

METABOLISMUL

include **anabolismul** sau **biogeneza**
și **catabolismul** sau **degradarea**

I. Metabolismul glucidelor

I.1. Anabolismul glucidelor

- După modul de nutriție, organismele vii se clasifică în:
 - **autotrofe** – care își sintetizează substanțele organice din compuși anorganici (CO_2 , H_2O , săruri minerale) cu consum de energie luminoasă și chimică, prin **fotosinteză** (plantele superioare, inferioare și unele bacterii) sau **chimiosinteză** (unele microorganisme)
 - **heterotrofe** – care își sintetizează substanțele organice proprii numai din compuși organici.

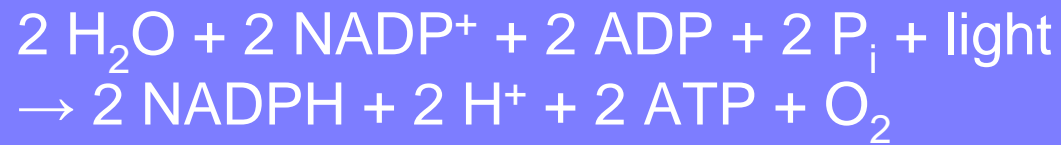
pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

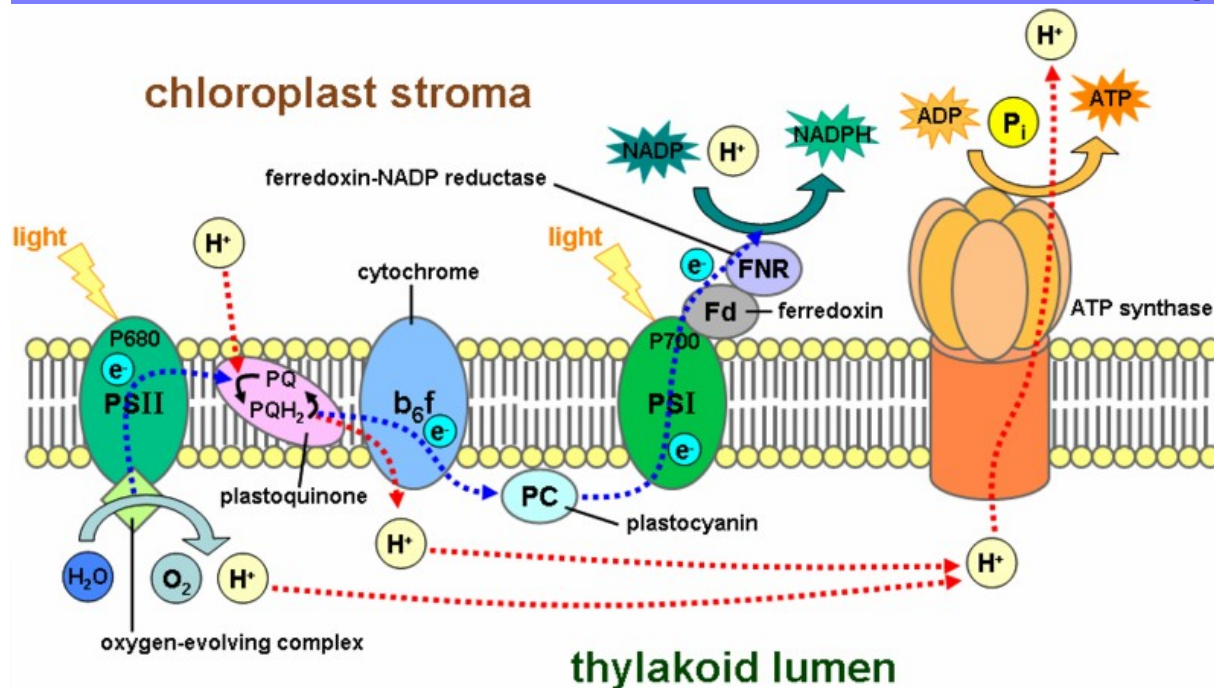
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

- **Fotosinteza** este procesul de formare, în plantele verzi, a substanțelor organice din substanțe anorganice, cu ajutorul energiei luminoase care se transformă în energie chimică ce se acumulează în substanțele organice formate.
- Procesul are loc în cloroplaste și în citoplasma care le înconjură, cu ajutorul clorofilei “a”.
- Este un proces de oxido-reducere în care una dintre componente se oxidează (H_2O), iar cealaltă se reduce (CO_2).
- Oxidarea apei se face prin dehidrogenare, cu formare de O_2 și H_2 , proces ce se numește **fotoliză** și are loc în prezența luminii.
- Reducerea CO_2 nu necesită prezența luminii și se mai numește **reacție de întuneric**.
- Etapele fotosintezei:
 - **fotofosforilarea,**
 - **fotoliza apei,**
 - **fixarea și transformarea CO_2 în glucide.**
- **Fotofosforilarea** reprezintă formarea ATP-ului (din ADP și fosfat anorganic - P_i) și a $NADPH + H^+$ (din $NADP^+$ și H rezultat din fotoliza apei).

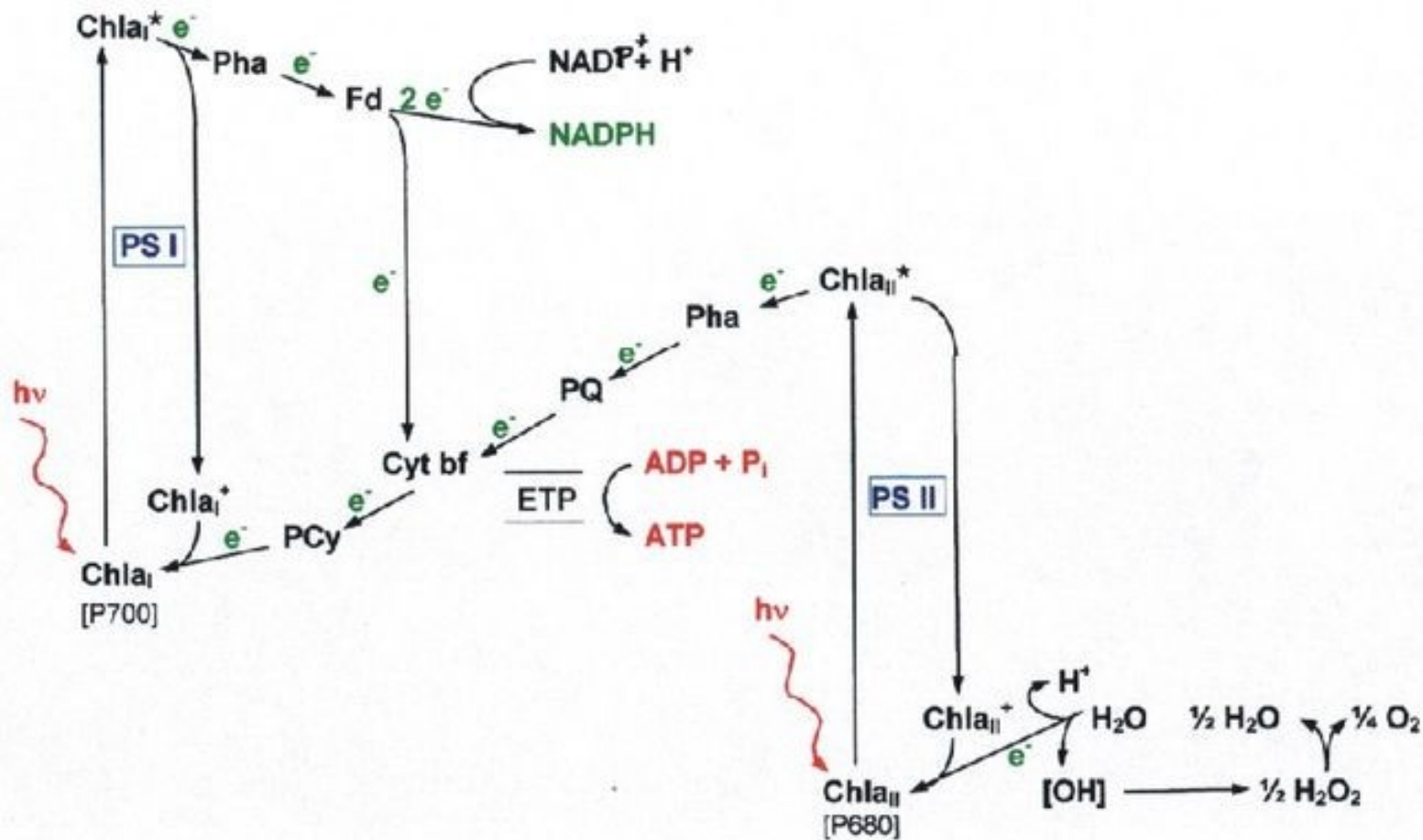


- Mecanismul fotofosforilării se poate realiza ciclic sau aciclic.
- În fotofosforilarea ciclică, lumina absorbită de clorofilă determină eliminarea unui e^- cu potențial energetic mare, care va fi captat de substanțe cu structură chinonică și prin intermediul citocromilor "b6" și "f" din cloroplaste se reîntoarce cu un potențial energetic mai mic în clorofilă, simultan cu formarea ATP-ului.



- **Fotoliza apei** reprezintă descompunerea apei în H_2 și O_2 cu ajutorul luminii și clorofilei, proces precedat de activarea clorofilei prin absorbția energiei luminoase când devine instabilă și elimină surplusul de energie sub formă de e^- cu potențial energetic mare.
- Reacția de fotoliză este sursa principală de O_2 în natură.

