

Л.С.Бадаева, Л.Ф.Ильина, Т.М.Темирханова

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова
(E-mail: malsagova1992@mail.ru)

Использование интерактивных технологий при изучении молекулярно-кинетических свойств жидкостей в школе и вузе

В статье рассмотрена методика преподавания основ молекулярно-кинетической теории жидкостей на первом и втором этапах обучения учащихся физике в общеобразовательной средней школе и на третьем этапе — в университетском курсе общей физики. Проанализирована специфика подхода к изучению свойств жидкостей на каждом этапе. Определены роль задач и их специфика на втором и третьем этапах. Особое внимание уделено подбору задач повышенной сложности и обоснованию необходимости сопровождения их решения разного рода презентациями. Проведен педагогический эксперимент в школе и университете.

Ключевые слова: молекулярно-кинетические свойства, сравнительный анализ, интерактивные технологии, задачи повышенной сложности.

Многие основные методические инновации связаны с применением интерактивных методов обучения. Интерактивное обучение — это специальная форма организации познавательной деятельности с вполне конкретными и прогнозируемыми целями. Одна из таких целей состоит в создании комфортных условий обучения, при которых ученик чувствует свою успешность, свою интеллектуальную способность, что делает продуктивным сам процесс обучения.

В средних школах проблема преподавания физики в современных условиях стала более сложной. Учителям часто приходится прилагать большие усилия для того, чтобы вызвать и поддерживать интерес к изучению таких наук, как физика. Известно, что человек достигает результатов тогда, когда знает об их важности в своей жизни. Эта задача решается путем гуманизации образовательного процесса, начиная с первых уроков физики.

Особенно важна в настоящее время проблема развития творческих способностей учащихся, поскольку сейчас первостепенной задачей стало воспитание ученика творческой личностью средствами каждого учебного предмета. Знакомясь со множеством современных педагогических технологий по направлениям модернизации, мы выбрали технологии на основе активизации и интенсификации деятельности учащихся.

В курсе молекулярной физики средней школы подробно анализируются идеальные газы, причем и с точки зрения молекулярно-кинетической теории, и с точки зрения термодинамики. Без рассмотрения жидкостей этот курс будет неполноценным, но для того, чтобы перейти от идеальных газов к жидкостям, необходим анализ реальных газов. В противном случае на многие вопросы, связанные с молекулярно-кинетическими свойствами жидкости, ответить нельзя. Например, и в школьном, и в вузовском курсах физики одно и то же агрегатное состояние одних веществ называют газом, других — паром. Возникает вопрос: почему? Таким образом, разделы «Реальные газы» и «Жидкости» неразрывно связаны друг с другом [1].

Поскольку предлагаемый раздел изучается на двух ступенях в средней школе (7, 10 классы) и в вузе, как в курсе общей физики, так и в специальных курсах по методике преподавания физики, уровень изложения материала должен быть абсолютно разным. Например, на первой, начальной, ступени особенно важна наглядность.

В седьмом классе, т.е. на первом этапе изучения физики по данной тематике, рассматриваются следующие вопросы: давление, атмосферное давление, закон Архимеда, закон Паскаля, закон сообщающихся сосудов, элементы поверхностного натяжения.

В статике жидкостей или газов используется закон Паскаля. Опираясь на многочисленные наблюдения, Паскаль установил, что жидкости и газы передают давление во все стороны одинаково. Производимое на жидкость или газ давление передается по всем направлениям без изменения. На рисунке 1 представлен шар Паскаля.

Рассматриваются сосуды, сделанные из прямых трубок, соединённых резиновой трубкой такой длины, чтобы их можно было поднимать и опускать. Трубки заполняют подкрашенной водой (рис. 2).

На практике часто бывает нужно узнать так называемое относительное давление. Для его измерения служит прибор, называемый манометр. На рисунке 3 представлен U-образный манометр с подкрашенной водой [2].

