

Entropija in življenje

Krožna sprememba

Vzmet: jeklena, svinčena.

Obrnljiva

Reverzibilna

Ireverzibilna

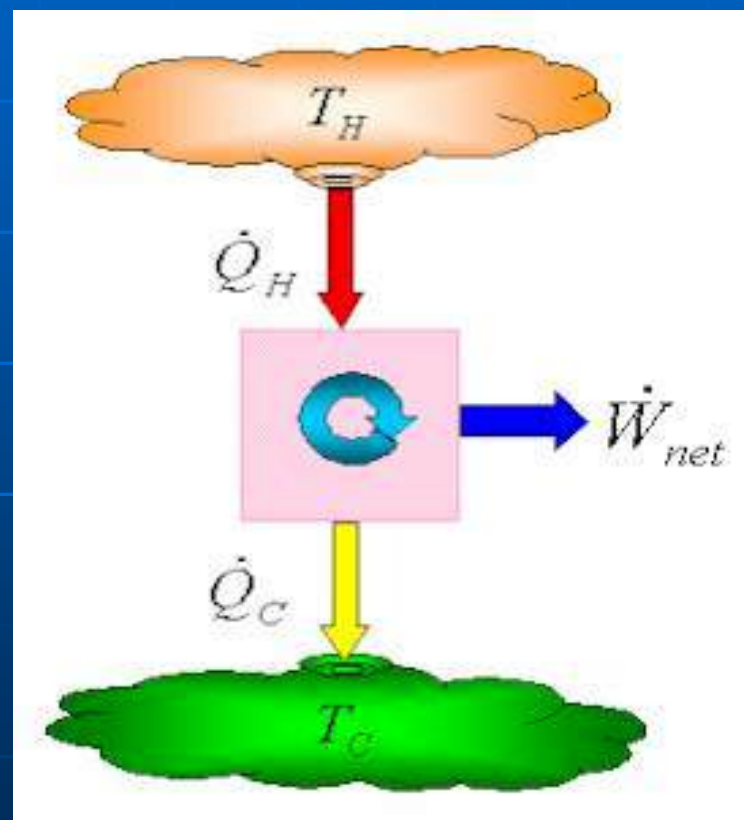
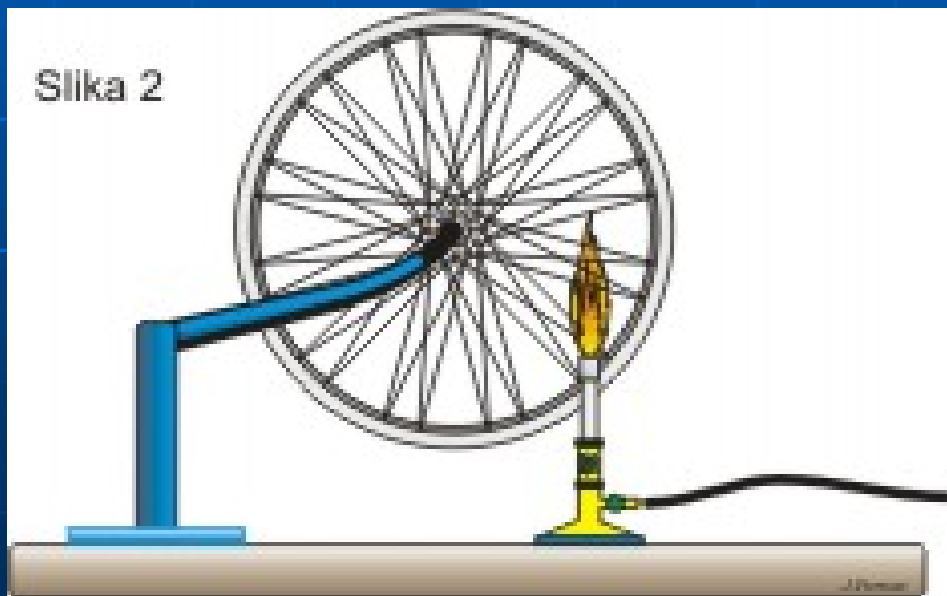
Neobrnljiva

Merilo neobrnjivosti

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

Toplotni stroj

Slika 2



- Sprememba entropije pri taljenju ledu

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{33600J}{273K} = 1239J / K$$

- Sprememba entropije pri izparevanju vode

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{2260000J}{273K} = 8278J / K$$

- Sprememba entropije pri mešanju vode

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \int_v \frac{dQ}{T} - \int_N \frac{dQ}{T} = mc \int_v^s \frac{dQ}{T} - mc \int_N^s \frac{dQ}{T}$$

$$\Delta S = mc \left(\ln \frac{T_s}{T_v} - \frac{T_s}{T_n} \right) = mc \ln \frac{T_s T_s}{T_v T_n} =$$

$$4200 J / K \ln = 1412 J / K$$

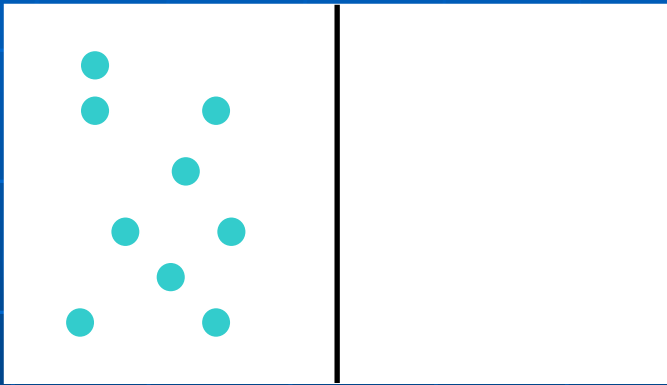
Sprememba entropije pri razpenjanju plina

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \int_1^2 \frac{dQ}{T} = \frac{1}{T} \int_N^S dQ$$

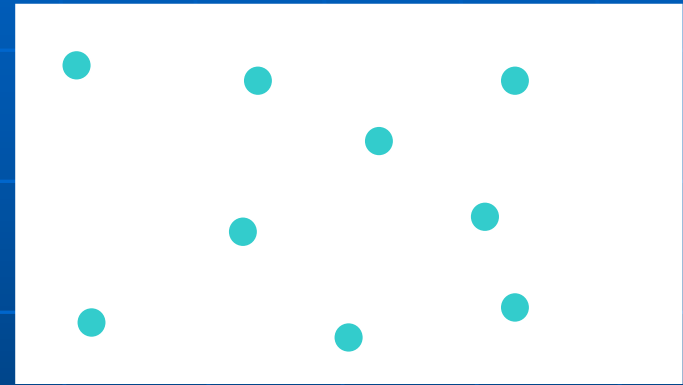
$$\Delta S = \frac{1}{T} \int_1^2 p dV = \frac{1}{T} \int_1^2 \frac{mRT}{M} \frac{dV}{V} = \frac{mR}{M} \int_1^2 \frac{dV}{V} = \frac{mR}{M} \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\Delta S = \frac{mR}{M} \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{m_1 NR}{m_1 N_A} \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{NR}{N_A} \ln \frac{V_2}{V_1} = Nk \ln 2$$

