

CHEM-A1120 - VIRTAUSTEKNIIKKA JA LÄMMÖNSIIRTO

Välikoe 1, 26.2.2021, Mellanprov 1, 26.2.2021, 9-13

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

Yksityiskohtia:

- MyCourses osiosta **Välikoe 1** löytyvät tehtävät **Tehtävät VK1**
- Välikokeen teoriaosuuus on kokeen ensimmäinen tunti (1 h)
- Teoriaosa palautetaan Microsoft Word® (.doc/.docx) tai Adobe® PDF muodossa se on tyypiltään suorasanainen essee kuten lukion ainekirjoitus.
- Teoriaosuuus päättyy MyCourses –järjestelmässä automaattisesti ja opiskelijan on itsensä pidettävä huolta, että ehtii ajoissa palauttamaan välikokeen teoriaosionsa oikeaan MyCoursesn palautuslaatikkoon. Teoria plautetaan Turnitin palautuslaatikkoon **Teoria VK1**, sulkeutuu kl 10
- Kokeen laskuosa on kokeen loppuaika ja päättyy automaattisesti MyCourses – järjestelmässä, opiskelijan on pidettävä itse huolta, että ehtii ajoissa palauttamaan välikokeen teoriaosionsa oikeaan MyCoursesn palautuslaatikkoon.
- Kaavaeditorin käyttö vastauksissa on suotavaa mutta on sallittua kuvata siistit käsinkirjoitetut laskut (kaavat, kaavan 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 laskuosuuus yhtenä (1) failina Microsoft Word® (.doc/.docx) tai Adobe® PDF
- Laskuosuuden palautuslaatikko **Laskut VK1** sulkeutuu kl 13.00,
- Laskuosan saa aloittaa teoriakokeelle varattuna aikana
- Kaikki tehtäviin vastataan

Svenska

Detaljer:

- I MyCourses del **Välkoe 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 10.
- 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 alt för stora
- Lämna in räkningarna som en (1) fil Microsoft Word® (.doc/.docx) eller Adobe® PDF
- Räkningarnas återlämnings låda är **Laskut VK1**, stängs kl 13.00,
- Du kan börja med räkningarna redan under teoridelen
- Svara på alla frågor

Teoria (8 p)

Olet kesätyössä biotuotetehtaalla. Prosessissa on vaihtunut raaka-aine ja prosessin viimeisen vaiheen jälkeen tuote saattaa mahdollisesti sisältää vähäisessä määrin vahamaista ei toivottua sivutuotetta. Sivutuotetta ei pitäisi päästä tuotteeseen. Kehitysinssi pyytää sinua selvittämään voidaanko linjaan asentaa suodatin, joka on prosessin kannalta vain turvavaruste eikä sen pitäisi tukkeentua normaalioloissa. Tarkastele vain tätä tilannetta. (Tiedoksi: Suodattimia asennetaisiin oikeasti 2-3 rinnan, jos suodatin alkaa tukkeutua virtaus vaihdetaan kulkemaan juuri puhdistetun läpi, tätä ei nyt huomioida)

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

Kuvaavat esseen muodossa, kurssilla oppimasi pohjalta mitä kaikkea sinun pitää tehdä selvittääksesi asian. Tuloksesi esität kehitysinssille viikkopalaverissa.

Teori (8 p)

Du har fått ett sommarjobb på en bioproduktfabrik. Råmaterialet har förändrats i processen och efter det sista steget i processen kan produkten eventuellt innehålla en liten mängd växartad oönskad biprodukt. Biprodukten borde inte finnas i slutprodukten.

Utvecklingsingenjören ber dig att ta reda på om ett filter kan installeras på linjen, vilket bara är en säkerhetsfunktion för processen och filtret borde inte täppas till under normala förhållanden. Tänk bara på den här situationen. (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, processvätsketemperatur, 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 behöver göra att klara uppgiften. Du presenterar dina resultat i veckomötet med utvecklingsingenjören.

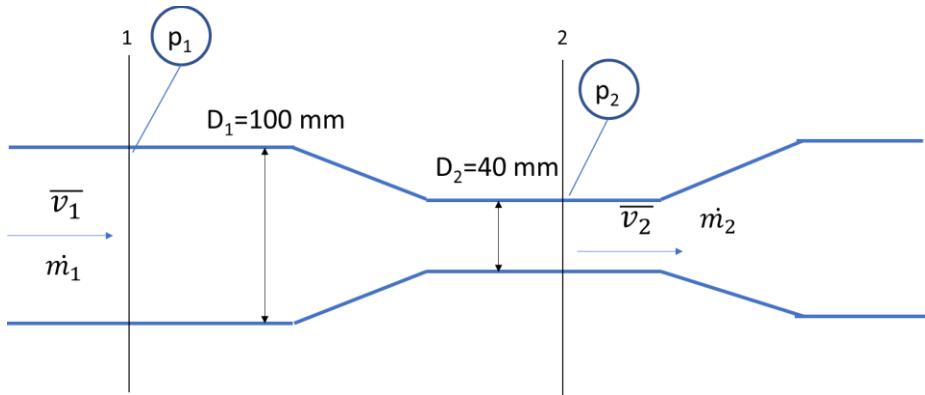
L1.6p Laske käyttäen taseita kuvan erotuslaitteen tuotevirrat R ja E sekä kaikkien virtojen pitoisuudet. Tehtävässä on mukana kolme komponenttia A, B ja C. Tiedät virroista seuraavat tiedot: Syöttövirta $F = 2 \text{ mol/s}$, sisältää komponentteja A ja B, siinä olevan erottettavan tuotteen A mooliosuus $x_{A,F} = 0,1$. Virta $S = 2 \text{ mol/s}$ tämä on puhdasta C-komponenttia. Virtaan R jää 10% sisään tulevasta A:sta sekä kaikki sisään tuleva B (ei C:tä). Virtaan E siirryy 90% sisään tulevasta A:sta sekä kaikki sisään tuleva C:stä (ei B:tä). **6p**



