

1. ročník (2016/2017)



2. SADA ÚKOLŮ

Termín odevzdání: 6. března 2017



Adéla Indráková

1. Organizace DNA v buňce

15 bodů

V první sadě IBIS úkolů jste si zopakovali základní informace o DNA a genové expresi. Už víte, že základní stavební jednotkou DNA je nukleotid, který se sestává z cukru, fosfátu a báze. Nukleotidy jsou mezi sebou spojeny kovalentní fosfodieseterovou vazbou. Pořadí párů bází udává primární strukturu DNA.

ACTGCGCTAGCTAGCGATTTTTCGATT

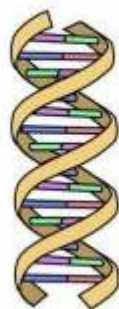
Nukleotidy jsou mezi sebou spojeny kovalentní fosfodieseterovou vazbou do jednoho dlouhého řetězce. Ten se antiparalelně páruje s druhým řetězcem a společně dávají vznik dvoušroubovici DNA.

1. Který typ vazby je zodpovědný za sekundární strukturu DNA? Nakreslete odpovídající si dvojice bází spojené daným typem vazby. [1 b]

Nejběžnější konformací DNA v buňce je takzvaná B-DNA. Jedná se o pravotočivou šroubovici.

2. Na jeden nukleotid v této konformaci připadá 0,33 nm. Jak dlouhá je lidská DNA uložená v jedné buňce? Nezapomeňte uvést výpočet a popsat, co znamenají jednotlivé veličiny. [1 b]
3. Které další konformace může DNA zaujímat v sekundární struktuře? Popište vlastnosti daných konformací. [2 b]

