

ENDOĢĒNAIS OKSIDATĪVAIS STRESS. SKĀBEKĻA AKTIVĀCIJA

Evolūcija un dzīve skābekļa vidē
Skābekļa kvantu ķīmija un bioķīmija
Skābekļa redukcija un fotoredukcija
Aktīvā skābekļa formu veidošanās augu
šūnās

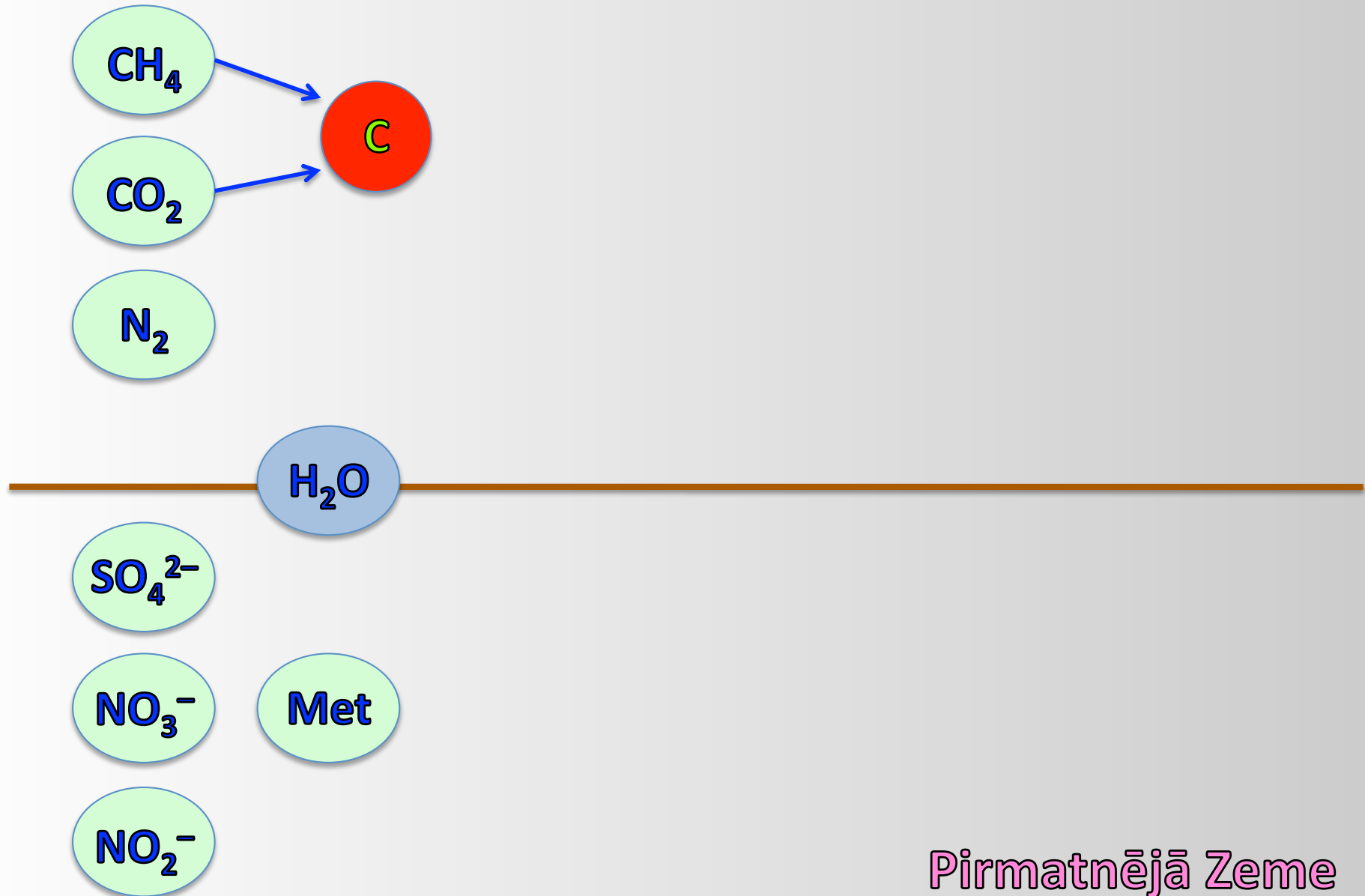
Evolūcija un dzīve skābekļa vidē

Skābekļa kvantu ķīmija un bioķīmija

Skābekļa redukcija un fotoredukcija

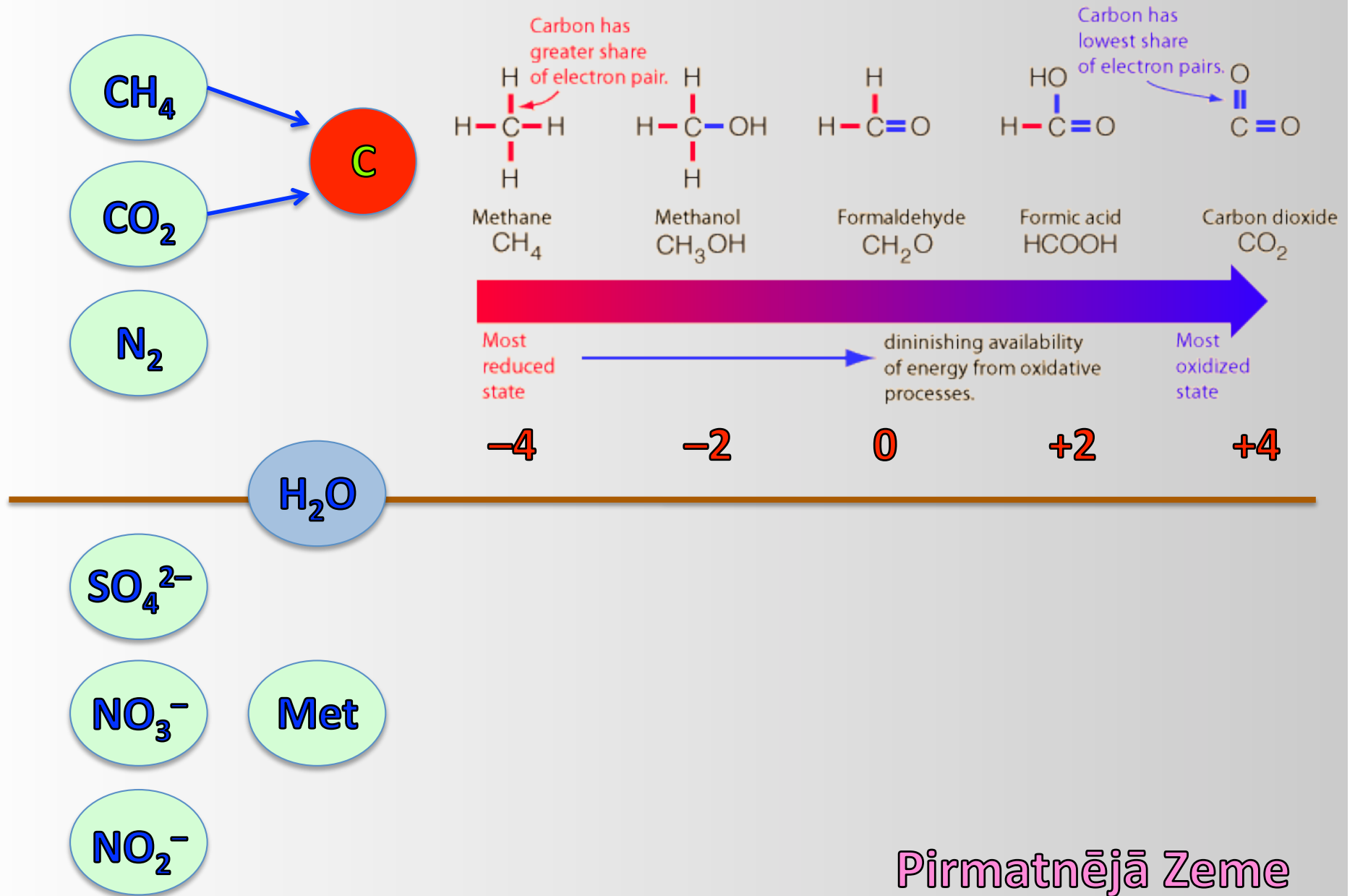
Aktīvā skābekļa formu veidošanās augu
šūnās

