

II 物理学

以下の2問 (II-1, II-2) に解答せよ。

II-1

大気圧は空気の重さの積み重ねにほかならない。下の図のように鉛直上向きに z 軸に沿って単位断面積の柱状の空気を考える。高さ z と $z + dz$ の面で気圧がそれぞれ p , $p + dp$ であるとする。 z での重力加速度を g とする。

問題1: 空気の密度を ρ とすれば、面 z での力の釣り合いから、 dz と dp の関係を導け。

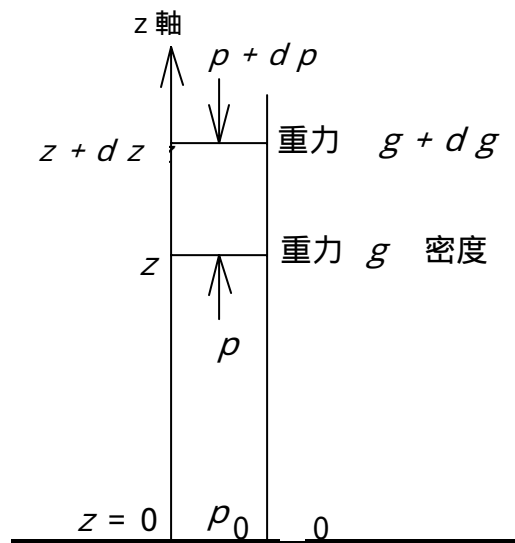
問題2: 簡単のために、温度が高さに無関係で一定の場合、ボイルの法則から

$p/\rho = p_0/\rho_0$ である。この時、上の dz と dp の関係を書き直しなさい。ただし、添え字 0 は地表での値を示す。

問題3: 地表での重力加速度は $g_0 = G \frac{M}{R^2}$ であり、 z では $g = G \frac{M}{(R+z)^2}$ であるから、

$z \ll R$ として、テラー展開し第一項まで考え、 g と g_0 の関係を z を用いて表わせ。ただし、 G は万有引力定数、 M は地球質量、 R は地球半径である。

問題4: 問題2と3の結果から、大気圧 p を高さ z の関数として表わせ。



II-2

面積が S の平行板コンデンサーの極板 A, B の間に下の図のように誘電率 ϵ_1, ϵ_2 の誘電体 $1, 2$ が面積 S の境界で接している．誘電体 1 の厚さは x , 誘電体 2 の厚さは y とする．極板 A, B にそれぞれ $Q, -Q$ の電荷を与えたとして次の問いに答えよ．ここで考えた以外の電場はなく，電気力線は極板と垂直に生じている．

問題 1 : ガウスの法則を用いて，誘電体 1 中の電場の大きさ E_1 および誘電体 2 中の電場の大きさ E_2 をもとめよ．

問題 2 : AB 間の電圧 V をもとめよ．また AB 間の電気容量 C を $\epsilon_1, \epsilon_2, x, y, S$ であらわせ．

問題 3 : 誘電体の境界面に現れる分極電荷の面密度 σ をもとめよ．ただし，真空中での誘電率は ϵ_0 とする．

問題 4 : 極板 A, B , 及び境界面に働く力を $\epsilon_1, \epsilon_2, Q, S$ を使ってあらわせ．(ヒント : 誘電率 ϵ の誘電体のつまった平行板コンデンサー中で，電場の大きさが E の時，単位体積当たりの電場のエネルギーは $\epsilon E^2/2$ である．)