Širjenje plina v prazno posodo

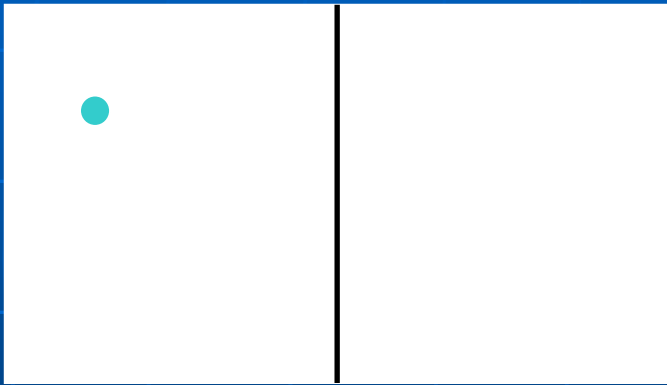


$$S = 0$$

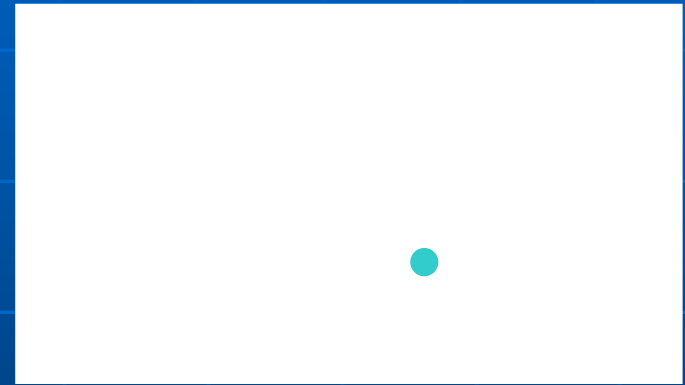


$$S = Nk \ln 2$$

Za eno molekulo

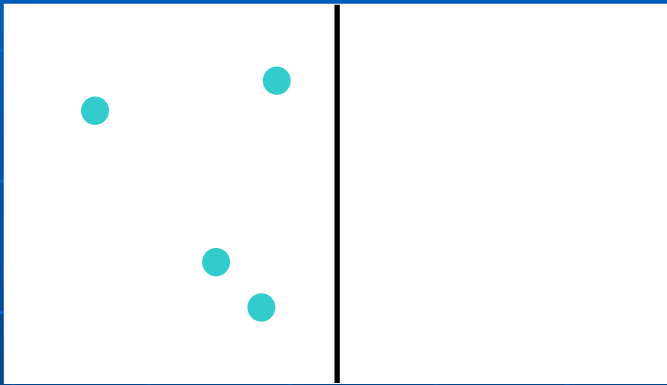


$$S = 0$$

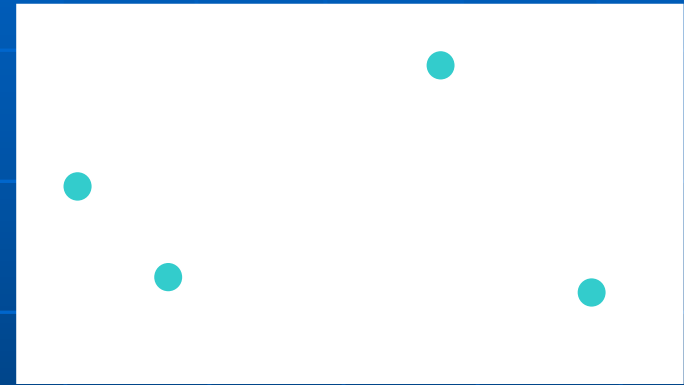


$$S = k \ln 2$$

Za štiri molekule



$$S = 0$$



$$S = 4k \ln 2$$

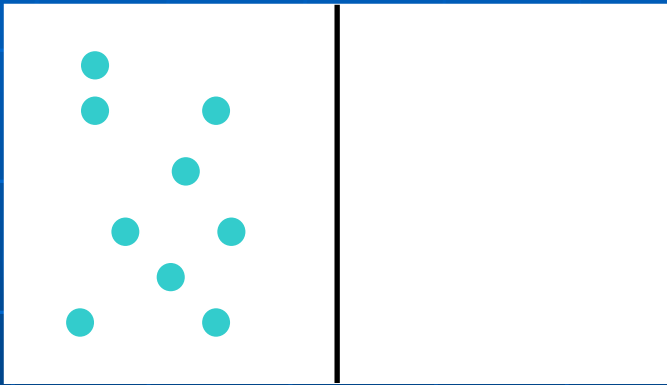
$$S = k \ln 2^4$$

Termodinamska definicija entropije

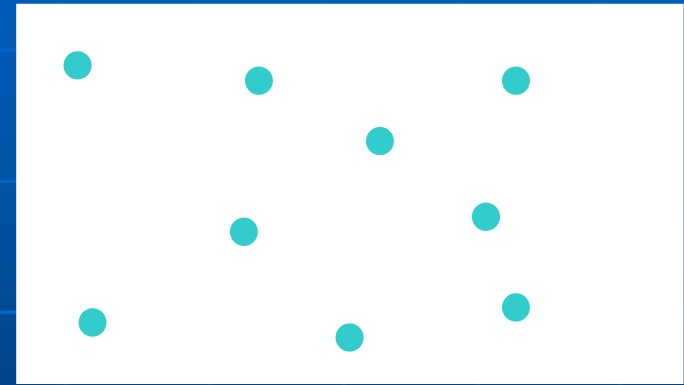
Če se torej dogovorimo da nam entropija meri množino možnih mikro stanj pri danem je smiselna definicija entropije

