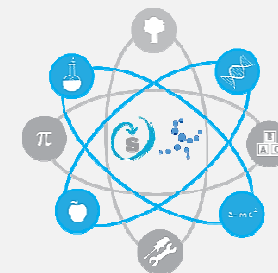


3. konferenca učiteljev naravoslovnih predmetov  
Povezujemo znanje za boljšo pismenost & Scientix

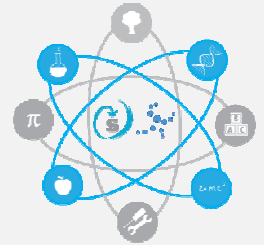
# Od kod pridejo kalorije ... in kam gredo?

Andrej Godec  
UL, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

[andrej.godec@fkkt.uni-lj.si](mailto:andrej.godec@fkkt.uni-lj.si)



# Od kod pridejo kalorije?



## Banana

371 kJ (89 kcal) / 100 g



## Jogurt

238 kJ (57 kcal) / 100 g





**Divo: 4,9 %**

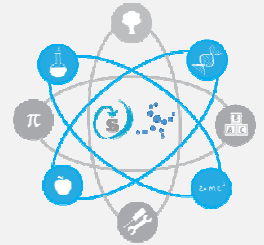


,5 L

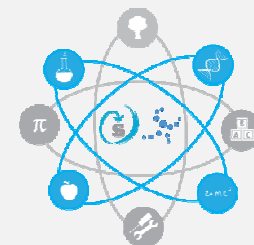
100 g piva



**• 1160 kJ (277 kcal) / 100 g žganja**



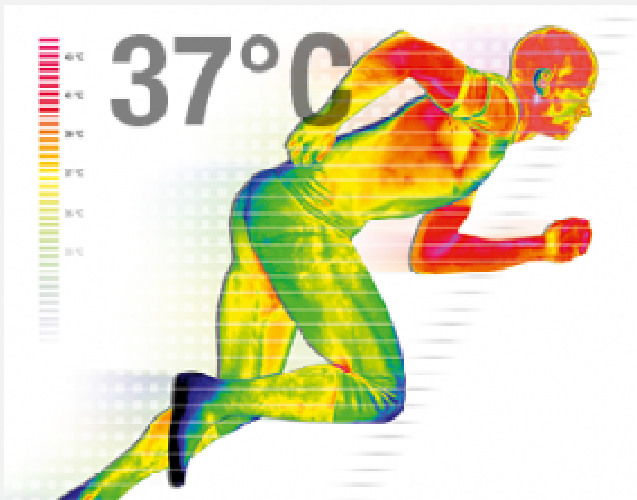
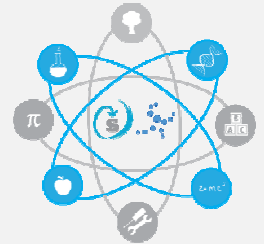
# Energijske vrednosti živil



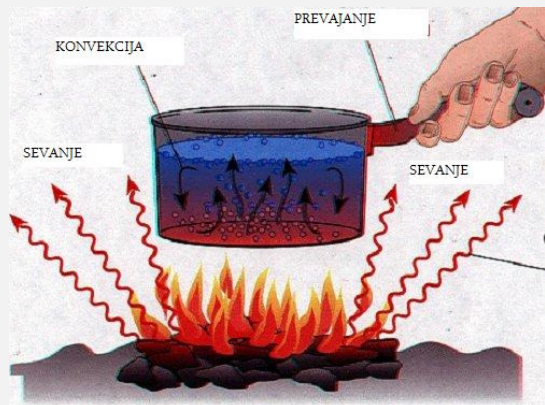
ŽIVILO	Specifična entalpija $\Delta H^{\circ}_{\text{spec}}$	
	kcal / g	kJ / g
maščobe	8,8	37
oglj. hidrati	4,0	17
proteini	4,0	17
etanol	6,9	29
<i>premog</i>	3,6	15
<i>bencin</i>	11,2	47
<i>vodik</i>	33,8	142

Za enoletno razsvetljavo s 100 W žarnico (876 kWh, 3154 MJ) potrebujemo teoretično: 210 kg lesa, 79 m<sup>3</sup> naravnega plina, 73 kg bencina, 186 kg sladkorja ali pa 0,000037 kg urana-235 .

