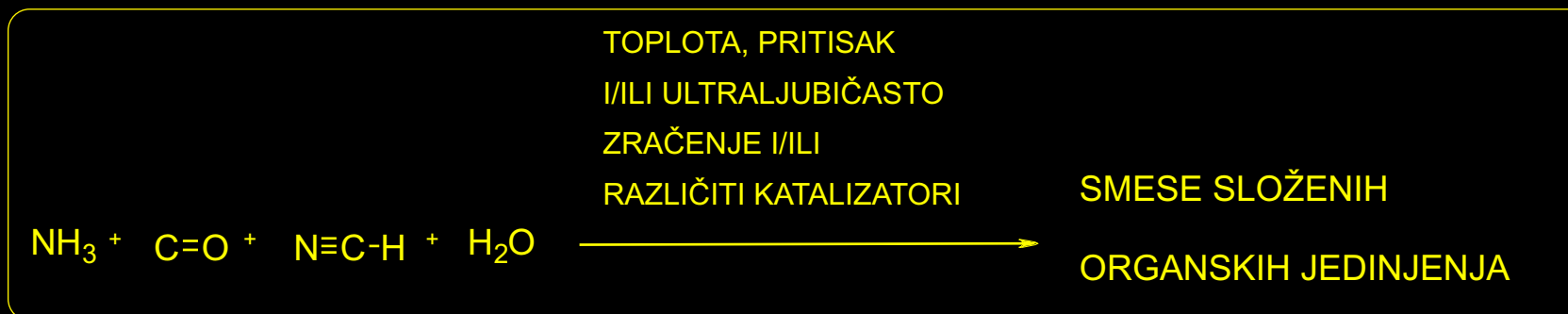


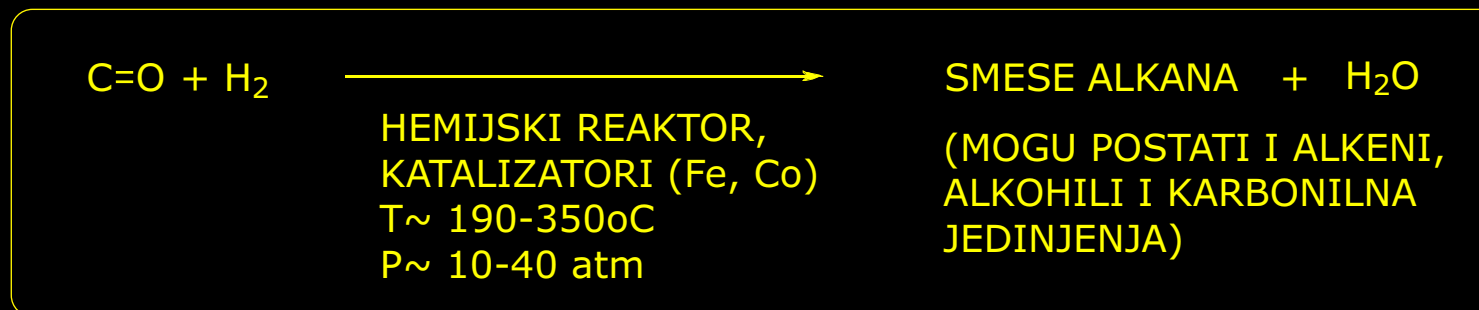
HEMIJA UGLJENIKOVIH JEDINJENJA - SINTEZA "ORGANSKIH" JEDINJENJA UGLJENIKA IZ "NEORGANSKIH" PREKURSORA



POSTOJI MNOGO NAČINA, LABORATORIJSKIH I INDUSTRIJSKIH, DA SE IZ NEORGANSKIH PREKURSORA DOBIJU SMESE ORGANSKA JEDINJENJA, UKLJUČUJUĆI AMINO KISELINE, HETEROCIKLE I DR.



NA PRIMER, PROSES PO FISCHER-TROPSCH-u, PRVI PUT RAZVIJEN U NEMAČKOJ 1925., I ZATIM EKSTENZIVNO MODIFIKOVAN I PRIMENJIVAN INDUSTRIJSKI, POSEBNO ZA VREME DRUGOG SVETSKOG RATA. I DANS JE U UPOTREBI, U OGRANIČENOM OBIMU.



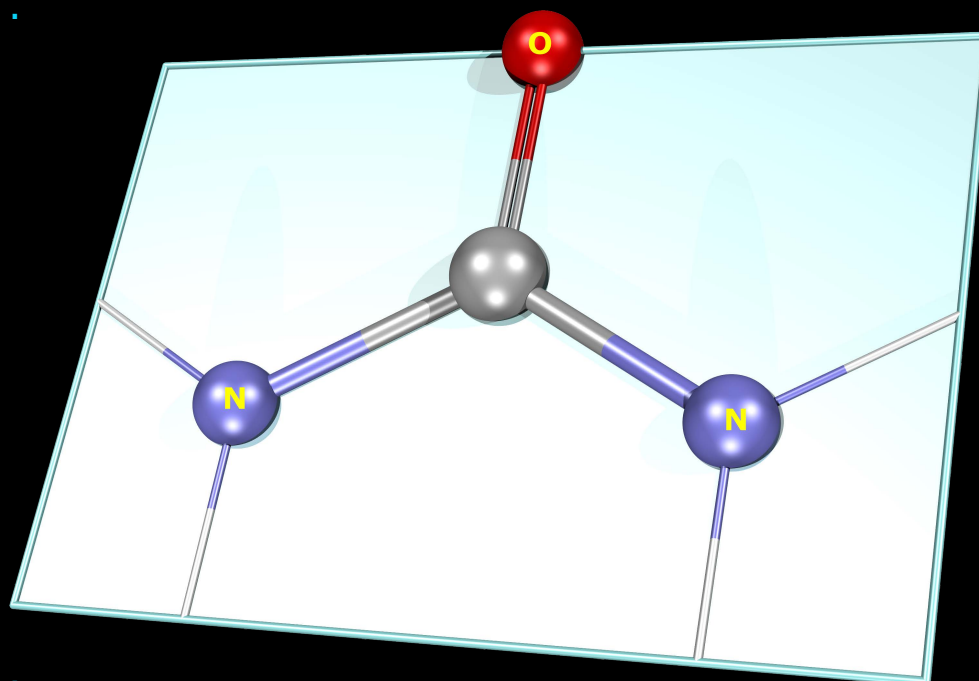
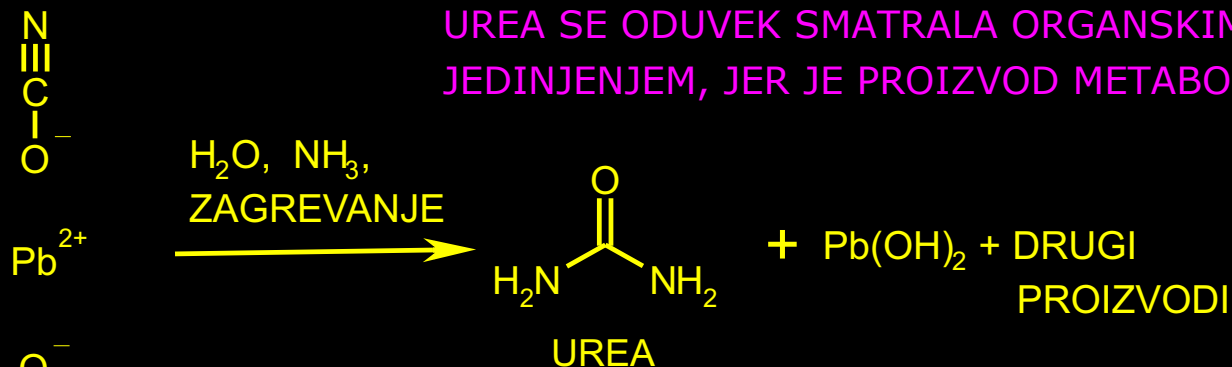
TAKOĐE I MNOGI DRUGI POSTUPCI, NPR. INDUSTRIJSKA SINTEZA METANOLA, SIRČETNE KISELINE ITD. -DO XIX VEKA VEROVALO SE DA ORGANSKA JEDINJENJA MOGU POSTATI SAMO UNUTAR ŽIVOG ORGANIZMA-ODATLE I NAZIV "ORGANSKA". OVAKVO GLEDIŠTE ČESTO SE OZNAČAVALO KAO *VITALISTIČKA TEORIJA*.

HEMIJA UGLJENIKOVIH JEDINJENJA - SINTEZA "ORGANSKIH" JEDINJENJA UGLJENIKA IZ "NEORGANSKIH" PREKURSORA

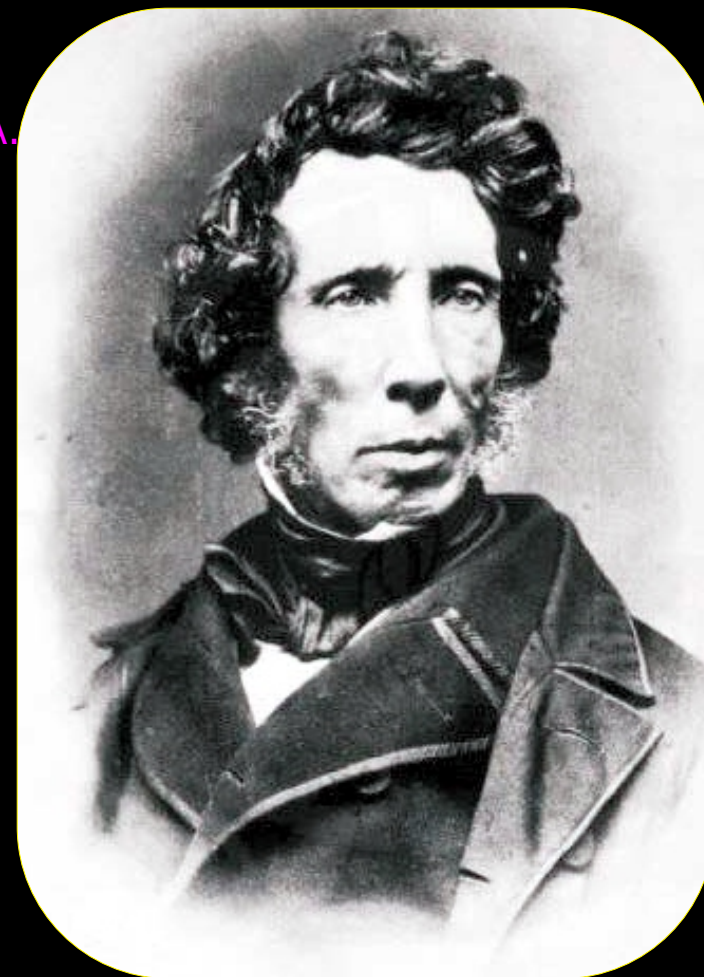


PRVI ISTRAŽIVAČ KOJI JE EKSPERIMENTALNO DEMANTOVAO VITALISTIČKU TEORIJU (VEROVATNO SLUČAJNIM EKSPERIMENTOM) BIO JE NEMAČKI HEMIČAR F. VELER (Friedrich Wohler), 1828.

UREA SE ODUVEK SMATRALA ORGANSKIM JEDINJENJEM, JER JE PROIZVOD METABOLIZMA.



