

Valerija Begić, prof.
mr. sc. Zrinka Pongrac Štimac, prof.
izv. prof. dr. sc. Petra Korać

Biologija 4

RADNA BILJEŽNICA IZ BIOLOGIJE ZA ČETVRTI RAZRED GIMNAZIJE

1. izdanje



2021.



Nakladnik

ALFA d. d. Zagreb
Nova Ves 23a

Za nakladnika

Miro Petric

Direktorica nakladništva

mr. sc. Daniela Novoselić

Urednica za Prirodu, Biologiju i Kemiju

mr. sc. Daniela Novoselić

Recenzija

izv. prof. dr. sc. Maja Matulić

prof. dr. sc. Ines Radanović

Snježana Đumlja, prof.

Lektura i korektura

Kristina Ferenčina

Likovno i grafičko oblikovanje

Edita Keškić

Ilustracija

Igor Bojan Vilagoš

shutterstock.com

Fotografija

arhiva Alfe

shutterstock.com

Tehnička priprema

Alfa d. d.

Tisak

Tiskara Zrinski d. o. o.

Proizvedeno u Republici Hrvatskoj, EU

Drugi obrazovni materijal odobrila je Agencija za odgoj i obrazovanje od **23. travnja 2021.**: **KLASA: 602-09/21-01/191,**
URBROJ: 561-09/05-21-02

© Alfa

Ova knjiga, ni bilo koji njezin dio, ne smije se umnožavati ni na bilo koji način reproducirati bez nakladnikova pismenog dopuštenja.

SADRŽAJ

1. Od genotipa do fenotipa

1.1. Građa i funkcija genoma.....	4
1.2. Nastanak proteina.....	14
1.3. Udvostručavanje DNA.....	26

2. Nasljeđivanje

2.1. Mendelovi zakoni.....	34
2.2. Teorije evolucije.....	48
2.3. Određivanje spola i svojstva vezana uz spol.....	54
2.4. Proširenje i izmjena osnovnih principa nasljeđivanja.....	63

3. Genetičko inženjerstvo

3.1. Alati molekularne biologije u genetičkom inženjerstvu.....	72
3.2. Primjena genetičkog inženjerstva.....	79

4. Evolucija

4.1. Kozmička, kemijska i biološka evolucija.....	86
4.2. Tragovi u prošlost.....	97
4.3. Nastanak novih vrsta.....	108

1.1. GRAĐA I FUNKCIJA GENOMA

1. Sličnosti i razlike molekula DNA i RNA

Cilj: usporediti građu i ulogu molekula DNA i RNA.

Pribor i materijal: po vlastitom odabiru (npr. žica, perlice, plastične kuglice, plastelin).

Tijek rada:

1. Služeći se internetom i/ili drugom dostupnom literaturom po potrebi, dodatno istraži građu i ulogu molekula DNA i RNA.
2. Prikupljene informacije ukratko zapiši u predviđeni prostor te ih naknadno upotrijebi za izradu trodimenzionalnih modela molekula DNA i RNA.
3. Prikupi pribor i materijal potreban za izradu modela.
4. Izradi 3D modele molekula DNA i RNA te usporedi njihovu građu.

a. Što je zajedničko molekulama DNA i RNA?

.....
.....

b. Zašto kažemo da je kemijska građa molekula DNA i RNA ista u svakom živom biću?

.....
.....

c. Na izrađenim modelima označi šećerno-fosfatnu okosnicu. Je li ona identična u molekulama DNA i RNA? Objasni svoj odgovor.

.....
.....

d. Model koje molekule može poslužiti za objašnjenje principa komplementarnosti? Objasni svoj odgovor.

.....
.....

e. Zašto za molekule DNA i RNA kažemo da su polimeri?

2. Sekvenciranje genoma

A. Služeći se internetom ili drugim izvorima znanja, saznaj više o projektu sekvenciranja ljudskog genoma (*Human Genome Project*).

Odgovori na pitanja.

a. Koji je bio cilj projekta sekvenciranja ljudskog genoma?

b. Koji je znanstveni doprinos projekta sekvenciranja ljudskog genoma?

c. U čemu je bio značaj ovog projekta s obzirom na dostupnost dobivenih rezultata?

d. Zašto je sekvenciranje ljudskog genoma rezultiralo iznenađenjem s obzirom na broj gena?

e. Koliko je trajalo prvo sekvenciranje ljudskog genoma?

