

Zkouškové otázky –123TVVM

1. Vyjmenujte základní jednotky SI a napište jejich značky.

metr (m), kilogram (kg), sekunda (s), ampér (A), kelvin (K), kandela (cd), mol (mol)

2. Definujte extenzivní (aditivní) veličinu.

veličina, jejíž hodnota je závislá na velikosti soustavy. Skládá-li se soustava z několika podsoustav, je výsledná hodnota dána součtem jejich hodnot pro jednotlivé podsoustavy (např. hmotnost, energie, objem atd.)

3. Vysvětlete pojem měrná veličina.

extenzivní veličina vztažená na jednotkové množství nebo velikost, nejčastěji hmotnosti, nebo objemu (hustota, měrné teplo, intenzita)

4. Co je to měřicí rozsah měřidla?

rozmezí mezi nejmenší a největší hodnotou veličiny, kterou lze měřidlem měřit; některé přístroje mohou mít více nastavitelných rozsahů

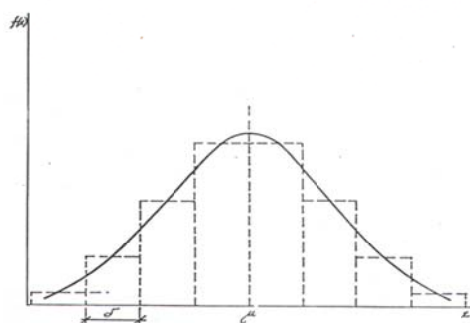
5. Co označujeme v metrologii pojmem ovlivňující veličina?

veličina, jež není předmětem měření, ovlivňuje však jeho průběh a výsledek. Je nutné ji proto rovněž měřit, abychom mohli provést patřičné korekce naměřených hodnot

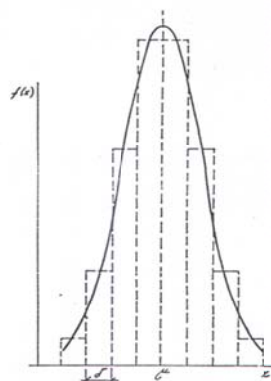
6. Jaké základní druhy chyb rozlišujeme podle jejich původu? Stručně je popište.

Hrubá, soustavná, náhodná.

7. Co je to histogram? Načrtněte ho.



Obr. 2a



Obr. 2b

9. Co je to rozptyl? Napište vztah pro jeho výpočet.

jelikož není možné charakterizovat přesnost měření pomocí prostého součtu odchylek ($= 0$) užívá se součet čtverců odchylek, který přepočteme na jedno měření $\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum \Delta_i^2 = \frac{1}{n} \sum (x_i - \mu)^2$

10. Definujte pojem směrodatná odchylka. Napište vztah pro její výpočet a vysvětlete, jak její hodnoty ovlivňují přesnost měření při normálním rozdělení hodnot.

jde-li o náhodnou veličinu, pak pravděpodobnost, že se hodnota náhodné veličiny bude od střední hodnoty lišit nejvýše o jednu směrodatnou odchylku je výrazně vyšší než 0.5 (při normálním rozdělení hodnot je = 68%) $\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_i - \mu)^2}$

pravděpodobnost, že se hodnota bude lišit nejvýše o dvě směrodatné odchylky, je velmi při normálním rozdělení = 95%

11. Vysvětlete a základními vztahy definujte následující pojmy: výsledek měření, absolutní chyba měření, relativní chyba měření.

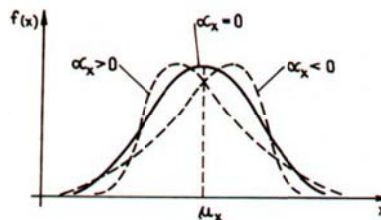
výsledkem měření z řady n naměřených hodnot x_1, x_2, \dots, x_n naměřené veličiny X nazveme aritmetický průměr, chyba měření je střední kvadratická chyba aritmetického průměru

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \delta(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n(n-1)}} \quad \delta_r(x) = \frac{\delta(x)}{\bar{x}} \cdot 100$$

12. Ve vztahu k rozdělení náhodných veličin definujte pojem šikmost. Graficky načrtněte.

parametr nesouměrnosti charakterizující nesouměrnost rozdělení náhodné veličiny podle osy y

$$a_x = \frac{1}{ns^3} \sum n_i (x_i - \bar{x})^3$$



13. Co je to variační součinitel a variační rozpětí?

$$v_x = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad VR = x_{\max} - x_{\min}$$

14. Jak základně rozdělujeme metody pro stanovení obsahu vlhkosti? Popište jejich princip vycházející z jejich dělení. Uveďte příklady jednotlivých metod měření.

metody absolutní (přímé) - stanovení obsahu vody na základě odstranění vlhkosti z testovaného vzorku (vysoušení, extrakce) – např. gravimetrická metoda

metody relativní (nepřímé) - obsah vlhkosti je stanoven na základě měření jiné fyzikální veličiny, jejíž hodnota je závislá na množství vody ve vzorku obsažené – tato závislost musí být jasně známa a definována – metody odporové, kapacitní, mikrovlnné atd.