Enerģijas iegūšana dzīvajos organismos



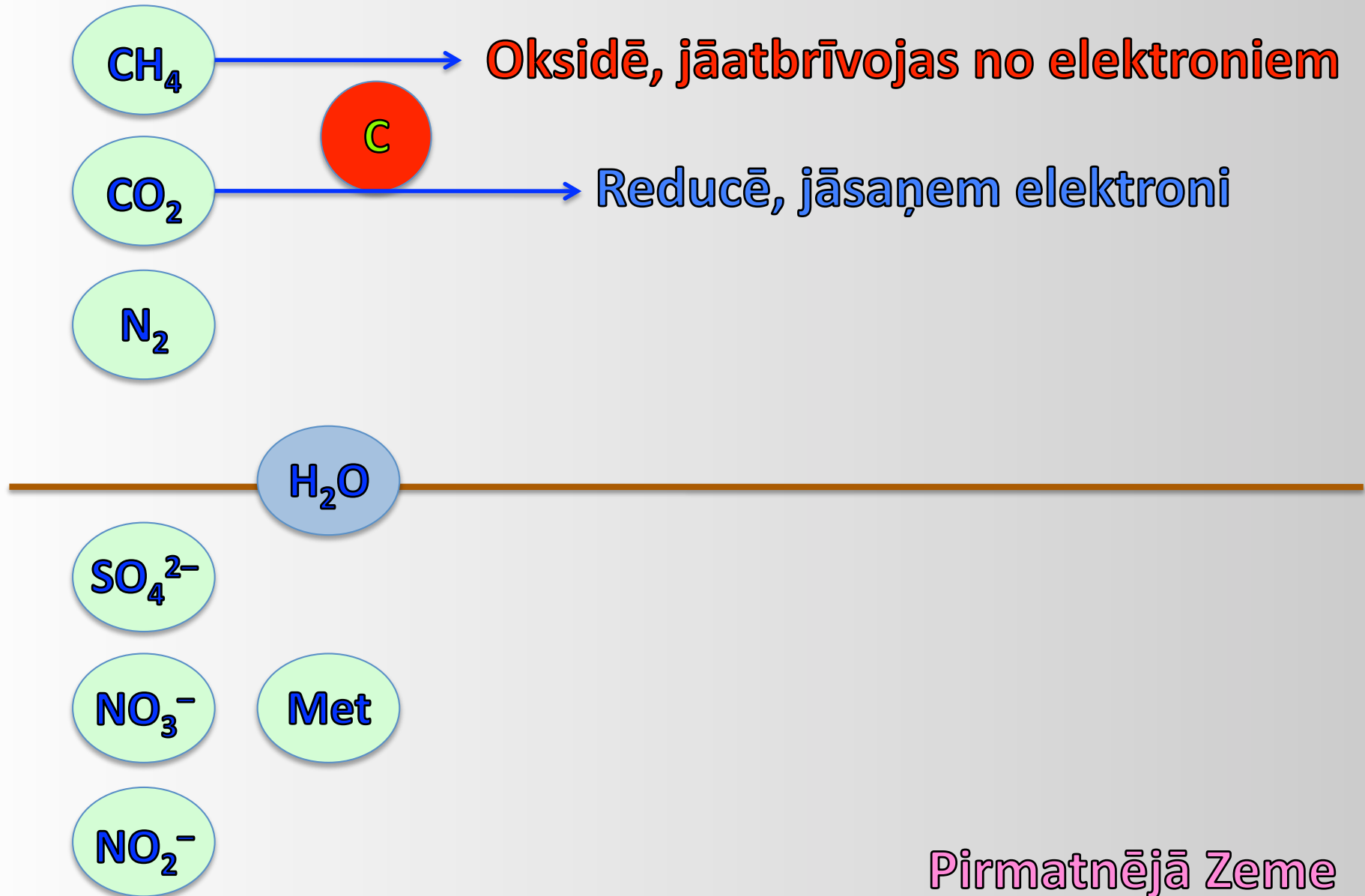
Pirmatnējā Zeme

Energijas iegūšana dzīvajos organismos



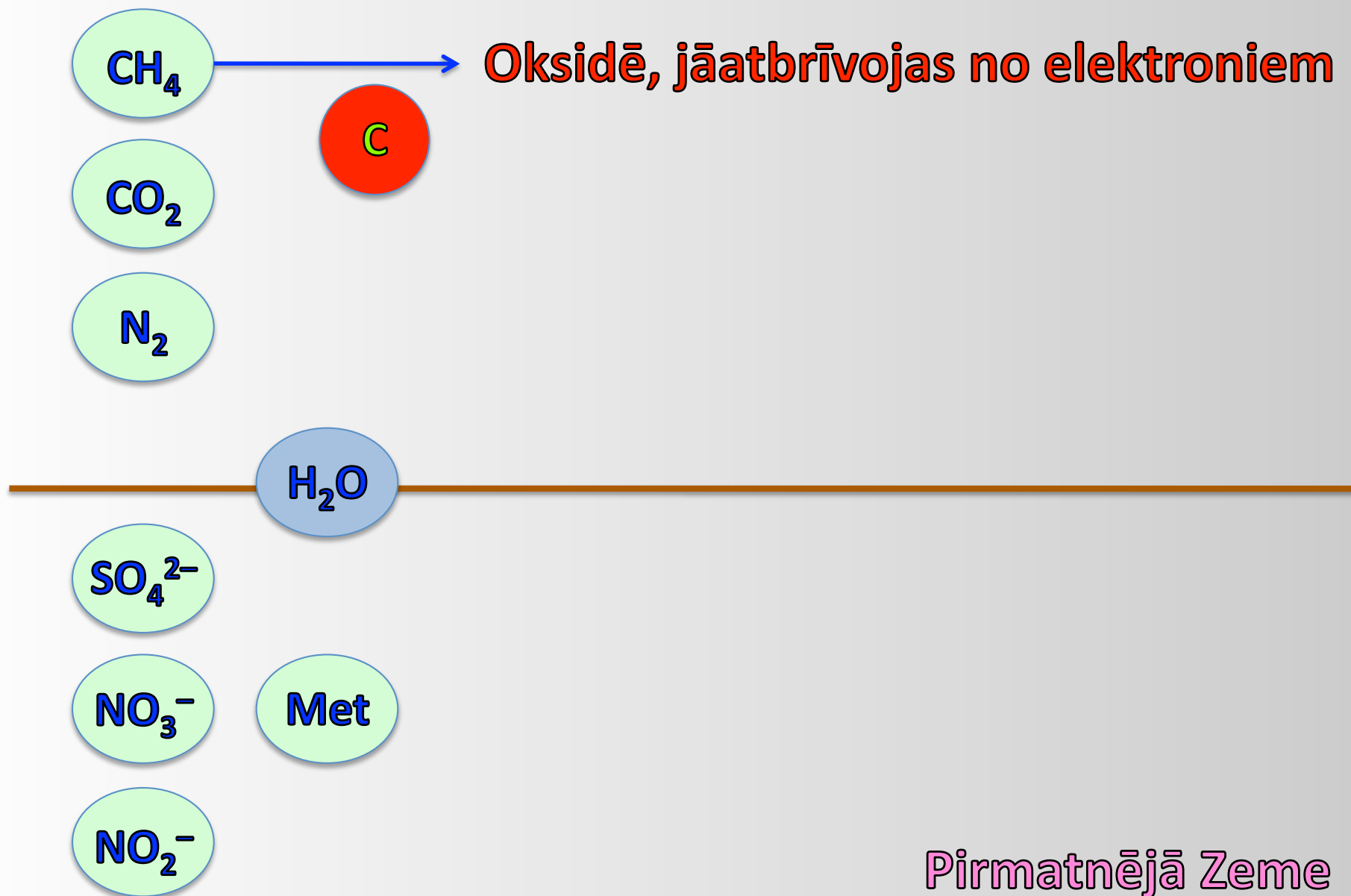
Pirmatnējā Zeme

Enerģijas iegūšana dzīvajos organismos



Pirmatnējā Zeme

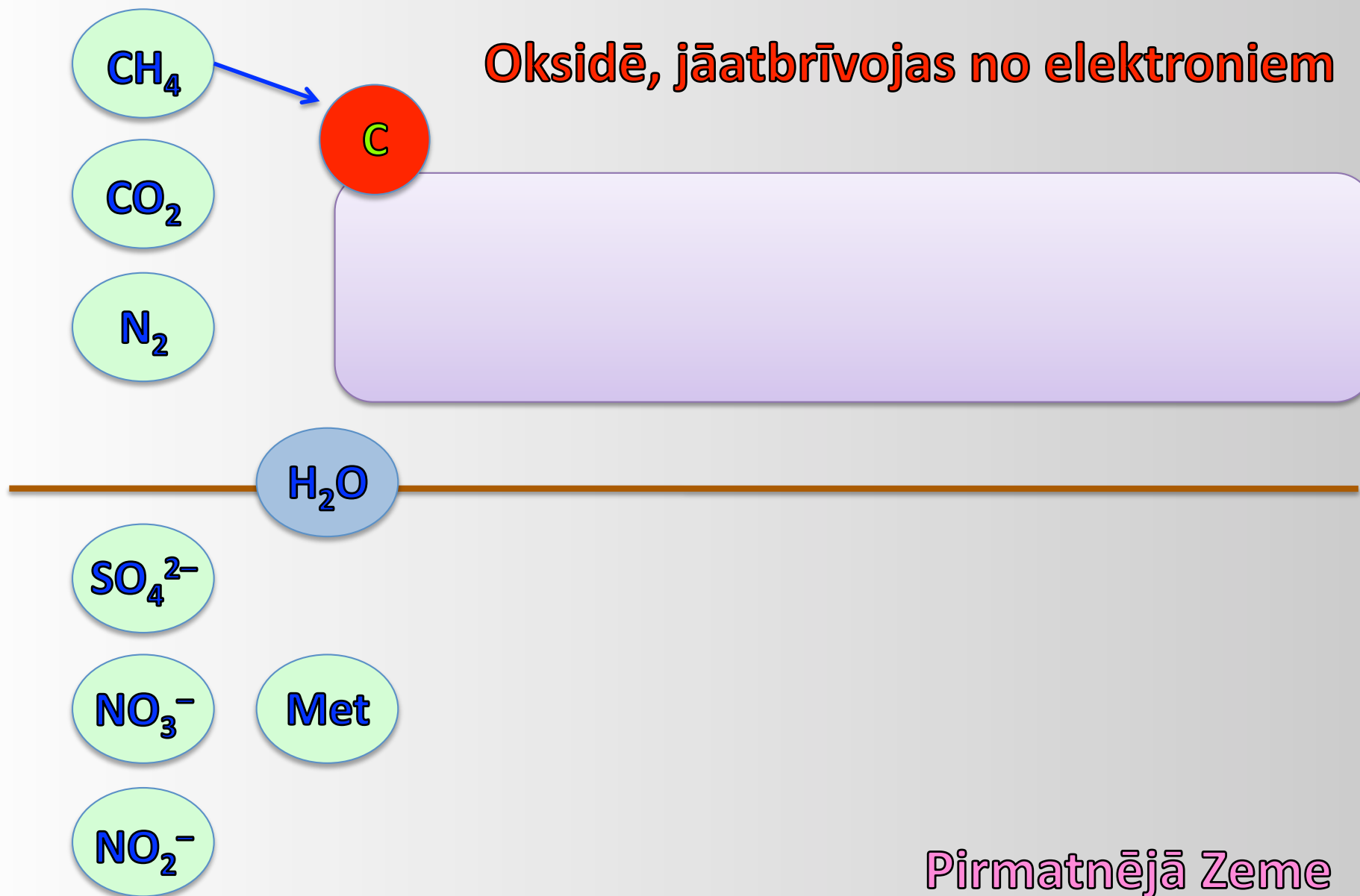
Enerģijas iegūšana dzīvajos organismos



Enerģijas iegūšana dzīvajos organismos

Primārie autotrofi – metanotrofi

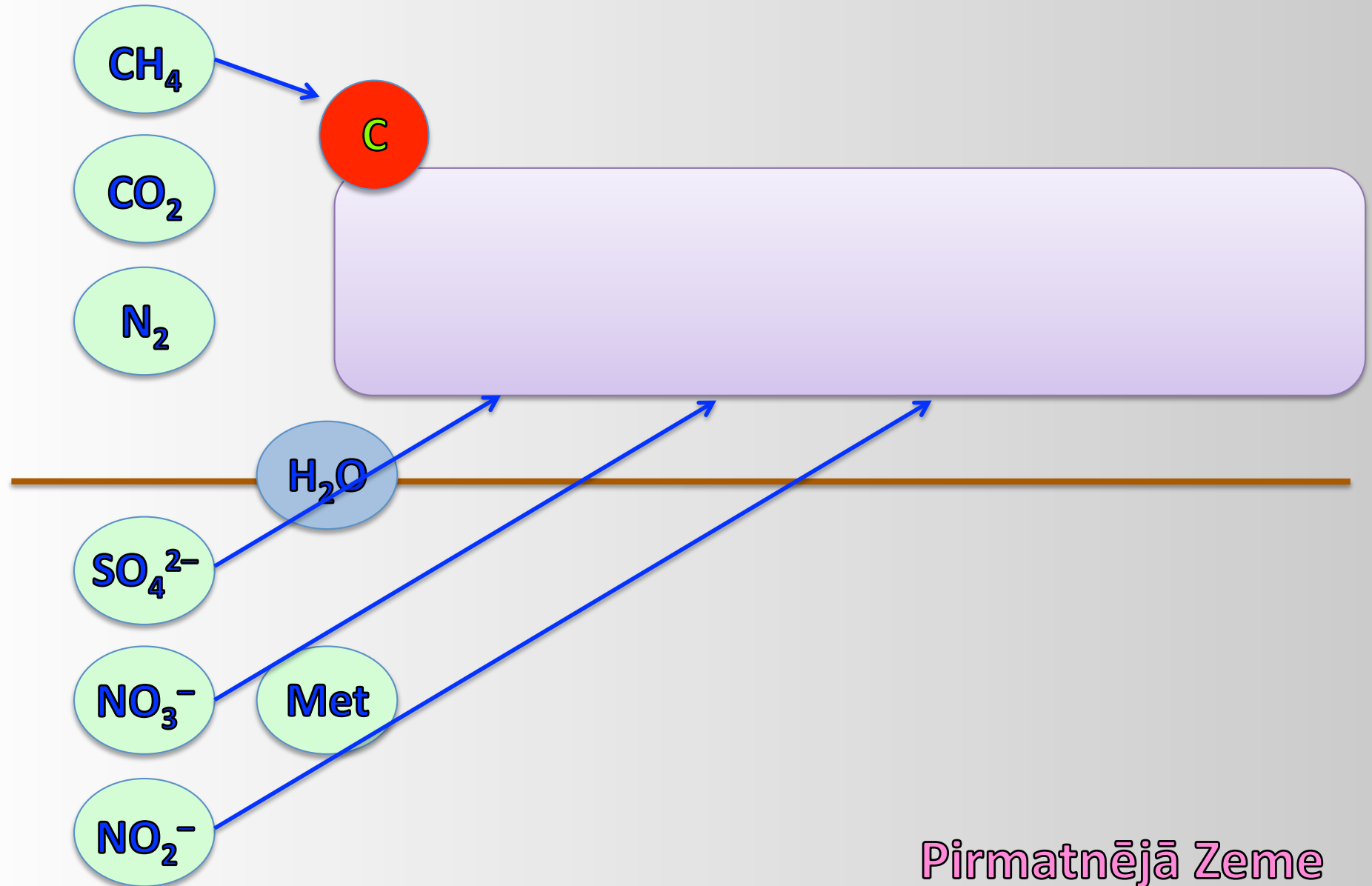
Oksidē, jāatbrīvojas no elektroniem



Pirmatnējā Zeme

Energijas iegūšana dzīvajos organismos

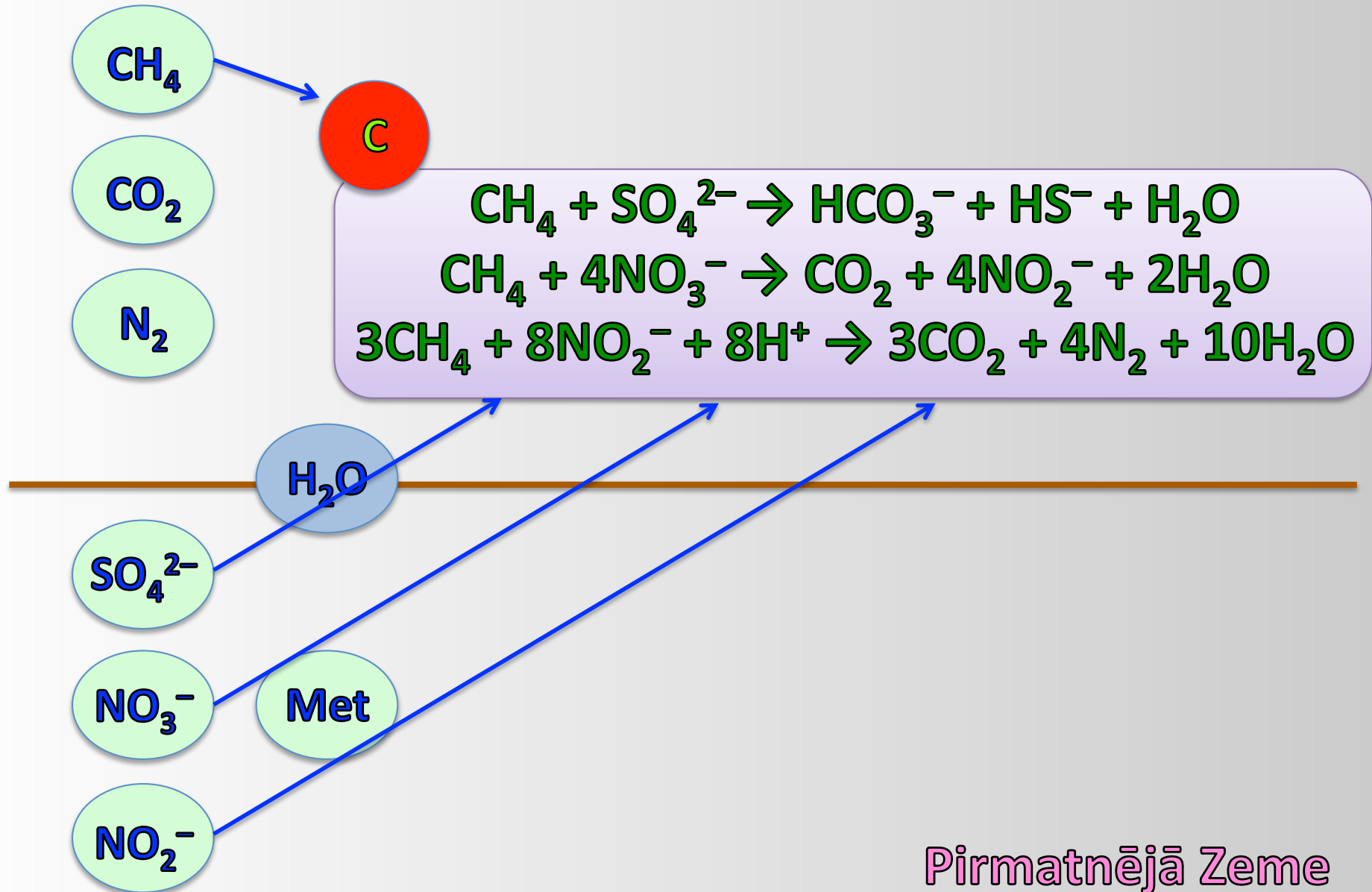
Primārie autotrofi – metanotrofi



Pirmatnējā Zeme

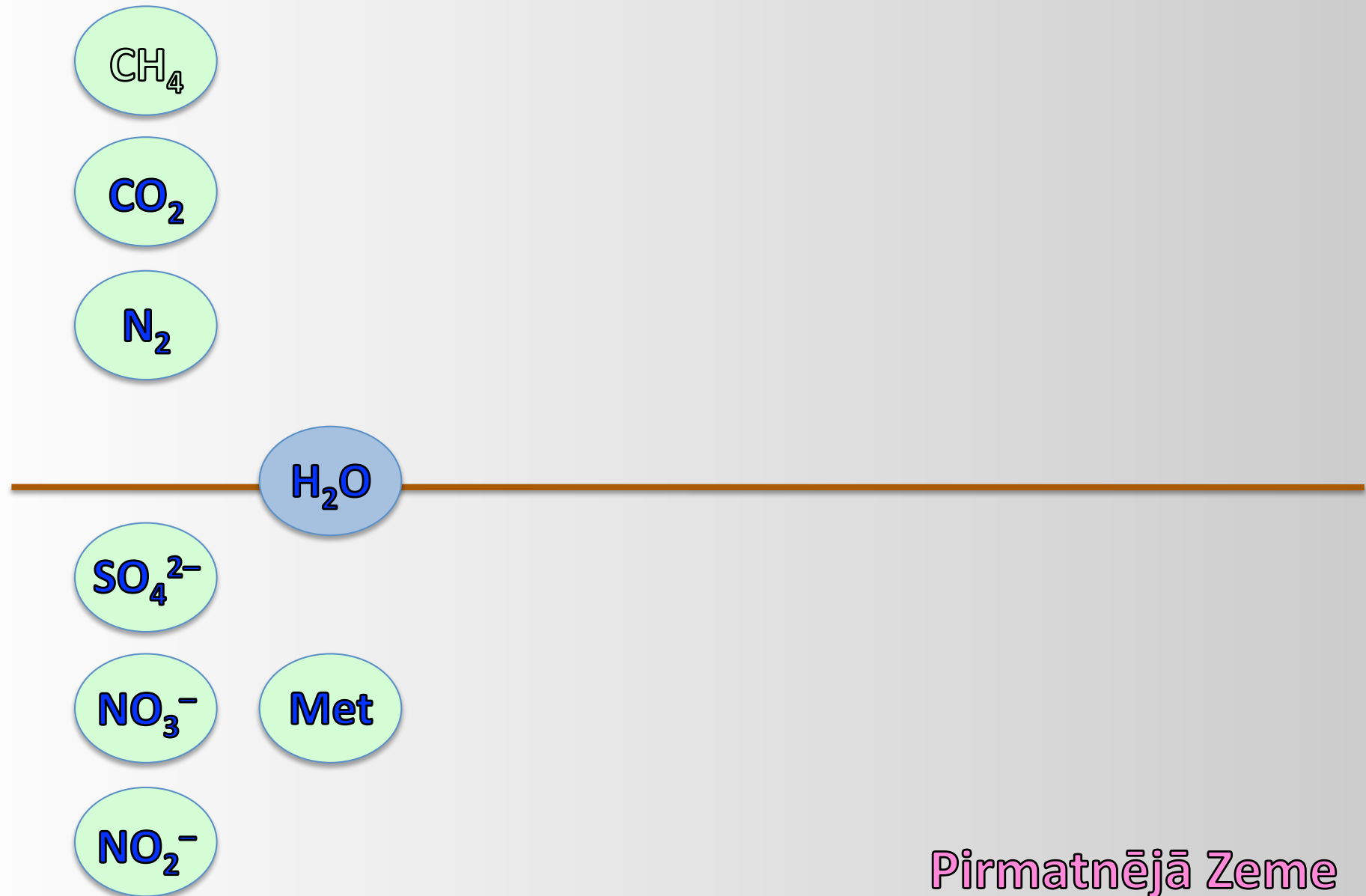
Enerģijas iegūšana dzīvajos organismos

Primārie autotrofi – metanotrofi



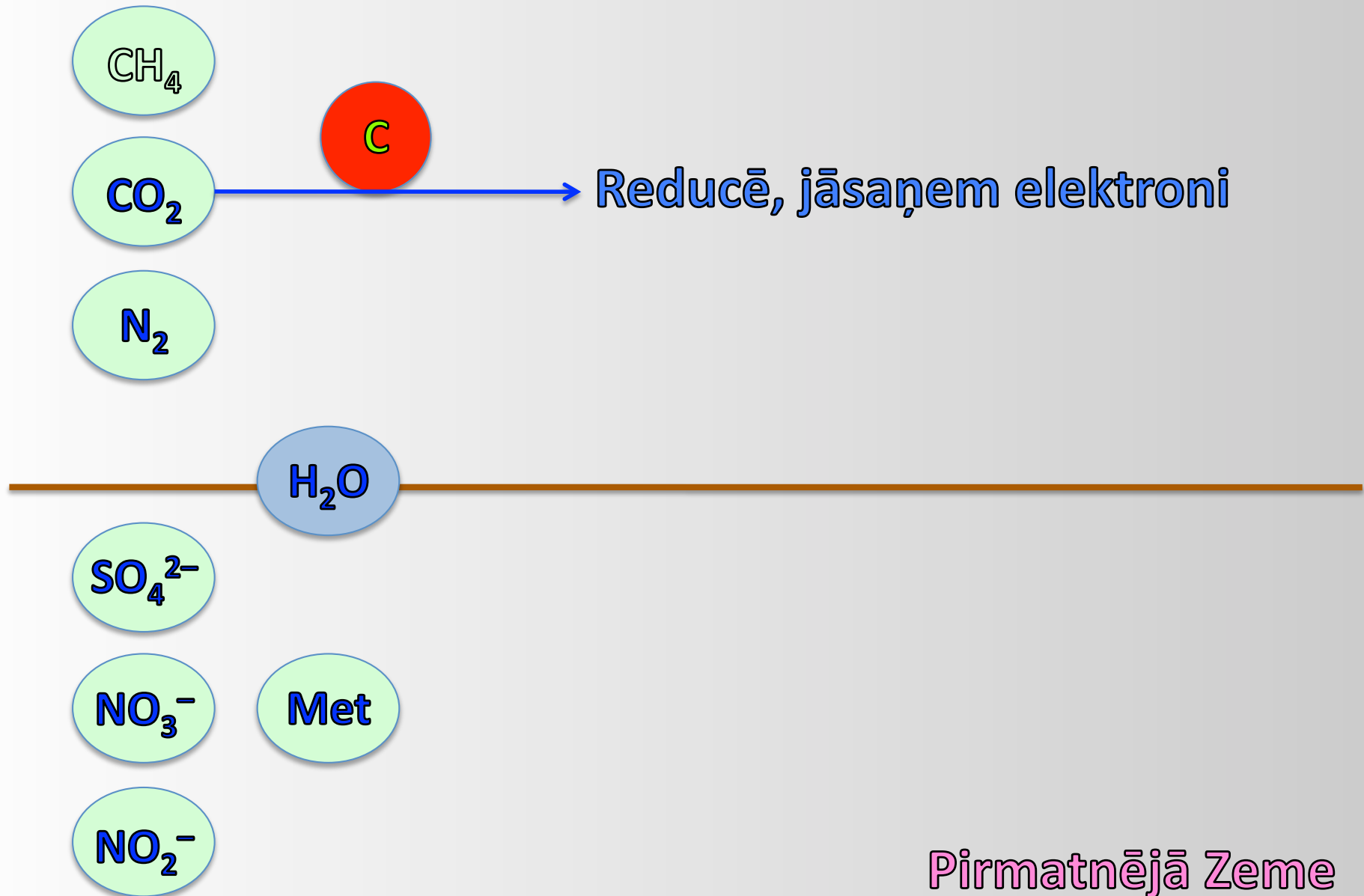
Pirmatnējā Zeme

Enerģijas iegūšana dzīvajos organismos



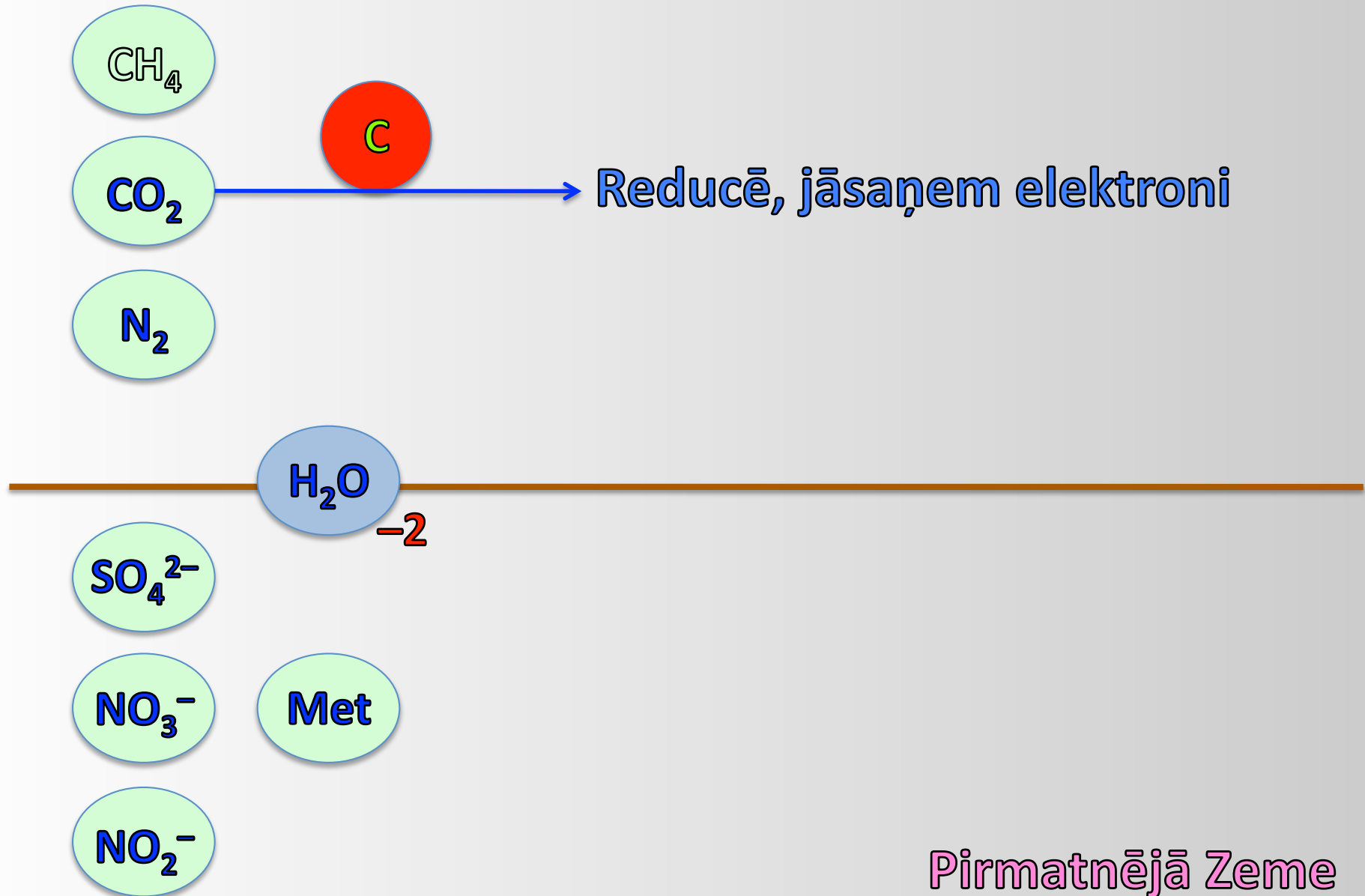
Pirmatnējā Zeme

Enerģijas iegūšana dzīvajos organismos

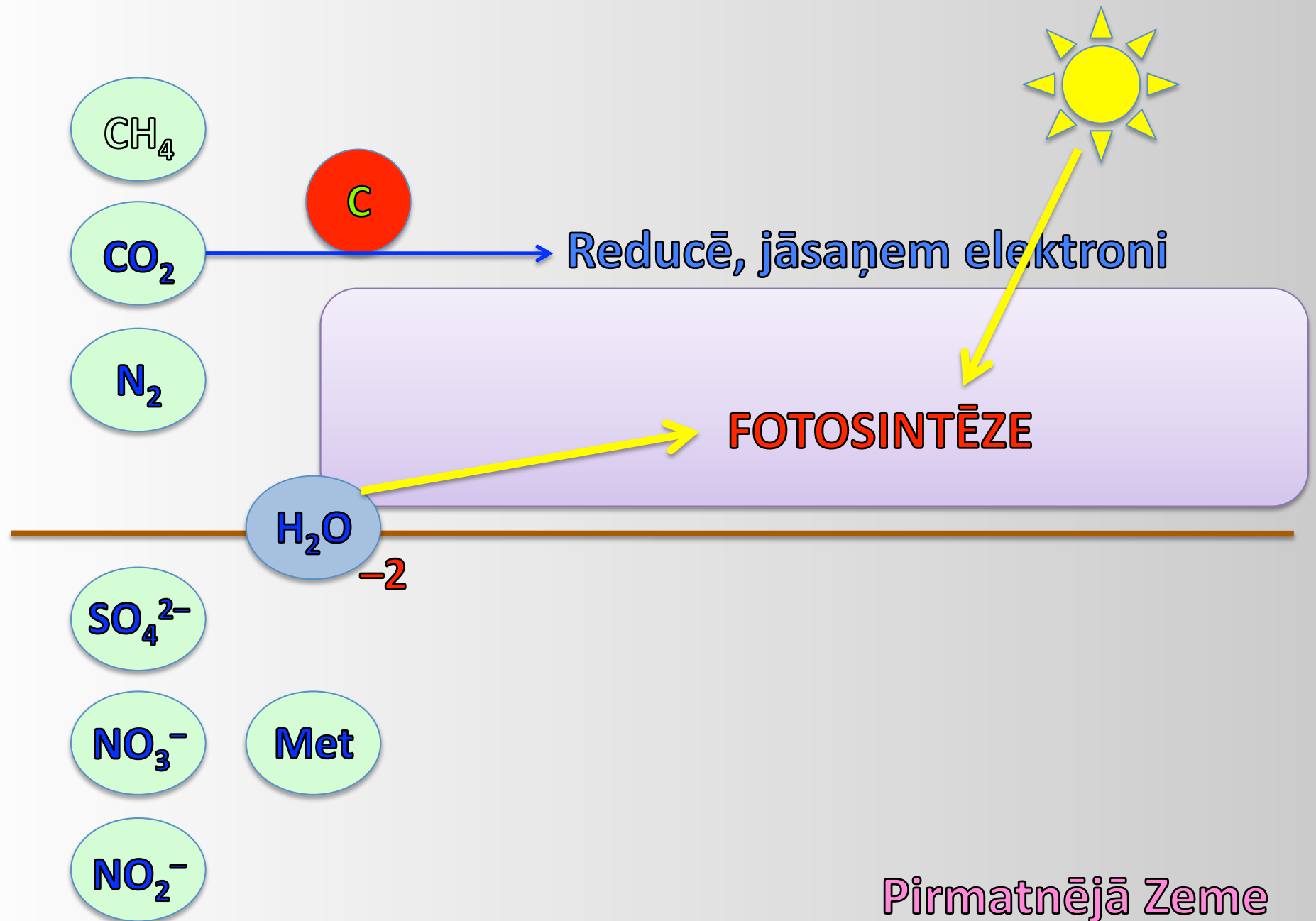


Pirmatnējā Zeme

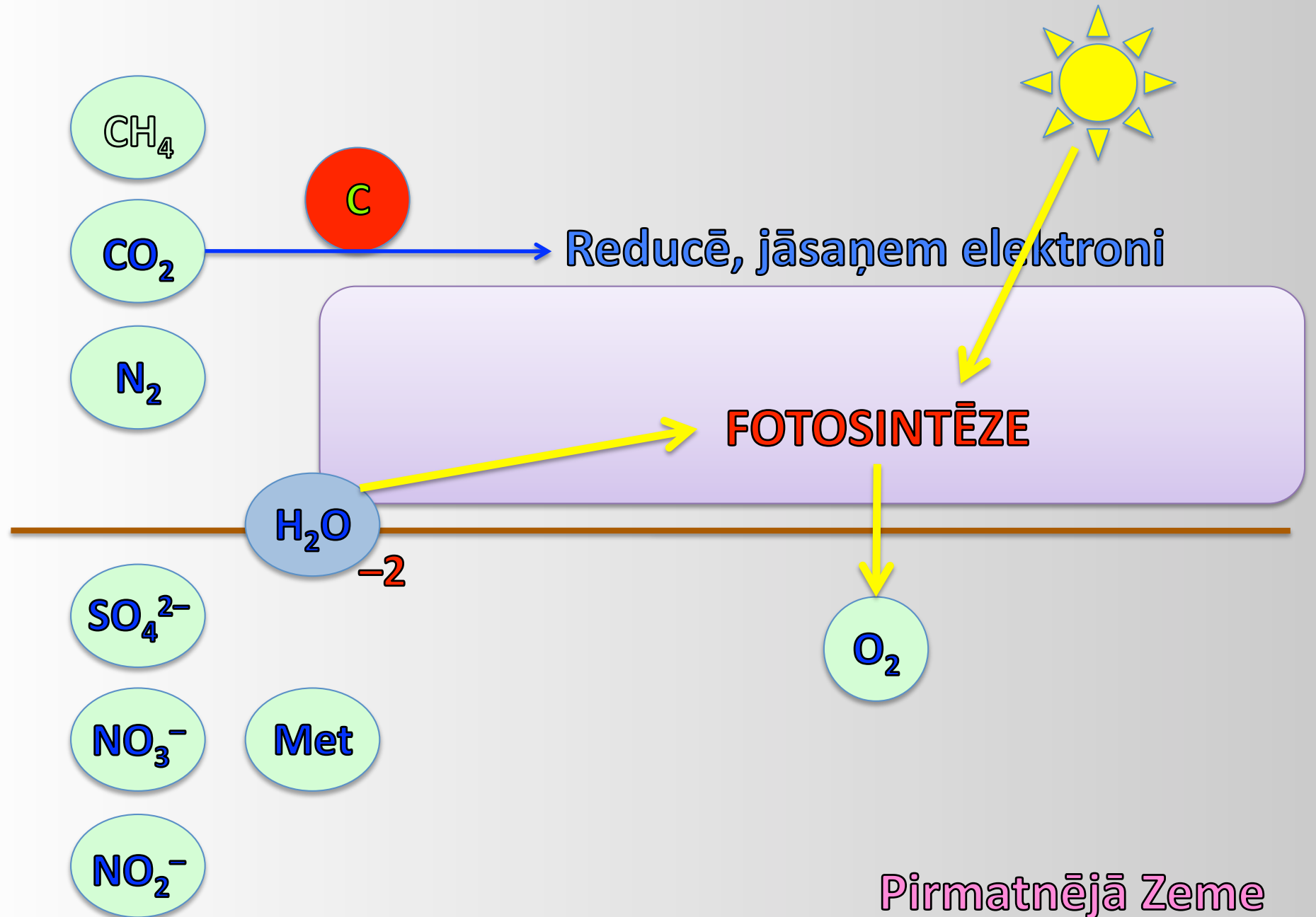
Enerģijas iegūšana dzīvajos organismos



Energijas iegūšana dzīvajos organismos

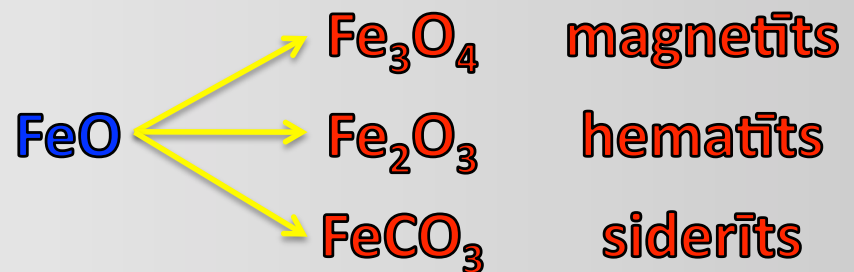
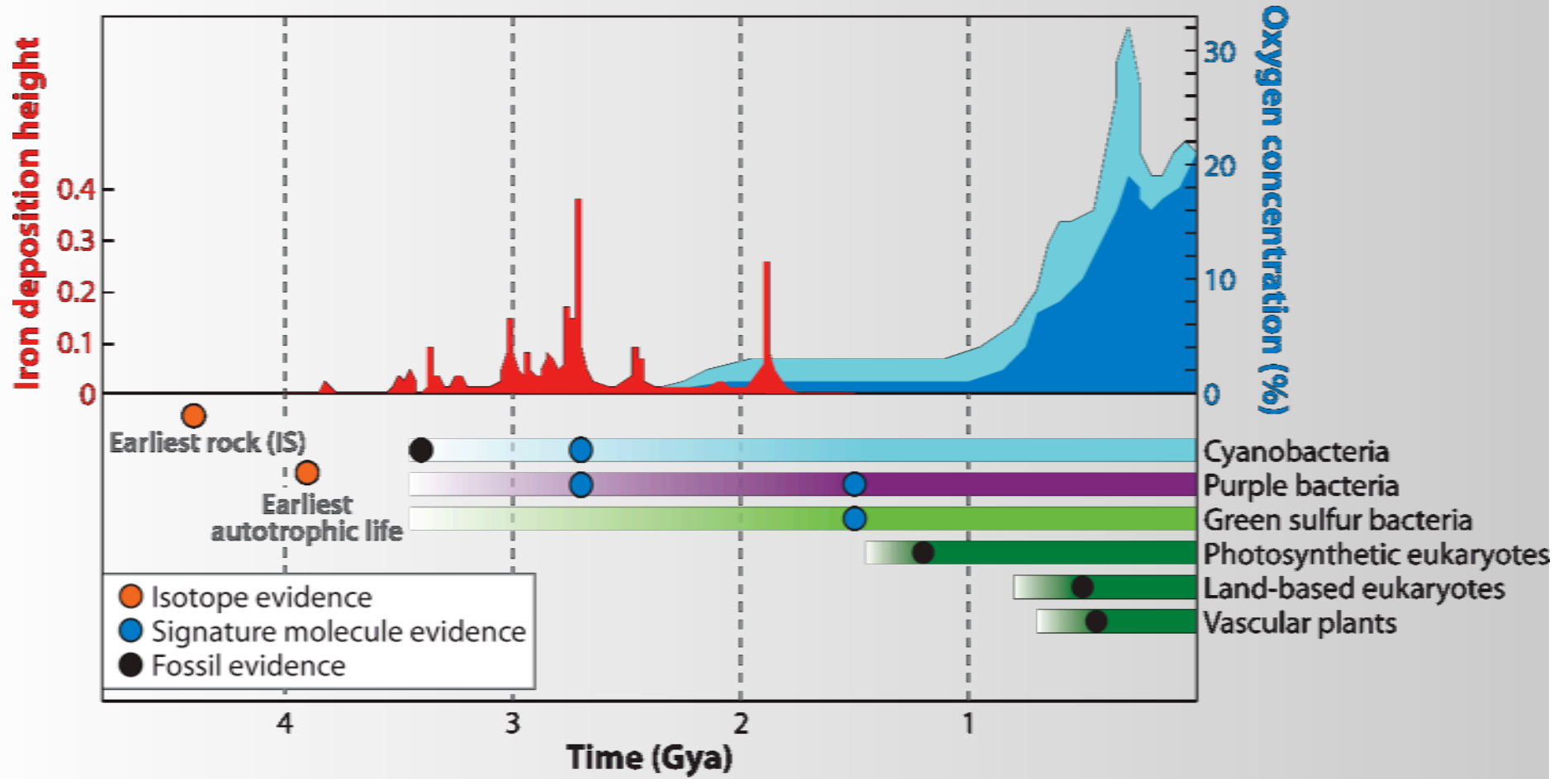


Enerģijas iegūšana dzīvajos organismos