- f.** Graf prikazuje prosječnu promjenu troškova sekvenciranja ljudskog genoma tijekom vremena. Zašto je promjena troškova sekvenciranja važna i za pojedinca i za čovječanstvo u cjelini?



.....

.....

.....

.....

.....

- g.** Argumentiraj svoje mišljenje o rečenici: „Sekvenciranjem ljudskog genoma otvorila su se etička pitanja o vlasništvu dostupnih informacija o pojedincu.”

.....

.....

.....

.....

B. Služeći se internetom ili drugim izvorima znanja, istraži podatke o sekvenciranju genoma virusa SARS-CoV-2.

Odgovori na pitanja.

- a.** Koju bolest uzrokuje virus SARS-CoV-2?

.....

- b.** U kojoj je molekuli zapisan genom virusa SARS-CoV-2? Je li riječ o istoj molekuli u kojoj je zapisan genom virusa uzročnika gripe?

.....

.....

c. Do danas je u svijetu sekvencirano više tisuća genoma virusa SARS-CoV-2. Jesu li svi sekvencirani genomi bili isti? Zašto?

.....
.....

d. Objasni važnost sekvenciranja genoma virusa SARS-CoV-2 za održivost ljudske populacije.

.....
.....
.....

e. Može li sekvenciranje genoma virusa SARS-CoV-2 pridonijeti praćenju širenja virusa u svijetu? Objasni svoj odgovor.

.....
.....
.....

f. U svijetu je provedeno testiranje lijeka koji se pokazao uspješnim protiv teškog akutnog respiratornog sindroma (SARS) i bliskoistočnog respiratornog sindroma (MERS). Zašto se lijek nije pokazao uspješnim u liječenju bolesti COVID-19? U objašnjenje uključi svoja saznanja o genomu virusa.

.....
.....
.....

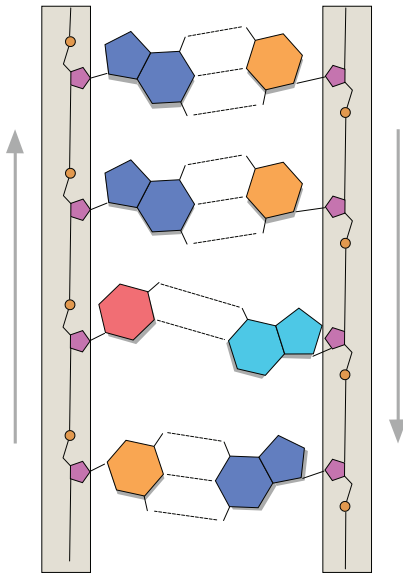
g. U kojem su obliku u virusu zapisane informacije o načinu njegova umnožavanja?

.....

3. Građa molekule DNA

Riješi zadatke na temelju promatranja slike koja prikazuje građu molekule DNA.

a. Označi na slici:



- šećerno-fosfatnu okosnicu
- dušične baze
- kovalentnu vezu
- vodikove veze.

b. Što bi se dogodilo kada bi vodikove i kovalentne veze zamijenile svoj položaj?

.....

.....

.....

.....

.....

c. Objasni antiparalelnost i komplementarnost lanaca molekule DNA.

.....

.....

.....

d. Kako se nazivaju kodirajući dijelovi molekule DNA?

e. Što predstavljaju molekule DNA nekog organizma?

f. Denaturacija DNA podrazumijeva razdvajanje lanaca i zbiva se pri povišenoj temperaturi. Može li građa DNA utjecati na visinu temperature i vrijeme potrebno za njenu denaturaciju? Objasni svoj odgovor.

.....

.....