$$S = k \ln W$$

Za N molekul



$$S = 0$$

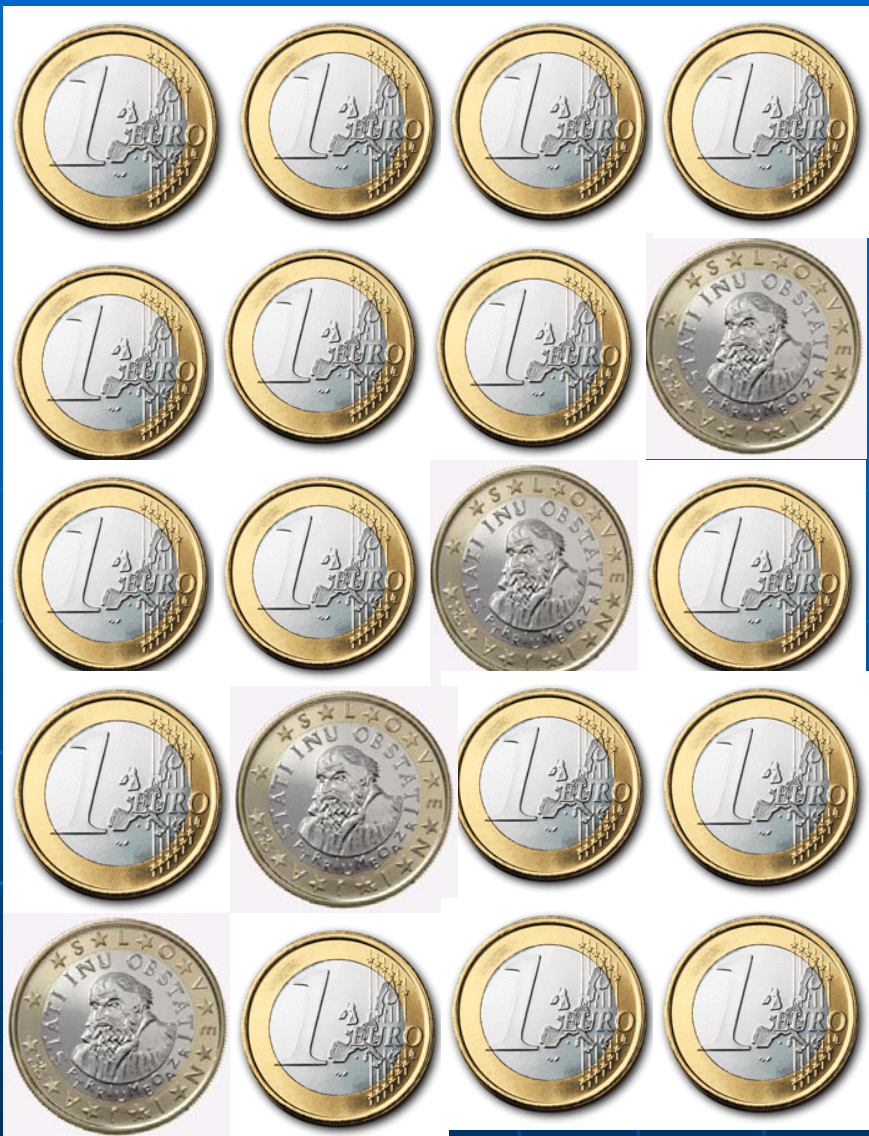


$$S = k \ln 2^N$$

$$S = Nk \ln 2$$



Številka ali glava
Če mečemo kovanec je
verjetnost za vsakega 50%



Š	Š	Š	Š
Š	Š	Š	G
Š	Š	G	Š
Š	G	Š	Š
G	Š	Š	Š

Kakšna je verjetnost za določen izid pri štirih kovancih ?

VSE MOŽNOSTI - MIKROSTANJA

1 ŠŠŠŠ

4 ŠŠŠG, ŠŠGŠ, ŠGŠŠ, GŠŠŠ

6 ŠŠGG, ŠGŠG, GŠŠG, ŠGGŠ, GŠGŠ, GGŠŠ

4 GGGŠ, GGŠG, GŠGG, ŠGGG,

1 GGGG

16 MIKROSTANJ

VSAKA MOŽNOST SE IMENUJE MIKROSTANJE

VSAKO MIKRO STANJE JE ENAKO VERJETNO

Število mikrostanj se večja s povečevanje števila kovancev

Pri sto kovancih
imamo $2 \times 2 \times 2 \dots \dots \cdot 2 = 2^{100} = 1,27 \cdot 10^{30}$ mikrostanj

VERJETNOST DA BOMO VRGLI GLAVO 100 KRAT JE TOREJ

$1/10^{30}$ TOREJ ENAKA 0,00.....01%

VERJETNOST ZA 50 KRAT PA JE $10^{29} / 10^{30} = 0,1$ TOREJ 10%

VERJETNOST DA BOMO VRGLI GLAVO OD 45 DO 50 KRAT PA JE ŽE 90%!

V splošnem velja

$$N_{glav} = \frac{N}{2} \pm \sqrt{N}$$

$$N_{glav} = \frac{100}{2} \pm \sqrt{100} = \\ = 50 \pm 10$$

V splošnem velja

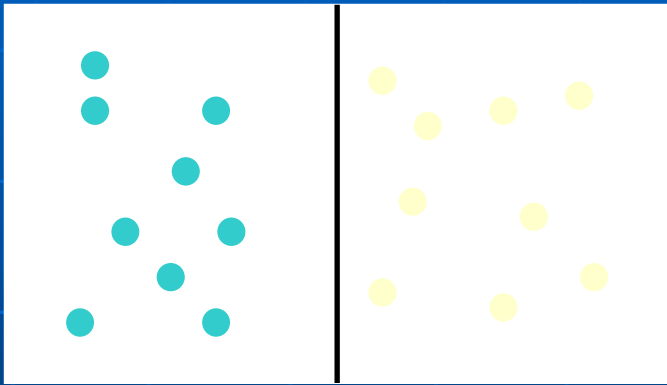
10^{24} *molekul*

$$N_{glav} = \frac{10^{24}}{2} \pm \sqrt{10^{24}}$$

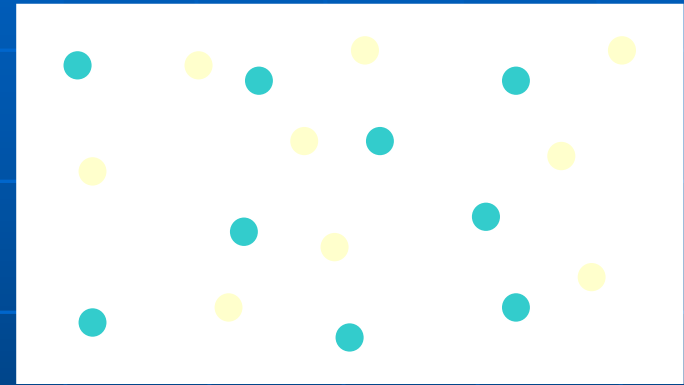
$$N_{glav} = 5 \cdot 10^{23} \pm 10^{12}$$

