

А.В. Бармасов<sup>1,2</sup>, А.М. Бармасова<sup>1</sup>, Т.Ю. Яковлева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный гидрометеорологический университет

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет

### СТРОГОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЙ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ. 3. ИДЕАЛЬНЫЙ И РЕАЛЬНЫЙ ГАЗЫ

Строгость и корректность определений в курсе общей физики особенно актуальна в последнее время, когда начала активно применяться тестовая система оценки знаний учащихся (например, в рамках Единого государственного экзамена или тестирования остаточных знаний в ВУЗах) [2].

Рассмотрим, как вводится понятие **идеальный газ** (ideal gas, perfect gas) в некоторых учебниках.

Обычно следуют одним из двух путей. В первом случае опять (как и в случае материальной точки [2]) вместо строгого определения даётся пример: «**Идеальный газ** – это газ, взаимодействие между молекулами которого пренебрежимо мало» [6, с. 166]. А как же соударения? А как определить в этом случае давление? Удивительно, но подобные определения встречаются и в учебниках для высшей школы: «Газ, взаимодействием между молекулами которого можно пренебречь, был назван идеальным» [7, с. 24]. Но В.Г. Фридман ещё в 1957 г. писал: «Но указание на синоним термина никогда не является определением этого термина» [10, с. 453]. Во втором случае определение идеального газа дают по Рудольфу Клаузиусу «Идеальным Клаузиус назвал газ, удовлетворяющий следующим условиям: 1) объемом всех молекул газа можно пренебречь по сравнению с объемом сосуда, в котором этот газ находится; 2) время столкновения молекул друг с другом пренебрежимо мало по сравнению со временем между двумя столкновениями (т. е. временем свободного пробега молекулы); 3) молекулы взаимодействуют между собой только при непосредственном соприкосновении, при этом они отталкиваются; 4) силы притяжения между молекулами идеального газа ничтожно малы и ими можно пренебречь» [4, с. 77]. Также (ссылаясь на Клаузиуса или нет) поступают и некоторые другие авторы [1, с. 264; 5, с. 222-223]. В принципе, здесь всё верно, но, во-первых, опять вместо определения даётся пример, а, во-вторых, модель идеального газа впервые была предложена не Клаузиусом, а в 1847 г. английским физиком Джоном Герардом (John Herapath, 1790-1868 гг.).

Почему же не пойти простым и логичным путём – просто дать определение идеального газа с использованием уже введённого определения материальной точки [2]: «**Идеальный газ** – теоретическая модель газа (научная абстракция), в которой пренебрегают размерами и взаимным притяжением молекул газа и учитывают лишь упругие столкновения молекул газа, считая их материальными точками с определенной массой» [3, с. 41] или другими словами: «Идеальный газ – газ, молекулы которого принимаются за материальные точки и для которого можно пренебречь потенциальной энергией межмолекулярного притяжения по сравнению с их кинетической энергией» [3, с. 41] или «**Газ идеальный {Ideal (Perfect) gas}**. Теоретическая модель газа, в которой частицы газа рассматриваются как материальные точки, не взаимодействующие на расстоянии (средняя кинетическая энергия частиц много больше энергии их взаимодействия)» [3, с. 403].

Такое определение позволяет не рассматривать электромагнитное взаимодействие между частицами идеального газа (т. е. не забегать вперёд – ведь электромагнитные взаимодействия обычно рассматриваются после раздела «Молекулярная физика и термодинамика») – материальные точки обладают только массой и координатами. Поэтому достаточно оговорить «отказ» в данной модели от закона всемирного тяготения. Непринципиальным становится и упоминание упругих соударений (а как ещё могут соударяться между собой материальные точки?).

Затем можно дать и определение расширенной модели идеального газа: «В более широком понимании идеальный газ состоит из частиц, испытывающих упругие столкновения. Расширенная модель идеального газа позволяет учитывать не только поступательное, но и вращательное и колебательное движения его частиц, вводить в рассмотрение наряду с центральным и нецентральное соударение и т.д.» [3, с. 42].

И следует особо обратить внимание на использование терминов «идеальный» и «реальный». В русском языке часто слово «реальный» понимается как «существующий на самом деле, действительный, не воображаемый» [8, с. 690]. Но с этой точки зрения идеальный газ (не модель, а тот газ, в котором согласно определению «средняя кинетическая

энергия частиц много больше энергии их взаимодействия», т. е. практически любой газ при невысоком давлении) тоже будет реальным. И это может привести к некоторой путанице: «Реальные разреженные газы действительно ведут себя подобно идеальному газу» [6, с. 166]. Наверное, в курсе общей физике упоминать термин «реальный газ» как синоним «существующего на самом деле газа» не стоит. А как же тогда определять «реальный газ»? Очень просто: «Реальный газ – газ, в котором существенную роль играет взаимодействие между его молекулами» [3, с. 277] или «Газ **реальный** {**Real gas**}. Газ, свойства которого зависят от взаимодействия молекул (учитываются размеры молекул и их взаимодействие друг с другом)» [3, с. 403].

Таким образом, следует различать идеальный газ как модель (система не взаимодействующих на расстоянии материальных точек), идеальный газ (любой газ, в котором можно не учитывать взаимодействие на расстоянии) и реальный газ (газ, в котором нельзя не учитывать взаимодействие на расстоянии).

1. Анциферов Л.И. Физика: Механика, термодинамика и молекулярная физика. 10 кл.: Учеб. для общеобразоват. учреждений. – М.: Мнемозина, 2001. – 415 с.: ил. – ISBN 5-346-00035-6.
2. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 1. Материальная точка / Здесь.
3. Бармасов А.В., Холмогоров В.Е. Курс общей физики для природопользователей. Молекулярная физика и термодинамика / Под ред. А.П. Бобровского. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 512 с. – ISBN 978-5-94157-731-6.
4. Дик Ю.И., Кабардин О.Ф., Орлов В.А. и др. Физика: Учеб. пособие для 10 кл. шк. и классов с углубл. изуч. физики / Под ред. А.А. Пинского. – М.: Просвещение, 1993. – 416 с.: ил. – ISBN 5-09-004011-7.
5. Касьянов В.А. Физика. 10 кл.: Учебн. для общеобразоват. учреждений. – 5-е изд., дораб. – М.: Дрофа, 2003. – 416 с.: ил. – ISBN 5-7107-7157-0.
6. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений. – 14-е изд. – М.: Просвещение, 2005. – 366 с.: ил. – ISBN 5-09-014170-3.
7. Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие: Для вузов. В 5 кн. Кн. 3. Молекулярная физика и термодинамика. – 4-е изд., перераб. – М.: Наука. Физматлит., 1998. – 208 с. – ISBN 5-02-015002-9.
8. Словарь русского языка: В 4-х т. / АН СССР, Ин-т. рус. яз.; Под ред. А.П. Евгеньевой. – 3-е изд., стереотип. – М.: Русский язык, 1985-1988. – Т.3. П–Р. 1987. – 752 с.
9. Физическая энциклопедия / Гл. ред. А.М. Прохоров. Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Балдин, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. – М.: Большая Российская энциклопедия. Т. 3 Магнитоплазменный – Пойнтинга теорема. 1992. – 672 с., ил. – ISBN 5-85270-019-3.
10. Фридман В.Г. Об учении Ньютона о массе // Успехи физических наук.-1957.-Т. LXI, вып. 3.- С. 451-460.