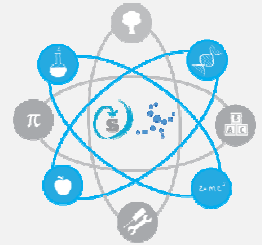
# Kalorije „kurimo“



- Telesna temperatura je stalno 37 °C.
- Potrebno energijo 2500 kcal/10,5 MJ na dan dobi telo s „sežigom“ hrane.
- S to toploto lahko naprimer segrejemo 70 kg težkega človeka za 35 °C!
- Metabolizem: kemijske transformacije v celicah. Encimi: omogočajo reakcije, ki zaradi energijskih potreb sicer ne bi same potekle.
- Med temi procesi se sprošča energija, ki jo telo uporabi; lahko pa se energija tudi shrani (jetra, mišice, telesna maščoba) za kasnejšo uporabo.

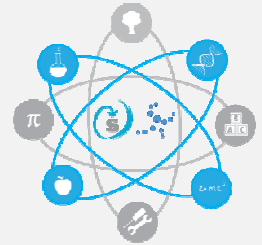


# Termoregulacija

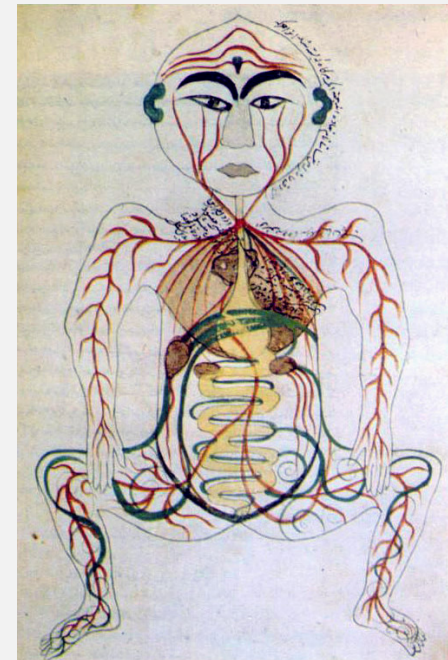


- Temperaturo kontrolira **hipotalamus** v možganih.
- Sežig je eksotermna reakcija, zato je potrebna **termoregulacija**. Telo se ohlaja s prevajanjem, konvekcijo, sevanjem in potenjem.
- Telo se najbolj ohlaja z znojenjem in s kroženjem krvi; s kontrakcijo mišic (drgetanje) se segreje.
- Telo ima 2,6 milijona znojnic; med zmerno vadbo lahko izpari tudi liter vode na uro, kar pomeni toplotno izgubo 2260 kJ.
- Sloni lahko v 20 minutah prečrpajo 450 litrov krvi skozi svoja ušesa, kjer jo ohladijo z mahanjem .

# Ne moremo izkoristiti vse energije



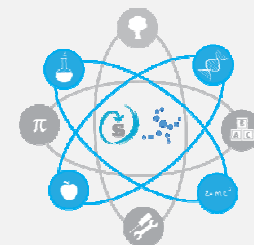
- Prebavljanje ni poceni!
- **Termični učinek hrane TEF:** je energija, potrebna za prebavljanje, absorpcijo in razporeditev hranilnih snovi.
- Poraba “zaužite” energije:
  - proteini: 20 – 35 %
  - maščobe: 0 – 10 %
  - ogljikovi hidrati: 5 – 15 %
- Če pojedete za 500 kcal proteinov, jih “zapravite” od 100 do 175 za prebavljanje. Manj jih zapravite, če jih pojedete v petih obrokih po 100 kcal.
- Suhci imajo TEF tudi 2-3 krat večji kot močnejši osebki. TEF je odvisen od količine in sestave obrokov, pogostosti, pa od telesnega tipa, starosti, spola, hormonov ...