15. Jakým způsobem můžeme stanovit vlhkovostní funkci a vlhkovostní poměry budov a materiálů?

Průzkum stavby

- odběr vzorků z vyšetřovaného objektu – podrobná laboratorní analýza materiálových vlastností – vlhkostní vodivost, sorpční a desorpční parametry, retence vlhkosti, chemické složení materiálů, mechanické parametry

stanovení distribuce vlhkosti v konstrukci – návrh sanačních opatření

analýza výskytu anorganických solí – kvantitativní a kvalitativní chemická analýza

posouzení inženýrsko-geologických a hydrogeologických poměrů objektu a jeho blízkého okolí

Průzkumné práce lze dělit do několika dílčích fází:

přípravná fáze (získávání informací o budově, projektová dokumentace, apod.), průzkum stavby (prohlídka objektu a zjištění základních technických údajů o budově a okolí), průzkum stavby na základě zjišťování charakteristických veličin měřením – měření vlhkosti, pH, chemismus materiálů, směr přenosu vody – elektroosmotická aktivita, el. vodivost, apod.

Na základě průzkumu stavby, konstrukcí a materiálů je možné stanovit aktuální stav konstrukcí a provést hrubé odhady jejich další funkce, trvanlivosti a životnosti.

Aplikace počítačového modelování – simulace tepelně vlhkostní funkce konstrukce v delším časovém horizontu – možno provést simulaci kritických detailů konstrukce či jejího kritického zatížení – optimalizace návrhu budov či rekonstrukčních prací.

16. Definujte pojmy hmotnostní vlhkost, objemová vlhkost a stupeň nasycení.

hmotnostní vlhkost $w_h = \frac{m_w - m_d}{m_d} \cdot 100\% = \frac{m_k}{m_d} \cdot 100\%$ m_w hmotnost vlhkého vzorku materiálu [kg, g], m_d hmotnost vysušeného materiálu [kg, g], m_k hmotnost vody [kg, g], w_h hmotnostní vlhkost [%hm.]

objemová vlhkost $w_v = \frac{V_w}{V_d} \cdot 100\%vol. = \frac{(m_w - m_d)}{\rho_w \cdot V_d} \cdot 100\%vol. = \frac{w_h \rho_d}{\rho_w} \cdot 100\%vol.$

V_w objem vody [m^3], V_d objem suchého materiálu [m^3], ρ_w objemová hmotnost vody [kgm^{-3}], ρ_d objemová hmotnost suchého materiálu [kgm^{-3}]

stupeň nasycení $\psi = \frac{w_h}{w_{sat}}$

w_h je hmotnostní vlhkost a w_{sat} je hmotnostní vlhkost v saturovaném stavu (při plném nasycení)

17. Co je to vazebná energie vody? Jak je definována? Můžeme z fyzikálního pohledu rozdělit v materiálu vodu volnou a vázanou?

vazebnou energii vody v porézním materiálu můžeme definovat jako práci nezbytnou ke konverzi jistého specifického množství vody vázané na vodu volnou

$$e = \frac{RT}{M} \ln \frac{p_s}{p}$$

- p_s (Pa) - tlak nasycených vodních par při teplotě T (K)
- p (Pa) - parciální tlak vodních par při teplotě T (K)
- M (g/mol) - molární hmotnost vody 18.0152

- R (J/K mol) – univerzální plynová konstanta 8.31447 J/K mol

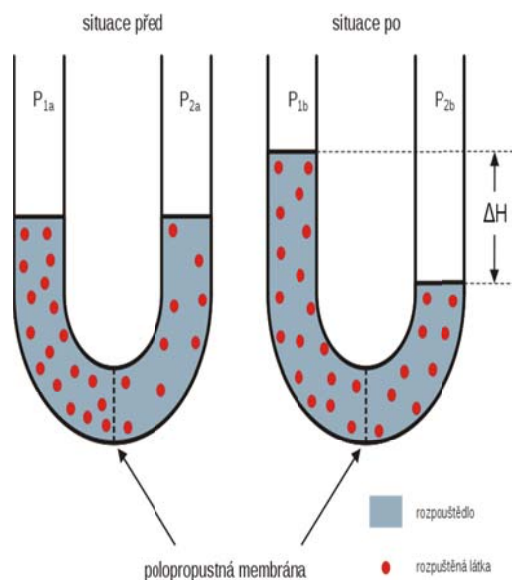
základní klasifikace vody obsažené v porézním materiálu na vodu vázanou a volnou nevystihuje přesně fyzikálně-chemickou realitu – kapilárně porézní materiál nemůže obsahovat volnou vodu, neboť molekuly vody přítomné v materiálu jsou vždy vázány jistými silami k jeho matici

18. Popište a graficky znázorněte princip osmózy a vznik osmotického tlaku.

tlak indukovaný penetrací rozpouštědla do roztoku – spontánní ředění roztoku – měřen např. pomocí membrány, která odděluje rozpouštědlo a roztok (umožňuje vstup rozpouštědla, ale ne rozpouštěné látky)

$$\Pi = \frac{RT}{V_A} \ln \frac{p_A^*}{p_A}$$

V_A (m^3/mol) parciální molární objem rozpouštědla, p_A^* parciální tlak vodní páry nad čistým rozpouštědlem (látka A), p_A par. tlak vodní páry nad roztokem látky B v rozpouštědle A