Pirmatnējā Zeme

Skābekļa uzkrāšanās



Evolūcija un dzīve skābekļa vidē
Skābekļa kvantu ķīmija un bioķīmija
Skābekļa redukcija un fotoredukcija
Aktīvā skābekļa formu veidošanās augu
šūnās

OXYGEN ACTIVATION AND OXYGEN TOXICITY

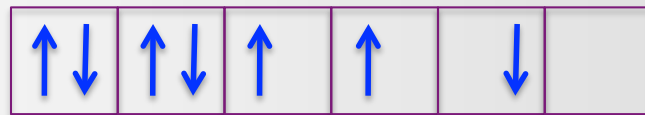
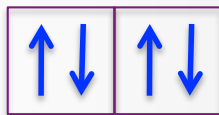
Erich F. Elstner

Technische Universität München, Institut für Botanik und Mikrobiologie,
8000 München 2, Arcisstrasse 21, West Germany

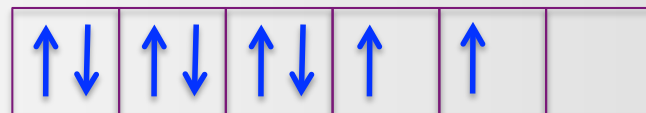
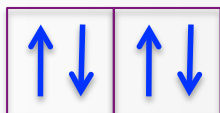
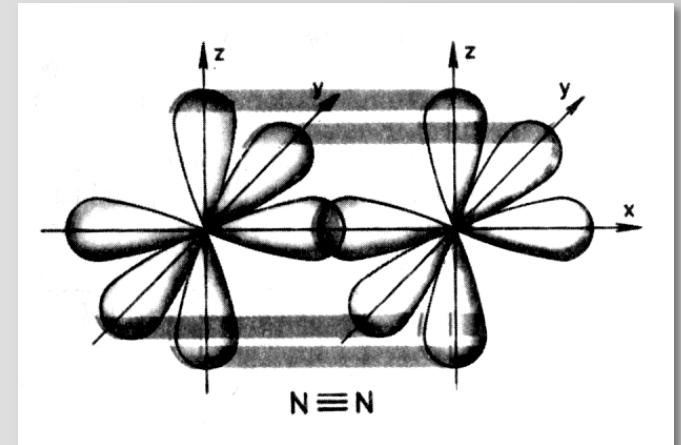
CONTENTS

INTRODUCTION	74
OXYGEN ACTIVATION AND REACTIVE OXYGEN SPECIES	75
<i>Reductive Activation</i>	75
<i>Oxygen Addition to Organic Radicals or Reduced Metal Complexes</i>	75
<i>Photodynamic Reactions</i>	76
REACTIVITY AND DETECTION OF ACTIVE OXYGEN SPECIES	77
<i>Superoxide</i>	77
<i>Hydrogen Peroxide (H₂O₂)</i>	77
<i>The OH Radical</i>	78
<i>Singlet Oxygen</i>	78
<i>Organic Peroxides and Peroxy Radicals</i>	79
OXYGEN ACTIVATION IN DIFFERENT COMPARTMENTS AND ORGANELLES OF PLANT CELLS	79
<i>Peroxides in Cell Walls</i>	79
<i>Microsomal Oxygen Activation</i>	79
<i>Peroxisomes</i>	80
<i>Oxygen Activation and Detoxification in Mitochondria</i>	80
<i>Chloroplasts</i>	81