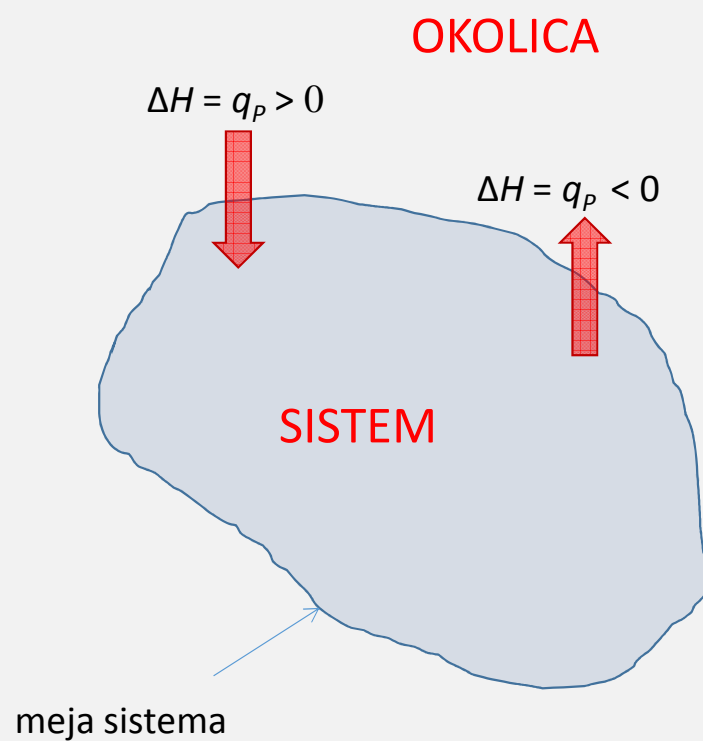
Prebavni trakt, 17. stoletje, Perzija



# Toplota v termodinamiki: sistem in okolica

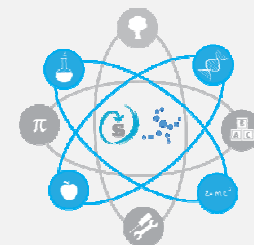


- Toplota je prenos energije med sistemom in okolico, ki nastane zaradi razlike v njihovih temperaturah.
- Dogovor o predznakih je sprejet s stališča sistema.
- **Sistem**: tisti del vesolja, ki ga opazujemo; sistem je npr. proces, ki poteka.
- **Okolica**: preostali del vesolja, kjer opazujemo posledice procesov.
- Sistem je z **mejo** ločen od okolice.
- Med sistemom in okolico se izmenjuje **toplota**.

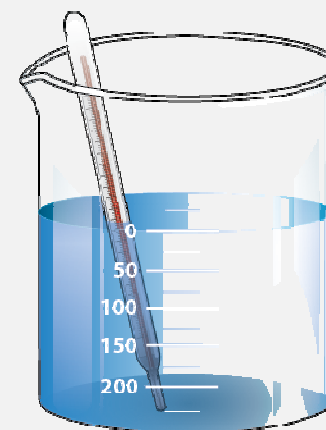
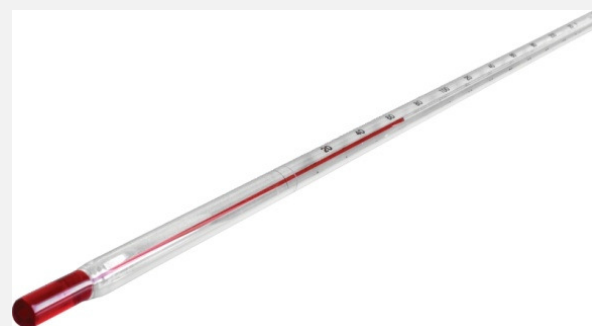




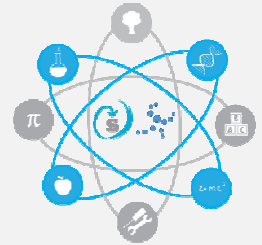
# Merjenje toplote: kaj pravzaprav merimo?



