

2012.02.22

Varga Zsófia
zsofiavarga81@gmail.com

Hajdú Angéla
angela.hajdu@net.sote.hu

2012.02.22

Mai kérdés:

Azt tapasztaljuk, hogy egy bizonyos fajta molekulának elkészített oldata áteső napfényben színes. Mi lehet az oka ennek? Ha fluoreszkál is az oldat, és ennek színét külön tudjuk választani, akkor mit észlelnénk? Milyen színben fluoreszkál?

Entropia növekedéssel járó folyamatok

Boltzmann összefüggés:

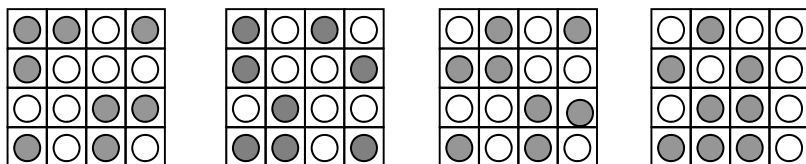
$$S = k_B \ln W$$

$$k_B = \frac{R}{N_{Av}}$$

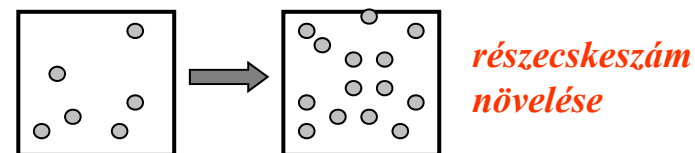
A **W termodinamikai valószínűség** megadja adott **makroállapothoz** tartozó **mikroállapotok** számát.

makroállapot: *koncentráció*

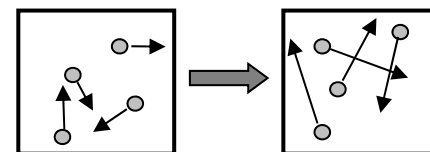
mikroállapot: *molekulák eloszlása*



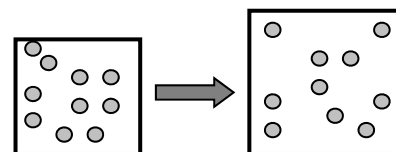
Négy mikroállapot a lehetséges xy számából



