



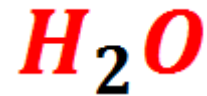
# ***Woda – cud natury***



***dr inż. Romuald Kędzierski***

## Co nazywamy wodą?

Jest to związek chemiczny zwany tlenkiem wodoru o wzorze chemicznym:



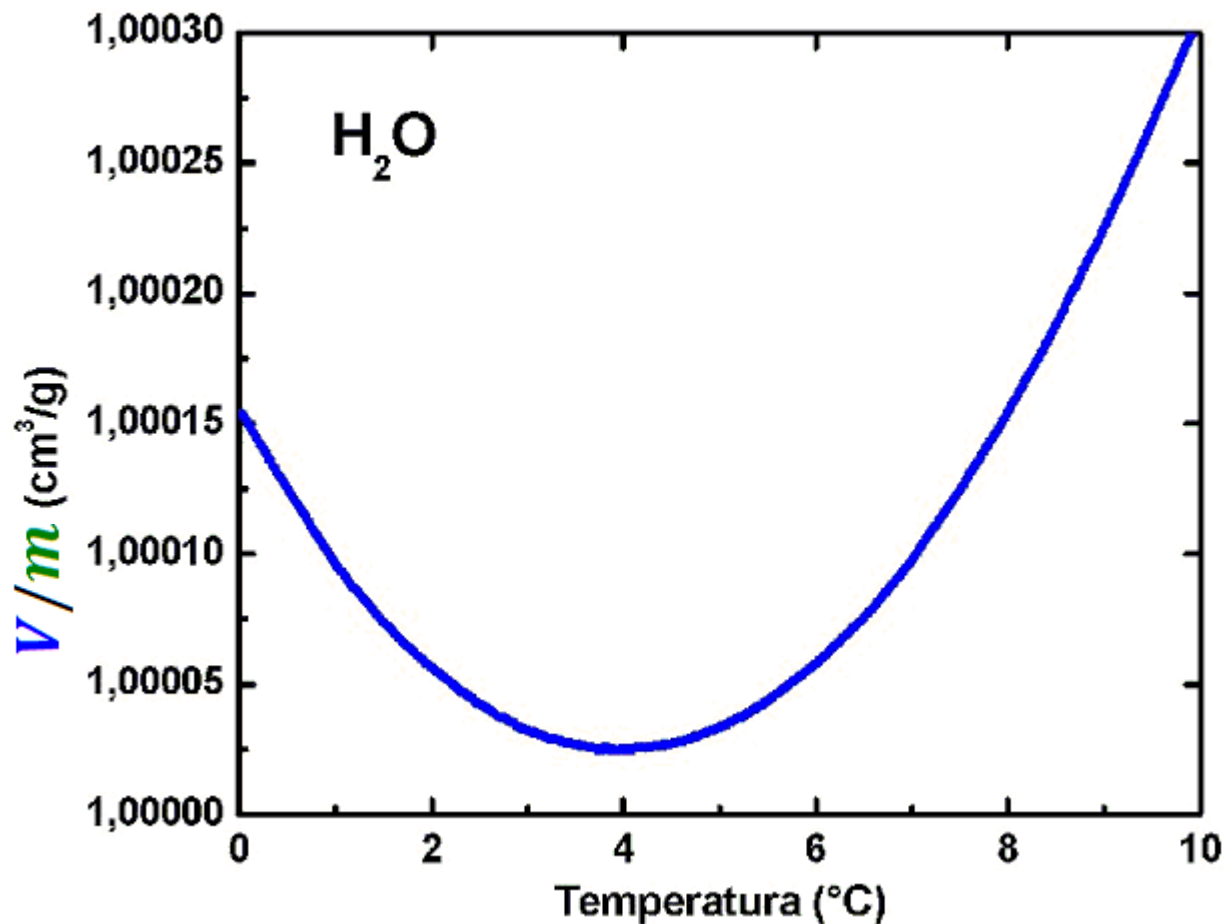
W jakich stanach skupienia może występować woda?

