

Ütemterv

**a Speciális vegyipari technológiák. c. tárgyhoz (GEVGT022-B) vegyipari gépészeti specializáción
szakos hallgatók részére**

(2 óra előadás + 2 óra gyakorlat)

Hét	Előadás	Gyakorlat
1	Transzportfolyamatok definiálása, műveleti egységek matematikai leírása és csoportosítása	A transzportfolyamatokhoz szükséges matematikai alapok, differenciálegyenletek átvizsgálása
2	A hővezetés differenciálegyenletei (Fourier I. és Fourier II). Hővezetés egyszerűsített egyenletei különböző geometriák esetén. Hőellenállások.	Gyakorlati példák a hővezetés témaköréből
3	A hővezetés tranziens modelljei (egyszerűsített és koncentrált paraméterű modell)	Gyakorlati példák tranziens hővezetés témaköréből
4	Konvektív hőátadás alapfogalma, csoportosítási lehetőségei, hőátadási tényező és Nu-szám bevezetése, hasonlósági kritériumok	Gyakorlati példák hőátadási tényező számítására
5	Konvektív hőátadás fázisváltás esetén: kondenzáció és forrás	Gyakorlati példák hőátadási tényező számítására fázisváltással járó folyamatok esetén
6	Hőcserélő szerkezetek osztályozása, méretezése	Gyakorlati példák hőcserélő ellenőrző számítására
7	Bepárlás műveletének bemutatása, hajtóerők, mérlegegyenletek, készülékek.	Gyakorlati számítások a bepárlás témaköréből
8	1. zárthelyi dolgozat. Anyagátadási műveletek bevezetése, termodinamikai rendszerek kvalitatív és kvantitatív jellemzése	Gyakorlati számítások termodinamikai rendszerek jellemzésére
9	Egy- és többkomponensű rendszerek és alapegyenleteik	Gyakorlati számítások egy- és többkomponensű rendszerek esetén
10	Egyensúlyi folyamatos és szakaszos desztilláció, mérleg- és komponensegyenletek, Rayleigh-egyenlet	Gyakorlati számítások desztilláció témaköréből
11	Rektifikálás művelete, anyagmérlegek, betáplálás állapota, munkavonalak egyenletei, tányárszám meghatározó módszerek	Gyakorlati számítások rektifikálás témaköréből
12	Töltelékes oszlopok, töltelék típusok, tányérhatások, gőzsebességek, elárasztási sebesség	Gyakorlati számítások töltelékes oszlop esetén
13	Abszorpció műveletének bemutatása, mechanizmusa, anyagáramok, készülékei.	Gyakorlati számítások abszorpció témaköréből
14	2. zárthelyi dolgozat. Szárítás műveletének bemutatása, hajtóerők, nedvesanyag és szárítóközeg anyagjellemzői, Mollier-diagram, készülékek	Gyakorlati számítások szárítás témaköréből

Speciális vegyipari technológiák
1. zárthelyi dolgozat (MINTA)
2019.

Név: _____

Neptun kód: _____

1. (8 pont) Tesztkérdések: (elemenként 1 pont)

- (a) Melyik hasonlósági kritériumnak nincs szerepe a szabadkonvekciós hőátadási tényező számításánál?
 A. Nu-szám B. Gr-szám C. Re-szám D. Pr-szám
- (b) Mely anyagjellemző nem szükséges a Pr-szám számításához?
 A. dinamikai viszkozitás B. sűrűség C. hővezetési tényező D. hőtágulási tényező
- (c) Melyik összefüggéssel számítható a konvekciós hőáram értéke?
 A. $\dot{Q} = A \cdot \frac{\lambda}{s} \Delta T$ B. $\dot{Q} = A \cdot \alpha \cdot \Delta T$ C. $\dot{Q} = A \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_1^3 - T_2^3)$ D. $Q = \frac{\dot{m}}{\rho}$
- (d) Melyik konvekciós esetben tekinthető állandónak a Nu-szám értéke?
 A. csőben történő áramlásnál, lamináris esetben B. cső körül történő áramlásnál, turbulens esetben
 C. kondenzációnál D. szabadkonvekció esetén
- (e) A felsoroltak közül melyik összefüggés vonatkozik a csőben történő áramlásra, turbulens esetre?
 A. $Nu = 0.194 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0.25}$ B. $Nu = 1,86 \cdot \frac{D}{L} \cdot Pe$ C. $Nu = 0,023 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.33}$
 D. $\alpha = C_f \cdot 88 \cdot \vartheta^2 \cdot p^{0.6}$
- (f) Melyik fogalom nem a hőelnyeléssel kapcsolatos?
 A. Abszorpcivitás B. Reflexivitás C. Transzmittivitás D. Emisszivitás
- (g) Hősugárzásos hőátadás esetén a hőmérséklet hányadik hatványával arányos a hőáram értéke?
 A. első B. második C. harmadik D. negyedik
- (h) Melyik hasonlósági kritérium szükséges az időben változó hővezetés jellemzéséhez?
 A. Nusselt szám B. Rayleigh szám C. Biot szám D. Euler szám

2. (a) (4 pont) Vázoljon egy köpenyoldalon egyjáratú, csőoldalon kétjáratú, merev csőköteges hőcserélőt, és nevezze meg a részeit!
- (b) (8 pont) Írja fel a hőcserélők alapegyenletét, mutassa be a tagok kiszámításának módját (mértékegységgel együtt)!

3. (5 pont) Vezesse le a Fourier I. egyenletet stacionárius esetben, egyrétegű hengeres falra!

4. (5 pont) Ismertesse a hőellenállások koncepcióját (esetek, összefüggések, jellemzők)!

5. (5 pont) Mutassa be a kétfokozatú bepárló hőmérséklet- és nyomásviszonyait!

6. (5 pont) Egy duplikátor anyaga acél, 12 mm vastagságú, 17 W/mK hővezetési tényezővel. A szigetelés vastagsága 10 cm, 0,085 W/mK hővezetési tényezővel. A külső levegő hőmérséklete 24°C, a külső hőátadási tényező 12 W/m²K, a belső gőz hőmérséklete 100°C, az itt lévő hőátadási tényező 8450 W/m²K. Határozza meg a hőátviteli tényezőt, a fajlagos hővesztesség értékét, valamint a falhőmérsékleteket!

