

УДК 372.853

БАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС ЗАДАЧ И МЕТОДОВ РЕШЕНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ОЛИМПИАДЕ ПО ФИЗИКЕ (ЧАСТЬ 2. КИНЕМАТИКА РАВНОПЕРЕМЕННОГО ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ)

Кузин Е.И.

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, e-mail: evgeny.cuzin@yandex.ru

Статья посвящена вопросам подготовки школьников к предметным олимпиадам на примере базового комплекса задач по физике, раздела кинематики равнопеременного прямолинейного движения. Показано, что научно-образовательные мероприятия характеризуются функцией ориентации на углубленное изучение отдельных предметов, усвоение, расширение, углубление знаний в той или иной предметной области, в смежных областях знаний, адаптацией в сфере профессиональной деятельности и оптимальной самореализации для дальнейшего образования. Приведены примеры и методы решения олимпиадных задач и их решения с точки зрения различных подходов кинематики движения. Приведены основные ошибки и даны основные методы решений задач рассматриваемого раздела физики. Сделан вывод о том, что организация методов: относительность движения и проведение олимпиад – это творческий процесс, характеризуемый углубленным изучением отдельных предметов, усвоением и расширением знаний в той или иной предметной области, в смежных областях знаний, адаптацией в сфере профессиональной деятельности и оптимальной самореализации обучающегося для дальнейшего образования.

Ключевые слова: научно-образовательные мероприятия, довузовская подготовка, олимпиада, физика, кинематика равнопеременного движения, профориентация

BASIC COMPLEX TASKS AND SOLUTIONS IN PREPARATION FOR PHYSICS OLYMPIAD (PART 2. RAVNOVESNOGO KINEMATICS RECTILINEAR MOTION)

Kuzin E.I.

Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University» (BMSTU), Moscow, e-mail: evgeny.cuzin@yandex.ru

The article is devoted to the preparation of students for subject Olympiads in the basic complex of problems in physics, section *ravnovesnogo* kinematics of rectilinear motion. It is shown that scientific and educational activities are characterized by the function of orientation in the in-depth study of specific subjects, learning, expanding and deepening knowledge in a particular subject area, in adjacent areas of knowledge, adaptation in the field of professional activity and optimal self-realization for further education. Examples and methods of solving Olympiad problems and their solutions from the point of view of the different approaches of the kinematics of the movement. Given based errors and the basic methods of solutions of problems of the section in question of physics. It is concluded that the organization methods: the relativity of motion and the competition is a creative process, characterized by profound studying of separate subjects, assimilation and extension of knowledge in a particular subject area, in adjacent areas of knowledge, adaptation in the field of professional activity and optimal self-realization of the student for further education.

Keywords: scientific and educational events, pre-University training, Olympics, physics, kinematics *ravnovesnogo* movement, career guidance

Одним из главных факторов, определяющих будущий уровень социального и экономического развития России, является профессиональная подготовка и интеллектуальное развитие молодежи. В целях сохранения и приумножения научного и производственного потенциала страны необходимо обеспечить развитие творчески активной, склонной к научно-исследовательской деятельности, грамотной и целеустремленной личности [1].

Одной из основных проблем управления подготовкой специалистов в вузах становится прогнозируемое снижение количества и качества подготовки выпускников общеобразовательных школ и уже проявляющиеся в связи с этим трудности комплектования контингента учреждений высшего

профессионального образования. Наряду с этим возникает проблема адаптации студентов младших курсов к обучению в высшем учебном заведении, преодоления ими, так называемого барьера «школа – вуз» [2].

В этих обстоятельствах одной из главных задач высшей школы становится выявление, обучение, привлечение, поощрение и поддержка профессионально-ориентированной, склонной к дальнейшему обучению молодежи. Решением такой задачи должна стать система довузовской подготовки в высших учебных заведениях. Довузовская подготовка есть синтез обучения и учения, воспитания и самовоспитания, развития и саморазвития, взросления и социализации; рассматривается как средство дифференциации и индивидуализации обучения,

когда за счет изменений в структуре, содержании и организации образовательного процесса более полно учитываются интересы, склонности и способности учащихся, создаются условия для учащихся в соответствии с их профессиональными интересами и намерениями в отношении продолжения образования. При этом существенно расширяются возможности выстраивания учащимися собственной индивидуальной образовательной траектории [3].