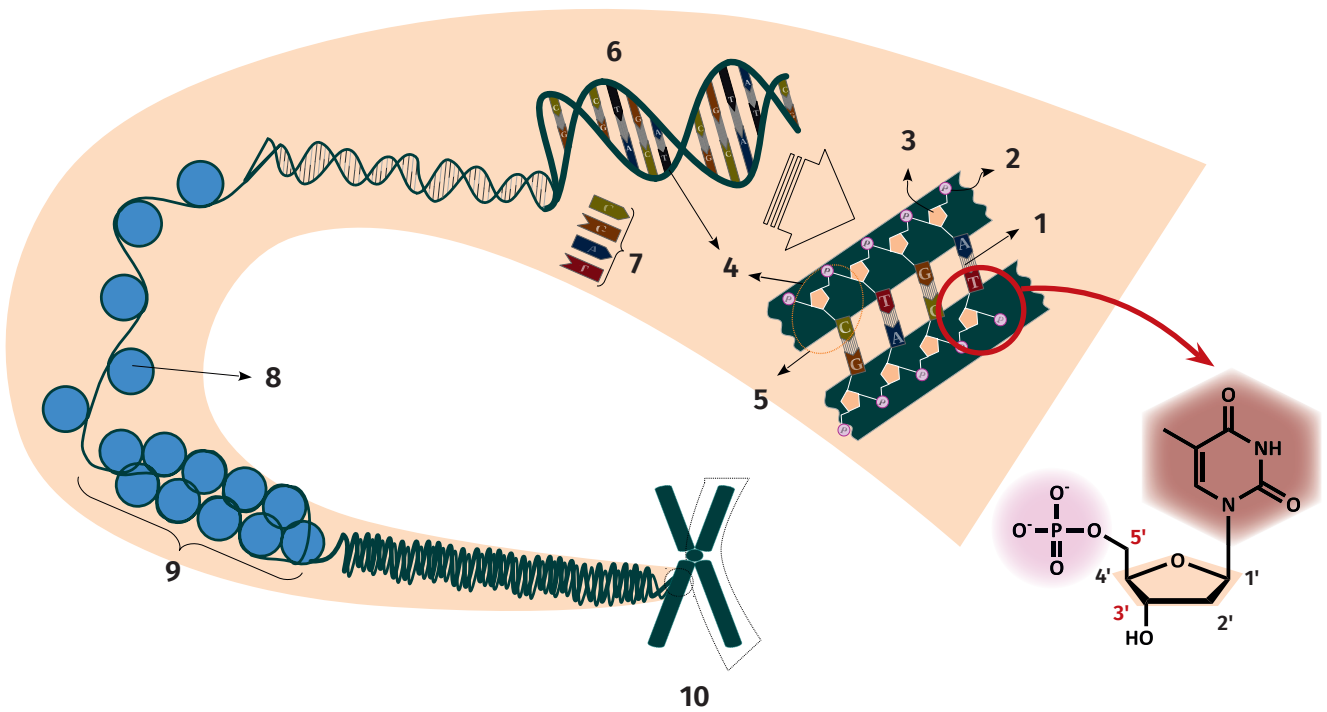
g. Forenzika se temelji na analizi DNA prikupljenih uzoraka. Što podrazumijeva analiza DNA?

.....

.....

4. Od DNA do kromosoma

Riješi zadatke na temelju promatranja slike koja prikazuje kondenzaciju molekule DNA.



a. Imenuj strukture koje su na slici označene sljedećim brojevima:

1 -

2 -

3 -

4 -

5 -

b. Kakav je ukupni naboj molekule DNA? Zbog čega?

.....

c. Što je kromatin i kojim je brojem označen na slici?

.....

.....

d. Kako pozitivni naboj histonskih proteina omogućuje stvaranje kromatina?

e. Kako je proces kondenzacije kromatina povezan s očuvanjem nasljedne upute organizma?

f. Kromatin dijelimo na eukromatin i heterokromatin. Eukromatin predstavlja DNA s koje se prepisuju geni, a heterokromatin predstavlja DNA s koje se ne prepisuju geni. Koji je kromatin gušće pakiran? Objasni svoj odgovor.

g. Koji se kromatin dekonenzira u jezgri interfazne stanice? Zašto?

h. Razlikovanje eukromatina i heterokromatina omogućilo je kromosomsko pruganje, tj. bojenje specifičnim bojama. Razlika je nakon bojenja vidljiva zbog razlika u gustoći kromatina. Označi eukromatin i heterokromatin na slici kromosoma.

i. Po čemu se razlikuju kromosom iz zadatka **h.** i kromosom sa slike koja prikazuje kondenzaciju DNA, označen brojem **10**?

j. Po čemu se razlikuje način pakiranja molekule DNA prokariota u odnosu na eukariote?



5. Popuni priložene tablice upisujući oznake + i -.

A. Usporedi obilježja molekula DNA i RNA živih bića. Oznakama + i - odredi za svako obilježje kojoj molekuli pripada. Neka od navedenih obilježja mogu pripadati objema molekulama.

