

Státní závěrečná zkouška N-BIC BMCH: Nezbytné základy a příklady testující jejich znalost

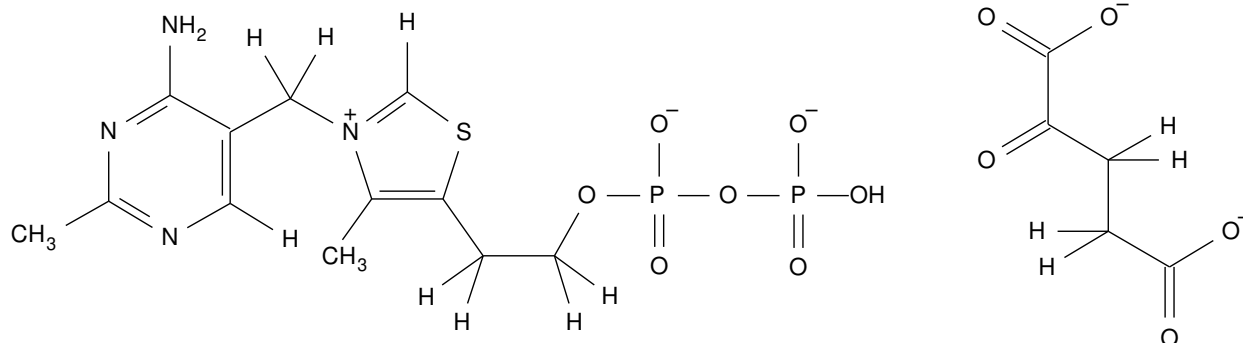
NEZBYTNÉ ZÁKLADY

- Koncentrace hmotnostní a molární, hustota, objem a hmotnost roztoku, vztahy mezi nimi (výpočty).
- Hmotnost, rychlost, zrychlení, hybnost, síla, moment hybnosti, kinetická energie, vztahy mezi nimi, Newtonovy zákony.
- Elektrický náboj, elektrický dipólový moment, elektrostatická interakce, Coulombův zákon, elektrická intenzita, síla působící na náboj v elektrickém poli, potenciální energie náboje v elektrickém poli, elektrický potenciál
- Elektromagnetické vlnění. Rovnice rovinné vlny, vztahy mezi energií, frekvencí, periodou, vlnovou délkou, vlnočtem, vzájemné přepočty, jednotky. Dualismus částice-vlna (fotony, elektrony, neutrony), elastický rozptyl, index lomu, difrakce, mikroskopie. Rozsah frekvencí/vlnových délek používaný ke studiu biomakromolekul: rentgenové záření, ultrafialové/viditelné záření, infračervené záření, radiové vlny. Interakce elektromagnetické vlny s molekulami, absorpce, absorbance, fluorescence.
- Chiralita molekul. Asymetrický uhlík (příklady chirálních molekul bez asymetrického uhlíku a nechirálních molekul s asymetrickým uhlíkem), lineárně a cirkulárně polarizované světlo a jeho interakce s chirálními molekulami, cirkulární dichroismus.
- Magnetický dipólový moment, magnetická indukce, síla působící na pohybující se náboj v magnetickém poli, energie magnetického dipólového momentu v homogenním magnetickém poli, precese magnetického dipólového momentu v homogenním magnetickém poli, vztah mezi momentem hybnosti a magnetickým dipólovým momentem.
- Termodynamická rovnováha, teplota a nultá věta termodynamiky, stavová rovnice ideálního plynu, vnitřní energie, teplo, práce, první věta termodynamiky, entropie, druhá věta termodynamiky, volná energie (Gibbsova, Helmholtzova), vztah mezi volnou energií a rovnovážnými konstantami (zejména disociační), entropie a počet mikrostavů, Boltzmannův zákon.
- Kinetika chemických reakcí, závislost na koncentraci reaktantů, molekularita a řád reakce, diferenciální rovnice popisující kinetiku prvního řádu a její řešení, následné reakce ve stacionárním (ustáleném) stavu, teorie aktivovaného komplexu, aktivační energie, Arrheniův vztah, reakční koordináta, katalýza jako alternativní reakční koordináta s nižší aktivační energií.
- Kovalentní vazba, atomové a molekulové orbitály, polarita a polarizovatelnost vazby, nukleofil a elektrofil, kyselina Bronstedova a Lewisova, výpočet pH roztoku slabé/silné kyseliny/baze, v přítomnosti soli, pufrů.
- Schopnost rozpoznat jednotlivé kroky základních drah metabolismu sacharidů a lipidů (glykolýza, Krebsův cyklus, beta-oxidace, pentosafosfátový cyklus, Calvinův cyklus), transaminaci aminokyselin.

