

ПРЕТВАРАЊЕ СВЕТЛОСНЕ ЕНЕРГИЈЕ У ХЕМИЈСКУ

Фотохемијска (светла) и
биохемијска (тамна) фаза
фотосинтезе

ФОТОСИНТЕЗА

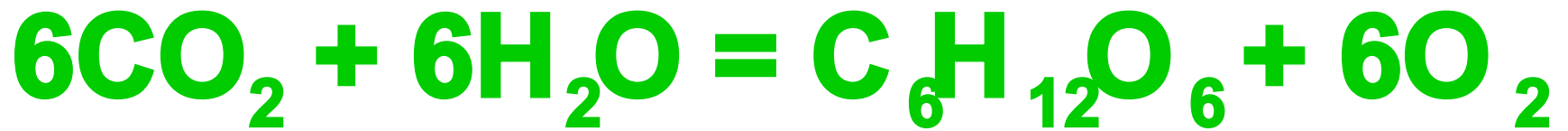
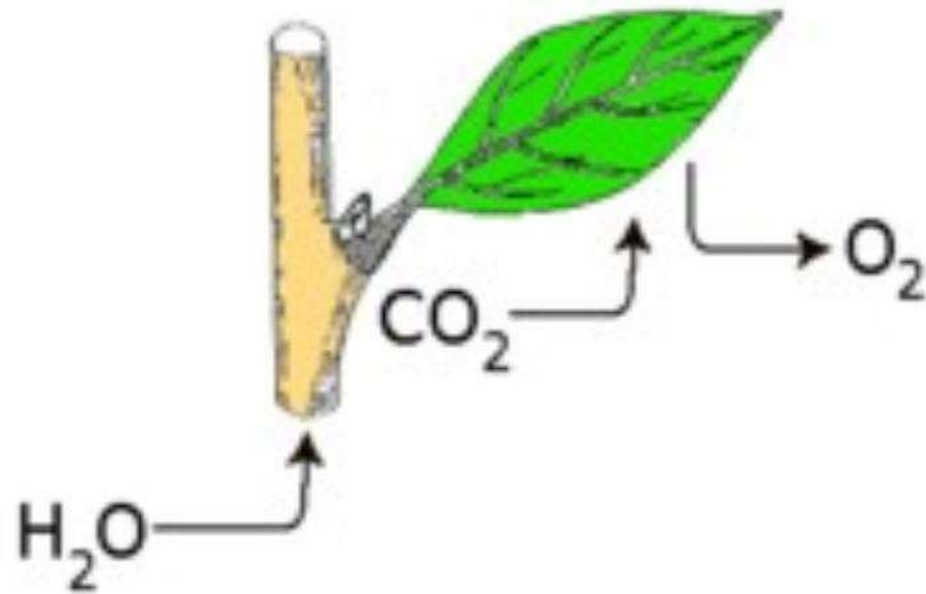
- основни биолошки "производни" процес који покреће сав живот на Земљи
- догађа се у хлоропластима
- погонска енергија је светлосна енергија, односно енергија Сунца
- "сировине" које се троше су једноставне и свеprisутне: вода и угљен диоксид.
- производ су сложена угљеникова једињења – угљенихидрати (крајњи производ је глукоза).
- својеврстан нуспроизвод овог процеса је кисеоник без којег на Земљи једноставно не би било живота у облику каквог га знамо.

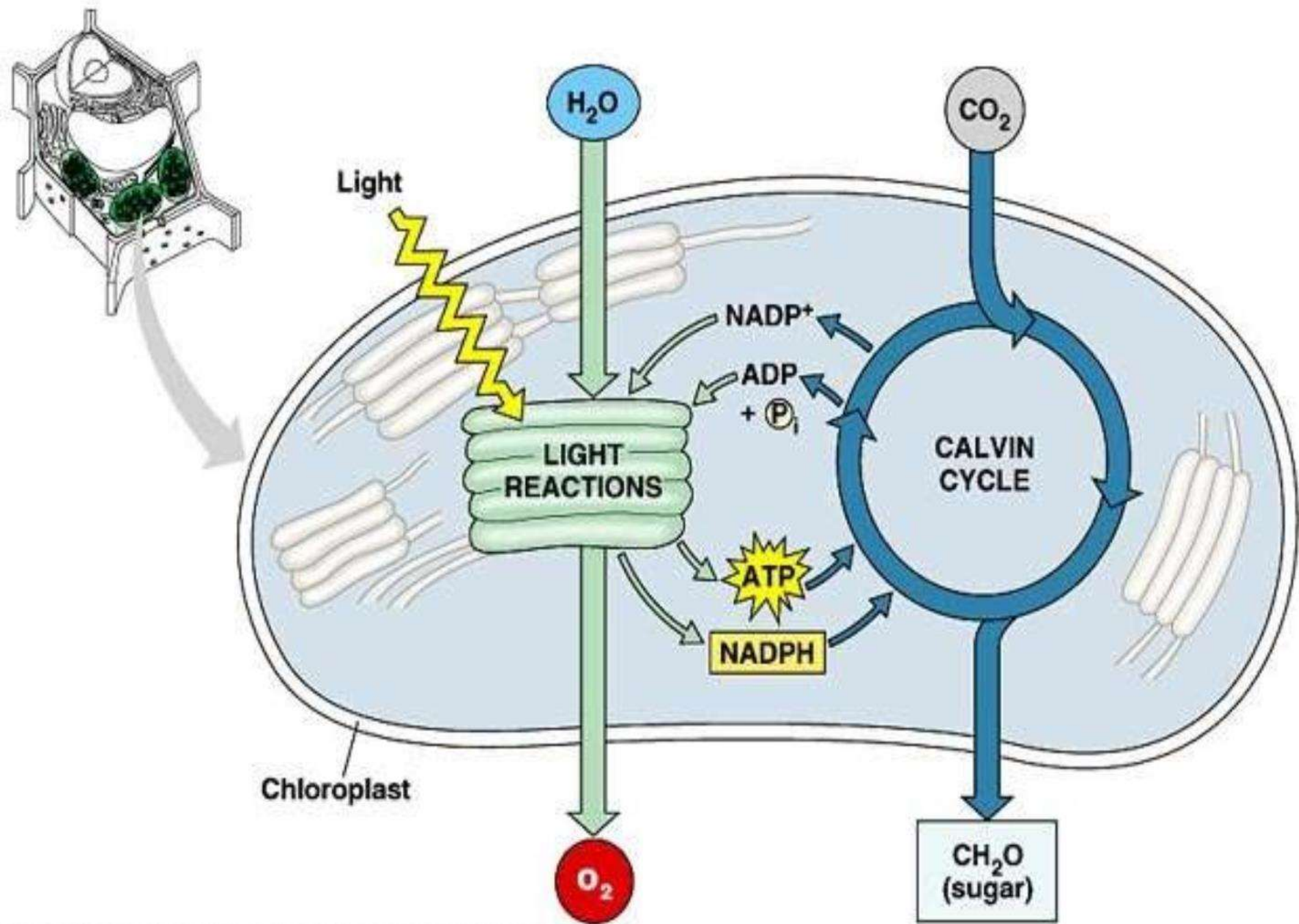
задатак:

на основу датих података напишите хемијску реакцију фотосинтезе

(формула глукозе: $C_6H_{12}O_6$)

Хемијска реакција која
представља
фотосинтезу:





ФОТОХЕМИЈСКА ИЛИ ~~СВЕТЛА~~ ФАЗА ФОТОСИНТЕЗЕ

- Низ реакција које директно зависе од светлости
- Одвијају се на мембрани тилакоида хлоропласта

- У светлој фази се дешавају следећи процеси:

2. Апсорпција светлости (фотосинтетички пигменти)

3. Претварање светлосне енергије у хемијску (електрон-транспортни ланац)

4. Ослобађање кисеоника (фотолиза воде)

- **Продукти светле фазе су:**
 - **АТР,**
 - **редуковани NADPH+H⁺ и**
 - **КИСЕОНИК**

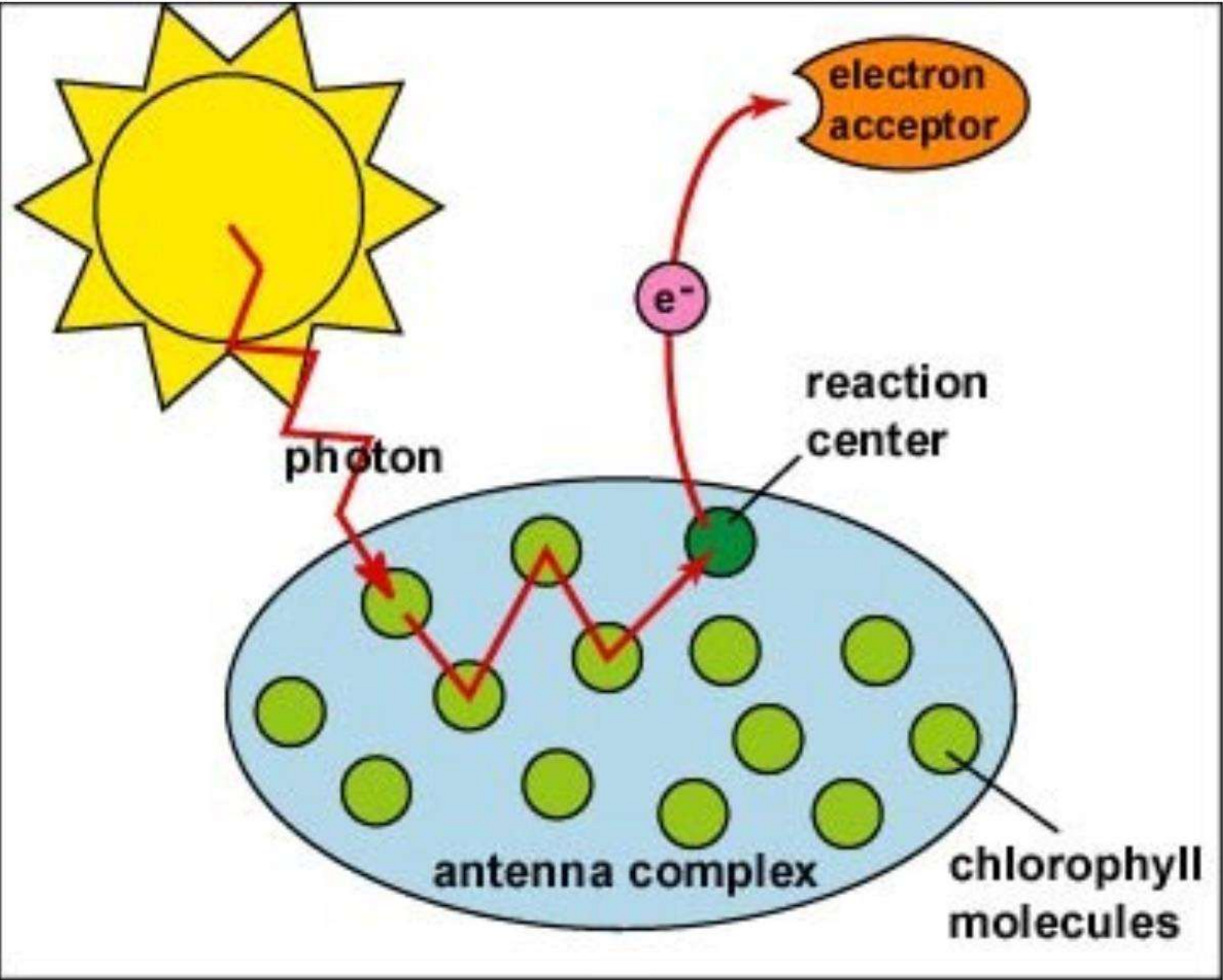
БИОХЕМИЈСКА ИЛИ ТАМНА ФАЗА ФОТОСИНТЕЗЕ

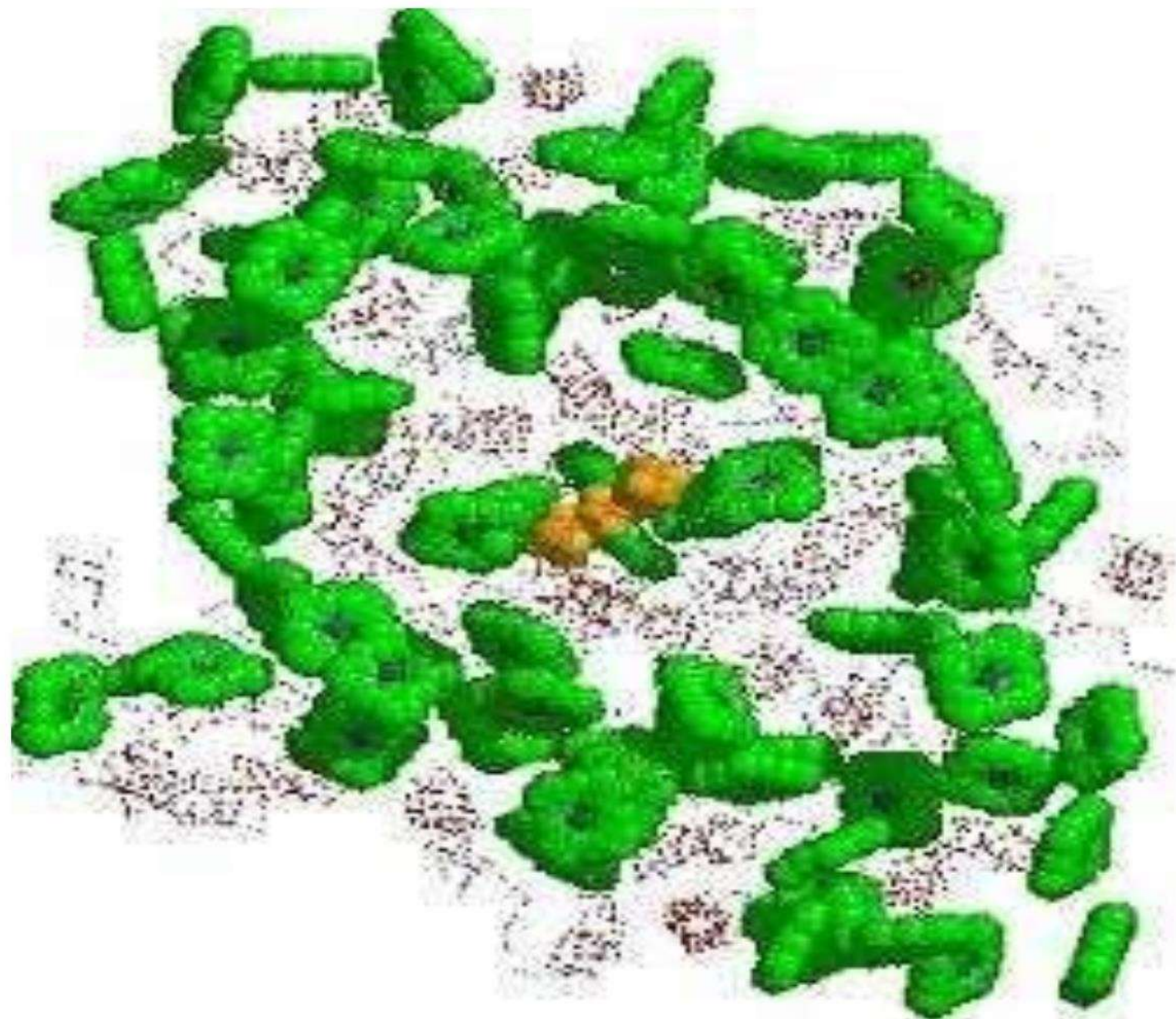
- Низ реакција које могу да се одвијају у мраку. Одвијају се у строми хлоропласта.
- У тамној фази се дешавају следећи процеси:
 - Фиксација CO_2
 - уграђивање неорганског С у органска једињења (Калвинов циклус) уз помоћ енергије добијене у светлој фази
- Продукти тамне фазе су:
 - Примарни: еритроза, седохептулоза, пентозе
 - Секундарни: скроб, сахароза, липиди, органске киселине, аминокиселине

