

## Prova d'esame di Reattori Chimici e Biochimici del 27 ottobre 2021

### A V V E R T E N Z E

Scrivere il proprio nome, cognome e numero di matricola su ciascun foglio. Scrivere in modo chiaro ed intelligibile.

Il Candidato dovrà rispondere ai quesiti posti riportando **in maniera sintetica** la procedura risolutiva proposta, con la indicazione dei criteri e delle equazioni di riferimento che ritiene rilevanti per il corretto svolgimento del quesito. La risoluzione calcolativa dei quesiti è facoltativa.

Il Candidato è invitato a NON riportare per esteso considerazioni sui fondamenti teorici della disciplina, ma piuttosto a dimostrarne la corretta applicazione al quesito in esame.

Al termine della prova il Candidato procede alla consegna dell'elaborato: fotografa con un dispositivo elettronico ciascun foglio usato per lo svolgimento, carica le immagini su Teams secondo la procedura corrispondente all'Attività assegnata, verifica il corretto caricamento delle immagini, quindi abbandona la riunione.

La Commissione

---

## Examination test of Chemical and Biochemical Reactors of 27 October 2021

### NOTICE

Write your name, surname and student ID number on each sheet. Write clearly and intelligibly.

Answer the questions posed by summarizing the proposed resolution procedure, indicating the criteria and reference equations relevant to the resolution of the problem. Reporting the detailed calculations is optional.

Do NOT report in full the theoretical foundations of the discipline, but rather demonstrate their correct application to the problem at hand.

At the end of the test, deliver your paperwork: using an electronic device (e.g. a smartphone) take a picture of each sheet of paper, upload the images on Teams according to the procedure corresponding to the assigned Activity, verify the correct loading of the images, then abandon the meeting.

The Commission

---

1) Il processo reattivo in fase gassosa  $A \rightarrow \text{prodotti}$  governato dalla cinetica:

$$r_A = 20 \cdot C_A^2 \frac{\text{gmol}}{\text{m}^3 \text{s}}$$

deve essere condotto in continuo a 500°C e a pressione atmosferica, a partire da una corrente avente portata volumetrica pari a circa 300Nm<sup>3</sup>/h e contenente A alla frazione volumetrica di 0.1. Assumendo che la reazione avvenga senza espansione volumetrica significativa dovuta alla reazione e volendo ottenere un grado di conversione del 90%, si ottimizzi la progettazione di un reattore tubolare avendo a disposizione in magazzino i seguenti tubi, tutti di lunghezza pari a 6m: 1 tubo da Dn 4" sch. 40S (I.D. diametro interno 101mm), 1 tubo da Dn 6" sch. 40S (I.D. diametro interno 154mm) e 1 tubo da Dn 10" sch. 40S (I.D. diametro interno 254mm).

La miscela reattiva è assimilabile ad aria le cui proprietà in termini di densità e viscosità a 500°C sono 0.488kg/m<sup>3</sup> e 3.74 10<sup>-5</sup>Pas, rispettivamente.

*The gaseous-phase reactive process  $A \rightarrow \text{products}$  governed by kinetics:*

$$r_A = 20 \cdot C_A^2 \frac{\text{kgmol}}{\text{m}^3 \text{s}}$$

has to be carried out continuously at 500°C and at atmospheric pressure starting from a stream having a volumetric flow rate of approximately 300Nm<sup>3</sup>/s and containing A at the volumetric fraction 0.1. Assuming that the reaction occurs without volumetric expansion due to the reaction and that a conversion degree of 90% is obtained, optimize the design of a tubular reactor by having the following tubes in stock, all 6m long: 1 tube of Dn 4 "sch. 40S (I.D. internal diameter 101mm), 1 tube of Dn 6 "sch. 40S (I.D. internal diameter 154mm) and 1 tube of Dn 10 "sch. 40S (I.D. 254mm internal diameter).

The reactive mixture can be assumed as air whose properties in terms of density and viscosity at 500 °C are 0.488kg/m<sup>3</sup> and 3.74 10<sup>-5</sup>Pas, respectively.

2) Desidero impiegare un reattore a letto fluidizzato per la conversione pirolitica continua di una corrente di biomassa di portata pari a 50kg/h. Il processo pirolitico decorre secondo la cinetica:

$$\frac{dX}{dt} = k \cdot (1 - X)$$

in cui X è il grado di conversione del processo pirolitico e k, costante di velocità di reazione, è pari a 0.1min<sup>-1</sup>. Esperienze di tracciamento relative alla fase solida suggeriscono che il reattore a letto fluidizzato presenta la RTD di due reattori agitati in serie di uguale tempo di permanenza, con tempo di permanenza complessivo pari a 20min. Si valutino le prestazioni del convertitore pirolitico.

I am considering using a fluidized bed reactor for the continuous pyrolytic conversion of a biomass stream of flow rate 50kg/h. The kinetics of the pyrolytic conversion is expressed as:

$$\frac{dX}{dt} = k \cdot (1 - X)$$

where X is the degree of conversion of the pyrolytic process and k, the reaction rate constant, is equal to 0.1min<sup>-1</sup>. Tracking experiments related to the solid phase suggest that the fluidized bed reactor has the RTD of two serial stirred reactors of equal residence time, with total residence time equal to 20min. Evaluate the performance of the pyrolytic converter is evaluated.

3) Sto valutando l'opportunità di intraprendere una iniziativa produttiva della durata di 5 anni che comporta l'investimento di 800k€. Una analisi di mercato suggerisce che i potenziali ricavi decadono nel tempo secondo la legge:

$$S = S_0 \cdot \left(1 - \frac{t}{10}\right)$$

con S<sub>0</sub>=800k€/anno e t espresso in anni. I costi di esercizio, indipendenti dalla capacità produttiva, sono pari a 80k€/anno. L'aliquota di tassazione è pari al 40%. Si discuta sinteticamente l'opportunità di dare corso all'iniziativa ponendola in relazione con il tasso di reddito dell'azienda, assumendo contesto non rischioso e non soggetto ad inflazione.

I am considering the opportunity to undertake a 5-year production initiative involving an investment of 800k€. A market survey suggests that the potential revenues decay over time according to the law:

$$S = S_0 \cdot \left(1 - \frac{t}{10}\right)$$

with S<sub>0</sub>=800k€/year and t expressed in years. The operating costs, independent of production capacity, are 80k€/year. The tax rate is 40%. Discuss the advisability of undertaking the initiative, relating the decision to the company's income rate and assuming a non-risky context not subject to inflation.