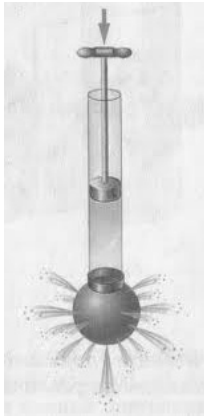


Рисунок 1. Шар Паскаля



Рисунок 2. Сообщающиеся сосуды

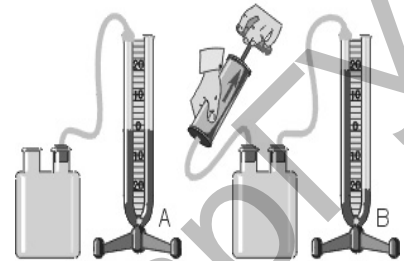


Рисунок 3. U-образный манометр с подкрашенной водой

На основном этапе изучения физики, т.е. в 10 классе, повторяются и углубляются понятия и явления, рассмотренные в 7 классе: испарение и конденсация, влажность воздуха, кипение, поверхностное натяжение. Так, одним из приборов для измерения влажности воздуха является психрометр, состоящий из двух одинаковых термометров, один из которых обернут влажной тканью (рис. 4).

Одним из видов парообразования является кипение. Кипением называют образование большого числа пузырьков пара, всплывающих и лопающихся на поверхности жидкости при её нагревании. На самом деле эти пузырьки присутствуют в жидкости всегда, но их размеры растут, и они становятся заметны только при кипении (рис. 5).

Одним из самых интересных явлений, характеризующих жидкости, является поверхностное натяжение. Некоторые элементы поверхностного натяжения рассматриваются уже на первой ступени, однако соответствующий уровень можно обеспечить только на второй ступени.

Некоторые жидкости, например мыльная вода, обладают способностью образовывать тонкие пленки. Хорошо известные всем мыльные пузыри имеют форму, близкую к сферической, — в этом тоже проявляется действие сил поверхностного натяжения. Если в мыльный раствор опустить проволочную рамку, одна из сторон которой подвижна, то вся она затянется пленкой жидкости (рис. 6) [3].

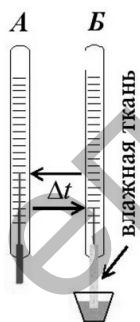


Рисунок 4. Психрометр

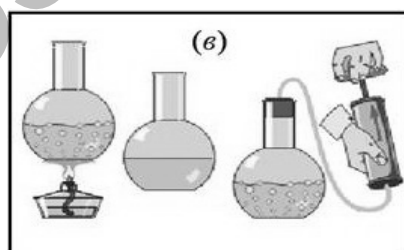


Рисунок 5. Процесс кипения

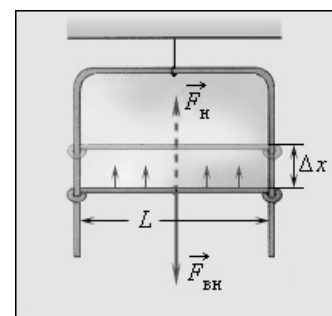


Рисунок 6. Проволочная рамка

В связи с повышением научно-теоретического уровня курса физики в средней школе все большее внимание уделяется решению физических задач. Образовательное, политехническое и воспитательное значение задач в курсе физики средней школы трудно переоценить. Без решения физических задач курс физики не может быть усвоен. В большинстве школ решению физических задач уделяется значительное внимание. Тем не менее многие учащиеся постоянно испытывают затруднения в решении задач, что наглядно обнаруживается на выпускных школьных экзаменах и вступительных экза-

менах в вузы. Это объясняется не только сложностью данного вида занятий для учащихся, но и подсчетами в подборе и методике решения задач по школьному курсу физики.

Для решения задач оказывается, как правило, недостаточно формального знания физических законов. В некоторых случаях необходимо знание специальных методов, приемов, общих для решения определенных групп задач. В других случаях таких методов не существует.

