

2. ročník (2017/2018)



# 1. SADA ÚKOLŮ

Termín odevzdání: 5. ledna 2018



Adéla Indráková

## 1. Vstup do RNA světa

16 bodů

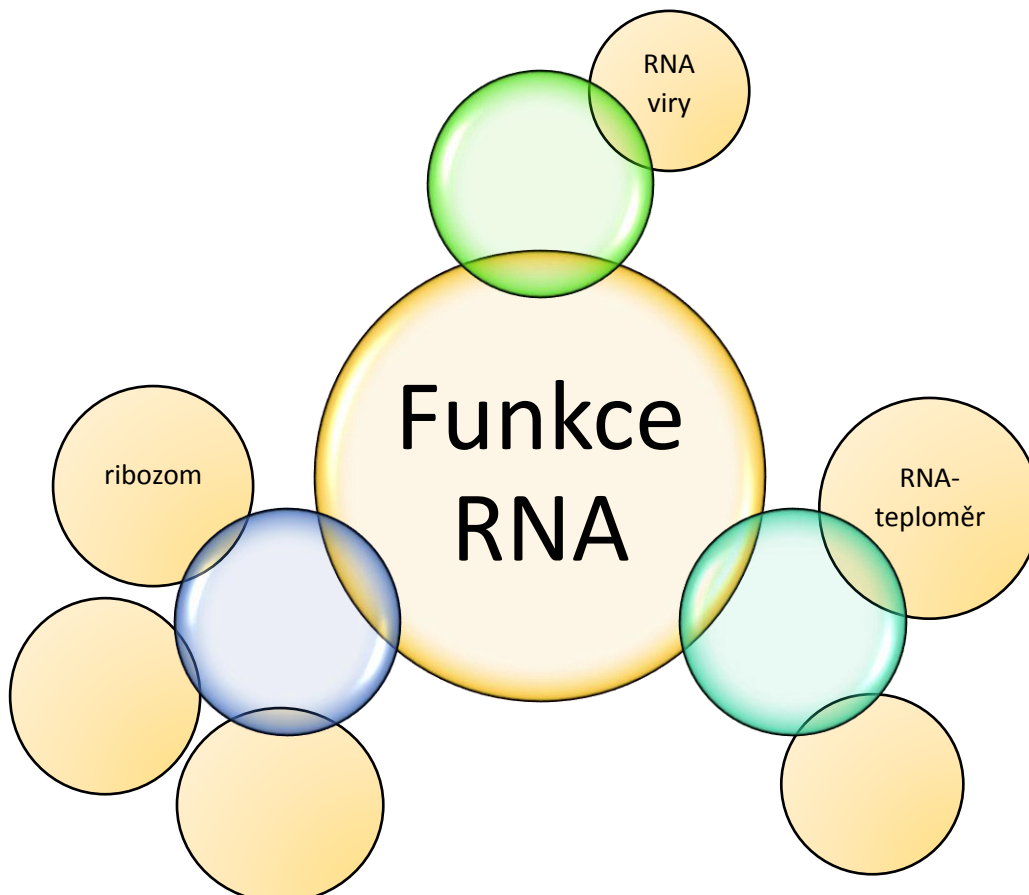
Na počátku bylo Slovo. Ale bylo to Slovo uloženo v DNA nebo RNA? Do 90. let minulého století nebylo snadné odpovědět na otázku, která z molekul byla nositelkou genetické informace a tím pádem i původnější molekulou života. To se změnilo s objevem RNA, která má katalytické schopnosti.

1. Jak se nazývá RNA, která je schopná katalyzovat chemické reakce? [1 b]
2. Kdo získal Nobelovu cenu za objev katalytické RNA a ve kterém roce to bylo? [1 b]

Tento objev významně podpořil hypotézu RNA světa (angl.....). Tato hypotéza postuluje, že původní svět se skládal z molekul RNA, které byly schopné samostatné existence skrze vlastní údržbu a replikaci. Později se kvůli ..... RNA v živých organismech objevuje DNA, pro ..... informace, a proteiny, zajišťující ..... aktivitu. [2 b]

RNA neustále plní důležité funkce, které byly podmínkou její existence na počátku života.