<i>Physiological observations and the biological significance of oxygen reduction</i>	81
<i>Mechanisms of oxygen activation in the chloroplast</i>	82
<i>Functions of activated oxygen species in chloroplasts</i>	84
ENDOGENOUS MECHANISMS OF PROTECTION AGAINST DELETERIOUS OXYGEN SPECIES	84
PATHOLOGICAL, ENVIRONMENTAL, AND COMMERCIAL ASPECTS OF OXYGEN TOXICITY	86
CONCLUDING REMARKS AND FUTURE TRENDS	88
	73

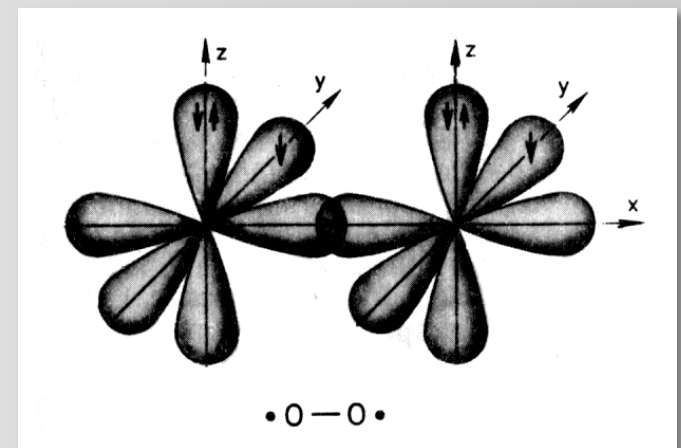
Atomradikāļi N₂ un O₂



N₂



O₂



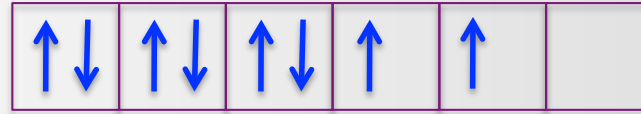
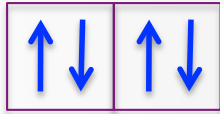
O₂ kā substrāts bioķīmiskajās reakcijās

REAKCIJAS TIPS	SUBSTRĀTS VAI AKCEPTORS	PRODUKTS	PIEMĒRS
Dioksigenāze	Abi O ₂ atomi	Dažādi	Fe-atkarīgās lipoksigenāzes
Monooksigenāze Oksidāze	Viens O ₂ atoms O ₂	CO ₂ vai H ₂ O H ₂ O ₂ H ₂ O O ₂ ⁻	Citohroms P450 Glikolāta oksidāze Cyt c oksidāze Ksantīna oksidāze
Dismutāze	O ₂ ⁻	H ₂ O ₂ + O ₂	SOD
Peroksidāze	H ₂ O ₂	H ₂ O	Hēma proteīni
Katalāze	2H ₂ O ₂	H ₂ O + O ₂	Hēma proteīni
Ūdens sadalīšana fotosintēzē	H ₂ O	O ₂	Mn-proteīns

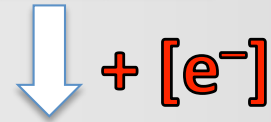
200 dažādas enzimatiskās reakcijas izmanto O₂

Evolūcija un dzīve skābekļa vidē
Skābekļa kvantu ķīmija un bioķīmija
Skābekļa redukcija un fotoredukcija
Aktīvā skābekļa formu veidošanās augu
šūnās