Методика подбора задач повышенной сложности зависит от многих причин: их содержания, математической подготовки учащихся, поставленных учителем целей и т.д.

В настоящее время в связи с новыми программами, в основу которых положены фундаментальные физические принципы, для этого создаются самые благоприятные условия. Задачи бывают качественные, экспериментальные, аналитические, графические, повышенной сложности (творческие). На первой ступени изучения физики (7-й класс) целесообразны качественные задачи; на второй ступени (10-й класс) — аналитические [4].

Изложение даже основ теоретического материала по молекулярно-кинетическим свойствам жидкостей в вузовском курсе не входит в круг вопросов, предусмотренных данной статьей.

Остановимся только на нескольких задачах.

1 [5]. Из круглого отверстия вытекает вертикальная струя воды так, что в одном из горизонтальных сечений ее диаметр $d = 2,0$ мм, а в другом сечении, расположенном ниже на $l = 20$ мм, диаметр струи в $n = 1,5$ раза меньше. Найти объем воды, вытекающей из отверстия за одну секунду.

$$l = 0,02 \text{ м}$$

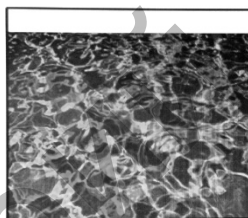
$$d_1 = 0,002 \text{ м}$$

$$d_2 = \frac{d_1}{n}$$

$$n = 1,5$$

Найти:
 V — ?

Вытекающая струя имеет форму цилиндра переменного поперечного сечения, так как чем ниже находится сечение, тем скорость течения больше.



По уравнению непрерывности:

$$v_1 S_1 = v_2 S_2,$$

или

$$v_1 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4} = v_2 \cdot \frac{\pi d_2^2}{4}.$$

Откуда:

$$v_2 = v_1 \cdot n^2. \quad (1)$$

По уравнению Бернулли:

$$\frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g l + \frac{2\alpha}{d_1} = \frac{\rho v_2^2}{2} + \frac{2\alpha}{d_2}. \quad (2)$$

В уравнении (2) учитывается только лапласовское давление, так как атмосферное — одно и то же.

Учитывая условие задачи и подставляя (2) в (1), имеем:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\rho g l - \frac{4\alpha}{d_1(n-1)}}{\rho(n^4 - 1)}}. \quad (3)$$

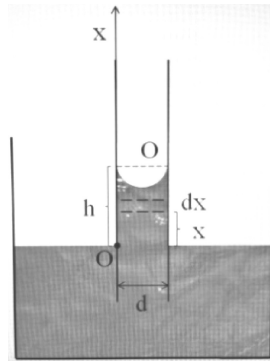
Очевидно, что

$$V = v_1 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4}; \quad (4)$$

$$V \cong 0,9 \cdot 10^{-6} \text{ м} \cong 0,9 \text{ см}^3.$$

2 [5]. Две вертикальные параллельные друг другу стеклянные пластины частично погружены в воду. Расстояние между пластинами $d = 0,10$ мм, их ширина $l = 12$ см. Считая, что вода между пластинами не доходит до их верхних краев и что смачивание полное, найти силу, с которой они притягиваются друг к другу.

$$\begin{aligned} d &= 10^{-4} \text{ м} \\ l &= 0,12 \text{ м} \\ \theta &= 0^\circ \\ \alpha &= 0,073 \text{ Н/м} \\ \rho &= 10^3 \text{ кг/м}^3 \\ F &= ? \end{aligned}$$



Поверхностный слой между пластинами — полуцилиндрический. Силы лапласовского давления направлены вверх, причем, по закону Паскаля, лапласовское давление в пределах столба жидкости между пластинами одинаково. Но существует еще гидростатическое давление, силы которого направлены вниз, и оно различно на разных глубинах. Поэтому разделим жидкость между пластинами на элементарные слои и рассмотрим один из них толщиной dx , находящийся на высоте x . Единственная интересующая нас координатная ось направлена вверх. Начало координат находится на поверхности жидкости в широком сосуде.

