

# CHEM-A1120 - VIRTAUSTEKNIikka JA LÄMMÖNSIIRTO

## VÄLIKOE 1, MELLANPROV 1, 22.2.2022, 13-18

1 teoriatehtävä, 3 laskua / 1 teori uppgift, 3 räkneuppgifter

Yksityiskohtia:

- MyCourses osiosta **Välikoe 1** löytyvät tehtävät **Tehtävät VK1**
- Välikokeen teoriaosuus on kokeen ensimmäinen tunti (1 h)
- Teoriaosa palautetaan Microsoft Word® (.doc/.docx) tai Adobe® PDF muodossa se on tyypiltään suorasanainen esse kuten lukion ainekirjoitus.
- Teoriaosuus päättyy MyCourses -järjestelmässä automaattisesti ja opiskelijan on itsensä pidettävä huolta, että ehtii ajoissa palauttamaan välikokeen teoriaosionsa oikeaan MyCoursen palautuslaatikkoon. Teoria palautetaan Turnitin palautuslaatikkoon **Teoria VK1**, sulkeutuu kl 14. Turnitin vaatii vähintään 20 sanaa, Valokuvattua käsin kirjoitettua vastausta ei voi palauttaa!
- Kokeen laskuosa on kokeen loppuaika ja päättyy automaattisesti MyCourses -järjestelmässä, opiskelijan on pidettävä itse huolta, että ehtii ajoissa palauttamaan välikokeen teoriaosionsa oikeaan MyCoursen palautuslaatikkoon.
- Kaavaeditorin käyttö vastauksissa on suotavaa mutta on sallittua kuvata siistit käsin kirjoitetut laskut (kaavat, kaavaan sijoitukset, yksiköt, tms) ja liittää ne vastaukseen, mutta vastaajan on huolehdittava siitä, että jälki on selkeää ja luettavaa ja tiedostot eivät paisu järjettömän suuriksi.
- Palauta laskuosa yhtenä (1) failina Microsoft Word® (.doc/.docx) tai Adobe® PDF
- Laskuosuuden palautuslaatikko **Laskut VK1** sulkeutuu kl 18.00,
- Laskuosan saa aloittaa teoriakokeelle varattuna aikana
- Kaikkiin tehtäviin vastataan

Assariin saa yhteyden kurssin Zoom osoitteesta <https://aalto.zoom.us/j/69052500653>

### Svenska

Detaljer:

- I MyCourses del **Välikoe 1** finns frågorna **Tehtävät VK1**
- Mellanprovets teoridel är första timmen (1h) av provet.
- Teoridelen återlämnas med Microsoft Word® (.doc/.docx) eller Adobe® PDF format.
- Teoridelen är essä, som en uppsatsskrivning i skolan.
- Teoridelen slutar automatiskt och studenten måste själv se till att teoridelen återlämnas i tid till den rätta återlämnings lådan.
- Teori: Turnitin återlämnings låda **Teoria VK1**, stängs kl 14. Turnitin behöver minst 20 ord, ett fotograferat handskrivet svar kan inte återlämnas!
- Provets räkningar, som är tidsmässigt provets sluttid, slutar automatiskt i MyCourses, studenten måste själv se till att räkningarna återlämnas i tid till den rätta återlämnings lådan.
- Att använda en ekvations editor är önskvärt men det är tillåtet att fotografera snygga handskrivna räkningar (ekvationer, enheter etc.) och sammanbinda dem till ditt svar. Men du måste ta hand om att svaret är snyggt, lätt att läsa och att filerna inte blir alltför stora
- Lämna in räkningarna som en (1) fil Microsoft Word® (.doc/.docx) eller Adobe® PDF
- Räkningarnas återlämnings låda är **Laskut VK1**, stängs kl 18.00,
- Du kan börja med räkningarna redan under teoridelen
- Svara på alla frågor, Du får kontakt med assistenten, kursens Zoom adress <https://aalto.zoom.us/j/69052500653>