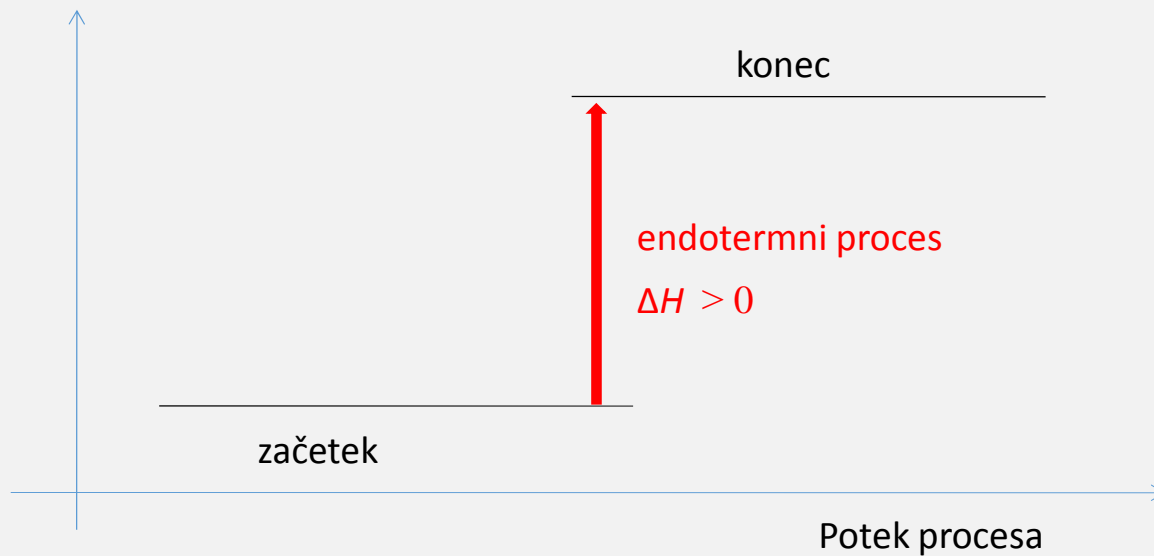
- Primer: izparevanje alkohola s konice termometra (endotermen fizikalni proces).
- Alkohol, ki izpareva, je **system**.
- Konica termometra in prostor okrog nje je **okolica**.
- Merimo spremembo temperature v okolici, ki je posledica procesa v sistemu.
- Kemijski proces: kemijska reakcija je **system**. Topilo, čaša, in ostali prostor so **okolica**.