Усиление роли дополнительного практико-ориентированного образования в развитии школьников связано с их переходом к более высокой форме учебной деятельности, в которой для учащихся раскрывается ее смысл как деятельности по самообразованию и самосовершенствованию. На первый план выдвигается стремление к овладению глубокими, настоящими знаниями, хотя бы в какой-либо ограниченной области. Поэтому участие школьников в научно-образовательных соревнованиях становится фактором личностной образовательной стратегии учащегося общеобразовательного учреждения как потенциального студента [4].

В настоящее время, когда во всех регионах ЕГЭ стал обязательным, а его результаты засчитываются как вступительные испытания в вузы, актуальным стал вопрос об альтернативных формах поступления в высшие учебные заведения. Министерство образования и науки России в качестве такой альтернативы рассматривает олимпиады школьников – тематические, предметные, научно-образовательные [3].

Предлагаемая работа является продолжением рассмотрения примеров и задач при подготовке к олимпиаде по физике для школьников [5].

Примеры задач и методов решений

Кинематика равнопеременного прямолинейного движения имеет существенное отличие по сравнению с равномерным движением. Равномерное прямолинейное движение значительно более богато на задачи, чем равнопеременное движение. Появление еще одного переменного, я имею в виду ускорение, позволяет формализовать почти 90 процентов задач [6, 7]. И это подтверждение того закона, что чем проще условие, тем сложнее задача, или чем сложнее условие, тем проще решение. Попробуем это доказать.

В кинематике равнопеременного прямолинейного движения существует единственная формула, хорошо известная со средней школы:

$$\pm H = \pm H_0 \pm V_0 t \pm at^2/2.$$

Эта формула определяет координату, но ни в коем случае не путь. Вообще, в курсе физики есть только одно упоминание формулы, определяющей путь. И она связана с разделом равномерного движения. Поэтому, как только в условии задачи появился вопрос, связанный с нахождением пути пройденным телом, будьте внимательны, сразу записать выражение для пути будет затруднительно.

Второе, на что хотелось бы обратить внимание, – это знаки в этой формуле. Их выбор определяется выбором системы отсчета при решении задачи. На всякий случай напомним, что система отсчета включает в себя материальное тело, с которым связывают систему координат, сама система координат и часы. На рис. 1 приведены правила выбора знаков для этой формулы.