Kérdés	1	2	3	4	5	6	Total
Pont	8	12	5	5	5	5	40
Eredmény							

Speciális vegyipari technológiák
2. zárthelyi dolgozat (MINTA)
2019.

Név: _____

Neptun kód: _____

1. (8 pont) Tesztkérdések: (elemenként 1 pont)

- (a) Melyik jellemzőt adja két egyensúlyi állandó hányadosa?
 A. parciális nyomás B. folyadékfázisbeli móltört C. relatív illékonyság D. szaturációs nyomás
- (b) Melyik egy nem létező kolonna belső konstrukció fajta?
 A. szita tányér B. Pall tányér C. Raschig gyűrű D. szelepes tányér
- (c) Egykomponensű rendszerre, mely összefüggést nem alkalmazhatjuk?
 A. Clausius-Clapeyron-egyenlet B. Dalton-törvény C. Antoine-egyenlet D. Trouton-szabály
- (d) Melyik nem az anyagátviteli tényezők meghatározására szolgál?
 A. Sh-szám B. Sc-szám C. Pr-szám D. Re-szám
- (e) Melyik nem tartozik az abszorbensekkel szemben támasztott követelmények közé?
 A. nagy viszkozitású legyen B. szelektíven oldja az abszorbeálható komponenseket
 C. kis tenziója legyen D. gazdaságos legyen a működtetése
- (f) Mi az anyagátadási tényező mértékegysége?
 A. $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ B. $\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ C. $\frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$ D. $\frac{\text{mol}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
- (g) Melyik állítás igaz akkor, ha egy 100% relatív nedvességtartalmú levegő hőmérsékletét megnöveljük?
 A. relatív nedvességtartalma csökken B. relatív nedvességtartalma változatlan marad
 C. abszolút nedvességtartalma csökken D. abszolút nedvességtartalma növekszik
- (h) Milyen fizikai jellemző nem olvasható le a Mollier-diagramról?
 A. tenziónyomás B. relatív nedvességtartalom C. abszolút nedvességtartalom D. entalpia

2. (a) (5 pont) Írja fel a Raoult és Dalton egyenleteket, nevezze meg a bennük szereplő tagokat!

(b) (4 pont) Mutasson be egy fázisdiagramot!

(c) (3 pont) Mutassa be a Gibbs-féle fázisszabályt, definiálja a benne szereplő tagokat!

3. (5 pont) Mutassa be az egyfokozatú ellenáramú abszorbert, írja fel az anyag- és komponensmérleget!

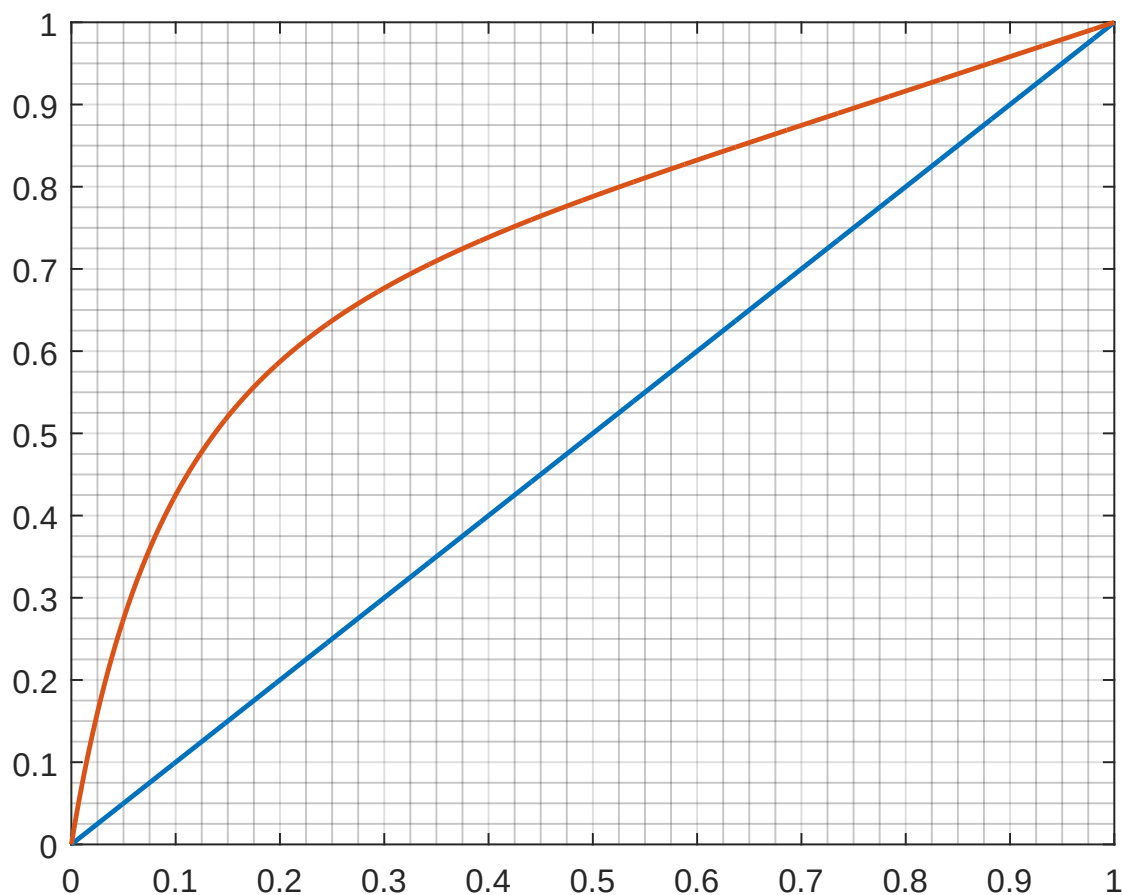
4. (5 pont) Mutassa be az egylépcsős konvekciós szárító vázlatát, anyag- és energiaszükségletét!