PŘÍKLADY

1. Kolik gramů glukosy ($M_r = 180$) je v celé krevní oběhové soustavě diabetika, pokud v jeho těle obíhá pět litrů krve, ve které byla změřena 10mM koncentrace glukosy? [9 g]
2. Kolik gramů glycerolu bude obsahovat jeden gram roztoku, který vznikne smícháním jednoho litru čistého glycerolu (hustota $1,26 \text{ g cm}^{-3}$) a 740 mililitrů vody (hustota $1,00 \text{ g cm}^{-3}$)? [0,63 g]
3. Smícháním 80 g methanolu ($M_r = 34$) a 20 g vody ($M_r = 18$) vznikne roztok o hustotě $0,85 \text{ g cm}^{-3}$. Jaká je jeho molární koncentrace? [20 mol dm^{-3}]
4. Při proteomické analýze získal peptid o molekulové hmotnosti 1 200 Da (což odpovídá $2 \cdot 10^{-24} \text{ kg}$) v hmotnostním spektrometru kinetickou energii $2,5 \cdot 10^{-15} \text{ J}$. Za jak dlouho proletí trubicí průletového (TOF) detektoru o délce 1,5 m? [$3 \cdot 10^{-5} \text{ s}$]
5. Během MD simulace působila na atom o hmotnosti $2 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ po dobu jedné femtosekundy (10^{-15} s) síla 10^{-10} N . O kolik se působením této síly zvýšila rychlost atomu v daném směru? [o 5 m s^{-1}]
6. Optimální vzdálenost dvou atomů kyslíku z pohledu van der Waalsovy interakce je 0,3 nm. Jakou silou by se odpuzovaly ve vakuu dva bodové náboje o velikosti náboje iontu O^{2-} , kdyby se ocitly v této vzdálenosti? Hodnota konstanty $4\pi\epsilon_0$ je $111 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$, velikost elementárního náboje $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. [10 nN]
7. Elektrostatická potenciální energie draselného kationtu klesne při průchodu iontovým kanálem dlouhým 5 nm o $1,5 \cdot 10^{-20} \text{ J}$. Jak velká elektrostatická síla by na draselný kationt během průchodu kanálem působila, kdyby byl pokles energie lineární? [3 pN]
8. V přístrojích s nejvyšším magnetickým polem používaných v klinické diagnostice pomocí magnetické rezonance je pacient ozařován radiovými vlnami o frekvenci 300 MHz. Jaká je vlnová délka tohoto záření? Rychlost světla je $3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$. [1 m]
9. Peptidová vazba absorbuje ultrafialové záření o vlnové délce 220 nm. Jaká je energie jednoho fotonu o této vlnové délce? Rychlost světla je $3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ a Planckova konstanta je $6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$. [$9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$]
10. Disociační konstanta komplexu lektinu s fukosou při 27°C je $10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$. Jaká by byla (včetně znaménka) změna standardní Gibbsovy energie vazby fukosy na lektin, kdybychom za standardní podmínky považovali teplotu 27°C a 1 M koncentrace fukosy, lektinu a jejich komplexu? Hodnota univerzální plynové konstanty vynásobené přirozeným logaritmem deseti je $19 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. [$-17,1 \text{ kJ mol}^{-1}$]
11. Na základě dat získaných isothermální titrační kalorimetrií byla pro vazbu ligandu na protein při 25°C a pH 7 vypočítána změna standardní entalpie -25 kJ mol^{-1} a změna standardní entropie $+84 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Jaká je změna standardní Gibbsovy energie tohoto děje? [-50 kJ mol^{-1}]
12. V buňce je přítomno tolik enzymu, že by při saturaci substrátem přeměnil za sekundu tisíc molekul substrátu. Kolik molekul substrátu přemění za sekundu enzym ve skutečnosti, je-li buněčná koncentrace substrátu $10 \mu\text{M}$? Předpokládejte kinetiku Michelise a Mentenové s Michaelisovou konstantou rovnou $0,19 \text{ mmol dm}^{-3}$. [50]

13. Byla změřena rychlost hydrolýzy labilního antibiotika ve vodě při 60 °C. Kvantový výpočet předpovídá, že při teplotě 250 K by byl přirozený logaritmus rychlosti hydrolýzy o deset jednotek nižší. Jakou hodnotu aktivační energie výpočet předpovídá? Univerzální plynová konstanta je $8,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. [83 kJ mol^{-1}]
14. Nestabilní metabolit se za podmínek měření rozpadá reakcí prvního řádu s rychlostní konstantou $0,033 \text{ s}^{-1}$. Po jedné minutě od zahájení reakce byla naměřena koncentrace metabolitu 10 mmol dm^{-3} . Jaká byla koncentrace metabolitu v okamžiku zahájení reakce? Hodnota Eulerova čísla e je přibližně 2,7. [73 mmol dm^{-3}]
15. V buňce o objemu jeden mikrometr krychlový se při redoxním ději uvolnilo 6 tisíc protonů. Na jakou hodnotu by se změnilo pH z původní hodnoty 7, kdyby nebyla cytoplazma pufována? [5]
16. Hodnota pK kyseliny mléčné je 3,9. Jaké bude pH (s přesností na desetinu jednotky) pufru připraveného smícháním stejných objemů roztoků 0,5 M mléčnanu sodného a 50 mM kyseliny mléčné? [4,9]
17. Při oxidativní dekarboxylaci α -oxoglutarátu vzniká v molekule thiamindifosfátového koenzymu reaktivní funkční skupina odštěpením slabě kyselého vodíku. Na připojeném schématu vyznačte: který vodík se odštěpí, jestli je vzniklá skupina nukleofil či elektrofil, který atom α -oxoglutarátu tato funkční skupina napadá, a jestli je napadená skupina v α -oxoglutarátu nukleofil či elektrofil. [vodík v thiazolovém kruhu, nukleofil, α -uhlík α -oxoglutarátu, elektrofil]



18. Jaký děj jaké metabolické dráhy ukazuje následující schéma? [izomerace dihydroxyacetonfosfátu na glycerinaldehyd-3-fosfát v glykolýze]

