

В зависимости от условий получения карбонатсодержащая фаза может быть представлена NaHCO_3 , $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, фосфатсодержащая фаза – $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Отмечено, что массовое соотношение между указанными фазами определяется такими факторами, как молярное соотношение $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$. При молярных соотношениях $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5 \leq 10,0$ в продуктах синтеза рентгенографически идентифицируются $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3 , $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Повышение молярного соотношения $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$ свыше 10,0 приводит к образованию сесквикарбоната натрия, массовая доля которого растет с увеличением содержания Na_2CO_3 в системе $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$. Установлено, что с увеличением молярного соотношения $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ от 2,0 до 4,0 происходит снижение содержания $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и увеличение массовой доли $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Method of producing non-phosphate detergents based on powdered sodium sesquicarbonate: EP 1690923 Ukraine, C 11 D 3/10, C 11 D 11/04 / О. Качур, W. Lemeshko; BRANDPAT Kancelaria Patentowa; заявл. 15.02.2005; опубл. 16.08.2006.

УДК 621

Терещук О.И., Гладкий В.Ю.

ЭФФЕКТ КАЗИМИРА

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Комаровская В.М.

Квантовая теория показала, что вакуум представляет собой чрезвычайно динамичную, непрерывно меняющуюся субстанцию, из виртуально рождающихся и тут же умирающих элементарных частиц [1]. Иначе говоря, вакуум с точки зрения квантовой теории не просто «ничто», а может рассматриваться как море так называемых нулевых колебаний, и, даже если в пространстве

нет ни одной реальной частицы и ни одного реального кванта – фотона, электрические и магнитные поля совершают нулевые колебания. Эффект основывается на том факте, что в вакууме происходят постоянные колебания (флуктуации), связанные с рождением и исчезновением виртуальных частиц и античастиц. Этот эффект наблюдается между двумя металлическими параллельными пластинами, расстояние между которыми составляет около 100 нм. Такое расстояние накладывает ограничения на диапазон длин волн, разрешенный для этих виртуальных частиц. С уменьшением числа разрешенных длин волн (виртуальных частиц) внутри пространства между пластинами, там падает плотность энергии по сравнению с таковой во внешнем пространстве, где рождение виртуальных частиц ничем не ограничено. В результате, между пластинами создается отрицательное давление, которое притягивает пластины друг к другу. Чем ближе друг к другу поверхности, тем больше диапазон запрещенных длин волн виртуальных частиц, тем больше отрицательное давление, и тем сильнее сила притяжения.

Чтобы пояснить физический смысл этой силы, следует воспользоваться уравнением Шредингера [2]:

$$E = h \cdot w \cdot (n + \frac{1}{2}), \quad (1)$$

где E – энергия; w – собственная частота колебаний осциллятора; $h \cdot w$ – квант, равный разности энергий уровней с квантовыми числами n и $n-1$.

Из уравнения видно, что даже если квантовое число $n=0$, энергия гармонического осциллятора равна $\frac{h \cdot w}{2}$. Эту величину назвали нулевыми колебаниями гармонического осциллятора.

Наличие двух проводящих пластин ограничивает пространство таким образом, что между пластинами возникает стоячая волна. В то же время, снаружи пластин пространство физического вакуума осталось невозмущенным, и оно-то и оказывает давление на пластины, стремясь приблизить их друг к другу.

Учеными Хендриком Казимиром и Дирком Полдером в 1948 г., было определено, что значение силы Казимира крайне мало. Расстояние, на котором она начинает быть сколько-нибудь заметной, составляет порядка нескольких микрон. Однако, будучи обратно пропорциональной 4-й степени расстояния, она очень быстро растет с уменьшением последнего. На расстояниях порядка 10 нм давление, создаваемое эффектом Казимира, оказывается сравнимым с атмосферным.

В 1970 году физик из американского университета Брандейса Джеральд Мур, открыл динамический, или нестационарный эффект Казимира [3]. Главное в нем – это быстрое и резонансное изменение параметров квантовой системы, которое ведет к быстрому изменению собственных частот поля, заключенного в какую-то полость. Наиболее чувствительный объект, у которого можно быстро и сильно изменять параметры, – это, так называемый, Джозефсоновский контакт, то есть контакт между двумя сверхпроводниками, разделенными слоем диэлектрика, или основанный на нем сверхпроводящий квантовый интерферометр – СКВИД. Именно на основе его и была создана установка, позволяющая экспериментально подтвердить динамический эффект Казимира.

Первыми успеха добились Кристофер Уилсон и его коллеги по Технологическому университету Чалмерса в шведском городе Гетеборге вместе с коллегами из Австралии и Японии [3]. «Овеществление» виртуальных фотонов происходило около волновода из алюминия, подключенного к сверхпроводящему квантовому интерферометру (два джозефсоновских туннельных перехода, параллельно соединенных в замкнутый контур) (рисунок 1). Экспериментаторы изменяли индуктивность этого контура, пропуская через него магнитный поток, осциллирующий с частотой порядка 11 ГГц. Колебания индуктивности сказывались на электрической длине волновода, которая осциллировала с вполне релятивистской скоростью.

Волновод, как и ожидалось, излучал фотоны, извлеченные из вакуумных флуктуаций.

Однако использовать эту установку для получения энергии

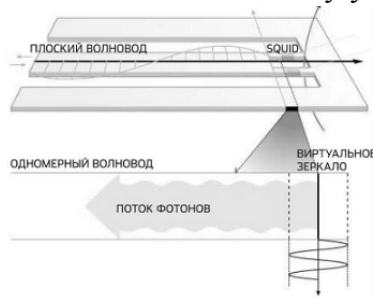


Рисунок 1 – Схема эксперимента

из вакуума невозможно: энергия полученного излучения неизмеримо слабее мощности, которую приходится закачивать в прибор. Это же справедливо и для прочих устройств, которыми можно воспользоваться для наблюдения динамического эффекта Казимира.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зельдович, Я.Б. Теория вакуума, быть может, решает загадку космологии / Я.Б. Зельдович // Успехи физических наук. – 1981. – Т. 133. – Вып. 3. – С. 479-503.
2. Мостепаненко, В.В. Эффект Казимира и его приложения / В.В. Мостепаненко, Н.Н. Трунов // Успехи физических наук. – 1988. – Т. 156. – Вып. 3. – С. 385-422.
3. Левин, А. Энергия вакуума / А. Левин // Популярная механика. – 2012. – № 2. – С. 39-40.

УДК 621.52

Тимохович Д.В.

ВАКУУМНАЯ СУШКА МАТЕРИАЛОВ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Шахрай Л.И.

Сушка – один из самых распространенных технологических процессов, используемый в химической, фармацевтической и пищевой промышленности. Трудно найти такое химическое и фармацевтическое производство, на котором не было бы операции