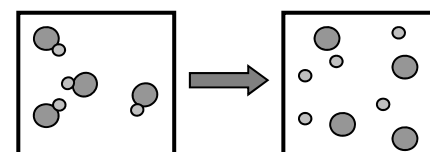
*részecskeszám
növelése*



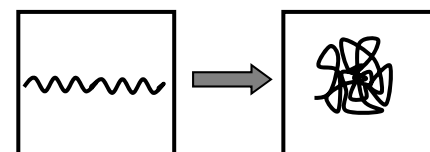
*hőmérséklet
növelése*



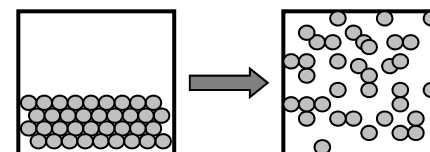
térfogat növelése



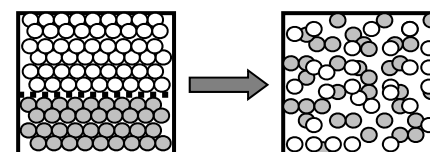
*bomlási folyamat
disszociáció*



*makromolekula
gombolyodása*



*olvadás,
forrás*

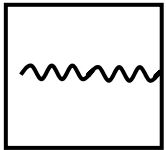


elegyedés

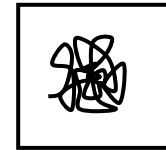
Kinyújtott gumişál melegítése



Hőmérséklet
növelése



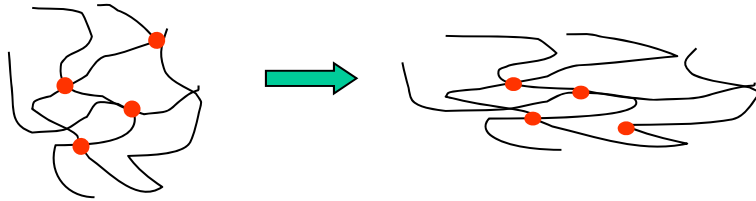
rendezetlenség nő



Kinyújtott gumişál

A gumi összeugrik

A gumişál adiabatikus nyújtása



adiabatikus deformációnál: $S = \text{állandó}$

A rendezettség növekszik $dS_{\text{konfig}} < 0$

Mivel $dS = dS_{\text{konfig}} + dS_{\text{term}} = 0 \Rightarrow dS_{\text{konfig}} = -dS_{\text{term}} \Rightarrow dS_{\text{term}} > 0$

$$dS_{\text{term}} = \frac{C_V}{T} dT > 0 \Rightarrow dT > 0$$

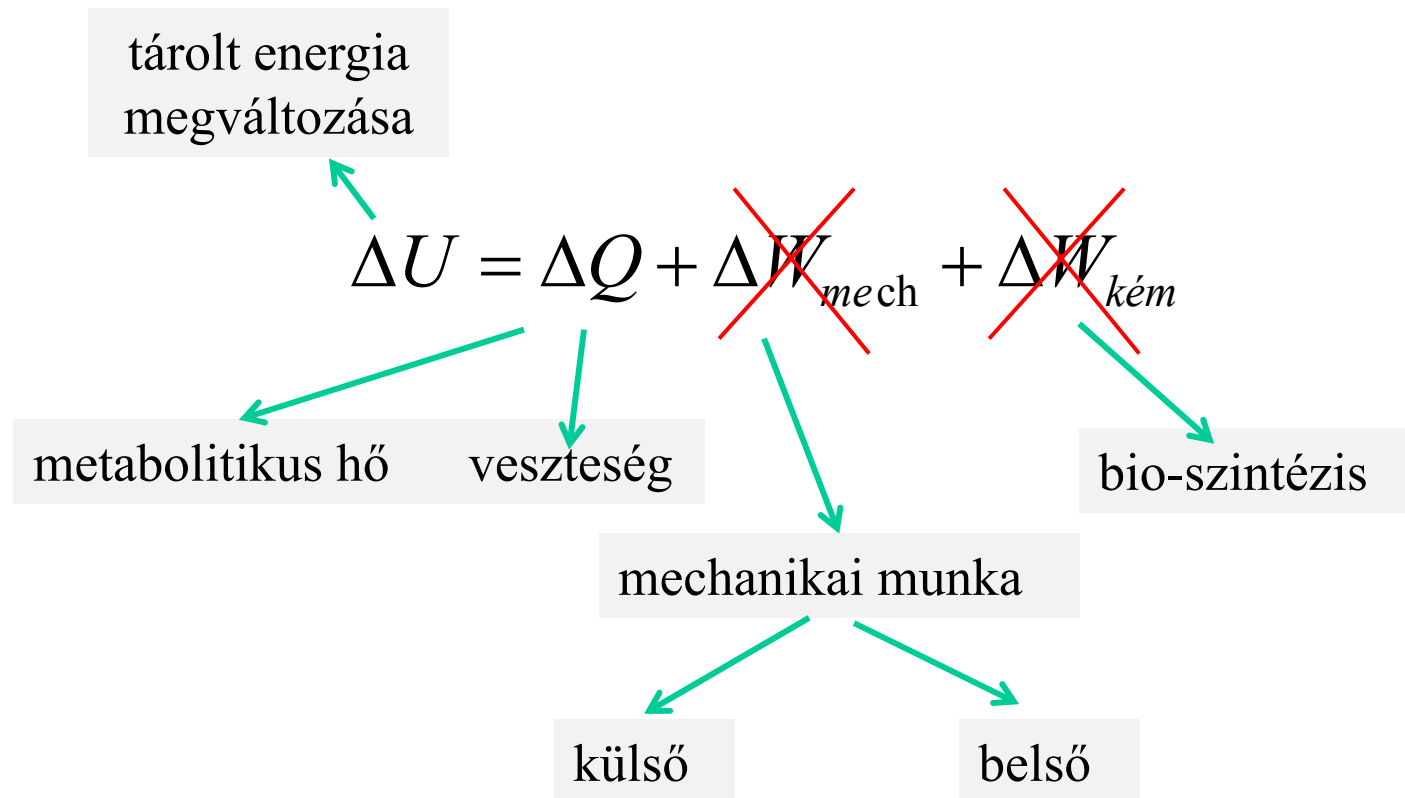
A hirtelen meghúzott gumişál felmelegszik!