$$\text{odstopanje} = \frac{10^{12}}{5 \cdot 10^{23}} = 5 \cdot 10^{-12}$$

Mešanje plinov

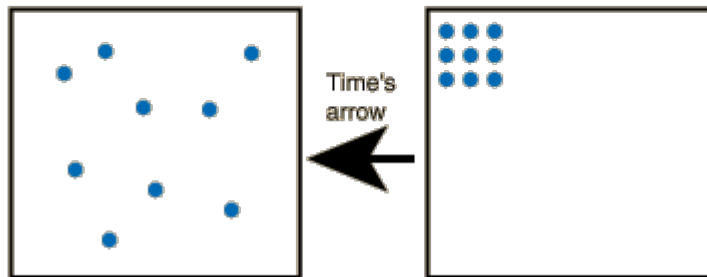


$$S = 0$$

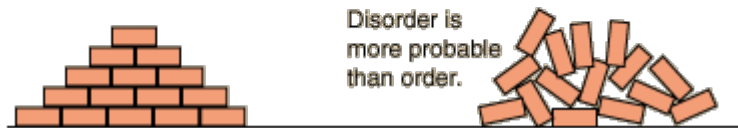


$$S = Nk \ln 2$$

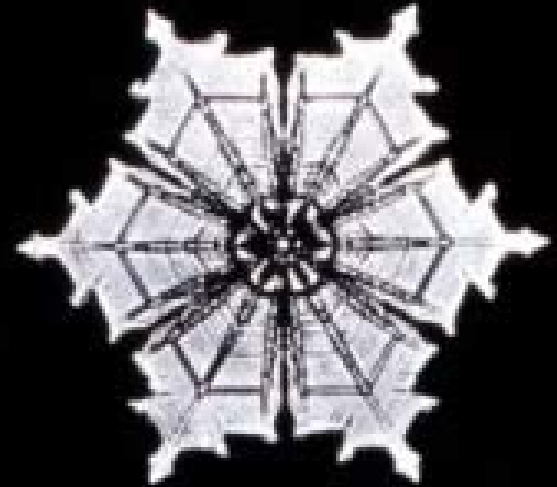
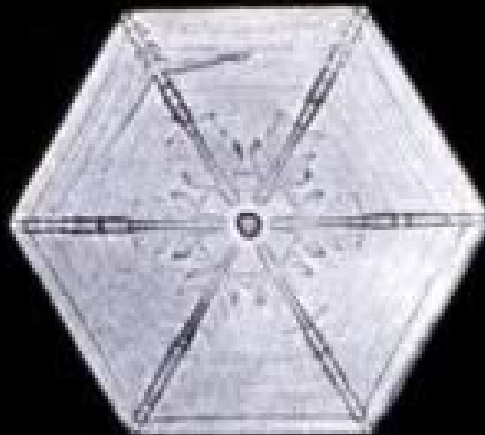
If the particles represent gas molecules at normal temperatures inside a closed container, which of the illustrated configurations came first?



If you tossed bricks off a truck, which kind of pile of bricks would you more likely produce?



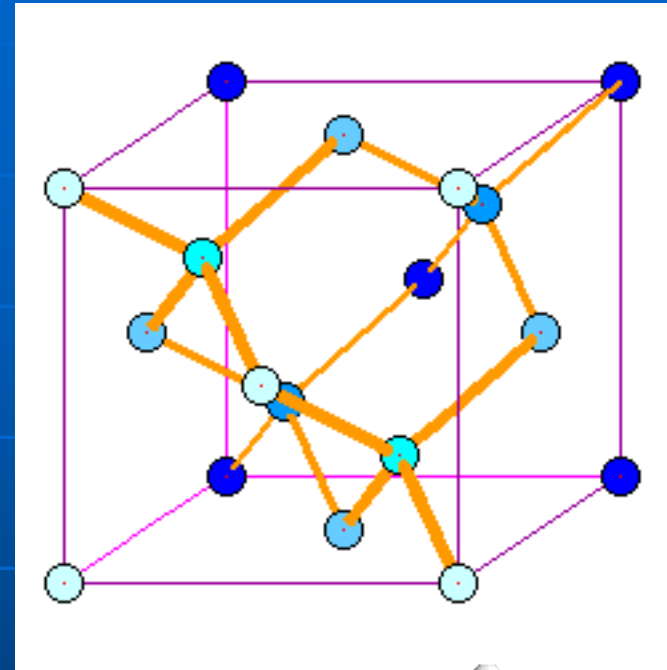
Snežinke



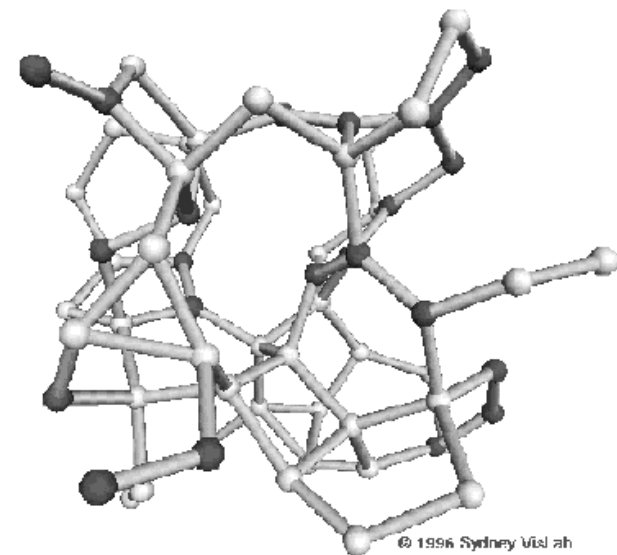
Diamant-ogljik



2.4J/K



158J/K



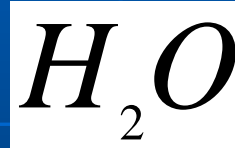
Življenje

Pitje in uriniranje

■ Vdihavam O_2

■ Izdihavamo CO_2

pa



■ Pijemo



■ Odvajamo pa

■ Jemo
ogljikove
hidrate

Entropija

- Pri spremembah ki potekajo spontano entropija sodelujočih teles naraste
- Sprememba entropije je lahko zaradi toplotnega toka ali pa zaradi difuzije

Entropija narašča

- Mesto z visoko temperaturo

$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \int_V \frac{dQ}{T} - \int_N \frac{dQ}{T} = -\left(\frac{Q}{T_V} - \frac{Q}{T_N}\right)$$

- Mesto z nižjo temperaturo

- stanje z majhno prostornino,

$$\Delta S = k \ln \frac{V_2}{V_1}$$

- stanje z večjo prostornino

Dihanje

- Vdihavamo O_2
- Izdihavamo CO_2
pa

Pitje in uriniranje

- Pijemo H_2O
- odvajamo pa $H_2O + CO(NH_2)_2$

Pogoj za življenje

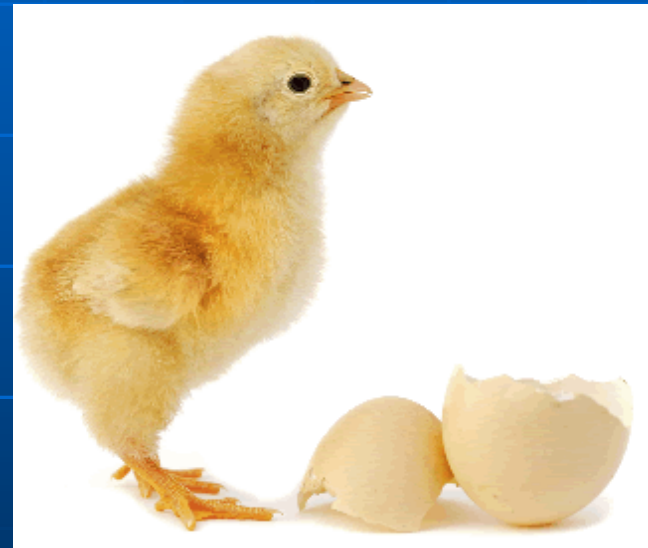
- Živemu bitji se zaradi življenja in rasti entropija zmanjšuje
- Okolici se mora entropija povečevati