W stanie (lotnym) gazowym → para wodna (gaz wodny)

W stanie stałym → lód

W stanie ciekłym → woda

## Anormalna rozszerzalność cieplna wody w stanie ciekłym?



*Wniosek:*

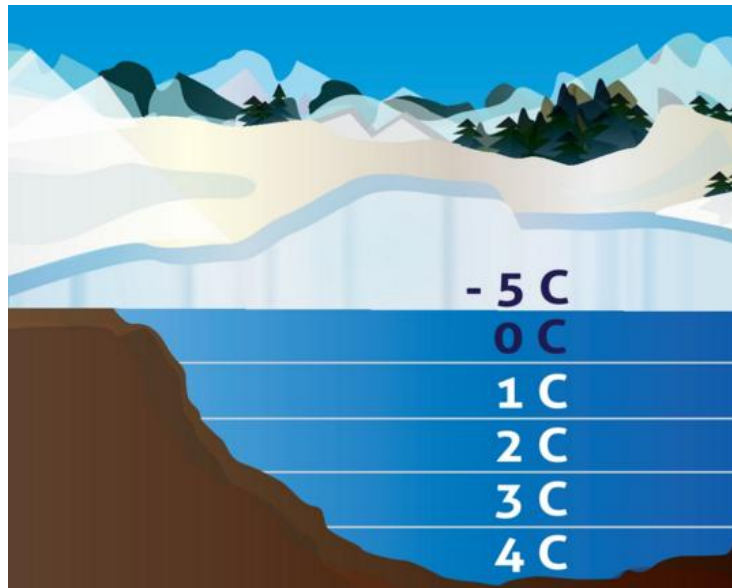
*W temperaturze około  $4^\circ\text{C}$ , dana masa wody zajmuje najmniejszą objętość*



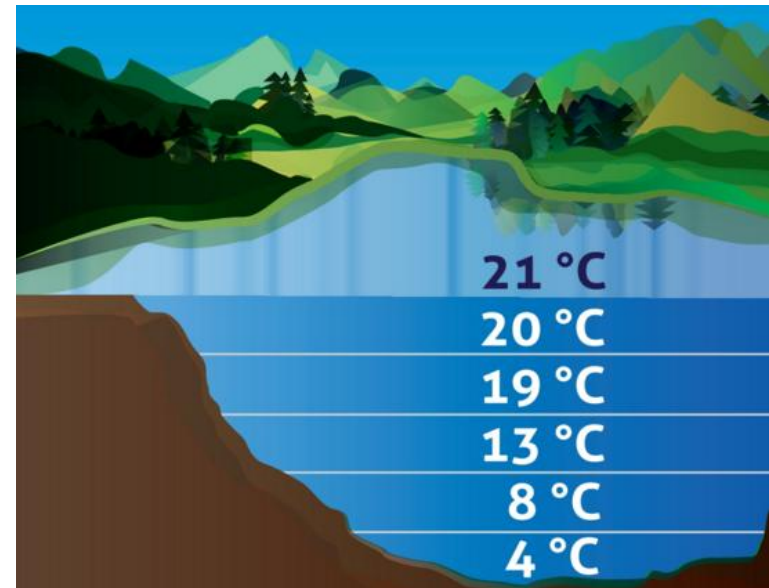
*W tej temperaturze jej gęstość jest maksymalna!*