OBIJEŽJA	DNA	RNA
Čini genom živih bića.		
Građena je kao polimer.		
Sadrži kodirajući i nekodirajući dio.		
Građena je isključivo od jednog lanca.		
Omogućuje ostvarenje funkcije genoma.		
Izgradnju lanca omogućuju kovalentne veze.		
Lanci su povezani po principu komplementarnosti.		
Kondenzacijom stvara strukturu koju nazivamo kromatin.		
Kemijski sastav čine šećer pentoza, dušične baze i fosfatna skupina.		

B. Usporedi različite tipove molekula RNA. Oznakama + i - odredi za svako obilježje kojoj molekuli RNA pripada. Neka od navedenih obilježja mogu pripadati svim molekulama, a neka ni jednoj.

OBIJEŽJA	mRNA	rRNA	tRNA
Izgrađuje ribosome.			
Sadrži dvolančane dijelove.			
Sadrži kodirajući i nekodirajući dio.			
Sudjeluje u procesu sinteze proteina.			
Nastaje prijepisom gena molekule DNA.			
Omogućuje ostvarenje funkcije genoma.			
Omogućuje prijevod kodona u niz aminokiselina.			
Prenosi nasljednu informaciju od jezgre do citoplazme.			
Adenin i timin međusobno se povezuju vodikovim vezama.			

6. U sljedećim zadacima odredi točnost tvrdnji. Ako je tvrdnja točna, zaokruži točno, a ako nije točna, zaokruži netočno.

Na prazne crte napiši ispravak netočnih tvrdnji bez uporabe negacije (ne, nije, neće i sl.).

A. Odredi točnost tvrdnji o genima.

- | | |
|---|------------------------|
| a. Građeni su od više nukleotida. | točno – netočno |
| b. Određuju način funkcioniranja stanice. | točno – netočno |
| c. Uvijek nose informaciju za protein ili RNA. | točno – netočno |
| d. Često mijenjaju svoj položaj na kromosomu. | točno – netočno |
| e. Njihovo prepisivanje u RNA započinje aktivacijom promotora. | točno – netočno |

.....

.....

.....

B. Odredi točnost tvrdnji o ljudskom genomu.

- | | |
|--|------------------------|
| a. Sadrži dijelove koji kodiraju RNA. | točno – netočno |
| b. Čini ga sekvencija deoksiribonukleotida. | točno – netočno |
| c. Čine ga zajedno sve molekule DNA i RNA. | točno – netočno |
| d. Njegov najveći dio čine nekodirajuće sekvencije. | točno – netočno |
| e. Kemijska građa mijenja mu se razvojem čovjeka. | točno – netočno |

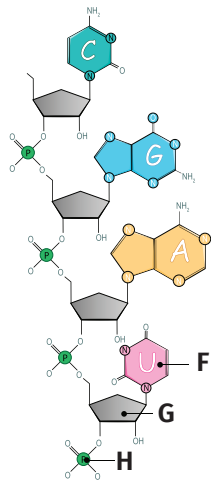
.....

.....

.....

7. Riješi zadatke na temelju promatranja slike koja prikazuje građu molekule RNA.

a. Navedi tri razlike u građi molekule RNA u odnosu na molekulu DNA.



.....

b. Što je na slici označeno slovima **G** i **H**?

G

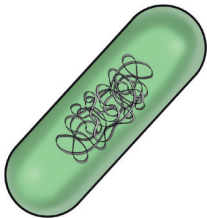
H

Koji dio molekule RNA zajedno čine strukture označene slovima **G** i **H**?

.....

c. Kojim je slovom označen nukleotid?

8. Riješi zadatke na temelju promatranja slike koja prikazuje bakterijski genom.



a. Po čemu se genom prokariota razlikuje u odnosu na genom eukariota?

.....

b. Kakav je omjer kodirajućih i nekodirajućih regija kod prokariota?

.....

c. Zašto su mutacije važan izvor genetske raznolikosti bakterija?

.....

9. Odgovori na pitanja.

a. U kojem slučaju i molekula RNA može činiti genom?

.....

b. Što je temeljna funkcija genoma?

.....

c. Što je promotor i koja je njegova uloga?

.....