5. (5 pont) 200 kmol mennyiségű, 15% alkoholtartalmú cefrét desztillálunk 1 bar nyomáson. A keletkező párát folyamatosan lekondenzáltatjuk és elvezetjük. A műveletet addig folytatjuk, amíg a maradék alkoholtartalma 3%-ra csökken. Mennyi lesz a keletkező desztillátum mennyisége és összetétele?

x	y
0	0
0,01	0,1116
0,02	0,1911
0,03	0,2505
0,04	0,2967
0,06	0,3638
0,08	0,4101
0,1	0,4441
0,15	0,4996
0,2	0,5343
0,25	0,5597

Kérdés	1	2	3	4	5	6	Total
Pont	8	12	5	5	5	5	40
Eredmény							

6. (5 pont) Határozza meg, hogy az alábbi paraméterekkel rendelkező elválasztáshoz hány elméleti tányért kell alkalmazni! A 65 mol% víz és 35 mol% metanol elegyet szeretnénk szétválasztani, melyet forrponti folyadékként táplálunk be a rektifikáló oszlopba. A desztillátum összetétele 80 mol%-os legyen, míg a maradékban 5 mol% legyen a metanol. A reflux arány értéke 3. Határozza meg a kapott maradék összetételt felhasználva a desztillátum és maradék mennyiségét, ha a betáp mennyisége $500 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$.



Speciális vegyipari technológiák
Vizsgadolgozat (Minta)
2019.

Név: _____

Neptun kód: _____

1. (3 pont) Ismertesse a kétkomponensű gőz-folyadék rendszerek számításához szükséges összefüggéseket!
2. (4 pont) Rajzolja fel a flash-desztilláció folyamatábráját, jellemezze a folyamatot és írja fel az anyag- és komponensmérlegeket!
3. (6 pont) Ismertesse a szárítás műveletét (nedves anyag jellemzői, nedvességtartalmak, száradási görbe, Mollier-diagram)!
4. (4 pont) Csoportosítsa különböző szempontok szerint a hőcserélő szerkezeteket (felsorolás, ábrák)!
5. (3 pont) Ismertesse a forrás jelenségét!
6. (4 pont) Ismertesse a kétfokozatú bepárló hőmérséklet- és nyomásviszonyait!

Kérdés	1	2	3	4	5	6	Total
Pont	3	4	6	4	3	4	24
Eredmény							

Speciális vegyipari technológiák
1. zárthelyi dolgozat (MINTA)
2019.

Név: _____

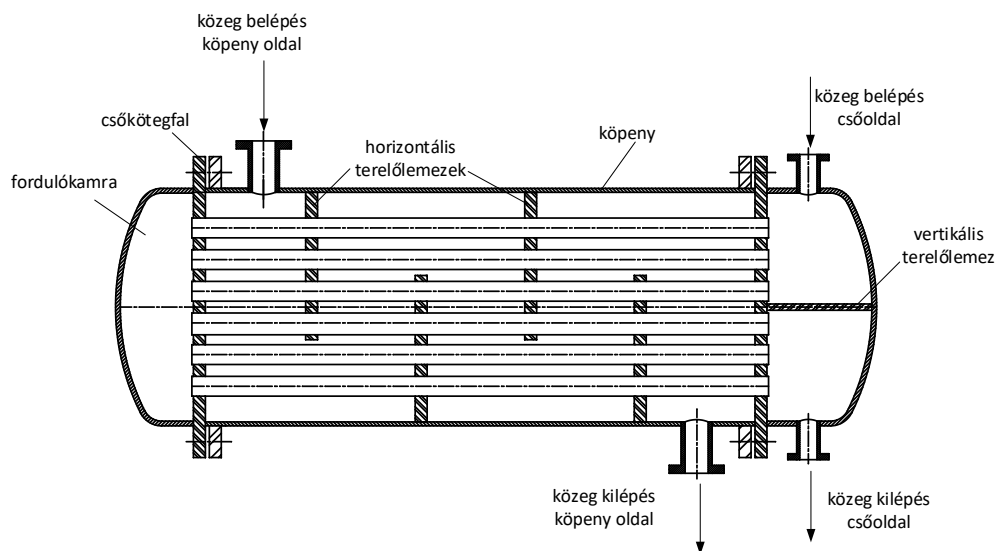
Neptun kód: _____

1. (8 pont) Tesztkérdések: (elemenként 1 pont)

- (a) Melyik hasonlósági kritériumnak nincs szerepe a szabadkonvekciós hőátadási tényező számításánál?
 A. Nu-szám B. Gr-szám C. Re-szám D. Pr-szám
- (b) Mely anyagjellemző nem szükséges a Pr-szám számításához?
 A. dinamikai viszkozitás B. sűrűség C. hővezetési tényező D. hőtágulási tényező
- (c) Melyik összefüggéssel számítható a konvekciós hőáram értéke?
 A. $\dot{Q} = A \cdot \frac{\lambda}{s} \Delta T$ B. $\dot{Q} = A \cdot \alpha \cdot \Delta T$ C. $\dot{Q} = A \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_1^3 - T_2^3)$ D. $Q = \frac{\dot{m}}{\rho}$
- (d) Melyik konvekciós esetben tekinthető állandónak a Nu-szám értéke?
 A. csőben történő áramlásnál, lamináris esetben B. cső körül történő áramlásnál, turbulens esetben
 C. kondenzációnál D. szabadkonvekció esetén
- (e) A felsoroltak közül melyik összefüggés vonatkozik a csőben történő áramlásra, turbulens esetre?
 A. $Nu = 0.194 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0.25}$ B. $Nu = 1,86 \cdot \frac{D}{L} \cdot Pe$ C. $Nu = 0,023 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.33}$
 D. $\alpha = C_f \cdot 88 \cdot \vartheta^2 \cdot p^{0.6}$
- (f) Melyik fogalom nem a hőelnyeléssel kapcsolatos?
 A. Abszorpcivitás B. Reflexivitás C. Transzmittivitás D. Emisszivitás
- (g) Hősugárzásos hőátadás esetén a hőmérséklet hányadik hatványával arányos a hőáram értéke?
 A. első B. második C. harmadik D. negyedik
- (h) Melyik hasonlósági kritérium szükséges az időben változó hővezetés jellemzéséhez?
 A. Nusselt szám B. Rayleigh szám C. Biot szám D. Euler szám

2. (a) (4 pont) Vázoljon egy köpenyoldalon egyjáratú, csőoldalon kétjáratú, merev csőköteges hőcserélőt, és nevezze meg a részeit!

