

Cognome	Nome	Matricola
---------------	------------	-----------------

Ing. Navale, Ing. Civile e Ambientale

Prova scritta di Fisica Tecnica – Trasmissione del calore – 24.4.2026

Esercizio

In un processo produttivo, una sfera ($D = 5$ cm, emissività ε) viene inserita in una grande cavità le cui superfici sono a temperatura $T_{amb} = 350$ °C e riscaldano la sfera per irraggiamento, mentre viene contemporaneamente investita da un flusso di gas di lavoro (conduttività termica $\lambda = 0.05$ W/(m · K), viscosità cinematica $\nu = 2 \cdot 10^{-5}$ m²/s, numero di Prandtl $Pr = 0.7$) con velocità indisturbata $u_{\infty} = 3$ m/s e temperatura indisturbata $T_{\infty} = 50$ °C, che raffredda la sfera per convezione.

Tema	ε
A	0.7
B	0.8

Calcolare la temperatura T_s che la sfera raggiunge all'equilibrio, ossia in regime/stato stazionario, utilizzando la seguente correlazione per lo scambio termico convettivo:

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

Costante di Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$

Suggerimento: per lo scambio termico radiativo, scegliere una delle due possibilità:

- linearizzare il flusso termico radiativo attraverso il relativo coefficiente di scambio termico radiativo $h_{irr} = \varepsilon \sigma (\bar{T}_s + T_{amb}) (\bar{T}_s^2 + T_{amb}^2)$, dove \bar{T}_s è una stima approssimata della temperatura superficiale dell'oggetto.
- calcolare direttamente il flusso termico radiativo stimando una temperatura superficiale T_s , e da questo ricalcolare T_s dal flusso convettivo. In questo caso sarà però necessario iterare due volte il calcolo.

Teoria

Conduzione stazionaria in parete piana monodimensionale con conducibilità termica costante:

- ricavare l'andamento lineare di temperatura
- ricavare l'espressione della resistenza termica

A			B		
D	5 cm	0.05 m	D	5 cm	0.05 m
ε	0.7 -		ε	0.8 -	
Tamb	350 °C	623 K	Tamb	350 °C	623 K
λ	0.05 W/(mK)		λ	0.05 W/(mK)	
ν	2.0E-05 m ² /s		ν	2.0E-05 m ² /s	
Pr	0.7 -		Pr	0.7 -	
u_inf	3 m/s		u_inf	3 m/s	
T_inf	50 °C	323 K	T_inf	50 °C	323 K
σ	5.67E-08 W/(m ² K ⁴)		σ	5.67E-08 W/(m ² K ⁴)	
Re	7500 -		Re	7500 -	
NuD	46.14 -		NuD	46.14 -	
Ts0	473 K		Ts0	473 K	
h_irr	26.6 W/(m² K)		h_irr	30.4 W/(m² K)	
h_conv	46.1 W/(m² K)		h_conv	46.1 W/(m² K)	
Con linearizzazione:			Con linearizzazione:		
Ts_lin	160 °C	433 K	Ts_lin	169 °C	442 K
Diretto con 2 iterazioni:			Diretto con 2 iterazioni:		
q"irr 1	3996 W/m²		q"irr 1	4566 W/m²	
Ts 1	137 °C	410 K	Ts 1	149 °C	422 K
q"irr 2	4866 W/m²		q"irr 2	5400 W/m²	
Ts 2	155 °C	429 K	Ts 2	167 °C	440 K
Approssimazione quadratica:			Approssimazione quadratica:		
k	1.16E+09		k	1.02E+09	
a	1.27E-02		a	1.27E-02	
b	1.59E+09		b	1.44E+09	
c	7.37E+10		c	5.19E+10	
Ts-Ts0	-4.65E+01 K		Ts-Ts0	-3.60E+01 K	
Ts_quadr	426.7 K	154 °C	Ts_quadr	437.1 K	164 °C