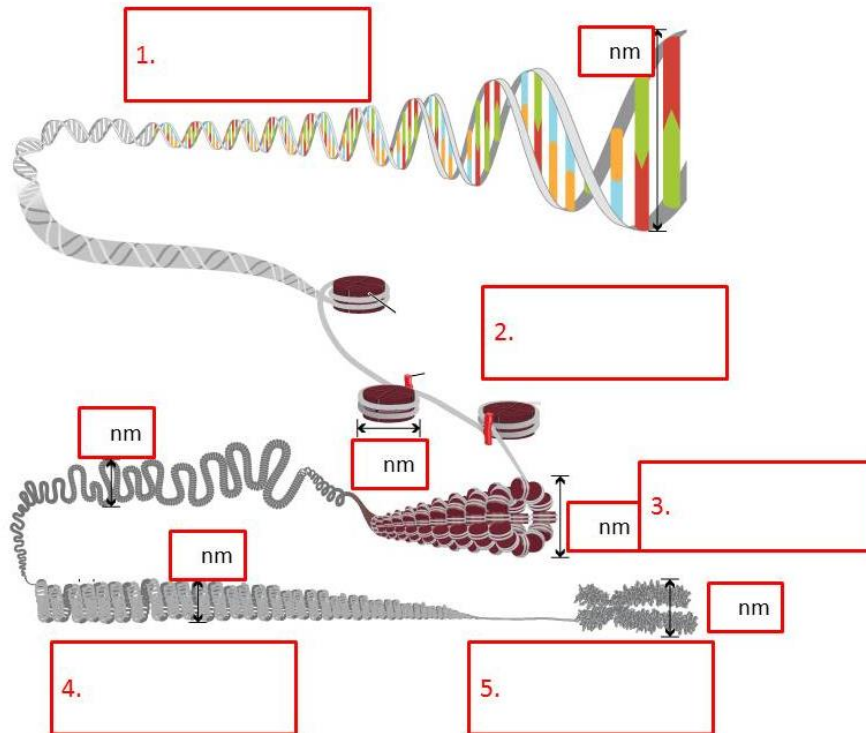
NORMAL DNA ITALIAN DNA



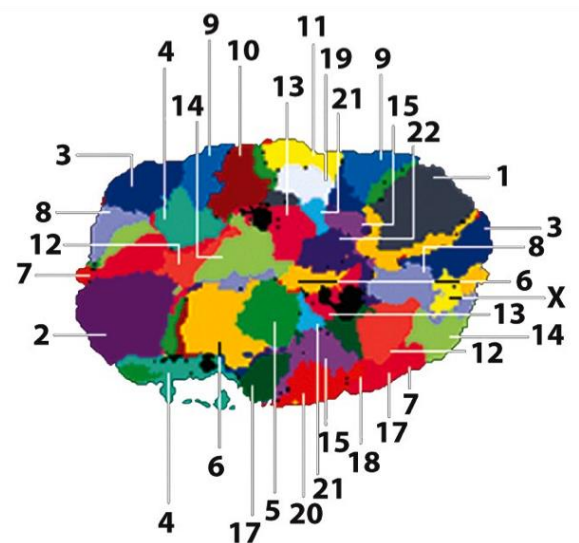
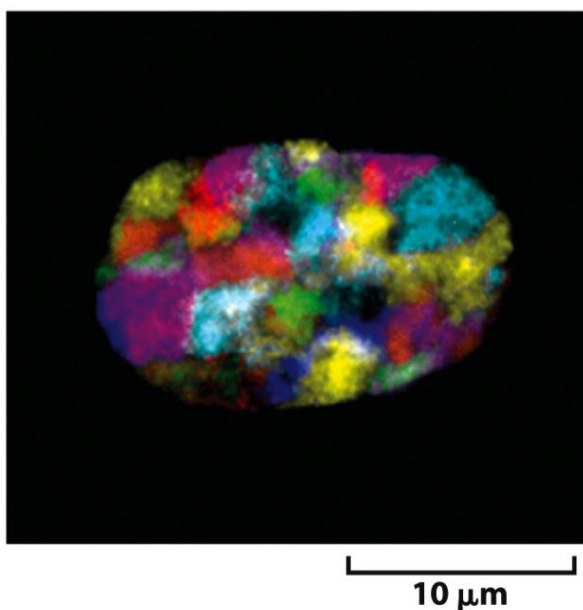
Nyní se pojďme kouknout na to, jak je to s DNA v eukaryotické buňce.

4. V kterých organelách byste našli DNA? [1 b]

5. Na obrázku lze vidět, jak se DNA v buňce organizuje s proteiny, jedná se o takzvanou kondenzaci chromatinu. Popište obrázek a doplňte přibližné rozměry vyobrazených struktur. [7 b]



6. Základní jednotka koncentrace chromatinu je nukleozom. Z čeho se skládá? Můžete načrtnout obrázek. [2 b]
7. A na závěr hádanka, co je to? [1 b]



Lukáš Chrást

2. Enzymy hýbou světem

28 bodů

Biologie a biochemie jsou v dnešní době neoddělitelné vědní disciplíny, které nachází mnoho překryvů a navyájem se doplňují. Jednou z takových oblastí je enzymologie. Enzymy jsou hnacími motory živých organismů, protože zodpovídají za naprostou většinu chemických dějů v buňkách a tkáních. Na fungování enzymů se v tomto úkolu zaměříme.

1. Jaká je chemická podstata enzymu? Z čeho se skládá? [1 b]

Klasifikace enzymů je docela náročná, ale umožňuje nám třídit enzymy podle jejich vlastností.

