Cognome ……	Nome ……..	Matricola ……..

Ing. Navale, Ing. Civile e Ambientale

Prova scritta di Fisica Tecnica – Trasmissione del calore – 6.11.2026

Esercizio

E' pratica comune soffiare su una pietanza calda per raffreddarla.
Consideriamo per semplicità del cibo di forma sferica (diametro D e temperatura $T_s = 75\ °C$) che si raffredda in aria (conduttività termica $\lambda = 0.025\ W/(m \cdot K)$, viscosità cinematica $\nu = 1.5 \cdot 10^{-5} m^2/s$, numero di Prandtl $Pr = 0.7$) nelle due seguenti configurazioni:

1. senza soffiare, ossia per convezione naturale (accelerazione di gravità $g = 9.81\ m/s^2$, coefficiente di espansione volumetrica $\beta = 3 \cdot 10^{-3}\ K^{-1}$, $T_\infty = 25\ °C$)
2. soffiando, ossia per convezione forzata (velocità indisturbata $u_\infty = 5$ m/s, $T_\infty = 25\ °C$ coincidente per semplicità con quella del caso 1)

Tema	D [cm]
A	3
B	4

Calcolare:

- quanto è più efficiente lo scambio termico per convezione forzata (soffiando) rispetto a quello per convezione naturale (non soffiando), ossia valutando il rapporto tra i due rispettivi flussi termici
- quale dev'essere la velocità u_∞ affinché il flusso termico per convezione forzata sia 10 volte quello per convezione naturale

utilizzando le seguente correlazioni:

$$\overline{Nu}_D = 2 + 0.6 \cdot Re_D^{1/2} Pr^{1/3}$$

$$\overline{Nu}_D = 2 + \frac{0.6 \cdot Ra_D^{1/4}}{[1 + (0.5 \cdot Pr)^{9/16}]^{4/9}}$$

Teoria

Definizione di temperatura di mescolamento (bulk temperature) e derivazione della sua distribuzione lineare in funzione della coordinata assiale x nel caso di flusso interno in una tubazione circolare con condizione superficiale di flusso termico costante (proprietà termofisiche costanti).

Soluzione

		A	B
Numero di Grashof	$Gr_D = \frac{g\beta\Delta T D^3}{\nu^2}$	$1.77 \cdot 10^5$	$4.19 \cdot 10^5$
Numero di Rayleigh	$Ra_D = Gr_D Pr$	$1.24 \cdot 10^5$	$2.93 \cdot 10^5$
Numero di Nusselt	$\overline{\overline{Nu}}_{D,nat} = correlaz$	11.2	13.5
Numero di Reynolds	$Re_D = u_\infty D/\nu$	$1.00 \cdot 10^4$	$1.33 \cdot 10^4$
Numero di Nusselt	$\overline{\overline{Nu}}_{D,conv} = correlaz$	55.3	63.5
Rapporto	$\overline{\overline{Nu}}_{D,conv}/\overline{\overline{Nu}}_{D,nat}$	4.91	4.71
Numero di Nusselt·10	$10 \cdot \overline{\overline{Nu}}_{D,nat}$	112.5	134.8
Numero di Reynolds	$Re_D\ da\ correlaz^{-1}$	$4.30 \cdot 10^4$	$6.21 \cdot 10^4$
Velocità indisturbata	$u_\infty = \frac{Re_D \cdot \nu}{D}$	21.5 m/s	23.3 m/s