Megoldás:



- (b) (8 pont) Írja fel a hőcserélők alapegyenletét, mutassa be a tagok kiszámításának módját (mértékegységgel együtt)!

Megoldás:

- $\dot{Q} = \varepsilon \cdot k \cdot A \cdot \Delta T_{LOG}$ [W] a hőcserélő hőteljesítménye
- ε a konstrukciótól függő korrekciós tényező [W]
- k a hőátviteli tényező, $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_b} + \frac{s_{fal}}{\lambda_{fal}} + \frac{1}{\alpha_k}}, \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$
- A a hőátadó felület, csőköteges hőcserélő esetén $A = z \cdot \pi \cdot d_m \cdot L$ [m²]
- ΔT_{LOG} a logaritmikus hőmérséklet-különbség $\Delta T_{LOG} = \frac{\Delta T_n - \Delta T_k}{\ln \left(\frac{\Delta T_n}{\Delta T_k} \right)}$ [°C]

3. (5 pont) Vezesse le a Fourier I. egyenletet stacionárius esetben, egyrétegű hengeres falra!

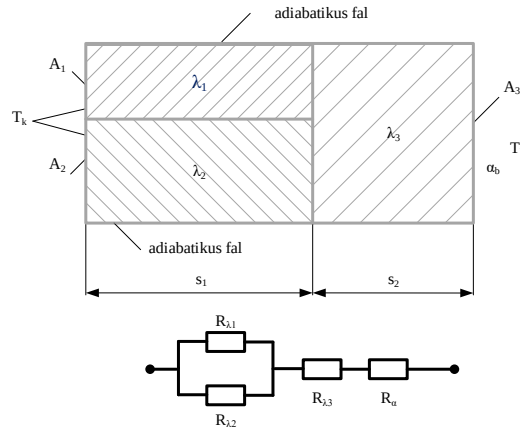
Megoldás:

A Fourier I. törvény alapalakja: $\dot{Q} = -\lambda \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$, az integrálási határok r_b és r_k , valamint T_1 és T_2 . Végeredménye: $\dot{Q} = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot \lambda}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \cdot (T_1 - T_2)$

4. (5 pont) Ismertesse a hőellenállások koncepcióját (esetek, összefüggések, jellemzők)!

Megoldás:

Villamos ellenállások analógiájára bevezethetők a hőellenállások. Itt a hőmérséklet-különbség hatására a hőellenállással arányos hőáram fog kialakulni. Síkfal esetén: $\dot{Q}_{vez,fal} = \frac{\lambda}{s} \cdot A \cdot (T_1 - T_2)$, melyből a $I = \frac{U_1 - U_2}{R_e}$ villamos ellenállás analógiával $\dot{Q}_{vez,fal} = \frac{T_1 - T_2}{R_{fal}}$, melyből a síkfal hőellenállása $R_{fal} = \frac{s}{\lambda \cdot A}$.



$$R_{\lambda_1} = \frac{s_1}{\lambda_1 \cdot A_1}$$

$$R_{\lambda_2} = \frac{s_1}{\lambda_2 \cdot A_2}$$

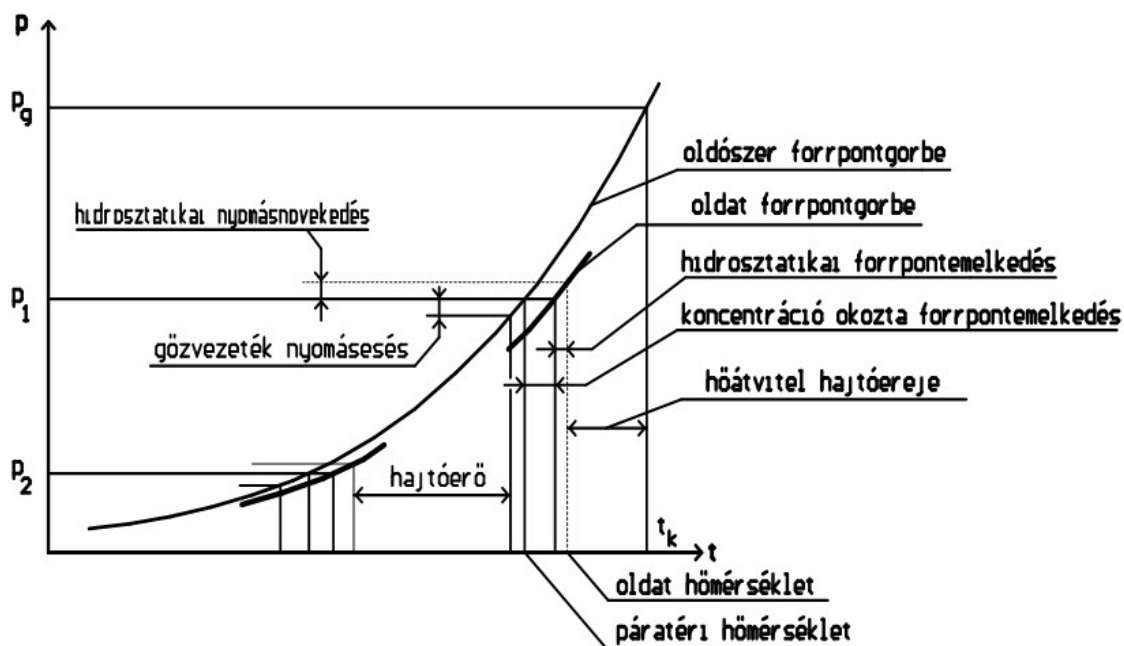
$$R_{\lambda_3} = \frac{s_2}{\lambda_3 \cdot A_3}$$

$$R_{\alpha} = \frac{1}{\alpha \cdot A_3}$$

$$R_e = \frac{R_{\lambda_1} \cdot R_{\lambda_2}}{R_{\lambda_1} + R_{\lambda_2}} + R_{\lambda_3} + R_{\alpha}$$

5. (5 pont) Mutassa be a kétfokozatú bepárló hőmérséklet- és nyomásviszonyait!