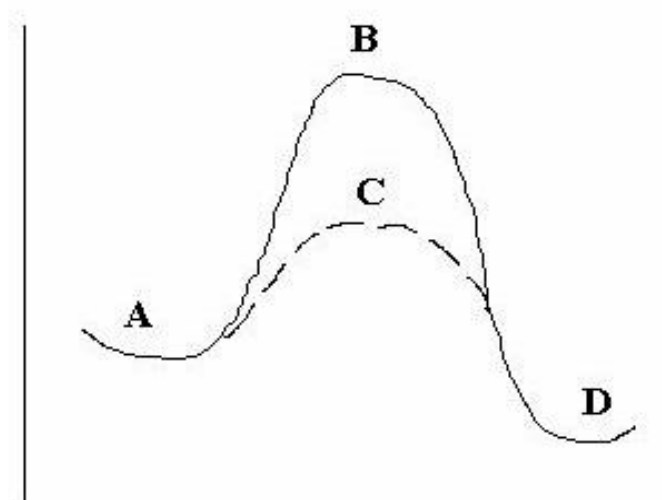
2. Kolik existuje enzymových tříd? Napište je ve správném pořadí, ke každé třídě přiřaďte jednoho zástupce a reakci, kterou katalyzuje. [4 b]

3. Jaké enzymy se skrývají pod označením EC 3.8.1.5? Do jaké třídy patří a jaké substráty využívají? [1 b]

4. Jaký je rozdíl mezi koenzymem a prostetickou skupinou? Napište příklady obou. [2 b]

Enzymatická reakce je ve své podstatě chemickou reakcí, která je nějakým způsobem usnadněná a preferovaná, například proto, že by nekatalyzovaná reakce nemohla za standardních podmínek proběhnout.

5. Popište následující graf. Jak se nazývá křivka, která je na něm znázorněna? Jaké veličiny jsou na obou osách? Co vyjadřují písmena A, B, C, D? Která křivka (plná nebo šrafovaná) odpovídá enzymatické reakci? [4 b]



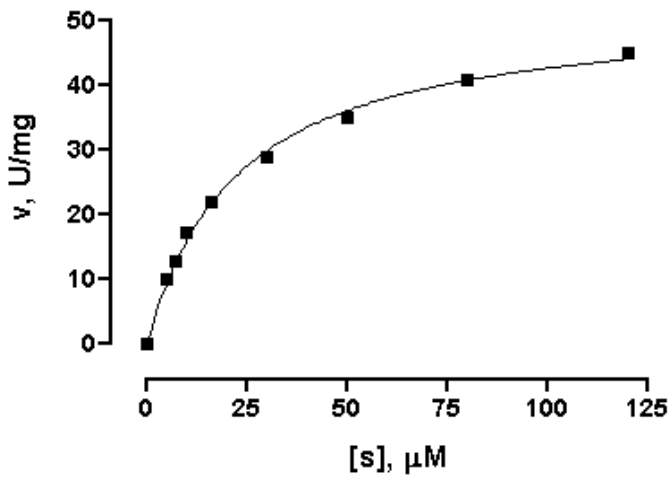
Aktivitu jednotlivých enzymů je třeba nějak měřit a vyjádřit. Standardně se už mnoho let používá jednotka U.

6. Co znamená U a co vyjadřuje? [1 b]

Reakční kinetiku studovali už na začátku 20. století Michaelis s Mentenovou. Ti přišli na vztah, který popisuje závislost rychlosti reakce na množství substrátu.

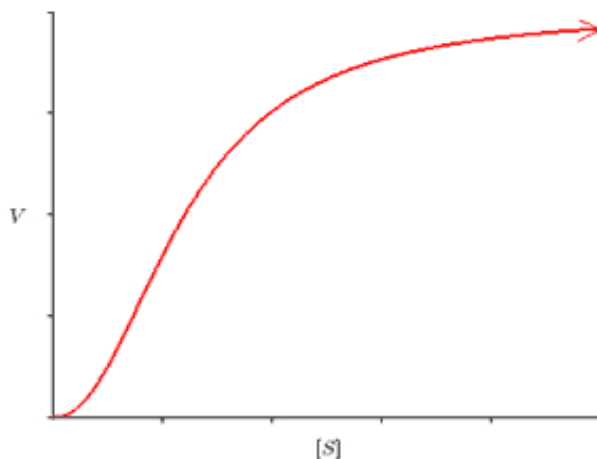
7. Napište rovnici Michaelise-Mentenové. Co rovnice říká o reakční rychlosti? [1 b]