3. Doplňte funkce RNA a další příklady do prázdných bublinek. [3 b]

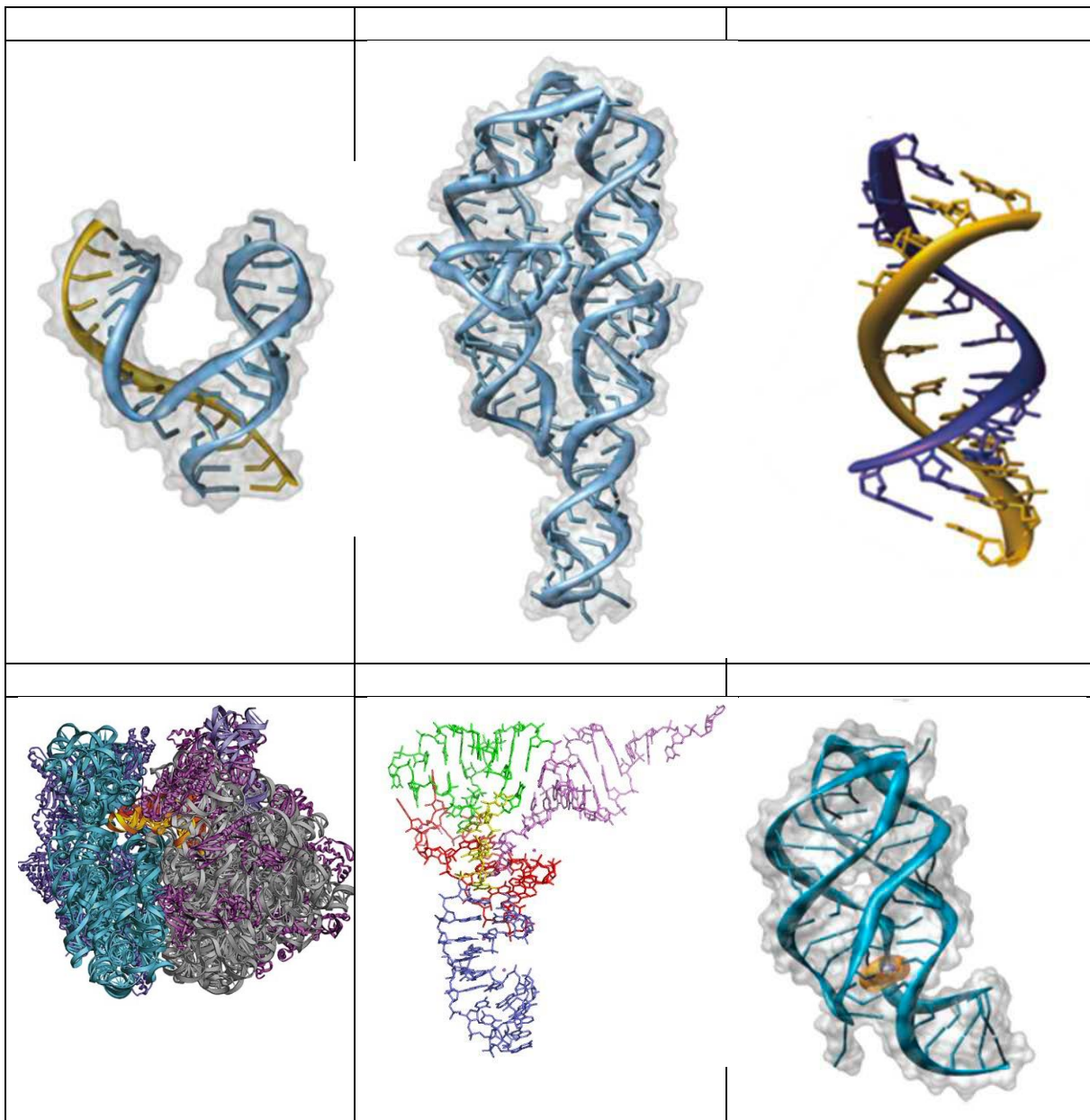


O DNA je notoricky známo, že v sekundární struktuře je tvořena pravotočivou dvoušroubovicí. RNA je však také schopna vytvářet složité sekundární a terciární struktury.