Megoldás:



6. (5 pont) Egy duplikátor anyaga acél, 12 mm vastagságú, 17 W/mK hővezetési tényezővel. A szigetelés vastagsága 10 cm, 0,085 W/mK hővezetési tényezővel. A külső levegő hőmérséklete 24°C, a külső hőátadási tényező 12 W/m²K, a belső gőz hőmérséklete 100°C, az itt lévő hőátadási tényező 8450 W/m²K. Határozza meg a hőátviteli tényezőt, a fajlagos hőveszteség értékét, valamint a falhőmérsékleteket!

Megoldás:

- $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_b} + \frac{s_{fal}}{\lambda_{fal}} + \frac{s_{szig}}{\lambda_{szig}} + \frac{1}{\alpha_k}} = 0,7932 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$
- $\dot{q} = k \cdot \Delta T = 60,28 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$
- $T_{f,b} = T_b - \frac{\dot{q}}{\alpha_b} = 99,99 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $T_{f,k} = T_{f,b} - \frac{\dot{q} \cdot s_{fal}}{\lambda_{fal}} = 99,95 \text{ } ^\circ\text{C}$

Speciális vegyipari technológiák
2. zárthelyi dolgozat (MINTA)
2019.

Név: _____

Neptun kód: _____

1. (8 pont) Tesztkérdések: (elemenként 1 pont)

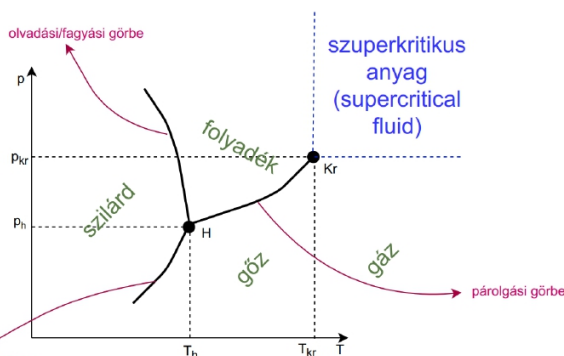
- (a) Melyik jellemzőt adja két egyensúlyi állandó hányadosa?
A. parciális nyomás B. folyadékfázisbeli móltört C. relatív illékonyság D. szaturációs nyomás
- (b) Melyik egy nem létező kolonna belső konstrukció fajta?
A. szita tányér B. Pall tányér C. Raschig gyűrű D. szelepes tányér
- (c) Egykomponensű rendszerre, mely összefüggést nem alkalmazhatjuk?
A. Clausius-Clapeyron-egyenlet B. Dalton-törvény C. Antoine-egyenlet D. Trouton-szabály
- (d) Melyik nem az anyagátviteli tényezők meghatározására szolgál?
A. Sh-szám B. Sc-szám C. Pr-szám D. Re-szám
- (e) Melyik nem tartozik az abszorbensekkel szemben támasztott követelmények közé?
A. nagy viszkozitású legyen B. szelektíven oldja az abszorbeálható komponenseket
C. kis tenziója legyen D. gazdaságos legyen a működtetése
- (f) Mi az anyagátadási tényező mértékegysége?
A. $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ B. $\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ C. $\frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$ D. $\frac{\text{mol}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
- (g) Melyik állítás igaz akkor, ha egy 100% relatív nedvességtartalmú levegő hőmérsékletét megnöveljük?
A. relatív nedvességtartalma csökken B. relatív nedvességtartalma változatlan marad
C. abszolút nedvességtartalma csökken D. abszolút nedvességtartalma növekszik
- (h) Milyen fizikai jellemző nem olvasható le a Mollier-diagramról?
A. tenziónyomás B. relatív nedvességtartalom C. abszolút nedvességtartalom D. entalpia

2. (a) (5 pont) Írja fel a Raoult és Dalton egyenleteket, nevezze meg a bennük szereplő tagokat!

Megoldás:

- Raoult-törvény: folyadékfázis jellemzésére szolgál, $p_A = p_A^0 \cdot x_A$, ahol p_A az A anyag parciális nyomása, p_A^0 az A anyag tenziója a vizsgált hőmérsékleten, x_A pedig az A anyag folyadékfázis-beli móltörtje
- Dalton törvény: a gőzfázis jellemzésére szolgál, $p_A = P \cdot y_A$, ahol P a rendszer össznyomása, y_A pedig az A anyag gőzfázisbeli móltörtje

(b) (4 pont) Mutasson be egy fázisdiagramot!



Megoldás: szublimációs görbe

(c) (3 pont) Mutassa be a Gibbs-féle fázisszabályt, definiálja a benne szereplő tagokat!

Megoldás:

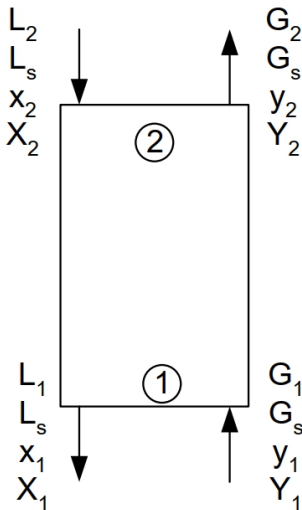
$Sz + F = K + 2$, ahol Sz a szabadsági fokok száma (szabadon változtatható intenzív paraméterek), F a fázisok száma (a termodinamikai rendszer azonos fizikai és kémiai paraméterekkel rendelkező részeinek összessége), K pedig a komponensek száma (a rendszer kémiaiailag független alkotórészei),

3. (5 pont) Mutassa be az egyfokozatú ellenáramú abszorbert, írja fel az anyag- és komponensmérleget!

