



×× در تمامی مسائل زیر، هوا را گاز کامل با $M=28.97 \text{ gr/mol}$ در نظر بگیرید ××

۱. هواپیمایی با سرعت ۲۵۶ متر بر ثانیه در ارتفاع ۵ کیلومتری از سطح زمین در حال پرواز است. در صورتی که سنسورهای فشار نصب شده روی قسمتی از بدنه این هواپیما، فشاری معادل 0.2 اتمسفر را نشان دهند؛ الف) مقادیر چگالی، h و e را در نقطه مورد نظر تعیین کنید.

ب) سرعت در محل سنسورها را محاسبه کرده و در مورد صحت رابطه برنولی در تعیین این سرعت بحث کنید.

ج) لوله‌های پیتو نصب شده روی این هواپیما چه مقدار فشاری را می‌دهند؟

در حل مساله، فرضیات زیر را اعمال کنید:

- جریان به صورت کاملاً آیزنتروپیک است.
- شرایط ترمودینامیکی هوا در ارتفاع داده شده مطابق اتمسفر استاندارد است.

۲. شرایط مخزن یک تونل باد به صورت $T = 630 \text{ K}$ و $p = 17.08 \text{ atm}$ است. در صورتی که مساحت مقطع تست این تونل

برابر $1/5$ مترمربع بوده و فشار حاصله در این مقطع نیز برابر 1 اتمسفر باشد، مطلوبست تعیین:

الف) مقادیر دما و چگالی در مقطع تست

ب) دبی جرمی عبوری از مقطع

ج) نسبت انرژی جنبشی ویژه به انرژی داخلی ویژه سیال در مقطع تست

د) ماکزیمم سرعت قابل دستیابی در مقطع تست از نظر تئوری

نکات:

- شرایط مخزن، شرایطی است که در آن سرعت بسیار ناچیز است. بنابراین هر جا شرایط مخزن ذکر شود، منظور همان شرایط سکون است.
- از فرض آیزنتروپیک بودن جریان از مخزن تا مقطع تست در حل مساله استفاده کنید.

۳. عدد ماخ در مقطع تست یک تونل باد مافوق صوت برابر 7 است. در صورتی که دمای مخزن برابر 700 کلوین بوده و فشار

مخزن نیز بین مقادیر 7 الی 60 بار (bar) متغیر باشد، مطلوبست تعیین مقادیر زیر در مقطع تست تونل:

الف) محدوده عدد رینولدز قابل دستیابی

ب) ضریب تراکم‌پذیری هم‌دما (τ_T)

ج) ضریب تراکم‌پذیری آیزنتروپیک (τ_s)

نکته: به منظور تعیین ویسکوزیته هوا در مقطع تست از رابطه ساترلند استفاده کنید. این رابطه بیانگر تغییرات ویسکوزیته برحسب دما بوده و به صورت زیر است:

$$(\mu/\mu_0) = (T/T_0)^{1.5} [(T_0 + 110)/(T + 110)] \quad \text{که در آن } \mu_0 = 1.7894 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s}, \text{ مقدار ویسکوزیته در دمای مرجع } T_0 = 288.16 \text{ K} \text{ می‌باشد.}$$

۴. معادله تغییرات c_p هوا نسبت به تغییرات دما، برای محدوده دمایی $250 < T < 1000$ کلوین به صورت زیر داده شده است:

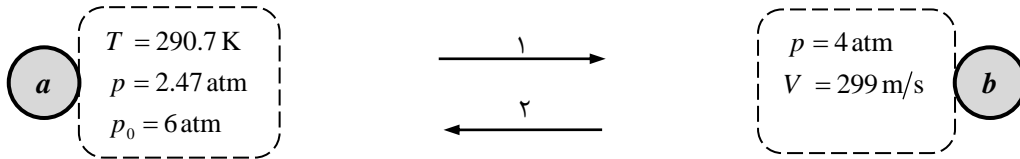
$$c_p = 1.05 - \frac{0.365}{10^3} T + \frac{0.85}{10^6} T^2 - \frac{0.39}{10^9} T^3 \quad \text{kJ/kg} \cdot \text{K}$$

الف) براساس معادله فوق، نمودار $c_p - T$ را برای محدوده دمایی ذکر شده ترسیم کنید.

ب) برای تغییر دمای هوا از 300 به 800 کلوین، تغییر انتالپی گاز چه مقدار است؟

ج) اگر از فرض گاز کامل گرمایی برای هوا استفاده کنیم، مقدار خطای محاسبه تغییر انتالپی را تعیین کنید.

۵. شرایط دو نقطه از جریان یک سیال، در شکل زیر داده شده است:



در صورتی که هیچ‌گونه انتقال حرارتی بین نقاط a و b وجود نداشته باشد (جریان ادیاباتیک)، جهت جریان سیال را تعیین کنید (جهت ۱ یا ۲؟)

۶. هوا با سرعت ۱۰۰ متر بر ثانیه، فشار ۱۰۰ کیلوپاسکال و دمای ۳۰۰ کلوین به لوله‌ای با مقطع ثابت وارد می‌شود. اگر جریان سیال درون لوله به صورت دما ثابت بوده و مقدار کل انتقال حرارت به آن نیز برابر با $Q = 5 \text{ kJ/kg}$ باشد، شرایط هوای خروجی از این لوله را تعیین کنید.