В пределах выделенного слоя давление:

$$p(x) = \frac{2\alpha}{d} - \rho g(h - x), \quad (1)$$

где $\frac{2\alpha}{d}$ — лапласовское давление; $\rho g(h - x)$ — гидростатическое.

Сила взаимодействия в пределах выделенного слоя:

$$dF = p(x)l dx = \left[\frac{2\alpha}{d} - \rho g(h - x) \right] l dx.$$

Проинтегрировав, получаем:

$$F = \frac{2\alpha l h}{d} - \frac{\rho g l h^2}{2}. \quad (2)$$

Находим h , исходя из равенства давлений:

$$\frac{2\alpha}{d} = \rho g h, \text{ откуда } h = \frac{2\alpha}{\rho g d}. \quad (3)$$

Подставляя (3) в (2), получаем:

$$F = \frac{2\alpha^2 l}{\rho g d^2}.$$

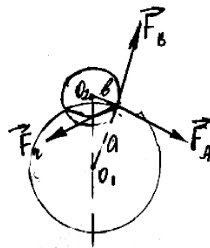
Считаем:

$$F = \frac{2 \cdot 0,073^2 \cdot 10^{-2} \cdot 0,12 \cdot 10^2}{10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-8}} \cong 13 \text{ Н}.$$

3 [5]. На мыльном пузыре радиуса a «сидит» пузырек радиуса b . Имея в виду, что $b < a$, найти радиус кривизны пленки, их разделяющей. Каковы углы между пленками в местах их соприкосновения?

a
 b
 $b < a$

Найти:
 r — ?
 θ — ?



Давление внутри мыльных пузырей разное:

$$p_a = p_0 + \frac{4\alpha}{a};$$

$$p_b = p_0 + \frac{4\alpha}{b},$$

где p_0 — атмосферное давление.

Малый мыльный пузырь «вдавливается» в большой и образуется третья пленка, их разделяющая, радиус которой r :

$$\Delta p = p_b - p_a = 4\alpha \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a} \right) = 4\alpha \frac{(a-b)}{ab} = \frac{4\alpha}{r};$$

$$r = \frac{ab}{a-b}.$$

Поскольку система находится в состоянии равновесия, сумма сил поверхностного натяжения в любой точке пересечения трех поверхностных слоев (см. рис.):

$$\vec{F}_a + \vec{F}_b + \vec{F}_r = 0,$$

а это возможно лишь в том случае, если $F_a = F_b = F_r$, а углы между ними одинаковы $\theta = 120^\circ$.

$$\text{Ответ: } r = \frac{ab}{a-b} \text{ и } \theta = 120^\circ.$$

Предложенные задачи можно решить и в школьном курсе физики, но для учащихся — это задачи олимпиадного уровня.

Подбор задач не случаен. Их решение сопровождается наглядными, убедительными, а главное, динамическими презентациями, что и было реализовано в студенческой аудитории.

По тематике статьи выполнялась дипломная работа Т.М.Темирхановой (научный руководитель — проф. Л.Ф.Ильина).

Презентации подготавливались и использовались практически в период педагогической практики Т.М.Темирхановой в ШОД «Мурагер».

Программы оформления презентаций в вузовском курсе физики, в частности по задачам повышенной сложности, составлялись магистранткой Л.С.Бадаевой. Презентации использовались на II курсе физико-технического факультета в группе ФОР-201 и на I курсе — в группах ТЭР-111 и ФЕР-103. Там же проведена проверка уровня усвоения материала учащимися и студентами.

Останавливаться на содержании и анализе форм и результатов проверки не будем, так как это выходит за рамки статьи. Укажем только, что использовались следующие виды контроля: физические диктанты, тестирование, контрольные работы.