19. Jaký je princip odporových metod měření vlhkosti? Pro jaký typ materiálů jsou použitelné?

změna obsahu vody v materiálu je doprovázena také změnou jeho elektrických vlastností – elektrického odporu, který může být změněn v rozsahu několika řádů (vlhký materiál můžeme považovat za polovodivý nehomogenní materiál)

typický měrný elektrický odpor (resistivita) suchého porézního materiálu je v rozsahu $10^8 - 10^{13} \Omega\text{m}$

přítomnost vody může snížit hodnotu resistivity materiálů až na hodnotu $10^{-4} \Omega\text{m}$

materiál není možné považovat pouze za jednoduchou směs matrice a vody – na el. vlastnosti má vliv vázání vody v materiálu a také přítomnost iontů anorganických solí rozpuštěných ve vodě

nutné je také zohlednit vliv teploty na změnu el. vlastností

při vyšším obsahu solí jsou odporové metody nepoužitelné, neboť chyby měření výrazně narůstají s nárůstem vlhkosti

_dalším problémem je také měření velkých odporů, které je značně nepřesné – snížení přesnosti odporových senzorů v oblasti nižších vlhkostí

problémem může být také polarizace elektrod (el.-chem. proces na jejich povrchu, měřené odpory jsou vyšší než reálné)

individuální kalibrace pro jednotlivé měřené materiály

- 20.** Na jakém principu pracují dielektrické metody měření vlhkosti? Jaká je frekvence jednotlivých metod?

dielektrické vlastnosti materiálů jsou nejčastěji vyjadřovány pomocí relativní permitivity ($\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ F/m – permitivita vakua)

stanovení obsahu vlhkosti dielektrickými metodami je založeno na skutečnosti, že relativní permitivita čisté vody je při 20°C cca 80, přičemž většina stavebních porézních materiálů vykazuje hodnoty relativní permitivity v rozsahu od 2 do 6

metody kapacitní (5 – 100 MHz), metody mikrovlnné (1 – 100 GHz)

- 21.** Jaký je základní nedostatek nízkofrekvenčních dielektrických metod měření vlhkosti. Popište ho a vysvětlete.

Přesnost těchto metod je výrazně ovlivněna elektrickou vodivostí měřených materiálů – v případě zasolení poskytují nepřesné výsledky.

- 22.** Popište princip měření TDR. Napište základní vztah mezi rychlostí propagace el. mag. vlny a permitivitou materiálu.

$$\epsilon = \left(\frac{ct_p}{2L} \right)^2$$

- 23.** Jakým způsobem můžeme stanovit obsah vlhkosti z naměřených hodnot relativní permitivity?

empirické modely, dielektrické směšovací modely, empirická kalibrace

- 24.** Popište základní princip dielektrických směšovacích modelů.

Založeny na teorii efektivního media, ze známých parametrů jednotlivých složek systému (materiálu) se vypočte celková vlastnost materiálu. Použití například při výpočtu permitivity v závislosti na vlhkosti – kalibrace dielektrických metod měření vlhkosti.

- 25.** Vysvětlete a na praktickém příkladu demonstруйте pojem empirická kalibrace nepřímých metod měření vlhkosti.

Empirická kalibrace vychází z experimentálního měření – např. změříme vlhkost gravimetricky a této hodnotě přisoudíme naměřený další parametr např. kalibrace kapacitního vlhkoměru.

- 26.** Na jakém principu pracují radiometrické metody měření vlhkosti?

- metody založené na absorpci radioaktivního záření v materiálu

- nejčastěji se využívá absorpce rychlých neutronů či absorpce γ záření

Neutronová metoda:

- využívá zpomalení rychlých neutronů v důsledku jejich interakce s atomovými jádry s malou atomovou hmotností
- ztráta energie neutronů v důsledku kolize s atomovými jádry závisí na hmotnosti atomového jádra – k největší ztrátě energie dochází při kolizi neutronů s částicemi o stejné hmotnosti
- v případě kolize s jádry o vysoké atomové hmotnosti dochází ke snížení ztráty energie neutronů, neboť v podstatě dochází k odrazení neutronů od těchto velkých jader
- průměrný počet kolizí nezbytných k poklesu energie rychlých neutronů (typicky 9 MeV) na úroveň tepelné energie (cca 0.025 eV) je pro vodík 18, 114 pro uhlík, 150 pro kyslík apod.

$$r = \left(\frac{a}{w} \right)^{1/3}$$

27. Jaké zdroje neutronů se používají pro radiometrické měření obsahu vlhkosti?



28. Na jakém principu pracují dielektrické metody měření vlhkosti? Jaká je frekvence jednotlivých metod?

dielektrické vlastnosti materiálů jsou nejčastěji vyjadřovány pomocí relativní permitivity

stanovení obsahu vlhkosti dielektrickými metodami je založeno na skutečnosti, že relativní permitivita čisté vody je při 20°C cca 80, přičemž většina stavebních porézních materiálů vykazuje hodnoty relativní permitivity v rozsahu od 2 do 6

metody dělíme na kapacitní (5 – 100 MHz) a mikrovlnné (1 – 100 GHz)

29. Na jakých dvou základních principech pracují chemické metody měření obsahu vlhkosti? Vysvětlete je.

tvorba chemického produktu v rámci vhodných reakcí (např. Fischerova metoda), generace plynů – např. CaC_2

30. Jaký je princip ultrazvukových metod měření vlhkosti.

rychlost šíření ultrazvuku (mechanické vlnění o frekvenci vyšší než 20 kHz) nebo jeho útlum v materiálu závisí jednak na samotném měřeném materiálu a jednak na teplotě

závislost obsahu vody na rychlosti ultrazvuku je pro většinu materiálů nelineární (navíc je silně ovlivněna teplotou)

měření musí být prováděna v klimatizační komoře, nebo je nutné zavést teplotní kompenzace – z tohoto důvodu není tato metoda v praxi často využívána (aplikace spíše pro měření homogenity deskových materiálů)