Ohranjanje nizke entropije v organizmu

- SINTEZA BELJAKOVIN IZ AMINO KISLIN
- Ko nastajajo aminokisliline se dušikovi atomi koncentrirajo na manjši prostor z večjo entropijo
- Pri tem nastajajo snovi z večjo entropijo ki zapuščajo sistem
- Entropija sistema se zmanjšuje z oddajanjem toplote

Pogoj za rast

- Živemu bitji se zaradi rasti entropija zmanjšuje



- Okolici se mora entropija povečevati

Pogoj za življenje človeka

- Živi sistem je celica
- Okolje celice je ožilje s krvjo
- Okolje krvi so: pljuča, ledvica, mehur, koža.
- Njihova okolica je človekovo življenjsko okolje
- Okolica človekovega življenjskega okolja je Zemlja

Katere snovi omogočajo preživetje

■ Živa bitja sprejemajo:

- Tekočo vodo, z nizko entropijo
- Ogljikovodike z visoko energijo
- Kisik

■ Živa bitja oddajajo:

- Onesnaženo vodo, Vodno paro
- Ogljikov dioksid
- Toploto

Voda in ogljikovodiki

- Voda kot snov z nizko entropijo raztaplja odpadne snovi in absorbira veliko toplote. Organizem oddaja onesnaženo vodo in vodno paro.
- Ogljikovodiki skupaj s kisikom delujejo kot snovi z nizko entropijo (in visoko energijo), ki pri izgorevanju prehajajo v snovi z visoko entropijo (ogljikov dioksid in voda ki odnaša tudi toploto).

Voda in ogljikovodiki

- Izhlapevanje vode zavira nadaljnje izhlapevanje, ker voda za izhlapevanje potrebuje veliko toplote in ker se zaradi segrevanja povečuje parni tlak nad vodno gladino. Negativna povratna zveza.
- Pri oksidaciji ogljikovodikov se sprošča veliko toplote, kar pospeši dvig temperature in pospešitev reakcije. Pozitivna povratna zveza.

	Čista tekoča voda	ogljikovodiki
Snov z nizko entropijo ker	se entropija poveča zaradi izparevanja in onesnaženja	se entropija poveča z oksidacijo
Termične lastnosti	Nizka entropija Nizka energija	Nizka entropija visoka energija
Povratna zanka	-negativna Izhlapevanje zavira nadaljnje izhlapevanje	+pozitivna Oksidacija pospešuje oksidacijo

Pogoj za življenje

- Življenje je občutljiv proces nadziranega izgorevanja.
- Omogočata ga dve nizkoentropični snovi z nasprotnima povratnima zankama

Obnavljanje snovi z nizko entropijo

- Voda se obnavlja s kroženjem
- Ogljikovodiki pa se obnavljajo s fotosintezo
- Fotosinteza pa je možna zaradi dodatne vode, ki v samo reakcijo ne vstopa. Tudi fotosinteza je možna zaradi globalnega kroženja vode.

Primerjava energijskih tokov sonca in človeka

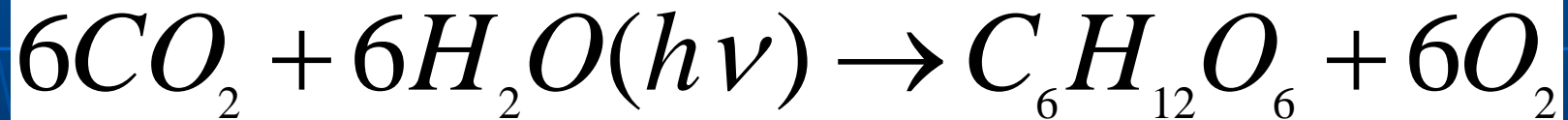
- Organizem mora za preživetje oddajati veliko energije da se sproti znebi odvečne entropije.
- Zaradi ireverzibilnih procesov bi se namreč organizem pregrel, če bi ne oddajal toplote
- Zanimiva je zato primerjava sevanja Sonca in človeka na enoto njune mase.

Primerjava energijskih tokov sonca in človeka

- Človek porabi na dan 10MJ energije in je polovico izseva.
- Človek seva približno 1W/kg mase.
- Sonce seva le 0,2mW/kg. Torej 5000krat manj.

- Življenje je zelo potratno. Večina energije se porabi za odvajanje entropije!

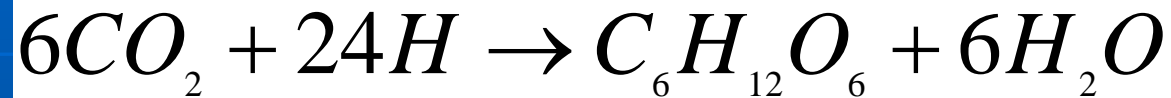
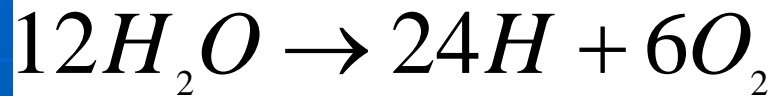
Fotosinteza



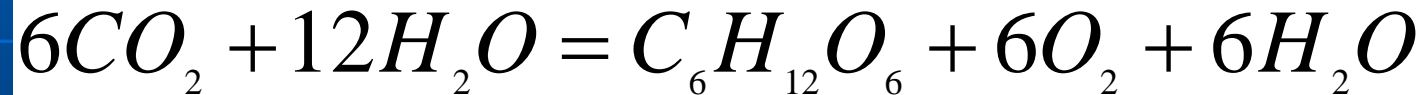
Enačba običajno obravnava le pretvorbo energije v snov. Tudi vodo obravnava le tisto, ki vstopa v reakcijo.

Pomembna pa je tudi entropijska stran procesa

Biokemijska enačba za fotosintezo



in



Voda, ki je na razpolago odnese entropijo, saj se entropija kemijskega sistema zmanjša.

Voda in spet voda

- Čeprav bi sistem lahko oddal odvečno entropijo s sevanjem, je izhlapevanje primernejše, saj bi morala za ustrezno temperaturo sevanja temperatura tako narasti, da bi uničila rastlino.
- Fotosintezo torej omogočata Sonce in voda ki odnaša entropijo.

Voda in spet voda

- Zakaj rastline ovenijo
- Ker zgorijo zaradi prehitrega poteka življenjskih funkcij.

