

### Medicīniskā Ķīmija $\Delta G_{reakc} < 0$ Reakcijas patvaļīgums

Studijas „Medicīniskajā ķīmijā”; „Bioķīmijā” Gibbsa brīvās enerģijas negatīvā izmaiņas  $\downarrow$ apreķinu $\downarrow$  nosacījumi  

$$\Delta G_{reakc} = \Delta H_{reakc} - T \cdot \Delta S_{reakc}$$

$\Delta H_{reakc}$ <b>Entalpija</b>	$\Delta S_{reakc}$ <b>Entropija</b>	<b>T</b> <b>Temperatūra</b>	$\Delta G_{reakc}$ <b>Brīvā enerģija</b>	<b>Reakcijas patvaļīgums</b>
izkļiedētā enerģija $T \cdot \Delta S_{reakc} > 0$ tiek saistīta apkārtējā vidē, ir izlietota un zaudētā brīvā enerģija $\Delta G_{reakc} < 0$	$\Delta S_{reakc} > 0$ <b>Pozitīva</b> entropija palielinās entropijas izmaiņa pozitīva	<b>sadalīšanās reakcija</b>	<b>AB <math>\rightarrow</math> A + B</b> veidojas lielāks haoss	<b>Patvaļīgajās bioķīmiskajās katabolisma reakcijās</b> patērētā brīvā enerģija $\Delta G_{reakc} < 0$ uztur dzīvības procesus organismos
<b>1.</b> <b>Endotermiska</b> <b>Pozitīva</b> $\Delta H_{reakc} > 0$	Izkļiedētā enerģija rada lielāku haosu $\Delta S_{reakc} > 0$ <b>Pozitīva. Patvaļīgās</b> katabolisma reakcijas Patērē brīvo enerģiju $\Delta G_{reakc} < 0$ dzīvības uzturēšanai organismos $37^\circ C$ kā arī nodrošina siltumu organismiem kā <b>Eksotermiska</b> $\Delta H_{reakc} < 0$ reakcija.	zema <b>T</b> $\downarrow$ $ \Delta H_{reakc}  >  T \cdot \Delta S_{reakc} $	<b>Pozitīva</b> $\Delta G_{reakc} > 0$ $\Delta H_{reakc} - T \cdot \Delta S_{reakc} > 0$	<b>nepatvaļīga</b> reakcija zemā temperatūrā
		augsta <b>T</b> $\uparrow$ $ \Delta H_{reakc}  <  T \cdot \Delta S_{reakc} $	<b>Negatīva</b> $\Delta G_{reakc} < 0$ $\Delta H_{reakc} - T \cdot \Delta S_{reakc} < 0$	<b>patvaļīga</b> reakcija augstā temperatūrā
<b>2.</b> <b>Eksotermiska</b> <b>Negatīva</b> $\Delta H_{reakc} < 0$		jebkurā <b>T</b>	<b>Negatīva</b> $\Delta G_{reakc} < 0$ $\Delta H_{reakc} - T \cdot \Delta S_{reakc} < 0$	termodinamiski <b>patvaļīga</b> reakcija jebkurā temperatūrā
Dzīvo šunu vairošanās un pastāvēšanas nosacījums Dzīvībai	$\Delta S_{reakc} < 0$ <b>Negatīva</b> entropija samazinās entropijas izmaiņa negatīva	<b>sintēzes reakcija</b>	<b>A + B <math>\rightarrow</math> AB</b> organizējas lielāka sakārtotība	<b>Bioķīmiskajās anabolisma reakcijās</b> enerģija akumulējas un organizējas sintezētajās vielās lielākā kārtībā, jo samazina haosa mēru entropiju $\Delta S_{reakc} < 0$ <b>Negatīva</b>
<b>3.</b> <b>Endotermiska</b> <b>Pozitīva</b> $\Delta H_{reakc} > 0$	Sintezētā brīvā enerģija $\Delta G_{reakc} > 0$ <b>Pozitīva</b> uzkrājas vielā <b>fotosintēzē, ATF sintēze, polipeptīdos</b> jeb <b>olbaltumvielās, sintezētajās molekulās,</b> kas nodrošina šunu dzīvošanu un vairošanos	jebkurā <b>T</b>	<b>Pozitīva</b> $\Delta G_{reakc} > 0$ $\Delta H_{reakc} - T \cdot \Delta S_{reakc} > 0$	<b>nepatvaļīga</b> reakcija <b>termodinamiski aizliegta</b> jebkurā temperatūrā
		augsta <b>T</b> $\uparrow$ $ \Delta H_{reakc}  <  T \cdot \Delta S_{reakc} $	<b>Pozitīva</b> $\Delta G_{reakc} > 0$ $\Delta H_{reakc} - T \cdot \Delta S_{reakc} > 0$	<b>nepatvaļīga</b> reakcija augstā temperatūrā
		zema <b>T</b> $\downarrow$ $ \Delta H_{reakc}  >  T \cdot \Delta S_{reakc} $	<b>Negatīva</b> $\Delta G_{reakc} < 0$ $\Delta H_{reakc} - T \cdot \Delta S_{reakc} < 0$	<b>patvaļīga</b> reakcija zemā temperatūrā