31. Definujte absolutní vlhkost vzduchu.

$$\phi = \frac{m}{V} [g / m^3]$$

32. Napište vztah pro reaktivní vlhkost vzduch.

$$\varphi = 100 \frac{m}{M} [\%] = 100 \frac{\phi}{\phi_n}$$

33. Popište princip psychrometrických metod měření relativní vlhkosti.

vlhkost je měřena pomocí dvou teploměrů, jeden z teploměrů je vlhčen – druhý měří teplotu vzduchu - zároveň dochází k nárůstu rozdílu teplot na obou teploměrech – psychometrická diference – v závislosti na její velikosti stanovíme tlak vodní páry – relativní vlhkost pomocí tabulek

34. Popište sorpční metody měření relativní vlhkosti. Jaké požadavky jsou kladeny na sorpční senzory?

tyto metody využívají pro měření změny fyzikálních a chemických vlastností materiálů v důsledku změny obsahu absorbované vlhkosti, na senzory jsou kladeny následující požadavky: odezva na sorpci či desorpci musí být dostatečně rychlá, s malou nebo žádnou hysterezí vlastností, změna měřené veličiny musí být dostatečně velká, přičemž je optimální je její lineární závislost na relativní vlhkosti, kalibrační křivky musí být stále v běžných podmínkách měření, měření musí být realizovatelné v širokém rozmezí teplot – vliv teploty na naměřené hodnoty musí být zanedbatelný

Vlhkost absorbovaná materiály mění jejich objem, hmotnost, elektrický odpor, permitivitu apod. – sorpční metody je možné rozdělit na dilatační, odporové, kapacitní, rezonanční, polovodičové atd.

35. Jakým způsobem můžeme rozdělit teploměry?

teploměry může klasifikovat podle způsobu jejich aplikace: kontaktní, bezkontaktní, Klasifikace podle fyzikálního principu: dilatační – teplotní expanze kapalin, plynů či pevných látek, elektrické – měření el. odporu nebo využití termoelektrického jevu, speciální – založeny na měření fyzikální veličiny, která má přímou vazbu ke změně teploty

36. Jaké kapaliny je možné použít pro kapalinové teploměry? Jaký je teplotní rozsah jejich aplikace?

ethanol $-130^{\circ}\text{C} + 50^{\circ}\text{C}$, rtuť $-30^{\circ}\text{C} + 150^{\circ}\text{C}$, isopentan $-195^{\circ}\text{C} + 35^{\circ}\text{C}$, pentan $-130^{\circ}\text{C} + 35^{\circ}\text{C}$, galium $-15^{\circ}\text{C} + 1500^{\circ}\text{C}$

37. Popište princip plynových teploměrů. Napište základní vztahy pro výpočet teploty.

využívají dvou základních principů měření: změna objemu plynu s teplotou při konstantním tlaku, změna tlaku plynu s teplotou při konstantním objemu.

U plynových teploměrů pracujících s konstantním tlakem se pro výpočet teploty používá následující vztah:

$$t = 100 \cdot \frac{V - V_0}{V_{100} - V_0}$$

V_0 je objem plynu při teplotě 0°C , V_{100} je objem plynu při teplotě 100°C , nejčastěji se používá helium, dusík, vodík

$$t = 100 \cdot \frac{P - P_0}{P_{100} - P_0}$$

p_0 je tlak plynu při teplotě 0°C , p_{100} je tlak plynu při teplotě 100°C

38. Popište princip termoelektrických teploměrů? Jaké materiály je možné použít pro termoelektrická měření?

jako senzor se používají termočlánky: - využití termoelektrického jevu - dva rozdílné kovy se vodivě spojí a jejich volné konce jsou dány do prostředí o různé teplotě – vznik termoelektrického napětí, které je závislé na rozdílu teplot – měď – konstantan, železo – konstantan, chromel – alumel, chromel – konstantan, apod.

$$U = \sum_{i=1}^n a_i(\Delta t)$$

39. Vysvětlete princip odporových teploměrů. Jaký materiál je pro jejich konstrukci vhodný? Co je to teplotní koeficient elektrického odporu?

využívají nárůstu elektrického odporu kovů při nárůstu teploty, pokles odporu polovodičů s nárůstem teploty, závislost elektrického odporu materiálu na teplotě je popsána pomocí teplotního koeficientu odporu α $R = R_0(1 + \alpha\Delta t)$, vhodným materiálem je platina

40. Co jsou to termistory? Jaké materiály se používají pro jejich výrobu?

polovodičové odporové teploměry, měření v teplotním intervalu -200°C $+200^\circ\text{C}$, podstatně citlivější než kovové materiály – problémem je, že závislost jejich el. odporu na teplotě je vysoce nelineární, NiO, Mn_2O_3 , Co_2O_3 $R = A \exp\left(\frac{B}{T}\right)$

41. Popište pyrometry a napište vztah pro intenzitu radiace běžných materiálů.

pro měření vyšších teplot se používají pyrometry – fungují na principu měření energie vyzářené povrchem měřeného materiálu – jejich výhodou je, že nenarušují teplotní pole v měřeném vzorku, Stefa-Boltzmannův zákon, ε $[0, 1]$ je emisivita $I = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_0^4$

42. Definujte Knudsenovo číslo. Co vyjadřuje?

základním kritériem pro posouzení zda se voda v jednotlivém póru vyskytuje ve formě vodní páry nebo samostatné izolované molekul je Knudsenovo číslo – $Kn = \frac{\lambda}{d}$
 λ (m) je střední volná cesta molekul vodní páry a d (m) průměr póru