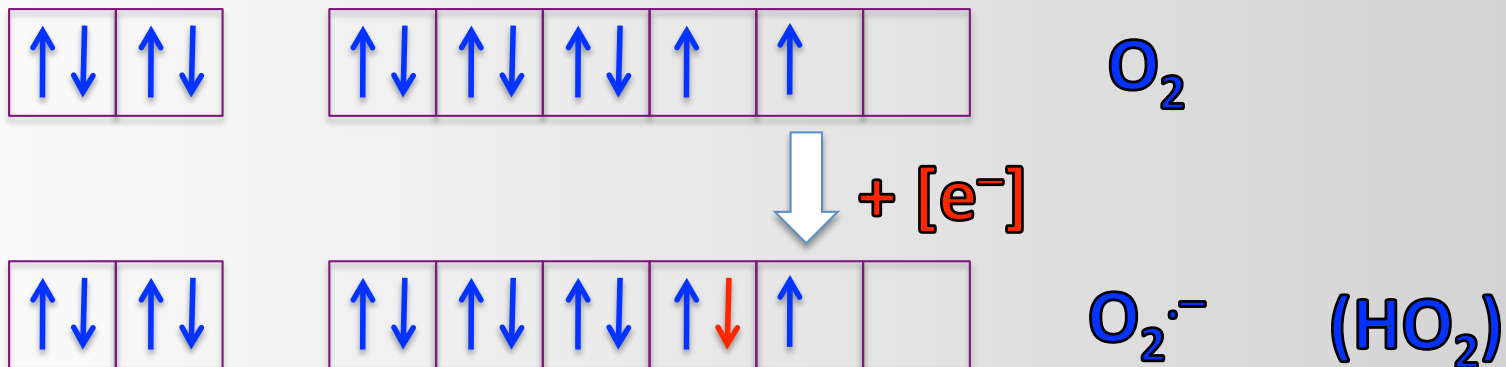
Molekulārā O₂ redukcija



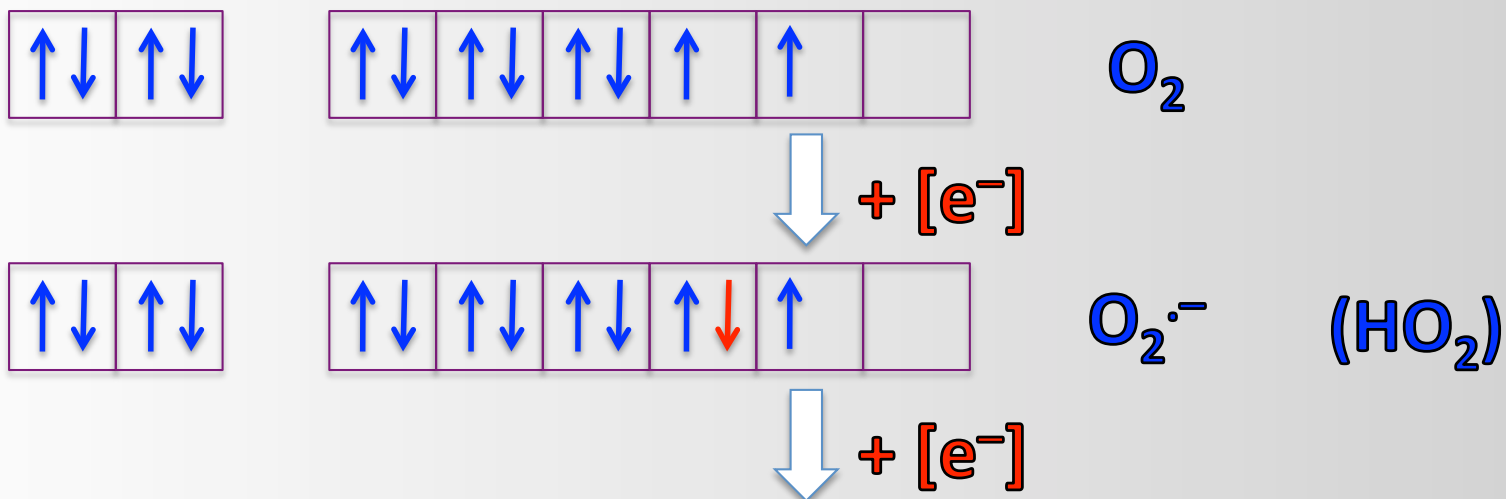
O₂



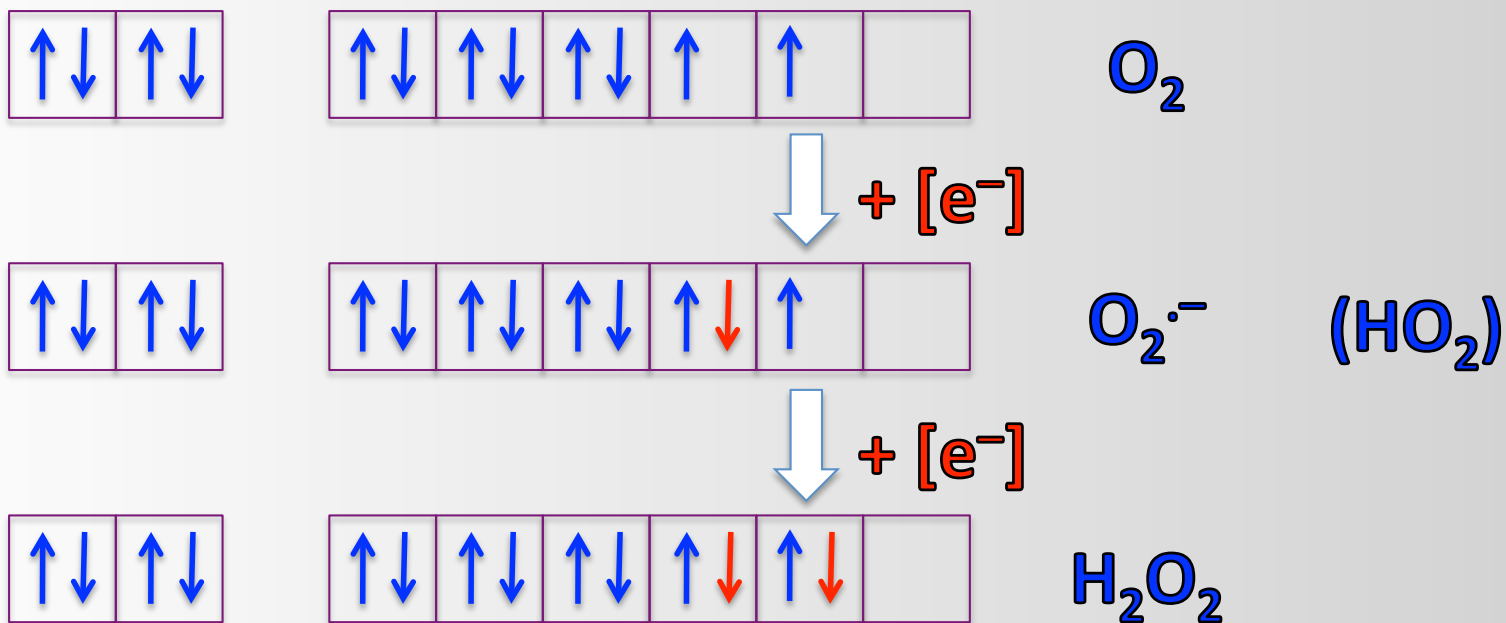
Molekulārā O₂ redukcija



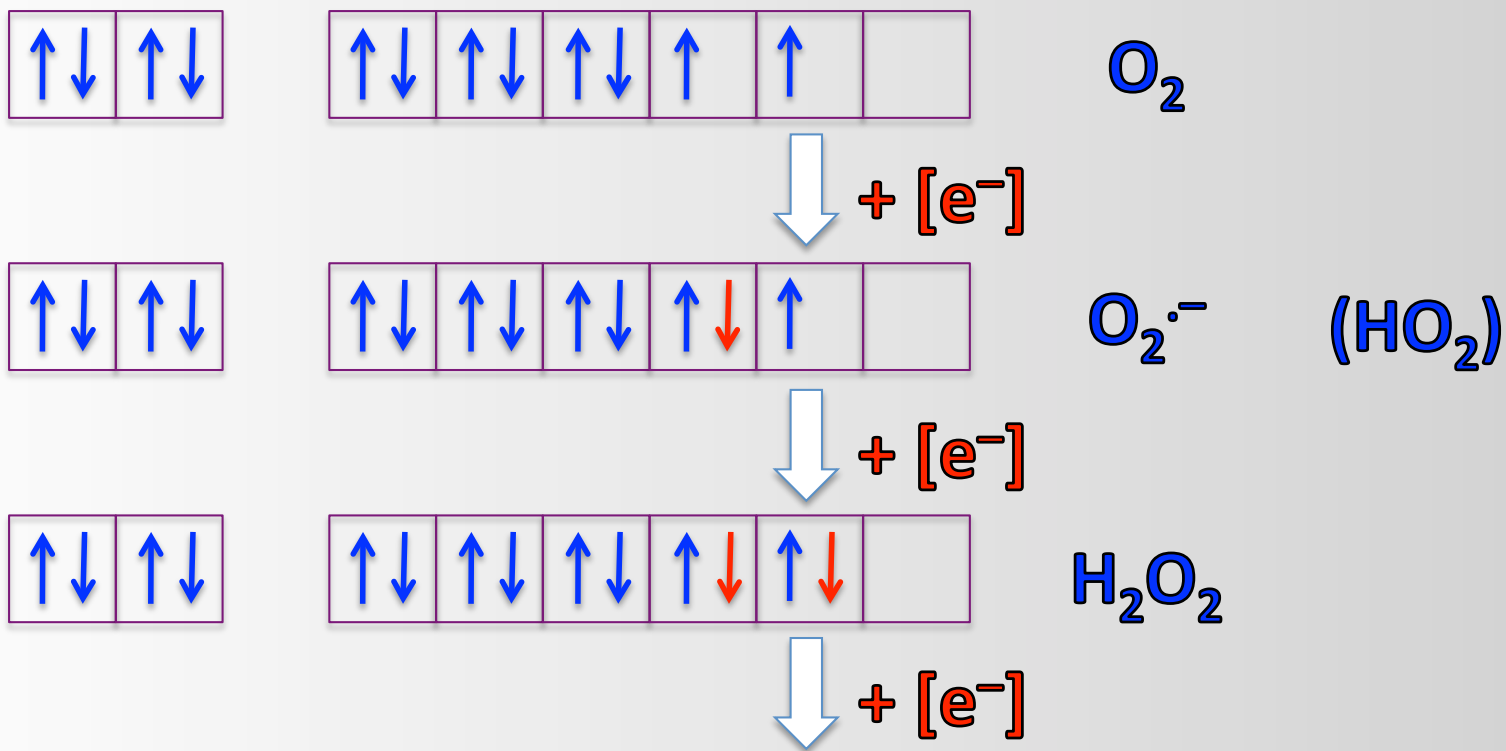
Molekulārā O_2 redukcija



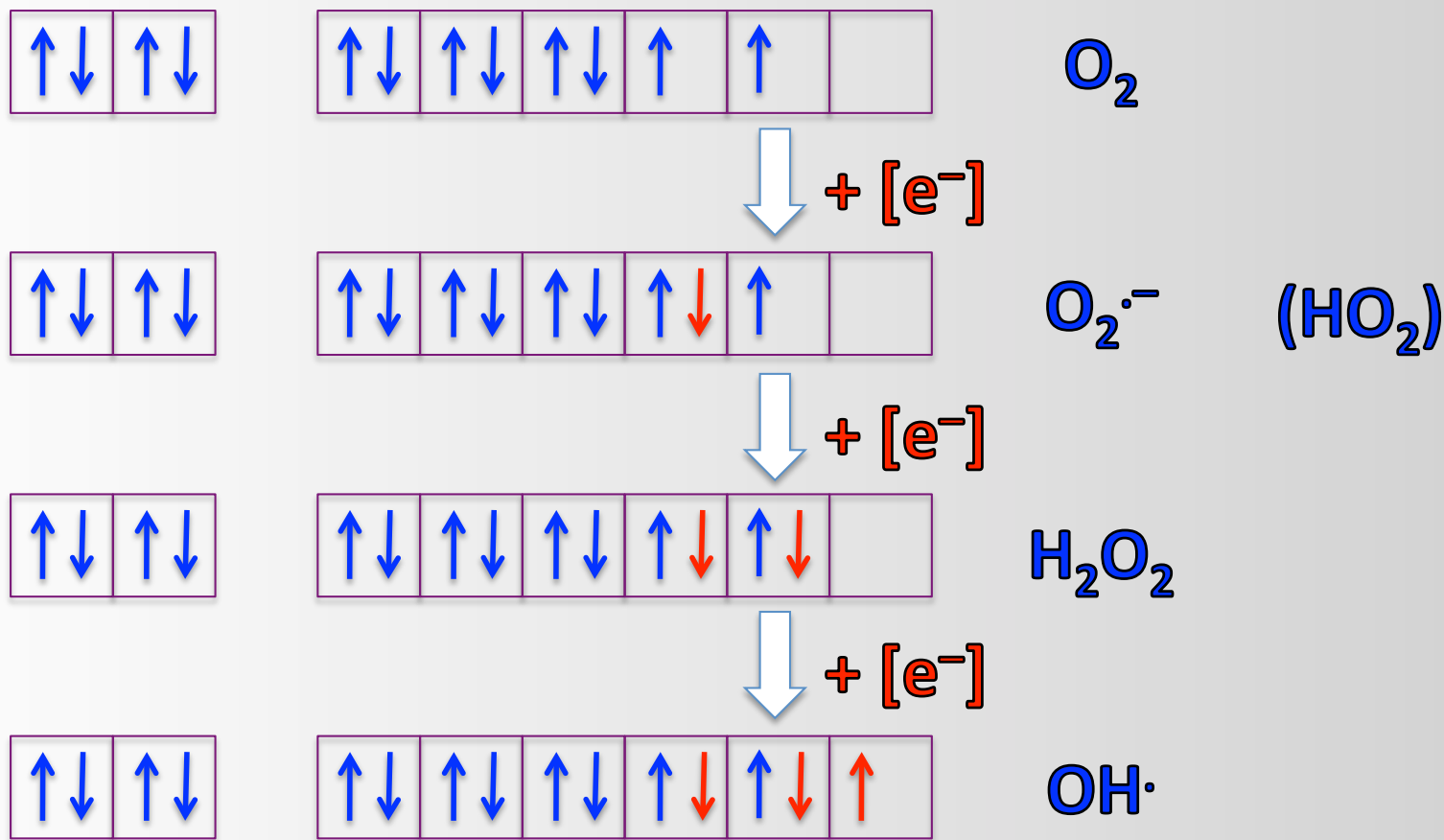
Molekulārā O₂ redukcija



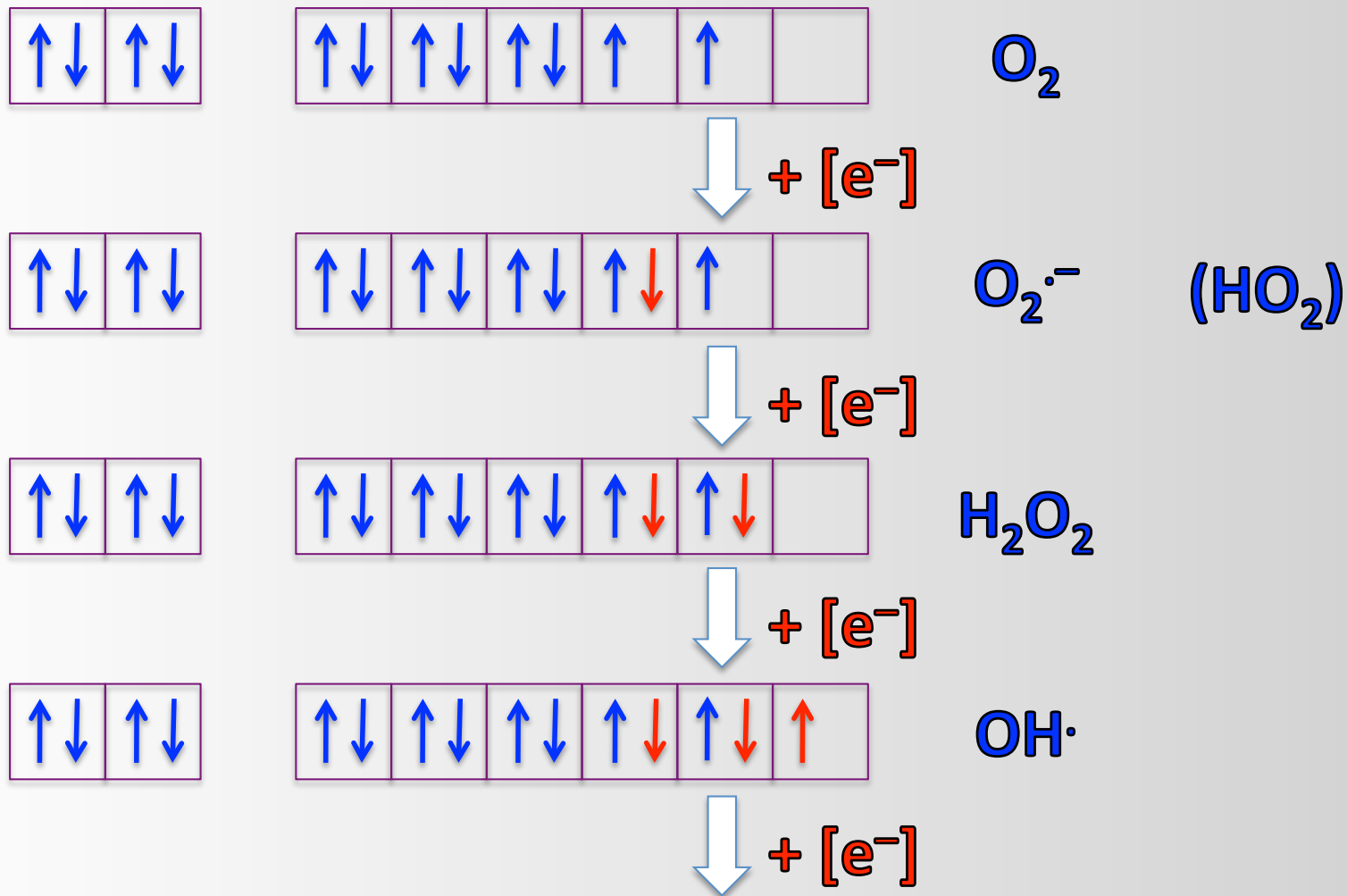
Molekulārā O₂ redukcija



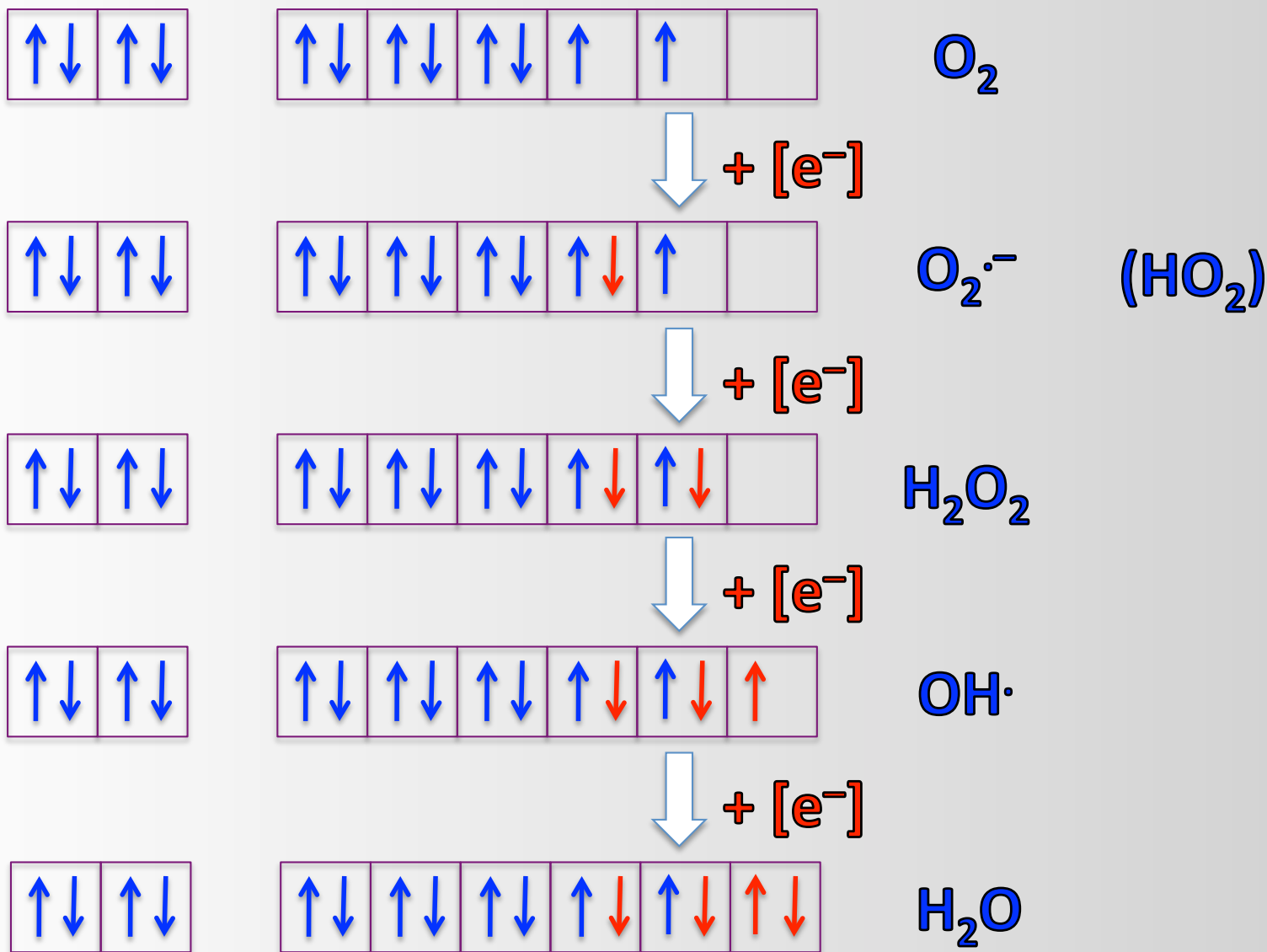
Molekulārā O₂ redukcija



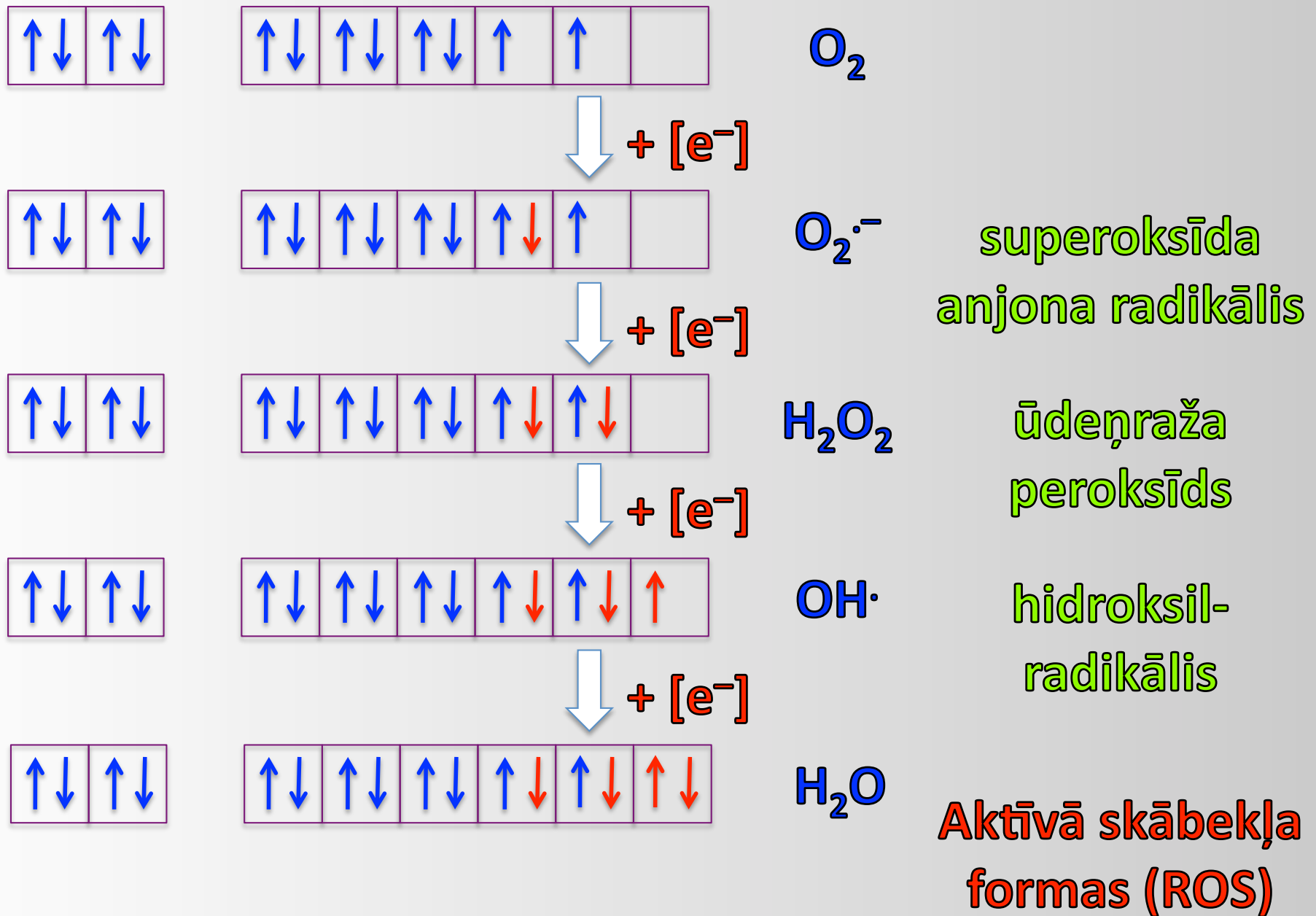
Molekulārā O₂ redukcija



Molekulārā O₂ redukcija



Molekulārā O₂ redukcija



Molekulārā O₂ redukcija

IZRAISA:

- reducējoši savienojumi (atdod elektronus)
 - gaismas klātbūtne veicina redukciju

Aktīvā skābekļa formas ir ļoti reaģētspējīgi savienojumi

REAĢĒ TO RAŠANĀS VIETĀ:

- radikāļu ķēžu reakcijas
- bioloģiskās mērķa molekulas