# Energijski diagram: endotermni proces

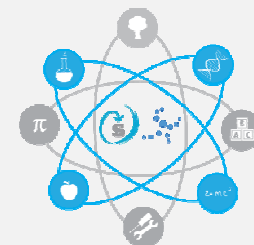


Energija sistema

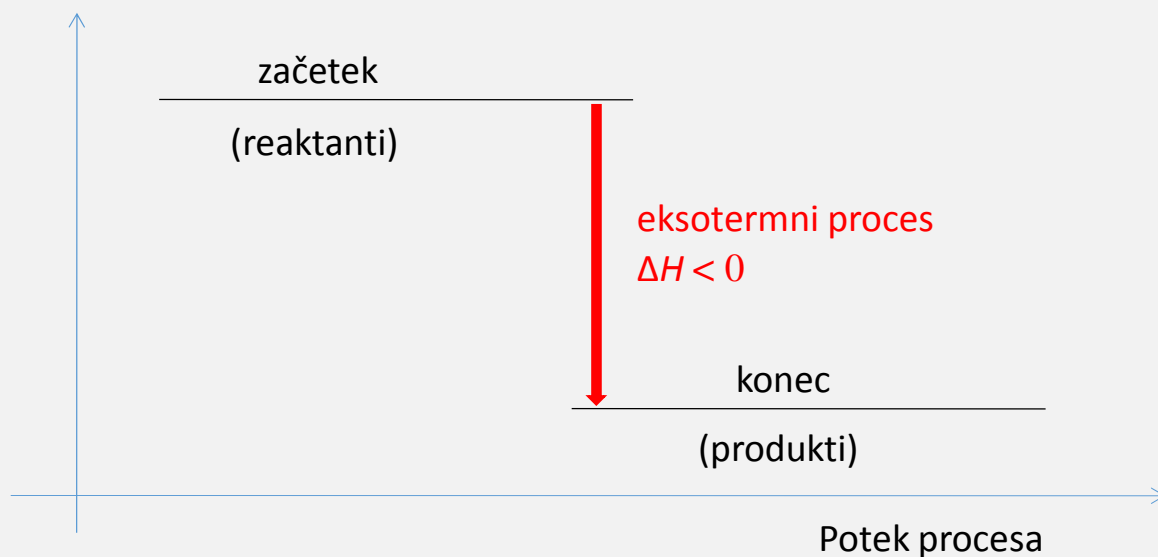


$T_{\text{okolice}}$

# Energijski diagram: eksotermni proces



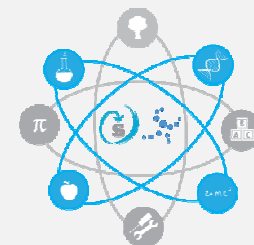
Energija sistema



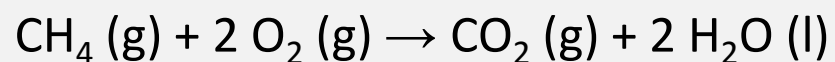
$T_{\text{okolice}}$



# Primeri eksotermnih procesov



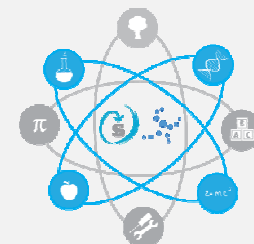
- Kemijske reakcije, naprimer oksidacije goriv:



- Eksplozije
- Korozija
- Polimerizacija
- Kondenzacija: nastanek dežja iz vodne pare



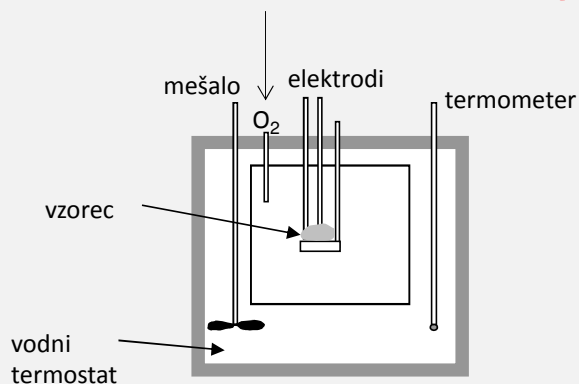
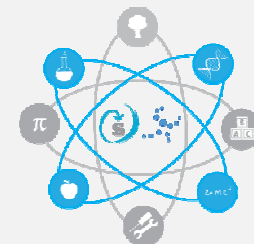
# Primeri endotermnih procesov



- Fotosinteza  
(potrebni je 15 MJ sončne energije na vsak kilogram glukoze, ki nastane)  
$$h\nu + 6\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 6\text{O}_2(\text{g})$$
- Znojenje
- Taljenje ledu (posledica globalnega segrevanja); potrebna toplota: 6 kJ/mol
- Raztapljanje  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  v vodi (komercialne hladilne vrečke)



# Kalorimetrija: precizno merjenje toplote



- Merjenje sežignih toplot (entalpij) goriv:  
premog antracit 394 kJ/mol,  
metan 890 kJ/mol.
- „Kalorična vrednost hrane“:  
kokakola 180 kJ/100g,  
jogurt 238 kJ/100g,  
čokolada 2200 kJ/100g.

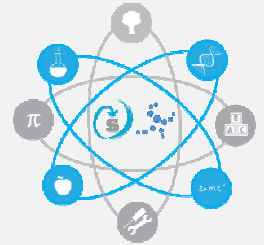
Energijska vrednost živil =  $q_V = \Delta U$