Számolási feladat (1)

Egy 60 kg-os 37 °C hőmérsékletű ember gyorsan megiszik 600 ml 12 °C -os vizet. Hogyan változik meg a testhőmérséklete?

Átlagos „emberi fajhő”: 3,47 kJ/kgK A víz fajhője: 4,186 kJ/kgK

A bio-termodinamika I. főtétele



$$Q = C \cdot m_b \cdot \Delta T$$

Számolási feladat (1)

Egy 60 kg-os 37 C° hőmérsékletű ember gyorsan megiszik 600 ml 12 C°-os vizet. Hogyan változik meg a testhőmérséklete?

Átlagos „emberi fajhő”: 3,47 kJ/kgK A víz fajhője: 4,186 kJ/kgK

Megoldás

$$\Delta U = \Delta Q + \cancel{\Delta W_{\text{mech}}} + \cancel{\Delta W_{\text{kém}}}$$

A hideg vízzel kivont hő: $Q = C_{H_2O} \cdot m_{H_2O} \cdot \Delta T_{H_2O}$

$$Q = -4,186 \cdot 0,6 \cdot 25 = -62,79 \text{ kJ}$$

A testből kivont hő: $Q = C_b \cdot m_b \cdot \Delta T_b$ $\Delta T_b = \frac{Q}{C_b \cdot m_b}$

A hőmérséklet változás: $\Delta T_b = -\frac{62,79}{3,47 \cdot 60} = -0,3 \text{ C}^\circ$

Számolási feladat (2)

Milyen sebesen növekedne egy 70 kg-os, termikusan teljes mértékben elszigetelt személy testhőmérséklete, ha a teljes metabolitikus energia (BMR) hővé alakulna.

Átlagos „emberi fajhő”: 3,47 kJ/kgK

BMR=293 kJ/h

Alap – energiaforgalom: **BMR**
Basal metabolic rate



$$BMR = \frac{dQ}{dt}$$

$$m_b = 70 \text{ kg}$$

$$293 \text{ kJ/óra}$$

Számolási feladat (2)

Milyen sebesen növekedne egy 70 kg-os, termikusan teljes mértékben elszigetelt személy testhőmérséklete, ha a teljes metabolitikus energia (BMR) hővé alakulna.

Átlagos „emberi fajhő”: $3,47 \text{ kJ/kgK}$ $BMR=293 \text{ kJ/h}$

$$BMR = \frac{dQ}{dt} \quad Q = C_b \cdot m_b \cdot \Delta T_b \quad \frac{dQ}{dt} = C_b \cdot m_b \cdot \frac{dT}{dt}$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{BMR}{C_b \cdot m_b} = \frac{293}{3,47 \cdot 70} = 1,2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{h}$$

Számolási feladat (3)

Mekkora a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os test $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os bőrének hőveszteség teljesítménye?

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \quad \text{W} / \text{m}^2 \text{K}^4 \quad \text{Átlagos „emberi bőrfelület: } 1,85 \text{ m}^2$$

Emberi bőr emissziója: 0,95-0,99

Hő sugárzás



Wien törvény: $R = \varepsilon \sigma T^4$ ε : emisszió

Stefan-Boltzmann konst.: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} / \text{m}^2 \text{K}^4$

$$-\frac{dQ}{dt} = R \cdot A_s = \varepsilon \sigma T^4 \cdot A_s \qquad A_s = 1,85 \text{ m}^2$$

Emberi bőr emissziója: 0,95-0,99

Számolási feladat (3)

Mekkora a 37 °C-os test 34 °C-os bőrnek hőveszteség teljesítménye?