### **Teoria (8 p)**

Olet kesätyössä biotuotetehtaalla. Prosessissa aiotaan vaihtaa raaka-aine ja prosessin viimeisen vaiheen jälkeen tuotteen lämpötila nousisi huomattavasti hyvin lähelle sen kiehumispistettä, lisäksi tuote saataisi sisältää vähäisessä määrin vahamaista ei toivottua sivutuotetta. Tätä sivutuotetta ei pitäisi päästä asiakkaalle asti. Kehitysinssi pyytää sinua selvittämään voidaanko vanhaa putkilinjaa ja pumpua käyttää lämpötilan nousun ja linjaan asennettavan suodattimen takia, Suodatin on prosessin kannalta vain turvavaruste eikä sen pitäisi tukkeentua normaalioloissa. (Tiedoksi: Suodattimia asennettaisiin oikeasti 2-3 rinnan, jos suodatin alkaa tukkeutua virtaus vaihdetaan kulkemaan juuri puhdistetun läpi, tätä ei nyt huomioida)

Viimeisestä prosessilaitteesta tuote kulkee pumpun imulinjaa pitkin pumpun kautta pitkähköä putkilinjaa pitkin mäen päällä sijaitsevaan tuotesäiliöön, juuri tähän linjaan uusi laite on ajateltu sijoittaa. Sinulla on käytössä firmasi aineominaisuustietokannat, tuotantomäärä, simuloinnit prosessifluidin lämpötilasta, täydelliset piirustukset putkilinjasta varusteineen, pumpun yms. laitteiden kaikki tiedot sekä olet saanut pomoltasi suodattimen valmistajan emaili -osoitteen

Kuvaa esseen muodossa, kurssilla oppimasi pohjalta mitä kaikkea sinun pitää tehdä ja laskea selvittääksesi voidaanko vanhaa putkilinjaa käyttää ja toimiiko pumpu (toki siihen lisätään suodatin entä mitä sinun tulee tehdä huomioidaksesi lämpötilan nousu)? Tuloksesi esität kehitysinssille viikopalaverissa.

### **Teori (8 p)**

Du har fått ett sommarjobb på en bioproduktfabrik. Råmaterialet kanske förändras i processen och efter det sista steget i processen temperaturen av produkten stiger eventuellt till mycket nära dess kokpunkt, det kan också hända att produkten kommer att innehålla en liten mängd vaxartad oönskad biprodukt. Biprodukten borde inte finnas i slutprodukten. Utvecklingsingenjören ber dig att ta reda på om den gamla rörlinjen och pumpen kan användas när temperaturen stiger och ett filter installeras på linjen. Filtret är bara en säkerhetsfunktion för processen och filtret borde inte täppas till under normala förhållanden. (Obs: I verkligheten skulle 2–3 filter installeras parallellt, om filtret börjar täppa till ändras flödet till att passera genom den nyss rengjorda, men detta ignoreras nu)

Från den sista processenheten strömmar produkten längs pumpens sugledning genom pumpen längs en lång rörledning till produkttanken uppe på backen, det är på denna linje som det nya filtret är avsedd att placeras. Du har tillgång till ditt företags databaser över materialegenskaper, produktionsvolym, simulering av processväsketemperatur, kompletta ritningar av rörledningen med dess inredning, all information om pumpen etc., och du har fått e-postadressen till filtertillverkaren från din chef.

Beskriv i form av en uppsats, baserat på vad du har lärt dig på kursen, vad du måste göra, räkna och ta reda på för att svara frågan om den gamla pumpen och rörlinjen klarar uppgiften (självklart läggs filtret i rörlinjen och temperaturen stiger mycket). Du presenterar dina resultat i veckomötet med utvecklingsingenjören.