Photophosphorylierung von ADP, Photooxydation von H₂O und Photoreduktion von NADP bei oxygenen Phototrophen



Chla_I - Chlorophyll a_I
 Chla_{II} - Chlorophyll a_{II}
 Chla^{*} - Chlorophyll a positiv geladen
 Chla^{*} - Chlorophyll a angeregt
 P700 - Photosystem I (PSI / P700)
 P680 - Photosystem II (PSII / P680)

Fd - Ferredoxin
 Pcy - Plastocyanin
 PQ - Plastochinon
 Cyt b/f - Cytochrom-Komplex b/f
 Pha - Phaeophytin a
 hv - Lichtquanten

NADP⁺ - Nicotinsäureadeninucleotidphosphat oxydiert
 NADPH - Nikotinsäureadeninucleotidphosphat reduziert
 ADP - Adenosindiphosphat
 ATP - Adenosintriphosphat
 P_i - Phosphat, anorganisch
 ETP - Elektronentransport-Phosphorylierung

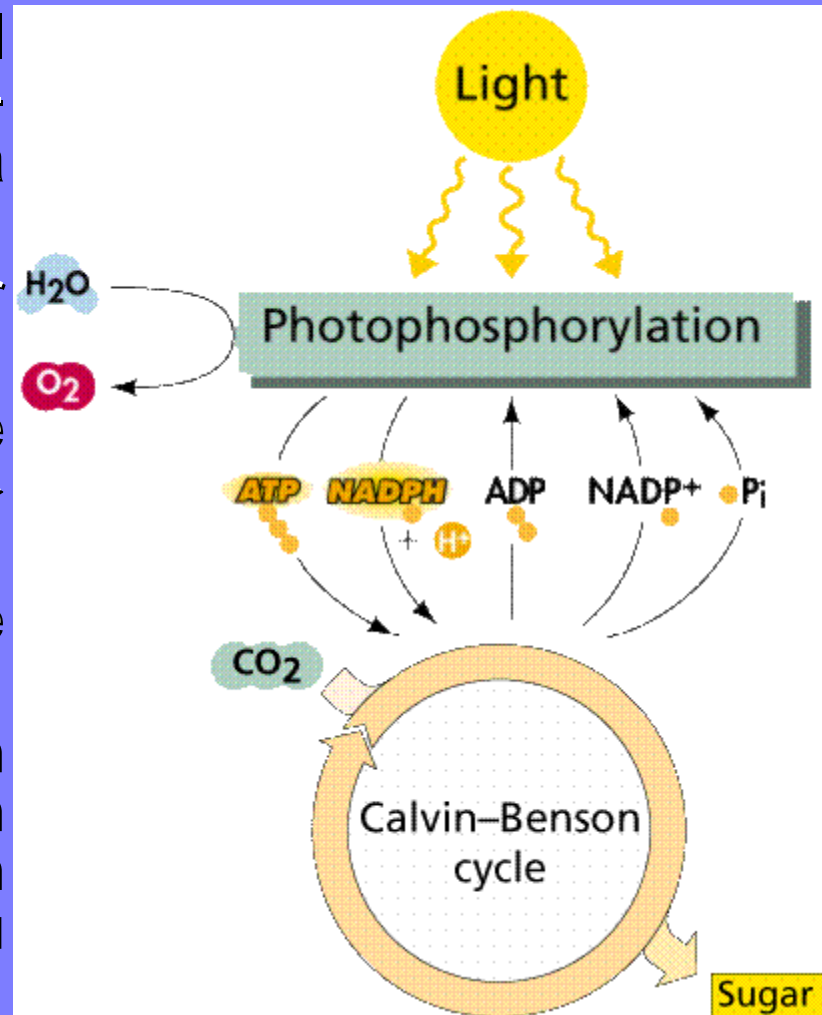
pdfMachine

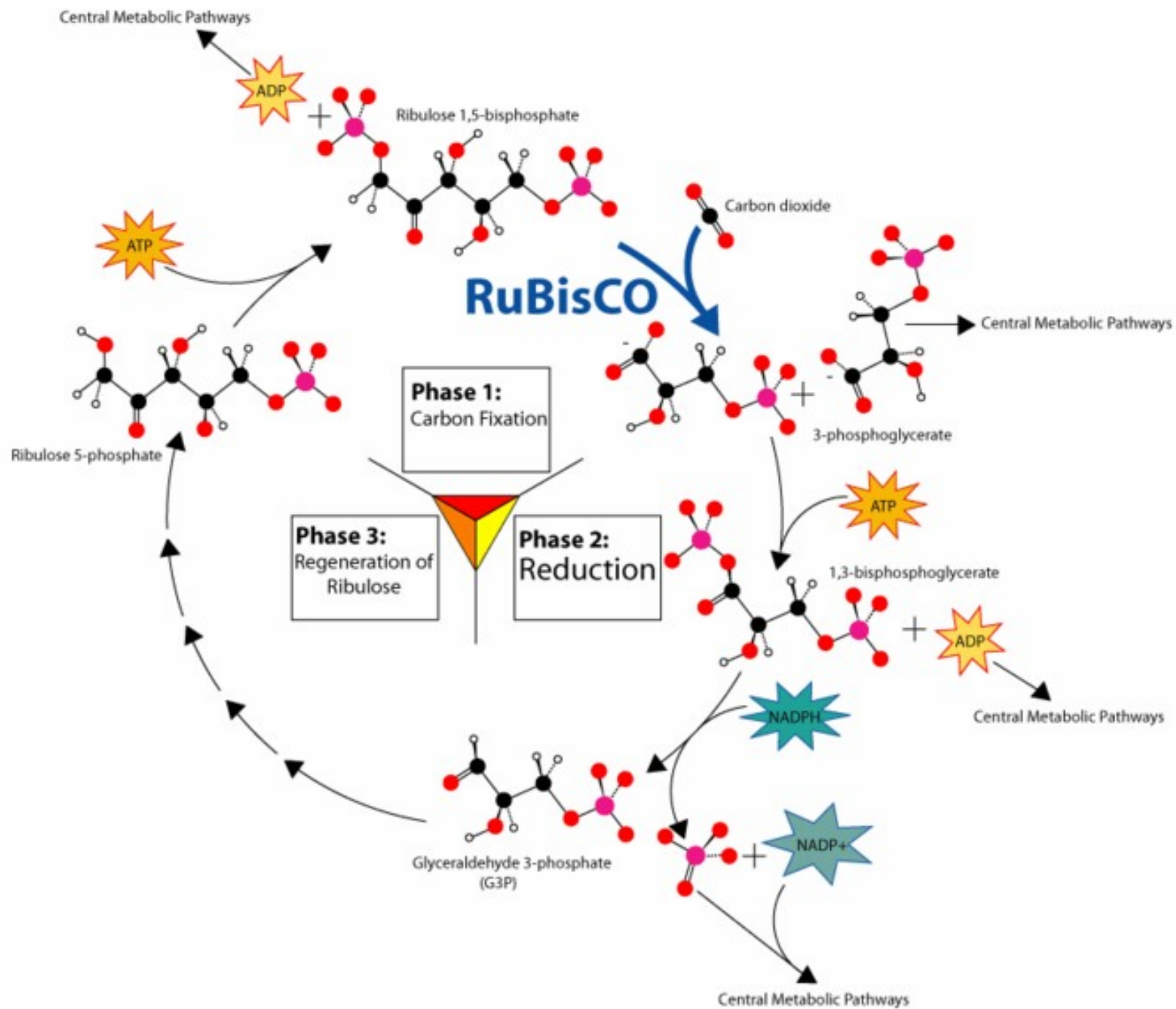
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

- **Fixarea și transformarea CO₂ în glucide** pornește de la esterul ribulozo-1,5-difosforic.
- Procesul de formare a glucidelor este un proces ciclic, esterul regenerându-se prin ciclul Calvin-Benson.
- Se observă că triozele servesc atât la sinteza glucozei cât și la refacerea esterului ribulozo-1,5-difosforic.
- Primul produs organic al fotosintezei este acidul 3-fosfoglicerice din care se formează ulterior:
 - aldehydă 3-fosfoglicerice → ester fructozo-1,6-difosforic → glucide;
 - prin decarboxilare și defosforilare → CH₃COOH → acizi grași → lipide;
 - aldehydă 3-fosfoglicerice care prin reducere formează glicerol;
 - aminoacizi și ulterior protide, din cetoacizii ce apar în metabolismul glucidic prin aminare reductivă sau transaminare.