4. Poznejte na následujících obrázcích RNA druhy.

[3 b]

A-RNA dodekamer – Fenylalanin transferová RNA – Group I intron ribozym – Hammerhead ribozym – Guanin riboswitch – Ribozom



Pokud jste správně přiřadili RNA druhy k obrázkům, získáte z písmenek psaných tučně tajenku.

5. **Co to je? Popište vlastnosti, složení atd.** [2 b]
6. **Jakou to mělo v prebiotickém světě pravděpodobně roli?** [4 b]

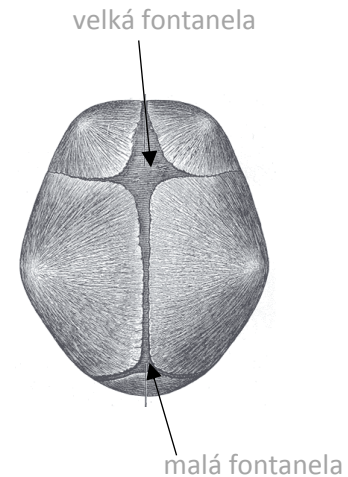
Lucie Ulrichová

## 2. Úkol na hlavu

18 bodů

### Lebka

Lebka novorozence se odlišuje od lebky dospělého člověka v mnoha aspektech. Jedním z nejdůležitějších je přítomnost takzvaných fontanel, což jsou vazivové lupínky, které při porodu umožňují podsunutí lebečních kostí pod sebe a tím snazší průchod hlavičky porodními cestami. Fontanely je možné nahmatat a porodník je může využít pro orientaci o poloze hlavičky. Tyto vazivové struktury v průběhu života osifikují (přemění se v kost).



1. Jaký je latinský název pro velkou fontanelu? Jaký má tvar a kdy osifikuje? [3 b]
2. Malá fontanela se nachází v místě styku dvou lebečních švů. Které to jsou? [1 b]
3. Uvnitř fontanel mohou vznikat samostatná osifikační centra a tím i samostatné kůstky. Jak se jmenuje kost, která vzniká v místě velké fontanely? [1 b]
4. Které kosti tvoří tvrdé patro dutiny ústní dospělého člověka? [1 b]

### Zubní vzorce

Nejčastěji používaným vzorcem je takzvaný zubní kříž, který pomyslně rozděluje dutinu ústní na čtyři kvadranty při pohledu do úst (vodorovná tučná čára dělí horní a dolní čelist, svislá tučná čára dělí pravou a levou polovinu dutiny ústní). Podobné vzorce usnadňují zubařům orientaci v dutině ústní. Jednotlivé zuby můžeme označit například písmeny a čísla. Čísujeme jednotlivé zuby vždy od středu (blíže středu = nižší číslo). Malá písmena značí dočasný chrup a velká písmena značí chrup stálý.

i = řezáky (dentes incisivi)

c = špičáky (dentes canini)

p = zuby třenové (dentes praemolares)

m = stoličky (dentes molares)

Zubní vzorec dospělého člověka (se všemi zuby) by vypadal následovně:

M3	M2	M1	P2	P1	C	I2	I1	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3
M3	M2	M1	P2	P1	C	I2	I1	I1	I2	C	P1	P2	M1	M2	M3

5. Naznačte, jak by vypadal zubní vzorec dítěte s mléčným chrupem. [2 b]

6. Který zub se prořezává po narození jako první? V jakém věku? [1 b]

7. Který dočasný zub se prořezává jako poslední? V jakém věku? [1 b]

### Oko

Zkuste provést základní vyšetření oka a zrakové dráhy na někom ze svého okolí a запиšte, co jste pozorovali.