AKTIVNI 3D
MODEL KOJI
PREDSTAVLJA
GEOMETRIJU
UREE



31. VII 1800, Escherheim; Nemačka -
- 23. IX 1882, Göttingen; Nemačka

POSTAJANJE ORGANSKIH MOLEKULA PRIRODNIM PROCESIMA



NA POVIŠENIM TEMPERATURAMA I PRITISCIMA, POSEBNO U SLUČAJU VULKANSKE AKTIVNOSTI, SMESE JEDNOSTAVNIH MOLEKULA, KAO UGLJEN MONOKSID, VODONIK, VODA, AMONIЈAK, VODONIK SULFID I DR., MOGU DA REAGUJU I GRADE JEDNOSTAVNIJE ORGANSKE MOLEKULE. TAKO JE METAN TIPIČAN PROIZVOD VULKANSKE AKTIVNOSTI, IAKO JE NA ZEMLJI PRETEŽNO BIOGENOG POREKLA.

U RANIM GEOLOŠKIM FAZAMA RAZVOJA ZEMLJE, PRE OKO 4 MILIJARDE GODINA, SMATRA SE DA SU USLOVI BILI RADIKALNO RAZLIČITI OD SADAŠNJIH (UMETNIČKI PRIKAZ NA SLEDEĆOJ STRANI).

UZ VRLO MALO KISEONIKA U ATMOSFERI, INTENZIVAN VULKALINAZAM, ELEKTRIČNA PRAŽNENJA I UV ZRAČENJE (BEZ ZAŠTITNOG OZONSKOG SLOJA), SMATRA SE DA SU JEDNOSTAVNI MOLEKULI (POMENUTI UGLJEN MONOKSID, VODONIK, VODA, AMONIЈAK, VODONIK SULFID I DR.) MEĐUSOBNO REAGOVALI TOKOM STOTINA MILIONA GODINA, FORMIRAJUĆI SVE

SLOŽENIJE SMESE ORGANSKIH MOLEKULA. OVAKVE SMESE SU SE AKUMULIRALE I KONCENTROVALE, UZ DALJE USLOŽNJAVANJE STRUKTURE, POSEBNO U PRVOBITNIM MORIMA I JEZERIMA. TAKO SU SE FORMIRALE KONCENTROVANE SMESE SLOŽENIH ORGANSKIH MOLEKULA, KOJE SU NA KRAJU POSLUŽILI KAO SUPSTRAT ZA FORMIRANJE PRVIH, NAJJEDNOSTAVNIJIH OBLIKA ŽIVOTA.

CELOKUPAN PROCES KOJI JE PRETHODIO POSTANKU PRVIH FORMI ŽIVOTA, DAKLE USLOŽNJAVANJE STRUKTURE ORGANSKIH MOLEKULA HEMIJSKIM REAKCIJAMA, OZNAČAVA SE KAO PREBIOTIČKA EVOLUCIJA.

PREBIOTIČKA EVOLUCIJA PRVI PUT JE EKSPERIMENTALNO SIMULIRANA PEDESETIH GODINA DVADESETOG VEKA (U OKVIRU MILLER-UREY-eviH EKSPERIMENATA).

MEĐUTIM, SPONTANO FORMIRANJE ŽIVIH FORMI, DALEKO KOMPLEKSNIJI PROCES, ZA SADA SE JOŠ UVEK NEMOŽE POSTIĆI EKSPERIMENTALNO.

**POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA:
SPONTANIM FORMIRANJEM IZ JEDNOSTAVNIH MOLEKULA**

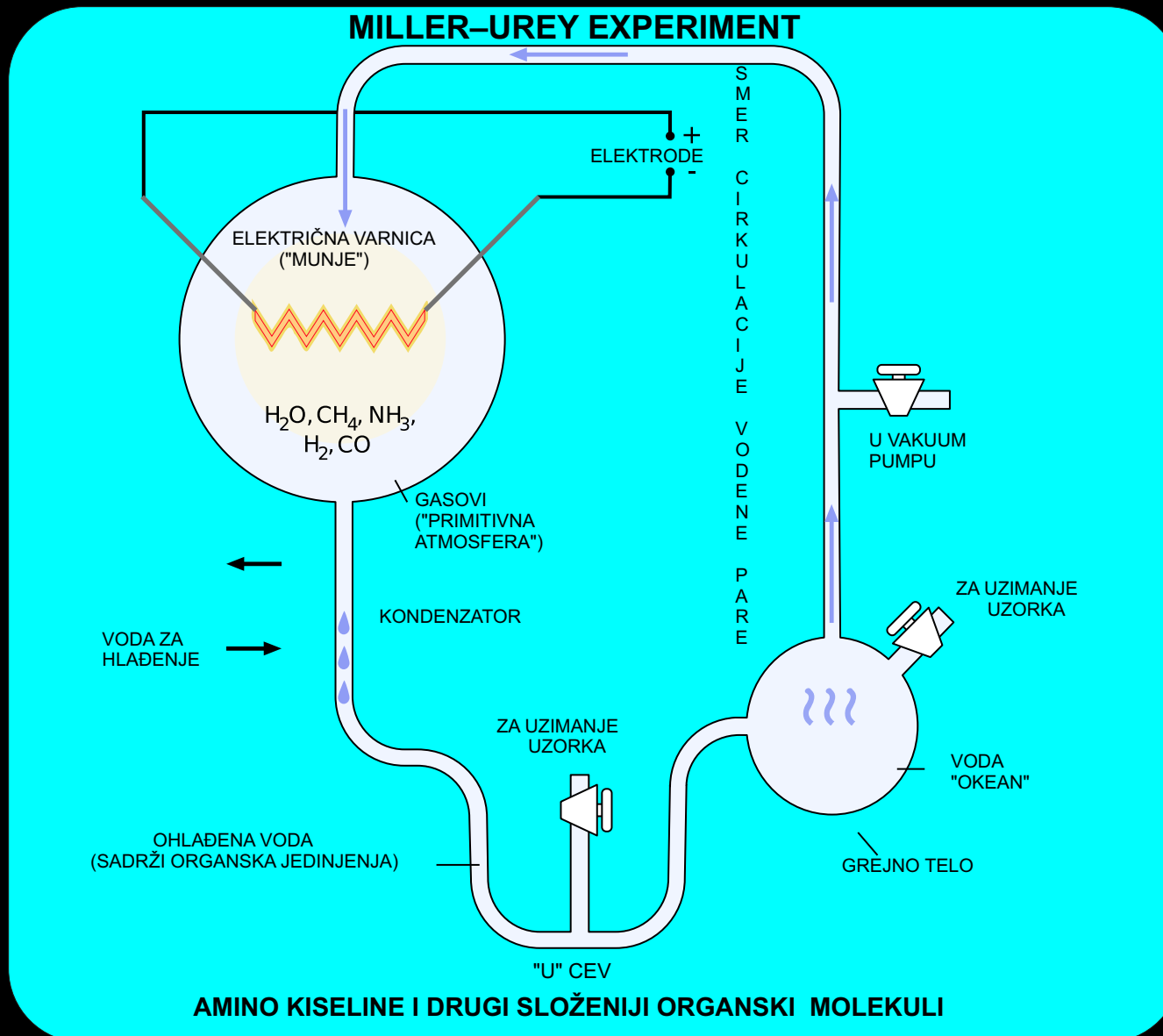


UMETNIČKI PRIKAZ ZEMLJE PRE ~4 MILIJARDE GODINA, PRE NASTANKA ŽIVOTA. POD USLOVIMA KOJI SU TADA VLADALI, - INTENZIVNI VULKANIZAM, ELEKTRIČNA PRAŽNJENJA, UV ZRAČENJE, VISOKE TEMPERATURE VODE, MALO KISEONIKA U ATMOSFERI - ODVIJALA SE INTENZIVNA HEMIJSKA (PREBIOTIČKA) EVOLUVIJA. POSTAJALE SE SVE SLOŽENIJE I SVE KONCENTROVANIJJE SMESE ORGANSKIH MOLEKULA, KAO PREDUSLOV ZA NASTANAK NAJRANIJIH FORMI ŽIVOTA.

POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: SPONTANIM FORMIRANJEM IZ JEDNOSTAVNIH NEORGANSKIH MOLEKULA



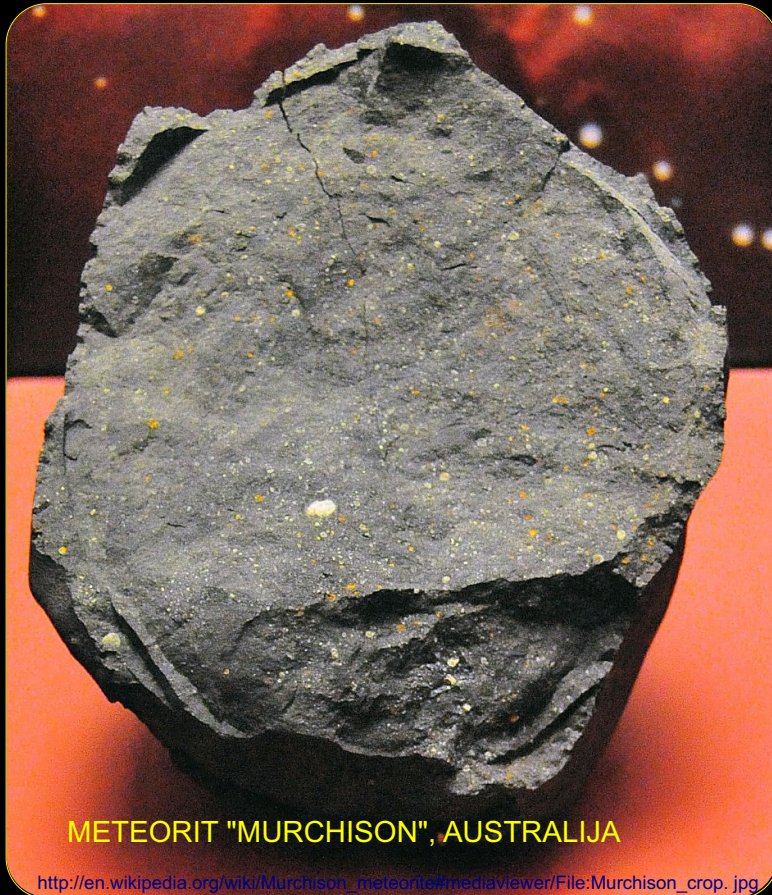
MILLER-UREY-EKSPERIMENT: LABORATORIJSKA SIMULACIJA PREBIOTIČKE EVOLUCIJE U APARATURI KRUŽNOG CIKLUSA.



U VREME IZVOĐENJA (~1953), EKSPERIMENT JE BIO ZNAČAJAN DOPRINOS I DOKAZAO JE DA JEDNOSTAVNI MOLEKULI LAKO MOGU DA STVORE KOMPLEKSNE SMESE ORGANSKIH MOLEKULA, UKLJUČUJUĆI I AMINO-KISELINE I MNOGA HETEROCIKLIČNA JEDINJENJA. TAKVA JEDINJENJA PREDSTAVLJAJU BITNE KONSTITUENTE SVAKE ŽIVE ĆELIJE.

U NOVIJE VREME, OVAKVI EKSPERIMENTI SE MOGU IZVODITI RUTINSKI, A DETEKCIJA POSTALIH PROIZVODA JE JEDNOSTAVNA, JER POSTOJE NAPREDNE INSTRUMENTALNE METODE, KAO ŠTO JE KOMBINOVANA TEČNA HROMATOGRAFIJA I MASENA SPEKTROMetrija, KAO I DRUGE.

POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: SPONTANIM FORMIRANJEM IZ JEDNOSTAVNIH NEORGANSKIH MOLEKULA - ORGANSKI MOLEKULI IZ METEORITA



METEORIT "MURCHISON", AUSTRALIJA

http://en.wikipedia.org/wiki/Murchison_meteorite#/media/File:Murchison_crop.jpg



ČESTICE IZOLOVANE IZ ISTOG METEORITA

ORGANSKA JEDINJENA IZOLOVANA IZ ISTOG METEORITA

ORGANSKI MOLEKULI, UKLJUČUJUČI AMINO KISELINE KAO I PURINSKE I PIRIMIDINESKE HETEROCIKLE, SU ŠIROKO RASPROSTRANJENI U SOLARNOM SISTEMU, ŠTO JE DETEKTOVANO U BROJNIM METEORITIMA. DAKLE, I VAN ZEMMLJE SU POSTOJALI USLOVI ZA FORMIRANJE SLOŽENIJIH ORGANSKIH MOLEKULA. MOŽE SE PREDPOSTAVITI DA SU OVAKVA JEDINJENA PRISUTNA I ŠIRE, U NAŠOJ KAO I DRUGIM GALAKSIJAMA.

KLASA JEDINJENA KONCENTRACIJA (ppm)

AMINO KISELINE	17-60
ALIFATIČNI UGLJOVODONICI	>35
AROMATIČNI UGLJOVODONICI	3319
FULERENI	>100
KARBOKSILNE KISELINE	>300
PURINI I PIRIMIDINI	1.3
ALKOHOLI	11
SULFONSKE KISELINE	68
FOSFONSKE KISELINE	2

POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU



U ŽIVIM ORGANIZMIMA POSTAJU IZUZETNO SLOŽENA I RAZNOVRNA ORGANSKA JEDINJENJA.

BIOSINTETSKI PROCESI SU, NAJČEŠĆE, IZUZETNO SPECIFIČNI.

METABOLIČKI ZNAČAJNA JEDINJENJA POSTAJU U ŽIVOJ ĆELIJI U KVANTITATIVNIM PRINOSIMA (NEMA SPOREDNIH REAKCIJA), IMAJU POTPUNO DEFINISANU STRUKTURU, STEREO-HEMIJU I HIRALNOST (OPTIČKU AKTIVNOST).

TAKO VISOKA SPECIFIČNOST POSLEDICA JE ENZIMATSKI KATALIZOVANIH REAKCIJA KAO I DRUGIH USLOVA KOJI POSTOJE U ŽIVOJ ĆELIJI.

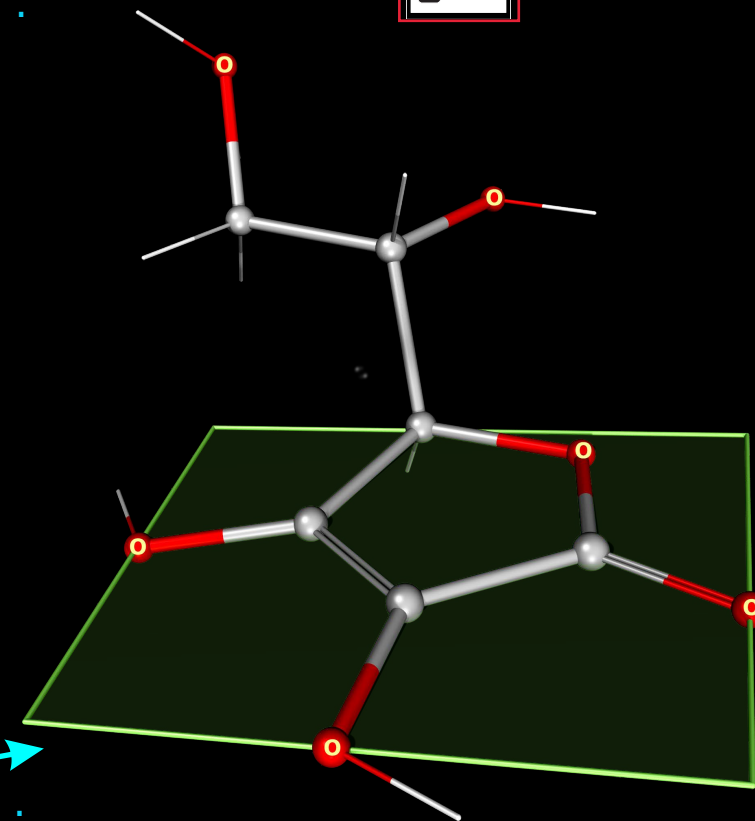
VELIKA VEĆINA JEDINJENJA BIOGENOG POREKLA MOŽE SE DOBITI, U NOVIJE VREME, I SINTETIČKIM PUTEM, LABORATORISKI I, U NEKIM SLUČAJEVIMA, INDUSTRIJSKI.

MEĐUTIM, I PORED VELIKOG NAPRETKA SINTETIČKE ORGANSKE HEMIJE, LABORATORIJSKE SINTEZE SU, NAJČEŠĆE, DALEKO MANJE SELEKTIVNE OD BIOLOŠKIH SINTEZA
(in vivo)

POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU



PRIMER: ASKORBINSKA KISELINA - VITAMIN C



ASKORBINSKA KISELINA - VITAMIN C

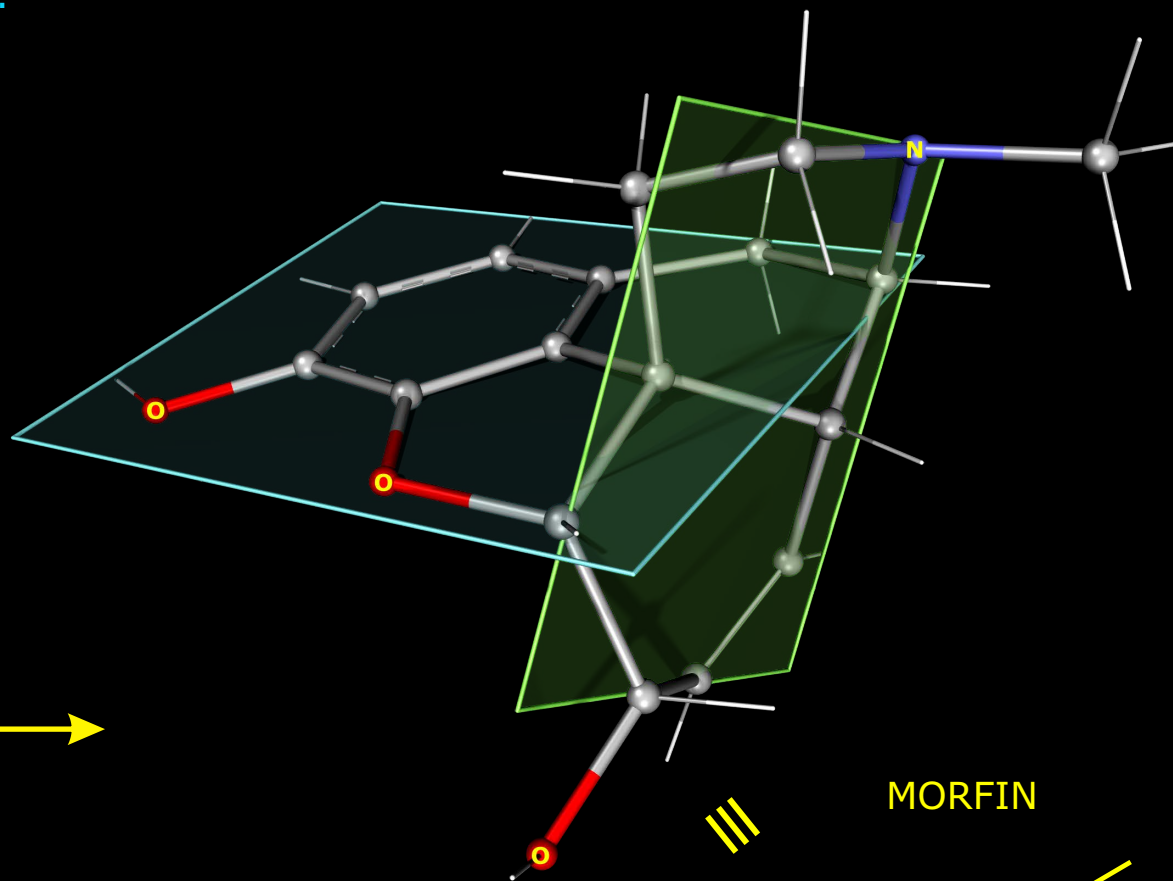
RAZLIČITO VOĆE I DRUGE BILJKE KOJE BIOSINTETIZUJU VITAMIN C (ORGANIZMI VIŠIH ŽIVOTINJA I LJUDI GA NE MOGU SINTETIZOVATI, STOGA SE MORA UNOSITI ODGOVARAJUĆOM ISHRANOM).



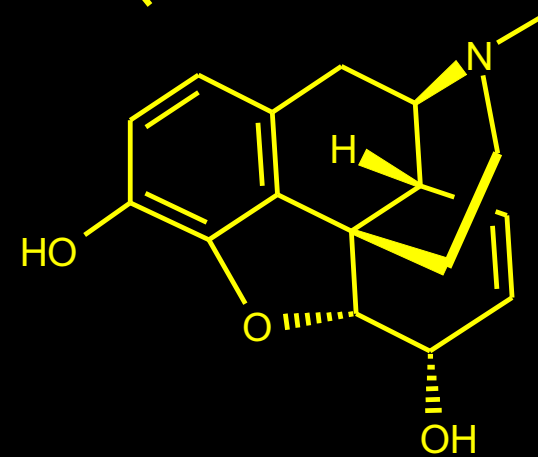
POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU



PRIMER: MORFIN



MORFIN



NEZRELA ZAREZANA ČAURA MAKA IZ KOJE
CURI BELIČASTA SMOLA - OPIJUM

POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU

PRIMER: PENICILIN



KULTURA BAKTERIJA *Staphylococcus*

KULTURA GLJIVICA *Penicillium* (LUČI PENICILIN)

REGION GDE IZLUČENI PENICILIN INHIBIRA RAST BAKTERIJA

PENICILIN G

KULTURA GLJIVICE *Penicillium* I KULTURA BAKTERIJE *Staphylococcus* KOJE RASTU ZAJEDNO NA HRANLJIVOJ PODLOZI U LABORATORIJSKIM USLOVIMA

