

2014 年度冬学期振動波動論 第 12 回講義 (01/22) に関連した問題
(担当：加藤雄介) 2015.01.30

理解度確認問題

第 1 問 連続の方程式 (一次元) の導出

連続の方程式

$$\frac{\partial n(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(n(x,t)v(x,t)) = 0 \quad (1)$$

を導け。

第 2 問 運動方程式 (一次元) の導出

運動方程式

$$\frac{\partial n(x,t)v(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(n(x,t)v^2(x,t)) = -\frac{1}{m} \frac{\partial P(x,t)}{\partial x} \quad (2)$$

を導け。

第 3 問 音波の方程式の導出における仮定

音波の波動方程式を導出する際にどんな仮定を用いたか。

第 4 問 音速の温度依存性

温度が上がると、音速は速くなるか遅くなるか。

第 5 問 音速の質量密度依存性

空気の質量密度が大きくなると、音速は速くなるか遅くなるか。

補足問題

第 1 問 断熱圧縮率を用いた音速の表式

状態方程式が既知の流体であれば理想気体に限らず音波の波動方程式を導くことができる。その場合の音速の表式を $\left(\frac{\partial P}{\partial n}\right)_S$ を用いて表せ (上式での偏微分は S 一定の下でとる)。

演習問題

第 1 問 van der Waals 気体の音速

状態方程式と内部エネルギーの表式が

$$P = \frac{NRT}{V - bN} - \frac{aN^2}{V^2}, \quad U = cNRT - \frac{aN^2}{V}$$

で与えられる van der Waals 気体の音速の表式を求めよ (a, b, c は定数)。