1.2. NASTANAK PROTEINA

1. Od DNA do proteina

Cilj: objasniti proces transkripcije i translacije.

Pribor i materijal: kolaž-papir.

A. Tijek rada:

1. Izradi modele slagalica (*puzzle*) od papira u 5 boja (5 svjetlosmeđih, 10 zelenih, 7 ružičastih, 3 žute i 8 ljubičastih) koji će predstavljati pet različitih dušičnih baza koje izgrađuju molekule DNA i RNA.



2. Označi dušične baze po principu kojim su označeni timin i gvanin.

3. Od izrađenih slagalica složi model sekvencije molekule DNA ako ti je poznat dio sekvencije za lanac smjera 5' - 3', A T G A G T C T C G G.

4. Od ostataka slagalice složi model dijela molekule mRNA ako ti je poznato:

- da mRNA nastaje prepisivanjem informacije s lanca molekule DNA koji je komplementaran zadanom lancu

- da se ribonukleotidi povezuju u smjeru 5' prema 3'.

a. Na temelju kojeg je principa građe molekule DNA izrađen njezin model?

.....

b. Kojeg je smjera lanac DNA koji nosi kôd koji se prepisuje tijekom nastanka molekule mRNA?

.....

c. Kojeg je smjera lanac DNA koji ima isti redoslijed baza kao molekula mRNA?

.....

d. Kojeg je smjera lanac DNA za koji kažemo da je kodirajući lanac, a kojeg je smjera lanac za koji kažemo da je nekodirajući lanac? Objasni nazive tih lanaca.

.....

.....

.....

.....

e. U kojem se dijelu stanice događa proces prepisivanja kôda s molekule DNA?

.....

f. U koji dio stanice odlazi molekula mRNA nastala prepisivanjem kôda s molekule DNA? Zbog čega?

.....

.....

g. Zašto se molekula mRNA mora prvo doraditi u dijelu stanice iz zadatka **e.**, a tek potom odlazi u dio stanice iz zadatka **f.**? Po potrebi istraži odgovor na postavljeno pitanje.

.....

.....

h. Napiši redoslijed nukleotida u molekuli mRNA, koja je spremna otići u dio stanice iz zadatka **f.**, ako ti je poznato da se tijekom njezine dorade izrezao dio - C G -.

.....

B. Tijek rada:

1. Prouči priloženu tablicu na temelju koje ćeš dešifrirati uputu zapisanu u mRNA. Različiti geometrijski oblici predstavljaju aminokiseline, a pridruženi su odgovarajućim kombinacijama slova. Pronađi odgovarajuće geometrijske oblike koji odgovaraju kodonima izrađenog modela dijela mRNA.

2. Izradi od kolaž-papira odgovarajuće geometrijske oblike i poredaj ih jedan do drugog vodeći računa o tome da se svaki oblik nalazi ispod šifre koja ga određuje.

3. Istraži na internetu za koje aminokiseline pojedini kodoni nose uputu, tj. koja je aminokiselina prikazana kojim geometrijskim oblikom.

4. Dešifriraj dio izrađenog polipeptidnog lanca.

	U	C	A	G	
U	UUU }	UCU }	UAU }	UGU }	U
	UUC }	UCC }	UAC }	UGC }	C
	UUA }	UCA }	UAA }	UGA }	A
	UUG }	UCG }	UAG }	UGG }	G
C	CUU }	CCU }	CAU }	CGU }	U
	CUC }	CCC }	CAC }	CGC }	C
	CUA }	CCA }	CAA }	CGA }	A
	CUG }	CCG }	CAG }	CGG }	G
A	AUU }	ACU }	AAU }	AGU }	U
	AUC }	ACC }	AAC }	AGC }	C
	AUA }	ACA }	AAA }	AGA }	A
	AUG }	ACG }	AAG }	AGG }	G
G	GUU }	GCU }	GAU }	GGU }	U
	GUC }	GCC }	GAC }	GGC }	C
	GUA }	GCA }	GAA }	GGA }	A
	GUG }	GCG }	GAG }	GGG }	G

a. Pokraj svakog geometrijskog oblika upiši odgovarajuću oznaku aminokiseline.

b. Na kojim se strukturama u stanici događa dešifriranje molekule mRNA?

.....

c. Koji su spojevi građeni od aminokiselina, a nastaju prevođenjem upute s molekule mRNA?