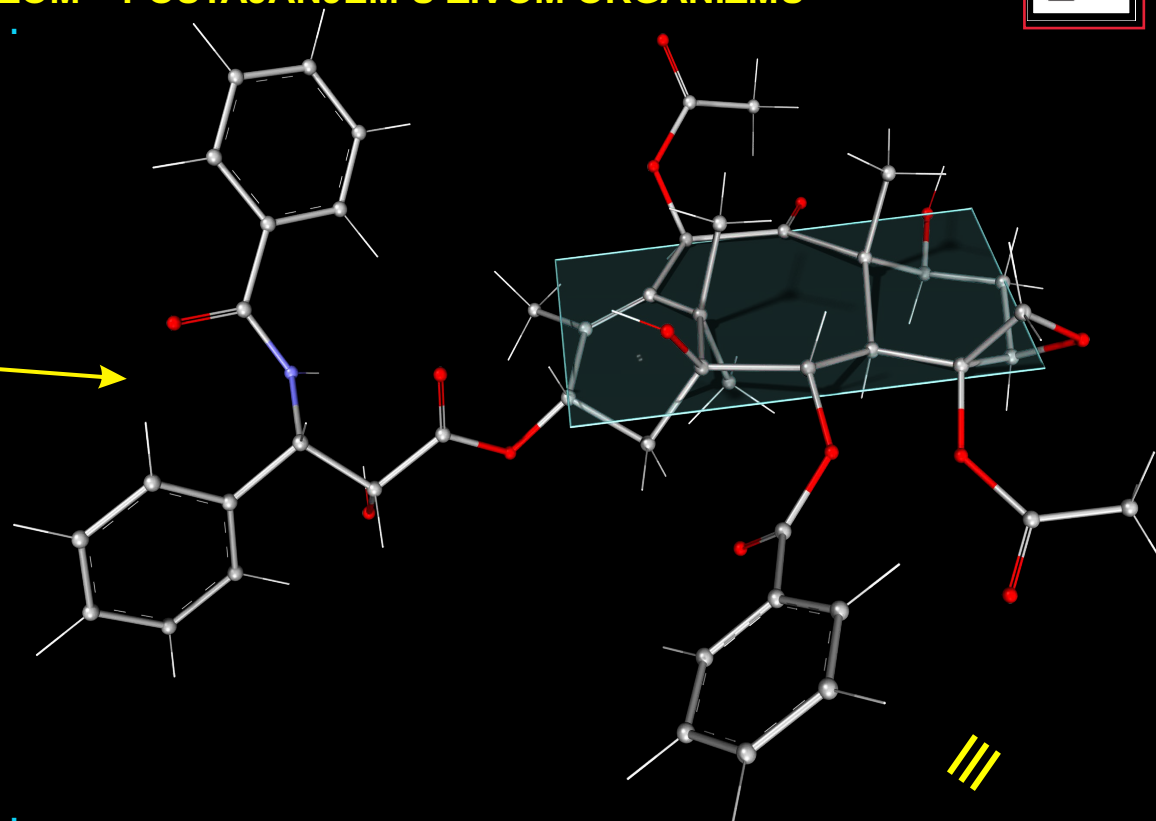
CC1(C)SC2=C(NC(=O)CC3=CC=CC=C3)N2C(=O)N1C(=O)O

POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU

PRIMER: PACLITAXEL (TAXOL)



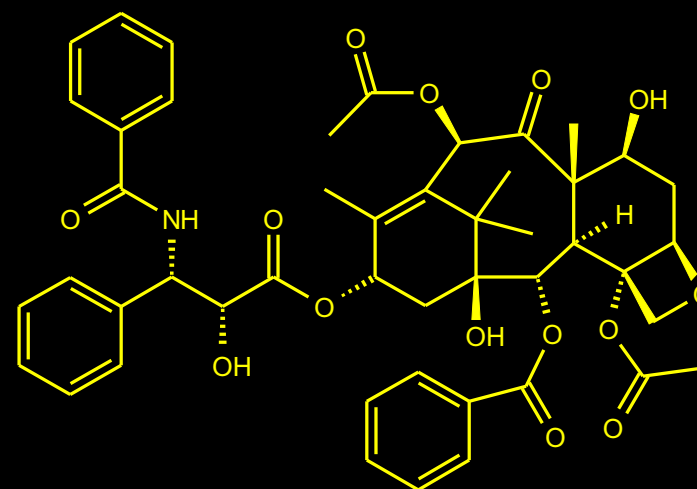
KORA DRVETA TISE (I DRUGE BILJKE)



PACLITAXEL (TAXOL)



ZNAČAJAN CITOSTATIK NOVIJE GENERACIJE



POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU

PRIMER: AFLATOKSINI (VISOKO TOKSIČNI I KANCEROGENI FUNGALNI METABOLITI)



1.



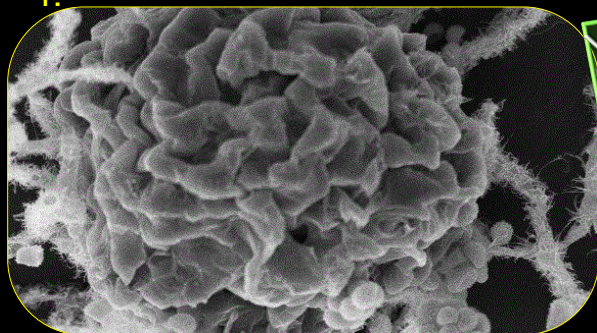
KLIP KUKURUZA ZARAŽEN GLJIVICOM KOJA PROIZVODI SMESE RAZLIČITIH AFLATOKSINA

2.

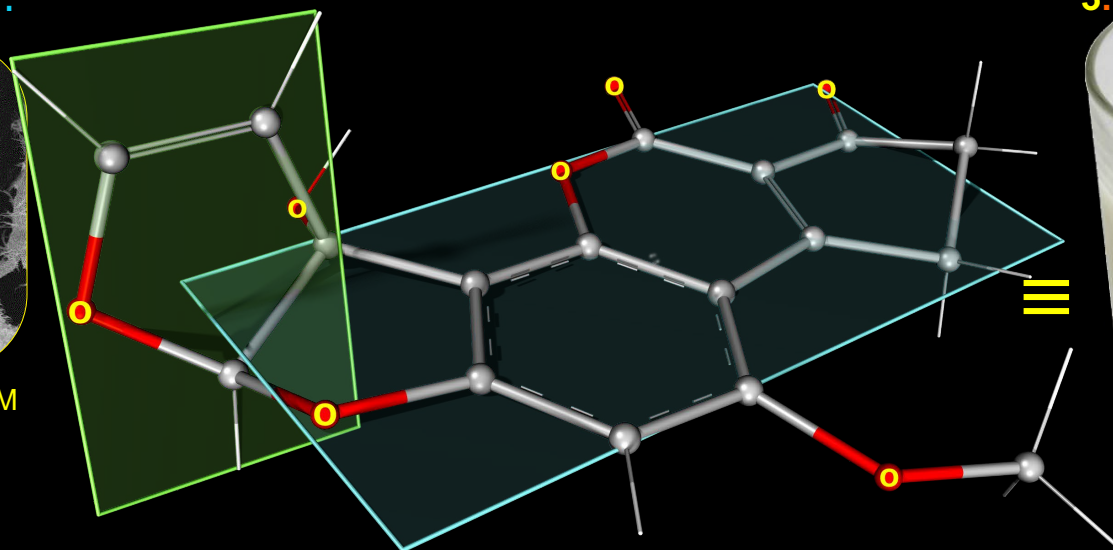


STOČNA HRANA - RAZNI AFLATOKSINI

4.

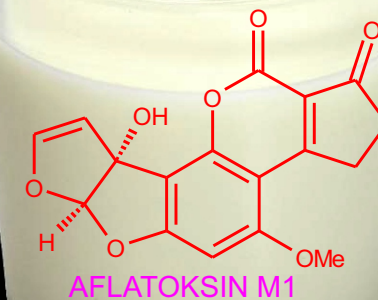
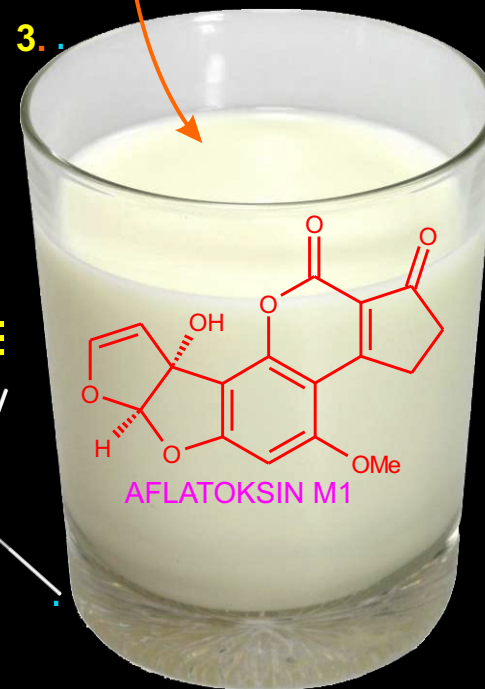


IZGLED GLJIVICA POD SKENIRAJUĆIM ELEKTRONSKIM MIKROSKOPOM



AFLATOKSIN M1

3.



ORGANSKI MOLEKULI ČINE I IZUZETNO SLOŽENE BIO-POLIMERE, PROTEINE I NUKLEINSKE KISELINE.

OVE KLASE ORGANSKIH JEDINJENJA PREDSTAVLJAJU FUNDAMENTALNE JEDINICE BILO KOG OBLIKA ŽIVOTA NA ZEMLJI: OD NAJJEDNOSTAVNIJIH (KAO PLAVO-ZELENE ALGE) DO NAJSLOŽENIJIH, KAO ŠTO SU KIČMENJACI, SISARI I LJUDI.

PROTEINI ČINE OSNOVNE I NEZAMENLJIVE GRADIVNE I FUNKCIONALNE ELEMENTE SVAKE POSTOJEĆE ŽIVE ĆELIJE, UKLJUČUJUĆI DELOVE ĆELIJSKOG ZIDA, ORGANELE, ENZIME, RECEPTORE, ANTITELA....

PROTEINI SU TAKOĐE FUNDAMENTALNI KONSTITUENTI I VIRUSNIH OMOTAČA (KAPSULA), IAKO VIRUSI NEMAJU ĆELIJSKU STRUKTURU NI

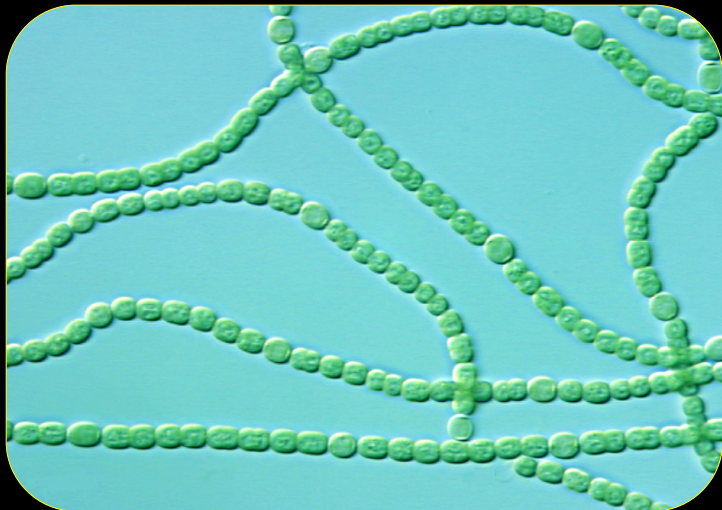
METABOLIZAM.



NUKLEINSKE KISELINE , DNK I RNK, SU PRE SVEGA INFORMACIONI BIO-POLIMERI, KOJI OMOGUĆUJU REPRODUKCIJU, RAZVOJ I ORGANIZACIJU BILO KOG ORGANIZMA, OD JEDNOĆELIJSKIH DO NASLOŽENIJIH. ISTU ULOGU IMAJU I KOD VIRUSA, SEM ŠTO SE VIRUSI REPLIKUJU INFICIRANJEM ĆELIJE DOMAĆINA I NJENIM REPROGRAMIRANJEM, TAKO DA SINTETIZUJU VIRUSNE ČESTICE, UMEŠTO NORMALNE METABOLITE. (PROCES DOVODI DO SMRTI ĆELIJE I OBOLJEVANJA VEŠEĆELIJSKOG ORGANIZMA.)