43. Napište a vysvětlete dva základní vztahy pro popis toku vodní páry. Jednotlivé parametry v rovnicích popište včetně jednotek.

$$j_v = -D \cdot \text{grad} \rho_c \quad j_v = -\delta \cdot \text{grad} p_v$$

D (m^2/s) – difúzní koeficient pro vodní páru v porézním materiálu, ρ_c (kg/m^3) – parciální hustota vodní páry – hmotnost vodní páry ku objemu materiálu, δ (s) součinitel propustnosti pro vodní páru, p_v (Pa) parciální tlak vodní páry

44. Napište vztah mezi difúzním koeficientem pro vodní páru a propustností pro vodní páru. Uveďte fyzikální jednotky.

$$D = \delta \cdot \frac{RT}{M}$$

45. Co je to sorptivita? Uveďte základní vztahy a vazbu k součiniteli absorpce pro kapalnou vodu.

$$I = S \cdot t^{1/2} \quad A = S \cdot \rho_w(T)$$

46. Jaké parametry či informace můžeme získat ze standardního absorpčního experimentu?

A, S, w_{kap} , identifikace a hodnocení poruch materiálu, stanovení účinnosti povrchových úprav

47. Napište základní vztahy pro popis vlhkostního toku kapalné vlhkosti. Popište jednotlivé parametry.

$$\vec{j}_w = -\kappa(\rho_m) \text{grad} \rho_m = -\rho_s \kappa(u) \text{grad} u = -\rho_w \kappa(w) \text{grad} w$$

48. Napište vztah definující závislost vlhkostní vodivosti na hydraulické vodivosti.

$$\kappa(u) = k(h) \frac{\rho_w}{\rho_s} \cdot \frac{\partial h}{\partial u}$$

49. Popište vliv gravitace na transport kapalné vlhkosti.

$$\vec{j}_g = L \frac{1}{T_A} (-\vec{E}_1 + \vec{E}_2) \quad \vec{j}_g = L \frac{1}{T_A} \mathbf{g}$$

T_A je absolutní teplota (K), L je fenomenologický koeficient, E_i je intenzita vnějších objemových sil, které působí na i-tou složku (m²/s), i = 1 – skelet, i = 2 – tekutina, nehybný skelet

50. Popište vliv tepla na transport vlhkosti. Napište rovnici pro vlhkostní tok se zohledněním vlivu termodifúze. $\vec{j} = -\rho_s \kappa(u, T) \text{grad} u - \rho_s \kappa_T(u, T) \text{grad} T$

51. Popište rovnici matematického modelu transportu vlhkosti. Zahrňte vliv vypařování?

$$\frac{\delta u}{\delta t} = \text{div}(\kappa \text{grad} u) + \text{div}(\kappa_T \text{grad} u T) + \psi(u, T, \varphi) \quad \psi(u, T, \varphi) = \frac{\delta u_i(T, t, \varphi)}{\delta t}$$

52. Napište, jaké znáte zdroje solí ve stavebních materiálech a konstrukcích.

- sole primárně obsažené ve stavebních materiálech, sole transportované vztlínající vlhkostí z podzákladí nebo jiné části konstrukce, sole vzniklé chemickou degradací materiálů vlivem ovzduší (např. sírany reakcí karbonátů s oxidy síry – hlavní složka kyselých dešťů), sole vzniklé z biologických zdrojů (např. přeměna močoviny v dusičnany), sole vzniklé v důsledku sanačních opatření (např. ze sodného vodního skla vzniká jako vedlejší produkt soda), z posypových materiálů při zimní údržbě komunikací, sole obsažené v podzemních vodách a v mořské vodě (sádra a etringit jsou více rozpustné v chloridovém r. – vyluhování)

53. Vysvětlete pojem hydratace solí.

- vztahuje se na soli, které jsou schopny vázat ve své krystalové mřížce určitý definovaný počet molekul vody → tvoří hydráty

- přechod z jedné hydratované formy do druhé je vždy spojen s vázáním nebo ztrátou určitého množství molekul vody, což je doprovázeno i značnými změnami objemu, v důsledku toho dochází ke vzniku hydratačních tlaků

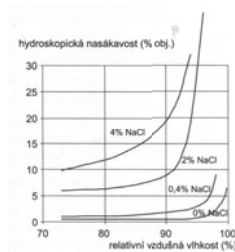
- přechod z jedné formy do druhé je daný stabilitou hydratované formy soli v určitých klimatických podmínkách – závislost na teplotě a relativní vlhkosti
- pro stavební materiály jsou nejvíce nebezpečné soli, které mění své formy během běžných klimatických podmínek – síran sodný, uhličitan sodný, dusičnan vápenatý

54. Vysvětlete hygroskopickou nasákavost solí.

- hygroskopické látky – schopny přijímat vzdušnou vlhkost – sorpční vlhkost

- jedná se o vodu fyzikálně vázanou (ne o vodu vázanou v krystalové mřížce) → nespojuje se schopností solí tvořit hydratované formy

- schopnost pohlcovat a vázat za určitých klimatických podmínek vlhkost se u jednotlivých solí liší – limitováno relativní vzdušnou vlhkostí a množstvím vody, které je schopna sůl přijmout