Dzīvajā dabā šūnā sintezējamajās vielās ir ļoti nozīmīga brīvās enerģijas uzkrāšana, palielinot  $\uparrow \Delta G_{\text{reakc}} > 0!$   
 Reakcijā negatīva izmaiņa  $\Delta S_{\text{reakc}} < 0$  entropijā un pozitīva izmaiņa  $\Delta G_{\text{reakc}} > 0$  brīvā enerģijā samazina izkliedēto enerģiju  $T\Delta S \downarrow$  un palielina akumulēto pievadīto  $+Q$  enerģiju, uzkrājot makroergisko saišu veidā kā brīvo enerģiju  $\uparrow \Delta G_{\text{reakc}} > 0$ .

$$\Delta H_{\text{reakc}} = \uparrow \Delta G_{\text{reakc}} + T \cdot \Delta S_{\text{reakc}} \downarrow$$

Pretēji kā patvaļīgajā reakcijā  $\downarrow \Delta G_{\text{reakc}} < 0$  negatīva brīvās enerģijas izmaiņa ir izkliedētā (zaudētā) enerģija.

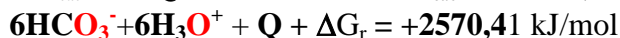
## Reakciju piemēri studentu studijām

### 1. Glikozes un skābekļa zaļo augu fotosintēze $\rightarrow$

Cilvēka  $\leftarrow$  Homeostāze

sarkanās un zilās gaismas fotonu absorbētā enerģija  $E=h\nu$  siltums akumulējas glikozes vielā

$$\Delta H_{\text{reakc}} > 0 = -Q \text{ Endotermiski } \Delta H_{\text{reakc}} = +2805,27 \text{ kJ/mol}$$



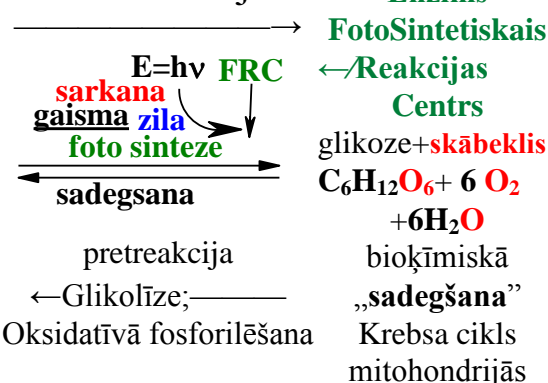
fotosintēze  $\Delta G_r > 0$  ir Endoergisks  $\Delta G_r = +2570,41 \text{ kJ/mol}$

brīvā enerģija akumulējas 1 molā citosola glikozes molekulās

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  bioķīmiski glikolizē un Krebsa ciklā „sadeg” ar skābekli

$\text{O}_2$  oksidatīvās fosforilēšanās pārvērtību ceļos mitohondrijās.