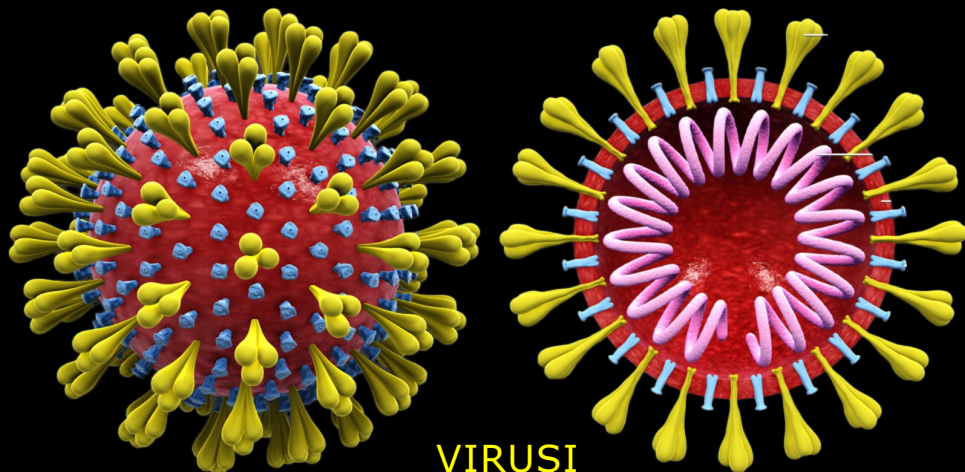
STOGA SE MOŽE TVRDITI DA JE CELOKUPAN ŽIVOT NA ZEMLJI JEDINSTVEN, JER DELI NE SAMO MALE BIO-MOLEKULE, KAO AMINO-KISELINE, VEĆ I SLOŽENE BIO-POLIMERE, PROTEINE I NUKLEINSKE KISELINE.

POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU ILUSTRACIJA HEMIJSKE JEDINSTVENOSTI ŽIVOTA NA ZEMLJI: SVE ŽIVE ĆELIJE I VIRUSI, DELE SUŠTINSKI ISTE MOLEKULE, UKLJUČUJUĆI MALE MOLEKULE, KAO AMINO KISELINE, ŠEĆERE, LIPIDE, RAZLIČTE HETEROCIKLE A TAKOĐE I BIO-MAKROMOLEKULE, PRE SVEGA NUKLEINSKE KISELINE I PROTEINE.

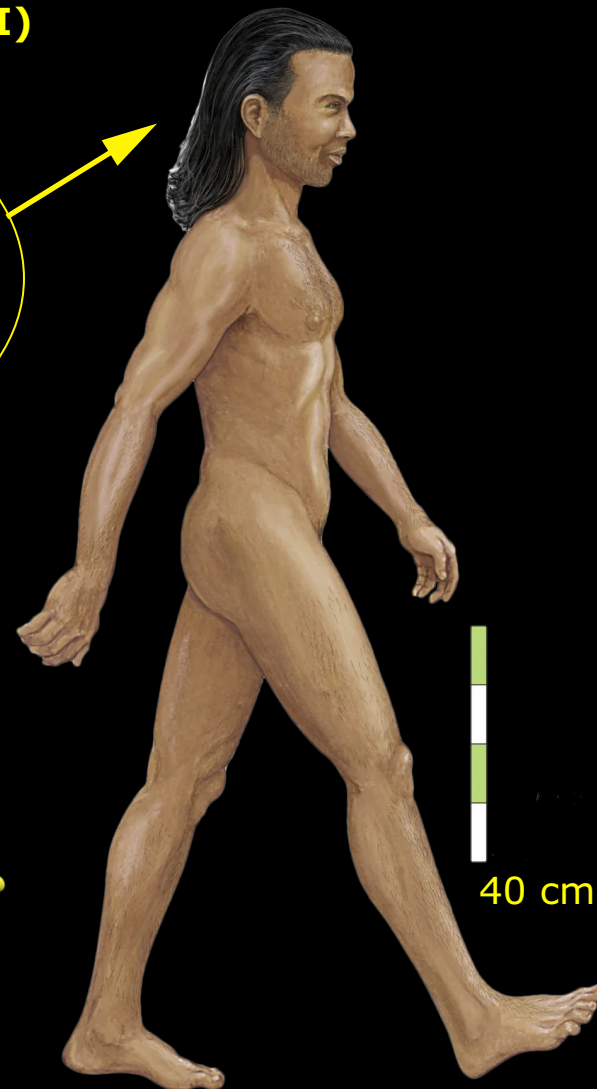


PLAVO-ZELENE ALGE SE SMATRAJU NAJJEDNOSTAVNIJIM ŽIVIM ORGANIZMIMA KOJI DANAS POSTOJE

(JEDINSTVO ŽIVOTA NA ZEMLJI)



VIRUSI

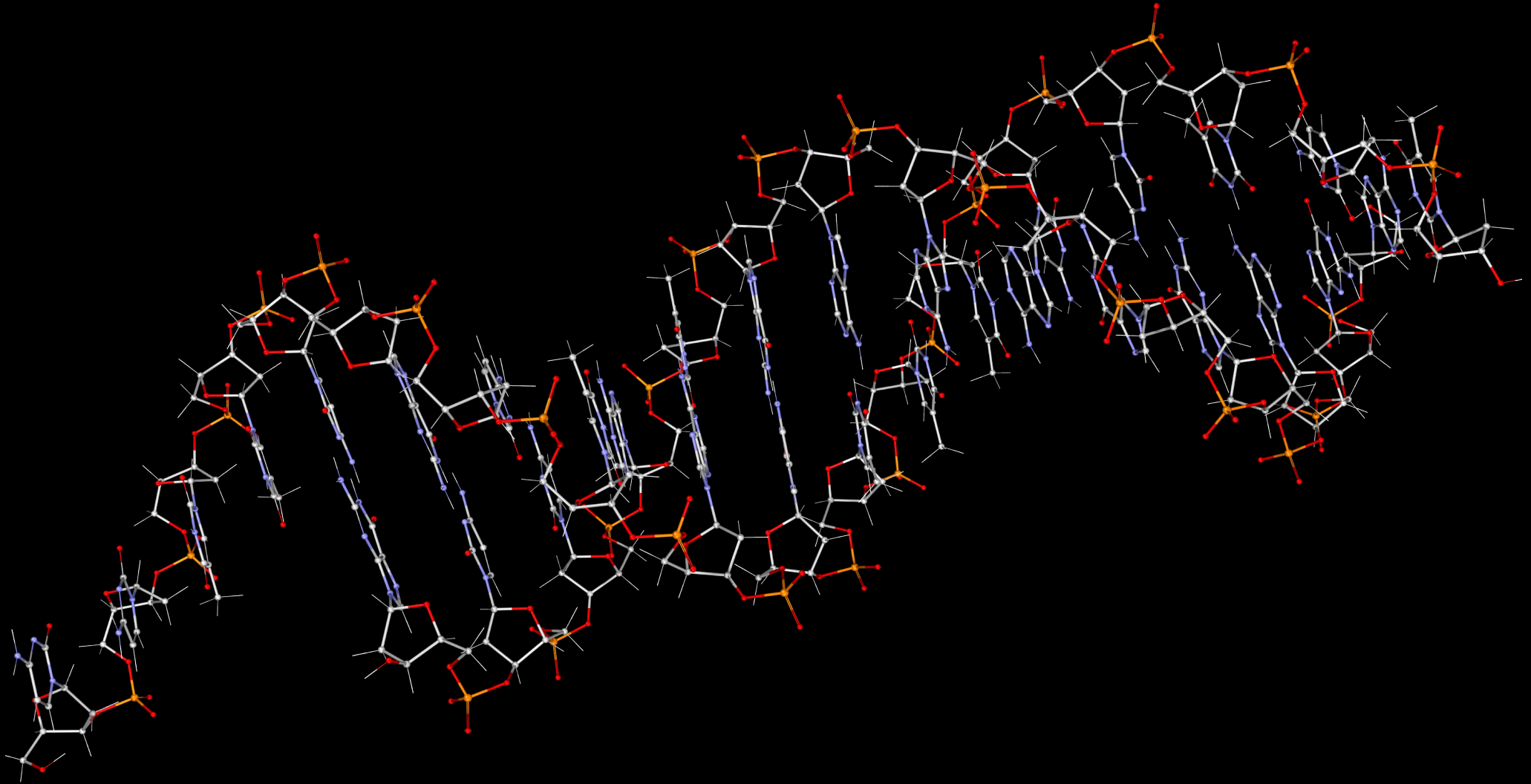


Homo sapiens

POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU



PRIMER: NUKLEINSKE KISELINE (NASTAVAK): SEGMENT NUKLEINSKE KISELINE, DNA (DNK),
PRIKAZANI SU SVI ATOMI U MOLEKULU. UOČAVA SE STRUKTURA DVOSTRUKE SPIRALE (tj. HELIKSA).



POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU

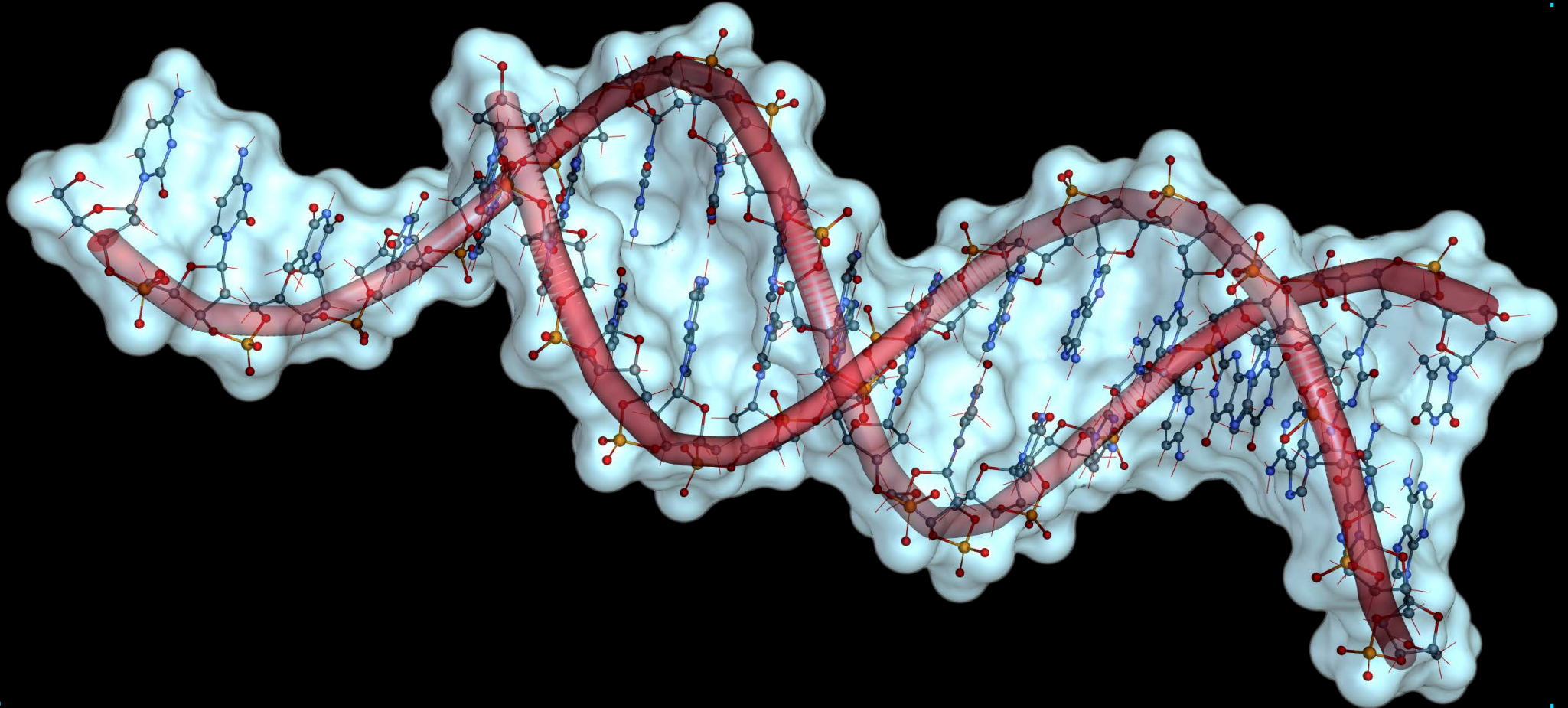


PRIMER: NUKLEINSKE KISELINE (NASTAVAK):