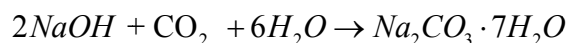


55. Vysvětlete pojem výluhy solí. Napište rovnici tvorby kalcitového výluhu.

- vznikají na povrchu stavebních materiálů a konstrukcí
- krystalické (případně amorfni) látky, které jsou ve vodě málo rozpustné
- vznikají chemickou reakcí ve vodě rozpuštěné látky s jinou látkou na povrchu stavebního materiálu – např. kalcitový výluh – kalcit vzniká na povrchu materiálu (např. betonu)
- těžko oddělitelné od povrchu materiálu $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

56. Vysvětlete pojem výkvěty solí. Napište rovnici tvorby sodného výkvětu.

hydroxid sodný je součástí sodného vodního skla (alkalická aktivace, infúzní clony proti vztlínající vlhkosti), proces tvorby sody je pomalý (v řádu let), soda vysoce hygroskopická - rekrystalizuje – vysoce negativní důsledky – rozpad omítek, spar zdiva do hloubky několika centimetrů, porušení i zdících bloků



57. Napište a vysvětlete Fickovu difúzní rovnici pro bilanci hmotnosti solí. $\frac{\partial C}{\partial t} = D_{eff} \text{div}(\text{grad}C)$

58. Napište a vysvětlete nelineární difúzní rovnici pro popis bilance hmotnosti solí. $\frac{\partial C}{\partial t} = \text{div}(D_{eff}(C)\text{grad}C)$

59. Vysvětlete a popište difúzně-advektivní model transportu solí.

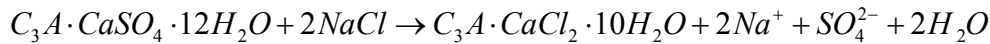
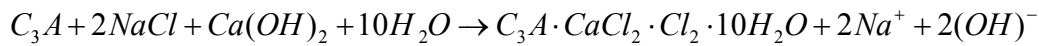
$$\frac{\partial(wC_f)}{\partial t} = \text{div}(wD \text{grad}C_f) - \text{div}(wC_f \vec{v}) - \frac{\partial C_b}{\partial t} \quad \frac{\partial(w)}{\partial t} = \text{div}(\kappa(w) \cdot \text{grad}w)$$

60. Popište elektrochemický potenciál. Co hnačí silou při elektrochemickém modelování transportu iontů solí? $\mu_j = \mu_{j,chem} + z_j F \phi$

gradient elektrochemického potenciálu

61. Definujte pojem vazebná izoterma solí. Na jakých principech k vázání solí dochází?

62. Co je to Friedlova sůl? Jak vzniká?



63. Popište lineární vazebnou izotermu. Uveďte její základní vztah a vysvětlete její platnost. $C_b = kC_f$

ověřena pro koncentrace chloridových iontů menší než 20 g/l, přestože lineární závislost byla ověřena a naměřena celou řadou autorů, obecně se má dnes za to, že tato závislost je nelineární, lineární vyjádření je příliš zjednodušující, a je platné pouze pro limitovaný rozsah koncentrací, při vyšší koncentraci chloridů v roztoku předpokládá vyšší obsah vázaných iontů než je realita

64. Popište Langmuirovu vazebnou izotermu. Uveďte její základní vztah a vysvětlete.

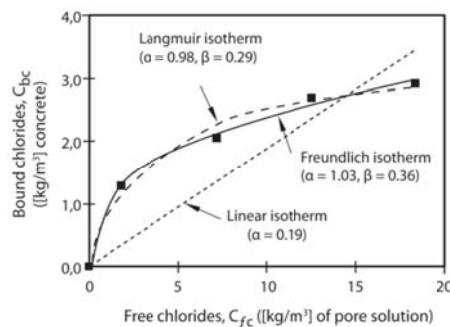
$$C_b = \frac{\alpha C_f}{(1 + \beta C_f)}$$

$$\frac{1}{C_b} = \frac{1}{kC_m} \frac{1}{C_f} + \frac{1}{C_{bm}}$$

65. Popište Freundlichovu vazebnou izotermu. Uveďte její základní vztah a vysvětlete.

$$C_b = kC_f^m$$

66. Schematicky znázorněte vázání chloridových iontů v betonu pomocí typových vazebných izoterm.



67. Popište princip měření vazebných izoterm pomocí rovnovážné adsorpční metody.

68. Jaké znáte metody měření vazebných izoterm solí? Stručně je popište. $C_b = \frac{M_{Cl}V(C_0 - C_e)}{W}$

rovnovážná adsorpční metoda, metoda vytlačení pórového roztoku a migrační metoda

69. Napište vztah pro výpočet tlaků generovaných při krystalizaci. Popište pojem krystalizační tlaky solí.

$$P = \frac{RT}{V_s} \cdot \ln \frac{C}{C_s}$$

70. Co je to stupeň supersaturace? Jaký vliv má na generované krystalizační tlaky?

v případě, že roztok není nasycený – krystalizace není možná, krystaly rostoucí pouze ze saturovaného roztoku nevyvozuji krystalizační tlaky, při dosažení supersaturovaného roztoku – velké krystalizační tlaky – v závislosti na bránění růstu krystalů může dojít až k destrukci materiálů

71. Co je hybnou silou pro krystalizaci z roztoku? Napište základní vztahy a vysvětlete jednotlivé parametry v těchto rovnicích.