8. Ověříme pupilární reflex, přímou fotoreakci. Posviťte do oka baterkou. Co se stane se zornicí? [1 b]

9. Ověříme pupilární reflex, nepřímou fotoreakci. Nyní opět posviťte do oka baterkou tak, abyste neosvítili druhé oko. Pozorujte zornici oka, které zůstalo neosvíceno. Změnila se zornice? Pokud ano, co se s ní stalo? [1 b]

10. Požádejte pokusnou osobu, aby sledovala váš prst a postupně jej přibližujte z 50 cm směrem k očím osoby. Změnila se velikost zornic? Pokud ano, co se s nimi stalo? [1 b]

11. Dívejte se pokusné osobě do očí a potom ji štípněte do ruky nebo do nohy. Změnila se velikost zornic? Pokud ano, co se s nimi stalo? [1 b]

12. Jak odborně nazýváme zúžení a rozšíření zornice? [1 b]

13. Pokuste se stručně objasnit, proč se měnila velikost zornic daným způsobem. [3 b]

Daniela Slamková

### 3. A naopak – život bez hlavy

12 bodů

Hlava je pro nás, lidi, bezpochyby důležitou částí těla. Je složitou strukturou, který se dá charakterizovat kostěnou lebku a přítomností smyslových orgánů, mozku a úst. Existuje mnoho živočichů, o kterých lze říct, že mají hlavu tohoto typu. Je ale také spousta takových, kteří se bez hlavy obejdou (např. houbovci nebo korály). Existuje také třetí skupina živočichů, jejíž členové jsou někde mezi – nemají sice hlavu, ale přední a zadní část těla mají jasně definovanou. Jedním z takovýchto živočichů je kopinavec, kterého se budou týkat některé části tohoto úkolu.

1. Vyjmenuj alespoň 4 třídy živočichů, kteří mají jasně definovanou hlavu: [2 b]

Lidé spolu s ostatními obratlovci patří pod velkou skupinu *Chordata*. Pod tuto skupinu patří kromě taxonu *Vertebrata* také *Cephalochordata* (kam patří kopinavec) a *Urochordata*. Spojuje je jedna apomorfie: *chorda dorsalis*.

2. Zkus svými slovy vysvětlit slovo apomorfie. [1 b]

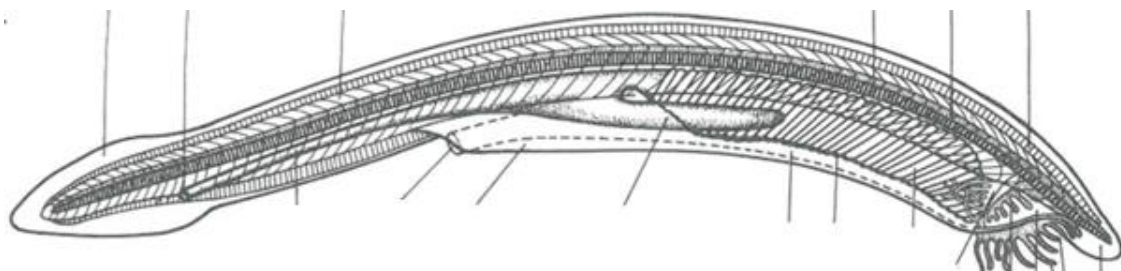
3. Zakroužkuj živočichy, kteří patří do skupiny *Chordata*. [1 b]

mihule	mořská hvězdice	sliznatka	sumka
<i>Echinus acutus</i>	<i>Apatemon gracilis</i>		netopýr

**Kopinatci** představují bazální skupinu v rámci kmene *Chordata*, mají dvojstraně souměrné tělo a připomínají malé rybky.