ISTI SEGMENT NUKLEINSKE KISELINE, DNA (DNK), PRIKAZ SA ZAPREMINOM MOLEKULA (SVETLO-PLAVA SFERA) I ATOMIMA. DVA SPIRALNO UVIJENA, CRVENA CILINDRA, SHEMATSKI PRIKAZUJU DVA LANCA DNA, KOJI SU MEĐUSOBNO SPOJENI VODONIČNIM

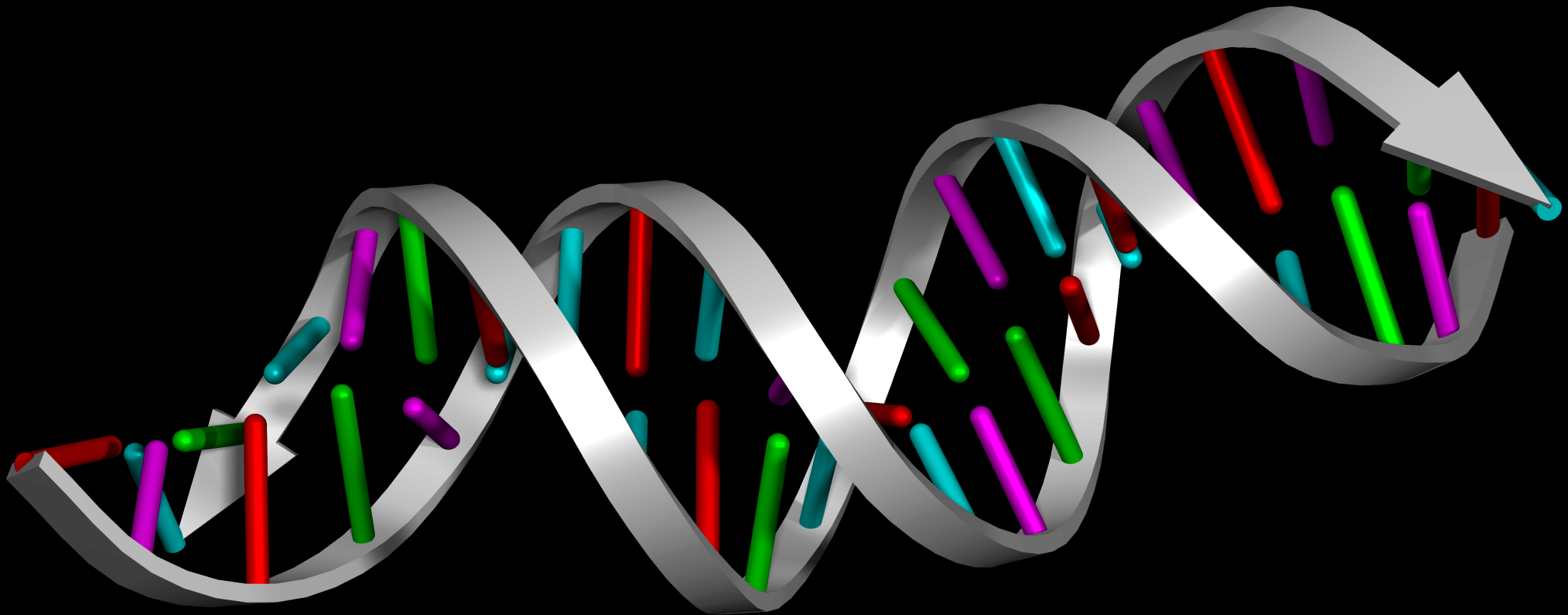
VEZAMA IZMEĐU PURINSKIH I PIRIMIDINSKIH BAZA.

STRUKTURA JE POZNATA KAO DVOSTRUKI HELIKS I PREDSTAVLJA TIPČNU STRUKTURU MOLEKULA DNA.

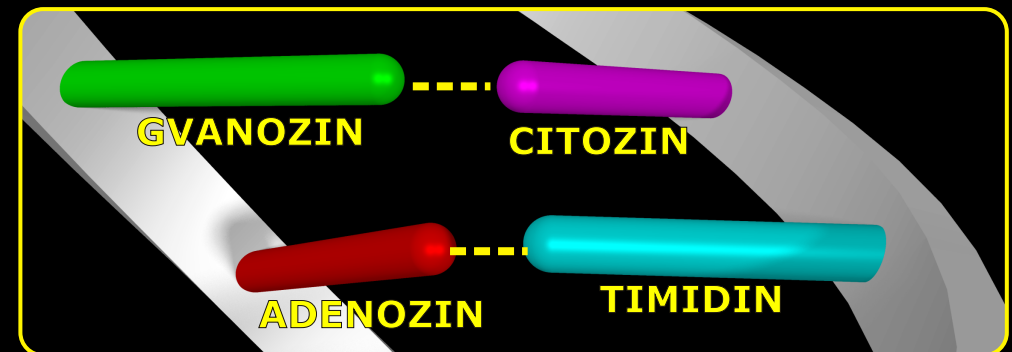




DEO DVOSTRUKOG HELIKSA MOLEKULA DNKA (DNA) - JEDAN OD SHEMATSKIH PRIKAZA

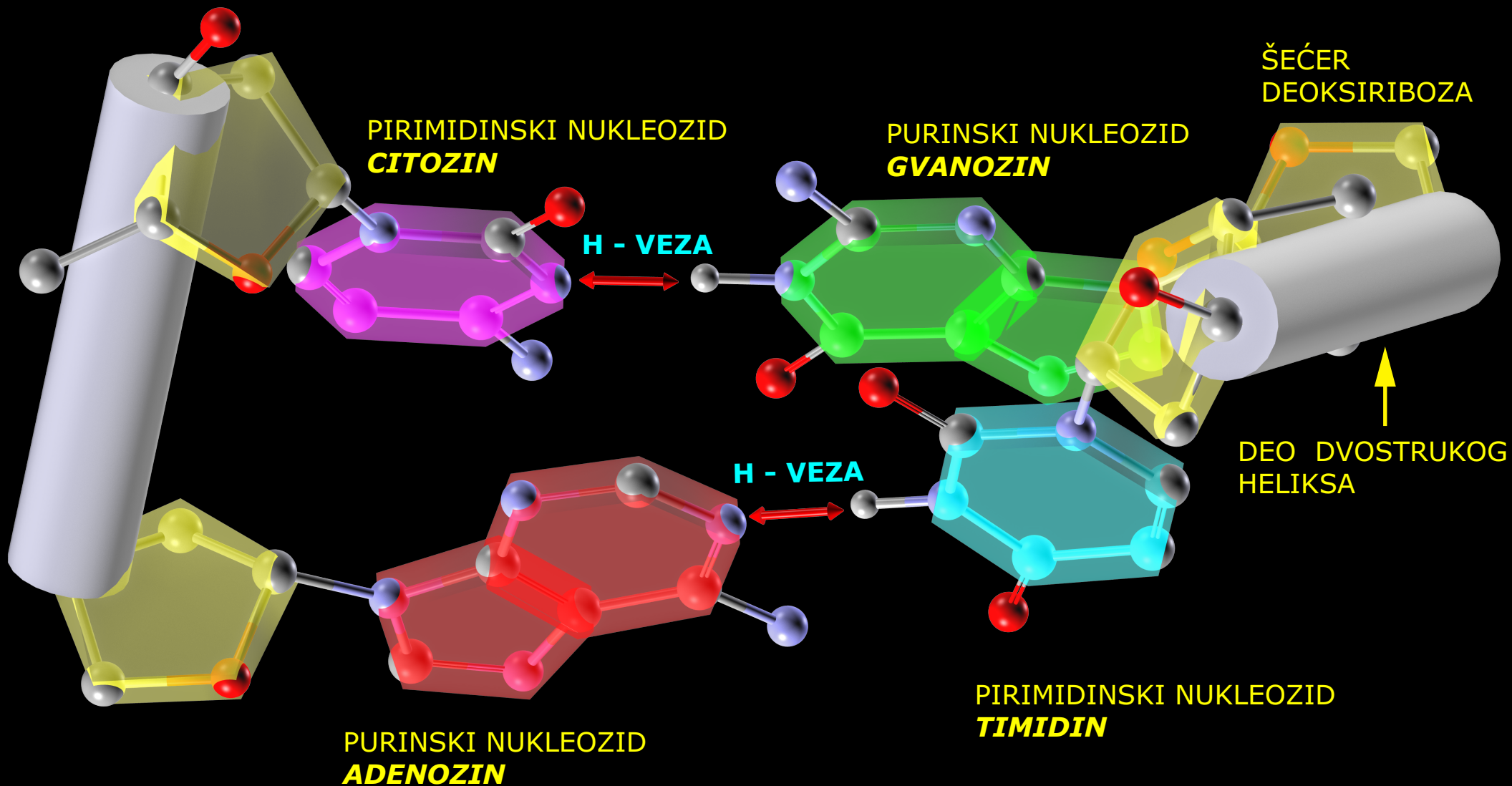


SPARENE PURINSKE I
PIRIMIDINSKE BAZE UNUTAR
DVOSTRUKE SPIRALE



DEO DVOSTRUKOG HELIKSA MOLEKULA DNA -SHEMATSKI PRIKAZ PIRIMIDINSKIH I PURINSKIH NUKLEOZIDA, MEĐUSOBNO SPOJENIH VODONIČNIM VEZAMA (CITOZIN- GVANOZIN I ADENOZIN - TIMIDIN).