## Rozkład temperatur wody w odpowiednio głębokim zbiorniku

ZIMA



LATO



*Dlaczego odpowiednio głęboki zbiornik nigdy nie zamarza do dna?*

*Gdyż woda o temperaturze około 4 stopnie Celsjusza ma **największą gęstość!***

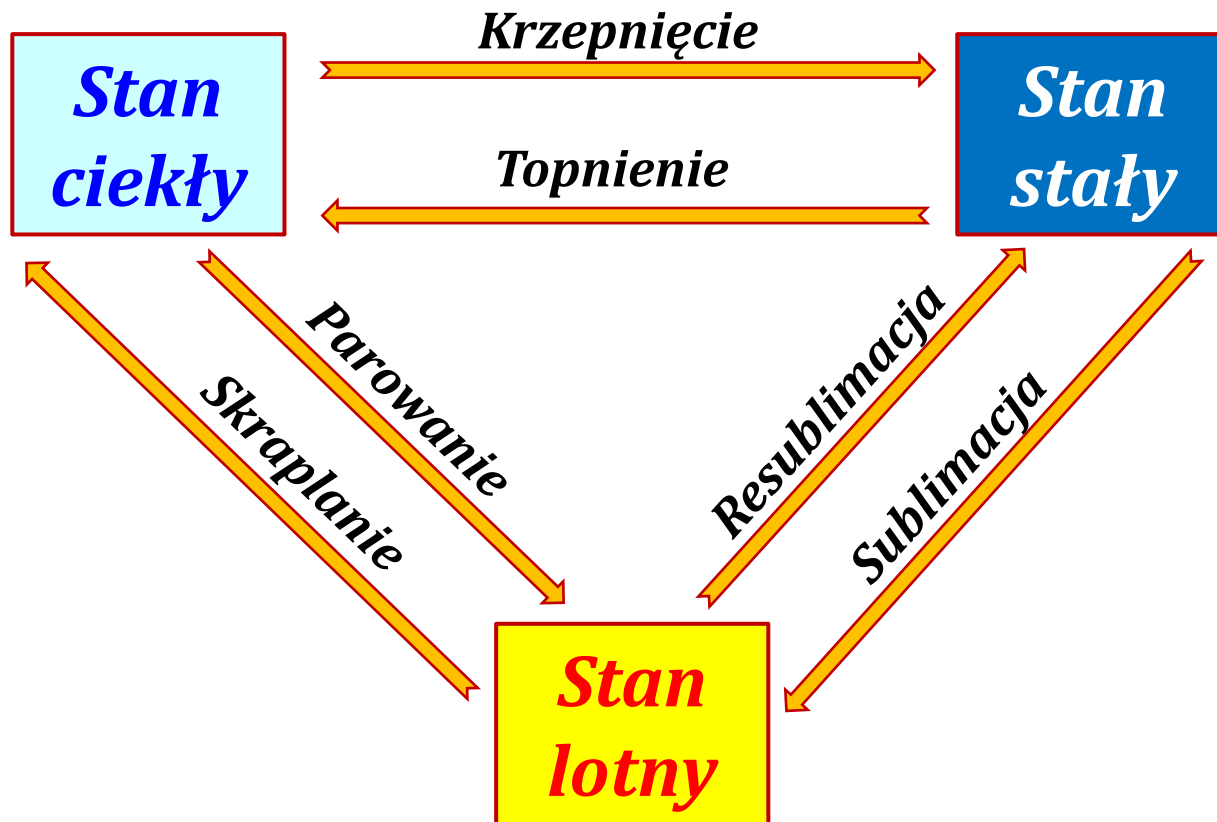
*Czy podczas krzepnięcia stałej masy wody jej objętość się zmienia?*