4. Zkus definovat dvojstrannou souměrnost. [1 b]

5. Popiš alespoň 6 částí těla kopinatce [2 b] a zakroužkuj přední část těla. [1 b]

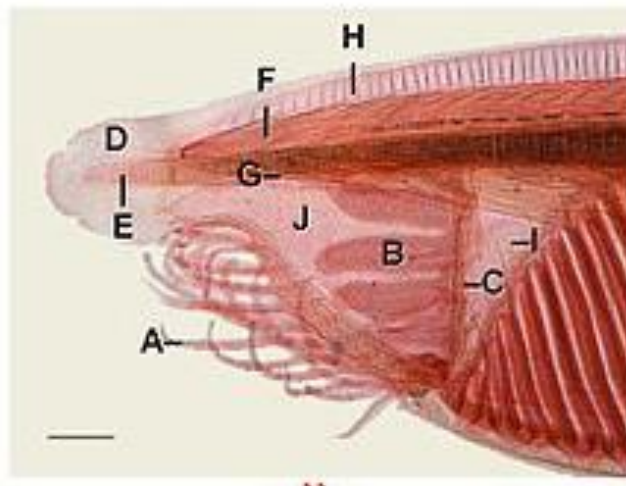


Na běžné hlavě se nacházejí důležité smyslové orgány a uvnitř mozek. Nic z toho však kopinec nemá. Na rozdíl od svých evolučně pokročilejších příbuzných má ale dobře vyvinutý ústní otvor složený z dutin, vířivých orgánů a řasinek.

6. Které struktury NEMÁ kopinec v přední části těla? Zakroužkuj je. [1 b]

slizové žlázy	telencephalon	oční nerv	plachetka
rostrum	<i>chorda dorsalis</i>	vyvrhovací a zároveň přijímací otvor	

7. Urči na obrázku vířivý orgán a řasinky a napiš jejich funkce. [2 b]



Kopinatci bývají před den zadní částí těla zahrabaní v písku, zatímco jejich přední část vždy trčí ven.

8. Proč je kopinec zahrabaný v písku vždy pouze zadní částí těla? [1 b]

- Aby mohl dýchat
- Aby viděl svoje okolí a mohl reagovat na predátora
- Aby mohl filtrovat vodu
- Aby mohl vylučovat nestrávenou potravu do vody

Jan Mičan

## 4. Všichni jsme jedna rodina: fylogenetické stromy

26 bodů

### Evoluce a mutace

Mutace, o jejichž typech a důsledcích jste se mohli dozvědět v minulém ročníku IBISU, nejsou jenom neštěstím, které v důsledku chyby při replikaci DNA způsobí genetickou chorobu. I když většina mutací na funkčně významných místech vede k narušení správného fungování organismu, některé z nich mohou naopak k přežití a rozmnožení pomoci. Mutace jsou vlastně motorem evoluce, důvodem, proč je v „přirozeném výběru“ stále co vybírat.

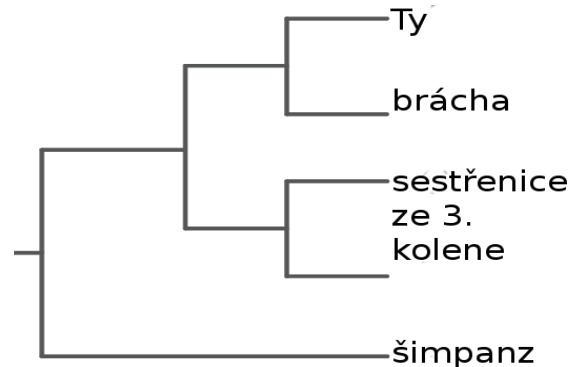
člověk	MMGSVLPAEALVLKTGLKAPGLALAEVIT
šimpanz	MMGSVLPAEALVLKTGLKAPGLALAEVIT
kráva	MMGSVLPAEALVLKTGLKAPGLALAEVIT
mýš	MMGSVLPAEALVLKTGLKAPGLALAEVIT
vačice	MMGSVLPAEALVLKTGLKPQGLSLAEVIT
tasmánský ďábel	MMGSVLPAEALVLKTGLKPQGLSLAEVIT
žába	MMGSVLPAEALVLKPKGLKPQGLSLAEVIT
kur domácí	MMGSVLPAEALVLKAGLKPQGLSLAELIT
dánio pruhované	-MGSVLPADALVLKAGFKQQLALSIDIIT