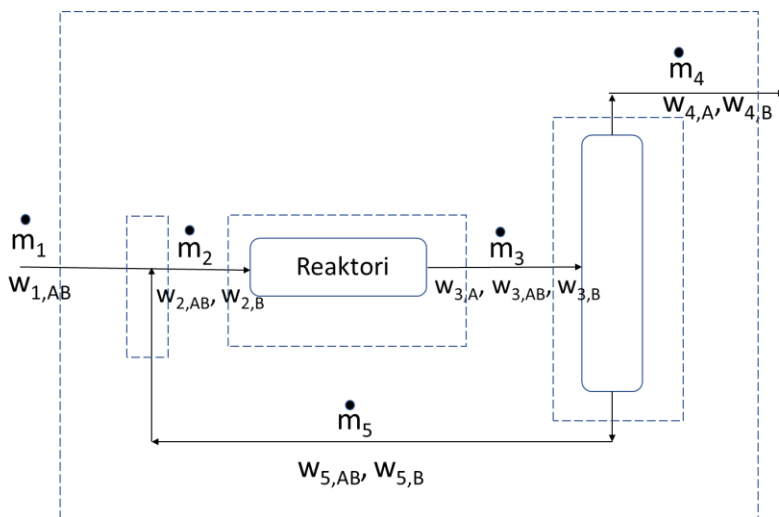
# Laskut

**L1.** Komponenttia A valmistetaan hajoamisreaktiolla yksikössä, joka koostuu reaktorista ja tislaimesta (kuvassa alla). Prosessissa AB hajoaa A:ksi ja B:ksi. Reaktoriin johdetaan yksikön syöttövirta, joka on puhdasta komponenttia AB, sekä kierrätysvirta tislaimesta. Reaktorin tuotevirrassa (koostumus, merkattu  $w$  painoprosenteina) on komponenttia A  $w_{3,A} = 70$  p -% ja komponenttia B  $w_{3,B} = 8$  p -%.

Reaktorin tuotevirta johdetaan tislaimeseen, jossa kaikki reagoimaton AB tislataan erilleen ja kierrätetään takaisin ja yhdistetään reaktorin syöttöön. Kierrätysvirran koostumus on komponenttia AB  $w_{5,AB} = 92$  p -% ja komponenttia B  $w_{5,B} = 8$  p -%. Tislauksesta saadaan tuotevirta, joka koostuu vain komponentista A ja B:stä. Puhdas AB syöttö on  $\dot{m}_{1,AB} = 50$  tonnia/h.

Prosessi toimii stationääritilassa (steady statessa)

- Kirjoita taseet ja tarvittavat lisäehdot (kurssilla opetetussa hengessä) tentinlaatijan kuvaan rajaa-miin tasealueisiin 2p
- Laske virran  $\dot{m}_3$  määrä (tonnia/h) 2p
- Laske kierrätysvirta  $\dot{m}_5$  ja kuinka paljon prosessista saadaan komponenttia A (tonnia/h)? 2p



**L1.** Komponent AB produceras med en dissociationsreaktion till B i en produktionsenhet som består av en reaktor och en destillationskolonn (bilden över). Inmatningen till reaktorn är ren AB och återvinningsflödet från destillationskolonnen. Reaktorns produktflöde har som koncentration (koncentration  $w$  massprocent) komponent A  $w_{3,A} = 70$  m -% och B  $w_{3,B} = 8$  m -%

Produktflödet från reaktorn förs till destillationskolonnen där all oreagerad AB destilleras från flödet och återvinns och förenas med reaktorns inmatning. Återvinningsflödets koncentration är för komponent AB  $w_{5,AB} = 92$  p -% och för komponent B  $w_{5,B} = 8$  p -%. Från destillationskolonnen får man en produktström som innehåller bara A och B. Inmatningen till processen är ren AB  $\dot{m}_{1,AB} = 50$  ton/h.

Processen drivs i stationärt tillstånd/steady state.

- Skriv balansekvationerna och tilläggs villkorna (följ kursens anda) till balans områden i bilden 2p
- Räkna flödets  $\dot{m}_3$  storlek (ton/h) 2p
- Räkna återvinningsflödets  $\dot{m}_5$  storlek (ton/h) och hur mycket A produceras i processen (ton/h)? 2p

**L2.** Vettä virtaa vaakasuorassa putkessa, jonka sisähalkaisija on 25 mm, painehäviö on rajoitettava niin, että se on 2,4 Pa/m.  $\eta = 800 \cdot 10^{-6} \text{ kg/(m s)}$ ,  $\rho = 996 \text{ kg/m}^3$ . (Oleta laminaarivirtaus.)