***Tak!** Woda krzepnąc zwiększa swoją objętość.*

*Dlaczego góra lodowa pływa w wodzie a nie tonie w niej?*

*Gdyż gęstość **lodu** jest **mniejsza** od gęstości **wody**.*

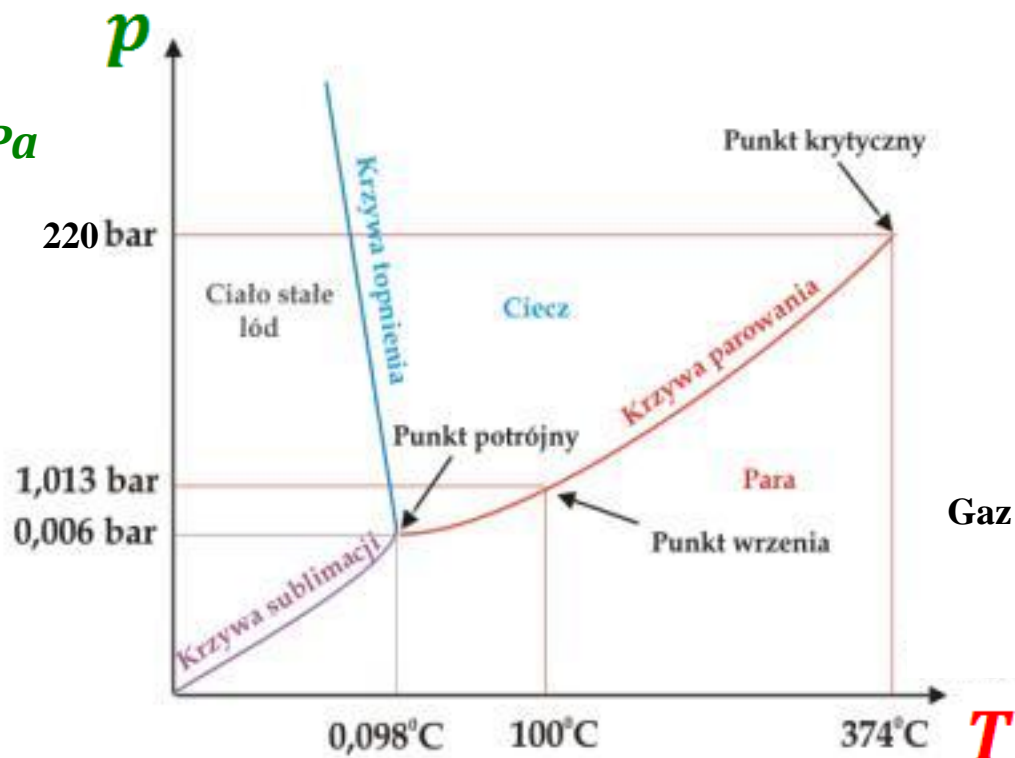
**Przejścia pomiędzy różnymi stanami skupienia wody**



# Od czego zależy w jakim stanie skupienia występuje $H_2O$ ?

Od *temperatury* i *ciśnienia*!

$1 \text{ bar} = 1000 \text{ hPa}$



Wykres fazowy wody

- 1. Czy woda w stanie ciekłym może występować w dowolnej temperaturze?**
- 2. Czy można otrzymać ciekłą wodę o temperaturze  $320\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Jeżeli tak, to czy zawsze jest to możliwe?**
- 3. Czy można otrzymać ciekłą wodę o temperaturze  $\text{minus } 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Jeżeli tak, to czy zawsze jest to możliwe?**
- 4. Czy lód może się topić już w temperaturze  $\text{minus } 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Jeżeli tak, to jak to osiągnąć?**
- 5. Dlaczego w garnku zwanym szybkowar można szybciej ugotować zupę niż w garnku otwartym?**
- 6. Dlaczego gotując wodę w otwartym naczyniu na szczycie Mount Everestu, nie można porządnie zaparzyć żadnego gatunku herbaty?**
- 7. Czy można doprowadzić wodę w stanie ciekłym do wrzenia bez jej ogrzewania? Jeżeli tak, to czy zawsze to jest możliwe?**
- 8. Czy można doprowadzić do skroplenia parę wodną bez jej schłodzenia? Jeżeli tak, to czy zawsze to jest możliwe?**
- 9. Czy można doprowadzić wodę w stanie ciekłym do krzepnięcia bez jej schładzania? Jeżeli tak, to czy zawsze to jest możliwe?**

**Czy obecność w pobliżu miejsca zamieszkania dużych zbiorników wodnych ma wpływ na „ostrość” zimy lub lata?**

**Tak!**

**Czym to jest spowodowane?**

**Dużą wartością** tzw. **ciepła właściwego wody**  
**i ciepła topnienia lodu.**

**Ciepło właściwe wody** - informuje, ile energii w formie ciepła trzeba dostarczyć do 1 kg wody w stanie ciekłym, aby spowodować wzrost jej temperatury o 1 K (1°C), bez zmiany ciśnienia i stanu skupienia.

$$c_w \cong 4200 \frac{J}{kg \cdot K}$$

**Ciepło parowania wody** - informuje, ile energii w formie ciepła trzeba dostarczyć do 1 kg wody w temperaturze wrzenia, aby spowodować całkowite jej odparowanie, bez zmiany ciśnienia i temperatury.