8. Na následujícím grafu je ukázka typického průběhu kinetiky Michaelise-Mentenové. Odhadněte hodnotu Michaelisovy konstanty (K_m) a napište co tato konstanta vypovídá o vazbě substrátu na enzym. [1 b]



9. Co vyjadřuje katalytická konstanta k_{cat} a v jakých jednotkách se uvádí? [1 b]

Ne vždy ale enzym vykazuje typickou závislost reakční rychlosti na substrátu, občas je vidět závislost jako na následujícím obrázku. V podobných případech hovoříme o kooperativitě.

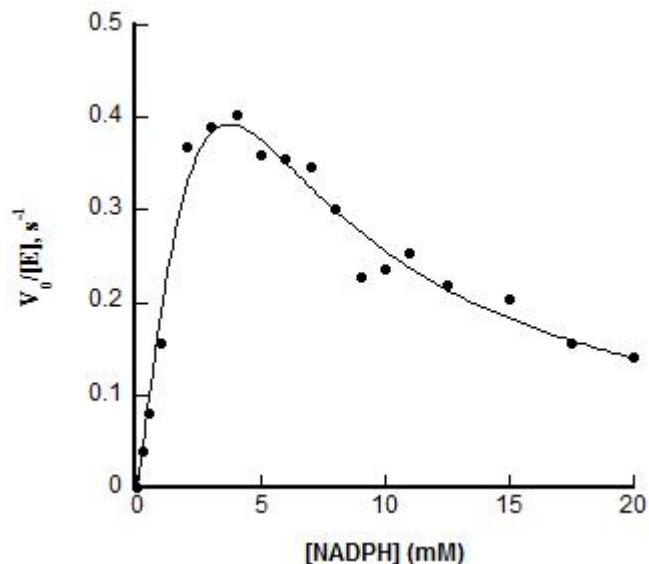


10. Co říká index kooperativity (Hillův index) o vazbě substrátu na enzym? Jak kooperativita ovlivňuje enzymatickou reakci? [2 b]

U substrátu ještě chvíli zůstaneme. Může se totiž stát, že příliš mnoho molekul substrátu postupně inhibuje enzym a znesnadňuje enzymatickou reakci. V takovém případě pak dostaneme závislost jako v tomto grafu. Reakční rychlost je pak dána vztahem

$$v = \frac{v_{lim} \cdot [S]}{K_m + [S] \cdot \left(1 + \frac{[S]}{K_{Si}}\right)}, \text{ kde } K_{Si} \text{ je}$$

konstanta substrátové inhibice.



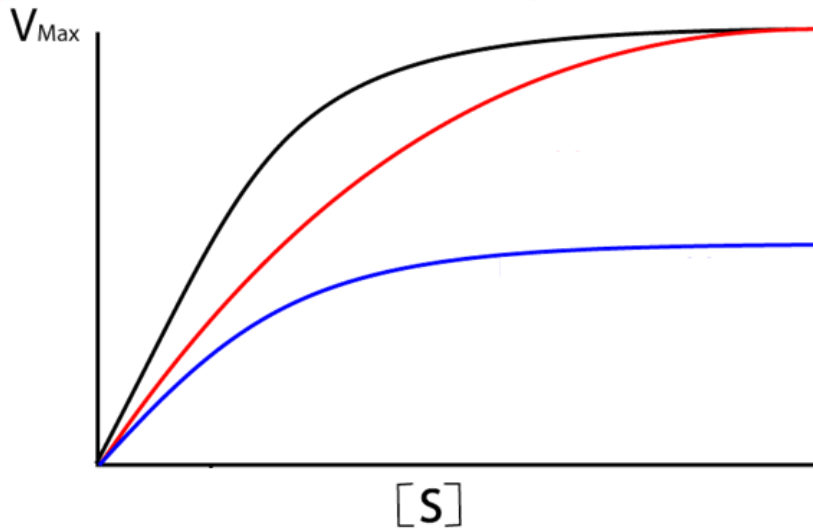
11. K čemu dochází v aktivním místě enzymu při substrátové inhibici? [1 b]

12. Vybraný enzym dokáže katalyzovat reakci s třemi různými substráty. Každý z těchto substrátů vykazuje jinou úroveň substrátové inhibice. Která z následujících reakcí, zůstávají-li K_m i k_{cat} stejné pro všechny substráty, poběží nejvyšší rychlostí, jsou-li hodnoty K_{Si} : [1 b]

- A) 0,25 mM B) 0,94 mM C) 2,03 mM D) 7,25 mM

Celkově vzato existuje několik typů inhibice podle účinků inhibitoru na enzym. Inhibitory mohou ovlivňovat vazbu substrátu, reakci jako takovou, odchod produktu z aktivního místa nebo celou strukturu.

13. Na grafu vidíte kinetiku neinhibovaného enzymu (černá křivka) a kinetiku reakcí se dvěma různými inhibitory. Určete, o jaké typy inhibice se jedná (napovím: kompetitivní a nekompetitivní), kam se inhibitory vážou (do aktivního místa nebo mimo něj) a jak v těchto případech inhibitory ovlivňují K_m a k_{cat} . [3 b]

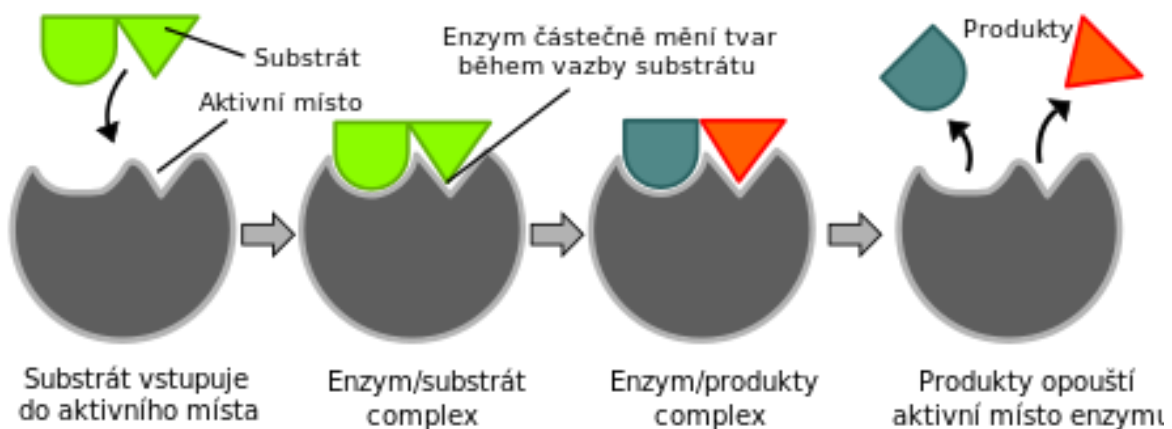


Zbývá nám ještě jeden typ inhibice...

14. Jak se liší akompetitivní inhibice od výše zmíněných? Jak se mění K_m a k_{cat} . [2 b]
15. Co jsou alosterické inhibitory? Jakým způsobem ovlivňují enzymy? [1 b]

Inhibitory enzymů jsou často využívány v medicíně pro léčbu metabolických poruch nebo nemocí, u nichž hlavní roli hrají buněčné enzymy.

16. Co jsou tzv. betablokátory? Při léčbě jakého onemocnění se používají? Jaký je mechanismus jejich účinku na cílový enzym? [2 b]



Lucia Škulcová

3. Ekotoxikologie – případová studie

14 bodů

Ekotoxikologie je poměrně nový vědní obor, zabývající se znečištěním životního prostředí a jeho dopadem na další vývoj a zdraví živočichů (včetně člověka) obývajících toto prostředí.