.....

d. Napiši dio molekule iz zadatka c., dobivene dešifriranjem kodova dijela molekule mRNA, čiji je model izrađen u dijelu A. Posluži se odgovarajućim skraćenicama za označavanje aminokiselina.

.....

e. Zašto za molekule iz zadatka **c.** kažemo da su polimeri te je izrađeni model samo jedan, vrlo malen dio te molekule?

.....

f. Svaka molekula mRNA na svom početku ima start-kodon. Napiši oznaku start-kodona.

.....

g. Za koju aminokiselinu nosi uputu start-kodon?

.....

h. O čemu ovisi redoslijed aminokiselina u proteinima?

.....

.....

i. U nekoliko rečenica napiši zaključak do kojeg si došla/došao temeljem izvođenja praktičnog rada i rješavanja pripadajućih zadataka.

Tijekom pisanja zaključka iskoristi sljedeće pojmove, neovisno o njihovom redoslijedu: DNA, stanica, informacijska molekula, RNA, citoplazma, prevođenje kôda, proteini, jezgra, izgled organizma, molekula prenositelj, prepisivanje kôda.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Fenilketonurija – nasljedni metabolički poremećaj

A. Služeći se internetom ili drugim izvorima znanja, detaljnije istraži fenilketonuriju.

Odgovori na pitanja.

a. Što uzrokuje razvoj fenilketonurije?

.....

b. Koje su posljedice fenilketonurije?

.....

c. Kako je proces translacije povezan s razvojem fenilketonurije?

.....

.....

d. Kako je proces transkripcije povezan s razvojem fenilketonurije?

.....

.....

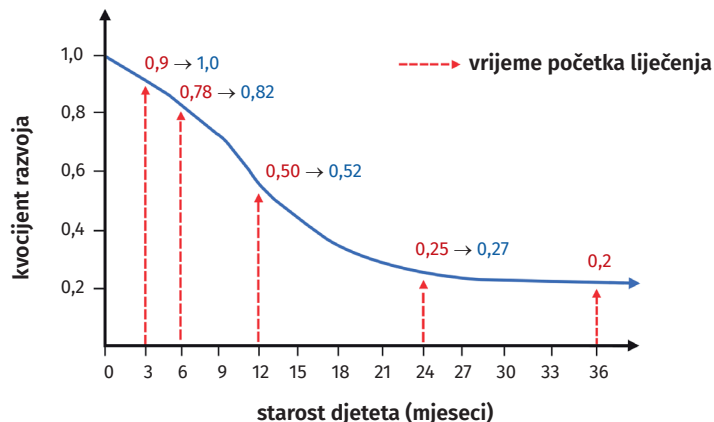
e. Zašto se fenilketonurija ubraja u metaboličke poremećaje?

.....

.....

f. Graf prikazuje utjecaj fenilketonurije na neurokognitivni razvoj djeteta. Crveni brojevi prikazuju kvocijent razvoja djeteta s fenilketonurijom, a plavi brojevi prikazuju mogućnost oporavka u razvoju, ovisno o dobi početka primjene terapije.

Kada je potrebno započeti terapiju ako se kod djeteta dijagnosticira ovaj nasljedni poremećaj? Objasni svoj odgovor.



.....

.....