UVEĆAN PRIKAZ KOJI POKUJE SPARENE BAZE



POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU

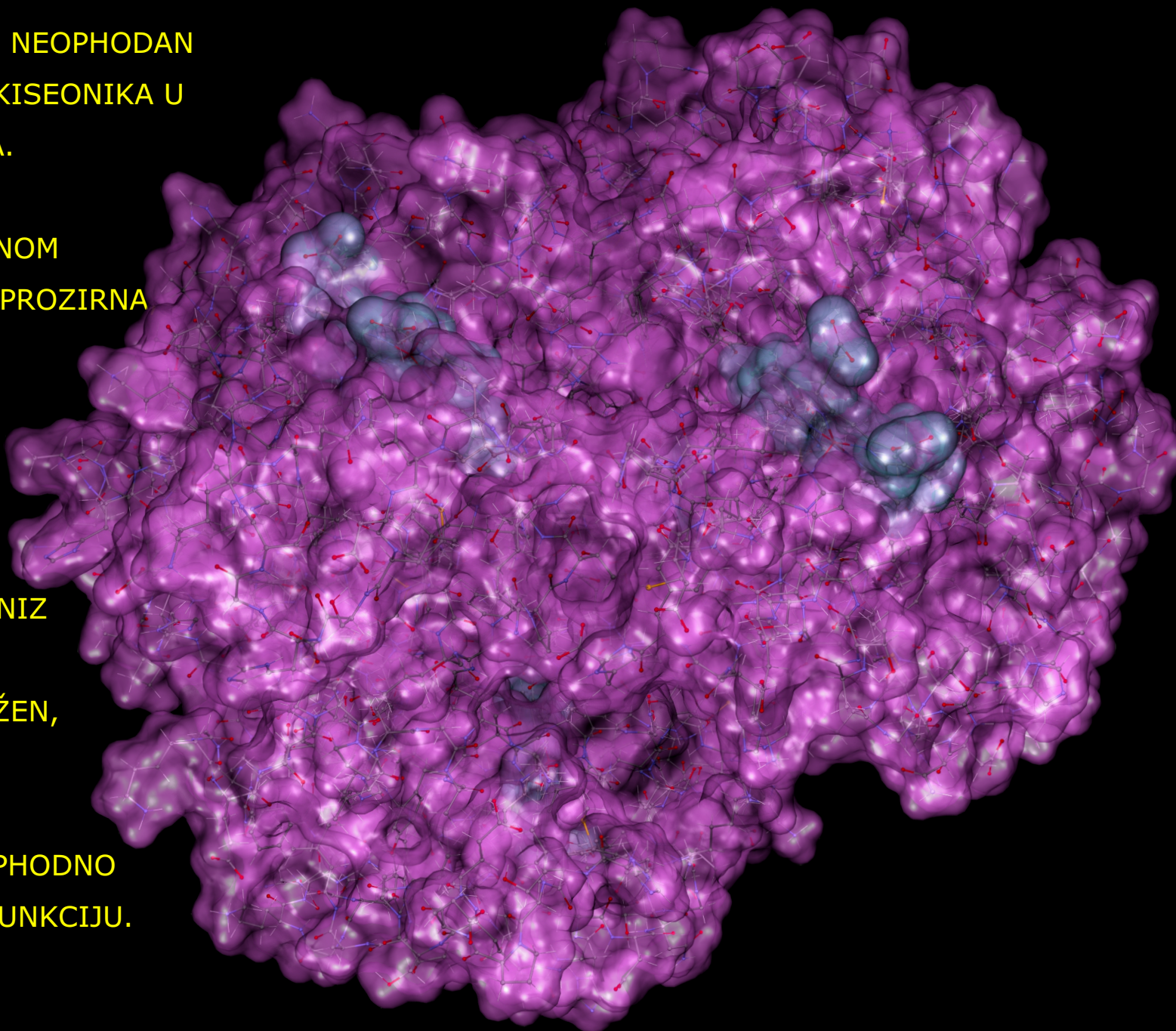


PRIMER: PROTEINI (HEMOGLOBIN):

MOLEKUL HEMOGLOBINA: NEOPHODAN ZA VEZIVANJE I PRENOS KISEONIKA U ORGANIZMIMA ŽIVOTINJA.

PRIKAZ SA ZAPREMINOM CELOG MOLEKULA (POLU-PROZIRNA LJUBIČASTA POVRŠINA), MOLEKULA HEMA (POLU-PROZIRNA, SVETLO PLAVA POVRŠINA), KAO I SA SVIM ATOMIMA KOJI ČINE AMINO-KISELINSKI NIZ MOLEKULA.

IAKO JE VEOMA SLOŽEN, MOLEKUL IMA TAČNO DEFINISANU 2D I 3D STRUKTURU, ŠTO JE NEOPHODNO ZA NJEGOVU BIOLOŠKU FUNKCIJU.

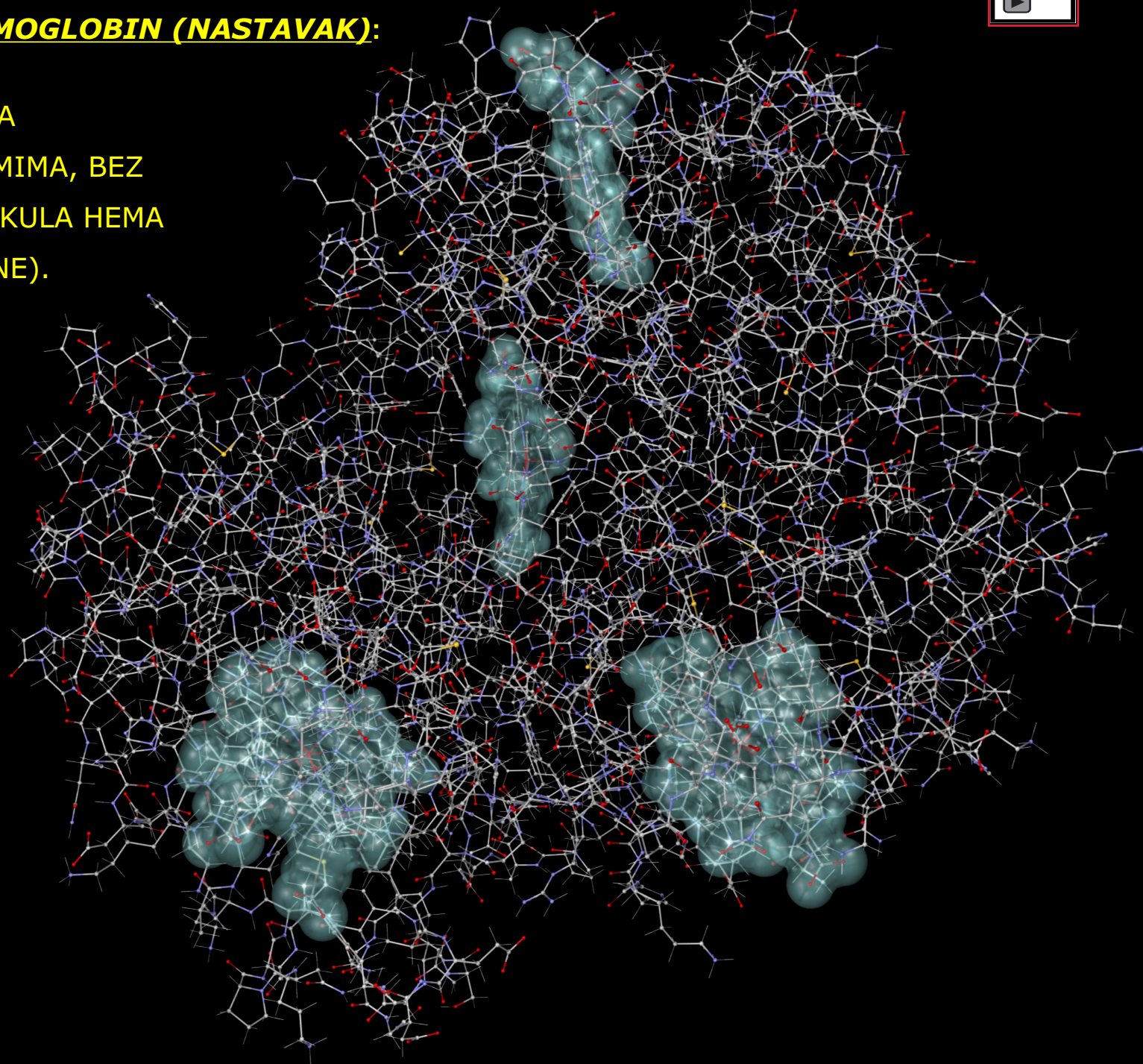


POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU



PRIMER: PROTEIN HEMOGLOBIN (NASTAVAK):

MOLEKUL HEMOGLOBINA
PRIKAZAN SA SVIM ATOMIMA, BEZ
ZAPREMINE, OSIM MOLEKULA HEMA
(SVETLO-PLAVE POVRŠINE).