L1.6p Beräkna med hjälp av balansräkningar produktströmmarna R och E och alla koncentrationer av strömmarna av separations apparaten i bilden. Blandning har tre komponent A, B och C. Du känner till följande information av strömmarna: Inmatningen $F = 2 \text{ mol/s}$ den innehåller komponenter A och B, mol fraktionen av produkt A i ström F är $x_{A,F} = 0,1$. Strömmen $S = 2 \text{ mol/s}$ är rent komponent C. Till ström R blir 10% av det inmatade A och alt inmatade B (icke C). Till ström E flyttas 90% av inmatade A och alt inmatade C (icke B). **6p**

L2. Alla olevan kuvan mukaisella järjestelyllä on mahdollista mitata putken massavirtausnopeus \dot{m}_1 . Kuvassa on putki (halkaisija $D_1 = 100 \text{ mm}$), jossa on kavennus ja sen jälkeen pieni pääkä suoraa putkea (halkaisija $D_2 = 40 \text{ mm}$), jonka jälkeen laajennus, jonka jälkeen putki on taas alkuperäisen kokoinen. Virtaus kulkee vasemmalta oikealle ja pystyviivat 1 ja 2 ilmaisevat vastaavaa tarkastelukohtaa. Paine-ero on mitattu fluidista kohtien 1 ja 2 välillä $p_2 - p_1 = \Delta p = -154\,300 \text{ Pa}$. Fluidin tiheys on $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, maan vetovoiman kiihtyvyys $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. Voit lisäksi olettaa, että kuvan putki on aivan vaakasuora ja $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$. Virtauksen tiheys ρ on vakio ja virtaus on kitkatonta.

- Johda kaava, miten linaarivirtausnopeus \bar{v}_1 [m/s] riippuu paine-erosta $p_2 - p_1$, putken halkaisijoista D_1 ja D_2 ja tiheydestä ρ . Käytä kuvan ja tehtävän merkintöjä suureille (jotta assarilla olisi helpompaa tarkastaessa) (Vihje: Käytä Bernoullin yhtälöä) **4p**
- Laske putken massavirtausnopeus \dot{m}_1 [kg/h] (kuvan kohdassa 1). **2p**



L2. Med arrangemanget som visas i bilden är det möjligt att mäta massflödet \dot{m}_1 i röret. Bilden visar ett rör (diameter $D_1 = 100 \text{ mm}$) med en förträngning följt av en liten bit rakt rör (diameter $D_2 = 40 \text{ mm}$), sedan följer en utvidgning, varefter röret igen är i originalstorlek. Flödet strömmar från vänster till höger och de vertikala linjerna 1 och 2 indikerar motsvarande observationspunkter. Skillnaden i trycket mellan punkterna 1 och 2 är $p_2 - p_1 = \Delta p = -154\,300 \text{ Pa}$. Vätskans densitet är $\rho = 1000 \text{ kg / m}^3$, accelerationen av jordens tyngdkraft är $g = 9,81 \text{ m / s}^2$. Du kan vidare anta att röret i bilden är exakt horisontellt och $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$. Flödets densitet ρ är konstant och flödet är friktionsfritt.

- Utveckla en formel som visar hur den linjära flödeshastigheten \bar{v}_1 [m/s] beror på tryckdifferensen $p_2 - p_1$, rördiametrarna D_1 och D_2 och densiteten ρ , använd bildens notering (för att göra det lättare för assistenten att bedöma uppgiften, starta med Bernoullis ekvation) **4p**
- Beräkna massflöde i röret \dot{m}_1 [kg/h] (vid punkt 1 i figuren). **2p**

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 kPa paine nestepinnan yläpuolella. Liuoksen tiheys on 1120 kg/m^3 ja viskositetti $2,6 \text{ mPas}$. Putken halkaisija on 130 mm , pituus 140 m ja materiaali valurautaa $k=0,3 \text{ mm}$. Putkessa on kaksi 90° mutkaa ($R/D=1$) $\zeta=0,51$ 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 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, siispä 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 39kPa tryck ovanför vätskeytan. Densiteten av blandningen är 1120 kg/m^3 och viskositeten $2,6 \text{ mPas}$. Diametern av röret är 130 mm , längden 140 m och materialet gjutjärn, $k=0,3 \text{ mm}$. I rörsystemet finns det två bukter 90° ($R/D=1$) $\zeta=0,51$ 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 rpm . **4 p**

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