

Серыя «У дапамогу педагогу» заснавана ў 1995 годзе па ініцыятыве У.П.Пархоменкі

Заснавальнік і выдавец – Установа
“Выдавецтва “Адукацыя і выхаванне”

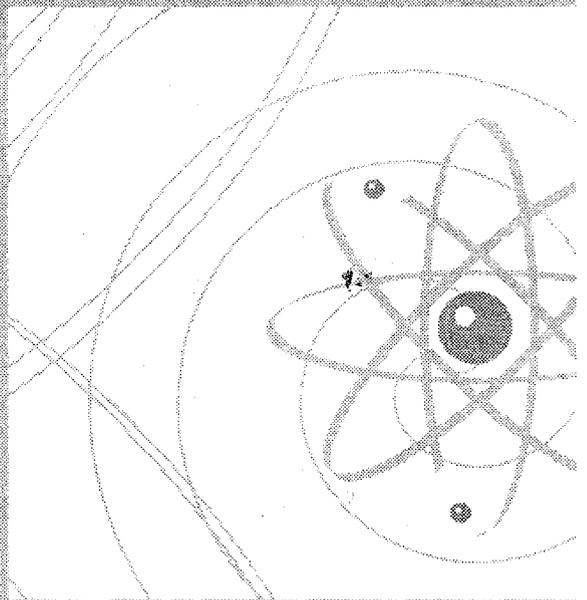
220004, г. Мінск,
вул. Караля, 16;
тэл.: 200-02-59 (адк. сакратар),
200-10-73 (аддзел маркетынгу),
факс: 200-54-10,
<http://www.aiv.by>,
e-mail: aiv@aiv.by

Навукова-метадычны часопіс
Выдаецца з IV квартала 1995 года
Рэгістрацыйны № 433
Выходзіць 6 разоў у год

Фізіка:

праблемы выкладання

5(46) · 2005



Рэдакцыйная калегія

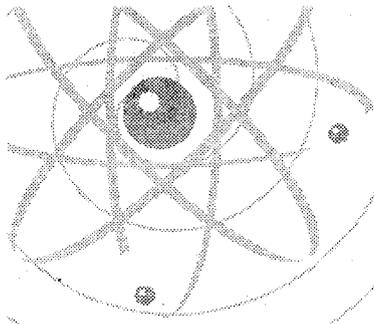
М. І. ЗАПРУДСКІ — галоўны рэдактар,
кандыдат педагагічных навук, дацэнт
Н. П. ГАРАВАЯ — нам. галоўнага рэдактара
Г. І. КАШЭЎНІКАВА — адказны сакратар
У. А. ГОЛУБЕЎ, дацэнт
Л. А. ІСАЧАНКАВА, кандыдат
фізіка-матэматычных навук, дацэнт
А. А. ЛУЦЭВІЧ, кандыдат педагагічных
навук, дацэнт
У. М. ПАДДУБСКІ
А. І. СЛАБАДЗЯНЮК, кандыдат
фізіка-матэматычных навук, дацэнт

Рэдакцыйная рада

А. П. КЛІШЧАНКА — старшыня,
доктар фізіка-матэматычных навук,
прафесар
С. А. ГУЦАНОВІЧ, доктар
педагагічных навук
І. В. СЕМЧАНКА, доктар
фізіка-матэматычных навук, прафесар
А. П. СМАНЦЭР, доктар педагагічных
навук, прафесар, акадэмік Беларускай
акадэміі адукацыі
В. В. ШАПЯЛЕВІЧ, доктар
фізіка-матэматычных навук, прафесар

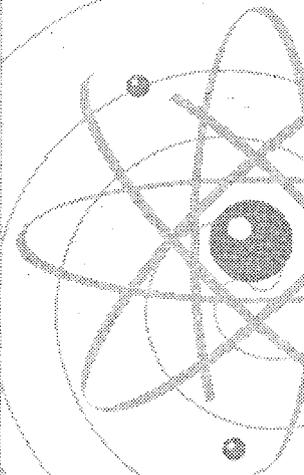
220040, г. Мінск,
вул. Някрасава, 20;
тэл.: 285-78-33,
e-mail: mick@academy.edu.by

БИБЛИОТЕКА
БрГУ им.А.С.Пушкина



ЗМЕСТ

Да новага навучальнага года <i>Горовая Н. Ф.</i> О преподавании физики и астрономии в 2005/2006 учебном году	3
Да Міжнароднага года фізікі <i>Запрудскі М. І.</i> Кангрэс фізікаў Беларусі: уражанні ўдзельнікаў <i>Позойскі С. В., Галузо І. В., Шмідт М. П.</i> Ученые-физики — уроженцы Витебщины	9
Метадычная майстэрня <i>Киреев В. А.</i> Образовательная среда обучения физике на основе учебного кабинета	10
Урок, якім я ганаруся <i>Костенко Л. В.</i> Дидактическая игра «Выдающиеся ученые»	14
Практыкум па рашэнні задач <i>Яромская Л. Н., Чопчиц Н. И., Янусик И. С.</i> Комплексная задача «Законы постоянного тока»	16
Фізічны эксперымент <i>Тищенко Н. Г.</i> Урок по теме «Исследование зависимости периода колебаний математического маятника от его длины и амплитуды колебаний»	23
Кансультацыі <i>Позойскі С. В., Шмідт М. П.</i> Сложное движение материальной точки	26
Астраномія <i>Ивкович А. С.</i> Особенности изучения темы «Основы термодинамики» в XI классе в условиях использования действующего учебного пособия	29
Навуковыя паведамленні <i>Кивако А. М.</i> Раскрытие сущности образования молекул на уроках физики	37
Формирование внутренней мотивации при изучении физики <i>Якубовская Э. Н.</i>	41
Астраномія <i>Циркун К. И.</i> Справочные данные о спутниках планет Солнечной системы	45
Хроніка падзей <i>Федорино С. И.</i> Встреча со «старой» новой Ольховкой...	53
Нашы аўтары <i>Ситникова И. А.</i> Конкурс «Гуманитарная физика» в Витебской области	57
Нашы аўтары	60
Нашы аўтары	63



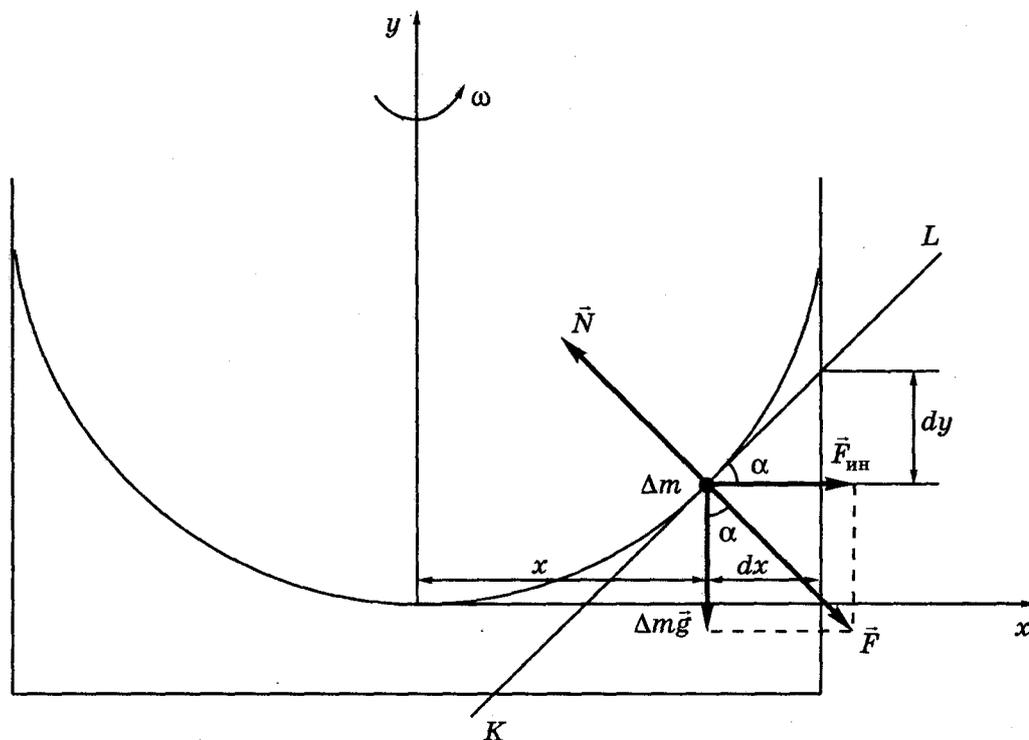


Рис. 8

Интегрируя, получим $y = \frac{\omega^2}{2g} x^2 + C$,

где $C=0$ (определяется из начальных условий).

$$y = \frac{\omega^2}{2g} x^2.$$

Отсюда следует, что кривая — парабола.

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Механика. — М.: Наука, 1979.
2. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике. — М.: Наука, 1988.
3. Загуста, Г. А., Макеева, Г. Л., Микулич, А. С., Савицкая, И. Ф., Цедрик, М. С. Сборник задач по курсу общей физики. — М.: Просвещение, 1989.

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ» В XI КЛАССЕ В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ

А. С. Ивкович

В соответствии с новой программой [1] учебный материал по основам термодинамики и молекулярно-кинетической теории (МКТ) перенесен из X в XI класс. Одновременно с этим авторы программы и соответствующего ей учебного пособия [2] изменили порядок изучения тем, принятый

в ранее действовавшем учебнике, так что сейчас тема «Основы термодинамики» рассматривается перед темой «Основы молекулярно-кинетической теории».

Прежняя структура, как показано в [3], обеспечивала обобщение содержания этих тем на теоретической основе, раскрытие

прогностической функции молекулярно-кинетической теории и тем самым способствовала развитию теоретического стиля мышления учащихся. Практика предыдущих лет подтвердила достаточную эффективность используемого подхода к изучению тепловых явлений, и именно такая структура сохранена в новом поколении российских учебных пособий для школ и классов с углубленным изучением физики [4].

Вместе с изменением построения курса в новом пособии для белорусских школ [2] утрачены многие преимущества прежнего подхода. Внутрипредметные связи тем «Основы термодинамики» и «Основы МКТ» оказались значительно ослаблены, в изложении материала использован исторический подход, а газовые законы изложены на эмпирическом уровне с использованием более сложных формул, чем в ранее действовавшем учебнике. В результате увеличиваются затраты времени на изучение материала и существенно возрастает его трудность для учащихся. Кроме того, в содержании нового пособия [2] вообще отсутствуют такие важные формулы, как выражение числа молей ν через массу m и молярную массу M : $\nu = \frac{m}{M}$ и формула внутренней энергии одноатомного идеального

газа: $U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$, знание которых безус-

ловно необходимо для успешного решения задач по физике, предлагаемых на централизованном тестировании [5]. Очевидно, авторы пособия полагают, что эти формулы учащиеся смогут легко получить самостоятельно на основе тех соотношений, что даются в тексте, забывая, однако, что если такой вывод доступен для учащихся классов физико-математического профиля, то для большинства учащихся классов базового уровня это вовсе не так.

Положение с изучением основ термодинамики и МКТ, возможно, будет исправлено с переходом на новое поколение учебных пособий, создаваемых для 12-летней средней школы. Пока же учителю приходится работать с действующим учебным пособием [2], и частично решить проблему без глобального изменения структуры

курса можно только за счет использования соответствующей методики изучения материала.

В частности, в какой-то мере помочь учителю может, на наш взгляд, предлагаемая ниже методика изучения газовых законов и уравнения состояния идеального газа в теме «Основы термодинамики». При этом мы исходили из того, что в ядро термодинамики наряду с ее законами входит и уравнение состояния системы [6, с. 88], а построение материала в школьном курсе должно соответствовать современной классификации научных фактов и, как правило, не совпадает с историей возникновения соответствующих знаний в науке.

Изучение темы «Основы термодинамики» в новом пособии [2] начинается с введения основных термодинамических понятий и, в частности, понятий температуры, теплового расширения тел, температурных шкал и способов измерения температуры (§ 17—20). Именно здесь при изучении температурных шкал можно ввести понятие абсолютного нуля температуры и абсолютной шкалы (шкалы Кельвина). Для этого материал § 20 целесообразно дополнить следующим содержанием.

При тепловом расширении, как было сказано в § 19, увеличиваются не только линейные размеры тел, но и их объем. В частности, для газов увеличение их объема с ростом температуры при постоянном давлении может быть выражено формулой, аналогичной соотношению для линейного расширения:

$$V = V_0 (1 + \alpha_v (t - t_0)),$$

где V — объем газа при температуре t °С, V_0 — объем газа при температуре $t_0 = 0$ °С, α_v — температурный коэффициент объемного расширения, который согласно измерениям оказывается одинаковым для всех

газов: $\alpha_v = \frac{1}{273} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

В случае охлаждения газа его объем будет уменьшаться, и в пределе газ как бы должен сжаться до «нулевого» объема. Так как дальнейшее сжатие невозможно, то температура, при которой газ теоретически занимает «нулевой» объем, является наименьшей в природе. Эту температуру

легко определить из приведенного выше уравнения. Подставляя в него $V=0$,

$\alpha_v = \frac{1}{273} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ и $t_0=0 \text{ } ^\circ\text{C}$, получим:

$$0 = V_0 \left(1 + \frac{1}{273 \text{ } ^\circ\text{C}} (t - 0 \text{ } ^\circ\text{C}) \right). \text{ Откуда}$$

$$\left(1 + \frac{1}{273 \text{ } ^\circ\text{C}} (t - 0 \text{ } ^\circ\text{C}) \right) \text{ или } t - 0 \text{ } ^\circ\text{C} = -273 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Окончательно $t = -273 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Эта температура $t = -273 \text{ } ^\circ\text{C}$ называется **абсолютным нулем температуры** (по современным данным $t = -273,15 \text{ } ^\circ\text{C}$). На основании абсолютного нуля можно ввести новую шкалу температур T . За начало отсчета примем в этой шкале абсолютный нуль температуры, а единицу измерения примем совпадающей с градусом шкалы Цельсия. Тогда отсчет по новой шкале будет идти только в сторону положительных значений. Единица температуры по этой шкале относится к числу основных в СИ и получила название **кельвин** ($1\text{К} = 1 \text{ } ^\circ\text{C}$) в честь английского физика У. Томсона (лорда Кельвина), впервые предложившего абсолютную шкалу температур в 1848 г.

По шкале Кельвина нулю градусов Цельсия будет соответствовать температура $T_0 = 273 \text{ К}$, и, следовательно, для перевода температуры t по шкале Цельсия в абсолютную температуру необходимо пользоваться формулой

$$T = t + 273.$$

Заметим, что материал § 20 по шкале Фаренгейта [2, с. 94], которая используется в основном в США и Канаде, на базовом уровне вполне может быть рассмотрен только в ознакомительном плане.

Предложенное дополнение позволяет учителю на следующем уроке перейти непосредственно к изучению уравнения состояния идеального газа, а затем уже на его основе на втором уроке рассмотреть изопроцессы и описывающие их газовые законы как следствия уравнения состояния газа.

Изложение материала на *первом уроке* целесообразно построить следующим образом.

Состояние газа, как было сказано ранее, может быть задано тремя параметрами: давлением p , объемом V и температу-

рой T . Связь между этими параметрами для газа на основе обобщения опытных данных была установлена в 1834 г. французским ученым Клапейроном:

для данной массы газа произведение давления на объем, деленное на абсолютную температуру, есть величина постоянная:

$\frac{pV}{T} = \text{const}$. Или для двух произвольных состояний:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.$$

Полученное равенство называется **уравнением Клапейрона**.

В физике особо выделяют состояние газа при так называемых **нормальных условиях**, которым соответствуют давление $p_0 = 1 \text{ атм} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и температура $T_0 = 273 \text{ К}$ ($t_0 = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$). Как известно из курса химии, количество вещества измеряют в молях. Так вот, в соответствии с законом Авогадро один моль любого газа при нормальных условиях занимает один и тот же объем $V_0 \approx 22,4 \text{ л}$. Отсюда следует, что для одного моля любого газа со-

отношение $\frac{p_0 V_0}{T_0}$ будет иметь одно и то же значение. Эту постоянную обозначают буквой R и называют **универсальной газовой постоянной**:

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}.$$

Тогда для одного моля любого газа уравнение Клапейрона можно записать в виде формулы

$$pV = RT.$$

Массу вещества, взятого в количестве один моль, как известно, называют **молярной массой** и обозначают буквой M . Если тело содержит ν молей вещества, то его масса m , очевидно, будет в ν раз больше молярной массы, т.е. $m = \nu M$. Для произвольного количества вещества уравнение состояния газа впервые было записано Д. И. Менделеевым:

$$pV = \nu RT.$$

Или, учитывая, что $\nu = \frac{m}{M}$, получаем

$$pV = \frac{m}{M} RT.$$

Это соотношение называют уравнением Клапейрона—Менделеева.

Как видно, единственная сложность при изложении данного материала связана с тем, что понятие моля и молярной массы в курсе физики должно рассматриваться только в следующей теме — «Основы МКТ» [2, с. 165], поэтому здесь приходится опираться на межпредметные связи курсов физики и химии, что и позволяет записать уравнение Клапейрона—Менделеева в развернутом виде. Более глубокая трактовка понятий моля и молярной массы будет дана в теме «Основы МКТ».

На основе полученного уравнения состояния на *следующем уроке* изучаются изотермический, изобарный, изохорный процессы и соответствующие им газовые законы. Вывод следствий из уравнения

$pV = \frac{m}{M} RT$ целесообразно провести с помощью самих учащихся, сформулировав в общем виде задачу на применение этого уравнения к частным случаям.

Написав уравнения $p_1V_1 = \frac{m}{M} RT$ и $p_2V_2 = \frac{m}{M} RT$ для разных значений p и V при постоянных температуре ($T = \text{const}$) и количестве вещества ($v = \text{const}$), легко получаем уравнение

$$p_1V_1 = p_2V_2 \text{ или}$$

$$pV = \text{const} \quad (T = \text{const}, v = \text{const})$$

для изотермического процесса.

Аналогично сразу же получаются простые уравнения для изобарного процесса

$$\frac{V}{T} = \text{const} \quad (p = \text{const}, v = \text{const})$$

и изохорного процесса

$$\frac{p}{T} = \text{const} \quad (V = \text{const}, v = \text{const}) .$$

Дальше рассматриваются соответствующие графики процессов, известные демонстрации, подтверждающие справедливость газовых законов, и подчеркивается, что реальные газы дают значительные отступления от рассмотренных законов при высоких давлениях и низких температурах. Газ, который в точности подчиняется газовым законам, называем идеальным газом, а уравнение состояния Клапейрона—Менделеева следует называть уравнением состояния идеального газа.

Что касается переименования в новом учебном пособии названий законов: закон Шарля для изобарного процесса [2, с. 98] и закон Гей-Люссака для изохорного процесса [2, с. 100], а не наоборот, как было ранее, то его вряд ли можно признать приемлемым. Дело здесь не столько в отступлении от исторической правды, а скорее в том, что во всех вузовских курсах физики, энциклопедических словарях, преподавательской среде сохраняются ранее принятые традиционные названия законов, и выпускники, запомнившие их названия, даваемые в новом пособии, будет трудно адаптироваться при изучении этого раздела физики в вузе. Следовало бы сохранить одинаковый подход и преемственность между школьным и вузовским курсами физики.

Предложенные изменения в изучении темы «Основы термодинамики» позволят, на наш взгляд, снизить перегрузку учащихся, изучающих физику на общеобразовательном уровне, выделить больше времени на решение задач. Применение дедуктивного метода изложения освободит учащихся от необходимости запоминания значительного числа фактов и формул, имеющих частное значение, и в большей степени будет способствовать развитию теоретического стиля мышления, характерного для современного состояния физической науки.

1. Программы средней общеобразовательной школы. Физика: X—XI классы. — Мн.: НМЦентр, 2001.

2. Физика: учеб. пособие для 11-го кл. общеобразоват. школы / В. В. Жилко, А. В. Лавриненко, Л. Г. Маркович. — Мн.: Нар. асвета, 2002.

3. Научные основы школьного курса физики / под ред. С. Я. Шамаша, Э. Е. Эвенчик. — М.: Педагогика, 1985.

4. Физика: учеб. пособие для 10-го кл. шк. и классов с углубл. изуч. физики / под ред. А. А. Пинского. — М.: Просвещение, 1995.

5. Централизованное тестирование: Физика: сб. тестов. — Мн.: Юнипресс, 2005.

6. Основы методики преподавания физики / под ред. А. В. Перишкина, В. Г. Разумовского, В. А. Фабриканта. — М.: Просвещение, 1984.