

2023 ズバリ! 的中



物理

東北大学

シリンダー内に閉じ込められた気体の状態変化という
熱化学の問題テーマと設問設定がズバリ! 的中

入試問題

前期日程
3 図1

3 図1のように、なめらかに動くピストンをもった一様な断面積 S のシリンダーが、シリンダーの底面を鉛直上側に向けて液体中に浮いている。シリンダーには質量の無視できる n (mol) の単原子分子理想気体 (以下、気体とよぶ) が封入されている。シリンダー外部の大気圧は P_0 、温度は T_0 であり、一様に変化しないものとする。

シリンダーの質量は m であり、厚さは無視できる。ピストンの質量、厚さも無視できる。シリンダーの底面以外の部分およびピストンは断熱材でできている。シリンダーの底面は熱を伝える素材で作られているが、底面外側に質量の無視できる断熱板を取り付けることにより、熱を通さないようにすることもできる。シリンダーの底面内側には体積、質量および熱容量の無視できるヒーターが取り付けられており、シリンダー内の気体を一様に加熱することができる。

シリンダーは鉛直方向にのみ動き、鉛直方向に対して傾くことはない。シリンダーは十分に長く、ピストンがシリンダーから外れることはない。また、シリンダーおよびピストンの動きによって、シリンダー外部の液面の高さが変化することはない。

液体の密度を ρ 、重力加速度の大きさを g 、気体定数を R として以下の問(1)~(4)に答えよ。なお、解答に際しては、液面から深さ x における液体の圧力が $P_0 + \rho gx$ となることを用いてよい。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も説明せよ。

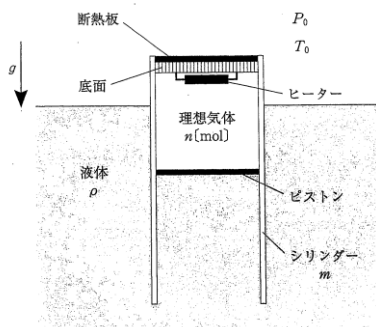


図1

河合塾

直前講習 東北大物理テスト
第2講 3 図1

3 図1のように、厚さの無視できる断熱性素材でできた、ふたのない円筒形容器が、密度 ρ の液体中に開口部を下にし、一部が液面下にある状態で鉛直に浮いている。容器の断面積は S で、内部には単原子分子理想気体 (以後単に「気体」と表記する) が封じ込められている。容器には軽いヒーターが取り付けられており、気体に熱を与えることができる。外気の圧力は P_0 とする。容器の内部の気体の高さを l 、液面より上に出ている容器部分の高さを h で表す。容器が傾くことはないものとする。気体定数を R 、重力加速度の大きさを g として以下の問(1)~(3)に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も記せ。

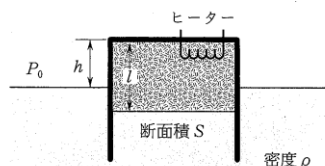


図1