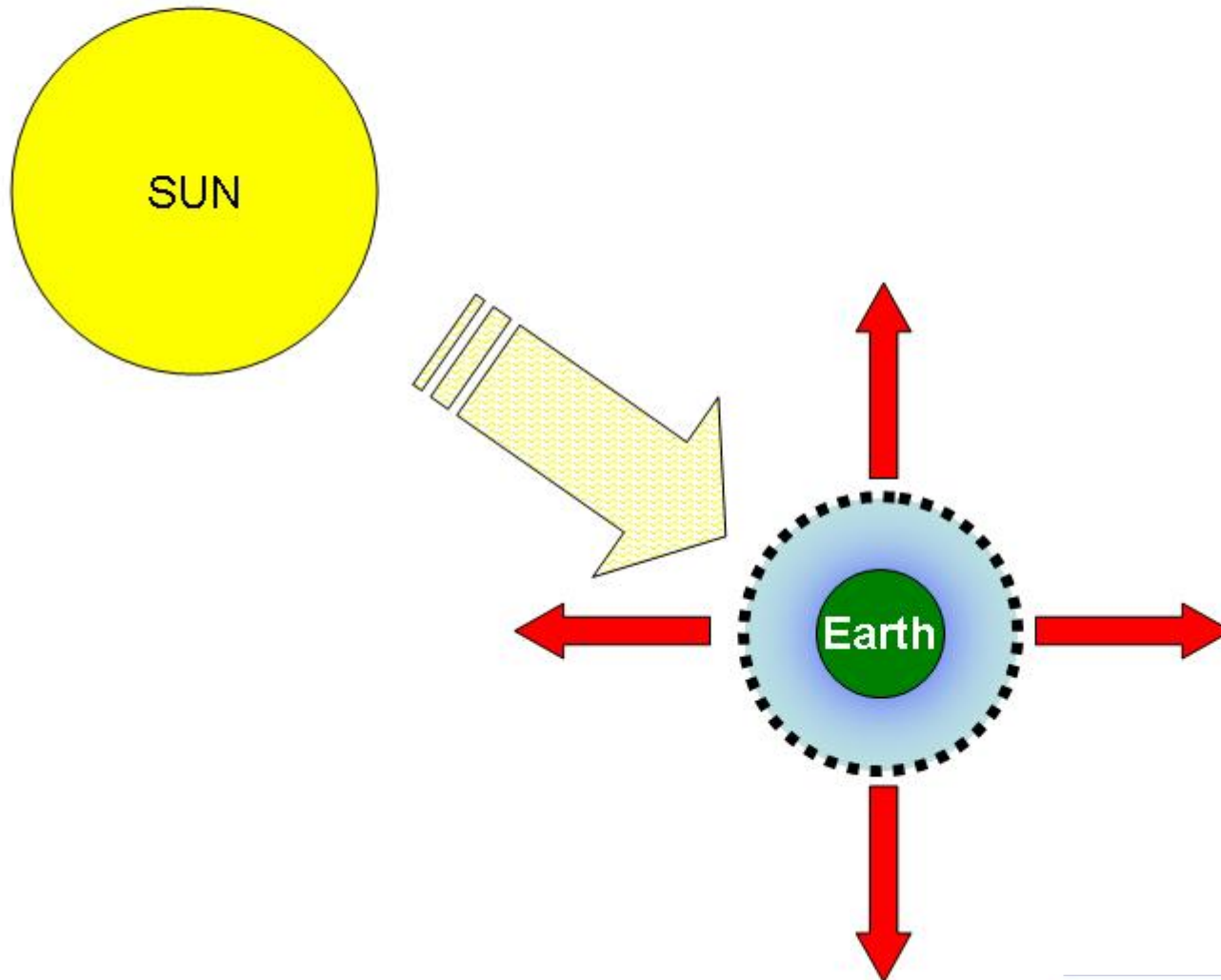


Zemlja je živo nebesno telo



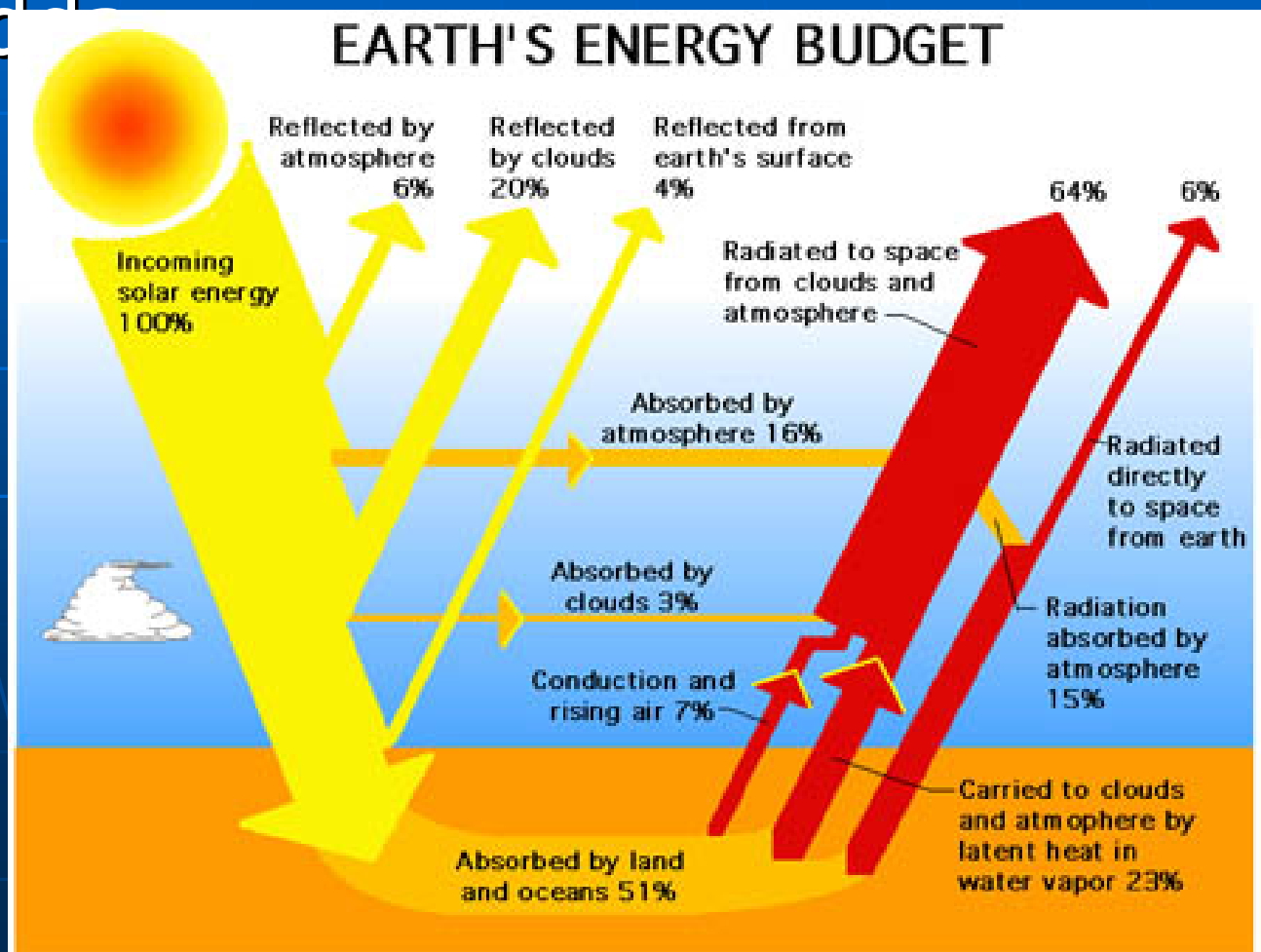
- Živo nebesno telo potrebuje mehanizem za zmanjševanje entropije
- Zemlja zmanjšuje entropijo s svetlobo in kroženjem vode