I my jsme jako druh vznikli na základě hromadění mutací našich předků, od kterých se čím dál více odlišujeme. Při porovnání genetického kódu lidského druhu s druhy jinými můžeme získat náhled o příbuznosti. Takové porovnání můžeš v tomto úkolu udělat i Ty! Prvně ale pár rozehrávacích otázek:

1. Jaký vztah je mezi počtem mutací a příbuzností dvou lidí/druhů? [3 b]
2. Co může ovlivnit mutační rychlost? [1 b]
3. Jaké mutace nebudou zohledněny přirozeným výběrem (nebude je zvýhodňovat ani znevýhodňovat)? [1 b]
4. Vysvětli následující pojmy: homologní gen, paralogní gen, mutagen, rozdíl mezi polymorfismem a mutací [3 b]
5. Na obrázku výše jsou rozdíly v proteinu PRDM12 u několika živočišných druhů. Co může způsobit dysfunkce tohoto proteinu? [1 b]

### Vytváříme fylogenetický strom

Asi každý jsme někdy slyšeli, že nějaké dva rostlinné nebo živočišné druhy jsou si podobné. Jak na to ale ti lidé přišli? Pomocí počítačových nástrojů na to dnes můžeš přijít i Ty! Tvým úkolem bude zjistit, jak je to s příbuzností lidského druhu s člověkem neandrtálským, šimpanzem, orangutanem, gorilou, myší, žížalou, kurem domácím a žábou.



Neboj se, nebudeš muset číst genomy jednotlivých druhů, to už udělali tvoji kolegové ve vědě po celém světě. Stejně tak vytvořili výpočetní nástroje, které genetické sekvence porovnají mezi sebou a dovolí ti vytvořit si fylogenetický strom z pohodlí domova.

#### **Návod:**

*Z minulé stránky už víš, co to je homologní gen. My budeme porovnávat homologní gen COX1 pro první podjednotku enzymu cytochrom oxidáza C mitochondriích, který mají všechny tyto druhy. Sekvence genů najdeš na stránce <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/>, která obsahuje databázi sekvencí všech možných genů a hromadu doplňujících informací. Do vyhledávače napiš jméno genu a latinský název druhu, jehož variantu genu hledáš (např. COX1 homo sapiens sapiens). Vyhledávač ukáže tabulku, kde je tvůj hledaný gen, ale i řada dalších. Ty však sleduješ gen COX1, v prvním sloupci tabulky ho najdi a klikni na něj.*

*Teď už jsi na stránce s konkrétním genem a informacemi o něm. Porozhlédni se na ní po sekci Genomic regions, transcripts and products. V její horní části je odkaz s názvem FASTA, který si rozklikni.*

*Vidíš genetický kód ve formátu FASTA. Takhle si vědci posílají genetické kódy, kterými se zabývají, navzájem. V prvním řádku vidíš identifikační číslo a za dvojtečkou popis genu, typicky s názvem druhu, genu a dalšími informacemi. Celou genomovou sekvenci i s prvním řádkem zkopíruj do textového souboru (třeba do Wordu).*

*Genetické sekvence pro další druhy najdi stejným způsobem a zkopíruj je do stejného souboru jednu pod druhou. Nevynechávej záhlaví. Pro snazší orientaci můžeš jméno genu před dvojtečkou na prvním řádku, přepsat na něco, čemu budeš lépe rozumět (třeba >NC\_011137.1: na >NEANDRTALEC:).*

*Až budeš mít všechny zadané geny pod sebou v jednom souboru, můžeš si vymyslet ještě nějaký druh, jehož úroveň příbuznosti bys chtěl/a zjistit, a zahrň ho do své studie.*