$$q_p \cong 2,2 \cdot 10^6 \frac{J}{kg \cdot K}$$



**Ciepło topnienia lodu** - informuje, ile energii w formie ciepła trzeba dostarczyć do 1 kg lodu o temperaturze topnienia, aby spowodować całkowite jego stopienie, bez zmiany ciśnienia i temperatury.

$$q_t \cong 3,3 \cdot 10^5 \frac{J}{kg \cdot K}$$

- 1. Dany jest 1 kg wody.** Który z procesów wymaga dostarczenia największej ilości energii w formie ciepła: jej stopienie w temperaturze topnienia, jej ogrzanie w stanie ciekłym o 1 stopień Celsjusza czy jej odparowanie w temperaturze wrzenia? Dlaczego?
- 2. Dlaczego chodząc w upalne lato nad brzegiem morza, czasami piasek jest tak gorący, że parzy, natomiast woda jest znacznie zimniejsza?**
- 3. Gdzie zima jest łagodniejsza (na tej samej szerokości geograficznej): w głębi lądu czy w pobliżu dużych zbiorników wody (np. morza)? Dlaczego?**
- 4. Gdzie latem jest bardziej gorąco (na tej samej szerokości geograficznej): w głębi lądu czy w pobliżu dużych zbiorników wody (np. morza)? Dlaczego?**

## **Wilgotność powietrza**

*Informuje o zawartości pary wodnej w powietrzu*

**Co wpływa na wilgotność powietrza w domu?**

- *czynności związane z użyciem wody, np. pranie, mycie podłóg, kąpiel*
- *naturalna utrata wilgoci przez zwierzęta, ludzi, rośliny*
- *temperatura powietrza w domu*
- *zewnętrzne warunki atmosferyczne*

**Co nazywamy wilgotnością bezwzględną?**

*Określa ją masa pary wodnej (wyrażona w gramach)  
znajdująca się w 1 m<sup>3</sup> powietrza*

$$W_b = \frac{m_p}{V} \quad \frac{g}{m^3}$$

## **Przykład.**

*Sala lekcyjna ma kształt prostopadłościanu o wymiarach:*

$$\text{dł.} \times \text{szer.} \times \text{wys.} = 8 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 3 \text{ m}$$

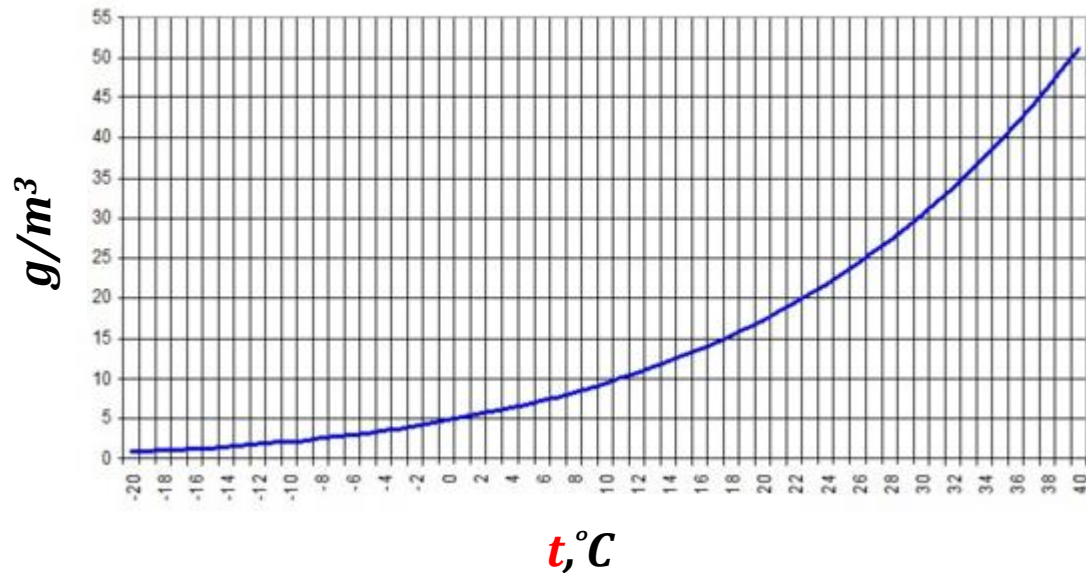
*Oblicz wartość wilgotności bezwzględnej, jeżeli łączna masa pary wodnej znajdującej się w powietrzu (w tym pomieszczeniu) wynosiła **0,96 kg**.*