РЕАКЦИЈЕ СВЕТЛЕ ФАЗЕ ФОТОСИНТЕЗЕ

- оксидоредукције
фосфорилација

- Почетна реакција у серији оксидо-редукција је апсорпција светлости помоћу *антена система* названих
 - ФОТОСИСТЕМ I (PS I) и
 - ФОТОСИСТЕМ II (PS II)
- То су комплекси молекула хлорофила и помоћних пигмената чији је задатак да прихвате фотоне





- У оквиру оба фотосистема налазе се посебни молекули хлорофила названи ***РЕАКЦИОНИ ЦЕНТРИ*** који апсорбују на специфичним таласним дужинама и то:
 - Фотосистем I на 700 nm
 - Фотосистем II на 680 nm

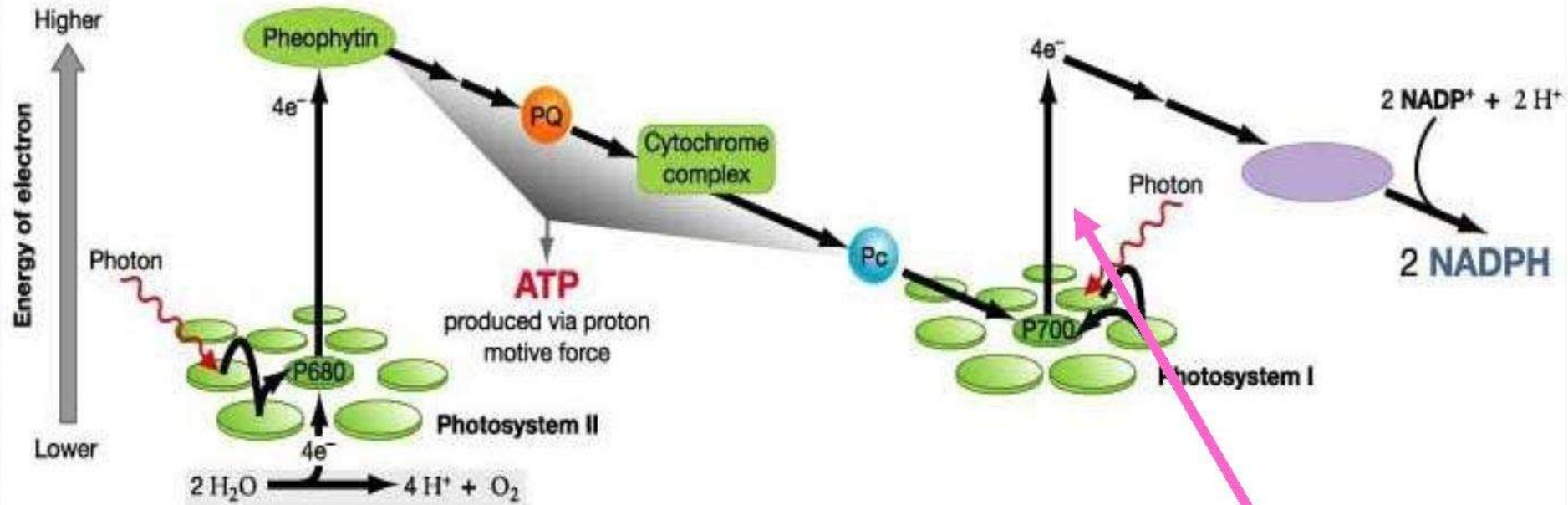
- Молекули хлорофила који приме енергију фотона прелазе у активирано стање и постају снажни *редуктанти*

■ ФОТОСИСТЕМ I (PS I)