$$\Delta\mu = R \cdot T \cdot \ln(a / a_0) \quad \Delta\mu = R \cdot T \cdot \ln(C / C_s)$$

změna chemického potenciálů mezi krystalem a kapalinou

72. Vysvětlete Salt-ponding test a jeho využití.

73. Vysvětlete princip migračního experimentu pro stanovení efektivního difúzního koeficientu solí.

$$J_{up} = \frac{F}{RT} D_{a,up} c_{up} E \quad J_{up} = \frac{c_{up1}V - c_{up2}V}{St}$$

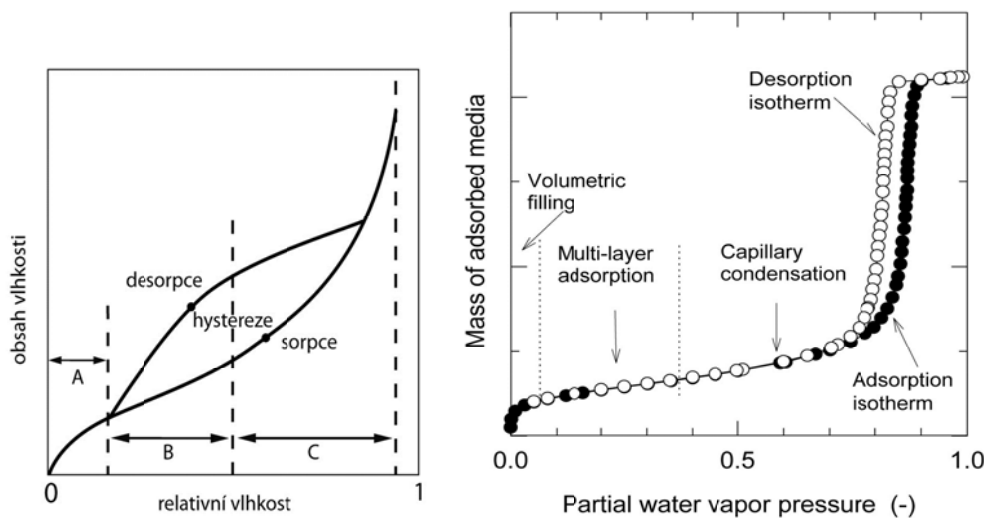
74. Popište princip inverzní analýzy profilů vlhkosti a koncentrace solí? K čemu ji využíváme?

75. Co popisuje sorpční izoterma?

popisuje termodynamický vztah mezi relativní vlhkostí prostředí obklopujícího materiál a jeho ustáleným obsahem vlhkosti za konstantní teploty a tlaku

charakterizuje akumulaci vlhkosti v hygroskopickém rozsahu vlhkosti

76. Nakreslete sorpční izoterma a vyznačte způsob vázání vlhkosti v jednotlivých oblastech RH.



77. Jaké znáte metody pro měření sorpčních izoterem?

pro měření obsahu adsorbátu (adsorbovaného media) v porézní struktuře materiálu se používají jak metody stanovující objem adsorbátu (objemové metody) tak metody pracující se změnou hmotnosti v důsledku adsorpce (gravimetrické metody)

oba výše uvedené principy je teoreticky optimální aplikovat společně s vysokým vakuem

statická gravimetrická metoda (exsikatorová metoda), objemová metoda dle Emmeta, dynamická sorpce

78. Jaké zařízení se používá pro měření akumulace vlhkosti při vysoké RH (93-99%)?

tlaková deska (pressure plate method) – touto metodu můžeme získat relativní vlhkosti v rozsahu 93-99% - s nárůstem aplikovaného tlaku klesá rozměr pórů, do kterých je vlhkost transportována – měření retenční křivky vlhkosti

$$p_{cap} = \frac{RT\rho_w}{M_w} \ln\left(\frac{p}{p_{sat}(T)}\right)$$

79. Napište a vysvětlete Kelvinovu rovnici.

$$\varphi = \exp\left(-\frac{2\sigma M}{\rho_l R_g T r}\right)$$

80. Co jsou to tepelně-fyzikální veličiny?

měrná tepelná vodivost, měrná tepelná kapacita, lineární délková teplotní roztažnost

- definují přímo vlastnosti a chování materiálů z pohledu stavební fyziky

81. Definujte tepelně-technické veličiny.

tepelná jímavost, tepelný odpor vrstvy materiálu, součinitel prostupu tepla

- popisují vlastnosti konstrukce v závislosti na jejím geometrickém uspořádání a použitých materiálech

82. Jakým způsobem dochází k šíření tepla v materiálech? Popište.

vedení - přenos tepla vedením probíhá ve spojitém látkovém prostředí

- stavební částice látky si předávají kinetickou energii neuspořádaných tepelných pohybů, která se tím přenáší z míst vyšší teploty do míst o nižší teplotě látky

- vedení tepla probíhá v látkách pevných, kapalných i plynných

proudění - přenos tepla prouděním látky je vázán taktéž na spojitě látkové prostředí

- probíhá pouze v tekutinách, tj. v kapalinách a plynech

- samovolné proudění je vyvoláno tím, že se ohříváním v důsledku roztažnosti zmenšuje hustota látek

- pokud vznikne mezi místem ohřevu a místem ochlazení v tekutině teplotní rozdíl, ohřívaná část tekutiny stoupá při vytlačování ochlazené těžší části

- v kapalinách a zvláště v plynech přenos tepla prouděním převažuje nad přenosem tepla vedením

záření - přenos tepla zářením nevyžaduje látkové prostředí

- teplo se přenáší elektromagnetickým zářením
- energetická výměna mezi plochami o různé teplotě
- pokud je přenos tepla zprostředkován převážně infračerveným zářením (vlnová délka 760 nm – 1 mm), nazývá se tento přenos sálání