*Samotné přiložení a fylogenetický strom ti vypracuje program T-Coffee na stránce <https://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/tcoffee/>. Celý obsah textového souboru s tvými sekvencemi vyber a překopíruj do textového pole v sekci STEP 1.*

*Odstartuj program kliknutím na tlačítko Submit.*

*Nech chvíli program počítat (zabere to maximálně pár minut), než se ti zobrazí stránka s výsledky „results for job ...“. Na této stránce se můžeš podívat na pod sebe hezky zarovnané sekvence. Fylogenetický strom najdeš v záložce Guide Tree.*

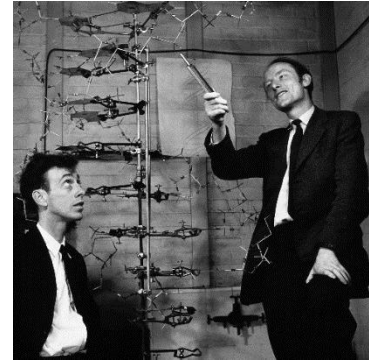
6. Nakresli svůj profesionální fylogenetický strom, který jsi vytvořil/a a pošli nám ho! [4 b]
7. Vysvětli, jak se čte fylogenetický strom, co znamenají různě dlouhé větve a na základě čeho jsou některé větve řazeny k sobě a některé ne. [2 b]
8. Srovnej podle příbuznosti druhy, které jsi srovnával/a [4 b]
9. Pokud jsi včlenil/a do své studie ještě další druh, jehož příbuznost tě zajímala, na základě stromu srovnej jeho příbuznost. [3 b]
10. Je něco, co tě na fylogenetickém stromu zaskočilo? Vysvětli, čím by to mohlo být způsobeno. [4 b]

Zuzana Vitková

## 5. Tajemství objevu struktury DNA

20 bodů

Většina z nás se již na základní škole učila, že existuje molekula DNA, jejíž strukturu objevili Francis Crick a James Watson. Na rozluštění tajemství struktury této pozoruhodné látky však pracovalo mnohem více vědců, o nichž se ale tak moc nemluví. Pojďme si některé z nich představit a dozvědět se více o tom, co předcházelo fenomenálnímu vědeckému úspěchu britského a amerického vědce.



O první izolaci nukleových kyselin, pojmenované souhrnně nuklein, se zasloužil Friedrich Miescher již v roce 1869.

### 1. Z jakého materiálu DNA získal?

[2 b]

V té době se „nukleovým látkám“ ale nevěnovala velká pozornost. Do popředí se dostávaly postupně až na počátku 20. století, a to díky vědci jménem **Phoebus Levene**. Zjistil, že RNA obsahuje ribózu a později, že DNA obsahuje deoxyribózu. Zjistil také, že DNA se skládá kromě cukru i z fosfátu a tzv. dusíkaté báze, kterých jsou jen čtyři různé druhy, a snažil se vysledovat jejich vzájemné propojení. Bílkoviny, na rozdíl od DNA, obsahují 20 různých podjednotek, čímž byly pro vědce zajímavějším nositelem dědičnosti, protože mohou být mnohem variabilnější ve své struktuře. Na základě svých objevů Levene přesto sestavil tzv. tetranukleotidovou teorii, která dle něj teoreticky vysvětluje možnost, že DNA je nositelkou genetické informace.

### 2. Popiš podstatu této teorie a urči, proč nebyla přijata jako správná.

[4 b]

Další velký objev v oblasti nukleových kyselin byl proveden až v roce 1944.