Megoldás:

Az egyfokozatú ellenáramú abszorber esetén:

- fokozat: olyan egység, ahol a kilépő gáz- és folyadékáramban az abszorbeálható komponens koncentrációi egymással egyensúlyban vannak
- az egyensúlyt a Henry-törvény írja le
- egyensúlyi fokozatnak vagy elméleti tányérnak is nevezhető
- ellenáramú, vagyis a gáz- és folyadékáram iránya egymással ellentétes



Jelölések:

$$X = \frac{x}{1-x} \text{ abszorbeált / oldószer}$$

$$Y = \frac{y}{1-y} \text{ abszorbeálható / iners}$$

$$G_S = G \cdot (1-y)$$

$$G_S = G \cdot \frac{1}{1+Y}$$

$$L_S = L \cdot (1-x)$$

$$L_S = L \cdot \frac{1}{1+X}$$

4. (5 pont) Mutassa be az egylépcsős konvekciós szárító vázlatát, anyag- és energiaszükségletét!

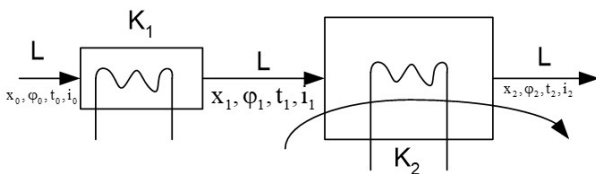
Megoldás:

- anyagmérleg:

$$L \cdot X_0 + \dot{m}_v = L \cdot X_2$$

$$\dot{m}_v = L \cdot (X_2 - X_0)$$

$$l = \frac{L}{\dot{m}_v} = \frac{1}{X_2 - X_0}$$



- energiaszükséglet

$$\dot{Q} = L \cdot (h_2 - h_0) = l \cdot \dot{m}_D \cdot (h_2 - h_0)$$

$$q = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}_D} \approx \frac{h_2 - h_1}{X_2 - X_1}$$

5. (5 pont) 200 kmol mennyiségű, 15% alkoholtartalmú cefrét desztillálunk 1 bar nyomáson. A keletkező párákat folyamatosan lekondenzáltatjuk és elvezetjük. A műveletet addig folytatjuk, amíg a maradék alkoholtartalma 3%-ra csökken. Mennyi lesz a keletkező desztillátum mennyisége és összetétele?

Megoldás:

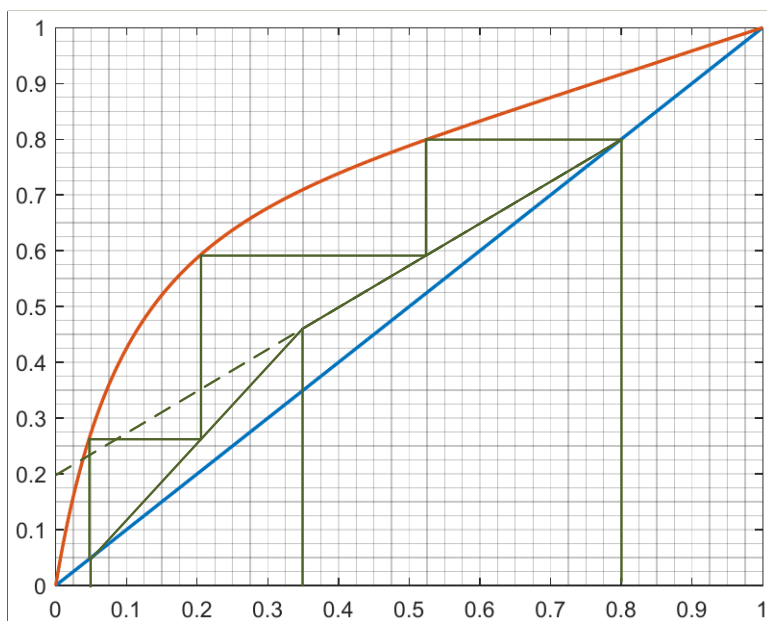
Vegyük észre, hogy szakaszon desztillációról van szó, ezért a Rayleigh-egyenletet kell alkalmazni, melynek alakja $\ln \frac{L}{W} = \int_{x_W}^{x_L} \frac{dx}{y_i - x_i}$. Határozzuk meg az integrál értékét grafikus integrálással (trapézformulával).

Ehhez bővítsük ki a táblázatot a betáp és desztillátum összetételeknél $y-x$, valamint $1/(y-x)$ értékekkel, majd számoljuk ki a trapéz területek értékét a $T = \frac{a+c}{2} \cdot m$ összefüggéssel.

x	y	y-x	1/(y-x)	T
0	0	-	-	-
0,01	0,1116	-	-	-
0,02	0,1911	-	-	-
0,03	0,2505	0,2205	4,5351	-
0,04	0,2967	0,2567	3,8956	0,0421
0,06	0,3638	0,3038	3,2916	0,0718
0,08	0,4101	0,3301	3,0294	0,0632
0,1	0,4441	0,3441	2,9061	0,0593
0,15	0,4996	0,3496	2,8604	0,1441
0,2	0,5343	-	-	-
0,25	0,5597	-	-	-

Összeadjuk a részterületeket: $\Sigma T = 0,3805$. A betáp értéke ismert, fejezzük ki az összefüggést a maradék mennyiségére: $W = \frac{L}{eT} = 136,7039 \text{ kmol}$, az anyagmérlegből $D = L - W = 63,2961 \text{ kmol}$, a parciális anyagmérlegből pedig $x_D = \frac{L \cdot x_L - W \cdot x_W}{D} = 0,4091$, vagyis 40,91%.

6. (5 pont) Határozza meg, hogy az alábbi paraméterekkel rendelkező elválasztáshoz hány elméleti tányért kell alkalmazni! A 65 mol% víz és 35 mol% metanol elegyet szeretnénk szétválasztani, melyet forrponti folyadékként táplálunk be a rektifikáló oszlopba. A desztillátum összetétele 80 mol%-os legyen, míg a maradékban 5 mol% legyen a metanol. A reflux arány értéke 3. Határozza meg a kapott maradék összetételt felhasználva a desztillátum és maradék mennyiségét, ha a betáp mennyisége $500 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$.