tiešā reakcija



### Membrānas potenciāls 3. Lapas puse <http://aris.gusc.lv/BioThermodynamics/MembraneElektrodsLat.doc>

(lapas puse 9. <http://aris.gusc.lv/BioThermodynamics/OxRedBiologicalW.doc>)

### 2. ATPāzes virzīta ATF sintēze (ATF adenozin trifosfāts $\text{ATP}^{4-}$ anjons $\text{pH}=7,36$ mitohondrijā)

Viena glikozes  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  molekula producē glikolītiski  $[\text{H}^+]$  2290  $\rightarrow$  Protonu gradients 1  $[\text{H}^+]$

un mitohondrijās. Membrānā iebūvētā enzīma

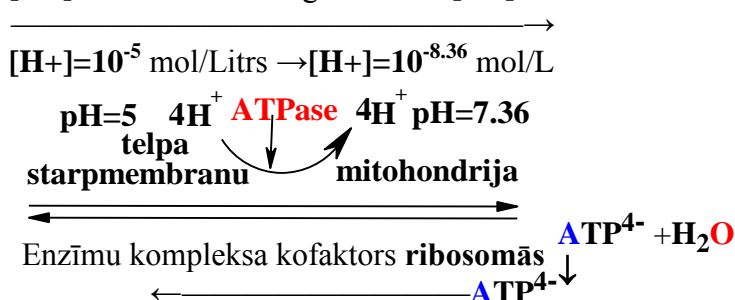
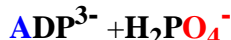
ATPāzes nano dzinējā līdzīgi kā spēkstacijā protonu

gradienta virzītā reakcijā rodas kopā 36 ATF

molekulas, akumulējoties brīvai enerģijai

$$\Delta G_{\text{reakc}} = +30,5 \text{ kJ/mol}$$

vienā molā  $\text{ATP}^{4-}$  molekulu

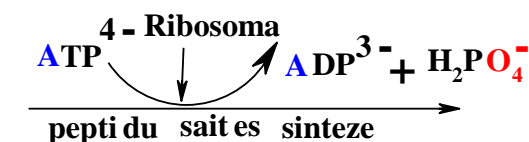
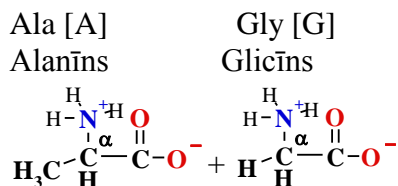


### 3. ir brīvās enerģijas $\text{ATP}^{4-}$ pārvešana un uzkrāšana $\Delta G_{\text{reakc}} = +17,2 \text{ kJ/mol}$ peptīdu saitē $\downarrow$

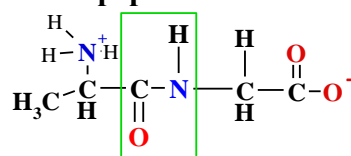
veidojoties olbaltumvielai ribosomās:  $\text{ala} + \text{gly} \rightarrow \text{ala-gly} + \text{H}_2\text{O}$ .

Vienā molā peptīdu saites uzkrājas brīvā enerģija  $\Delta G_{\text{reakc}} = +17,2 \text{ kJ/mol}$ .

Ribosoma sasaista peptīdu sintēzi ar ATF hidrolīzi: brīvā enerģija  $\Delta G_{\text{hidrolīze}} = -30,5 \text{ kJ/mol}$  atļauj pārnest un..uzkrāt  $\Delta G_{\text{reakc}} = +17,2 \text{ kJ/mol}$  brīvo enerģiju reakcijā uz vienu molu



ATF hidrolīze ir patvaļīga  $\Delta G = -30,5 \text{ kJ/mol}$  un summārā reakcija arī kopumā ir  $\downarrow$  patvaļīga, jo summā  $\Delta G_{\text{reakc}} < 0$  negatīva  $\Delta G_{\text{reakc}} = +17,2 - 30,5 = -13,3 \text{ kJ/mol}$



AlaninGlicīns  
Ala-Gly  
AG