***Czy wartość wilgotności bezwzględnej obiektywnie określa stopień nawilgocenia powietrza ?***

***NIE!***

***Masa pary wodnej, która może się maksymalnie znaleźć w **1 m<sup>3</sup>** powietrza **zależy od jego temperatury!*****

**Zależność maksymalnej masy pary wodnej, która może się znajdować w  $1 \text{ m}^3$  powietrza (tzw. *pary nasyconej*) od jego temperatury.**



**Wilgotność względna powietrza**

**Jest to stosunek masy pary wodnej, która aktualnie znajduje się w  $1 \text{ m}^3$  powietrza, do masy pary nasyconej zawartej w  $1 \text{ m}^3$  powietrza o takiej samej temperaturze.**

$$W_r = \frac{m_p}{m_{p,n}} \cdot 100\%$$

## ***Czy wartość wilgotności względnej powietrza ma wpływ na samopoczucie człowieka?***

**TAK!**

### **Zbyt *niska* wilgotność powietrza:**

- *unoszą się w nim dużo kurzu oraz różnego rodzaju drobnoustrojów:*
  - ➡ *kaszel, katar, reakcje alergiczne*
- *wysuszanie śluzówki oczu, nosa oraz gardła:*
  - ➡ *podatność na infekcje; zwłaszcza niemowlęta i dzieci*

### **Zbyt *wysoka* wilgotność powietrza:**

- *skraplanie się jej nadmiaru:*
  - ➡ *materiały porowate stają się miejscem do intensywnego rozmnażania się roztoczy, grzybów pleśniowych czy bakterii gnilnych*
- *utrudnione chłodzenie organizmu przez pocenie się*

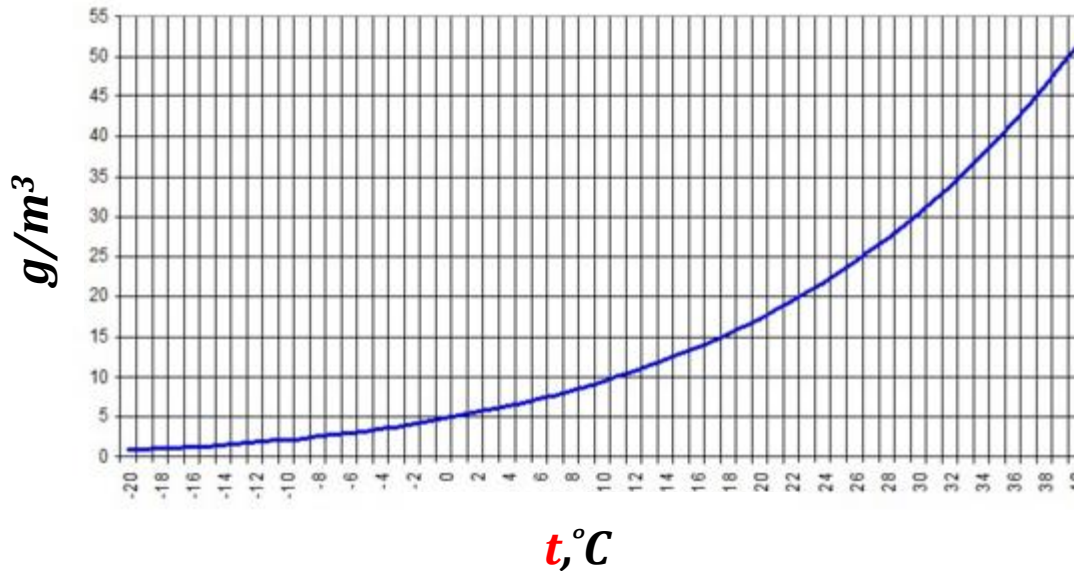
***Jaka powinna być optymalna wilgotność względna powietrza w pomieszczeniu zamkniętym?***

