

**Principi di Ingegneria Chimica**  
**Anno Accademico 2016-2017**

Cognome	Nome	Matricola	Firma
<b>E-mail:</b>			

**Problema 1.** Uno scambiatore di materia è costituito da un tubo poroso, di diametro interno  $D$  e lunghezza  $L$ , immerso in acqua. Per effetto della porosità, la superficie interna del tubo è costantemente ricoperta da un velo di acqua liquida. Nel tubo fluisce aria alla portata  $\dot{m}_A$ , che trascina via l'acqua evaporata. Il sistema è isoterma alla temperatura  $T$  e alla pressione  $p$ .

1. Calcolare il coefficiente di trasporto per convezione del vapore d'acqua in aria,  $k_x$ ;
2. In un primo esperimento, l'aria viene alimentata secca allo scambiatore, e in queste condizioni viene evaporata una portata d'acqua  $\dot{m}_v$ . Calcolare quindi la lunghezza del tubo;
3. In un secondo esperimento, l'aria viene alimentata allo scambiatore con una umidità relativa iniziale  $UR_0$ . Calcolare la portata di acqua che viene evaporata in queste condizioni.

**Dati.**  $D = 0.1$  m,  $\dot{m}_A = 10$  kg/s,  $\dot{m}_v = 0.1$  kg/s,  $UR_0 = 90\%$ ,  $T = 20^\circ\text{C}$ ,  $p = 1$  bar.

**Problema 2.** Al di là della barriera, Jon Snow e la sua squadra hanno trovato riparo su un isolotto, accerchiati da un folto gruppo di non-morti, i quali non sono capaci di superare l'ostacolo costituito dalle acque di un lago. Il lago è costituito da acqua completamente liquida alla temperatura di solidificazione,  $T_0$ , mentre l'aria è a temperatura  $T_a$ . Il calore latente di solidificazione dell'acqua è  $\Delta H_{sol}$ .

1. Considerando che il calore viene scambiato principalmente per convezione e che per una lastra piana orizzontale vale la relazione  $N_{Nu} = a(N_{Gr}N_{Pr})^{1/3}$ , calcolare il coefficiente di scambio termico interfase;
2. Trascurando la conduzione del calore nel ghiaccio, e sapendo che per sopportare il peso dei non-morti il ghiaccio deve avere uno spessore pari almeno a  $s_g$ , calcolare dopo quanto tempo il lago sarà ghiacciato abbastanza da consentire il transito dei non-morti;
3. L'intervento di Drogon e Viserion salva Jon Snow e i suoi. Infatti i due draghi soffiano fuoco, alla temperatura  $T_f$ , che scambia calore principalmente per irraggiamento - con un fattore di vista unitario - con le superfici ghiacciate del lago, e ne provoca lo scioglimento. Se lo spessore del ghiaccio è  $s_g$ , e il ghiaccio ha una emissività  $\varepsilon_l$ , quanto tempo ci vuole affinché il ghiaccio si sciolga?

**Dati.**  $T_0 = 0^\circ\text{C}$ ,  $T_a = -10^\circ\text{C}$ ,  $\Delta H_{sol} = -333$  kJ/kg,  $a = 3$ ,  $s_g = 10$  cm,  $T_f = 1400^\circ\text{C}$ ,  $\varepsilon_l = 0.96$ .

---

**Istruzioni:** compilare innanzitutto con i propri dati la parte alta di questo foglio; per le risposte utilizzare solo questo foglio.

**Prova scritta - 27 ottobre 2017**