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \quad \text{Átlagos „emberi bőrfelület: } 1,85 \text{ m}^2$$

Emberi bőr emissziója: 0,95-0,99

$$J_{rad} = \varepsilon \sigma T_{bőr}^4 = 1 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 307^4 = 503,7 \text{ W/m}^2$$

$$\frac{dQ}{dt} = J_{rad} \cdot A = \mathbf{932 \text{ W}}$$

Számolási feladat (4)

Egy 70 kg-os ember mogyoró evéssel 289 Kcal-át visz be a szervezetébe. Mennyi idő kell ennek ledolgozásához sétával és futással?

$$BMR = 293 \text{ KJ/h}$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = f \bullet BMR$$

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

Fizikai aktivitási együttható

Tevékenység	f
alvás	1
állás	1,7
séta	4
futás	4,5

Számolási feladat (4)

Egy 70 kg-os emberogyoró evéssel 280 kcal-át visz be a szervezetébe. Mennyi idő kell ennek ledolgozásához sétával és futással?

$$BMR = 293 \text{ KJ/h}$$

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = f \cdot BMR$$

Tevékenység	f
séta	4
futás	4,5

Megoldás

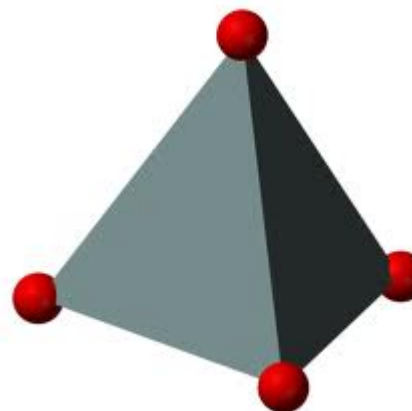
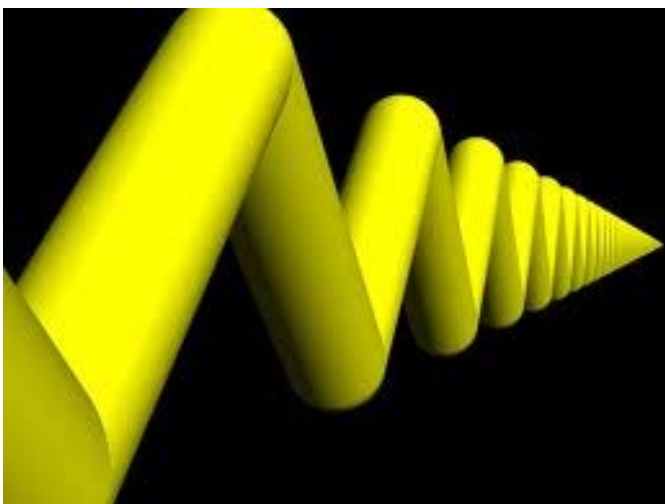
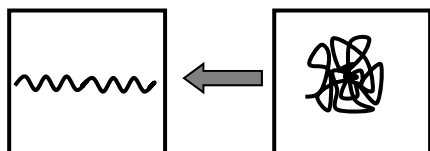
$$280 \text{ kcal} = 1171 \text{ kJ}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta Q}{f \cdot BMR} = \frac{1171}{4 \cdot 293} = 1 \text{ h}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta Q}{f \cdot BMR} = \frac{1171}{4,5 \cdot 293} = 0,9 \text{ h}$$

Számolási feladat (5)

Határozza meg egy $10^5 + 1$ számú kovalens szén-szén kötésből álló ideálisan hajlékony polimer lánc konformációs entrópiáját. Tételezze fel, hogy minden egyes kötés egymástól függetlenül a tetraéder valamelyik szögét veszi fel. Mennyit változik a lánc konformációs entrópiája, ha láncot teljes mértékben megnyújtjuk?