MĒRĶA MOLEKULAS:

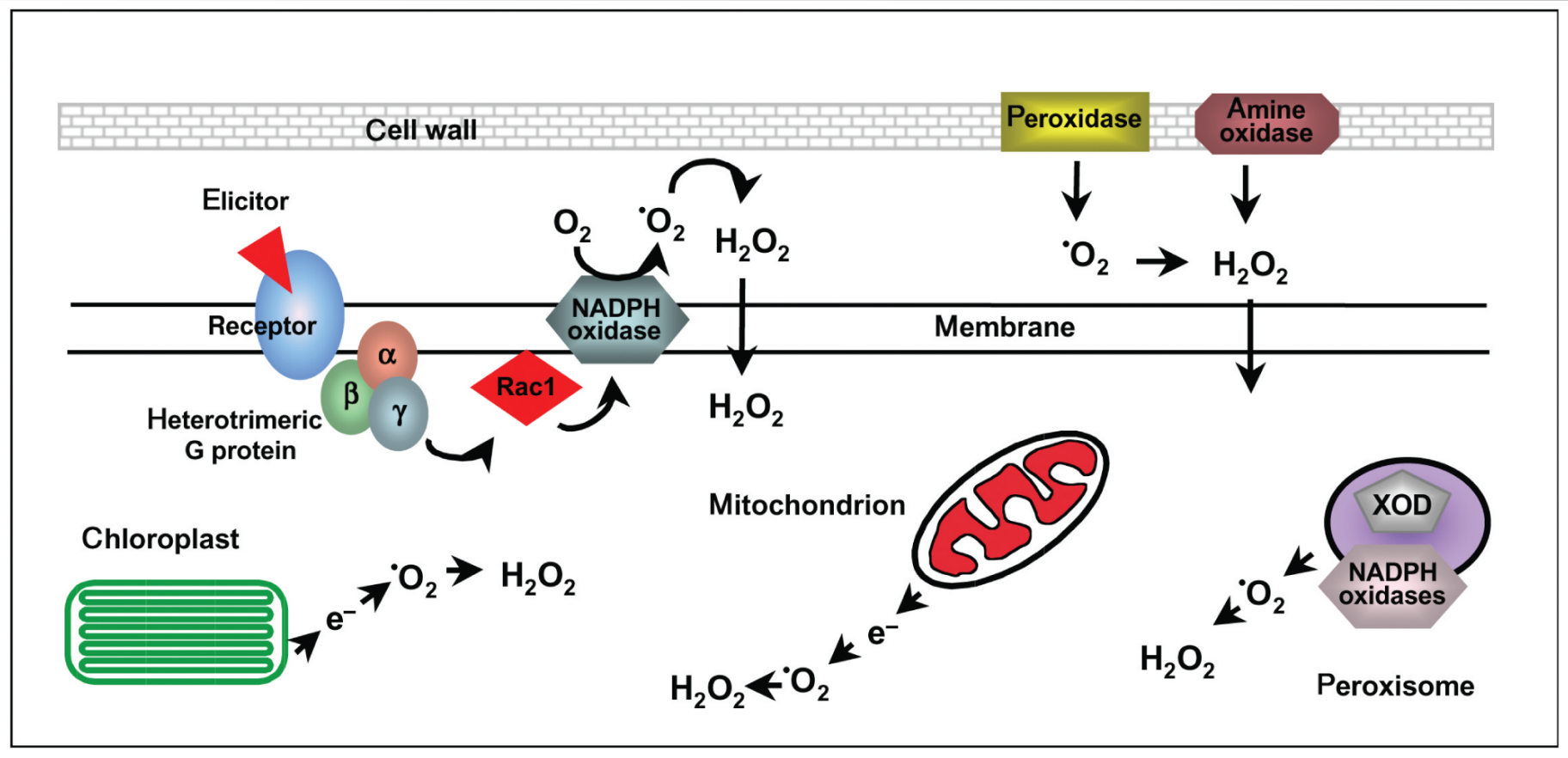
- lipīdi (peroksidācija)
- proteīni (oksidācija)
- enzīmi (inhibēšana)
 - DNS (oksidācija)

Evolūcija un dzīve skābekļa vidē
Skābekļa kvantu ķīmija un bioķīmija
Skābekļa redukcija un fotoredukcija
**Aktīvā skābekļa formu veidošanās augu
šūnās**

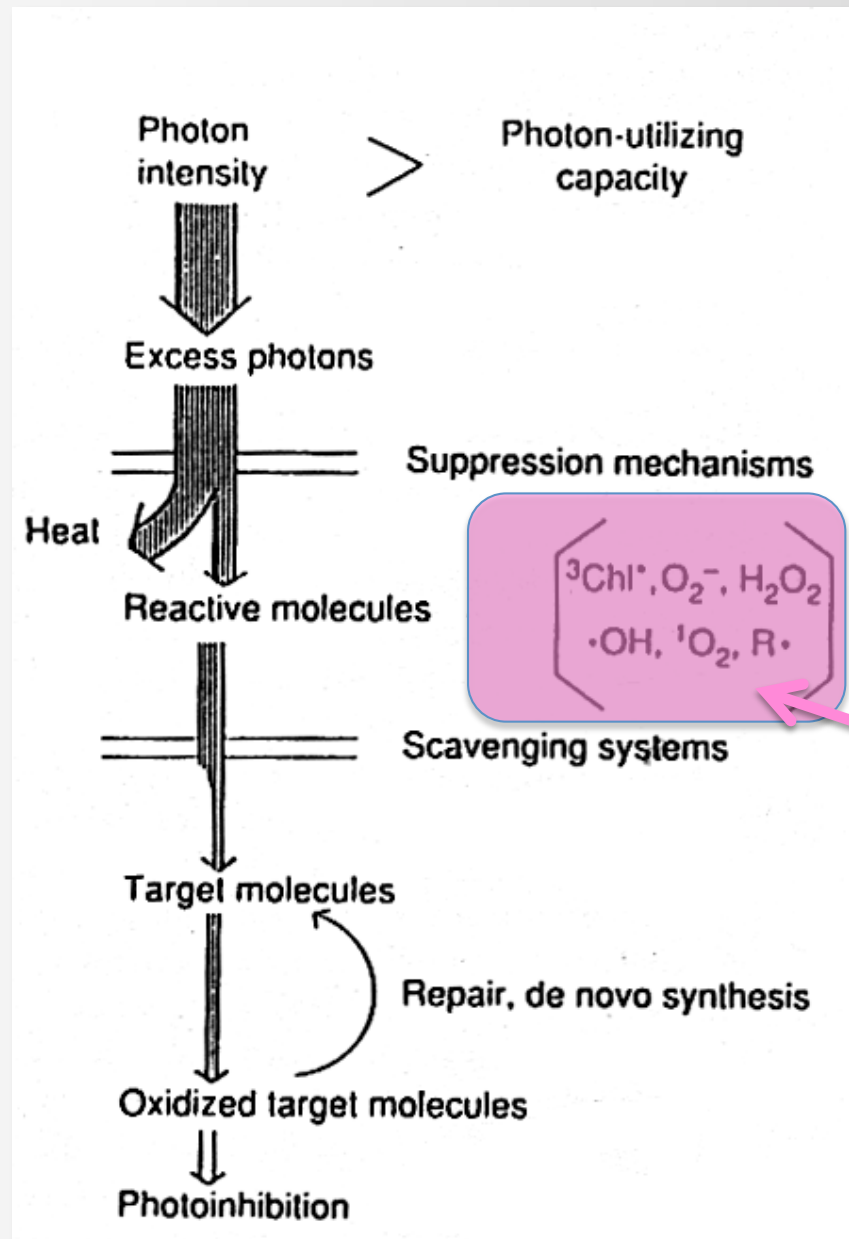
Aktīvā skābekļa formu veidošanās augos

Process	Lokalizācija	ASF
Fotosintēzes ET & PSI, PSII	Hloroplasts	O_2^-
Elpošanas ET	Mitochondrijs	O_2^-
Glikolāta oksidāze	Peroksisoma	H_2O_2
Ierosināts hlorofils	Hloroplasts	O_2^-
NADPH oksidāze	Plazmas mem.	O_2^-
Taukskābju β -oksidācija	Peroksisoma	H_2O_2
Skābeņskābes oksidāze	Apoplasts	H_2O_2
Ksantīna oksidāze	Peroksisoma	H_2O_2 O_2^-
Peroksidāze (Mn^{2+} , NADH)	Šūnapvalks	H_2O_2 O_2^-
Amīnu oksidāze	Apoplasts	H_2O_2

Aktīvā skābekļa formu veidošanās augos



Fotoģenerētās ASF hloroplastos



“Lieko” fotonu enerģija pāriet uz hlorofilu vai molekulāro skābekli

ASF veidošanās – normāla metabolisma sastāvdaļa

	O_2^- veidošanās ātrums	H_2O_2 koncentrācija
NORMA	$240 \mu M s^{-1}$	$0.5 \mu M$

ASF veidošanās – normāla metabolisma sastāvdaļa

	O_2^- veidošanās ātrums	H_2O_2 koncentrācija
NORMA	$240 \mu M s^{-1}$	$0.5 \mu M$
STRESS	$720 \mu M s^{-1}$	$5 - 10 \mu M$

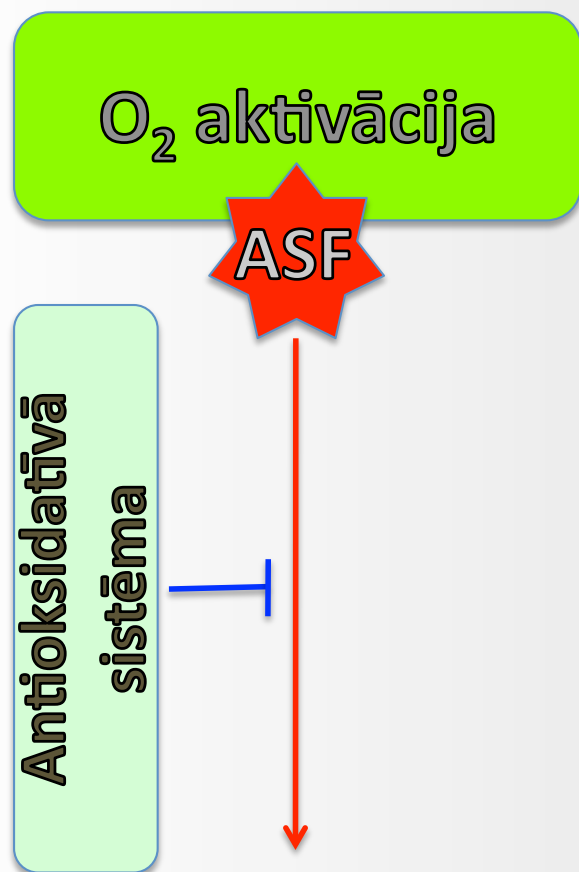
O_2 aktivācija

ASF



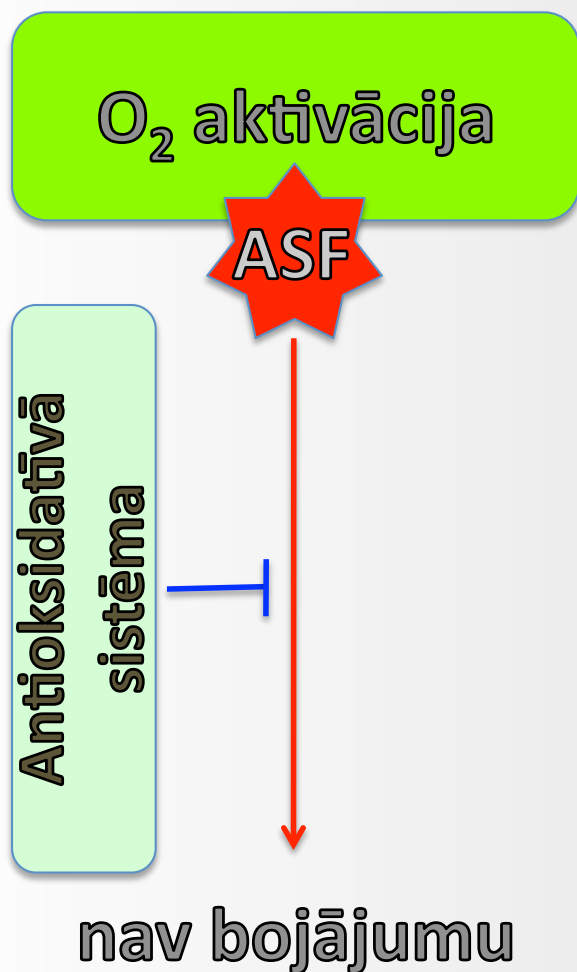
ASF veidošanās – normāla metabolisma sastāvdaļa

	O_2^- veidošanās ātrums	H_2O_2 koncentrācija
NORMA	$240 \mu M s^{-1}$	$0.5 \mu M$
STRESS	$720 \mu M s^{-1}$	$5 - 10 \mu M$



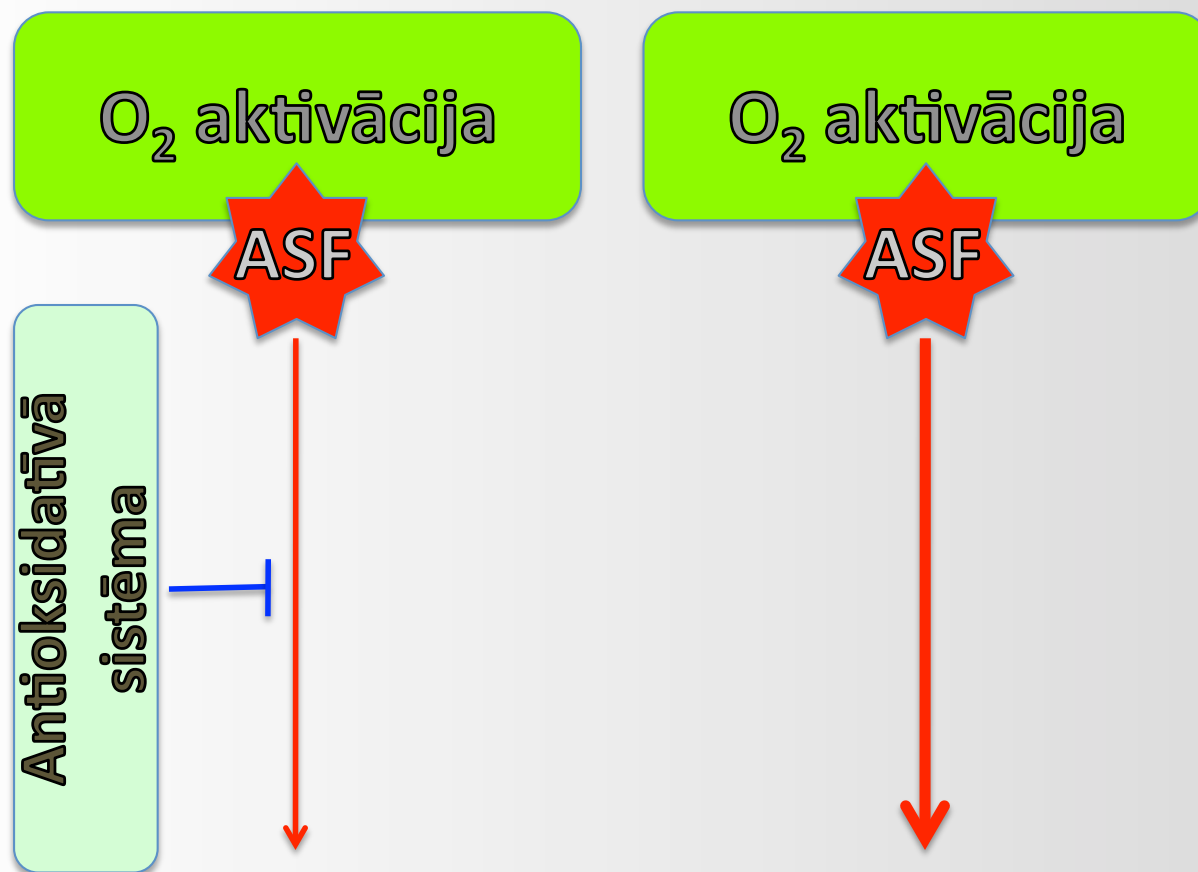
ASF veidošanās – normāla metabolisma sastāvdaļa

	O_2^- veidošanās ātrums	H_2O_2 koncentrācija
NORMA	$240 \mu M s^{-1}$	$0.5 \mu M$
STRESS	$720 \mu M s^{-1}$	$5 - 10 \mu M$



ASF veidošanās – normāla metabolisma sastāvdaļa

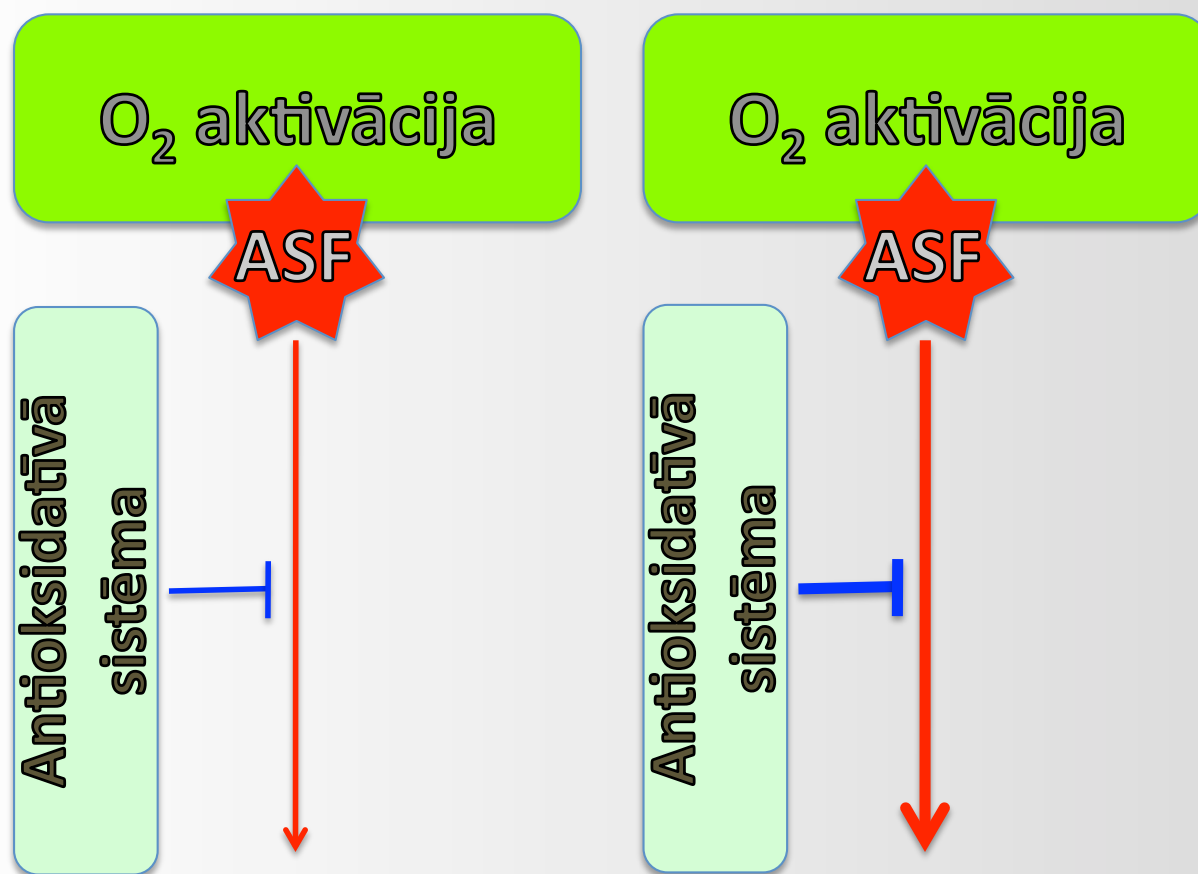
	O_2^- veidošanās ātrums	H_2O_2 koncentrācija
NORMA	$240 \mu M s^{-1}$	$0.5 \mu M$
STRESS	$720 \mu M s^{-1}$	$5 - 10 \mu M$