A grafikus szerkesztéshez a McCabe-Thiele szerkesztést alkalmazzuk, melynek eredményeként a kívánt maradék összetételt kapjuk. A hiányzó adatokat az anyag- és parciális anyagmérlegek felhasználásával határozhatjuk meg:

$$B \cdot x_B = D \cdot x_D + W \cdot x_W \rightarrow D = B \cdot \frac{x_B - x_W}{x_D - x_W} = 200 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$$

$$W = B - D = 300 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$$

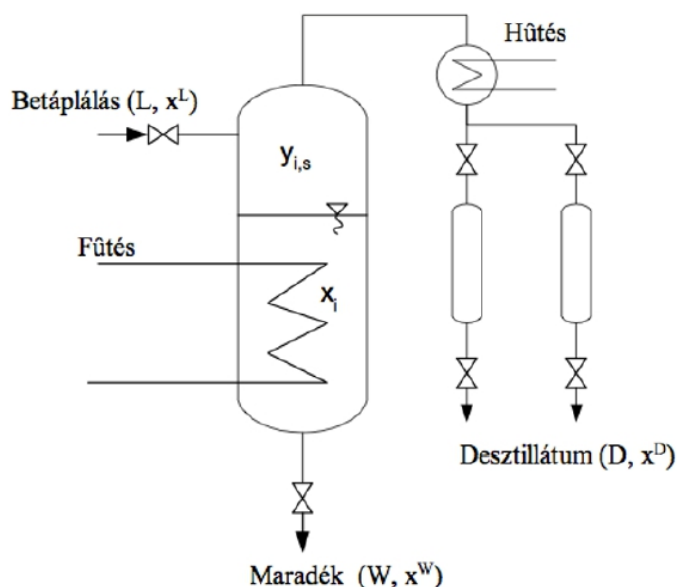
1. (3 pont) Ismertesse a kétkomponensű gőz-folyadék rendszerek számításához szükséges összefüggéseket!

Megoldás:

- Raoult-törvény: folyadékfázis jellemzésére szolgál, $p_A = p_A^0 \cdot x_A$, ahol p_A az A anyag parciális nyomása, p_A^0 az A anyag tenziója a vizsgált hőmérsékleten, x_A pedig az A anyag folyadékfázis-beli móltörtje
- Dalton törvény: a gőzfázis jellemzésére szolgál, $p_A = P \cdot y_A$, ahol P a rendszer össznyomása, y_A pedig az A anyag gőzfázisbeli móltörtje
- egyensúlyi állandó: Megmutatja, hogy valamely komponens egyensúly esetén (adott p , T) milyen viszonylagos mennyiségben szerepel a gőztérben és a folyadéktérben (megoszlási hányados). Tökéletes gáz és ideális folyadék esetén: $K_1 = \frac{y_1}{x_1} = \frac{p_1^0}{P}$
- relatív illékonyság: Két egyensúlyi állandó hányadosa; megmutatja, hogy adott körülmények között az egyik komponens hányszor illékonyabb a másikonál. $\alpha = \frac{K_1}{K_2}$

2. (4 pont) Rajzolja fel a flash-desztilláció folyamatábráját, jellemezze a folyamatot és írja fel az anyag- és komponensmérlegeket!

Megoldás:



A művelet lényege: A készülékbe bemért adott mennyiségű és összetételű (L , x_L) szétválasztandó folyadék-elegyet hőközléssel elpárologtatunk, a gőzt lekondenzáltatjuk és a párlatokat (D , x_D) a termék tartályokban összegyűjtjük. A készülékben F mennyiség van. Adott időpillanatban az i -edik komponens differenciális anyagmérlege:

$$F \cdot x_i = y_i \cdot dF + (F - dF) \cdot (x_i - dx_i)$$

Egyszerűsítés után:

$$F \cdot dx_i = (y_i - x_i) \cdot dF$$

Integrálva az egyenletet:

$$\int_W^L \frac{dF}{F} = \int_{x_W}^{x_L} \frac{dx}{y_i - x_i}$$

A Rayleigh-egyenlet:

$$\ln \frac{L}{W} = \int_{x_W}^{x_L} \frac{dx}{y_i - x_i}$$

3. (6 pont) Ismertesse a szárítás műveletét (nedves anyag jellemzői, nedvességtartalmak, száradási görbe, Mollier-diagram)!

Megoldás:

Szárításon olyan műveletet értünk, amikor valamilyen nedves szilárd anyag nedvességtartalmát csökkentjük vagy eltávolítjuk elpárologtatás vagy kigőzölögtetés révén. Ehhez külső hőbevitel szükséges, amit rendszerint kívülről vezetünk a nedves anyagba. Ezek szerint a szárítás hőközléssel egybekötött anyagátadási művelet, ahol a nedvességvándorlás mind a nedves száradó anyagon belül, mind annak felületén és a környező közegben is lejátszódik.

Száradó nedves anyag állapotjelzői:

Nedves anyagra vonatkoztatott nedvességtartalom:

$$w = \frac{m_L}{m_L + m_s}$$

- w a nedves anyagra vonatkoztatott nedvességtartalom
- m_L a nedvesség tömege [kg]
- m_s a száraz anyag tömege

Értéke: 0 és 1 közé eshet.

Adott hőmérsékleten és nyomáson az egységnyi térfogatú levegő csak meghatározott mennyiségű vizet képes felvenni. Ha felvette ezt a mennyiséget, a levegő telítetté válik, több nedvességet nem tud felvenni.

Ha a telített oldat hőmérsékletét csökkentjük, vagy a nyomását növeljük, a nedvesség páráként kicsapódik belőle.

Az abszolút nedvességtartalom az egységnyi térfogatú (vagy tömegű) levegőben jelen lévő teljes vízpáramennyiség.

$$X = \frac{m_v}{m_g}$$

ahol

- m_v a gázban lévő nedvesség tömege
- m_g a száraz gáz tömege

A meleg levegő több vízpárát tartalmazhat, mint a hideg, ezért az abszolút nedvességtartalma is nagyobb lehet.

Száraz anyagra vonatkoztatott nedvességtartalom:

$$W = \frac{m_L}{m_s} = \frac{w}{1 - w}$$

Értéke 0 és ∞ közé eshet. *Abszolút nedvességtartalom:* Adott hőmérsékleten és nyomáson az egységnyi térfogatú levegő csak meghatározott mennyiségű vizet képes felvenni. Ha felvette ezt a mennyiséget, a levegő telítetté válik, több nedvességet nem tud felvenni.