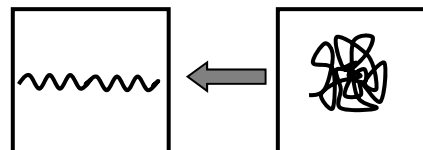
Számolási feladat (5)

Határozza meg egy $10^5 + 1$ számú kovalens szén-szén kötésből álló ideálisan hajlékony polimer lánc konformációs entrópiáját. Tételezze fel, hogy minden egyes kötés egymástól függetlenül a tetraéder valamelyik szögét veszi fel. Mennyit változik a lánc konformációs entrópiája, ha láncot teljes mértékben megnyújtjuk?

Boltzmann összefüggés:

konfigurációs entrópia

$$S_{konf} = k_B \cdot \ln W$$



Boltzmann állandó: $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J / K}$

Termodinamikai valószínűség: $W \geq 1$

Az első követő második kötés számára 3 elfordulási lehetőség van (tetraéder!) $W_2 = 3$. A harmadik számára szintén 3, mivel a második mindhárom lehetőségéhez három-három új lehetőség tartozik, ezért $W_3 = 3 \cdot 3$, a negyedik kötéshez $W_4 = 3 \cdot 3 \cdot 3$.

Számolási feladat (5)

Határozza meg egy $10^5 + 1$ számú kovalens szén-szén kötésből álló ideálisan hajlékony polimer lánc konformációs entrópiáját. Tételezze fel, hogy minden egyes kötés egymástól függetlenül a tetraéder valamelyik szögét veszi fel. Mennyit változik a lánc konformációs entrópiája, ha láncot teljes mértékben megnyújtjuk?

$$S_{\text{konf}} = k_B \cdot \ln W$$

Boltzmann állandó: $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J / K}$

Termodinamikai valószínűség: $W \geq 1$

Az első követő második kötés számára 3 elfordulási lehetőség van (tetraéder!) $W_2 = 3$. A harmadik számára szintén 3, mivel a második mindhárom lehetőségéhez három-három új lehetőség tartozik, ezért $W_3 = 3 \cdot 3$, a negyedik kötéshez $W_4 = 3 \cdot 3 \cdot 3$.

$$W_{10^5+1} = 3^{10^5} \quad S_{\text{konf}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 10^5 \ln 3 = 1,38 \cdot 10^{-18} \cdot 1,098 = 1,51 \cdot 10^{-18} \text{ J / K}$$

Ha a láncot teljesen megnyújtjuk, akkor $W_{\text{nyújtott}} = 1 \quad S_{\text{konfig}} = 0$

$$\Delta S_{\text{konfig}} = 1,51 \cdot 10^{-18} \text{ J / K}$$

Számolási feladat (6)

Egy maratoni futó meleg párás napon a 39°C -os testhőmérsékletével 28°C -os szobába lépett be 1 m/s -es sebességgel. Határozza meg a konvekcióval- és a hősugárzással előidézett hőáram sűrűséget.

Emberi bőr emissziója: $0,95-0,99 \approx 1$

Stefan-Boltzmann konst.: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W / m}^2 \text{ K}^4$

Konvektív hővezetési tényező: $h_c = 10,45 - v + 10v^2$ v :sebesség

Konvektív hőáram sűrűség: $j_Q = h_c \cdot (T_{bőr} - T_{levegő})$

A hősugárzás áramsűrűsége: $j_{rad} = \sigma (T_{bőr}^4 - T_{levegő}^4)$

Megoldás

$$h_c = 10,45 - v + 10v^2 \longrightarrow h_c = 19,45 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

Konvektív hőáram sűrűség: $j_Q = 19,45 \cdot 11 = 213,9 \text{ W / m}^2$

A hősugárzás áramsűrűsége: $j_{rad} = 5,67 \cdot 10^{-8} (312^4 - 301^4) = 66,8 \text{ W / m}^2$

Teljes áramsűrűség: $j_{tot} = j_Q + j_{rad} = 213,9 + 66,6 = \mathbf{280,5 \text{ W / m}^2}$