83. Definujte součinitel tepelné vodivosti a uveďte, co ho ovlivňuje.

vyjadřuje schopnost materiálu vést teplo

- udává tepelný výkon, který projde plochou homogenního materiálu o velikosti 1 m^2 do vzdálenosti 1 m při teplotním rozdílu 1 K , definován Fourierovým vztahem $q = -\lambda \text{ grad}T$
- na součinitel tepelné vodivosti má výrazný vliv vlhkost materiálu (s nárůstem vlhkosti dochází k poklesu tepelně izolačních vlastností) - způsobeno tepelnou vodivostí vody (cca $0,58 \text{ W/mK}$), která je cca $25 \times$ než tepelná vodivost vzduchu (cca $0,025 \text{ W/mK}$) a také tím, že dochází k šíření tepla prouděním
- v případě, kdy dojde k zmrznutí vody, dochází k dalšímu nárůstu součinitele tepelné vodivosti ($\lambda = 2,3 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ při -10°C)
- vliv má také typ látky, distribuce pórů, pórovitost, teplota, struktura materiálů atd.

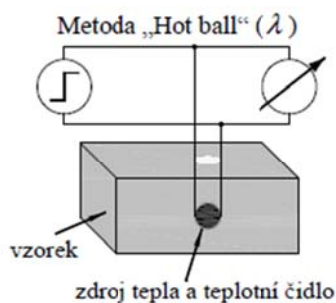
84. Jaké znáte metody měření součinitele tepelné vodivosti. Popište.

metody přímé, nepřímé, stacionární, nestacionární - základem všech metod je znalost rozložení teploty (teplotního pole) v měřeném vzorku materiálu

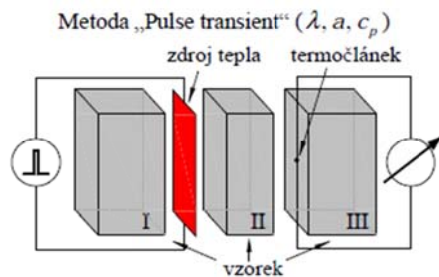
dělení podle tvaru zdroje – bodové, liniové, plošné, objemové

dělení podle tvaru vzorku a podle časového průběhu tepelného příkonu zdroje

85. Popište princip metody „hot-ball“.



86. Popište princip metody „puls transient“.



87. Napište rovnici vedení tepla a vysvětlete její jednotlivé parametry

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right)$$

88. Definiujte tepelnou kapacitu. Uveďte jednotky a základní vztah.

$$c_x = \frac{1}{m} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_x$$

- udává množství tepla, které je nutné dodat 1 kg (m^3) materiálu aby se ohřál o 1K

- index x značí druh termodynamické změny stavu, při níž je tělesu přiváděno teplo (konstantní tlak, objem), nemění-li se při dodávání tepla látce její objem, dodané teplo pouze zvyšuje vnitřní energii látky a její teplota roste, může-li se při ohřívání objem látky zvyšovat, koná látka při rozpínání práci a tuto práci je nutné krýt dalším dodáním tepla

u pevných a kapalných látek je malá tepelná rozpínavost a proto nerozlišujeme c_p, c_v

89. Definiujte tepelnou jímavost materiálů.

$$b \text{ (W}^2\text{sm}^{-4}\text{K}^{-2}\text{)} \quad b = \lambda \cdot c \cdot \rho_V$$

- vyjadřuje schopnost materiálu přijímat nebo uvolňovat teplo
- čím větší je tepelná jímavost materiálu, tím materiál méně přijímá, ale i uvolňuje teplo
- nízká hodnota tepelné jímavosti pak znamená, že materiál rychle přijme teplo, ale také ho rychle uvolní

90. Definiujte součinitel teplotní vodivosti.

- popisuje schopnost materiálu o definované vlhkosti vyrovnávat rozdílné teploty při neustáleném vedení tepla (důležité např. při přerušovaném vytápění)

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho_V}$$

- platí, že čím vyšší je velikost součinitele teplotní vodivosti, tím rychleji probíhá vyrovnání teplot

91. Definiujte součinitel prostupu tepla.

- parametr popisující vlastnosti konstrukce $U = \frac{1}{R}$

- dle ČSN 73 0540-2 je to tepelně technická veličina charakterizující tepelně izolační vlastnosti konstrukce

92. Co je to vlnový odpor materiálů? Co jsou to akusticky měkké a akustické tvrdé materiály?

- měřítkem vhodnosti stavebních materiálů pro pohlcující a zvukově izolační konstrukce je jejich vlnový odpor $Z \text{ (N s m}^{-3}\text{)}$ $Z = \rho \cdot c$

- akusticky měkké materiály – hodnoty vlnového odporu blízké odporu vzduchu (Z_0)

- akusticky tvrdé materiály – $Z \gg Z_0$

93. Definujte zvukovou pohltivost materiálů.

- schopnost absorbéru (pohlcovače) pohlcovat část akustického výkonu zvukové vlny, která na něj dopadá A (m^2) $\alpha = Wa/Wi$ $A = \alpha_s \cdot S$

α_s činitel zvukové pohltivosti pohlcovače v kmitočtovém pásmu, S plošný obsah volného povrchu pohlcovače

94. Napište a vysvětlete vztah pro rychlost šíření podélných vln. $c \approx (E / \rho)^{1/2}$