Формула по определению скорости звука

Салосин Е.Г.

e-mail salosinevgeniy@rambler.ru

При использовании свойств частиц вакуума, получается формула для скорости звука в зависимости от количества нуклонов в ядре и показателя степени, который принимает переменное значение, обеспечивая набор скоростей звука. Скорость звука в жидкости, в воде, определяется по приближенной формуле полинома 3 или 4 степени температуры Цельсия. Я надеялся, что линейная функция в показателе степени, обеспечит нужную аппроксимацию, вместо полинома высокой степени при непосредственной аппроксимации скорость звука полиномом. Но для повышения точности пришлось использовать квадратичный член в показателе степени и тогда разложение степени оказалось близким к решению в виде полинома, аппроксимирующего скорость звука. Кроме аппроксимации показателя степени, произведена классификация аппроксимирующих полиномом формул скорости звука, имеются одинаковые формулы аппроксимации, зависящие от атомного веса элемента. Выделены классы аппроксимации, и вычислено количество формул, описывающих данный класс в зависимости от атомного веса. В общем наведен порядок с аппроксимирующими полиномом формулы, чтобы формулы не повторялись. Возможно, существует набор формул, зависящих от ранга частиц вакуума, или главного квантового числа. Так как максимальный ранг таблицы

Менделеева равен 7, существует набор 7 формул, зависящих от главного квантового числа, отличающихся коэффициентом пропорциональности, зависящим от атомной массы. Молекулы в эту классификацию не входят, у них разные главные квантовые числа. Но я думаю, что молекулы можно просуммировать по атомам, и тогда набор из 7 формул опишет весь класс молекул и атомов, причем каждый атом в молекуле будет иметь свой коэффициент. Причем эмпирическое значение скорости звука каждого атома, оно будет свое у каждого атома, учтет взаимодействие молекулы. Но вся эта классификация по давлению и температуре, остальные параметры надо дополнительно классифицировать. Но эти все алгоритмы справедливы для жидкости.

Но в тоже время есть формула для распространения скорости звука для разных частиц. Потенциальная энергия частиц вакуума равна

$$U = \frac{e^2 l_\gamma^2}{r_\gamma^3} \sum_{k,p}^{N} \frac{(r_{kp}, d_k)(r_{kp}, d_p)}{r_{kp}^5} =$$

$$= \frac{e^2 l_\gamma^2}{r_\gamma^3} \frac{m^2}{m_\gamma^2} \frac{(r_{kp}, d_k)(r_{kp}, d_p)}{r_{kp}^5} =$$

$$= \frac{m^2 c^4 r_\gamma}{e^2} < \frac{(r_{kp}, d_k)(r_{kp}, d_p)}{r_{kp}^5} >$$

Где воспользовались формулами $\frac{l_\gamma}{m_\gamma} = \frac{c^2 r_\gamma^2}{e^2}; N = \frac{m}{m_\gamma}$ см. [1].

$$c_s^2=\frac{\partial p}{\partial\rho}=\frac{\partial U}{\partial m}=\frac{2mc^4r_\gamma}{e^2}<\frac{(r_{kp},d_k)(r_{kp},d_p)}{r_{kp}^5}>=\frac{2mc^4r_\gamma}{e^2}=\frac{2mc^2\sqrt{137}}{m_{Pl}}$$

$$\frac{c_s}{c}=\sqrt{\frac{2m\sqrt{137}}{m_{Pl}}};r_\gamma=\frac{e^2\sqrt{137}}{m_{Pl}c^2}=1.38\cdot10^{-34}cm$$

См. [2] стр. 79, переход от уравнения Шредингера к уравнению Навье-Стокса, где используется соответствие между потенциалом и давлением, массой и плотностью.