### 3. Co se povedlo pánům Oswald Avery, Colin MacLeod a Maclyn McCarty dokázat? [1 b]

- Proteiny se skládají z aminokyselin
- Adenin se páruje s thyminem, cytosin s guaninem
- Nositelkou dědičnosti (genetickým materiálem) je molekula DNA
- DNA je dvoušroubovice

### 4. Pokus se jejich pokus stručně popsat, popř. doplnit obrázky (vlastnoručními, nikoli staženými).

[5 b]

Jakmile bylo známo, jaké typy nukleových kyselin existují a znalo se i jejich „hrubé“ složení, začal závod o zjištění detailních chemických struktur jednotlivých makromolekul. To, že závod o zjištění struktury molekuly DNA vyhráli Watson s Crickem, již víme, ale chybělo málo a předběhl je jiný vědec - **Linus Pauling**. Tento muž objevil mimo jiné strukturu alfa-helixu a přišel s prvním návrhem modelu DNA.

5. Jak tento model vypadal?

[3 b]

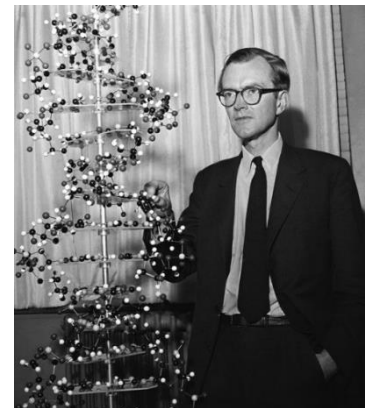


Společně s Watsonem a Crickem spoluobjevili strukturu DNA ještě další dva vědci, resp. výrazně pomohly jejich rentgenové difrakční obrazy.

6. Jak se tito vědci jmenovali? [1 b]

7. Ve kterém roce pak všichni získali za své objevy Nobelovu cenu? [1 b]

8. Kdo z těchto čtyř vědců cenu nezískal a proč? [1 b]



Unikátem tohoto objevu je také rychlost.

9. Kdy přesně došlo k objevu DNA (datum) a kdy k publikování tohoto objevu? V jakém časopise článek vyšel? [2 b]

Zuzka Nováková

## English bonus: Stone age, bronze age, plastic age? 18 points

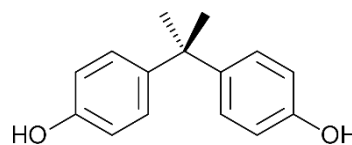
It is impossible to imagine our daily life without plastics. Since the first plastic polymer invention they have found a great variety of applications (e. g. packaging, furniture, electronics, clothing). Variability of chemical polymers and additives makes them durable, flexible, light and stable. And that is why we like them, why we use them everywhere. On the other hand, the same properties make them less like to decompose. For some polymers it can take hundreds or thousands of years to break down.

1. Who invented the 1<sup>st</sup> plastic polymer? (Hint: Rachel Carson was born in that year. Coincidence?) [1 p]
2. Write down 5 plastic objects you see around right now. [1 p]
3. What influences the degradation process of plastic materials? [2 p]


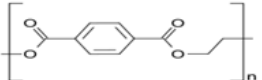
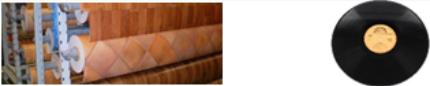

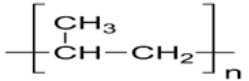


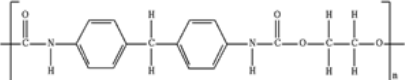
Even though many plastics can be recycled, millions of tons end up in rivers and oceans every year, especially in developing countries with inadequate waste management.

4. Look up the World Economic Forum report from January 2016 and describe what will happen in oceans by 2050 if business-as-usual is applied. [3 p]

Plastics help us every day, but to do so, different additional compounds are needed (e. g. plasticizers, colourings, flame retardants) and many of them keep (eco) toxicologists busy. They can leach from the product when being used by consumer, when recycled or to the environment when disposed.



5. What is this chemical? [1 p]
6. Why EU banned its usage in infant feeding bottles? [3 p]
7. Will you help me to fill the table? [7 p]

				
HDPE				
	Low-density polyethylene			
PP				
				
	Polycarbonates			
PTFE				
PA				
				
BR	Polybutadiene			