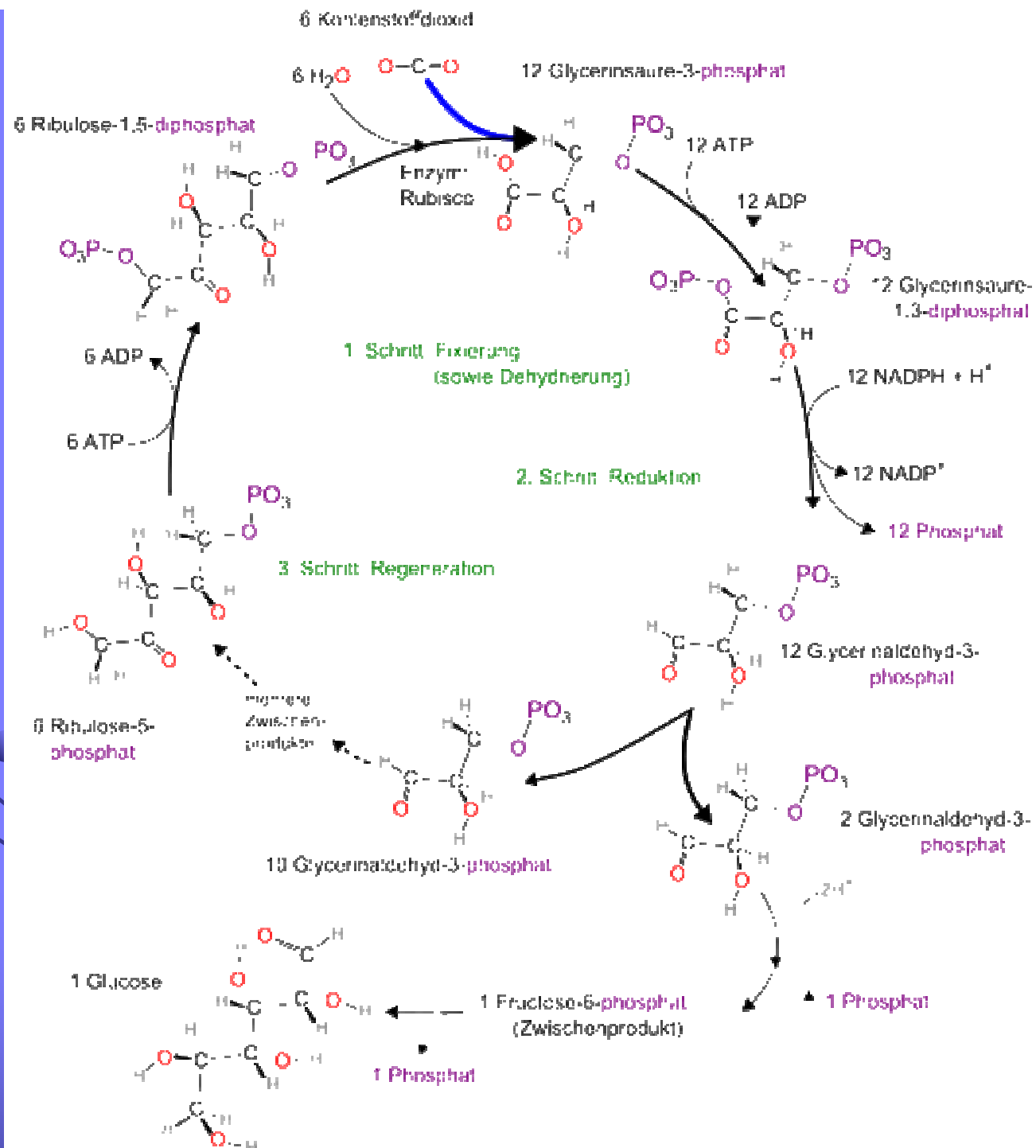


pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!



pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

- <http://www.science.smith.edu/departments/Biology/Bio231/ltrxn.html>
- <http://www.science.smith.edu/departments/Biology/Bio231/calvin.html>
- ***Biosinteza amidonului***
- Amidonul se formează în plante în urma unui proces secundar al fotosintezei, prin condensarea moleculelor de glucoză.
- Sinteza poate avea loc fără participarea energiei luminoase (exp.: scufundând pedunculul unei frunze tăiate, la întuneric, în soluție de glucoză sau alți produși de natură glucidică, în frunze se acumulează amidon).
- În plante există enzime capabile de a forma:
 - legături 1,4-glicozidice ce dau naștere lanțului liniar al amilozei,
 - legături 1,6-glicozidice, ducând la ramificarea moleculei, adică la formarea amilopectinei.
- ***Biosinteza glicogenului: glicogenogeneza și glicogenoneogeneza***
- ***Glicogenogeneza (gg)*** și ***glicogenoneogeneza (gng)*** hepatică reprezintă procesele cu ajutorul cărora organismele animale pot sintetiza în țesutul hepatic rezerva de glucide sub formă de glicogen, fie pornind direct de la glucoză sau de la alt glucid (gg), fie pornind de la componente neglucidice (gng).

- Ficatul este singurul organ care, chiar și în cazul unui aport insuficient de glucide, poate pune la dispoziția organismului necesarul de componente glucidici.
- Metaboliții comuni rezultați din catabolismul glicidic, protidic și lipidic, constituie în ficat așa-numitul "fond metabolic", care poate servi la sinteza glucozei, respectiv a glicogenului.
- Glicogenul hepatic reprezintă depozitul central de glucide a organismului din care, după necesități, sunt repartizate diverse cantități și altor organe sau țesuturi, care conțin și ele, dar în cantitate mică glicogen sub formă de *glicogen muscular, celular*
- Deoarece glucidele nu pot circula în organism decât sub formă de monoglucide, transportul lor are loc conform schemei:

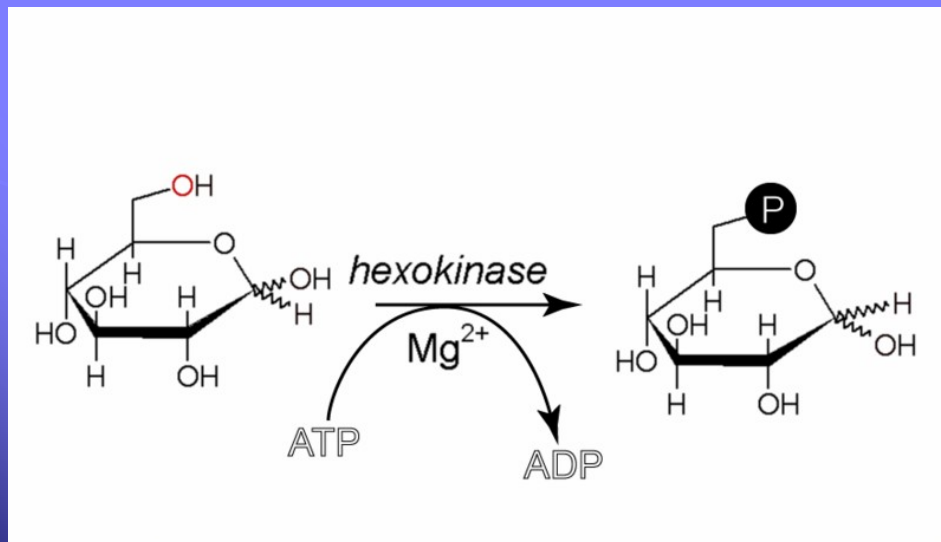


- Numai țesutul hepatic poate resintetiza, în exces față de propriile lui nevoi, glicogen din acid lactic.

- ***Glicogenogeneza hepatică***

- Sinteza glicogenului reprezintă un proces endergonic, în care energia necesară condensării moleculelor de glucoză rezultă prin degradarea oxidativă totală la CO_2 și H_2O (proces exergonic) a cca. 10% din cantitatea de glucoză disponibilă.
- În biogeneza glicogenului substanța de plecare este glucozo-1-fosfatul, etapele procesului fiind:

- ***formarea glucozo-1-fosfatului se poate realiza***



- fie din glucoză, când se obține intermediar *glucozo-6-fosfatul* care sub acțiunea *fosfoglucomutazei* se transformă în *glucozo-1-fosfat*
- fie din alte hexoze (fructoză, manoză, galactoză)
- fie din pentoze printr-un proces numit “*calea pentozo-fosfat*”

- ***transglucozilarea***

pdfMachine

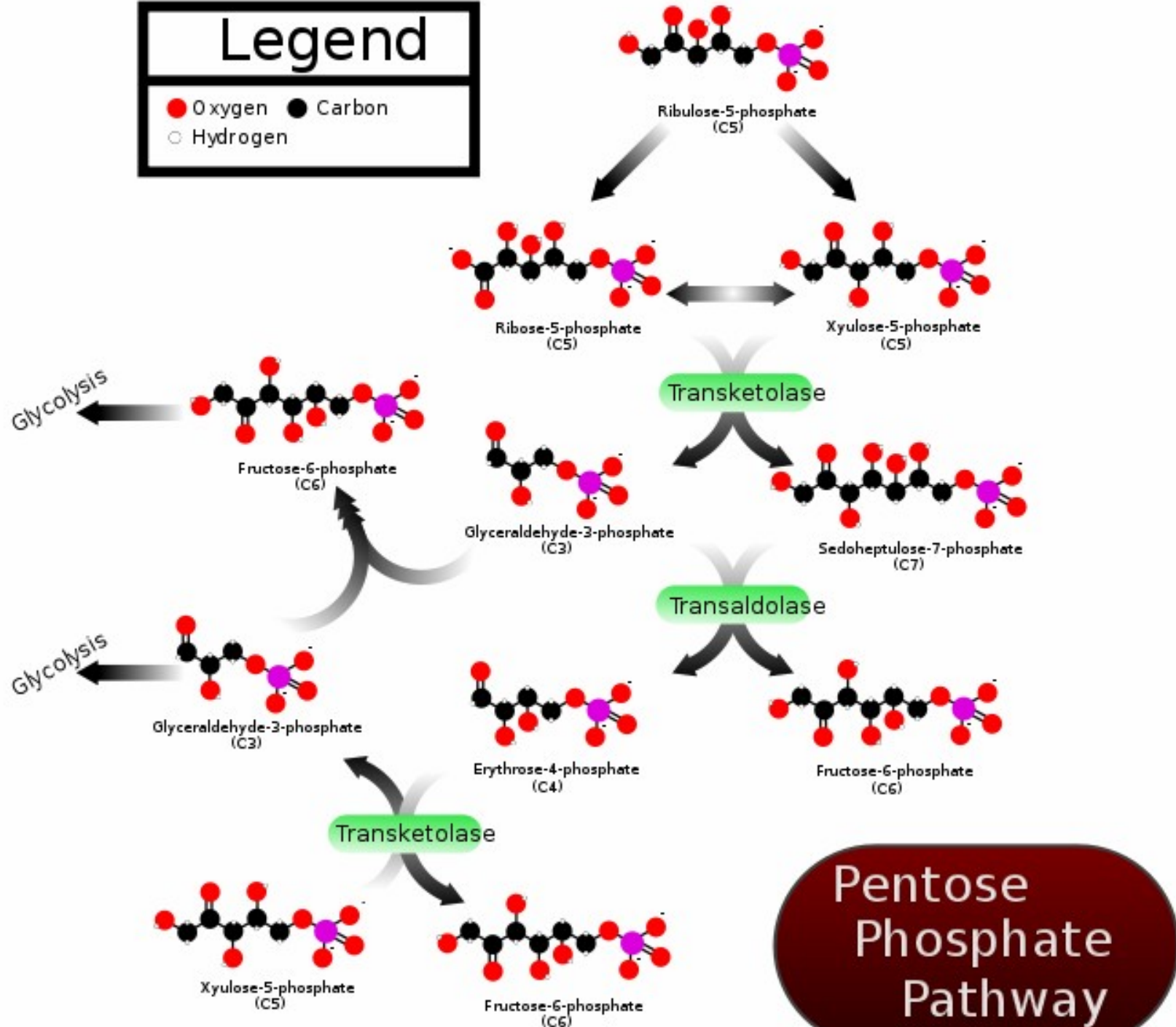
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

