



Рассмотрим пузырёк с воздухом радиусом R , погруженный в воду плотности ρ . В равновесном состоянии давление внутри и снаружи пузырька p_0 , если не учитывать поверхностное натяжение воды. Считайте воздух идеальным двухатомным газом. После небольшого возмущения пузырёк начинает радиально колебаться с некоторой частотой. Последующие шаги помогут вам найти эту частоту. Это можно сделать, представив потенциальную энергию колеблющегося пузырька как Ax^2 , а кинетическую энергию как $B(dx/dt)^2$, где x – малое изменение радиуса. Тогда частота будет равна $\omega = \sqrt{A/B}$.

- A1** ^{0.70} Найдите возвращающую силу давления, действующую на малую площадь dS поверхности пузырька, при адиабатическом изменении его радиуса от R до $R + x$, ($x \ll R$).
- A2** ^{1.00} Найдите энергию, необходимую для изменения x от 0 до некоторого малого значения x_0 .
- A3** ^{1.00} Радиальная скорость воды у поверхности пузырька равна dx/dt . Учитывая, что вода несжимаема, найдите радиальную скорость воды на расстоянии r ($r > R$) от центра пузырька.
- A4** ^{1.00} Найдите полную кинетическую энергию воды.
- A5** ^{0.50} Если пренебречь массой воздуха, кинетическая энергия, найденная в предыдущем пункте, и будет кинетической энергией колеблющегося пузырька. Найдите частоту колебаний.

Теперь учтем влияние поверхностного натяжения. Коэффициент поверхностного натяжения σ определяется как энергия, необходимая для создания поверхности единичной площади ($W = \sigma S$).

- B1** ^{0.20} Найдите вклад поверхностного натяжения в энергию, необходимую для создания в воде пузырька радиуса R .
- B2** ^{1.60} Найдите частоту колебаний пузыря, учтя влияние поверхностного натяжения воды. Давление снаружи пузырька считайте равным p_0 .