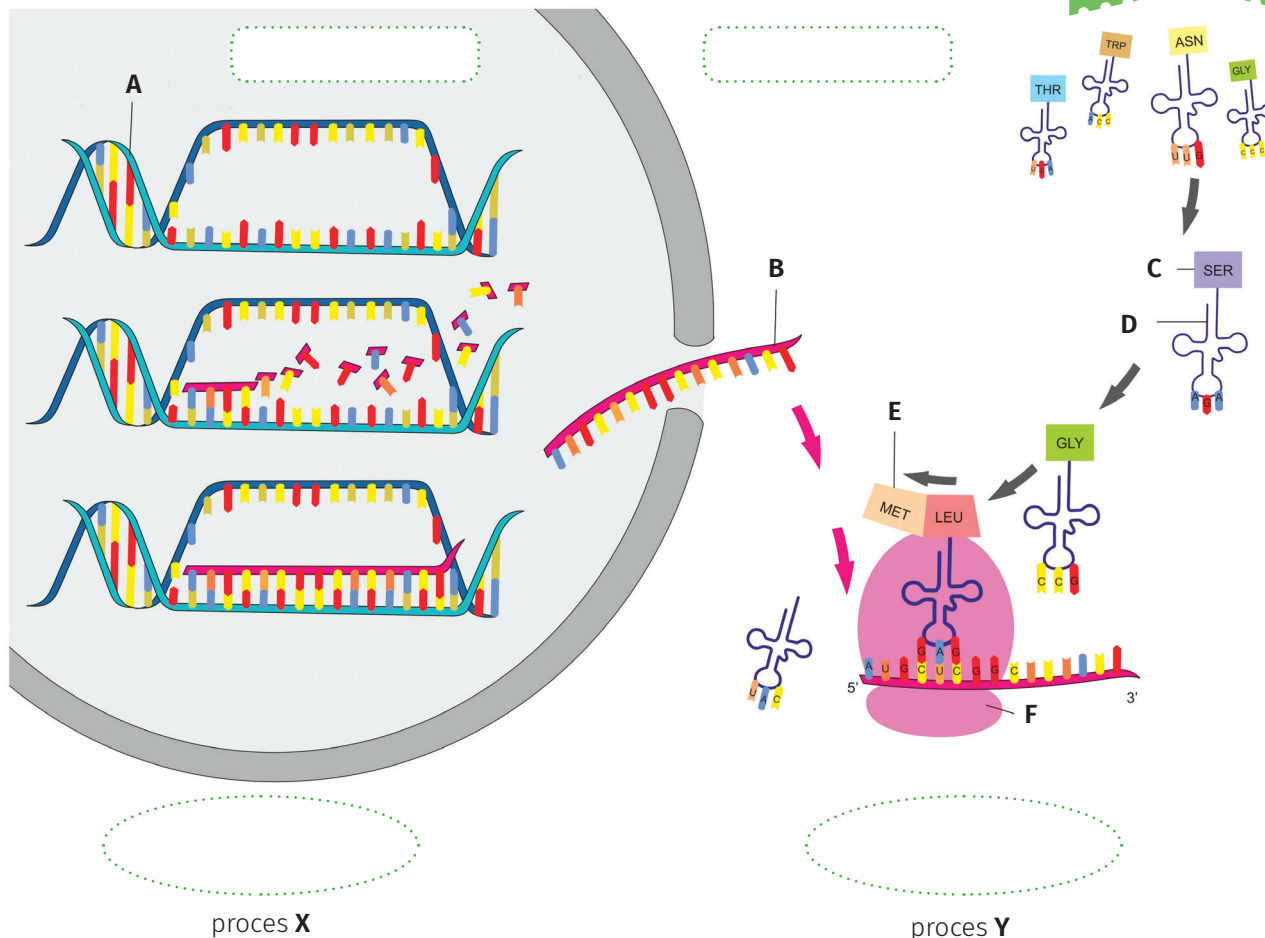
.....

.....

3. Nastanak proteina

Razmisli
i odgovori

Riješi zadatke na temelju promatranja slike koja prikazuje proces nastanka proteina.



a. Upiši u pravokutnike nazive dijelova eukariotske stanice u kojima se zbivaju prikazani procesi, a u elipse upiši nazive procesa **X** i **Y**.

b. Što se u prvoj etapi prvog procesa događa s molekulom označenom slovom **A** i zašto?

.....

.....

c. Označi na slici kodirajući lanac molekule DNA.

d. U kojem dijelu stanice nastaje, a u kojem dijelu stanice djeluje RNA-polimeraza? Objasni svoj odgovor.

.....

.....

.....

e. Što je konačni produkt procesa **X**?

.....

f. Označi na slici tRNA i opiši kojim procesom ona nastaje.

.....

.....

g. Kojim je slovom označena molekula koja nosi kodon, a kojim slovom molekula koja nosi antikodon?

.....

h. Usporedi kodon i antikodon. Što im je zajedničko, a po čemu se razlikuju?

Zajedničko:

.....

Različito:

.....

i. Zašto translacija **ne može** započeti na bilo kojem mjestu na molekuli mRNA?

.....

.....

j. Koja vrsta veze omogućuje nastanak strukture označene slovom **E**, tj. povezivanje molekule Met s molekulom Leu?

.....

k. Navedi dva razloga zbog kojih se procesi **X** i **Y** kod prokariota zbivaju istodobno.

.....

.....