- a) Laske mitä tilavuusvirtausta ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) tällöin voit käyttää 2p
- b) Laske vastaava massavirtaus ( $\text{kg/s}$ ) 1p
- c) Laske vastaava keskimääräinen virtausnopeus ( $\text{m/s}$ ) 2p
- d) Tarkista Re-luku ja totea oletuksen oikeellisuus 1p

**L2.** Vatten strömmar i ett horisontellt rör vars inre diameter är 25 mm, tryckförlusten måste begränsas så att den är 2,4 Pa/m.  $\eta = 800 \cdot 10^{-6} \text{ kg/(m s)}$ ,  $\rho = 996 \text{ kg/m}^3$ . (anta laminärflöde)

- a) Räkna volymflödet ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) du kan använda 2p
- b) Räkna motsvarande massflöde ( $\text{kg/s}$ ) 1p
- c) Räkna motsvarande medelströmningshastighet ( $\text{m/s}$ ) 2p
- d) Kontrollera Re- talet, är antagelsen korrekt? 1p

Jatkuu alla/Forsätter nästa sida

**L3.** Ilmakehään avoimesta säiliöstä pumpataan liuosta  $150 \text{ m}^3/\text{h}$  prosessilaitteeseen. Prosessilaitteen nestepinta on  $10,8 \text{ m}$  säiliön nestepinnan yläpuolella. Prosessilaitteessa vallitsee  $39 \text{ kPa}$  paine nestepinnan yläpuolella. Liuoksen tiheys on  $1120 \text{ kg/m}^3$  ja viskositeetti  $2,6 \text{ mPas}$ . Putken halkaisija on  $130 \text{ mm}$ , pituus  $140 \text{ m}$  ja materiaali valurautaa  $k=0,3 \text{ mm}$ . Putkessa on kaksi  $90^\circ$  mutkaa ( $R/D=1$ )  $\zeta=0,5$  ja yksi takaiskuventtiili  $\zeta=2,7$ . Liittymät säiliöihin ovat teräviä ja nestepinnan alapuolella  $\zeta=0,5$  ja  $\zeta=1,0$ .

a) Laske voidaanko pumppaukseen käyttää keskipakopumppua, jonka karakteristika on seuraava (Laskeaksesi käytä mekaanisen energian tasetta ja pumppukäyrää):

$\Delta H_p \text{ [m]}$	27,0	25,8	25,4	22,1	17,3	11,9
$\dot{V} \text{ [m}^3/\text{h]}$	0	39	76	107	145	184

Pumpun pyörimisnopeus on  $1200 \text{ rpm}$ . 4 p

b) Jos pumppua ei voi käyttää niin miten sitä pitäisi säätää kierrosnopeuden osalta, jotta sillä voitaisiin pumpata ko. neste. (Sanallinen selitys ei riitä, siisä laske uusi tilanne!) 2 p

**L3.** Från en tank (öppen till atmosfären) pumpas en blandning  $150 \text{ m}^3/\text{h}$  till en apparat. Vätskeytan inne i apparaten är  $10,8 \text{ m}$  högre än ytan i tanken. Inne i apparaten råder  $39 \text{ kPa}$  tryck ovanför vätskeytan. Densiteten av blandningen är  $1120 \text{ kg/m}^3$  och viskositeten  $2,6 \text{ mPas}$ . Diametern av röret är  $130 \text{ mm}$ , längden  $140 \text{ m}$  och materialet gjutjärn,  $k=0,3 \text{ mm}$ . I rörsystemet finns det två bukter  $90^\circ (R/D=1)$   $\zeta=0,51$  och en bakslagsventil  $\zeta=2,7$ , anknytningarna till tanken och apparaten är skarpa och under vätskeytan  $\zeta=0,5$  ja  $\zeta=1,0$ .

a) räkna om det är möjligt att använda pumpen med karakteristikan under (Kalkylera med balansen av mekaniska energin och karakteristikan)

$\Delta H_p \text{ [m]}$	27,0	25,8	25,4	22,1	17,3	11,9
$\dot{V} \text{ [m}^3/\text{h]}$	0	39	76	107	145	184

Rotationshastigheten  $1200 \text{ rpm}$ . 4 p

b) Om pumpen inte kan användas hur skulle du reglera pumpens rotationshastighet så att det skulle vara möjligt att pumpa blandningen. (En förklarning med ord räcker inte, du måste basera ditt svar på kalkyler) 2 p