nav bojājumu

ASF veidošanās – normāla metabolisma sastāvdaļa

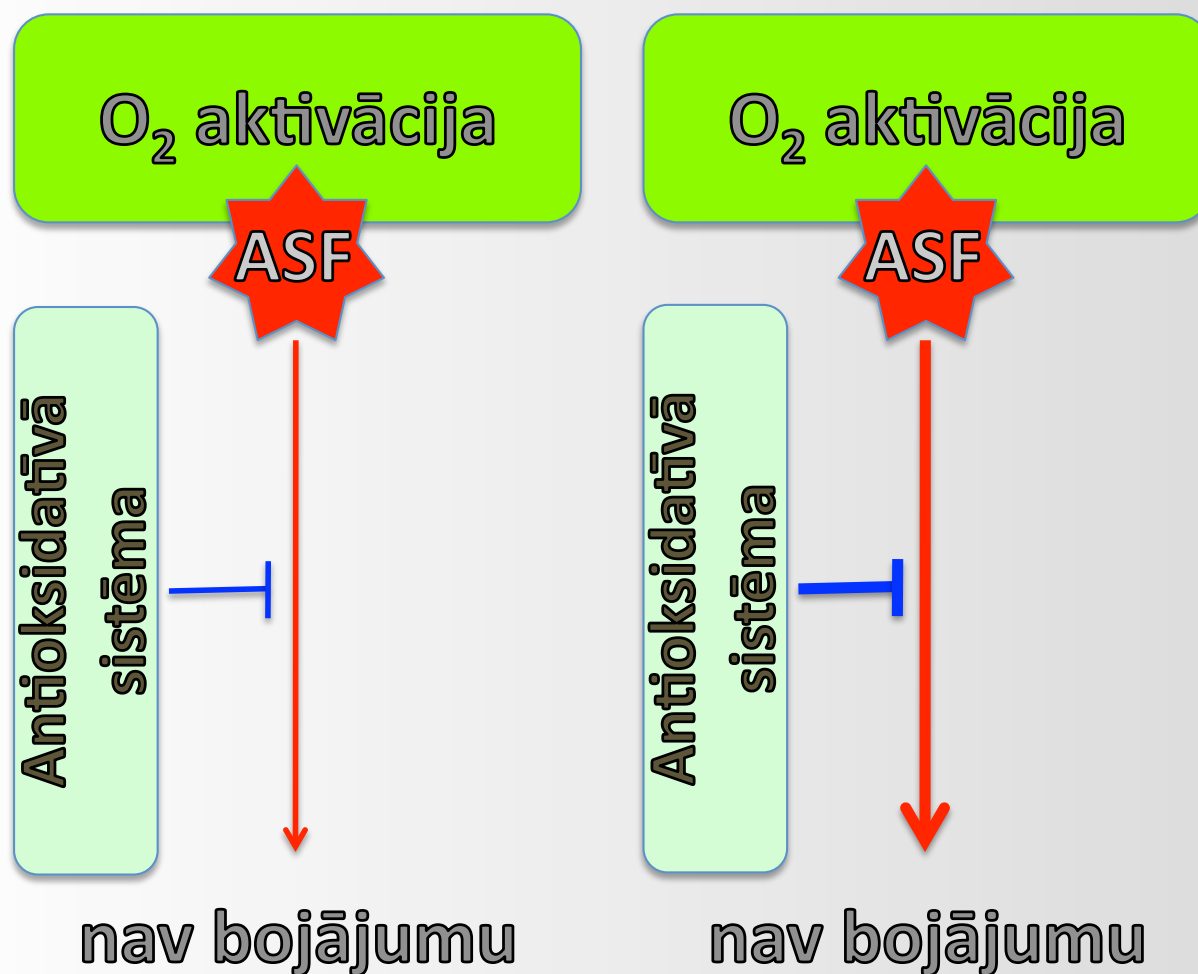
	O_2^- veidošanās ātrums	H_2O_2 koncentrācija
NORMA	$240 \mu M s^{-1}$	$0.5 \mu M$
STRESS	$720 \mu M s^{-1}$	$5 - 10 \mu M$



nav bojājumu

ASF veidošanās – normāla metabolisma sastāvdaļa

	O_2^- veidošanās ātrums	H_2O_2 koncentrācija
NORMA	$240 \mu M s^{-1}$	$0.5 \mu M$
STRESS	$720 \mu M s^{-1}$	$5 - 10 \mu M$



ASF veidošanās – normāla metabolisma sastāvdaļa

O_2^- veidošanās ātrums

H_2O_2 koncentrācija

NORMA

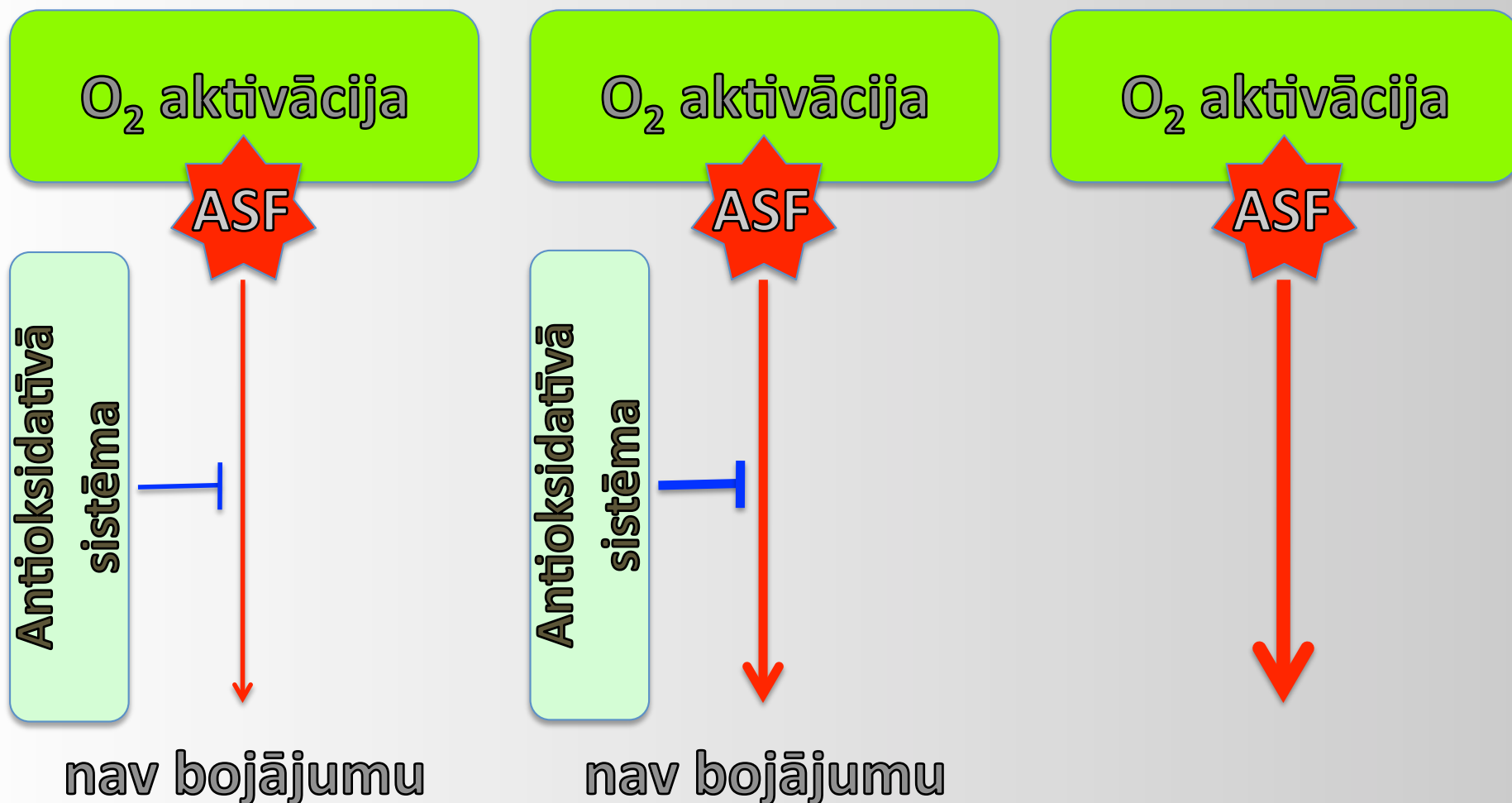
240 $\mu M s^{-1}$

0.5 μM

STRESS

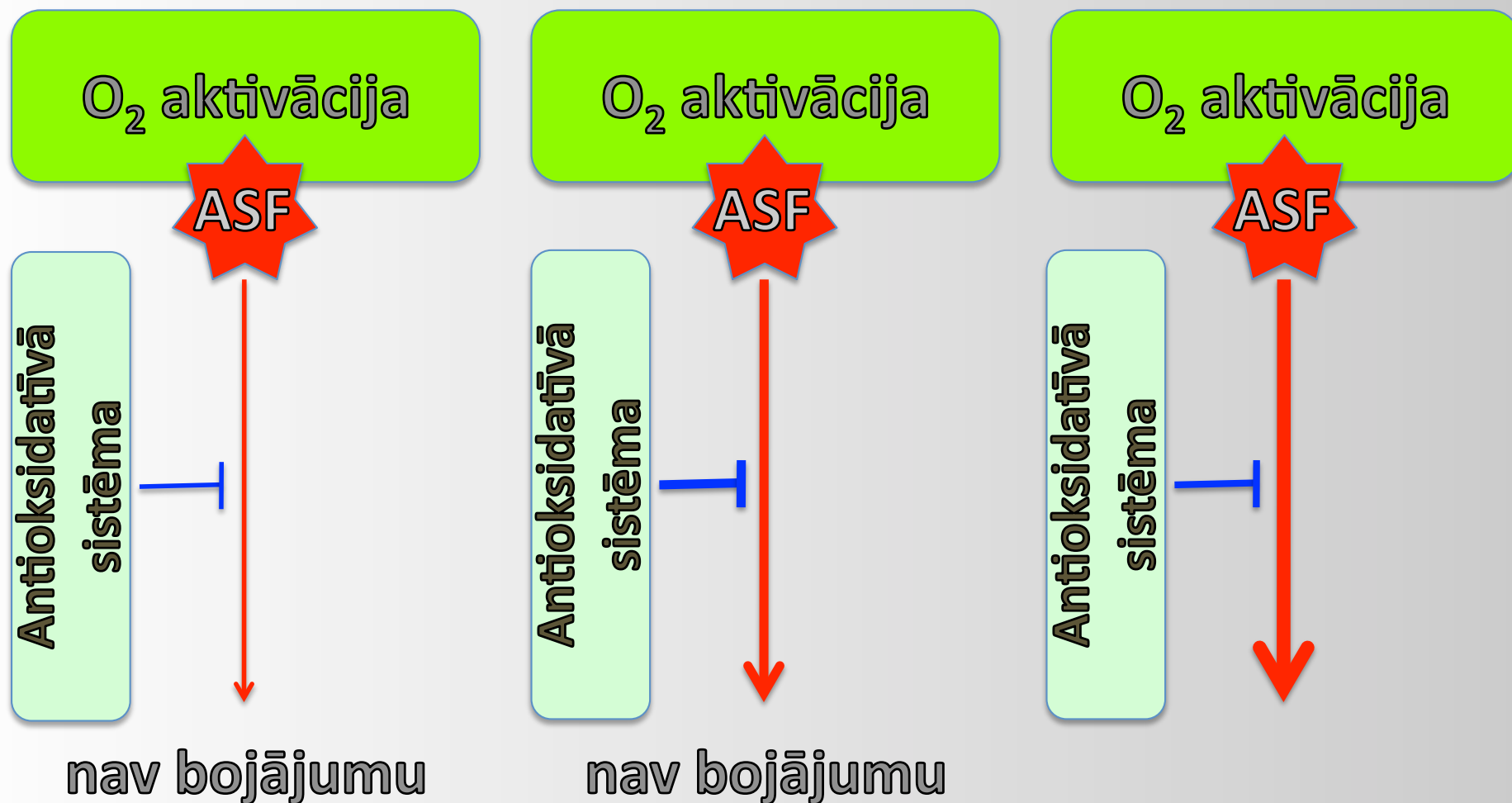
720 $\mu M s^{-1}$

5 – 10 μM



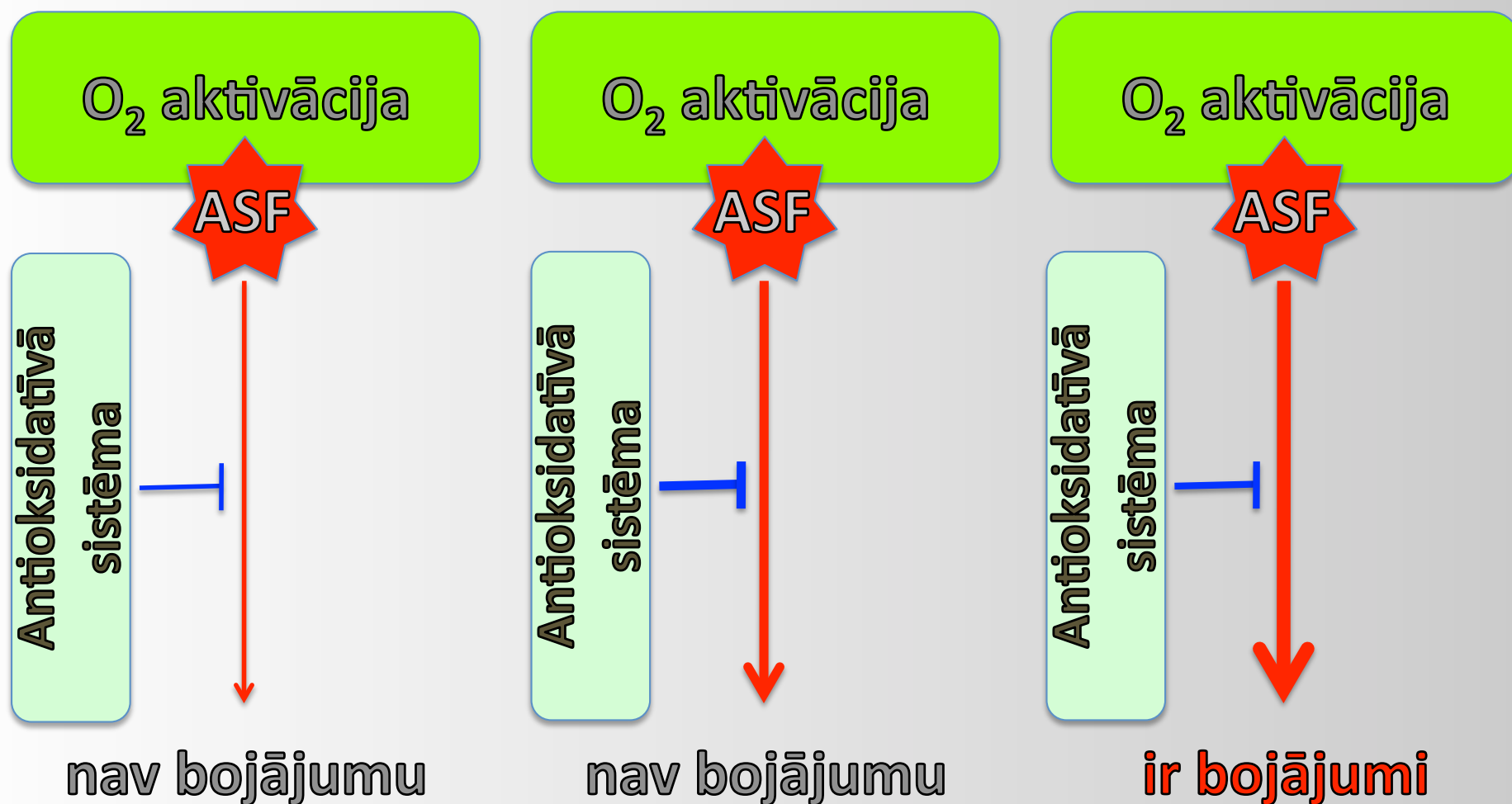
ASF veidošanās – normāla metabolisma sastāvdaļa

	O_2^- veidošanās ātrums	H_2O_2 koncentrācija
NORMA	240 $\mu M s^{-1}$	0.5 μM
STRESS	720 $\mu M s^{-1}$	5 – 10 μM



ASF veidošanās – normāla metabolisma sastāvdaļa

	O_2^- veidošanās ātrums	H_2O_2 koncentrācija
NORMA	$240 \mu M s^{-1}$	$0.5 \mu M$
STRESS	$720 \mu M s^{-1}$	$5 - 10 \mu M$



Endogēnais oksidatīvais stress (EOS)

EOS veidojas tikai tad, kad skābekļa aktivācijas ātrums pārsniedz pretoksidatīvās sistēmas kapacitāti