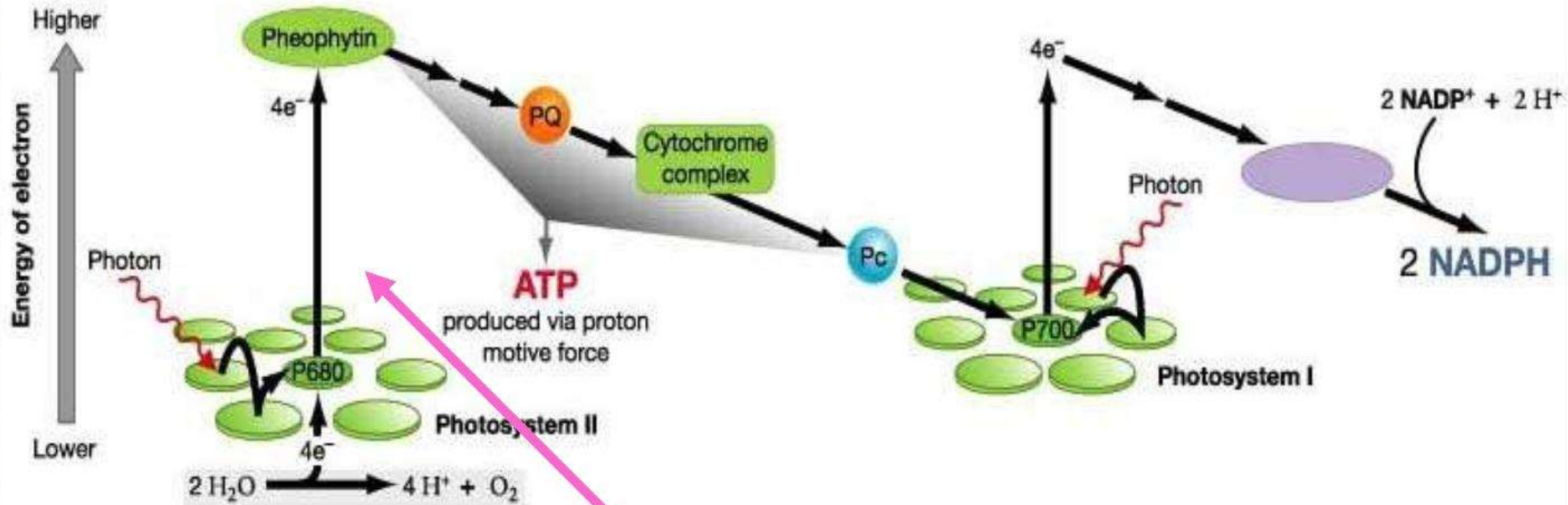
има задатак да редукује
NADP у **NADPH + H⁺**

■ ФОТОСИСТЕМ II (PS II) има задатак да

- врати **PS I** у електронеутрално стање и
- оксидује **H₂O** у **O₂** (сматра се да воду оксидује коензим који садржи манган а налази се у комплексу PSII)



- **PSI** бива преведен у активно стање примањем фотона и предаје свој електрон преко низа преносилаца до коензима **NADP**
- Хлорофил тако остаје оксидован, а **NADPH + H⁺** постаје редукован



- **PSII**, такође побуđen апсорпцијом фотона, свој електрон преко низа преносилаца, предаје **PSI** и враћа га у електро-неутрално стање (надокнађују му електрон)
- **PSII** свој електрон надокнађује фотолизом H_2O

Бруто реакција фотосинтезе



- H_2O бива оксидована у O_2 NADP редукован у $\text{NADPH} + \text{H}^+$ у серији оксидо-редукционих реакција

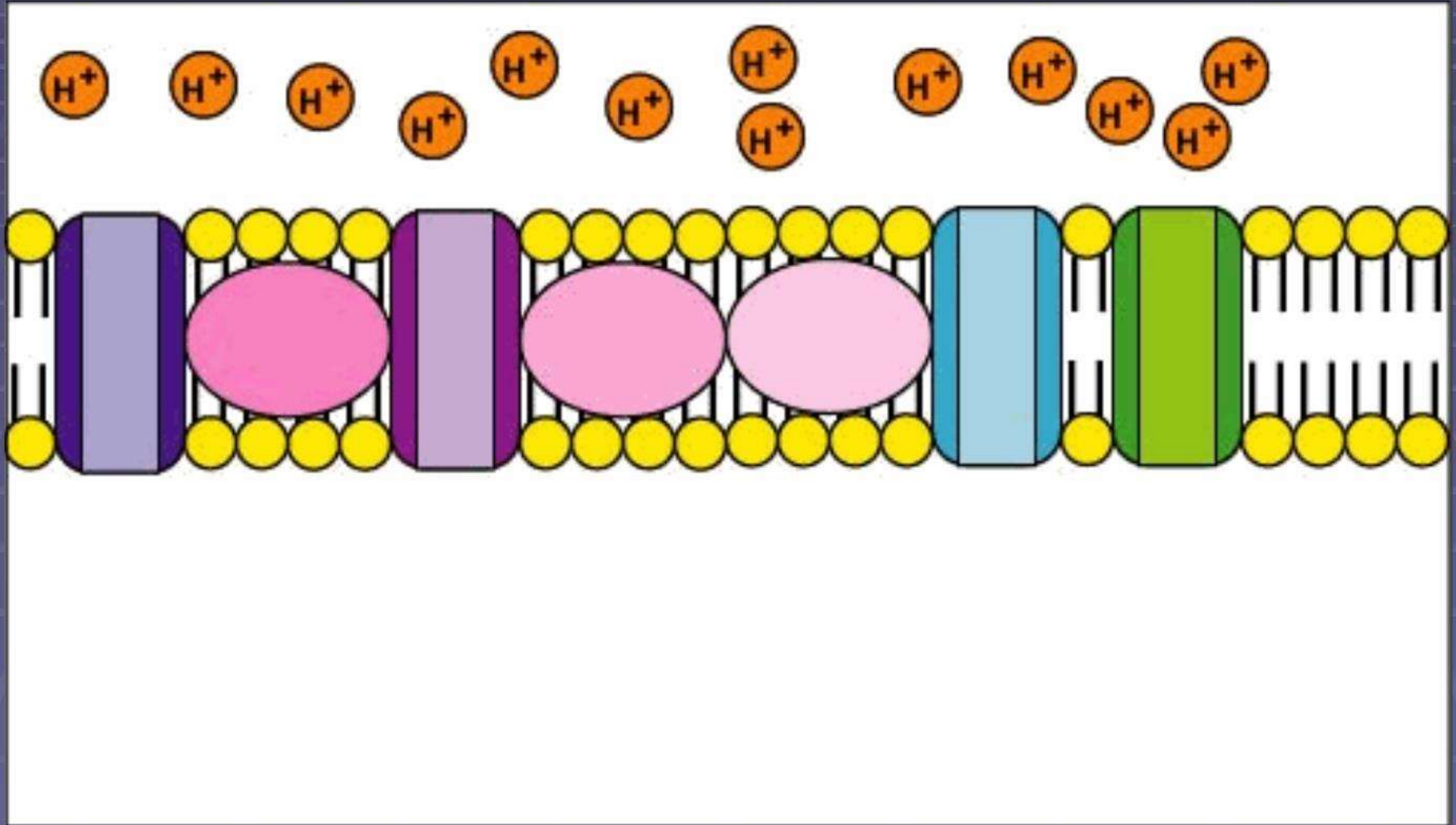
- Вода је примарни *доно*р електрона, а коензим NADP крајњи *акцептор* електрона у светлој фази фотосинтезе.