$$q_V = -q_{\text{kalorimetra}} = -C_K \cdot \Delta T$$

$$\Delta H = q_V + \Delta n_g RT$$

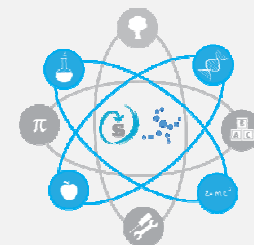


# Komercialni bombni kalorimeter

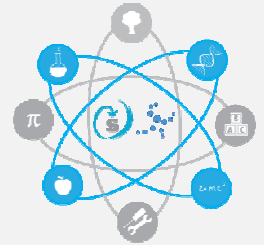




# Kam gredo kalorije?



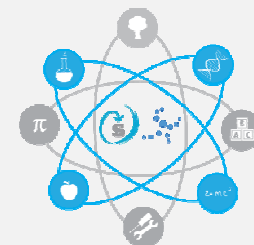
# Bilanca je neusmiljena



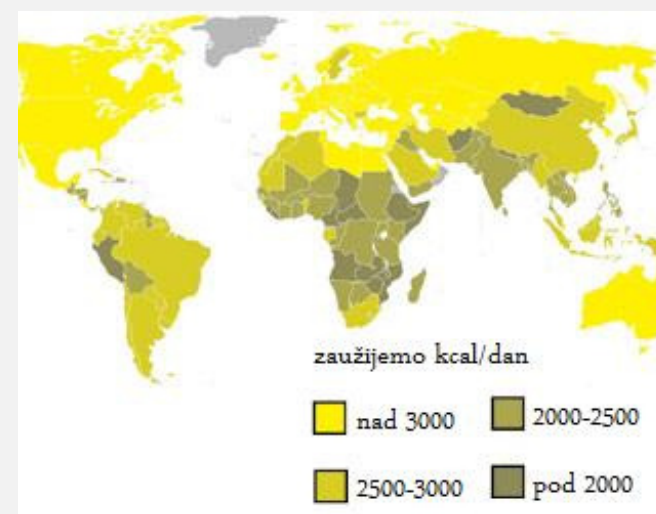
**= KAR POJEMO - KAR PORABIMO**



# Koliko porabimo?

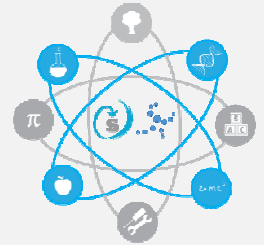


- Spanje: 60 kcal/uro
- Branje: 70 kcal/uro
- Igranje računalniških iger: 94 kcal/uro
- Sesanje tal: 190 kcal/uro
- Hoja: 220 kcal/uro
- Nogomet: 550 kcal/uro
- Energijski vir so ogljikovi hidrati in maščobe.
- V mišicah je shranjene dovolj energije (glikogen) za do 90 minut intenzivne vadbe.
- Atleti: dnevno do 1,7 g/kg telesne teže proteinov za regeneracijo mišic. Meso vsebuje do 25% proteinov.

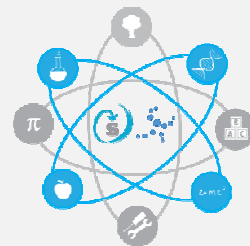


Telesna aktivnost	Poraba kalorij v eni uri		Telesna aktivnost	Poraba kalorij v eni uri	
	(kcal)	(kJ)		(kcal)	(kJ)
Jogging – hitri	1200	5040	Kolesarjenje – hitro	420	1764
Hoja po stopnicah navzgor	864	3628	Badminton	408	1714
Skakanje po trampolinu – hitro	816	3428	Sprehajanje – hitro	396	1663
Judo	816	3428	Veslanje	312	1310
Ples – akrobatski	708	2974	Namizni tenis	288	1210
Plavanje – hitro	660	2770	Gimnastika	276	1160
Jogging – počasni	564	2370	Skakanje po trampolinu – normalno	264	1109
Plavanje – počasno	540	2268	Kolesarjenje – normalno	264	1109
Tek na smučeh	504	2117	Sprehajanje – počasno	220	924
Jahanje	468	1966	Ples – počasi	220	924
Tenis	456	1915	Hoja po stopnicah navzdol	204	857

# Literatura



- Fotografije: wikipedia in lastne.
- Aplet:  
<http://mutuslab.cs.uwindsor.ca/schurko/animations/bombcal/animation1.htm>
- Poraba kalorij: <http://filternet.si/dd/clanki/poraba-in-vnos-kalorij/>
- Na stotine portalov na temo hrane.
- P. Atkins, J. de Paula, Physical Chemistry.



**HVALA za pozornost,**

**GREMO JEST!**