The Sun- Earth System

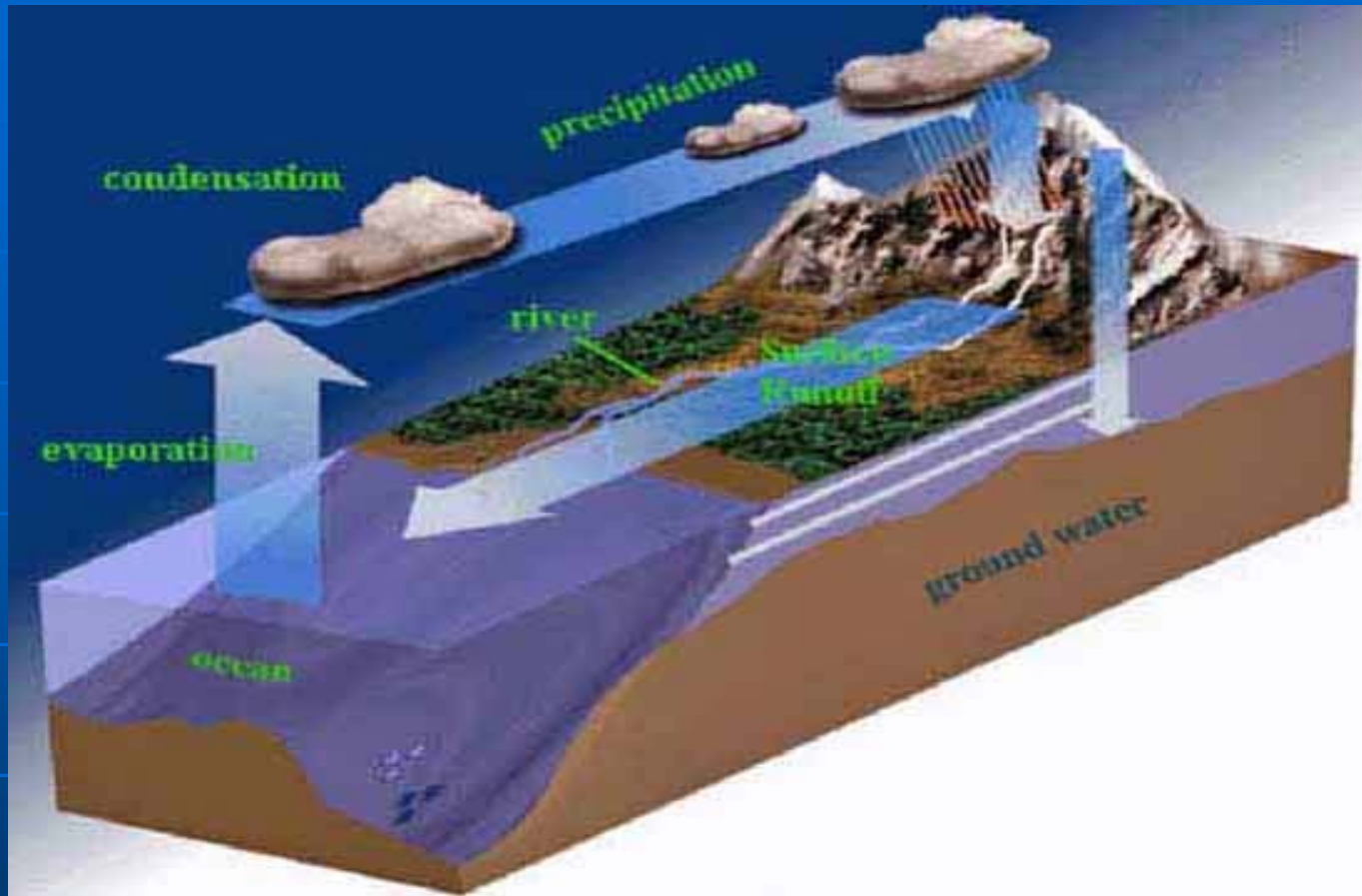


Živi planet

- Zemlja toliko energije kot je sprejme tudi oddaja



Zemlja



- Svetlobni izvir je sonce
- Delovna snov je voda
- Krožna sprememba je globalno kroženje vode
- Obstaja okolica v katero Zemlja oddaja odvečno toploto

Pogoji za živ planet

- Najučinkovitejši način za odvajanje entropije je izraba entropijske razlike delovne snovi v plinasti in kapljevinski fazi.
- Na tleh nebesnega telesa mora biti v tekoči fazi a se mora dati upariti
- Da se bo delovna snov dvigala mora biti gostota atmosfere večja od gostote delovne snovi
- Atmosfera mora biti prozorna za svetlobo, ki prihaja iz nebesnega telesa, ki je svetlobni izvir
- Masa živega nebesnega telesa mora biti dovolj velika, da vodo zadrži, pa ne tako velika, da se ta nebi mogla dvigniti dovolj visoko
- Če se delovna snov strdi zaradi znižanja

Voda je idealna delovna snov



Kako priteka v organizem hrana

- Rastline vsrkavajo hranilne snovi in vodo skozi korenine.
- Odpadlo listje, poginule živali so nizko entropične snovi, a jih rastline ne absorbirajo takšnih kot so, ker lahko vsrkavajo le enostavnejše polimere
- Mikroorganizmi v prsti jih uporabljajo za lastno prehrano, pri njihovi razgradnji na enostavnejše se sprošča toplota in voda z izparevanjem preprečuje da se mikroorganizmi ne sežgejo.
- Vlogo korenin pri živalih opravljajo črevesne resice, encimi pa imajo podobno vlogo kot mikroorganizmi v prsti.