ФОТОФОСФОРИЛАЦИЈА

- Са оксидо-редукцијама тесно је повезан процес *фотофосфорилације* ADP-а у АТР

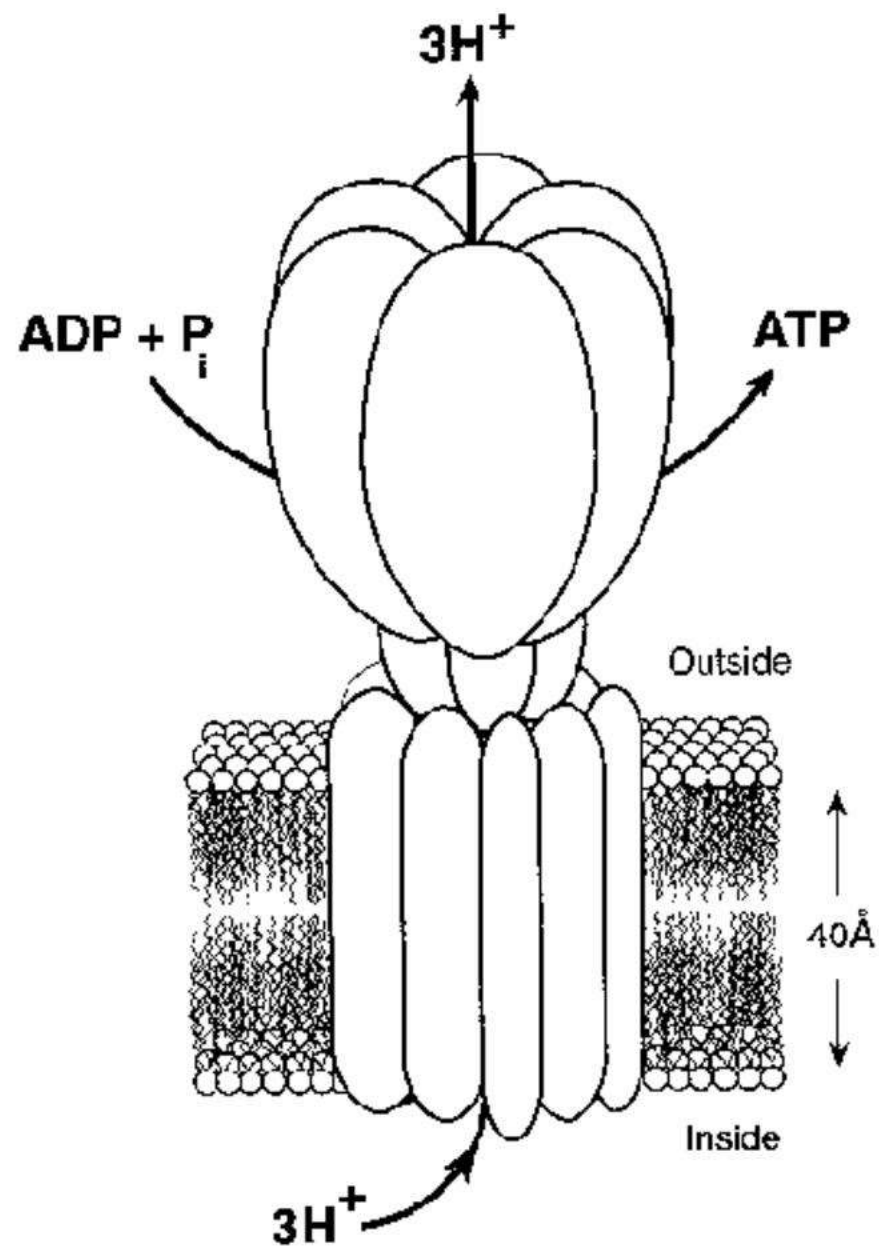


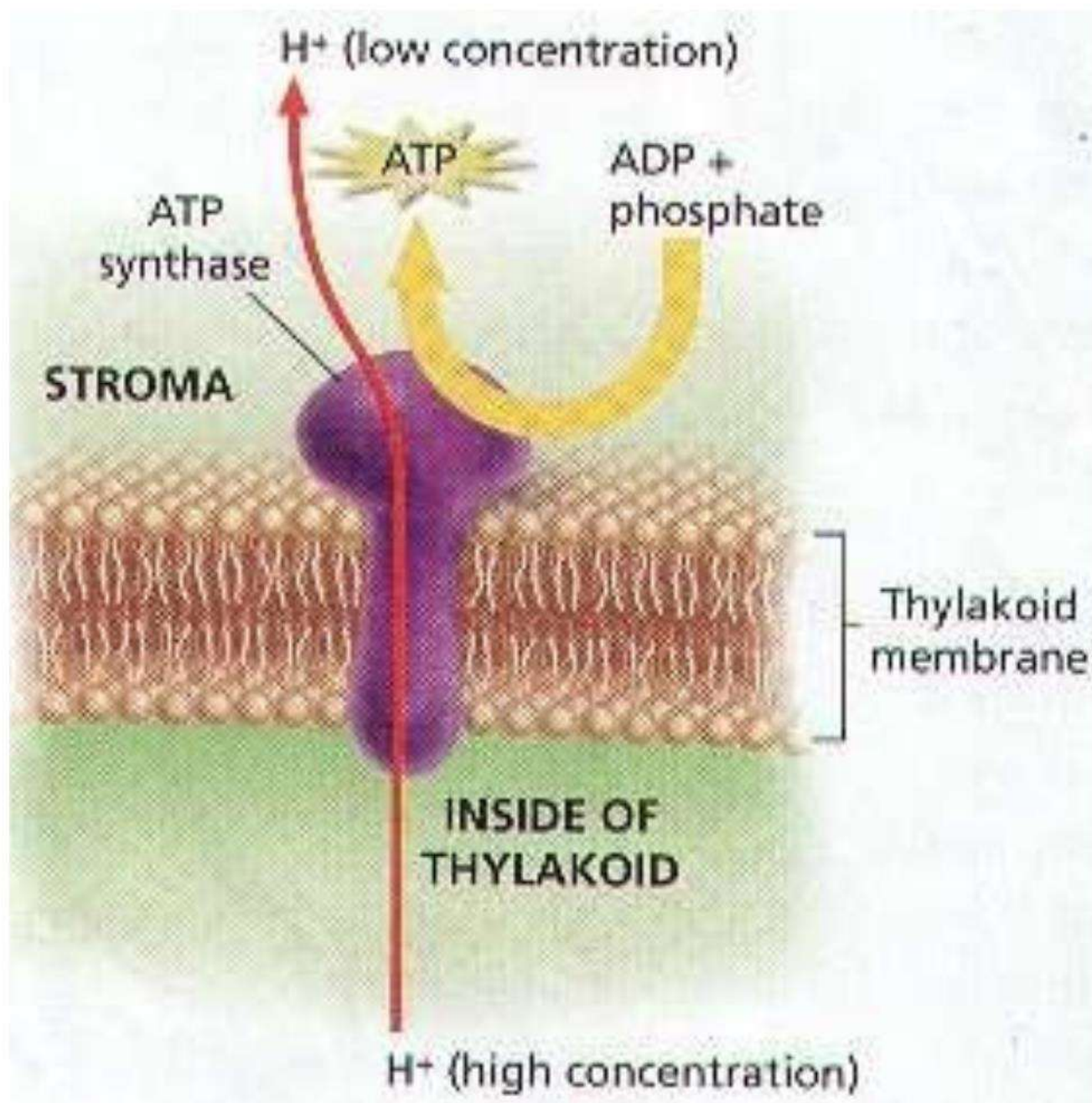
- У току редукције коензима **NADP** и **PSI** електрони се премештају низ електрохемијски градијент преко серије преносилаца тзв. електрон-транспортног ланца
- Електрони се просторно преносе из унутрашњости тилакоида у строму хлоропласта
- За сваки електрон који напусти тилакоид, један протон H^+ се кроз њу убацује у лумен тилакоида



