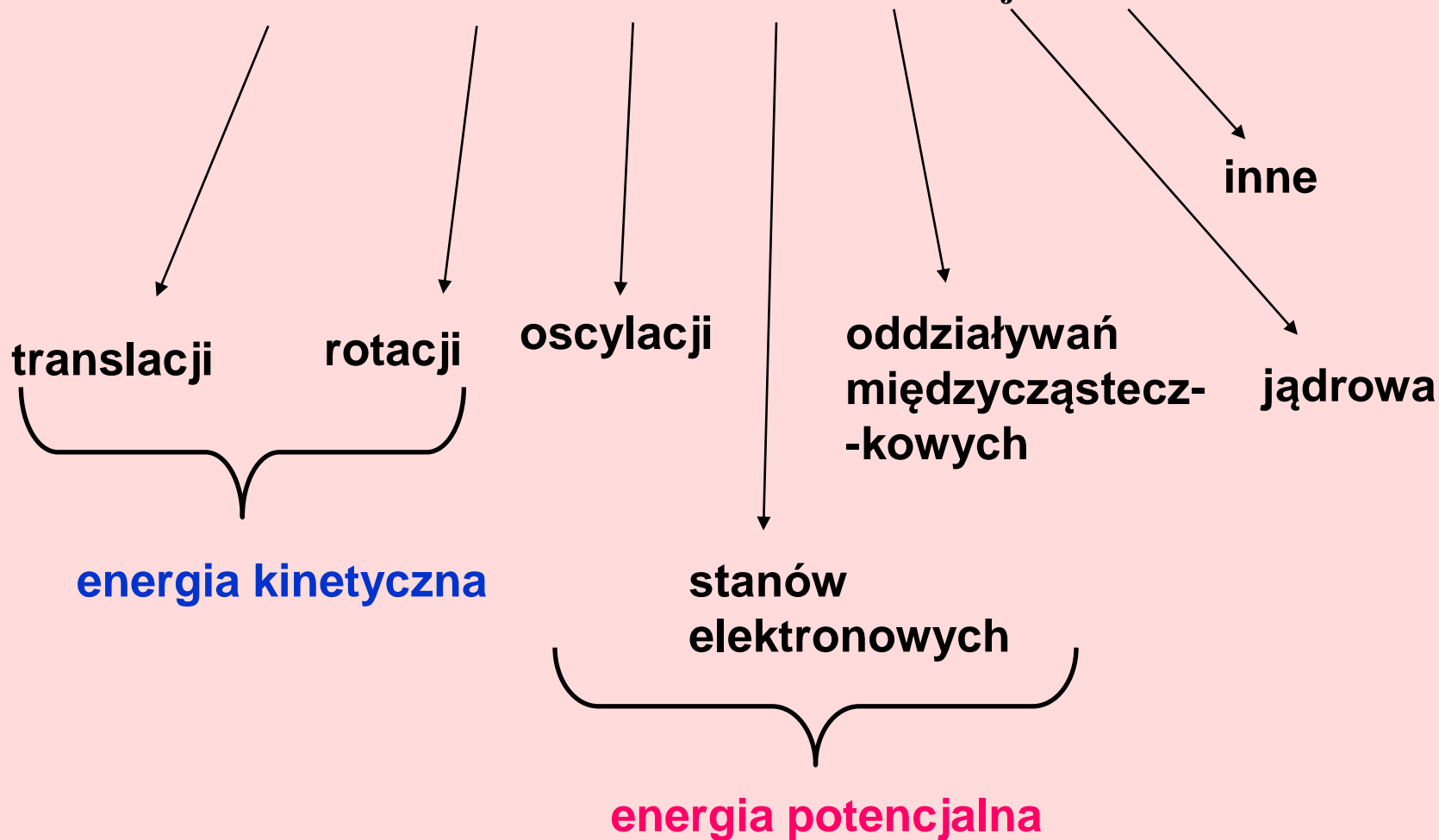
# Układ jako całość

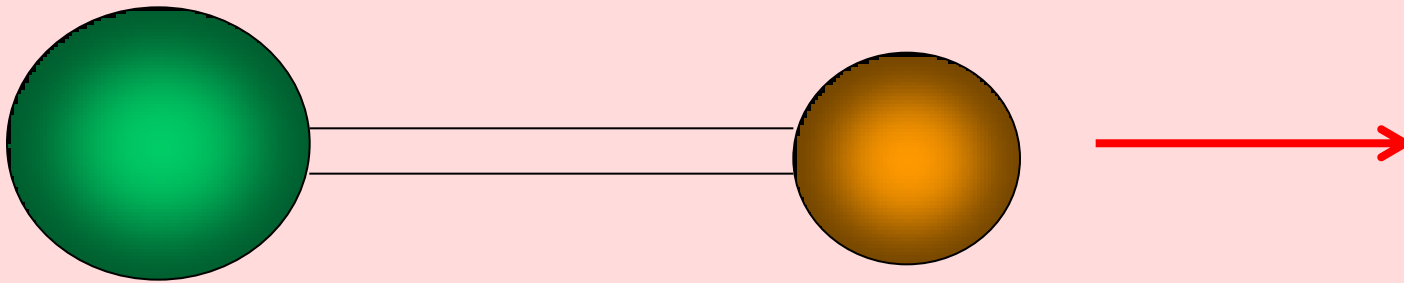


$$E = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} + U$$

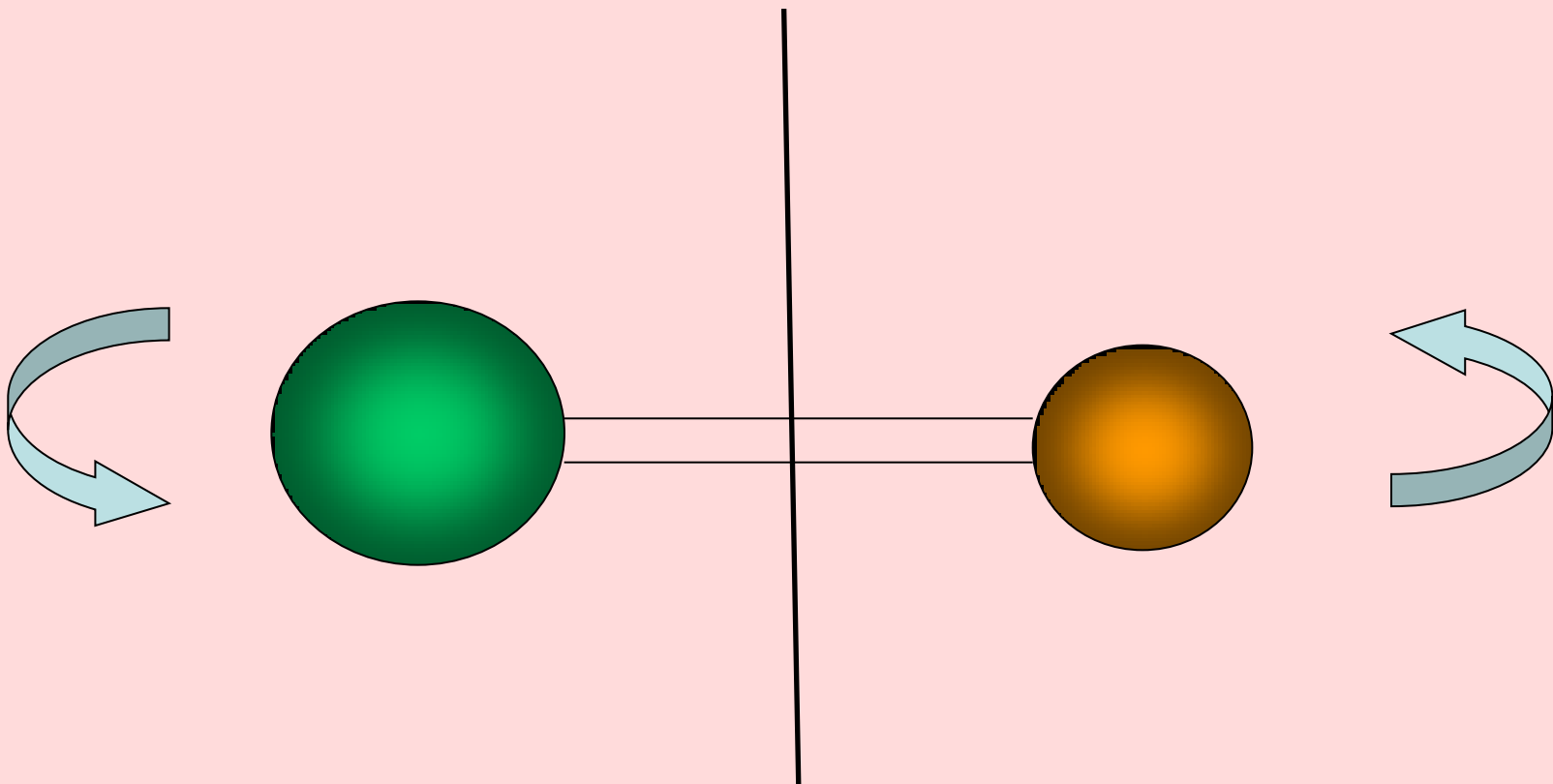
$$U = E_{\text{trans}} + E_{\text{rot}} + E_{\text{osc}} + E_{\text{el}} + E_{\text{m}} + E_{\text{j}} + E_{\text{x}}$$

$$U = E_{\text{trans}} + E_{\text{rot}} + E_{\text{osc}} + E_{\text{el}} + E_{\text{m}} + E_{\text{j}} + E_{\text{x}}$$