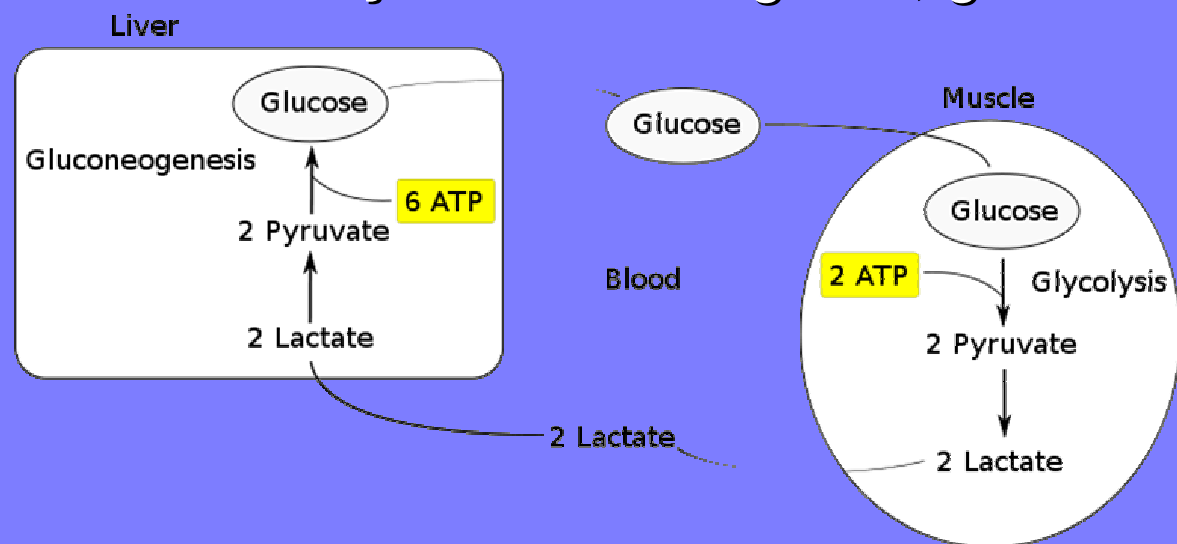
Legend

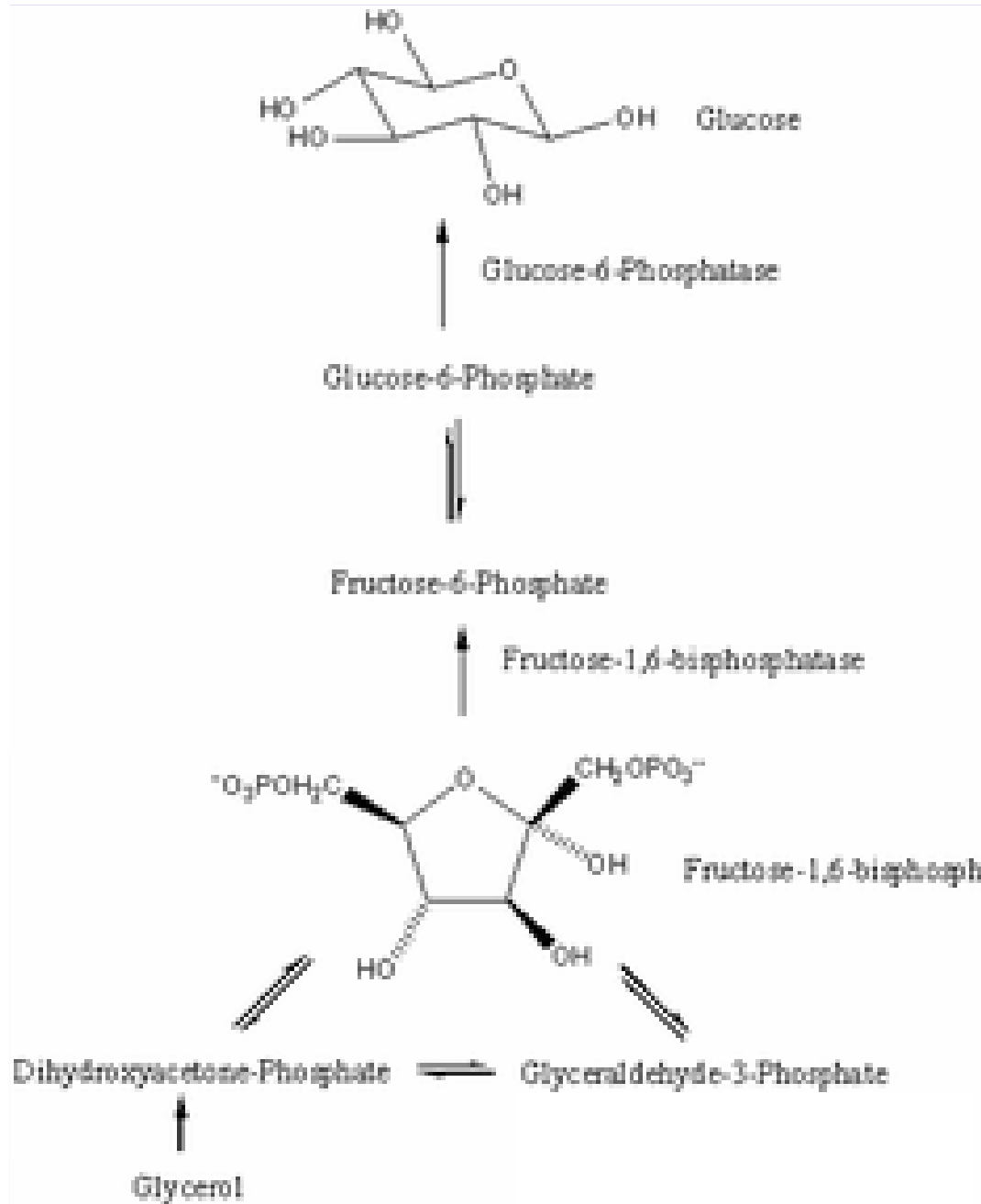
● Oxygen ● Carbon
○ Hydrogen



pdfMachine
 Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
 Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
 Get yours now!

- **Glicogenoneogeneza hepatică**, realizează, pe de o parte, sinteza glucidelor din lipide sau protide, atunci când alimentația cu glucide este deficitară, iar pe de altă parte, economie de glucide (utilizate în procesele energetice), prin resintetizarea glicogenului din acidul lactic format în mușchi din degradarea anaerobă a glucidelor.
- **Acidul lactic** format în mușchi prin degradarea anaerobă a glucidelor este transportat de curentul sangvin la ficat, unde 1/5-1/6 din cantitatea de acid lactic este oxidată cu formare de CO_2 și H_2O , restul transformându-se în glicogen.
- Când necesitățile de glucoză în mușchi sunt stringente, glucoza adusă de sânge la mușchi nu se mai transformă în glicogen muscular, ci este oxidată la acid lactic, în vederea furnizării energiei necesare contracției musculare.





- Mecanismul transformării acidului lactic în glicogen reprezintă, în mare parte, inversarea reacțiilor degradării anaerobe a glucidelor.
- Biosinteza glicogenului din lipide se bazează pe posibilitatea oxidării **glicerinei** (rezultată din hidroliza lipidelor) la aldehida fosfoglicerică, compus care se numără printre metaboliții metabolismului glucidic, din care se poate sintetiza cu ușurință glucoza pe calea inversării glicolizei.