Скорость звука в газах определяется по формуле

$$\frac{c_{s\text{газа}}}{c}=\sqrt{\frac{2Am_n^{\frac{1}{n}}}{m_{Pl}^{\frac{1}{n}}}}=\sqrt{\gamma\frac{kT}{Am_nc^2}};r_\gamma=\frac{e^2}{(m_n^{n-1}m_{Pl})^{\frac{1}{n}}c^2}$$

$$n_{\text{газа}}=\frac{ln\frac{m_n}{m_{Pl}}}{ln\gamma\frac{kT}{2A^2m_nc^2}}>0$$

Скорость звука в жидкости и твердом теле по формуле

$$[\frac{c_s(T,p)}{c_{s0}}]^2=\frac{2Am_n^{\frac{1}{n}}}{m_{Pl}^{\frac{1}{n}}}P_n^2(T,p);P_n(T,p)=\sqrt{<\frac{(r_{kp},d_k)(r_{kp},d_p)}{r_{kp}^5}>}$$

Для воды существуют две более или менее реализуемые скорости $n=2;\frac{\sqrt{2A}m_n^{\frac{1}{4}}}{m_{Pl}^{\frac{1}{4}}}=0.000107027$ и $n=3;\frac{\sqrt{2A}m_n^{\frac{1}{6}}}{m_{Pl}^{\frac{1}{6}}}=0.003410981$ при этом имеется зависимость и от давления

$$P_2(T)=1+0.003168479T-3.6606\cdot10^{-5}T^2+$$

$$+1.63842 \cdot 10^{-7}T^3$$

Для $n = 3$ существует отдельная формула зависимости скорости звука от температуры и давлении, не совпадающая с формулой для воды. Для воды имеется дополнительное свойство, ее соленость.

Всего существует 11 вариантов скорости звука для воды $n \in [1,11]; n_{max} = \frac{ln\frac{m_n}{m_{Pl}}}{ln\frac{1}{2A}}$ с $A = 18; n_{max}(p, 2A) = \frac{ln\frac{m_n}{m_{Pl}}}{ln\frac{1}{(2A)^p}}$. Для p=1,A=1 жидкого атома водорода имеется 60 возможностей реализовать скорость звука. Для жидкого состояния атома гелия справедлива формула $A = \frac{m_p}{m_p+m_n}, p = 6, n_{max} = 10000$ для фермионов, и значение $p = 0.06, n_{max} = 10^6$ для бозонов, Эти данные соответствуют численному эксперименту, проведенному в [3] по определению количества скоростей звука квазичастиц фермионов и бозонов.

Займемся совершенно другой идеей, зависимость показателя степени от температуры. Причем в жидкости согласно с формулами аппроксимации зависимость от одной переменной является полиномом конечной степени, т.е. конечная производная стремится к нулю. Я думал, что производная от n образует линейный член, но равный $\frac{\partial n}{\partial T}$, а производная от скорости по времени конечная. Но не тут-то было, если производная от скорости конечная и значит по экспериментальным точкам $\frac{\partial n}{\partial T} = const$ получаем бесконечный ряд.

Я использовал разложение значения скорости звука в степенной ряд.

$$c_s = 1448.96 + 4.591T - 5.394 \cdot 10^{-2}T^2 + 2.374 \cdot 10^{-4}T^3$$

Сначала построим решение только с линейным членом в показателе степени. Температура Цельсия. Я вычислил первую производную и усреднил ее значения, понадобилось уточнение средних значений. использовалась формула $n = \frac{ln\frac{c_s^2}{2Ac^2}}{ln\frac{m_n}{m_{Pl}}}$.

Причем для вычисления ряда для зависимости от температуры постоянный член равен $n = 0.674258915$, $\frac{\partial n}{\partial T} = -0.00011020589085$;

$$\frac{c_s}{c} = p\sqrt{2A}\left(\frac{m_n}{m_{Pl}}\right)^{\frac{n+\frac{\partial n}{\partial T}T}{2}} =$$

$$= p\sqrt{2A}\left(\frac{m_n}{m_{Pl}}\right)^{\frac{n}{2}} \exp\left[\frac{\frac{\partial n}{\partial T}\mathrm{T}}{2}\ln\left(\frac{m_n}{m_{Pl}}\right)\right]$$

$$\frac{\frac{\partial n}{\partial T}\mathrm{T}}{2}\ln\left(\frac{m_n}{m_{Pl}}\right) > 0$$

В силу положительности показателя экспоненты все члены разложения экспоненты в ряд положительные.

$c = 2.998 \cdot \frac{10^8\text{м}}{\text{сек}}; A = 18{,}01$, $m_{Pl} = 2.15 \cdot \frac{10^{-5}\text{г}}{\sqrt{137.036}}$; $m_n = 0.911 \cdot 1836 \cdot 10^{-27}\text{г}; p = 0.972704091$ и получилась приближенная формула аппроксимации с среднеквадратичным отклонением разности между экспериментальным значением скорости звука и теоретическим 2.306м/сек. Формула аппроксимировалась до температуры 25°С. Сначала подбиралось наименьшее среднеквадратичное отклонение, определяя наименьшее значение тангенса наклона, а потом определялась константа n.