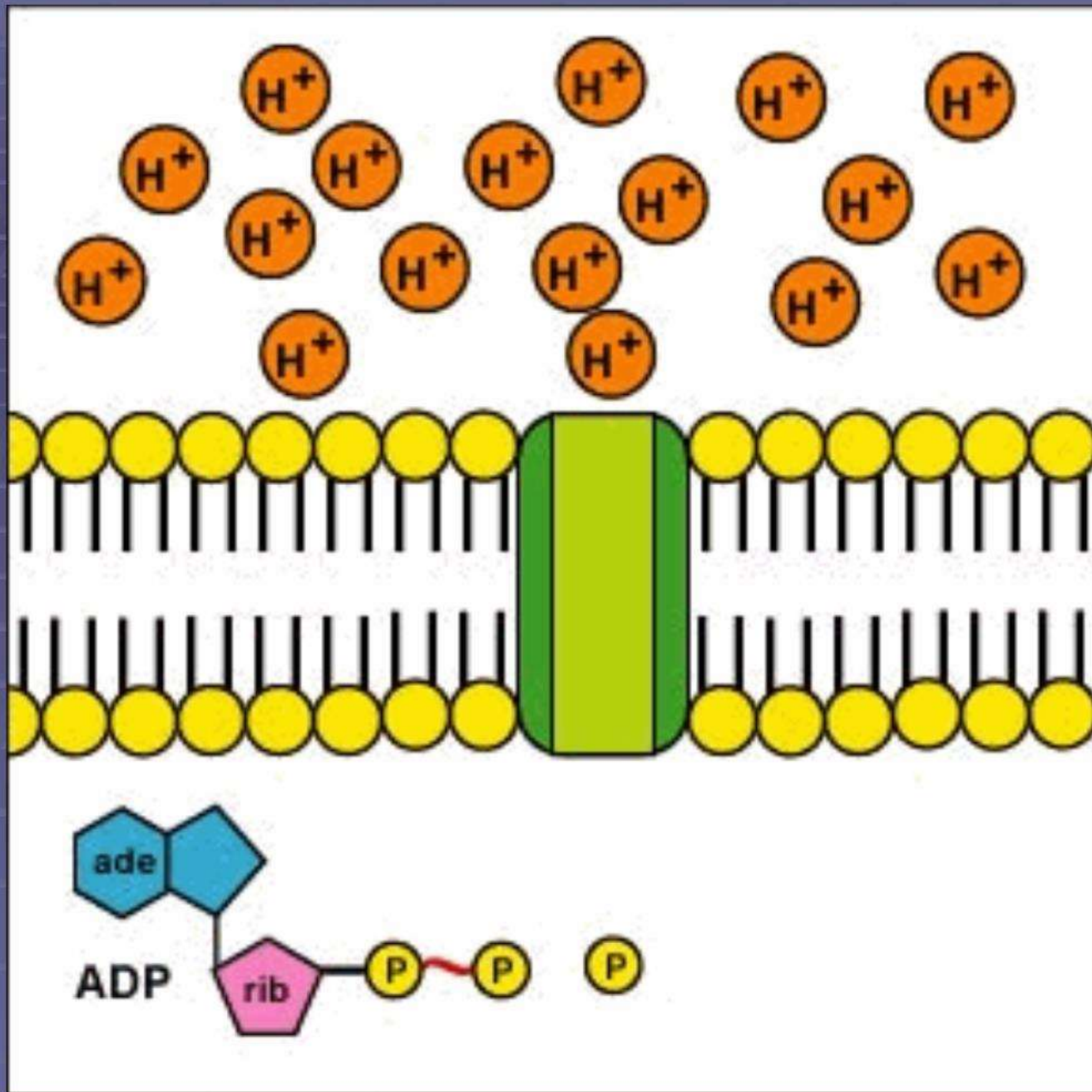
- Тако се ствара електро-хемијски градијент протона тј. разлика потенцијала између унутрашњости тилакоида и строге хлоропласта
- Протони теже да изађу из тилакоида кроз мембрану по закону дифузије (на основу створеног хемијског градијента)

- У мембрани тилакоида налази се посебан протеин – *протонска пумпа* која има и функцију синтезе АТР-а
- То је *једино* место кроз које је протонима омогућено да напусте тилакоид





- **Енергија која се ослобађа протоком протона низ електрохемијски градијент користи се за реакцију фосфорилације ADP-а, тј. везивање неорганског P_i за ADP и синтезу ATP-а**



ЗАКЉУЧАК

У светлој, фотохемијској фази фотосинтезе одигравају се следећи догађаји:

**1. Апсорпције светлости
помоћу антена система
(комплекси
фотосинтетичких
пигмената PSI и PSII) при
чему они постају снажни
редуктанти**

- **Серије оксидо-редукција у којима је примарни доноар електрона вода, а крајњи акцептор коензим NADP**

**1. Пренос електрона кроз
електрон-транспортни
ланац чиме се
успоставља електро-
хемијски градијент кроз
мембрану тилакоида**

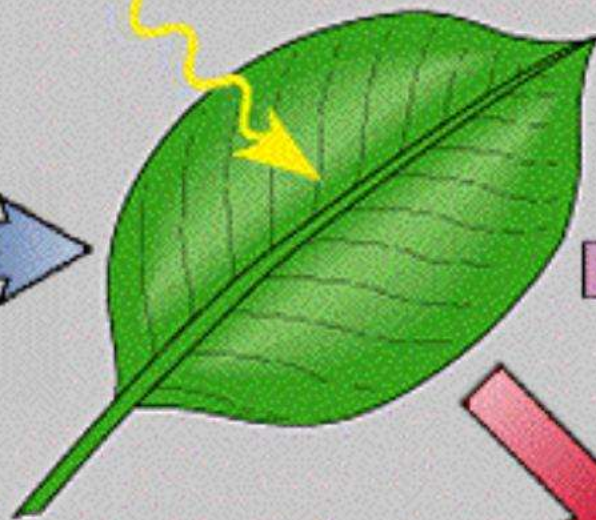
1. Пумпање протона из тилакоида низ електрохемијски градијент и коришћење те енергије за синтезу АТФ-а (овај процес је у суштини фиксација Сунчеве енергије и њена конверзија у хемијску)

- **Продукти светле фазе фотосинтезе $NADPH + H^+$ и АТФ користе се као енергија у тамној, биохемијској фази фотосинтезе за продукцију органске материје**

**1. Светла фаза
фотосинтезе је једини
извор кисеоника у
природи**

**Ugljen
dioksid**
+
voda

svetlost



**Ugljeni
hidrati**



kiseonik