

Условие

Задание 2. «Вес и сжатие»

Реальные жидкости сжимаемы. Эксперименты показывают, что относительное уменьшение $\frac{\Delta V}{V_0}$ объема реальной жидкости ($\Delta V = (V - V_0) < 0$) прямо пропорционально увеличению внешнего давления $\Delta p = p - p_0$

$$\frac{\Delta V}{V} = -\beta \Delta p \quad \Rightarrow \quad \Delta V = -\beta V \Delta p,$$

где коэффициент β — сжимаемость жидкости. Знак минус в (1) отражает тот факт, что при увеличении внешнего давления ($\Delta p > 0$) объем жидкости уменьшается.

Рассмотрим горизонтальный слой реальной жидкости глубиной H , находящийся в постоянном гравитационном поле земли. Плотность жидкости у поверхности слоя ρ_0 , ее сжимаемость β . Атмосферное давление p_0 (рис. 01).

1. «Самосжатие» Поскольку давление в жидкости увеличивается с глубиной, то нижние слои будут сжаты сильнее верхних.

1.1 Оцените уменьшение ΔH глубины слоя реальной жидкости под действием собственного веса. Вычислите ΔH для мирового океана, принимая, $H = 10,0$ км, плотность несжатой морской воды $\rho_0 = 1,03 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, сжимаемость морской воды $\beta = 4,71 \cdot 10^{-10} \text{Па}^{-1}$, $g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

1.2 «Плотность» Найдите зависимость $\rho(h)$ плотности воды от глубины h погружения. На сколько процентов увеличивается плотность морской воды на дне океана ($H = 10$ км) по сравнению с ее плотностью у поверхности?

1.3 «Давление» Найдите зависимость давления $p(h)$ реальной жидкости от глубины h погружения. Атмосферное давление p_0 .

1.4. «Утонувший летучий голландец» При какой плотности ρ_1 однородный брусок, начавший тонуть у поверхности мирового океана, «зависнет» на глубине $h = 5,00$ км?

В ряде учебных пособий рассматривается равномерно заряженная по объему жидкость. Будем считать, что способ ее получения уже известен.

2. «Заряженная жидкость» Рассмотрим слой несжимаемой непроводящей жидкости глубиной H . Плотность жидкости ρ , объемная плотность ее заряда постоянна и равна γ . Ускорение свободного падения g . Атмосферное давление p_0 .

2.1 Найдите зависимость давления $p(h)$ заряженной жидкости от глубины погружения h .

2.2 Оцените максимально возможную толщину слоя H_{max} заряженной жидкости.

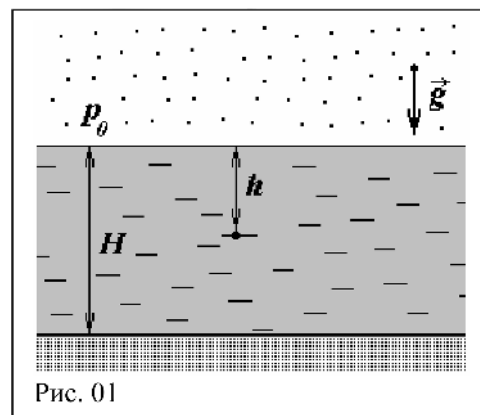


Рис. 01

2.3 Определите массу m непроводящего незаряженного кубика с ребром длиной a , если при опускании в заряженную жидкость он плавает в ней так, что его верхняя грань касается поверхности жидкости.