Ekotoxikologické studie, pomocí kterých znečištění a jeho dopad studujeme, můžou být:

- laboratorní studie s využitím buněk, nebo jednoduchých organismů (žížaly, hlístice, embrya)
- laboratorní studie s využitím převážně chemických metod
- terénní studie zahrnující vzorkování kontaminovaných matric (vzduch, voda, půda, biota) a případně i kontaminantů (vzorkování vypouštěné odpadní vody, exhalátů, stavebních materiálů, ...).

Právě terénní studie jsou často prováděny v rámci různých monitoringů nebo komerčních zakázek. Jejich velkou výhodou je, že takto naměřená data a získané výsledky mají reální výpovědní hodnotu a nejsou to jen simulace prováděny v laboratoři. V případě monitoringů pak můžeme sledovat reálný vývoj situace postupného znečištění, nebo naopak odstranění kontaminace životního prostředí.

Vaším úkolem je simulace monitoringu znečištění. Na tento účel použijeme scénář reálného monitoringu znečištění životního prostředí v okolí cementárny Radotín, probíhajícího již po dobu 19 let ve spolupráci s Masarykovou univerzitou:

Monitoring životního prostředí v okolí cementárny Radotín, ČMC a.s., má již velmi dlouhou tradici. Monitorovací aktivity začaly pod koordinací v roce 1992. Od roku 1998 byl monitoring nastaven jako rutinní sledování stavu na 12 lokalitách v okolí závodu. Do roku 2006 byl monitoring prováděn čtyřikrát ročně a od roku 2007 byl nastaven pouze na 2 kampaně ročně. Od roku 2004 k původním 12 lokalitám přibýly ještě tři další lokality. Od roku 2009 je u lesních půd prováděno sledování dvou horizontů – organického nadložního a minerálního. Lze konstatovat, že jde o unikátní sadu dat na měřítku ČR.

Cílem pravidelného dlouhodobého monitoringu je sledovat kontaminaci a stav půd na vybraných lokalitách, včas upozornit na jakékoliv negativní trendy ve vývoji sledovaných půd a následně objektivně posoudit vliv provozu cementárny Radotín, ČMC a.s., na životní prostředí (půdní složku) v jejím bezprostředním okolí. Vhodné rozprostření lokalit v okolí podniku ve vztahu se znalostí proudění větru a charakteru vegetace umožňuje úvahy o pravděpodobných zdrojích kontaminace.

1. Proč se v okolí cementárny sleduje právě stav kontaminace půdy? Jaké kontaminanty zde lze očekávat? (uvažujte v souvislosti s výrobou cementu) [2 b]
2. Proč je dobré sledovat různé horizonty půdy? Jaký je očekávaný trend sledované kontaminace? (uvažujte v souvislosti procesu sorpce a migrace kontaminantů) [2 b]
3. Co všechno ovlivňuje míru kontaminace v okolí cementárny? Na základě jakých parametrů/znalosti okolí se rozhodujeme při výběru jednotlivých vzorkovacích lokalit? [2 b]
4. S využitím map znázorňujících reální okolí cementárny navrhnete 12 vzorkovacích lokalit. Stručně zdůvodněte proč jste vybrali ty konkrétní lokality. [4 b]
5. Jaké možné negativní efekty může kontaminace z cementárny mít na okolní životní prostředí? (uvažujte v souvislosti se všemi složkami životního prostředí, nejen půdy) [2 b]
6. Jaké jsou možnosti efektivního snížení míry kontaminace z cementárny? [2 b]



Modrá šipka naznačuje převažující směr větru v cílové lokalitě.

prof. David Šmajš

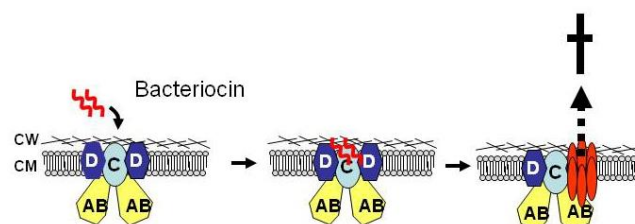
4. Důmyslné bakteriociny

14 bodů

Prof. MUDr. David Šmajš, Ph.D. je zástupcem ředitele Biologického ústavu Lékařské fakulty Masarykovy univerzity. Zároveň vede tým Laboratoře bakteriální genetiky a genomiky, která se zabývá především zkoumáním původce syfilidy, bakterie *Treponema pallidum*, a také studiím bakteriocinů, kolem kterých se bude točit úkol, jenž si pro vás připravil.