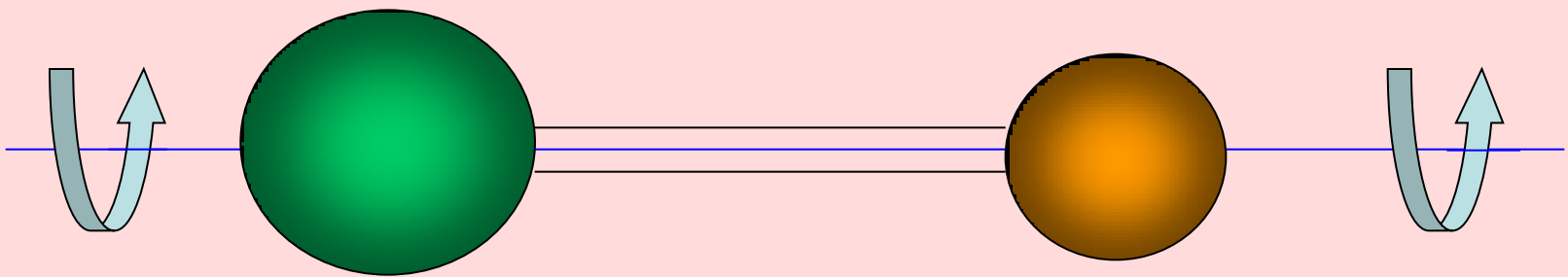




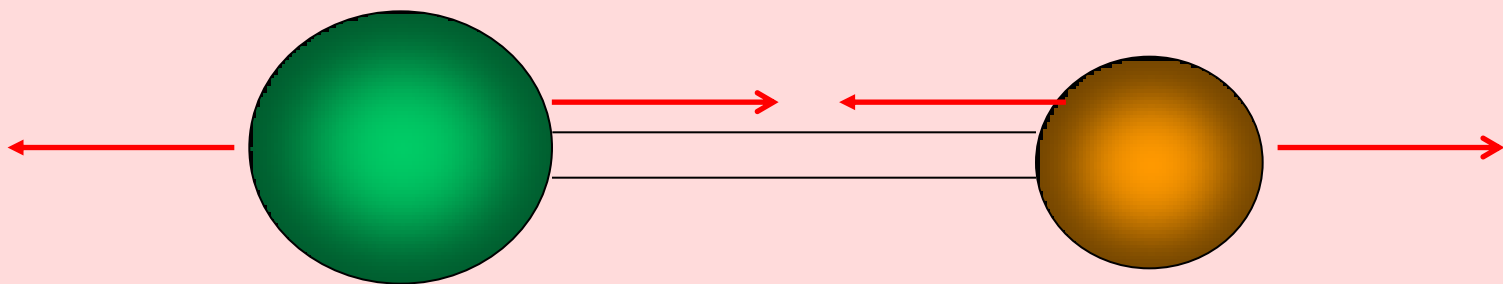
**Energia translacji**



**Energia rotacji**



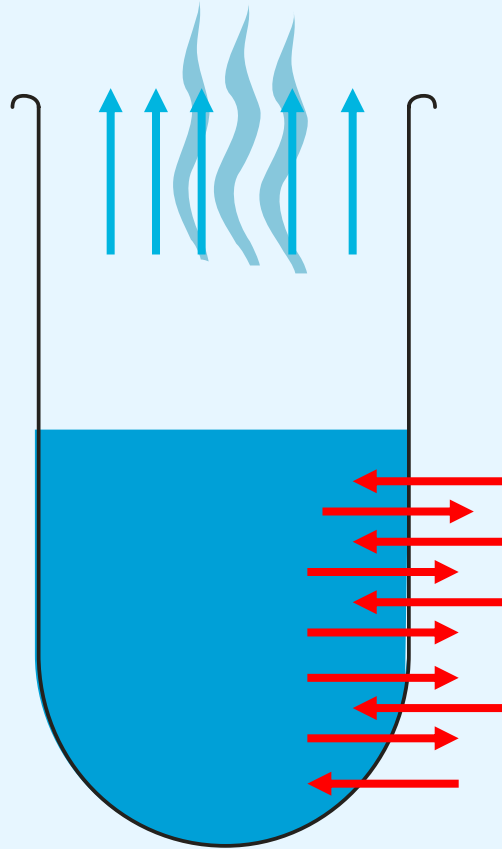
**Energia rotacji**



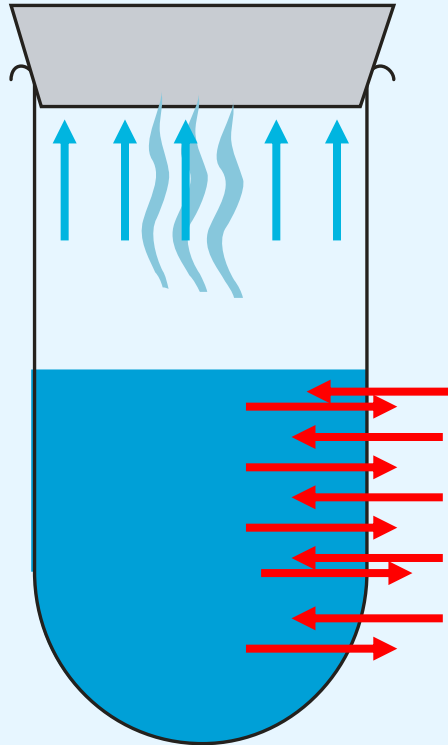
**Energia oscylacji**



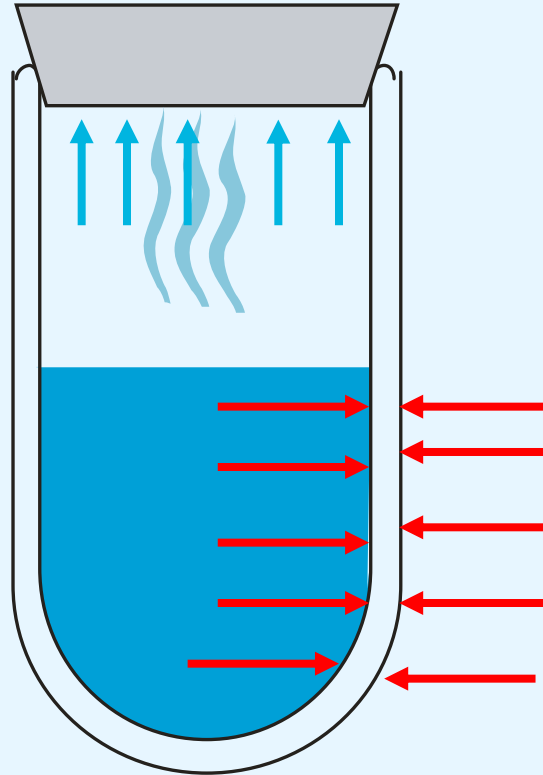
# UKŁADY



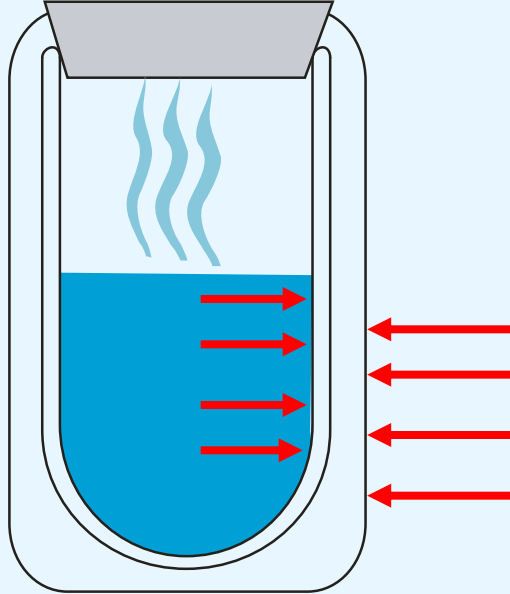
**Układem otwartym** jest układ, który może wymieniać  
**materię** i **energię** z otoczeniem.



**Układem zamkniętym** jest układ, który nie może wymieniać **materii** z otoczeniem.



**Układem izolowanym** jest układ, który nie może wymieniać ani **materii**, ani **energii** z otoczeniem.

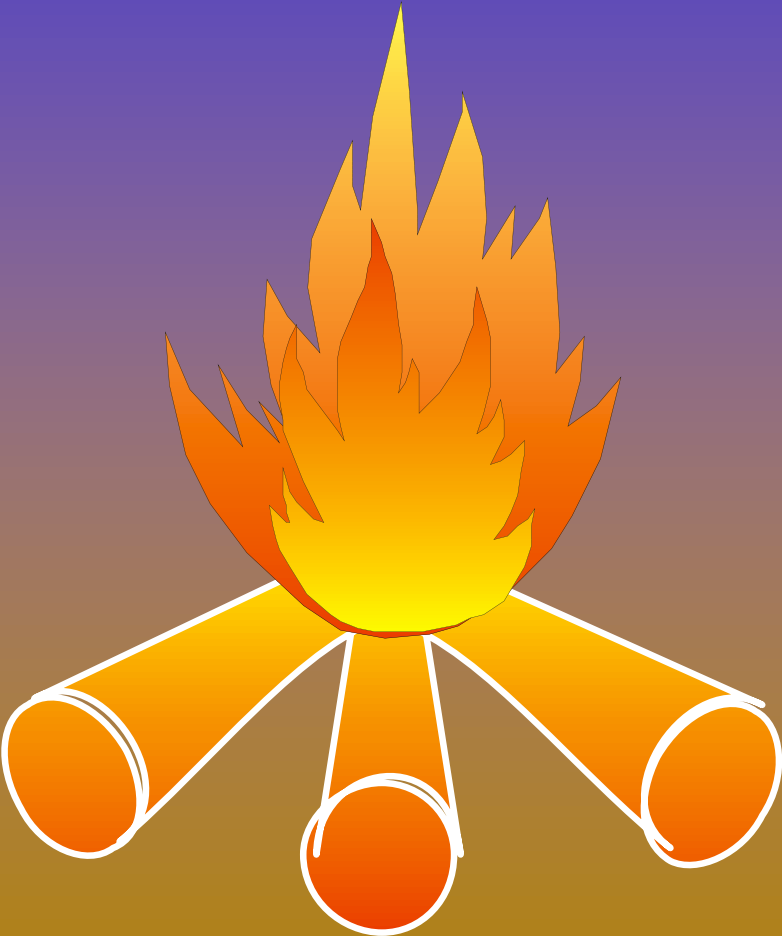


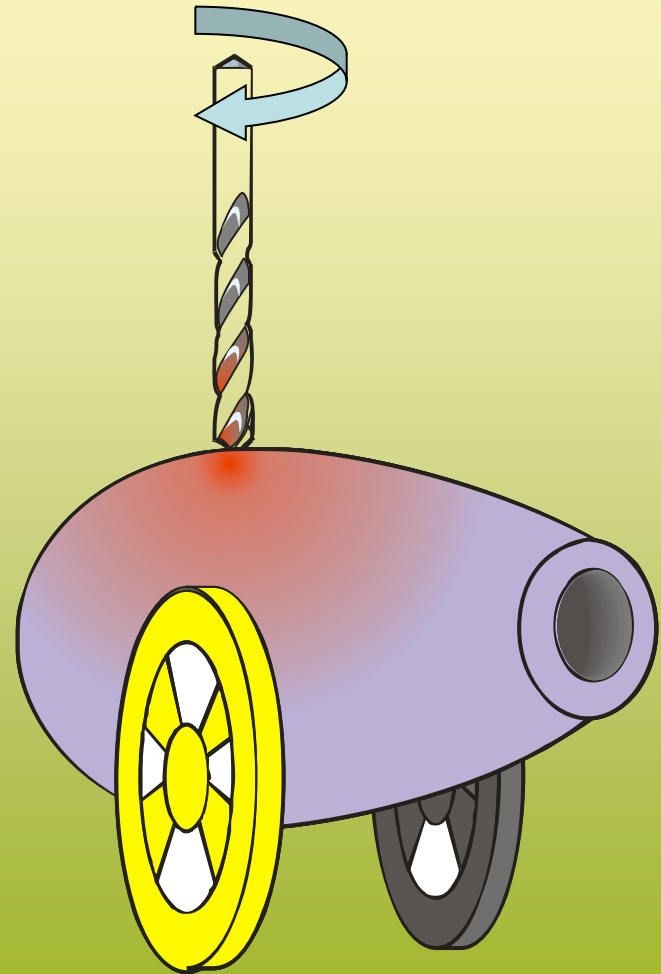
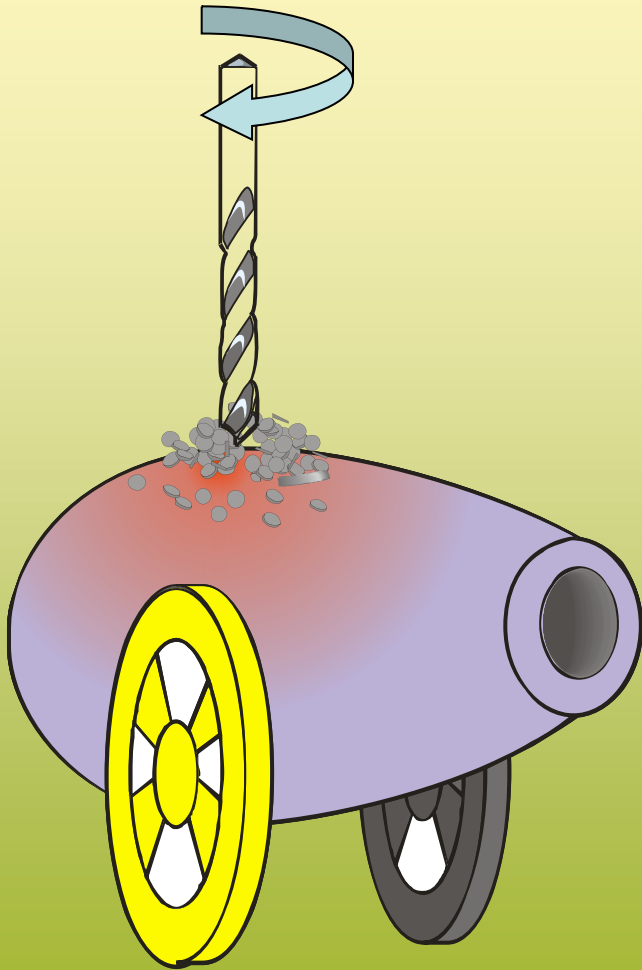
***Układ odizolowany termicznie od otoczenia nazywa się układem adiabatycznym. W układzie tym brak jest wymiany ciepła z otoczeniem.***

**Greckie słowo **adiabatos** oznacza „nie do przebycia”.**

# CIEPŁO

$(q)$







# WNIOSKI

- Źródło ciepła wytwarzanego za pomocą tarcia wydaje się być niewyczerpalne, zatem nie może być substancją materialną.
- Praca mechaniczna wykonana na układzie wywołuje taką samą zmianę stanu układu (woda zagotowała się), jak dostarczone mu ciepło.

# Co to jest ciepło ?

Ciepło ( $q$ ) jest energią przypadkowego ruchu cząsteczek i jest najbardziej niezorganizowaną formą energii.

Ciepło ( $q$ ) jest to transfer energii w wyniku bezładnego ruchu, wynikający z różnicy temperatur układu i otoczenia.

# JEDNOSTKI

Kaloria (cal) była stosowana do pomiaru ciepła.

Jest to ilość ciepła, która dostarczona do jednego grama wody podnosi jej temperaturę z  $14,5^{\circ}\text{C}$  do  $15,5^{\circ}\text{C}$ .

Dżul (J) był stosowany do pomiaru energii.

Dżul to energia równa pracy wykonanej przez siłę 1 N w kierunku jej działania, na drodze o długości 1 m ( $\text{N}\cdot\text{m}$ ).

Zgodnie z Międzynarodowym Układem Jednostek Miar SI, który obowiązuje od 1.01.1980 roku

**Dżul (J) stosowany jest do pomiaru energii  
czyli ciepła i pracy.**

$$1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$$

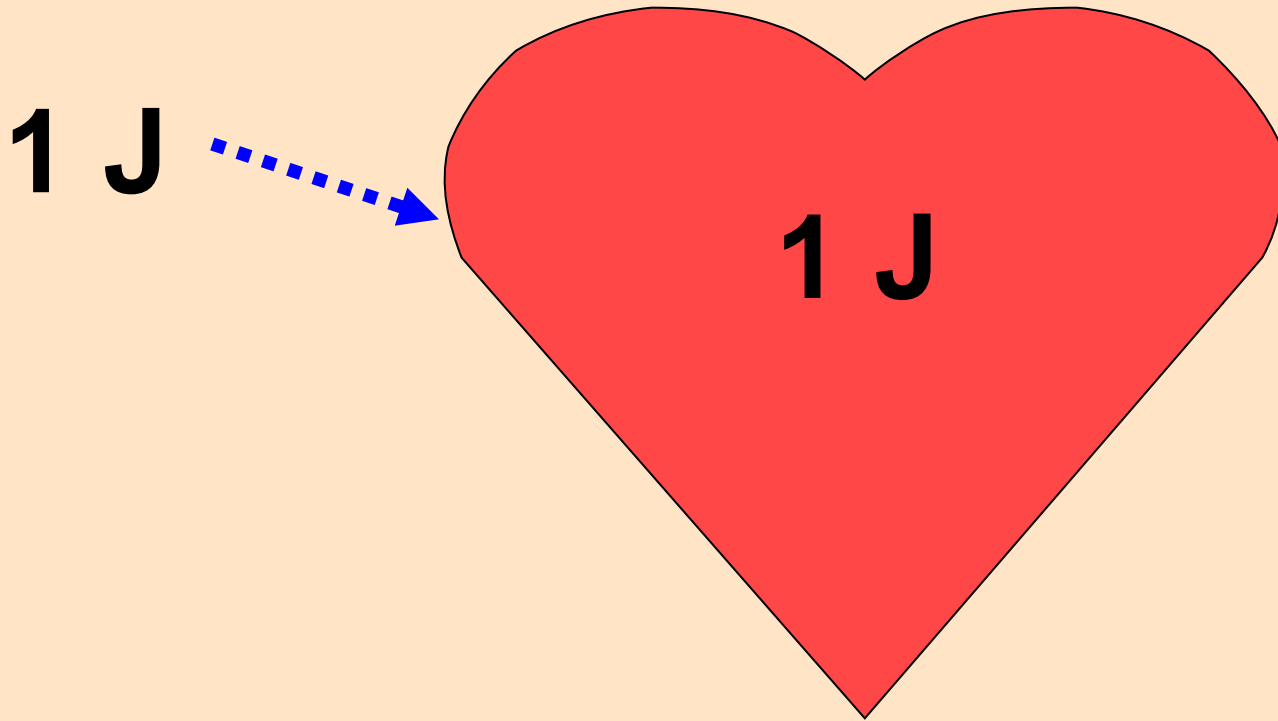
SI – *Le Système International d'Unités*

Jednostką energii spoza układu SI przyjętą za legalną jest

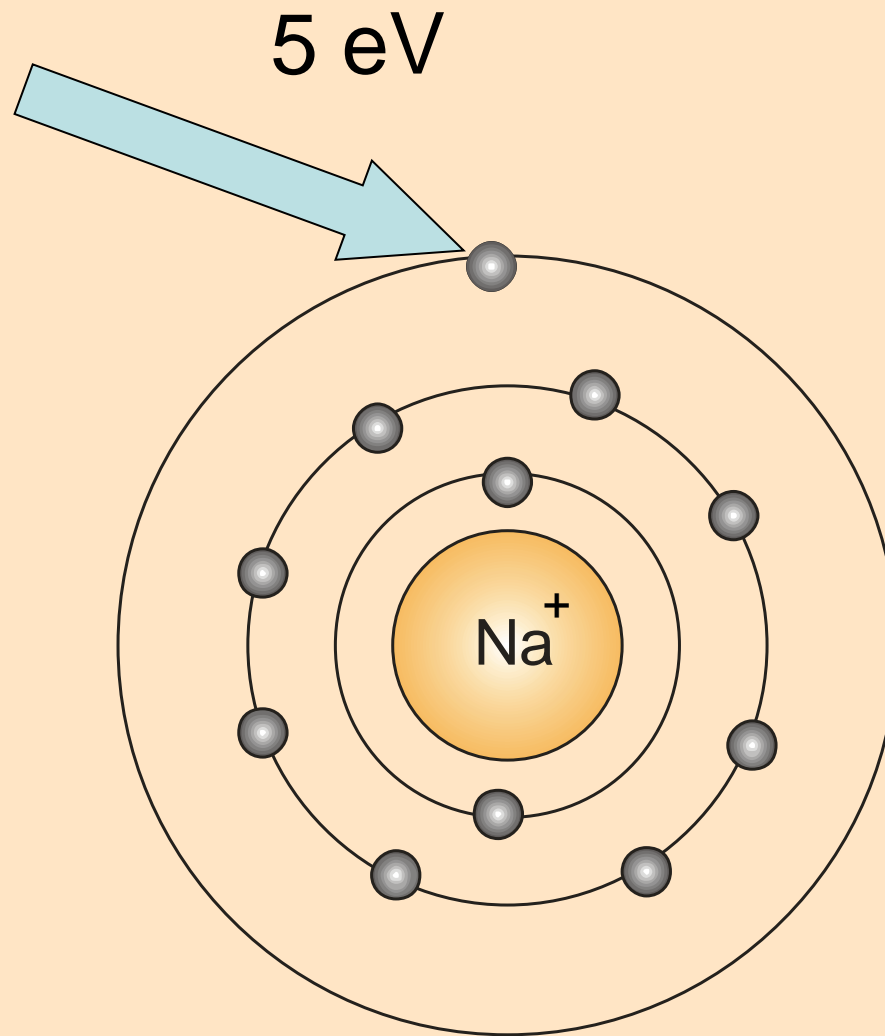
**1 eV**

energia kinetyczna elektronu przyspieszanego przez różnicę potencjałów 1 V.