Относительное выражение для отношения скорости звука к скорости света определяется по формуле

$$\frac{c_s}{c} = 4.83309 \cdot 10^{-6} + 1.53135 \cdot 10^{-8} T - 1.7692 \cdot 10^{-10} T^2 + 7.91861 \cdot 10^{-12} T^3$$

Разложение предлагаемой формулы в степенной ряд имеет вид

$$\frac{c_s}{c} = 4.83309 \cdot 10^{-6} + 1.1062849 \cdot 10^{-8} T + 1.266132566 \cdot 10^{-11} T^2 + 9.660511645 \cdot 10^{-15} T^3; T \in [0,25]$$

Но линейное решение не аппроксимирует отрицательный коэффициент в разложении скорости звука в виде полинома. Построим решение с квадратичным членом в показателе, тогда он будет аппроксимировать отрицательный коэффициент в разложении скорости звука в виде полинома.

Я взял формулу $n = \frac{ln\frac{c_s^2}{2Ac^2}}{ln\frac{m_n}{m_{Pl}}}$ и стал ее аппроксимировать, вычислив производные и взяв среднее значение параметров. Потом я уточнял средние значения для малости среднеквадратичного отклонения и малости коэффициентов. Причем при вычислении ряда для зависимости от температуры постоянный член равен $n = 0.673926119$, первая производная равна $\frac{\partial n}{\partial T} = -0.000146206$, вторая производная от показателя степени по температуре равна $\frac{\partial^2 n}{\partial T^2} = 3.00187 \cdot 10^{-6}$

$$\frac{c_s}{c} = p\sqrt{2A}\left(\frac{m_n}{m_{Pl}}\right)^{\frac{n+\frac{\partial n}{\partial T}T+\frac{\partial^2 n}{\partial T^2}T^2/2}{2}} =$$

$$= p\sqrt{2A}\left(\frac{m_n}{m_{Pl}}\right)^{\frac{n}{2}} \exp\left[\left(\frac{\frac{\partial n}{\partial T}\mathrm{T}}{2} + \frac{\frac{\partial^2 n}{\partial T^2}T^2}{4}\right)\ln\left(\frac{m_n}{m_{Pl}}\right)\right]$$

$p = 0{,}96672265$ и получилась приближенная формула аппроксимации с среднеквадратичным отклонением разности между экспериментальным значением скорости звука и теоретическим 0.288м/сек. Формула аппроксимировалась до температуры 30℃. Вычисленная вторая производная $\frac{\partial^2 n}{\partial T^2}$ является почти константой и от нее взято среднее значение. Сначала уточнялось наименьшее среднеквадратичное отклонение, определяя значение тангенса наклона, а потом определялась константа n. С зависимостью от солености и давления надо проделать аналогичную процедуру. Должно получиться тоже значение константы при линейной зависимости от параметров.

Относительное выражение определяется по формуле

$$\frac{c_s}{\mathrm{c}} = 4.83309 \cdot 10^{-6} + 1.46767 \cdot 10^{-8}T - 1.7692 \cdot 10^{-10}T^2 + 7.91861 \cdot 10^{-12}T^3$$

Разложение предлагаемой формулы в степенной ряд имеет вид

$$\frac{c_s}{\mathrm{c}} = 4.83309 \cdot 10^{-6} + 1.49396 \cdot 10^{-8}T - 1.2838 \cdot 10^{-10}T^2 + 3.35713 \cdot 10^{-13}T^3$$

Литература

1. *Якубовский Е.Г.* Частицы вакуума с использованием мировых констант Планка в семимерном пространстве теории струн «Энциклопедический фонд России», 2020,41 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1646660290.pdf
2. Якубовский Е.Г. Исследование решения уравнения Навье – Стокса, «Реферативный журнал. Научное обозрение», т.1, 2016, стр. 46-80 http://science-review.ru/abstract/pdf/2016/1/632.pdf
3. *Якубовский Е.Г.* Определение скорости звука квазичастиц «Энциклопедический фонд России», 2018,4 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1498437737.pdf