По результатам работы оформлен акт внедрения в учебный процесс как ШОД «Мурагер» г. Караганды, так и университета.

Были подготовлены и использованы презентации не только по жидкостям, но и по реальным газам.

В процессе работы как с учащимися, так и со студентами использовались традиционные технологии полного усвоения, дифференцированного обучения и т.д. и современные, такие как интерактивные, вузовские — в школьном курсе физики и т.д.

Получен обширный материал по очень не простым разделам физики. Считаем, что его использование будет полезно как учащимся СШ, колледжей, студентам, так и учителям и вузовским препода-

вателям, именно в физико-математических классах. Это особенно актуально в современных условиях, когда ставится задача о переходе РК на 12-летнее среднее образование, предусматривающее 3 ступени обучения: начальное, базовое и профильное.

Список литературы

- 1 Усова А.В., Орехов В.П., Каменецкий С.Е. и др. Методика преподавания физики в 7–8 классах средней школы: Пособие для учителя. — М.: Просвещение, 1990. — 319 с.
- 2 Перишкин А.В., Родина Н.А. Учебник для 7-го класса средней школы. — М.: Просвещение, 1993. — 196 с.
- 3 Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н., Эткин В.С. Курс общей физики. Молекулярная физика. — М.: Просвещение, 1982. — 207 с.
- 4 Балашов М.М. Методические рекомендации к преподаванию физики в 7–8 классах средней школы. — М.: Просвещение, 1991. — 89 с.
- 5 Иродов И.Е. Задачи по общей физике. — М.: Наука, 2002. — 447 с.

Л.С.Бадаева, Л.Ф.Ильина, Т.М.Темірханова

Мектепте және жоо-да сұйықтардың молекулалық-кинетикалық қасиеттерін оқыту кезінде интерактивтік технологияларды пайдалану

Мақалада сұйықтардың молекулалық-кинетикалық теориясы негіздерін жалпы білім беретін орта мектептің оқушыларының физиканы бірінші және екінші кезеңдерінде және үшінші кезең — университеттің жалпы физика курсында оқыту әдістемесі қарастырылған. Әр кезеңдегі сұйықтардың қасиеттерін оқып үйрену тәсілінің ерекшелігі талданды. Екінші және үшінші кезеңдердегі мәселелердің ролі мен ерекшелігі анықталды. Күрделілігі жоғары есептерді іріктеуге ерекше назар аударылды және оларды шешудің жолдары түрлі презентациялармен қосақталған. Мектепте және жоғары оқу орнында педагогикалық эксперимент жүргізілді.

L.S.Badayeva, L.F.I'ina, T.M.Temirkhanova

Using interactive technologies in the study of molecular-kinetic properties of liquids in school and university

The article discusses the methodology of teaching the fundamentals of molecular-kinetic theory of liquids on the first and second stages of student learning physics in secondary schools and in the third stage — in a university course of general physics. Specific character of approach to study the properties of fluids at each stage. The role of tasks and their specificity in the second and third stages. Particular attention is paid to the selection problems of high complexity and the justification of their decision support different kinds of presentations. Pedagogical experiment conducted at school and university.

References

- 1 Usova A.V., Orekhov V.P., Kamenetsky S.E. et al. *Methods of teaching physics in high school 7–8: Teacher's Guide*, Moscow: Prosveshchenie, 1990, 319 p.
- 2 Peryshkin A.V., Rodina N.A. *Textbook for 7th grade middle school*, Moscow: Prosveshchenie, 1993, 196 c.
- 3 Gershenzon E.M., Malov N.N., Mansurov A.N., Etkin V.S. *General physics course. Molecular Physics*, Moscow: Prosveshchenie, 1982, 207 p.
- 4 Balashov M.M. *Guidelines for teaching physics in high school 7–8*, Moscow: Prosveshchenie, 1991, 89 p.
- 5 Irodov I.E. *Problems in general physics*, Moscow: Nauka, 2002, 447 p.