Obecná a moderní fyzika

1. Napište Ampérův zákon ve vakuu v integrálním tvaru a popište jednotlivé symboly.

$\oint_C \boldsymbol{B}d\boldsymbol{l} = \mu_0 I_t$; ***B*** *– magnetická indukce, d****l*** *– infinitezimální element uzavřené křivky C,* μ_0 *– permeabilita vakua,* I_t *– celkový proud protékající plochou ohraničenou křivkou C.*

2. Popište nebo nakreslete princip kapilární elevace.

Pokud je interakce (síla) mezi molekulami kapaliny a stěnou kapiláry větší než interakce mezi molekulami v kapalině, kapalina „smáčí" kapiláru a její hladina v kapiláře je výše, než okolo.

3. Světlo s jakou polarizací vznikne složením dvou lineárně polarizovaných světel šířících se stejným směrem, jejichž vektory elektrické intenzity jsou na sebe kolmé a kmitají se stejnou fází?

Lineárně polarizované světlo.

4. Spočítejte frekvenci elektromagnetického záření o energii 0,1 eV.

*Elektronvolt na joule J = eV*1,602*10*$^{-19}$*. Energie na frekvenci* $E = h\nu; \nu = \frac{E}{h}$

$\frac{0{,}1*1.602*10^{-19}}{6.626*10^{-34}} = 24{,}18THz.$

5. K jakým změnám v atomovém jádře dochází při β$^-$ přeměně?

Neutron se změní na proton. (Zároveň se vyzáří elektron a elektronové antineutrino).

6. Napište tvar nečasové (stacionární) Schrödingerovy rovnice pro jednu částici v potenciálu V?

$\left(\frac{-\hbar^2}{2M}\Delta + V\right)\psi = E\psi$; M *– hmotnost částice,* Δ *– Laplaceův operátor,* Ψ *– vlnová funkce.*

7. Napište tři požadavky, které klademe na vlnovou funkci v kvantové mechanice?

Např.: 1. konečná, 2. jednoznačná, 3. kvadraticky integrabilní, 4. spojitá, 5. při konečných změnách potenciálu má spojité parciální derivace…

8. Kdy dochází k takzvanému totálnímu odrazu v souvislosti se Snellovým zákonem lomu?

Paprsek jde z opticky hustšího do opticky řidšího prostředí (lom od kolmice) a úhel lomu je větší než 90°. Úhel dopadu je větší než mezní úhel (mezní úhel - úhel dopadu, kdy je úhel lomu přesně 90°).

Experimentální metody biofyziky

9. Vyjmenujte mechanické a optické části světelného mikroskopu.

Mechanické části: stativ, tubus, revolverové zařízení (revolverový nosič objektivů), křížový stolek s pérovými svorkami, makro- a mikrometrický šroub
Optické části: okulár, objektiv, kondenzor, osvětlovací soustava, soustava clon

10. Jaký je princip metody fázového kontrastu v mikroskopii?

Metoda slouží k zvýraznění kontrastu objektů, u kterých se detaily od okolí absorpcí neliší, ale způsobují změnu fáze procházejícího světelného vlnění (díky různému indexu lomu). Metoda převádí rozdíly v posunu fáze světla procházejícího různými částmi objektu, které nevidíme, na rozdíly intenzit, které pozorovat můžeme.

11. Jaké znáte typy interakce elektronů s látkou v elektronové mikroskopii.

Průchod elektronů, odraz elektronů, emise sekundárních elektronů, absorpce elektronů, emise Augerových elektronů, emise Rtg záření, vznik luminiscenčního záření.

12. Vysvětlete použití Bürkerovy počítací komůrky v mikroskopii.

Bürkerova počítací komůrka slouží ke stanovení množství struktur v objemu kapaliny. Je to silné podložní sklo s destičkou obsahující vyrytou síť čtverců a obdélníků, nad sítí je zajištěn prostor o výšce 0,1 mm pro kapalné prostředí.

13. Co vyjadřuje Lambert-Beerův zákon?

Lambert-Beerův zákon je matematické vyjádření závislosti absorpce elektromagnetického záření na vlastnostech látky, kterou záření prochází a platí pouze pro monochromatické záření. Lambert-Beerův zákon se dá vyjádřit v různých podobách, např. v exponenciální podobě:
$I(\lambda) = I_0(\lambda)\ 10^{-\varepsilon(\lambda)cx}$, kde c = molární koncentrace [$mol.l^{-1} = M$], ε = molární absorpční (extinkční) koeficient [$l.mol^{-1}.cm^{-1} = M^{-1}cm^{-1}$], x = optická dráha, kterou záření v látce urazí [cm], $I_0(\lambda)$ = intenzita dopadajícího záření, $I(\lambda)$ = intenzita prošlého záření.
Pro vyjádření závislosti absorpce záření na koncentraci absorbující látky je vhodné vztah logaritmovat, z exponenciální závislosti se stane lineární. Byly zavedeny bezrozměrné veličiny absorbance (A) a transmitance (T):
$A = -\log I(\lambda)/I_0(\lambda) = -\log T = \varepsilon(\lambda)cx$. Absorbance (A) může nabýt hodnoty (0, nekonečno). Transmitance (T) se udává v procentech (0, 100%).

14. K čemu slouží tzv. kalibrační křivka při použití absorpční spektroskopie?

Kalibrační křivka (přímka) vyjadřuje závislost absorbance na koncentraci látky v roztoku, kterým prochází monochromatické záření. Metoda kalibrační křivky slouží ke kvantitativnímu

hodnocení vzorku = k určení neznámé koncentrace látky ve vzorku. Funkčnost metody je založena na platnosti Lambert-Beerova zákona, ze kterého plyne, že závislost absorbance na koncentraci je lineární.
Poté můžeme změřit hodnotu absorbance pro roztok stejné sledované látky o neznámé koncentraci a pomocí kalibrační křivky (nebo Lambert - Beerova zákona) stanovit její koncentraci.