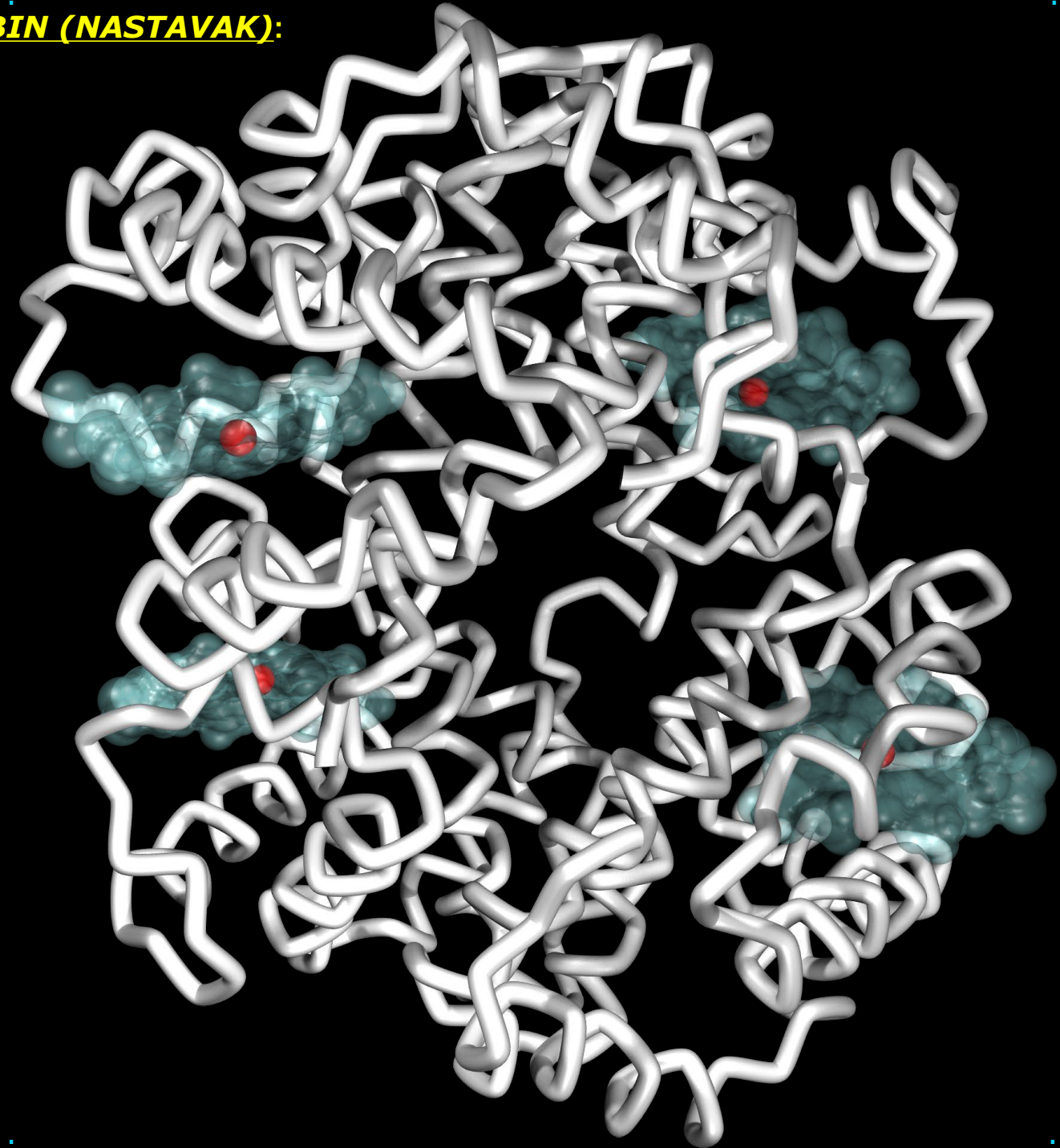


POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU



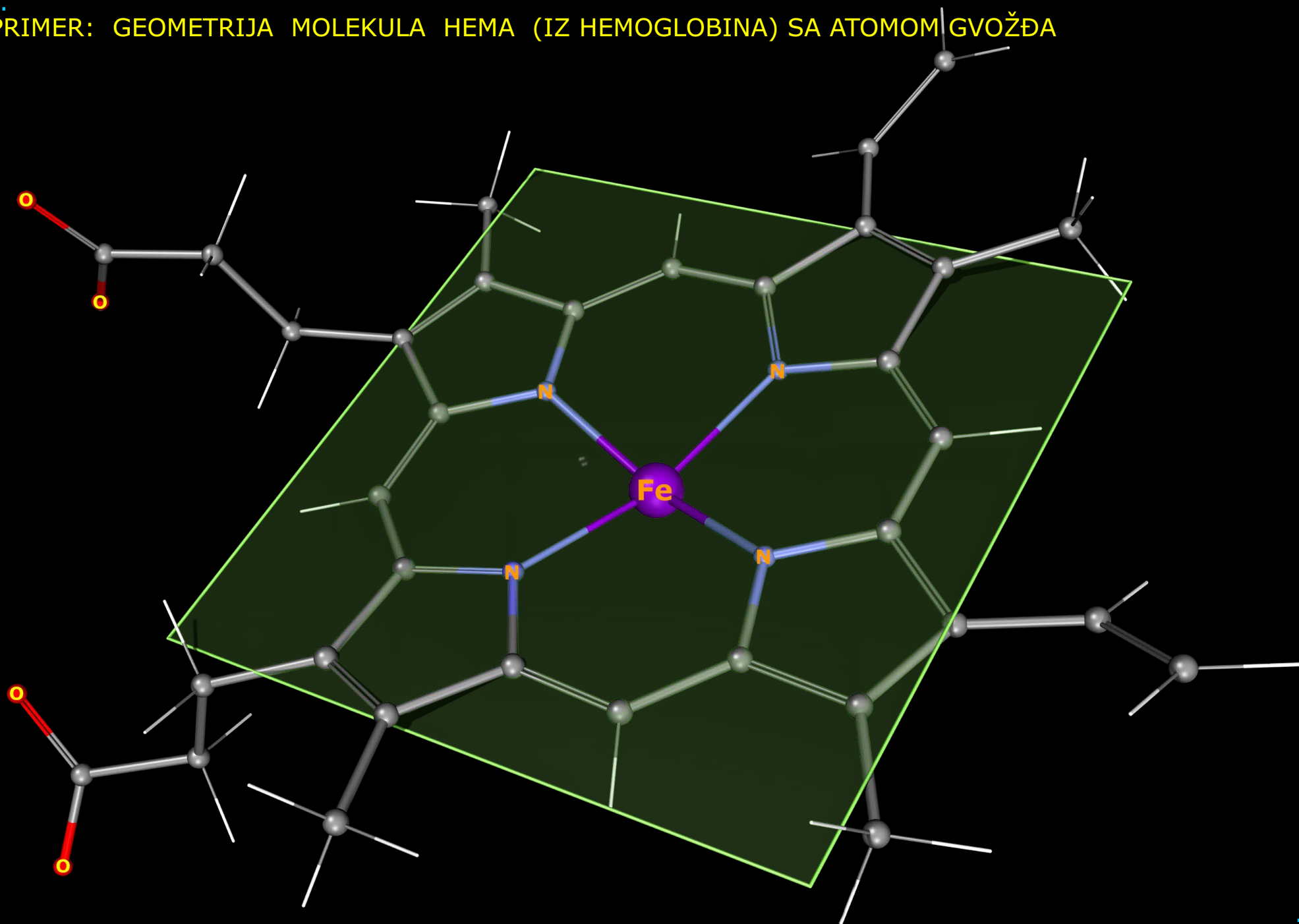
PRIMER: PROTEIN HEMOGLOBIN (NASTAVAK):

MOLEKUL HEMOGLOBINA
SHEMATSKI PRIKAZ
SA MOLEKULIMA HEMA
I ATOMIMA GVOŽDA).
SPIRALA PREDSTAVLJA
AMINO-KISELINSKI
NIZ, GDE POJEDINAČNE
AMINO-KISELINE NISU
PRIKAZANE.



POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU

PRIMER: GEOMETRIJA MOLEKULA HEMA (IZ HEMOGLOBINA) SA ATOMOM GVOŽĐA

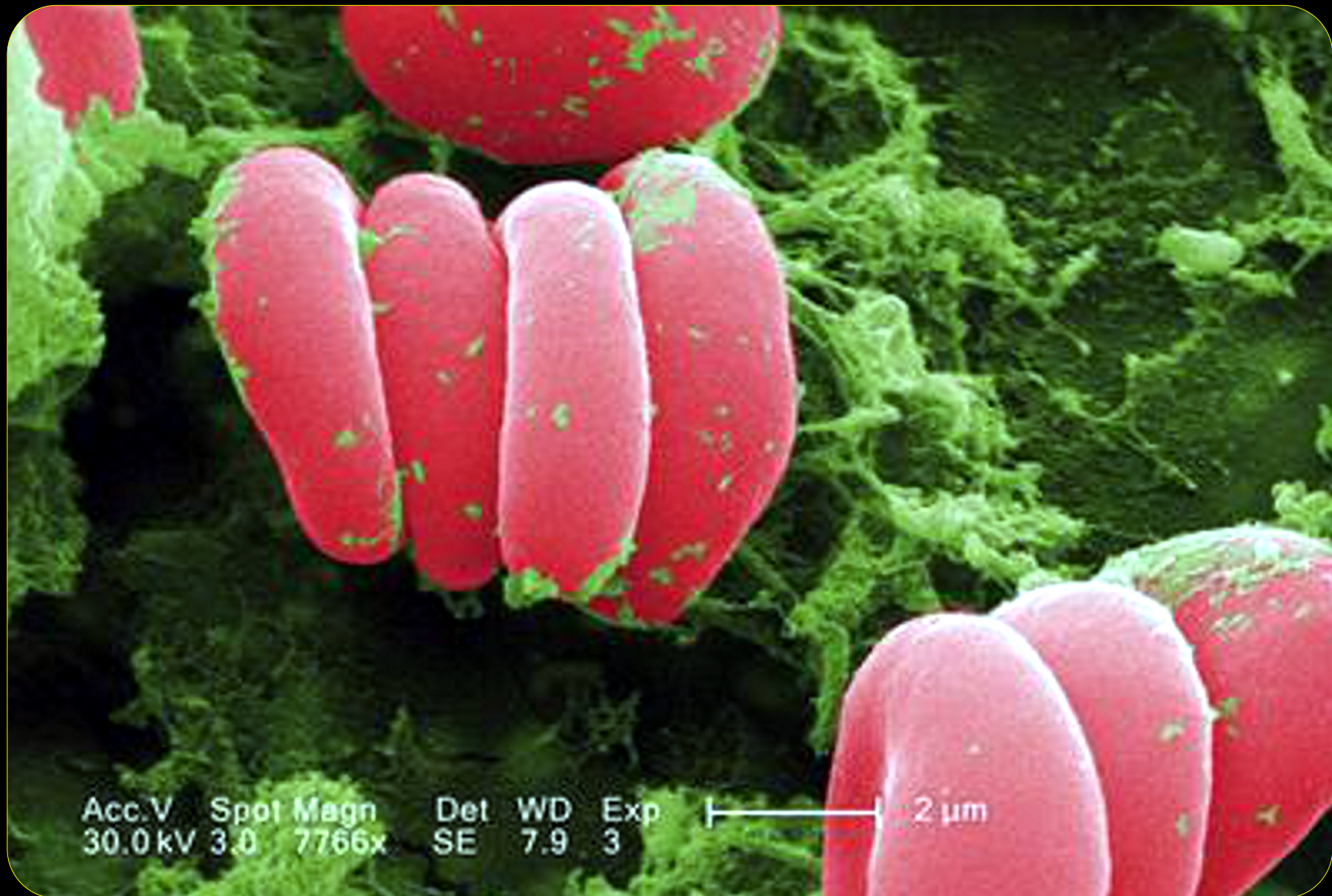


POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: BIOSINTEZOM – POSTAJANJEM U ŽIVOM ORGANIZMU



PRIMER: PROTEIN HEMOGLOBIN (NASTAVAK):

ĆELIJE CRVENIH KRVNIH ZRNACA UNUTAR KOJIH SE NALAZI HEMOGLOBIN



ĆELIJE CRVENIH KRVNIH ZRNACA, DIGITALNO OBOJENA SKENIRAJUĆA ELETRONSKA MIKROGRAFIJA

POREKLO ORGANSKIH MOLEKULA: HEMIJSKOM SINTEZOM



-U NOVIJE VREME JE MOGUĆE PLANSKI I SELEKTIVNO LABORATORIJSKI SINTETIZOVATI GOTOVO SVE MALE MOLEKULE KOJI SE SREĆU U PRIRODI: TERPENE, STEROIDE, ALKALOIDE, ŠEĆERE, AMINO-KISELINE, PEPTIDE I MNOGE DRUGE KLASE, SA POTPUNO DEFINISANOM STRUKTUROM, STEREOHEMIJOM I OPTIČKOM AKTIVNOŠĆU. TAKOĐE SE LABORATORIJSKI SINTETIZUJU I BIOPOLIMERI, - POLIPEPTIDI (PROTEINI), SEGMENTI DNK I RNK LANACA I DR.

MEĐUTIM, KAO ŠTO JE RANIJE NAVEDENO, OVAKVE SINTEZE ČESTO NISU PRAKTIČNE NI KOMERCIJALNE. U TIM SLUČAJEVIMA, POTREBNA JEDINJENJA SE IZOLUJU IZ BIOLOŠKIH IZVORA.

-DO SADA JE POZNATO NA DESETINE MILIONA ORGANSKIH JEDINENJA (PRETEŽNO NOVIH, KOJIH NEMA U PRIRODI, DOBIJENIH HEMIJSKOM SINTEZOM). NJIHOV BROJ SE BRZO UVEĆAVA.

-NA INDUSTRIJSKOJ SKALI (MULTITONSKE KOLIČINE), SINTETIZUJU SE ILI PRERAĐUJU DERIVATI NAFTE (BENZINI, ULJA), NAJRAZLIČITIJE PLASTIČNE MATERIJE I VLAKNA, LEKOVI, KOZMETIČKI PREPARATI, ADITIVI ZA HRANU, AGROHEMIKALIJE (PESTICIDI, HERBICIDI; VEŠTAČKA ĐUBRIVA), BOJE I PREMAZI I DR.

-SAVREMENA CIVILIZACIJA, UVELIKOJ MERI, POČIVA NA PROIZVODIMA HEMIJSKE INDUSTRIJE.