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$



Na każde uderzenie serca zużywamy około 1 J.



Aby usunąć elektron walencyjny z atomu sodu, potrzebna jest energia około  $5 \text{ eV} = 8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

# Sposoby przenoszenia ciepła

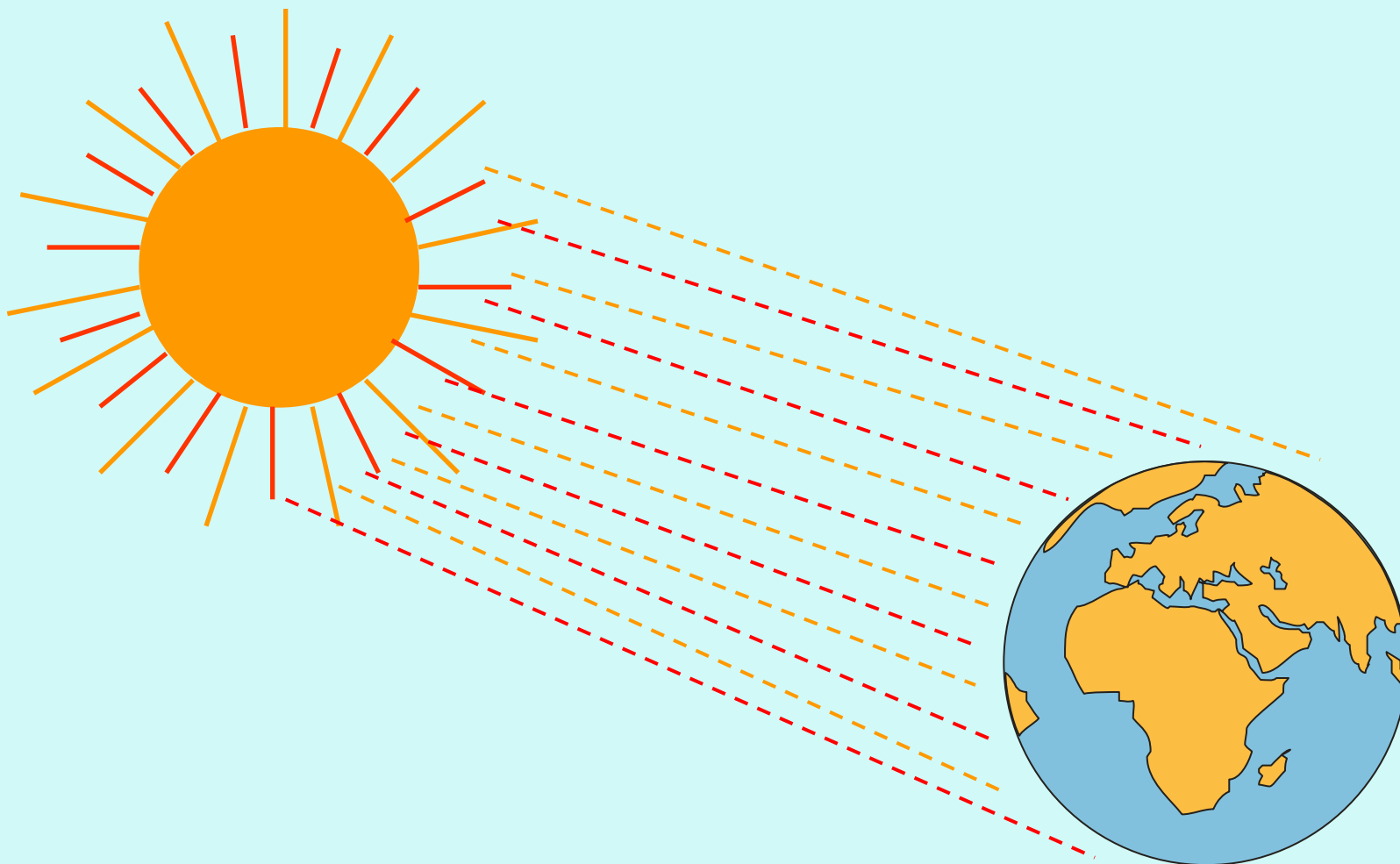


## Sposoby przenoszenia ciepła:

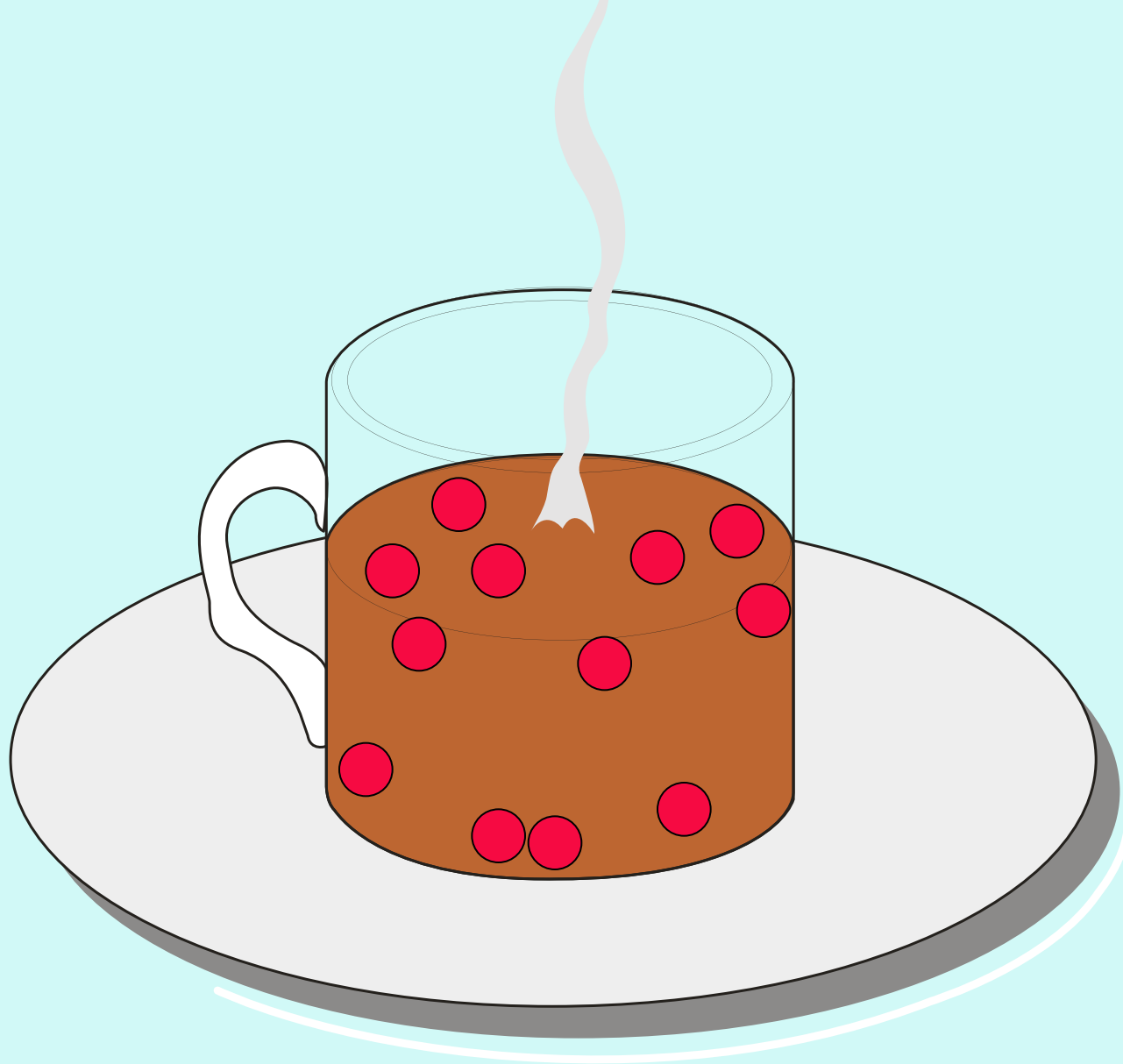
- Ciepło przenosi się przez przewodzenie
- Ciepło pokonuje przestrzeń pod postacią promieniowania
- Ciepło przenosi się przez konwekcję czyli unoszenie



**Ciepło przenosi się przez przewodzenie.**



**Ciepło może też pokonywać przestrzeń pod postacią promieniowania.**



**W gazach i w cieczech przenoszenie ciepła odbywa się głównie przez konwekcję, czyli unoszenie.**



**Ciepło czyli energia uwolniona na skutek wybuchu bomby jądrowej przenosi się poprzez konwekcję – czyli unoszenie oraz przez promieniowanie.**

**JAKIE SĄ SKUTKI DOSTARCZENIA  
CIEPŁA DO CIAŁA ?**

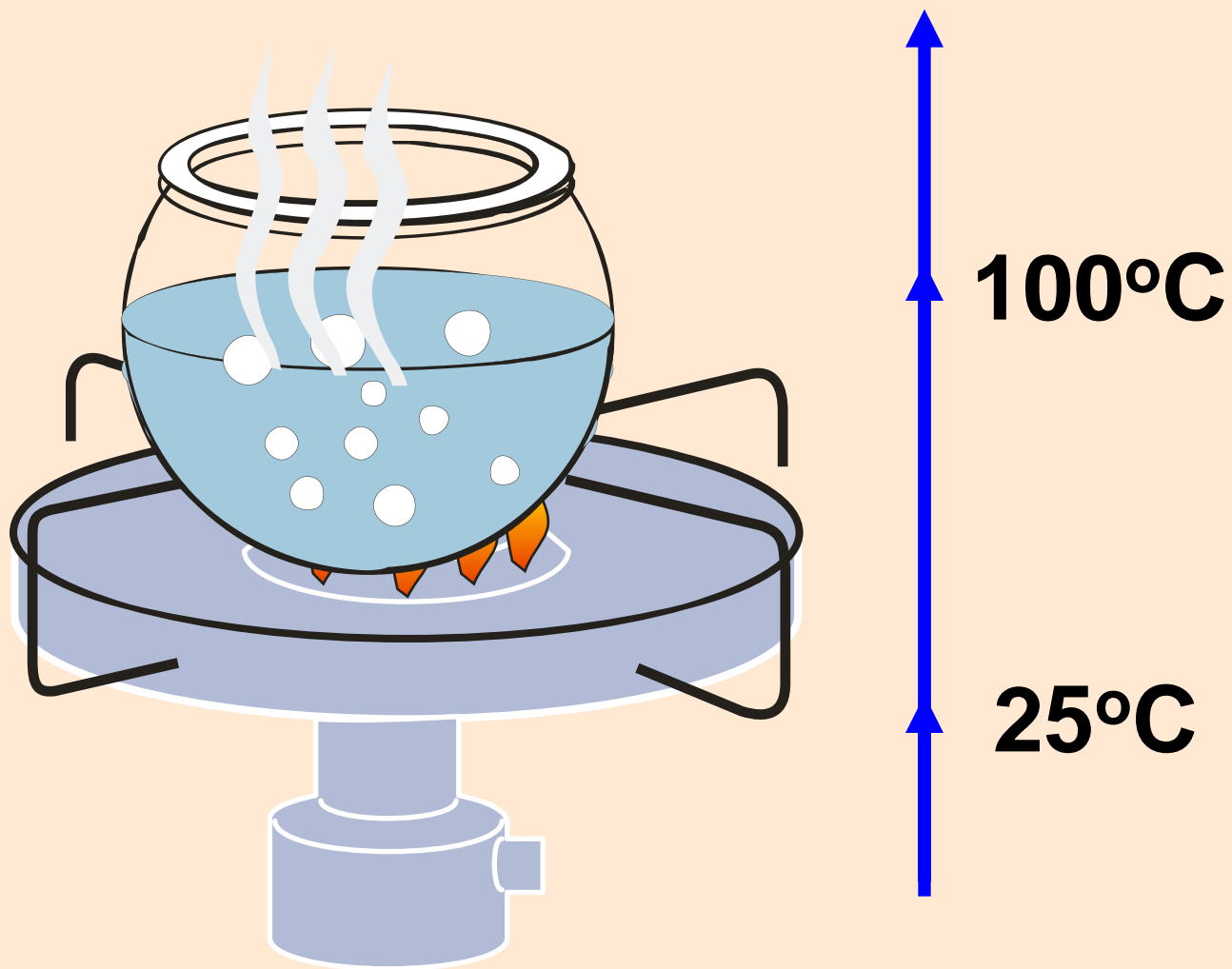
**Gdy przekazujemy ciepło do  
jakiegoś ciała zwykle wzrasta  
temperatura, ale nie zawsze.**



0°C

Dostarczane ciepło zużywane jest na stopienie lodu. 48





Dostarczane ciepło zużywane jest na odparowanie wody.

**Ciepło służy do zmiany stanu skupienia czyli  
wywołuje przejścia fazowe:**

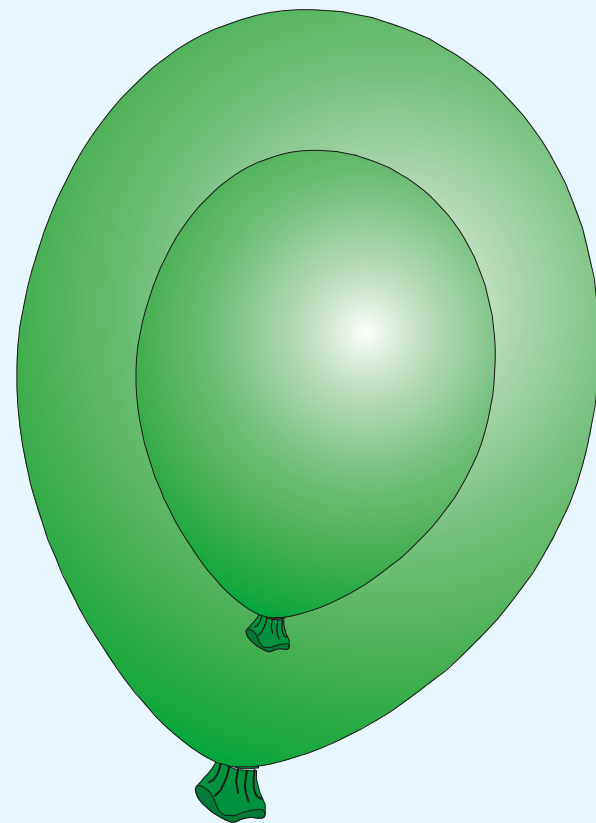
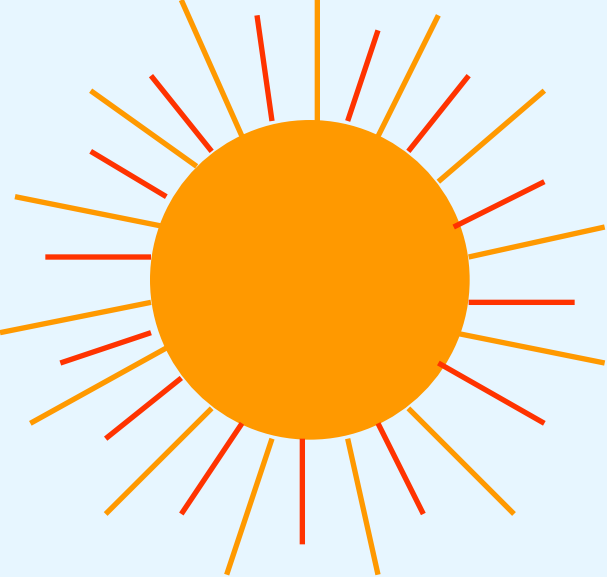
**ciało stałe → ciecz**

(przekształcenie lodu w wodę)

**ciecz → gaz**

(przekształcenie wody w parę)

**innego rodzaju przejścia fazowe**



**Rozszerzalność objętościowa**

**25°C**

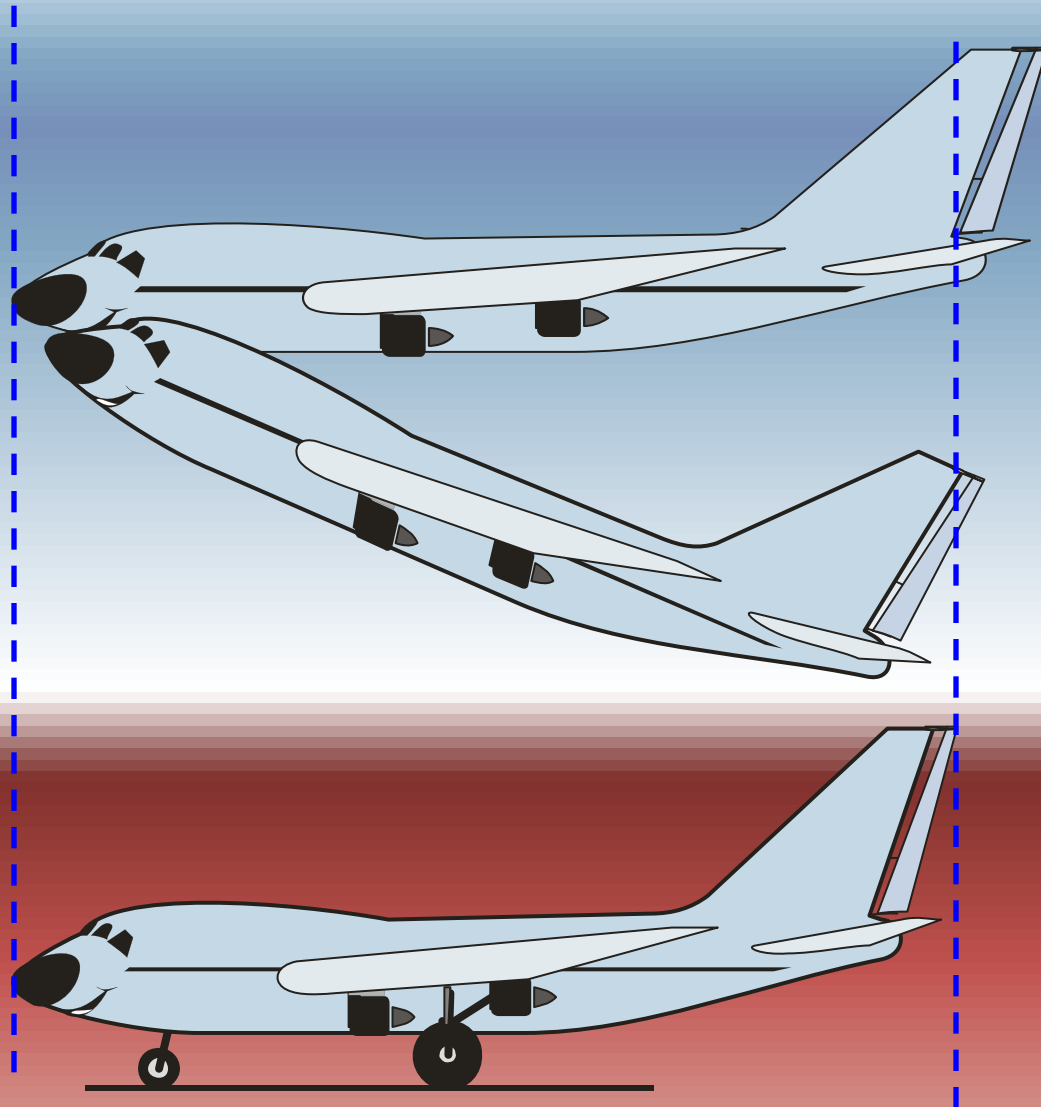
**1 mol wody**  
**0,0180 l**

**1 mol pary wodnej**  
**24,45 l**

**80°C**

**1 mol wody**  
**0,0185 l**

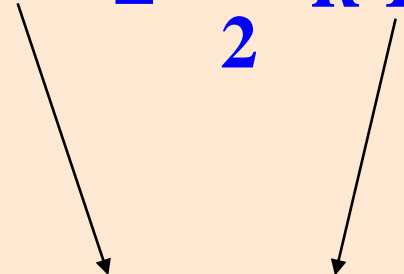
**1 mol pary wodnej**  
**28,96 l**

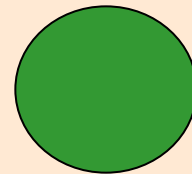
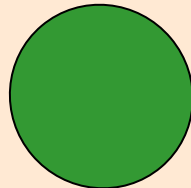
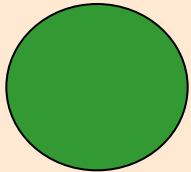
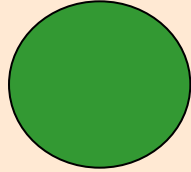
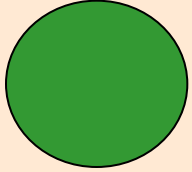


Rozszerzalność liniowa

Dlaczego tak się dzieje?

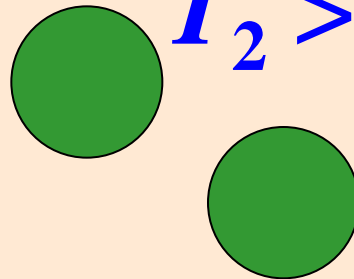
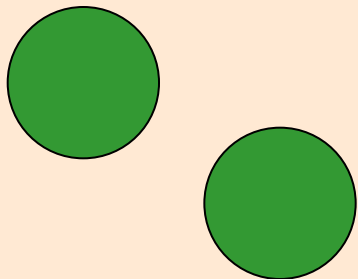
$$T \approx E_{\text{kin}}$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{3}{2} \cdot R \cdot T$$

$$v \approx T$$



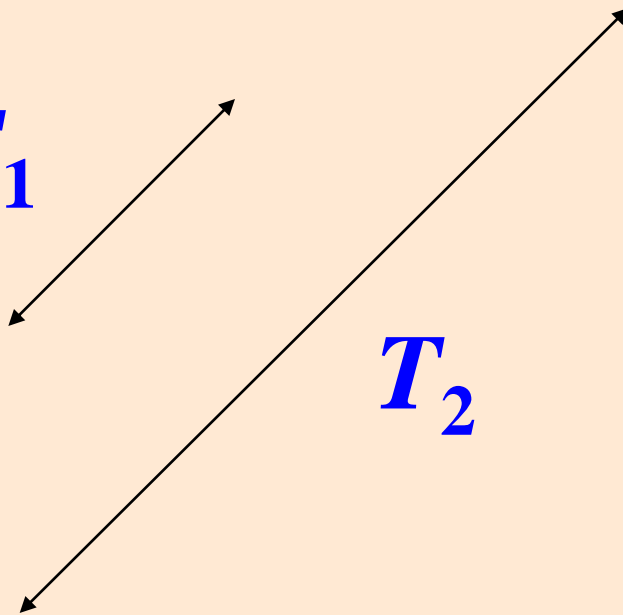
$T_1$

$T_2 \gg T_1$

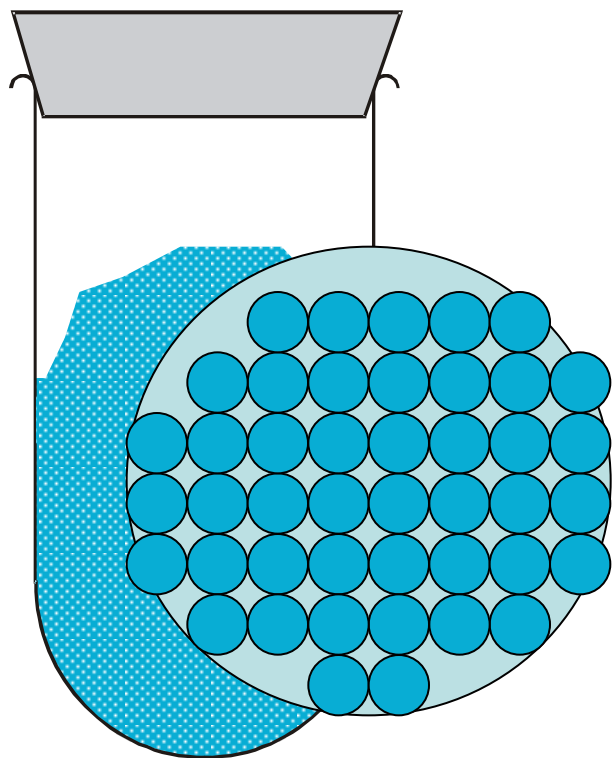


$T_1$

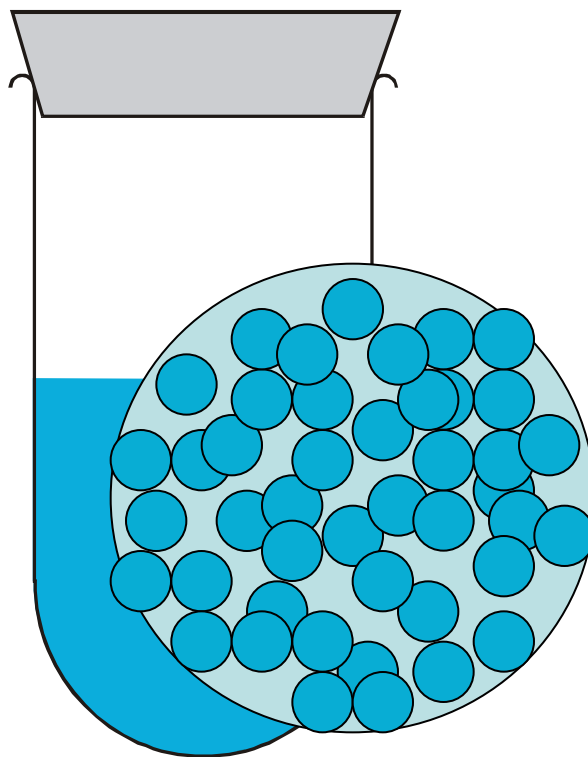
$T_2$



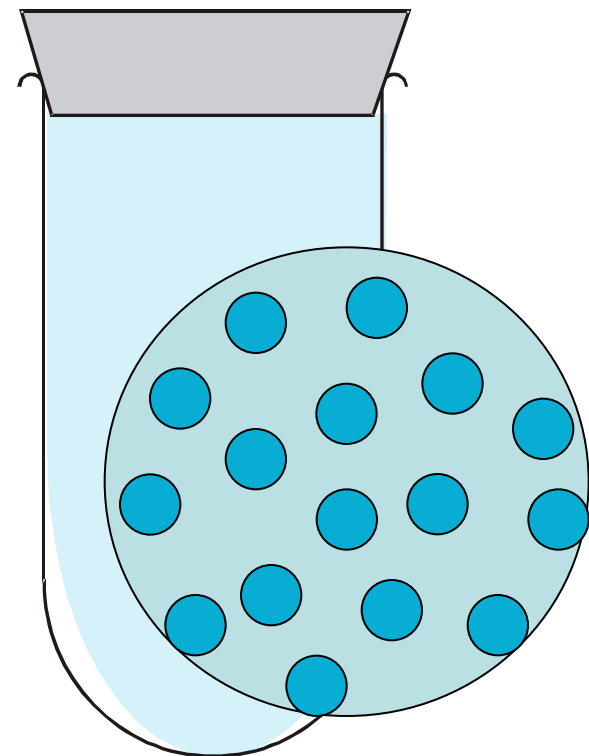




**ciało stałe**

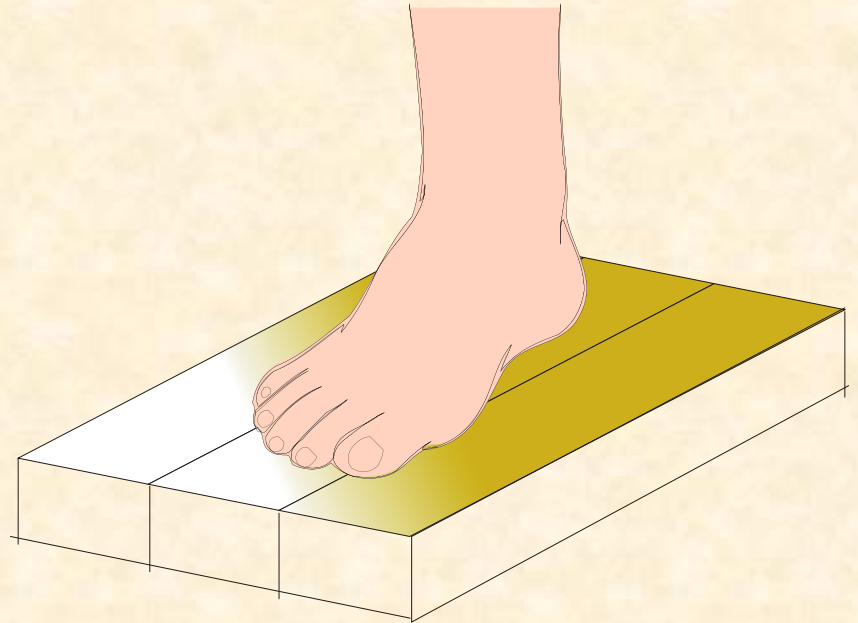
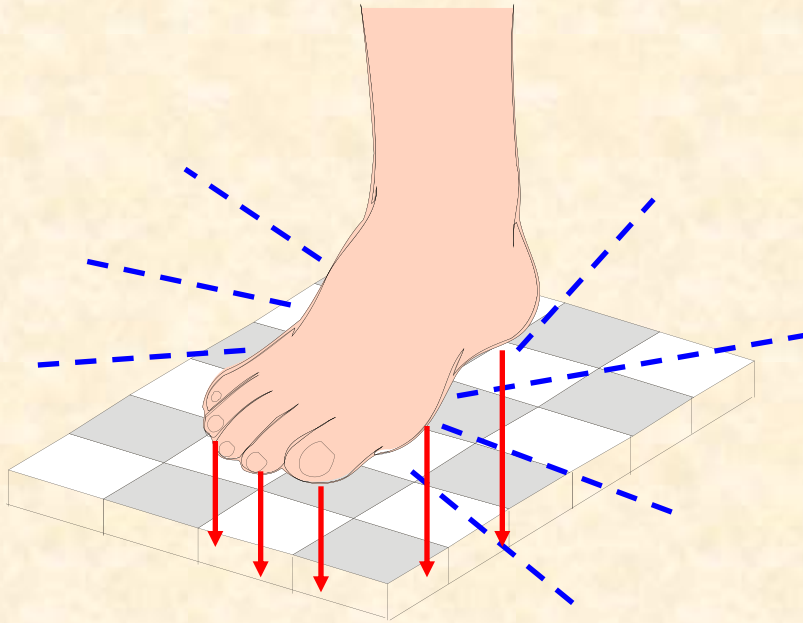


**ciecz**

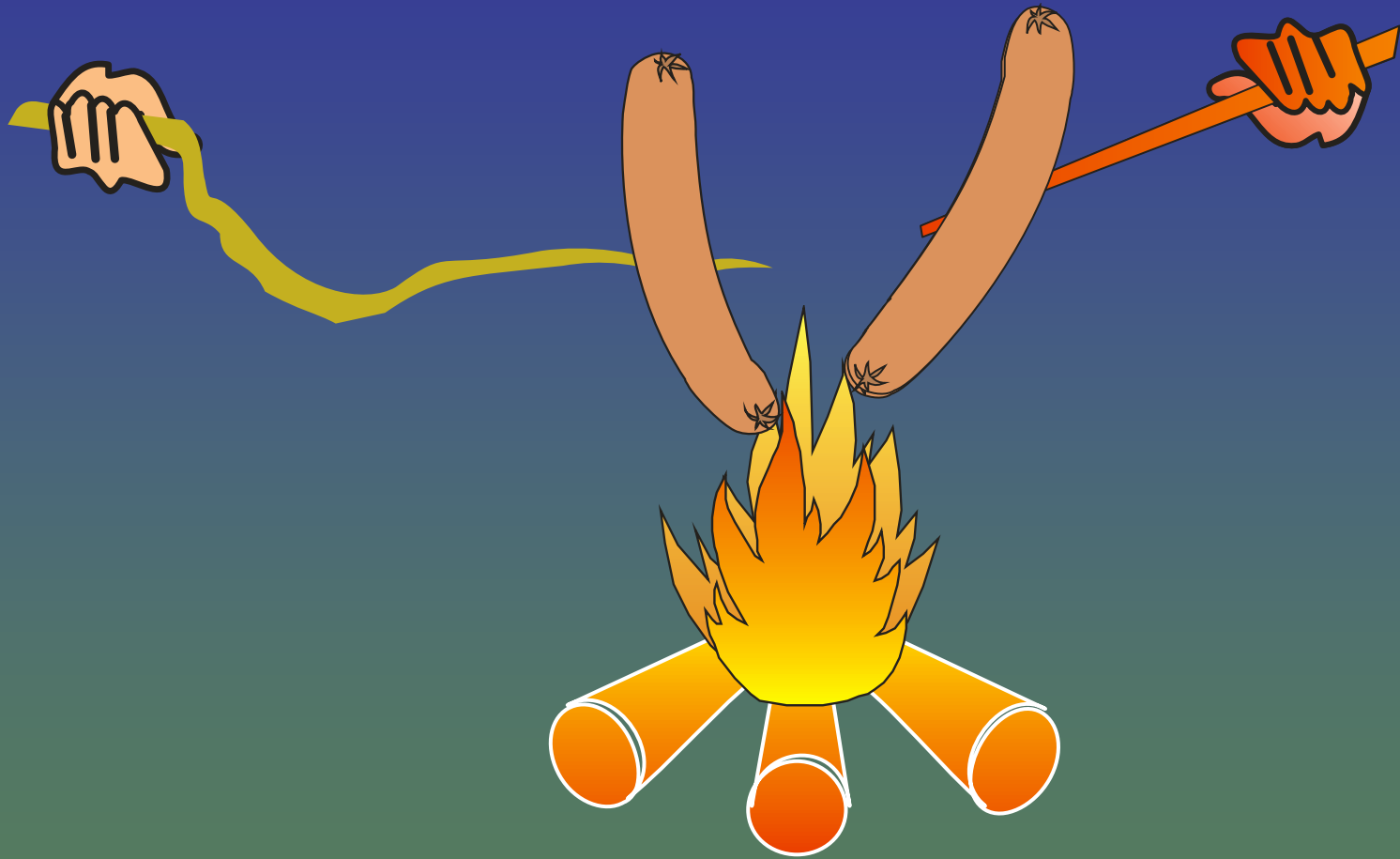


**gaz**

25°C



**Pomocy !!!!**

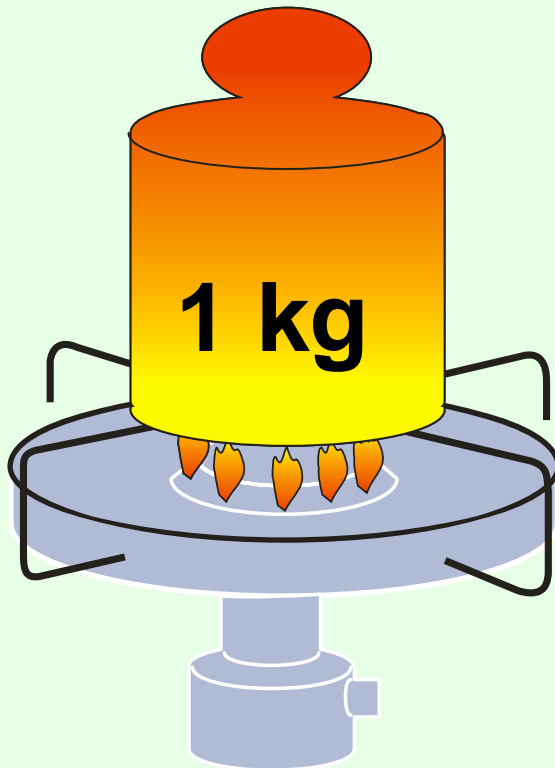


**Różne ciała mają różną zdolność przewodzenia ciepła<sup>9</sup>**

**Ciała, które słabo przewodzą ciepło  
są izolatorami cieplnymi,  
np. drewno, styropian, bawełna.**



**100°C**



**100°C**



**Różne ciała pochłaniają różne ilości ciepła aby osiągnąć taką samą temperaturę.**

**Każde ciało charakteryzuje się inną  
zdolnością pochłaniania ciepła (energii)  
i zdolność tą nazywamy *ciepłem właściwym*  $C_{wt}$ .**

***Ciepło właściwe* jest to ilość ciepła (energii)  
jaką należy dostarczyć do 1 kg danego ciała aby  
podnieść jego temperaturę o 1 deg.**

# **Kalorymetria**

**Kalorymetria dział chemii fizycznej poświęcony pomiarom ciepła wymienianego podczas przebiegu procesów chemicznych.**

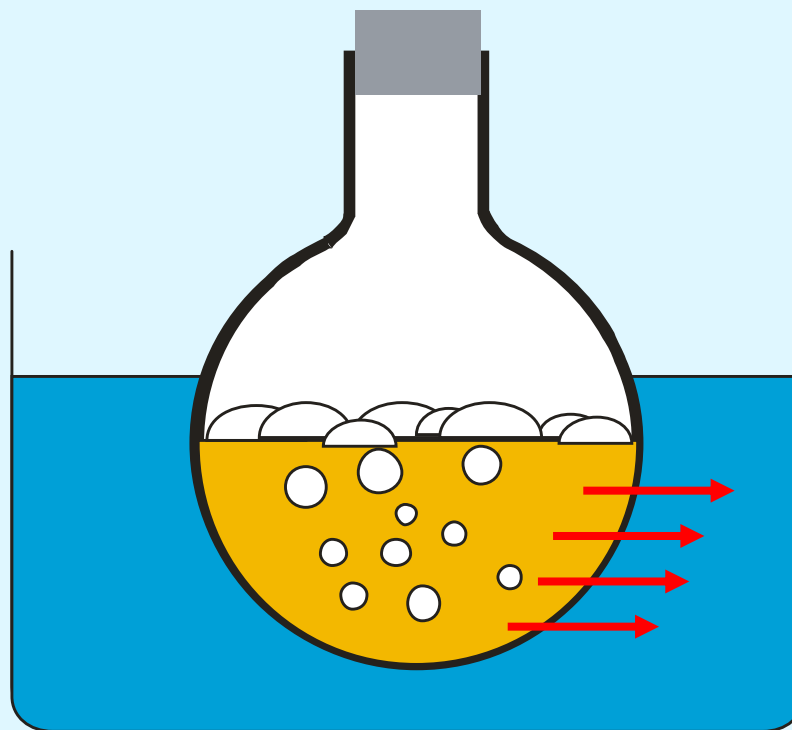


*układ*

*$-q$*

*otoczenie*

*$q$*



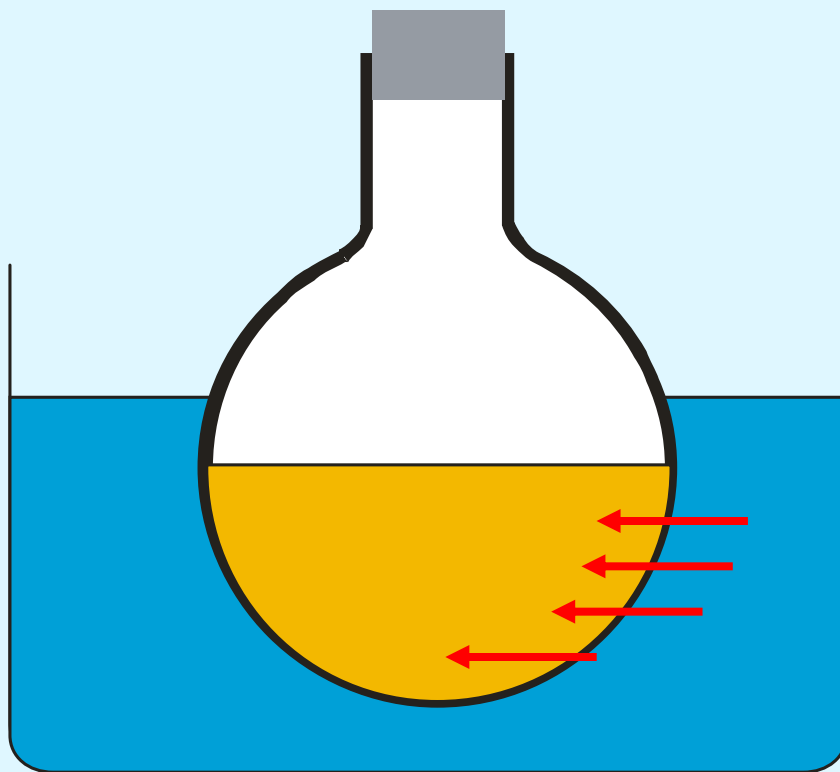
Reakcje chemiczne w wyniku, których **układ oddaje ciepło do otoczenia** nazywamy reakcjami egzotermicznymi.

*układ*

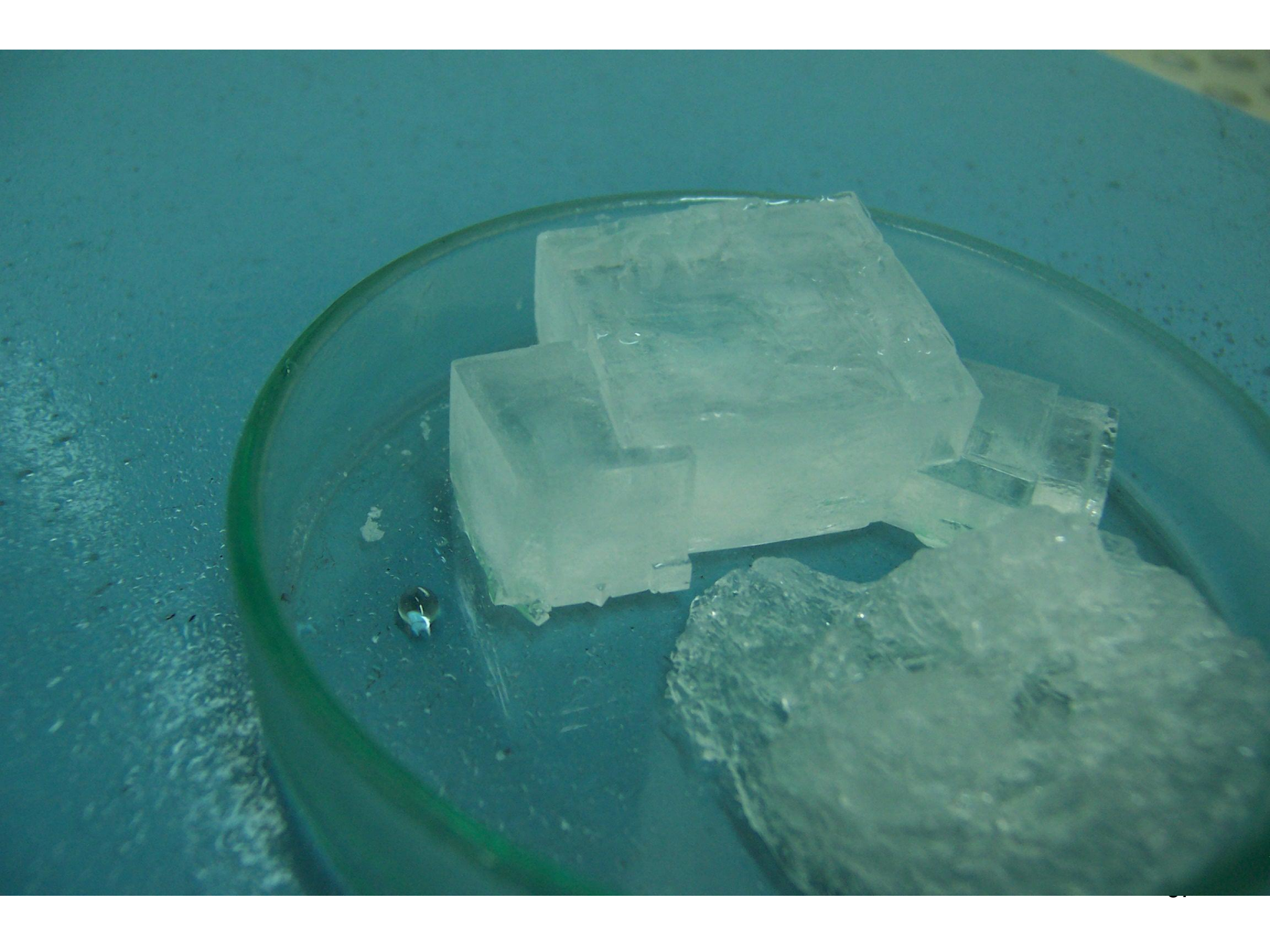
*$q$*

*otoczenie*

*$-q$*

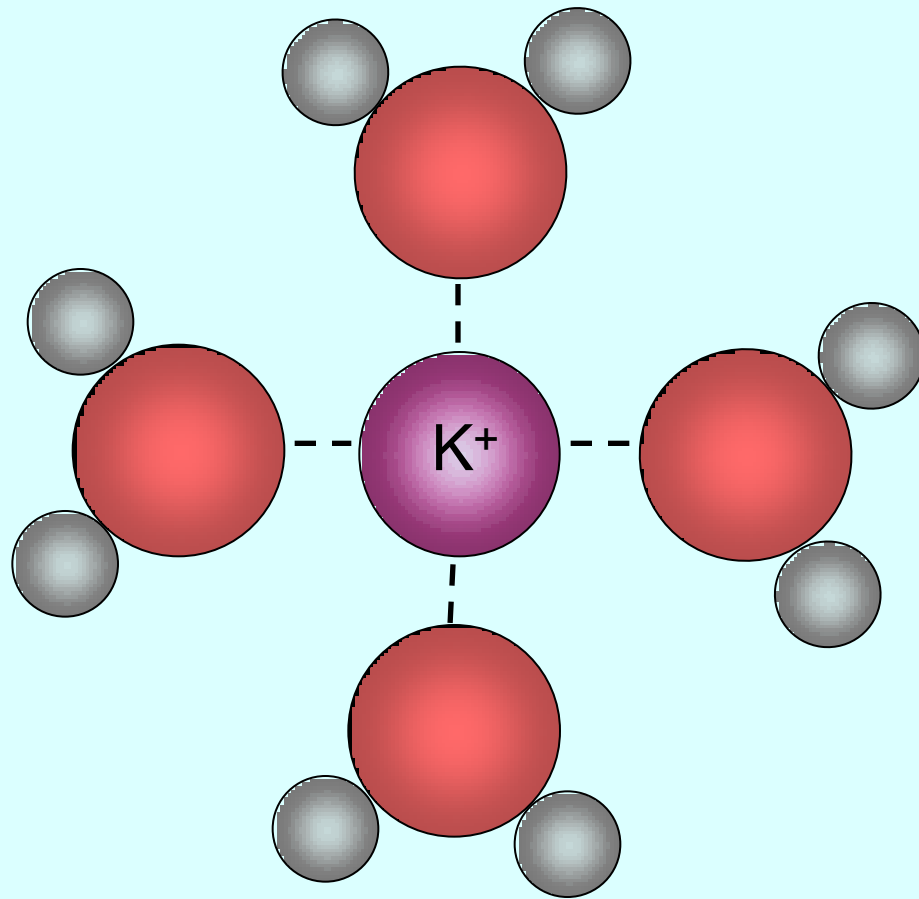


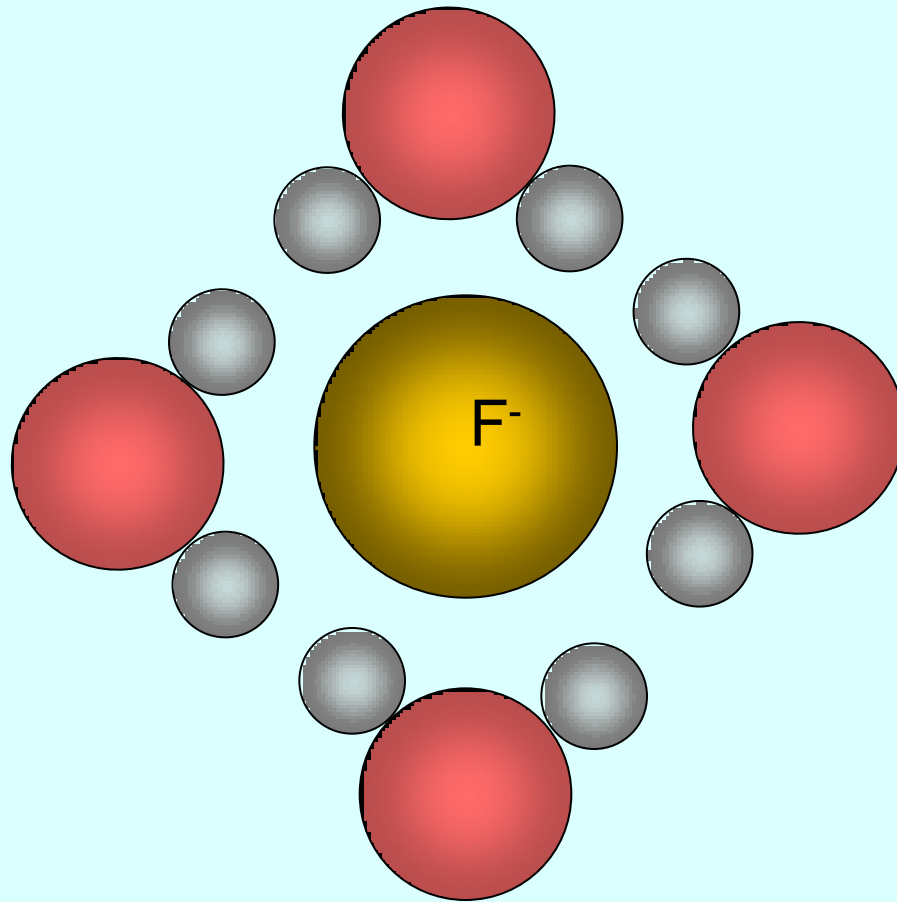
Reakcje chemiczne w wyniku, których **układ pobiera ciepło od otoczenia** nazywamy reakcjami endotermicznymi.



# PROCES ROZPUSZCZANIA

- 1. Zerwanie siatki krystalicznej soli (oddzielenie poszczególnych jonów np.  $\text{Na}^+$   $\text{Cl}^-$  lub cząsteczek np. sacharozy pod wpływem rozpuszczalnika).**
- 2. Solwatacja (hydratacja) jonów.**





# Termodynamika reakcji chemicznych

# Co się dzieje z poszczególnymi rodzajami energii podczas przebiegu reakcji chemicznej?

$$U = E_{\text{trans}} + E_{\text{rot}} + E_{\text{osc}} + E_{\text{el}} + E_{\text{m}} + E_{\text{j}} + E_{\text{x}}$$

$E_{\text{kin}}$

wymieniana na  
sposób ciepła  
lub/ i pracy

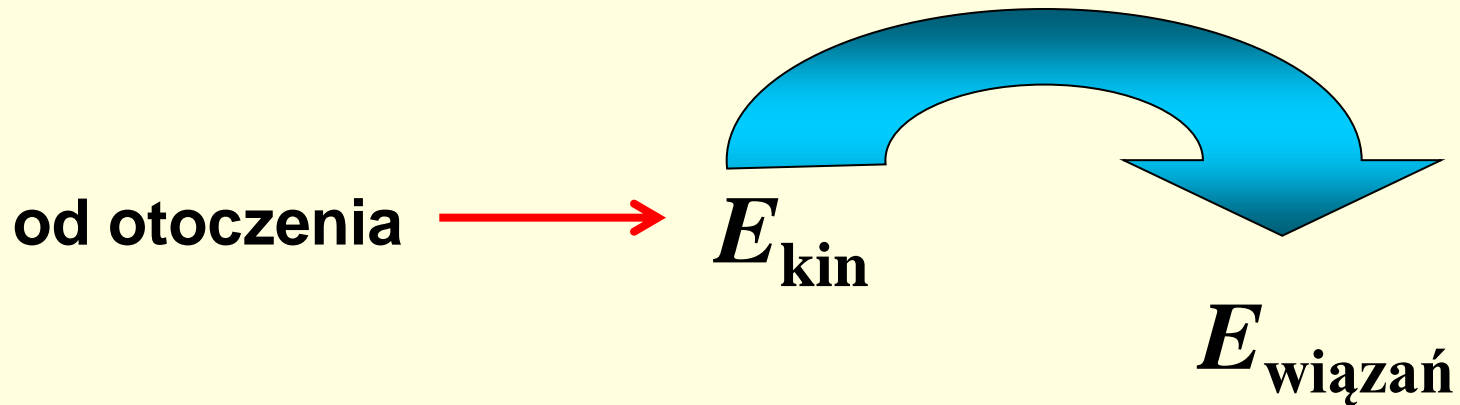
$E_{\text{wiązań}}$

nie ulega zmianie podczas  
wymiany z otoczeniem ani  
podczas reakcji chemicznej

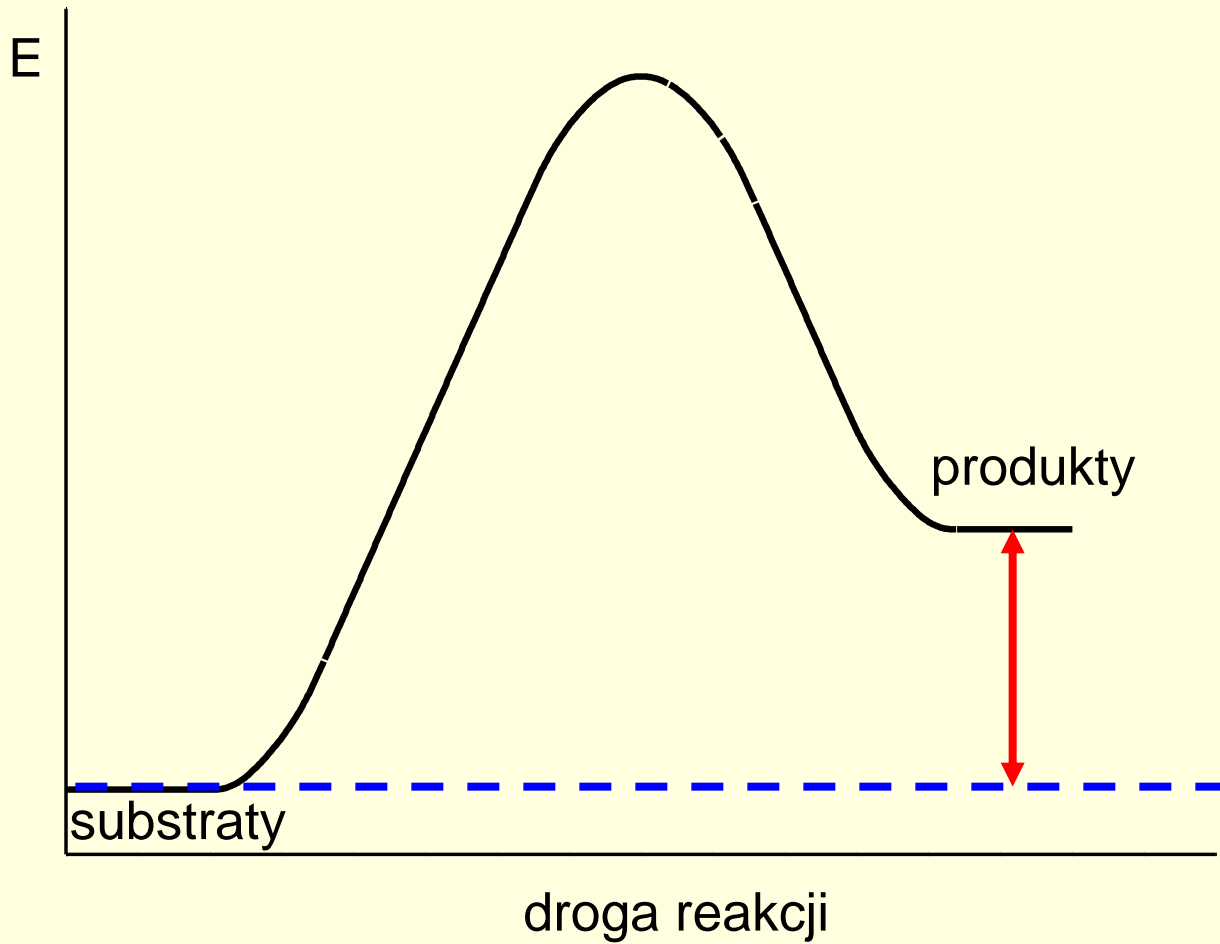
$E_{\text{inne}}$



$$(E_{\text{wiązań}})_{\text{prod}} > (E_{\text{wiązań}})_{\text{substr}}$$

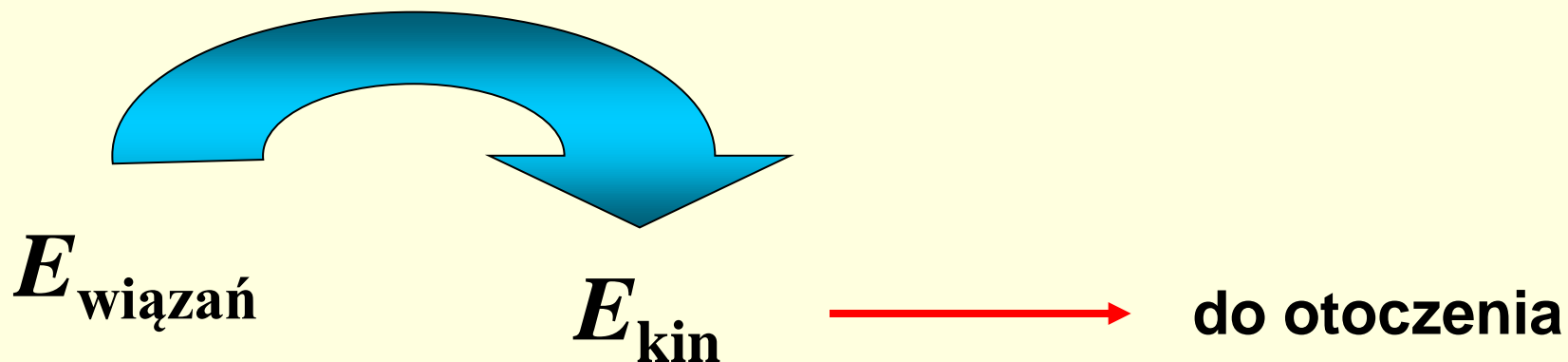


**reakcja endoenergetyczna**

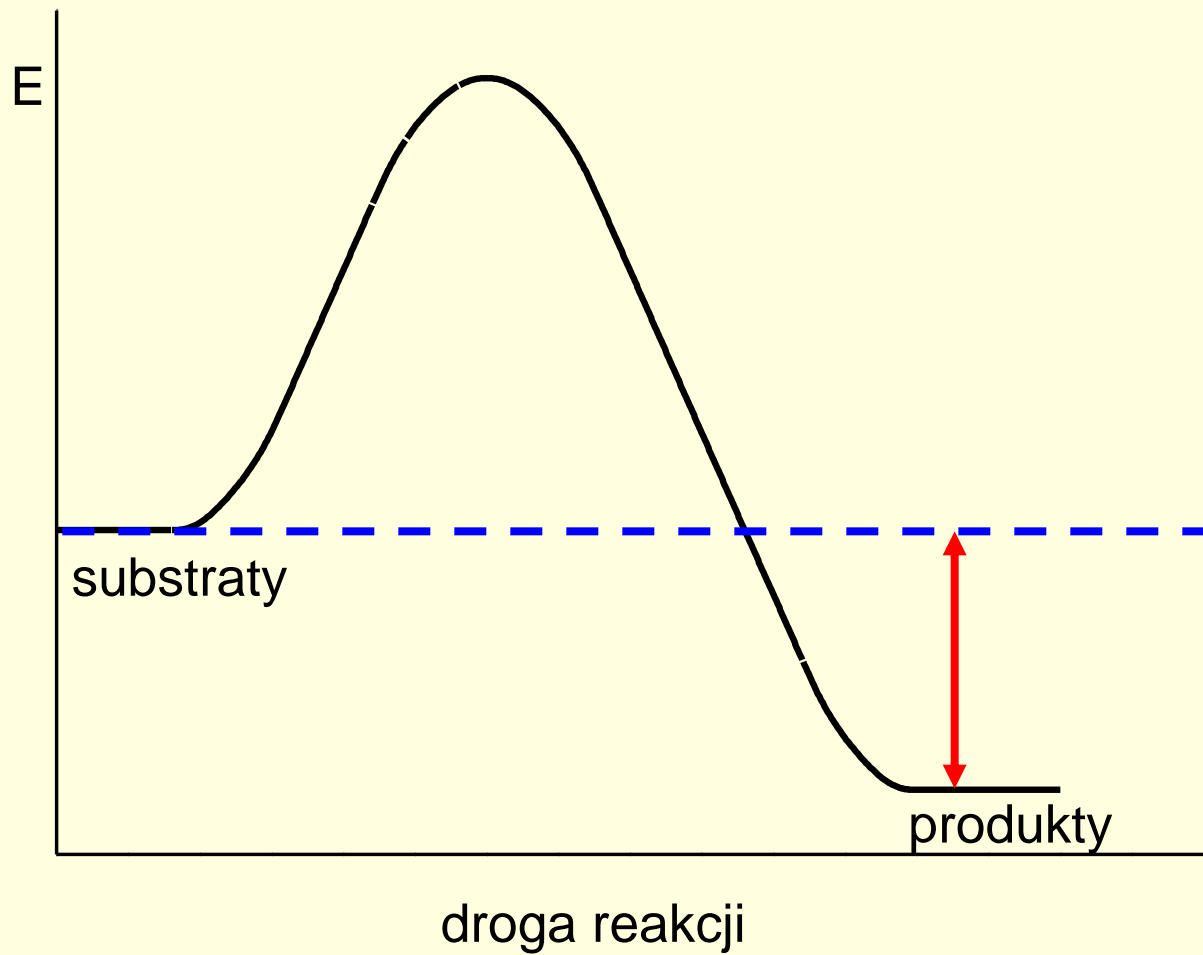


**reakcja endoenergetyczna**

$$(E_{\text{wiązań}})_{\text{prod}} < (E_{\text{wiązań}})_{\text{substr}}$$



**reakcja egzoenergetyczna**

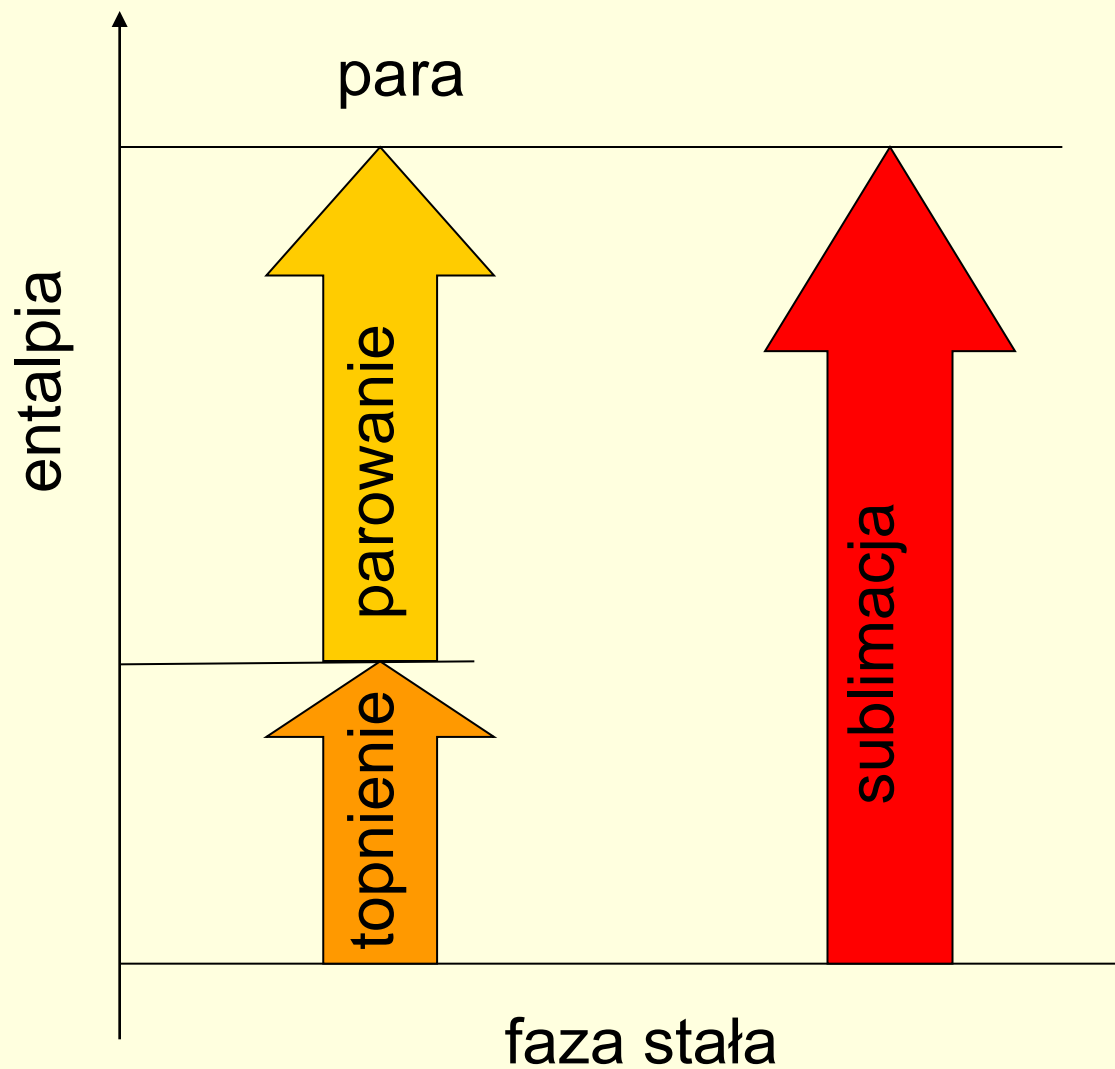


**reakcja egzoenergetyczna**

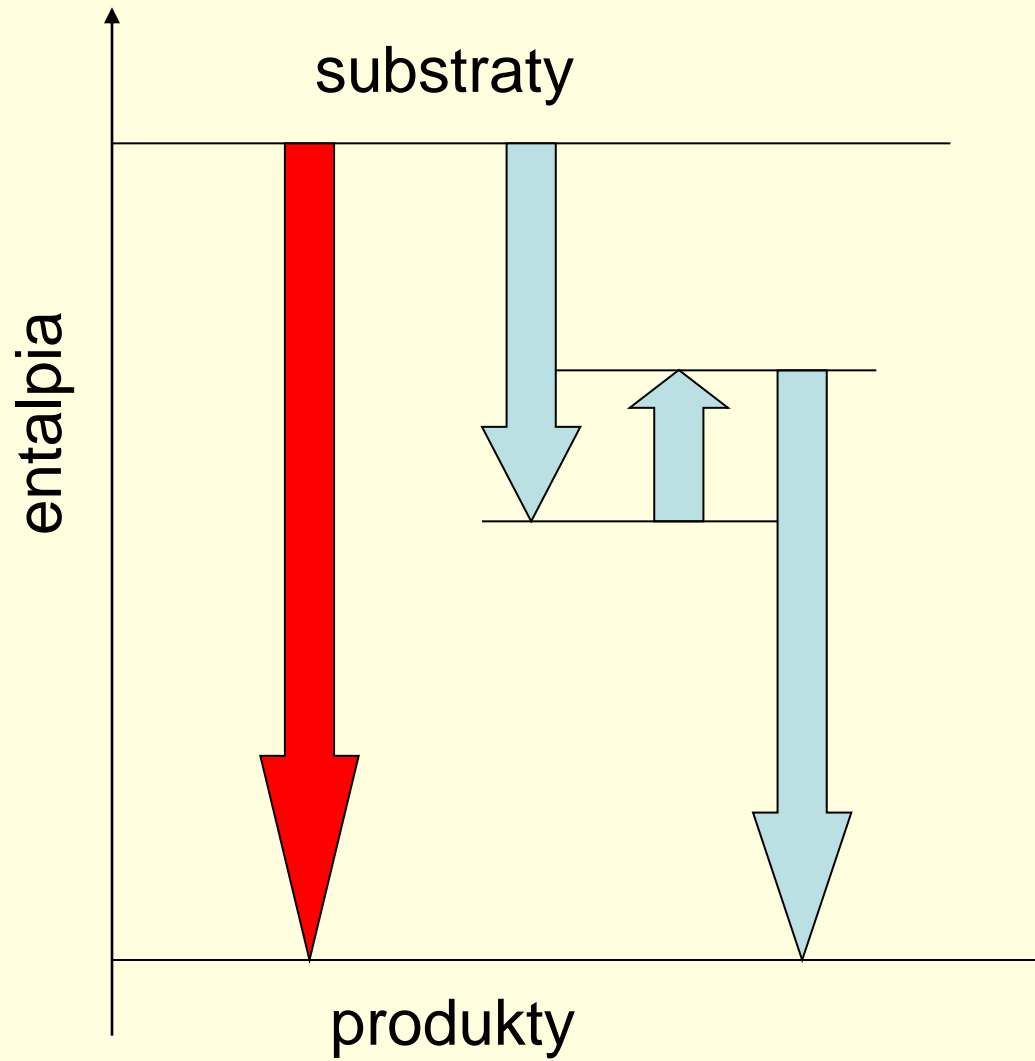
**Podczas przemiany chemicznej następuje zmiana rodzaju wiązań, zrywane zostają wiązania w cząsteczce substratów i pojawiają się nowe wiązania w cząsteczce produktów; następuje więc zmiana energii potencjalnej.**

**Różnica energii między energią wiązań substratów i energią wiązań produktów (różnica energii potencjalnej spowodowana zmianą położenia i rodzaju wiązań w nowej cząsteczce) konwertowana jest w energię kinetyczną drobin a ta z kolei może być wymieniana z otoczeniem.**

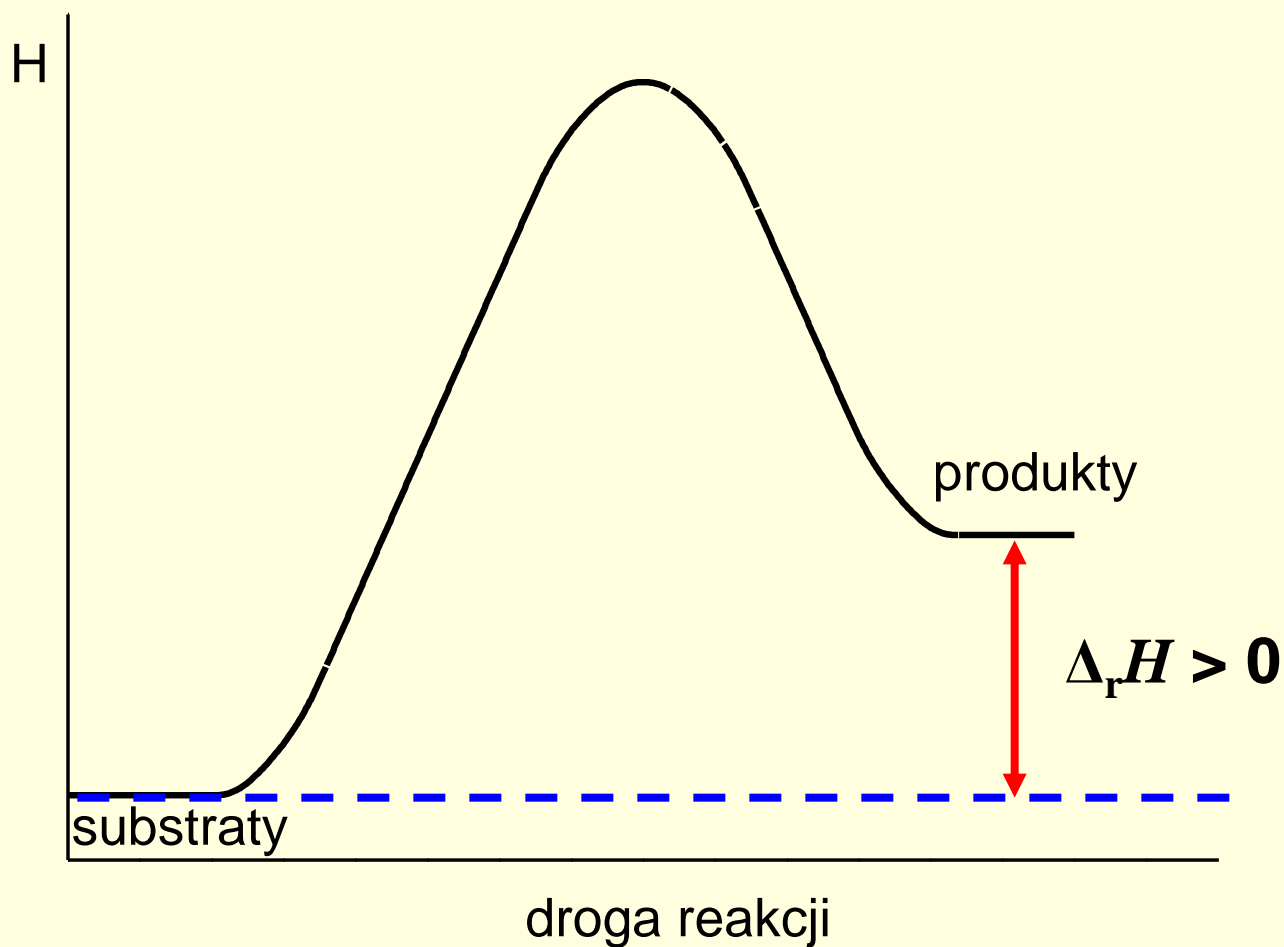
# TERMOCHEMIA



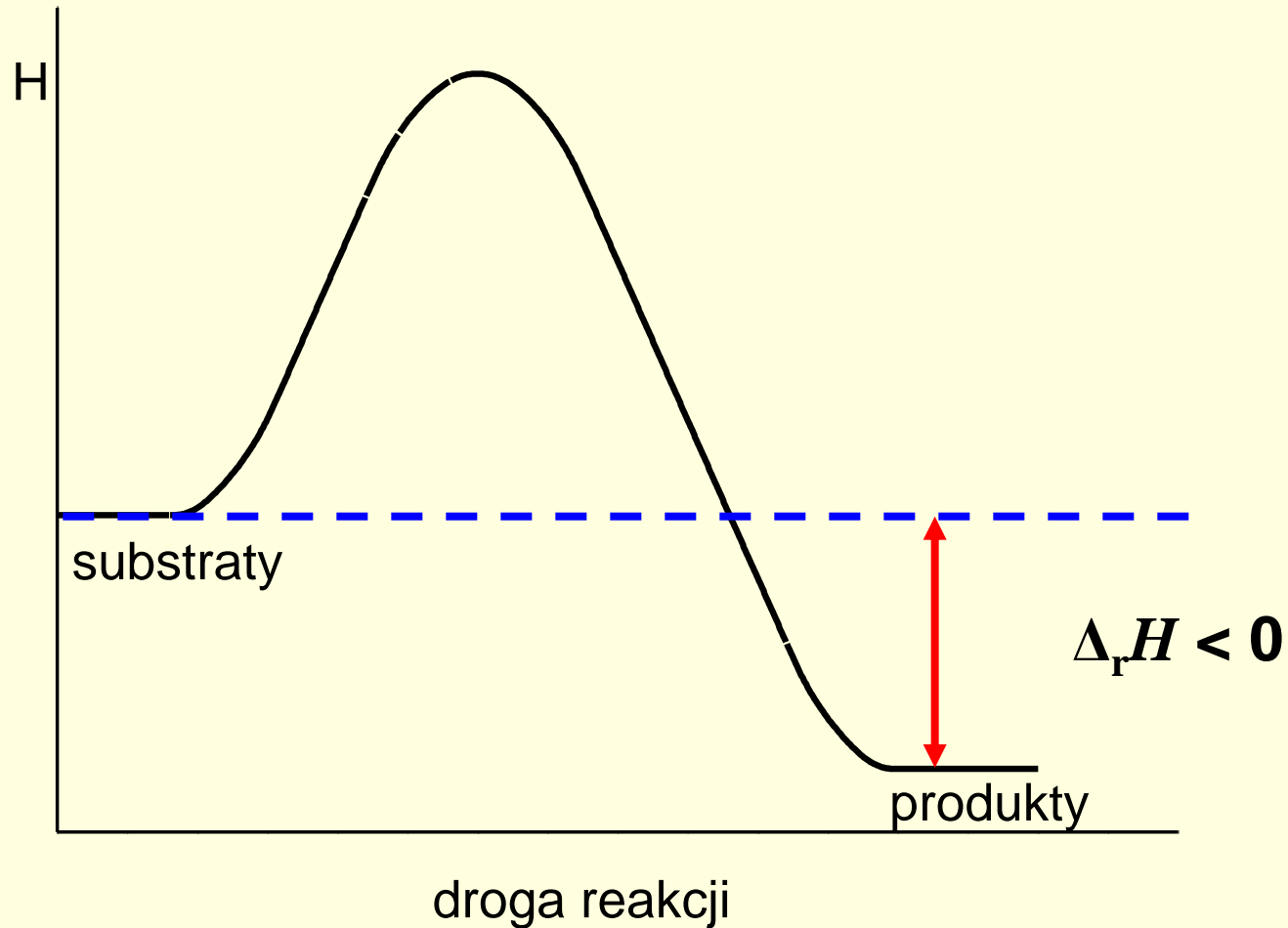
$$\Delta_{\text{sub}}H^{\circ} = \Delta_{\text{top}}H^{\circ} + \Delta_{\text{par}}H^{\circ}$$





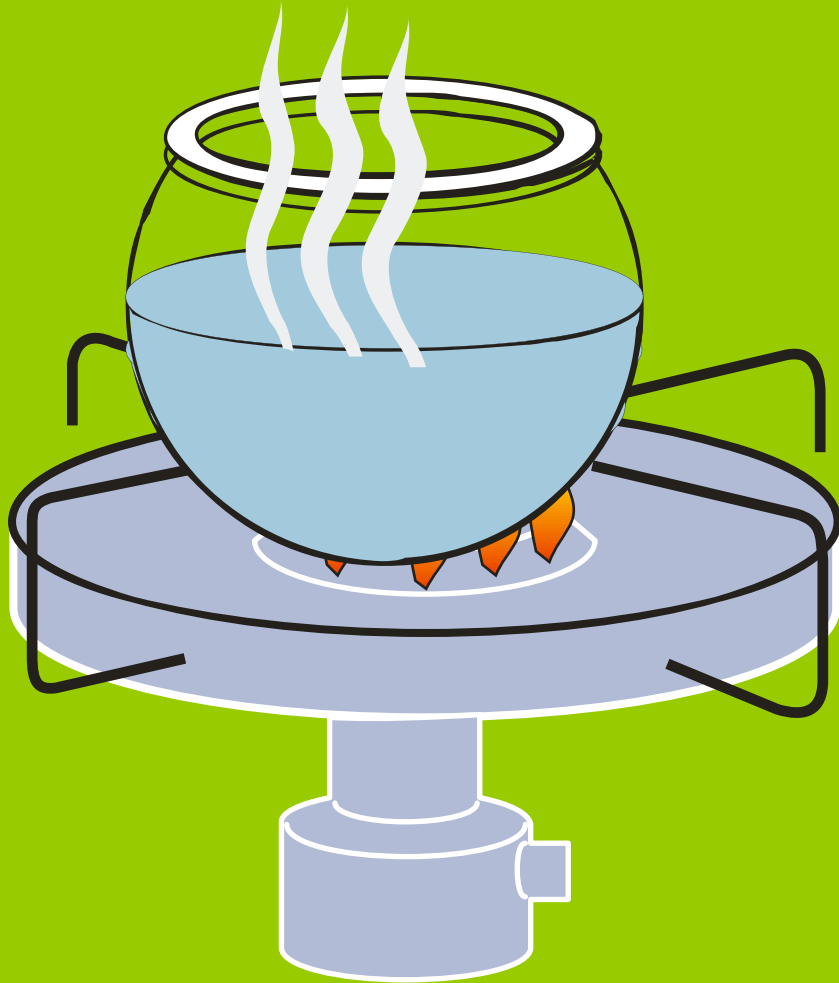


$\Delta_r H^0 > 0$  układ pobrał energię od otoczenia w postaci ciepła (zyskał energię), **reakcja endotermiczna**

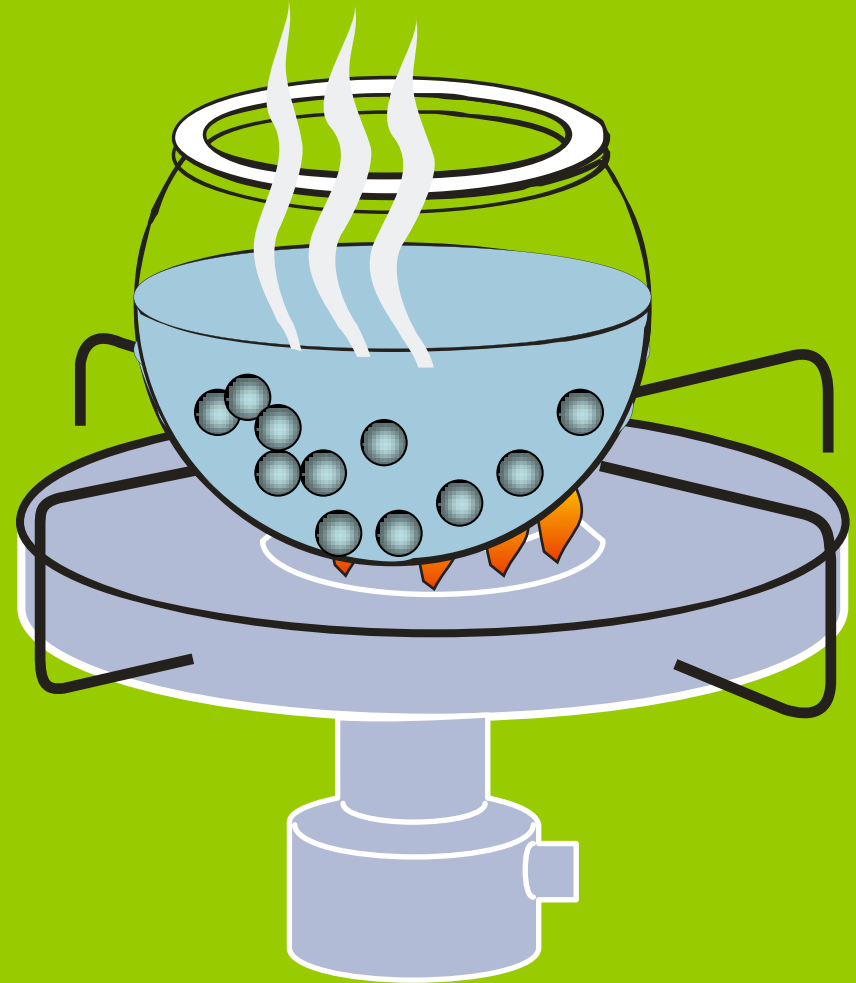


$\Delta_r H^\circ < 0$  układ oddał energię w postaci ciepła do otoczenia (stracił energię), **reakcja egzotermiczna**

**parowanie**



**wrzenie**



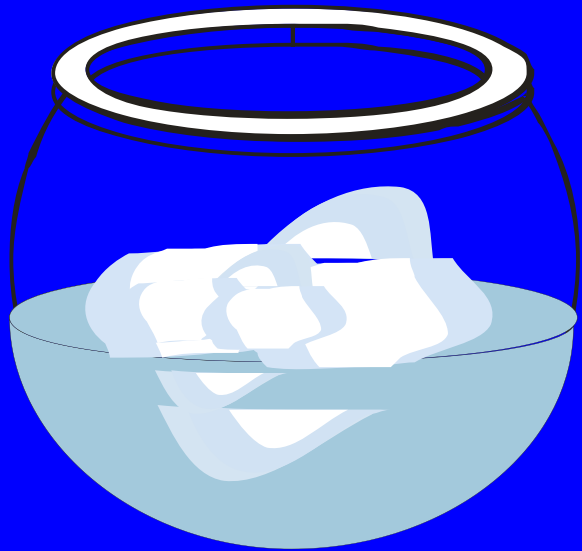
**Parowanie jest to proces odrywania się cząsteczek od powierzchni cieczy.**

**Dla wody parowanie zachodzi w temperaturze  $t > 0^{\circ}\text{C}$  przy ciśnieniu 1 atm.**

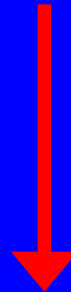
**Wrzenie jest to proces wrywania się cząsteczek z całej objętości cieczy.**

**Dla wody wrzenie zachodzi w temperaturze  $t = 100^{\circ}\text{C}$  przy ciśnieniu 1 atm.**

**NaCl**



**0°C**



**Rozpuszczenie soli kuchennej  
w wodzie powoduje obniżenie  
temperatury krzepnięcia  
mieszaniny  
woda + sól.**

An aerial photograph of a mountain landscape. In the center, a dark, calm lake is surrounded by green, rocky slopes. To the left of the lake, a small cluster of buildings with dark roofs is situated on a grassy clearing. A dirt path winds through the forested hills in the background. The foreground shows a field of tall, dry grasses. The text "Dziękuję za uwagę" is overlaid in white serif font across the middle of the lake.

Dziękuję za uwagę