***Człowiek najlepiej się czuje, jeżeli wilgotność względna mieści się w przedziale:***

***40% ÷ 60%***

***Wartość tej wilgotności względnej zależy od temperatury powietrza!***

<b><i>Temperatura powietrza w stopniach Celsjusza</i></b>	<b><i>Optymalna wilgotność względna powietrza</i></b>
<b><i>&lt; 18</i></b>	<b><i>65%</i></b>
<b><i>18 - 24</i></b>	<b><i>60%</i></b>
<b><i>&gt;24</i></b>	<b><i>55%</i></b>



### ***Problemy do rozwiązania:***

- 1. Powietrze w pewnym pokoju zawiera stałą masę pary wodnej. Co się stanie z wilgotnością bezwzględną i względną powietrza w pokoju, jeżeli temperatura powietrza wzrośnie (np. po włączeniu kaloryferów)?***
- 2. W jaki sposób można zwiększyć wilgotność względną powietrza w pokoju nie zmieniając masy pary wodnej w nim się znajdującej?***

$$W_r = \frac{m_p}{m_{p,n}} \cdot 100\%$$

### **Problemy do rozwiązania:**

- 3.** *W pokoju o objętości  $50 \text{ m}^3$  znajduje się powietrze o temperaturze  $20^\circ\text{C}$ . Oblicz łączną masę pary wodnej w tym pokoju, jeżeli w  $1 \text{ m}^3$  powietrza o takiej temperaturze można zmieścić maksymalnie  $17,3 \text{ g}$  pary wodnej, natomiast wilgotność względna wynosiła  $60\%$ .*
- 4.** *W pokoju o objętości  $50 \text{ m}^3$  znajduje się powietrze o temperaturze  $t_1=20^\circ\text{C}$  i wilgotności  $W_{r,1}=50\%$ . Oblicz o ile punktów procentowych zmieni się wilgotność względna powietrza, jeżeli zostanie ogrzane do temperatury  $t_2=30^\circ\text{C}$  a masa pary wodnej w nim się znajdującej nie ulegnie zmianie. ( $m_{p,n,1}=17,3 \text{ g}$ ,  $m_{p,n,2}=23 \text{ g}$ )*



## ***Problemy do rozwiązania:***

- 1. Powietrze w pewnym pokoju zawiera stałą masę pary wodnej. Co się stanie z wilgotnością bezwzględną i względną powietrza w pokoju, jeżeli temperatura powietrza wzrośnie (np. po włączeniu kaloryferów)?***
- 2. W jaki sposób można zwiększyć wilgotność względną powietrza w pokoju nie zmieniając masy pary wodnej w nim się znajdującej?***
- 3. W pokoju o objętości  $50 \text{ m}^3$  znajduje się powietrze o temperaturze  $20^\circ\text{C}$ . Oblicz łączną masę pary wodnej w tym pokoju, jeżeli w  $1 \text{ m}^3$  powietrza o takiej temperaturze można zmieścić maksymalnie  $17,3 \text{ g}$  pary wodnej, natomiast wilgotność względna wynosiła  $60\%$ .***
- 4. W pokoju o objętości  $50 \text{ m}^3$  znajduje się powietrze o temperaturze  $t_1=20^\circ\text{C}$  i wilgotności  $W_{r,1}=50\%$ . Oblicz o ile punktów procentowych zmieni się wilgotność względna powietrza, jeżeli zostanie ogrzane do temperatury  $t_2=30^\circ\text{C}$  a masa pary wodnej w nim się znajdującej nie ulegnie zmianie. ( $m_{p,n,1}=17,3 \text{ g}$ ,  $m_{p,n,2}=23 \text{ g}$ )***

*By dojsć do źródła,  
trzeba ...*

*płynąc pod prąd!*

*Stanisław Jerzy Lec*