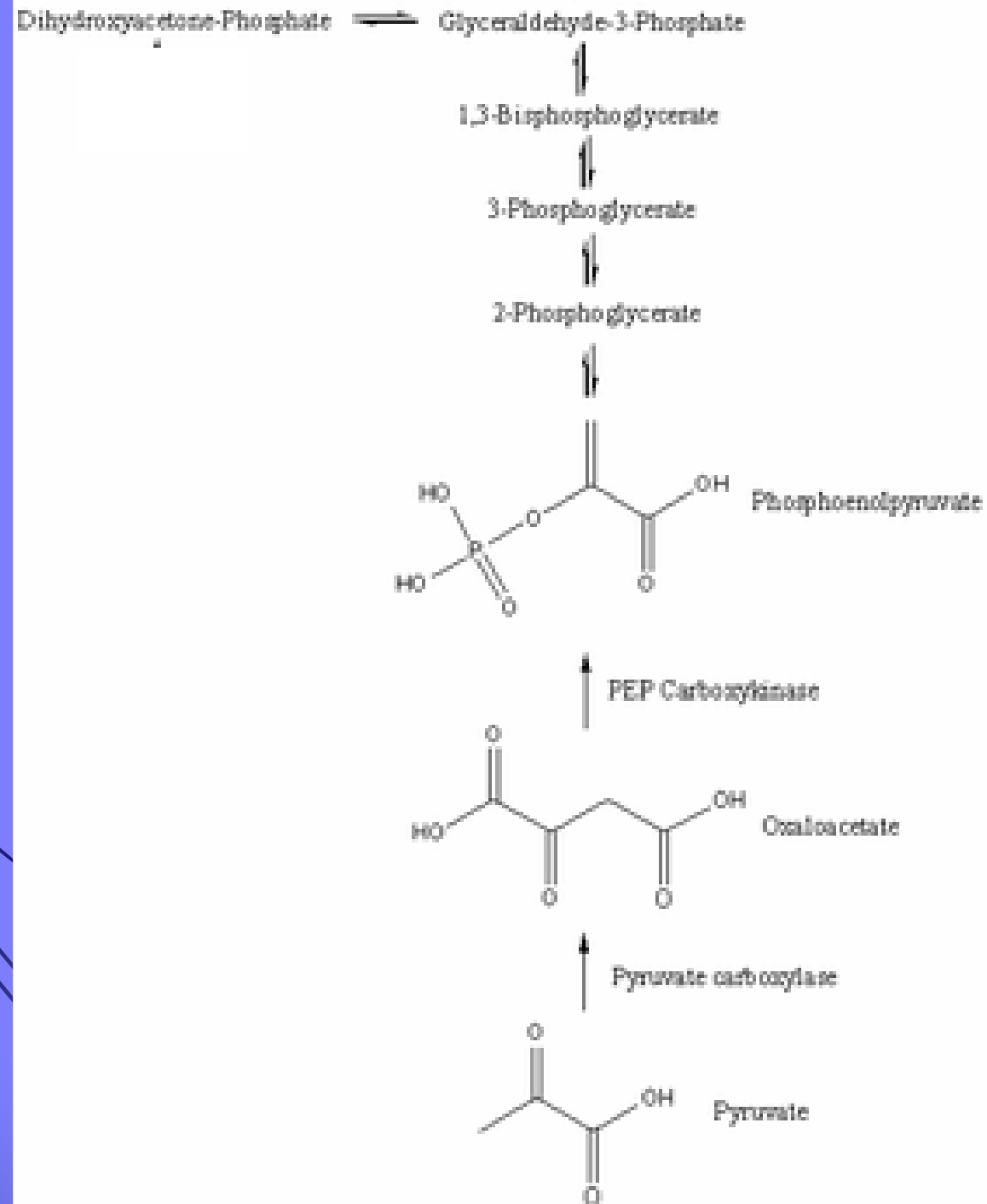
- **Protidele** pot fi și ele transformate de către țesutul hepatic în glucide, respectiv în glicogen, datorită prezenței în compoziția protidelor a așa-numiților “aminoacizi glucoformatori”: glicocol, alanină, acid aspartic, acid glutamic, ornitină, etc.
- Aceștia pot fi transformați în cetoacizi care fac parte din ciclul de degradare oxidativă a glucidelor și din care, prin inversarea reacțiilor, se poate obține glucoza, respectiv glicogenul.
 - Ex.: alanina se poate transforma în acid piruvic, acidul aspartic în acid oxalilacetic și acidul glutamic în acid α -ceto-glutaric.
- Pe această cale se pot furniza rezerve glucidice organismelor animale și în cazul unei alimentații unilaterale cu protide.
- Experimentele efectuate pe câini hrăniți exclusiv cu proteine, confirmă transformarea proteinelor în glucoză și glicogen.
- Valoarea glicogenetică a proteinelor este de 58 g glucoză/100 g proteină.

pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!



pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

1.2. Catabolismul glucidelor

- La organismele *autotrofe* are loc doar degradarea glucidelor proprii pentru asigurarea energiei necesare proceselor fiziologice.
- La organismele *heterotrofe* are loc degradarea glucidelor alimentare în vederea folosirii lor pentru sinteza glucidelor proprii sau pentru asigurarea necesităților energetice imediate.
- Degradarea hidrolitică a glucidelor alimentare de către organismele animale până la faza de monoglucide, în vederea sintetizării de glicogen, se realizează în procesul de ***digestie și absorbție a glucidelor alimentare.***
- Digestia începe încă din cavitatea bucală sub influența ***amilazei salivare***, însă datorită timpului de contact redus al alimentelor cu această enzimă, acțiunea ei este superficială.
- Degradarea esențială a glucidelor alimentare are loc în duoden și intestin, sub influența sucului pancreatic și intestinal ce conțin ***amilaza pancreatică și respectiv maltaza.***
- Sub acțiunea celor 2 enzime, amidonul este transformat în glucoză, trecând prin faze intermediare de dextrine și maltoză.

pdfMachine

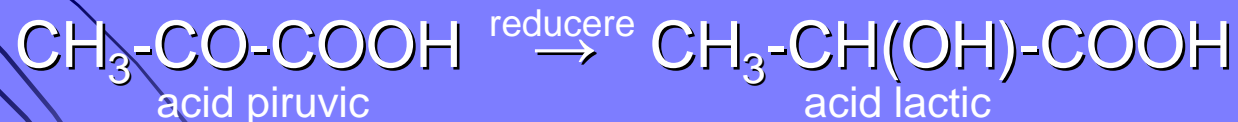
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

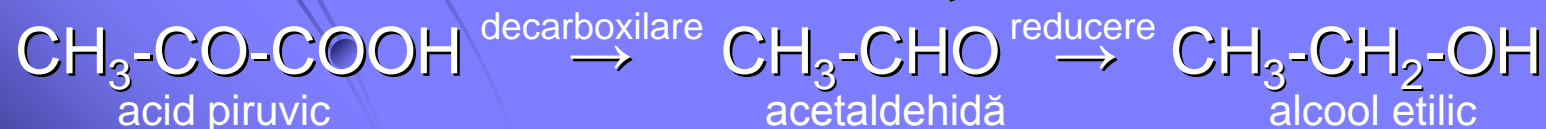
Get yours now!

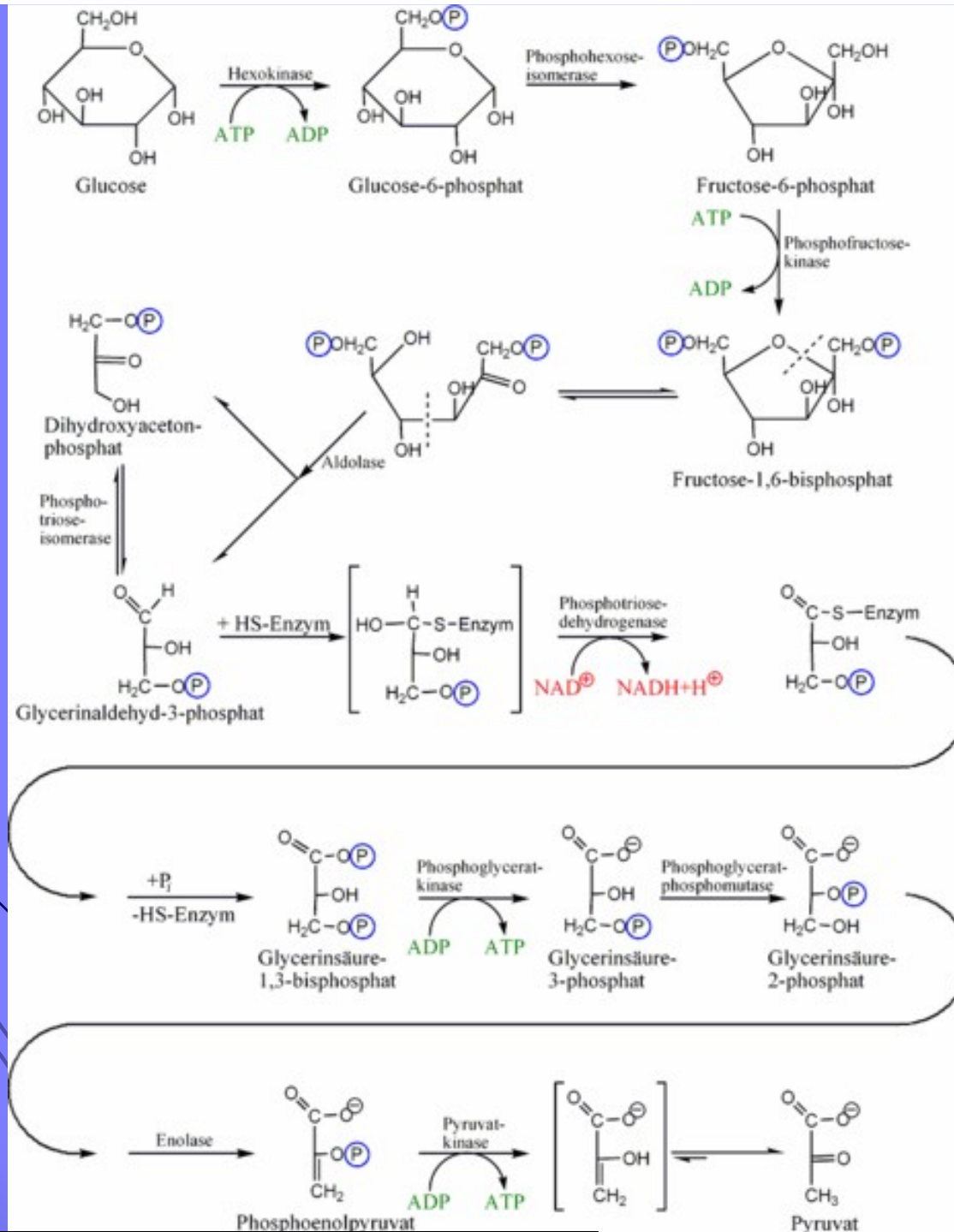
- **Degradarea anaerobă a glucidelor** reprezintă un proces oxidativ care se petrece în organismele vii, fără participarea O₂.
- Procesul prezintă 2 aspecte:
 - **glicoliza**, care se petrece în organismele animale,
 - **fermentația anaerobă**, care este specifică μ-organismelor, dar poate avea loc uneori și la plantele superioare.
- Glicoliza reprezintă procesul de degradare anaerobă a glucozei sau glicogenului, care are ca rezultat formarea acidului lactic.
- Fermentația parcurge toate fazele glicolizei cu excepția ultimei.
- Diferența dintre cele 2 tipuri de degradare anaerobă constă în produsul ultimei etape:

- **acidul lactic**, în cazul **glicoliei**,



- **alcoolul etilic**, în cazul **fermentației**.





pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

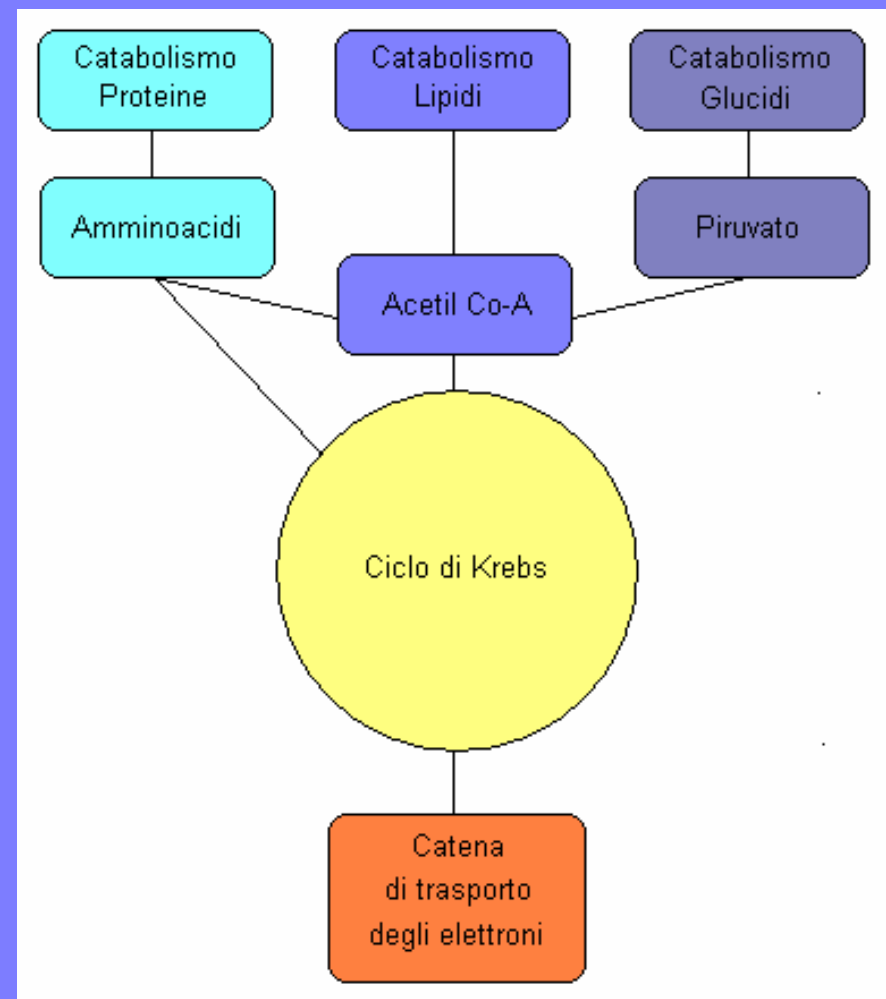
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

- Formarea acidului piruvic în procesul *degradării anaerobe a glucidelor* are semnificație deosebită deoarece:

- reprezintă substanțe de pornire în *degradarea aerobă a glucidelor* (prin carboxilare și decarboxilare)
- realizează una dintre cele mai importante punți de *legătură cu metabolismul protidic* (prin aminare reductivă formând alanina).

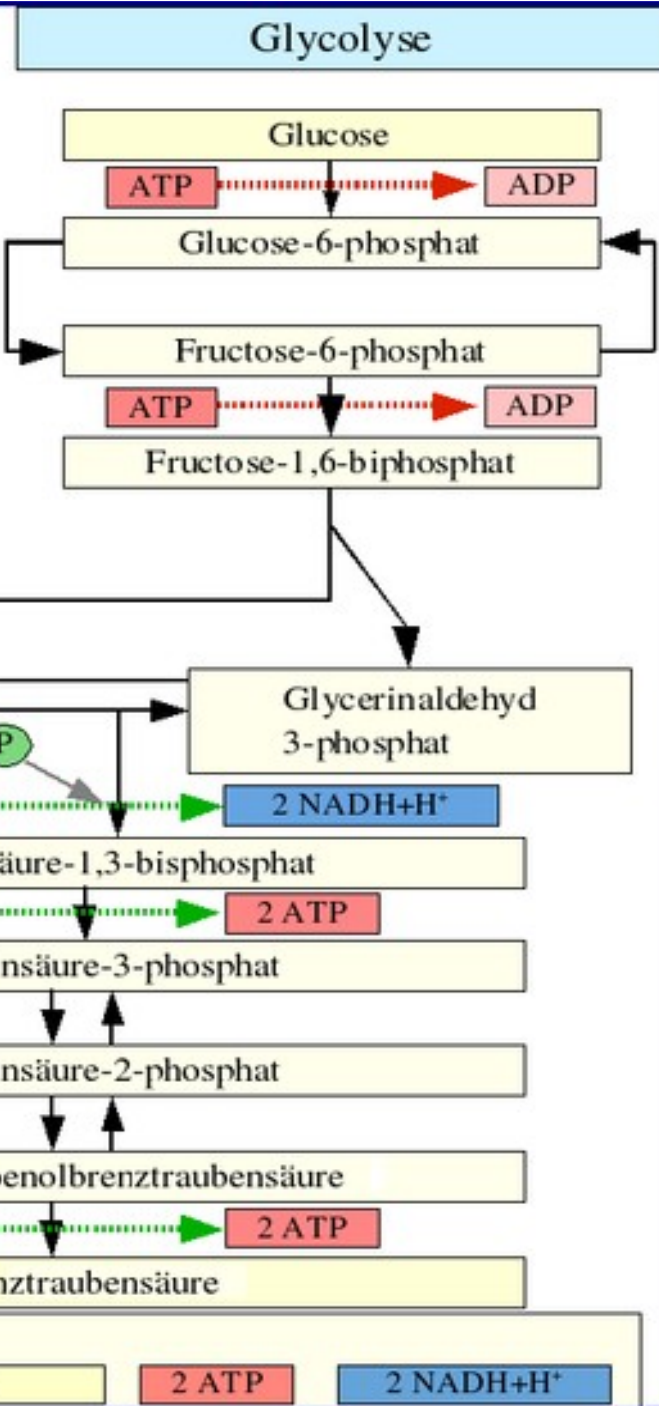
- Transformarea globală care are loc în degradarea anaeroba a glucidelor este:



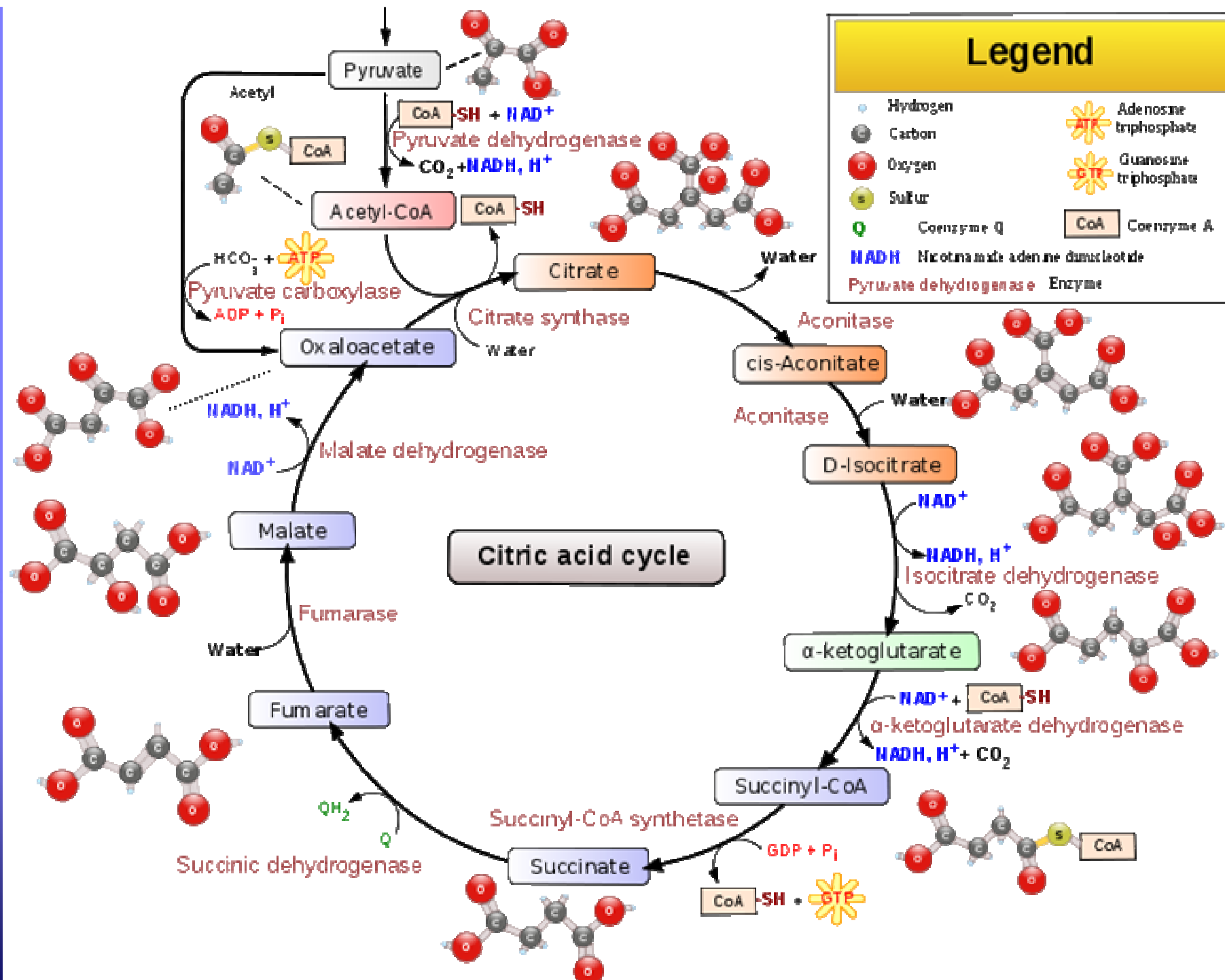
Ort:
Cytoplasma der Zelle

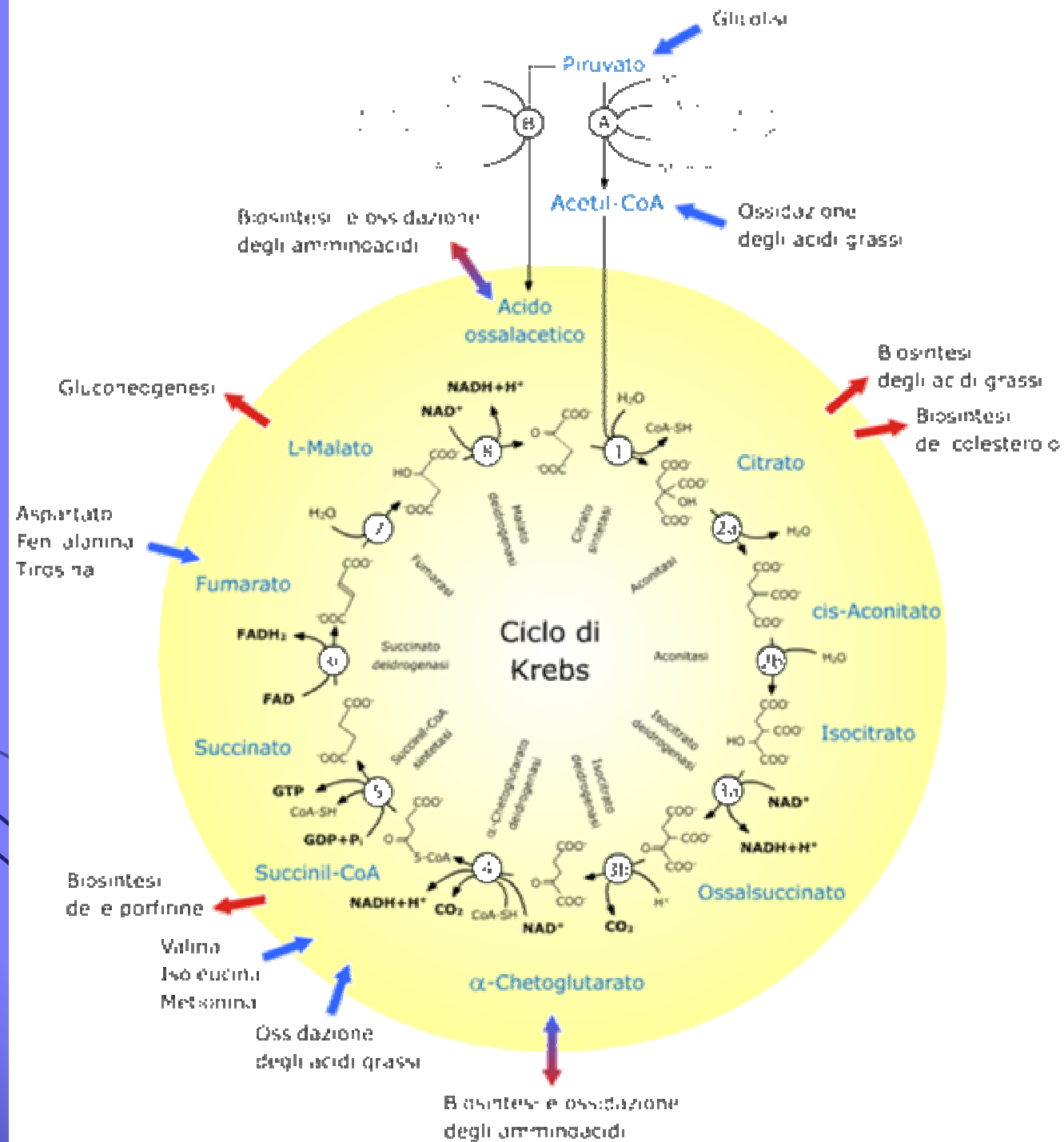
Aufgabe:
Umbau von Glucose (C6) zur Brenztraubensäure

Energiebilanz:
2 ATP und 2 NADH+H⁺ pro Molekül Glucose



- **Degradarea aerobă a glucidelor** este etapa ce urmează degradării anaerobe, care pornește de la acidul piruvic (produsul degradării anaerobe) și are loc cu participarea O_2 .
- Diferențele între *degradarea aerobă* și *anaerobă* a glicidelor sunt:
 - **modul de utilizare a $NADH + H^+$** – în degradarea aerobă nu mai este folosit pentru reduceri ci ca **generator de energie** (prin combinarea hidrogenului său cu O_2);
 - **modul de transformare a acidului piruvic** – nu mai este redus la acid lactic, ci suferă **decarboxilare oxidativă** și **carboxilare**.
- **Decarboxilarea oxidativă** are loc în prezența HS-CoA și se formează **acid acetic activat (acetil-CoA)**.
- **Carboxilarea** are drept rezultat formarea **acidului oxalil-acetic**
- Cele 2 substanțe formate prin transformarea acidului piruvic ($CH_3-CO-SCoA$ și $HCOO-CH_2-CO-COOH$), reprezintă componentele de la care are loc, în continuare, degradarea oxidativă a glucidelor sub forma unui proces ciclic numit **ciclul acizilor tricarboxilici** sau **ciclul Krebs**.





pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

Hans Adolf Krebs



Born	25 August 1900) Hildesheim, Germany	Known for	discovery of the urea cycle and the citric acid cycle
Died	22 November 1981 (aged 81) Oxford, England	Notable awards	Nobel Prize in Physiology or Medicine (1953)
Citizenship	United Kingdom		
Nationality	Germany		
Fields	Internal medicine , biochemistry		
Institutions	Kaiser Wilhelm Institute for Biology University of Hamburg Cambridge University University of Sheffield University of Oxford		

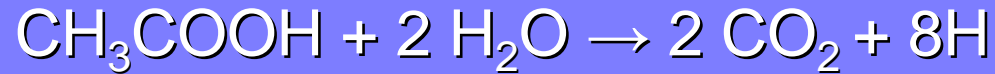
pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

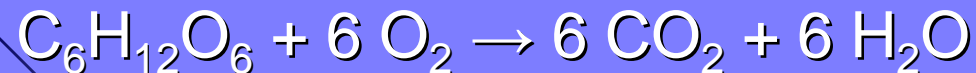
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

- Analizând ansamblul reacțiilor rezultă că se consumă 1 moleculă de CH₃COOH și se formează 2 molecule de CO₂ și 8 atomi de H:



- CO₂ astfel format este cel care apare în procesul respirației, fiind eliminat prin expirație cu ajutorul hemoglobinei, care-l transportă de la țesuturi la plămâni.
- Cei 8 H sunt preluați de acceptori (NAD⁺ și FAD) și prin intermediul citocromilor *catenei de oxidare celulară* numită și *catenă de respirație*, localizată în mitocondrii, sunt activați sub formă de H⁺ care poate forma H₂O cu oxigenul activat ca O²⁻.
- Rezultatul procesului de degradare oxidativă este *oxidarea biologică*, produșii finali ai acestui proces fiind CO₂ și H₂O:



- Energia ce apare în urma acestei oxidări se datorează reacției exergonice de oxidare a H cu O₂ adus prin respirație de către hemoglobină:



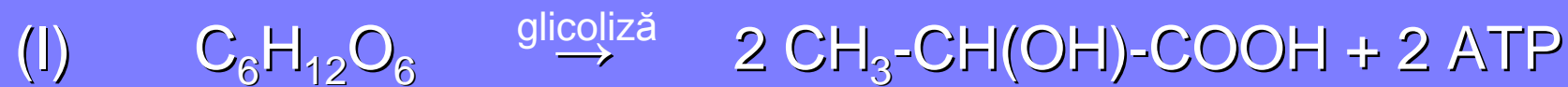
pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

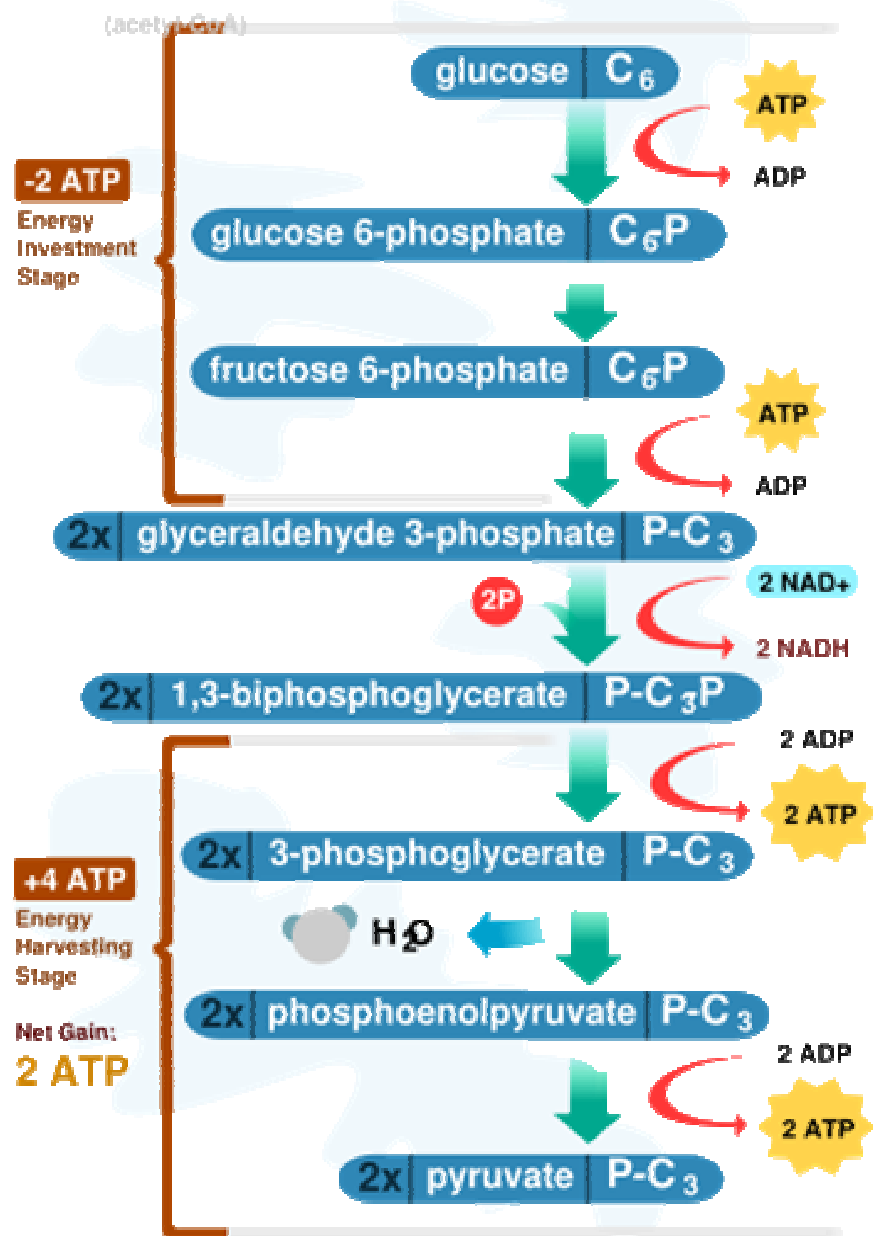
Get yours now!

- Dacă se realizează un bilanț energetic al glicolizei (I) și unul al degradării aerobe (II), prin comparație rezultă că degradarea aerobă furnizează de cca. 19 ori mai multă energie decât cea anaerobă.

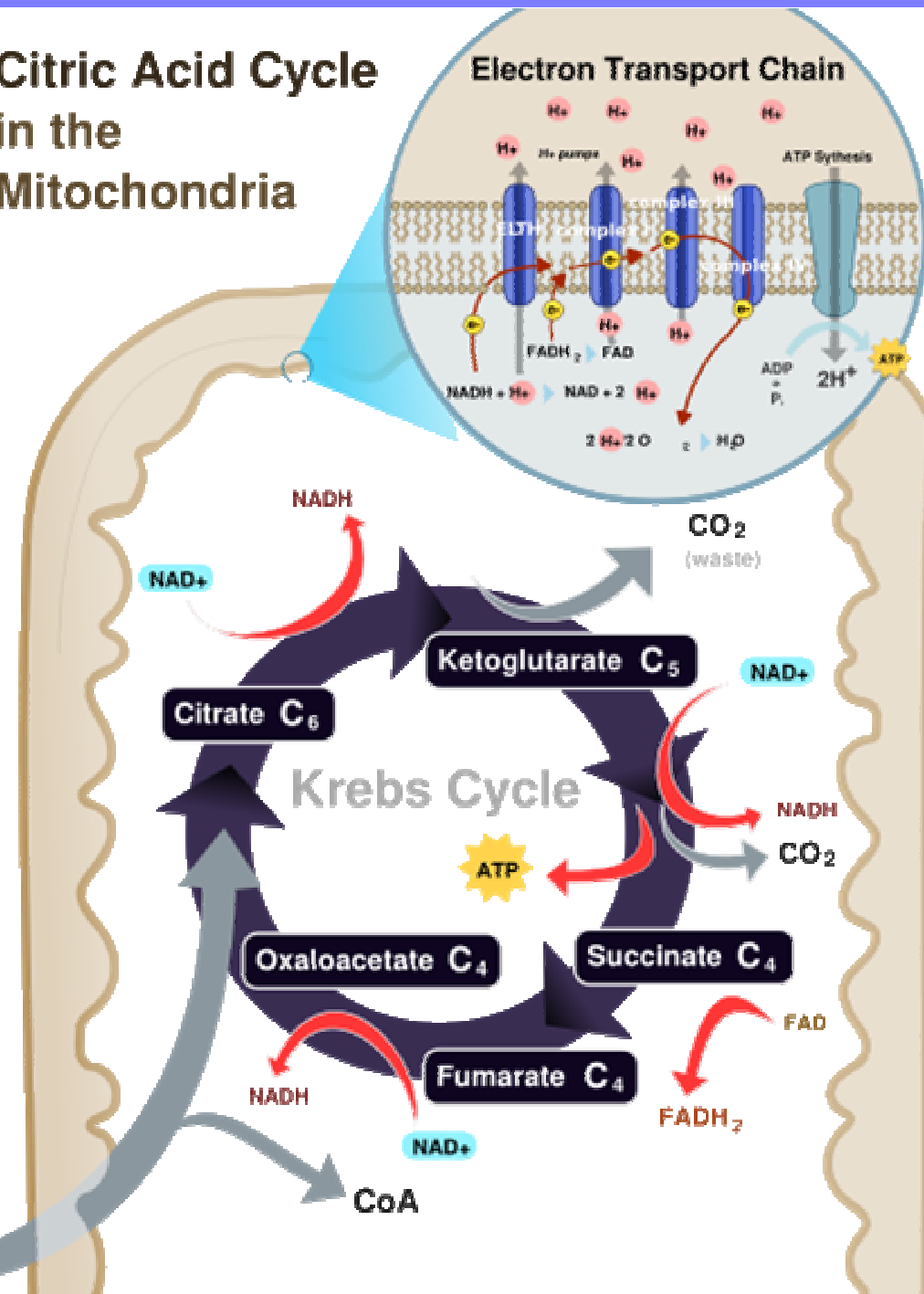


- Calea principală, economică, de degradare a glucidelor este reprezentată deci, de calea metabolizării de-a lungul ciclului Krebs, care furnizează combustibilul necesar (atomii de H) oxidării finale.
- Cu toate acestea, în condițiile în care aportul de O_2 prin respirație este insuficient, organismul este obligat să facă apel și la degradarea anaerobă, neavantajoasă d.p.d.v. energetic.

Glycolysis in the Cytoplasm



Citric Acid Cycle in the Mitochondria



pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

- <http://www.youtube.com/watch?v=iXmw3fR8fh0&feature=related> – bilanț energetic
- <http://www.youtube.com/watch?v=xbJ0nbzt5Kw> - respirație celulară
- http://www.youtube.com/watch?v=Q_1mxZdF2TY&feature=related – fotosinteză
- <http://www.youtube.com/watch?v=OYSD1jOD1dQ&feature=related> – fotosinteză – ciclul Calvin
- <http://www.youtube.com/watch?v=x-stLxqPt6E&feature=related> – glicoliza
- <http://www.youtube.com/watch?v=aCypoN3X7KQ&feature=related> ciclul Krebs

pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!