Ha a telített oldat hőmérsékletét csökkentjük, vagy a nyomását növeljük, a nedvesség páráként kicsapódik belőle.

Az abszolút nedvességtartalom az egységnyi térfogatú (vagy tömegű) levegőben jelen lévő teljes vízpáramennyiség.

$$X = \frac{m_v}{m_g}$$

ahol

- m_v a gázban lévő nedvesség tömege
- m_g a száraz gáz tömege

A meleg levegő több vízpárát tartalmazhat, mint a hideg, ezért az abszolút nedvességtartalma is nagyobb lehet.

Relatív nedvességtartalom:

A relatív nedvességtartalom az adott körülményekhez (hőmérséklet és nyomás) tartozó telítettségi mennyiséghez viszonyított nedvességtartalom, melyet %-osan szokás megadni.

- T hőmérsékletű gázban lévő molekuláris eloszlású gőz parciális nyomása:

$$p_v = \rho_v \cdot R_v \cdot T$$

- a maximális telítettségű gőz parciális nyomása (gőznyomása):

$$p_{vt} = \rho_{vt} \cdot R_v \cdot T = p_v^0$$

- a relatív nedvességtartalom:

$$\varphi = \frac{\rho_v}{\rho_{vt}} = \frac{p_v}{p_{vt}}$$

4. (4 pont) Csoportosítsa különböző szempontok szerint a hőcserélő szerkezeteket (felsorolás, ábrák)!

Megoldás:

Csoportosítás:

- a fluidumok érintkeznek-e egymással vagy sem
 - közvetlen közegérintkezésű hőcserélők (direkt hőcserélők; pl. keverőkondenzátorok)
 - közvetett közegérintkezésű hőcserélők (rekuperátorok)
- üzemvitel szerint
 - szakaszos működésű hőcserélők; ilyenkor a berendezés megfelelő térrészébe a kezelni kívánt anyagok periodikusan kerülnek bevezetésre (regenerátorok)
 - folyamatos működésű hőcserélők; az összes, hőcserében érdekelt fluidum folyamatosan jelen van a berendezésben
- a fluidumok áramlási iránya szerint
 - egyenáramú hőcserélők; a hőcserélő hossz tengelye mentén a fluidumok áramlási iránya megegyezik
 - ellenáramú hőcserélők; a hőcserélő hossz tengelye mentén a fluidumok áramlási iránya ellentétes
 - keresztáramú hőcserélők; a fluidumok áramlási iránya valamilyen szöget zár be egymással (általában ez 90° szokott lenni)
- fázisváltozás szerint
 - fázisváltozás nélküli hőcserélők
 - fázisváltozással járó folyamat
 - * kiforralók, elpárologtatók
 - * kondenzátorok
- járatok száma szerint
 - egyjáratú hőcserélők; a berendezés egyik végén belép a fluidum, a másik végén pedig távozik
 - többjáratú hőcserélők; a fluidum a berendezésen végighalad, a fordulókamrában iránytörést szenved, majd újra végighalad a szerkezeten. Attól függően, hányszor halad át, annyi járatú berendezésről beszélhetünk.

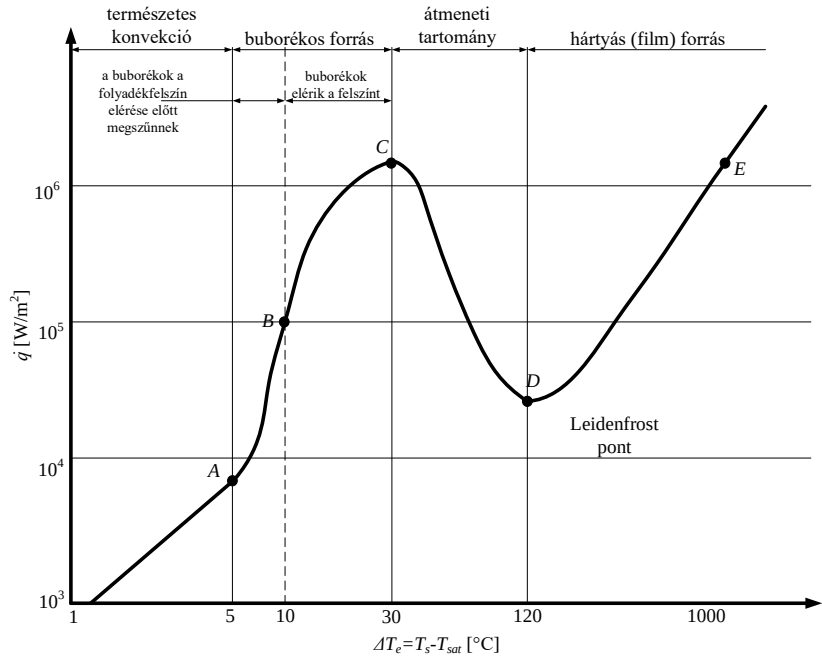
5. (3 pont) Ismertesse a forrás jelenségét!

Megoldás:

Forrásról vagy forralásról abban az esetben beszélhetünk, ha a folyadék fázisú közeg gőzfázisba megy át. A közeg a fázisváltozáshoz szükséges energiát (a párolgáshőt) a környezetből veszi fel. Ahogy a bevezetésben is volt róla szó, minden hőmérsékleten megy végbe párolgás és kondenzáció, de míg ezek dinamikus egyensúlyban vannak, eltekintünk a létüktől. Szigorú értelemben akkor beszélünk forrásról, amikor a folyadék hőmérséklete eléri a telítési hőmérsékletet, és a párolgás a folyadék belsejében is megindul, nem csak a felszínről. Ennek nyilvánvaló bizonyítékai a megjelenő buborékok.

Tartományai:

- természetes konvekció
- buborékos forrás
- átmeneti tartomány
- hártvás (film) forrás



6. (4 pont) Ismertesse a kétfokozatú bepárló hőmérséklet- és nyomásviszonyait!

Megoldás:

