ставляется, начинать изучение физики в вузе необходимо с традиционной образовательной стратегии, основанной на отборе информации для формирования знаний. Основные законы физики и её фундаментальные методы, такие как динамический, энергетический, дифференциально-интегральный, статистический и термодинамический, волновой и квантовый – те составляющие фактического знания, которые обеспечивают восприятие и понимание новой информации, а также являются базисом для дальнейшего самообучения и профессионального становления будущих инженеров. Однако формирование знаний для современного уровня образованности есть процесс необходимый, но недостаточный – знания не самоцель, а средство достижения цели. Поэтому важнейшие задачи преподавателя вузовского курса физики – ориентировать обучаемых на практическое применение знаний и заложить основы профессиональной подготовки посредством грамотно организованной самостоятельной работы студентов с учетом их возможностей и потребностей, используя перечисленные выше инновационные модели обучения и, в том числе, взаимодействуя со специальными кафедрами (что практикуется на кафедре физики БГУИР). Наиболее креативные студенты, помимо выполнения образовательной программы, должны иметь возможность заниматься учебно-исследовательской и научной работой в рамках СНТО, используя весь арсенал электронной информационной среды, включающий выбор информационных ресурсов и сетевых коммуникаций [1]. Такие студенты, сознательно выстраивающие стратегию и тактику своего образования, как правило, продолжают обучение в магистратуре с полноценным использованием интерактивных методов смешанного обучения, обладающих существенными преимуществами по сравнению с традиционным подходом. Кроме того, студенты магистратуры, в отличие от студентов 1-2 курсов, являются более подготовленным контингентом к изучению современной физики и её связи с наукоёмкими технологиями. Поэтому актуальной задачей магистратуры является продолжение физического образования путем создания интегрированных курсов физики и специальных дисциплин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лаптев, В. В. Профессиональная подготовка в условиях электронной сетевой среды / В. В. Лаптев, Т. Н. Носкова // Высшее образование в России. – 2013. – №2. – С. 79–83.

УДК 372.016

О ВУЗОВСКИХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ С ОТСУТСТВУЮЩИМ ШКОЛЬНЫМ ПРЕДЕЛОМ

В. С. Секержицкий

г. Брест, УО «Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина»

Существуют физические задачи, решение которых в корректной постановке требует составления дифференциальных уравнений (обыкновенных или в частных производных) и их решения при соответствующих краевых условиях. Разумное упрощение, как в отношении пренебрежения некоторыми относительно малыми величинами, так и в смысле огрубления математической модели описания, может привести к тому, что задача решается в рамках школьной программы (чаще всего нестандартными методами), чем часто пользуются авторы олимпиадных задач. Существуют задачи и другого типа, попытки упрощения достаточно строгих формулировок которых с целью получения ситуаций, допускающих анализ в рамках школьной программы, делают задачи некорректными. Именно такого рода задачи мы назвали в [1] задачами с отсутствующим школьным пределом.

В качестве примера задач второго типа рассмотрим известную задачу, встречающуюся в разных вариациях в вузовских и школьных задачниках по физике и считающуюся достаточно простой: *пренебрегая вязким трением, найти ускорение, с которым тело с плотностью* ρ_1 *всплывает в жидкости, плотность которой* $\rho_2 > \rho_1$.

Подобная задача фигурировала даже в заданиях Централизованного тестирования. Рекомендуемое рядом пособий «решение» этой задачи довольно простое: полагается, что ускорение телу сообщает сила, определяемая разностью сил Архимеда и тяжести, т. е. $a = \dfrac{F_A - mg}{m} = \dfrac{\rho_2 Vg - \rho_1 Vg}{\rho_1 V} = \left(\dfrac{\rho_2}{\rho_1} - 1\right)g$, где m и V – масса и объем тела.

Однако приведенное решение принципиально неверное. В этом легко убедиться на опыте: пузырьки воздуха, у которых плотность на 3 порядка меньше плотности воды (а сила Архимеда, соответственно, на 3 порядка больше), вовсе не всплывают с ускорением порядка 1000 g, как это следует из приведенной выше формулы. Дело в том, что при движении тела вверх соответствующее количество воды перемещается вниз, причем масса перемещающейся воды больше массы тела. Таким образом, знаменатель приведенной исходной формулы должен содержать не только массу тела, но и так называемую «присоединенную массу», обусловленную водой. Вода обтекает тело, и расчет «присоединенной массы» – сложная задача, далеко выходящая за рамки не только школьной физики, но и курсов общей физики педагогического и технического вузов. Задача корректно решается методами теоретической гидродинамики с помощью известного уравнения Навье – Стокса, которое в данном случае имеет аналитическое решение только для тела сферической формы. Задача явно не имеет «школьного предела», и ее использование в школе и для тестирования некорректно. Кроме того, закон Архимеда – это закон <u>гидростатики</u>, и правомерность его применения к описанию движения ускоренно движущихся тел весьма сомнительна.

К задачам с несуществующим школьным пределом относятся также некоторые задачи о движении гибкой тонкой тяжелой нити, перекинутой через блок. Типичной задачей такого типа является приведенная во множестве сборников *задача о нахождении скорости нити после ее соскальзывания без трения с блока при нулевой начальной скорости и несимметричной исходной ситуации (на рисунке* $L - x_0 - \pi R > x_0$, *где* L *– длина нити).*

Во многих задачниках при решении этой задачи полагают, что в момент отрыва от блока нить вертикальна, и ее верхний конец находится на одной горизонтали с центром блока. Ответ $v = \sqrt{\frac{L^2 + 2\pi RL - \pi^2 R^2}{2L} g}$ при почти симметричном начале движения ($L - x_0 - \pi R = x_0$) вытекает из закона сохранения механической энергии.

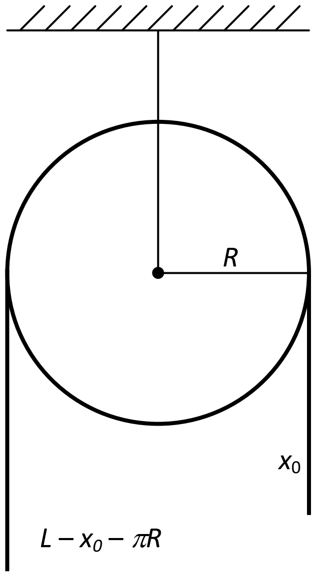

Рисунок – Блок с перекинутой нитью

Есть и другая точка зрения, согласно которой контакт нити с блоком теряется раньше, чем достигается указанное выше расположение нити: например, при почти симметричной исходной ситуации контакт теряется, когда расстояние между нижними концами нити равно $(L - (\pi - 2)R) / \sqrt{2}$, и при этом скорость $v = \frac{1}{2}\sqrt{(L - \pi R + 2R)g}$.

Покажем, что обе точки зрения не соответствуют действительности. Вследствие предполагаемой нерастяжимости нити касательные ускорения всех элементов нити одинаковы и равны $a = g(1 - (\pi R + 2x) / L)$, где x – длина правой части нити. Рассматривая движение элемента нити, для которого полярный угол равен φ, получим для силы натяжения нити T дифференциальное уравнение $\frac{dT}{d\varphi} = \frac{m}{L} R(a + g \cdot \cos\varphi)$, решение которого, при очевидном граничном условии $T(\varphi = 0) = \frac{m}{L} x(a + g)$, имеет вид

$$T = \frac{mRg}{L}\left(\left(1 - \frac{\pi R + 2x}{L}\right)\varphi + \sin\varphi + \left(2 - \frac{\pi R}{L}\right)\frac{x}{R} - \frac{2x^2}{LR}\right).$$

Закон сохранения механической энергии при нулевой начальной скорости дает $\frac{mv^2}{2} = \left((x - x_0)(x + x_0 - L + \pi R)\right)\frac{mg}{L}$.

Тогда для угловой плотности силы нормальной реакции, действующей со стороны блока на элемент нити массой $dm = \frac{m}{L} R \cdot d\varphi,$ находим

$$\frac{dN}{d\varphi} = \frac{mRg}{L}\sin\varphi + T - \frac{mv^2}{L} = \frac{mg}{L}\left(\left(1 - \frac{\pi R + 2x}{L}\right)R\varphi + 2R\cdot\sin\varphi + \right.$$
$$\left. + \left(2 - \frac{\pi R}{L}\right)x - \frac{2x^2}{L} - \frac{2}{L}\big((x - x_0)(x + x_0 - L + \pi R)\big)\right).$$

Эта функция имеет максимум при $\varphi = \arccos\frac{\pi R + 2x - L}{2L},$ и отрыв всей нити произойдет только при условии $\left(\frac{dN}{d\varphi}\right)_{\max} = 0,$ из которого находится соответствующее значение x.

Если вышеприведенный анализ еще можно считать с натяжкой доступным для подготовленного школьника, то ситуация, которая имеет место при достаточно малых x_0 (или когда в начальный момент времени правый конец нити находится на блоке), в которой первым отрывается правый конец при сохраняющемся контакте остальной части нити, и нить при этом приобретает горизонтальный импульс (в момент полной потери контакта с блоком нить имеет очень сложную форму), не допускает адаптации к школьному уровню.

Таким образом, часто используемая в практике различных олимпиад адаптация к школьному уровню задач, возникающих в процессе научно-исследовательской работы или стандартных для вузовских курсов общей и теоретической физики, требует ответственного анализа соответствующих предельных переходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чопчиц, Н. И. Задачи с отсутствующим школьным пределом / Н. И. Чопчиц, В. С. Секержицкий // Актуальные научные проблемы теоретической и экспериментальной физики, астрономии и космонавтики : сб. материалов межвуз. науч. конф., посвящ. 50-летию первого полета человека в космос, Брест, 11–12 апр. 2011 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. В. С. Секержицкого. – Брест : БрГУ, 2011. – С. 108–112.

УДК 372.016:53

О ЕСТЕСТВЕННОМ СПОСОБЕ ОПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ

В. С. Секержицкий

г. Брест, УО «Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина»

В школьном курсе механики учащиеся имеют дело только с декартовой системой координат. Опыт работы со студентами младших курсов показывает, что использование при решении задач даже простой полярной системы координат