Korenine

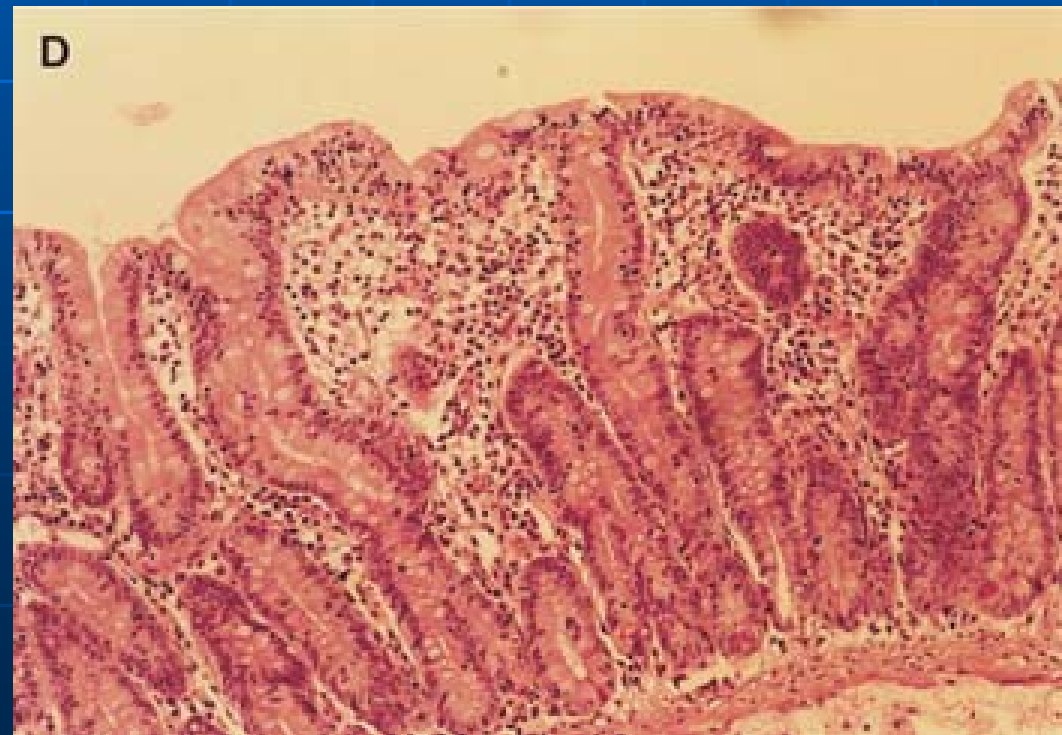
Rastline vsrkavajo hranilne snovi in vodo skozi korenine. Odpadlo listje, poginule živali so nizko entropične snovi, a jih rastline ne absorbirajo takšnih kot so, ker lahko vsrkavajo le enostavnejše polimere

Mikroorganizmi v prsti jih uporabljajo za lastno prehrano, pri njihovi razgradnji na enostavnejše se sprošča toplota in voda z izparevanjem preprečuje da se mikroorganizmi ne sežgejo.



Korenine in resice imajo podobno vlogo

- ▶ Vlogo korenin pri živalih opravljajo črevesne resice, encimi pa imajo podobno vlogo kot mikroorganizmi v prsti.

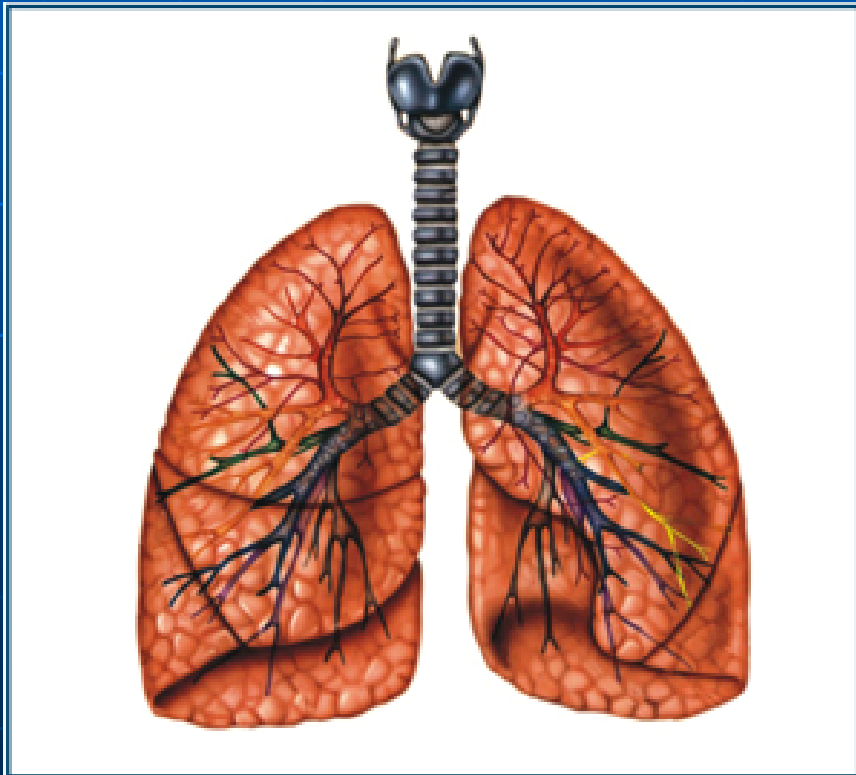


Pomembne snovi

- Kisik neprestano zajemamo z okolice (10 minut zaloge)
- Hrana je potrebna kot energija (nekaj tedenska zaloga)
- Voda je potrebna kot snov ki poskrbi za ohlajanje (nekaj dni zaloge)

Pomembne snovi

- Kisik neprestano zajemamo z okolice (10 minut zaloge)

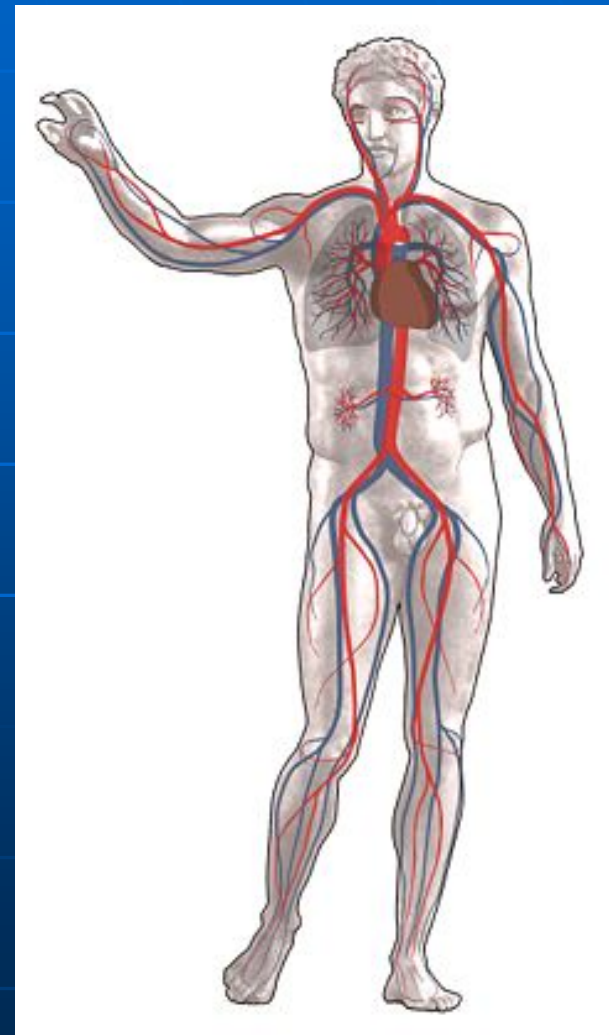


Hrana

- ▶ Hrana je potrebna kot energija (nekaj tedenska zaloga)



- Voda ima vlogo hladilnika pri toplotnem stroju procesu in tudi v življenjskih procesih.
- Celice sprejemajo hrano in kisik iz arterijske krvi, oddajajo pa vodno raztopino ogljikovega dioksida in odpadne snovi z venozno krvjo.
- Kri odda odpadne snovi z vodo v pljučih, ledvicah in znojnicah, v okolico.



Koža

Veliko vode in odpadnih snovi se izloča skozi kožo