15. Vyjmenujte zářivé a nezářivé deexcitační procesy (přechody).

a) zářivé přechody (luminiscence - fluorescence, fosforescence, zpožděná fluorescence)
b) nezářivé přechody - izoenergetické (vnitřní konverze a mezisystémová konverze) a se změnou energie (vibrační relaxace).

16. Co je to kvantový výtěžek luminiscence?

Kvantový výtěžek luminiscence $\Phi_L = N_L/N_a$ – poměr počtu fotonů emitovaných při luminiscenci (N_L) ku počtu absorbovaných fotonů (N_a).

17. Co jsou to výbojky, jak fungují a jaká mohou mít spektra?

Výbojka = trubice z opticky transparentního materiálu naplněná plynem, do kterého jsou zavedeny elektrody, přiloží se napětí, to vyvolá tok elektronů a kationtů molekul plynu mezi elektrodami a vzniká výboj. Srážky elektronů s molekulami plynu vyvolají nové ionizace a elektronové excitace molekul, následná zářivé relaxace je podstata záření výbojek.
Spektrum výbojek: a) čáry = zářivé přechody mezi stacionárními stavy molekul plynu nebo par kovu v náplni, b) spojitá část = např. relaxace excimerových (excitované dimery) nebo nevazebných excitovaných stavů.

18. V čem spočívá separace směsi s využitím gradientu sacharózy?

Centrifugační technika využívající rozdílné hustoty částic ve vzorku, ty se během centrifugace v hustotním gradientu vhodného média (např. sacharózy) separují do oblasti v níž se shoduje jejich hustota s hustotou média. Gradient může být kontinuální nebo diskontinuální.

19. Uveďte, jaký separační princip se uplatňuje u (bio)afinitní chromatografie.

Uplatňuje se schopnost selektivní a reversibilní interakce mezi dvěma biologicky aktivními látkami (např. antigen-protilátka, hormon-receptor atd.). Separovaná látka specificky rozpozná jinou molekulu [(bio)ligand] a adsorbuje se na něj (uplatňují se kovalentní interakce) za vzniku komplexu separovaná molekula-ligand.

20. Vyjmenujte hlavní součásti aparatury vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) a stručně popište jejich funkci.

Autosampler a zařízení pro dávkování vzorku, vysokotlaká čerpadla nebo pumpy – zajišťují transport mobilní fáze kolonou, chromatografická kolona (+ termostat) – probíhá zde vlastní separace látek (termostatování), detektor – detekce některé fyzikálně-chemické vlastnosti analytu, sběrač frakcí – sběr separovaných látek po průchodu kolonou a detektorem.

Struktura a funkce biologických systémů

21. Které typy/třídy lipidů jsou obvyklými složkami biologických membrán? Který, ve tkáních hojný typ lipidů se naopak nevyskytuje v biologických membránách?

Obvyklou složkou membrán (organel sekrece) jsou glycerofosfolipidy (diacylglyceroly), sfingolipidy a cholesterol a jeho deriváty (sterolové lipidy). V biologických membránách se nevyskytují triacylglyceroly (neutrální lipidy), které jsou hlavní složkou tukové tkáně.

22. Vysvětlete pojem post-translační a ko-translační zakotvení proteinu do biologické membrány.

Post-translační zakotvení proteinu znamená, že nejdříve se ukončí syntéza proteinu (na volných ribozomech) a teprve potom dojde k zabudování proteinu do membrány. Naopak ko-translační zakotvení znamená, že k zakotvení proteinu dochází již během jeho syntézy.

23. Jaký je základní rozdíl mezi pasivním a aktivním transportem látek přes biologickou membránu?

Pasivní transport látek probíhá vždy po spádu koncentračního gradientu (gradientu elektrochemického potenciálu) potenciálu dané látky a nevyžaduje dodání energie. Aktivní transport probíhá proti koncentračnímu gradientu (gradientu elektrochemického potenciálu) dané látky a vyžaduje dodání energie.

24. Jaká je struktura (podjednotky) světlosběrných komplexů fotosystému I a II u vyšších rostlin?

Fotosystém II obsahuje
a) vnější (majoritní) světlosběrné komplexy, které se vyskytují ve formě heterogenních trimerů s podjednotkami Lhcb1, Lhcb2 a Lhcb3
b) vnitřní (minoritní) světlosběrné komplexy v monomerní formě – Lhcb4 (CP29), Lhcb5 (CP26) a Lhcb6 (CP24)
c) antény jádra – psbB (CP47) a psbC (CP43)
Fotosystém I obsahuje
a) vnější světlosběrné komplexy – 4 podjednotky tvořící dimery (Lhca1/4 a Lhca2/3)
b) anténa jádra – heterodimer tvořený proteiny PsaA a PsaB

25. Popište strukturu ATPázy v tylakoidní membráně a uveďte, kde dochází k syntéze ATP.

ATPáza je tvořena multijednotkami CF_o a CF_1. CF_o se skládá ze čtyř různých podjednotek (I, II, III, IV) a je zabudována v tylakoidní membráně. CF_1 vyčnívá do stromatu a je tvořena pěti různými podjednotkami (α, β, γ, δ, ε). α a β podjednotky katalyzují syntézu ATP. Stechiometrie celého komplexu ATPázy: α(3), β(3), γ(1), δ(1), ε(1); I(1), II(1), III (10-14 v závislosti na druhu organismu), IV(1)