Bakteriociny jsou extracelulární bakteriální toxiny proteinové povahy, které dokáží inhibovat růst bakterií, jež jsou blízce příbuzné jejich producentovi.

1. Produkce bakteriocinů je mezi bakteriemi hojně rozšířená. Alespoň jeden kolicin vylučuje až ... [1 b]
 - a) 55 % bakterií
 - b) 75 % bakterií
 - c) 99 % bakterií
2. Jaký význam mají bakteriociny pro bakterie, které je produkují? [2 b]
3. Bakteriociny bývají pojmenované po bakteriích, které je vytvářejí. Jak se nazývají bakteriociny produkované následujícími bakteriemi? [3 b]
 - a) *Escherichia coli*
 - b) *Staphylococcus simulans*
 - c) *Enterococcus faecalis*
4. Co jsou to mikrocin? [2 b]
5. Bakteriociny jsou studovány pro jejich možné praktické využití, zejména v oblastech potravinářství a farmacie. Bakteriocin produkovaný bakterií *Lactococcus lactis* se dokonce v potravinářství používá již více než 40 let. [3 b]
 - a) Jak zní jeho název?
 - b) Za jakým účelem je přesně v potravinářství využíván?
 - c) Jakou zkratkou se označuje na obalech výrobků?
6. Jak by se daly bakteriociny využít v medicíně a farmacii? V čem by tkvěly jejich výhody a jaké by byly limitace tohoto využití? [3 b]



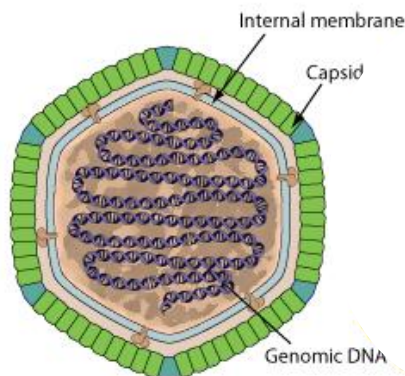
Pavla Havlíčková

English bonus: Victimized viruses

12 points

A virus is a submicroscopic particle with ability to infect a living cell and reproduce intracellularly. Viruses possess their own genomes, nevertheless, they are strongly dependent on the host cell. They can infect both prokaryotic and eukaryotic types of cells. More than 90 % of human diseases are caused by these extremely small pathogens. Many important discoveries in the field of molecular biology were achieved by means of throughout viral research. Viruses are directly or indirectly involved in evolution and natural selection of species. These are the reasons why they are intensively studied in many research laboratories all over the world.

1. As mentioned previously, viruses are dependent on the host cell. Why exactly? [2 p]
2. Are viruses living organisms? Explain your answer – write, how we define living organism. Do viruses fit in this definition? [3 p]
3. Study viral morphology in the picture.



Some viruses have other structures that are not displayed there. Which structures are we talking about? [2 p]

4. It is true that viruses are generally very small, nevertheless, they actually vary in size. What are the sizes of the smallest and largest viruses? What families do these viruses belong to? [2 p]
5. In the first set of IBIS tasks you learnt that genetic information is encoded in DNA, processed to RNA by process of transcription and finally translated into protein. Some viruses don't possess DNA in their virions, but they have RNA instead. How does the gene expression work in those viruses? [2 p]
6. Which viral disease is the worst in your opinion? [1 p]