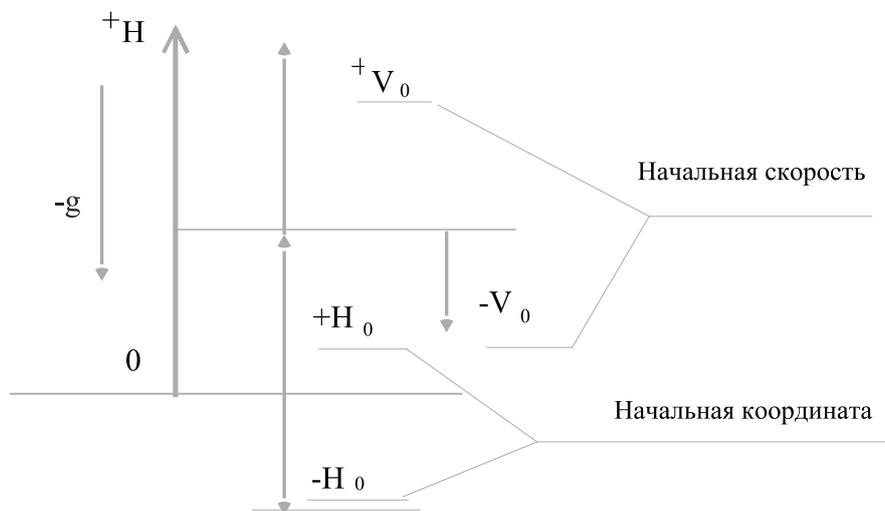


Рис. 1

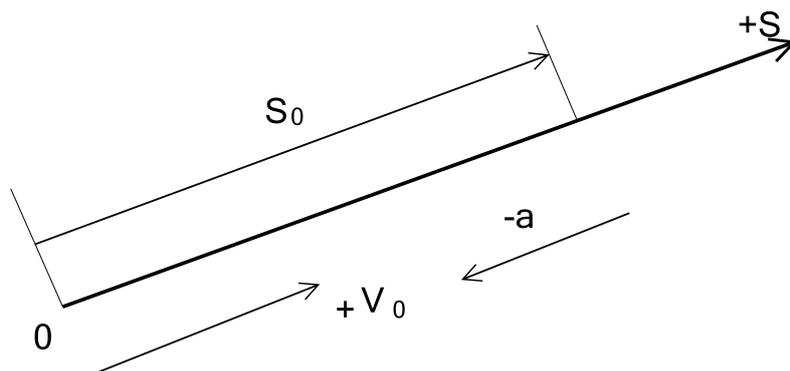


Рис. 2

Третье, и это очень важно, выбранные знаки, которые определяют вид движения рассматриваемого тела в начальный момент, остаются постоянными при дальнейшем движении. Это связано с тем, что в формуле присутствует параметр V_0 , который существует только для момента начала отсчета. В другое время и скорость будет другая. Для иллюстрации сказанного приведем пример типичной ошибки в следующей задаче.

Задача 1. Лыдинку бросают вверх по горе так, что она начинает скользить со скоростью V_0 . На расстоянии S_0 от точки бросания лыдинка побывала дважды в моменты времени t_1 и в момент t_2 . Определить начальную скорость тела и его ускорение.

Выбрав систему отсчета, как показано на рис. 2, задача решается довольно просто, если бы не одно но. Понятно, что тело при условии задачи в одной точке может быть дважды только при подъеме и спуске. В первом случае тело движется равномерно, во втором равноускоренно. В предположении, что трение отсутствует, ускорение будет оставаться постоянным. Теперь осталось записать уравнение координаты тела для этих двух случаев. И здесь начинаются сложности.

Для движения вверх по горке уравнение, как правило, пишут уверенно:

$$S_0 = V_0 t_1 - a(t_1)^2/2.$$

А вот для случая движения тела вниз в формуле ставят знак «+», объясняя это тем, что тело движется в этот момент равноускоренно. Но правильнее писать знак минус в обоих уравнениях, для первого и второго случаев, т.к. знаки в этой формуле зависят только от начального вида движения, а оно было равнозамедленным.

$$S_0 = V_0 t_1 - a(t_1)^2/2,$$

$$S_0 = V_0 t_2 - a(t_2)^2/2.$$

Решение этой системы уравнений не вызывает трудностей.

Удачный выбор системы отсчета очень часто резко упрощает решение задачи. В качестве примера приведем следующую задачу.

Задача 2. С воздушного шара, поднимающегося вверх с некоторой скоростью, выпадает тело. Через t секунд оно падает на землю. Определить, с какой высоты упало тело. Эта задача может поставить в тупик не только абитуриента, но и опытного преподавателя. Дело в том, что выбрав как обычно систему отсчета, связанную с землей, вы получаете одно уравнение с двумя неизвестными H и V и дальше не видно пути его решения:

$$0 = H - V_0 t - g(t)^2/2.$$

Выход из этого тупика довольно прост. Возьмите систему отсчета, связанную с шаром, который движется вверх со скоростью V относительно земли и которая нам неизвестна. После такого выбора мы вправе остановить шар, но при этом мы вынуждены будем всем телам, которые рассматриваются в задаче, присвоить значения относительных скоростей. Как это сделать, довольно подробно описано в статье автора, посвященной равномерному движению. В нашем случае есть только одно тело, которому необходимо присвоить относительную скорость – это земля. Ее относительная скорость равна $(-V_0)$. Остановив воздушный шар, мы заставили двигаться землю, но при этом высота падения измеряется относительно шара. Время падения до земли известно и равно t , а ускорение равно g . Поэтому высота падения определится из следующего уравнения:

$$H = g(t)^2/2.$$

Так как начальная скорость в нашей выбранной системе отсчета равна нулю, мы получили формулу свободного падения.

Продолжая эту тему, следует обратить внимание читателя на задачи, связанные с определением перемещения тела за одну секунду. Одна секунда – это и первая, и последняя, но при этом перемещения приходится рассчитывать по-разному. Если для первой секунды тело движется с начальной скоростью, как правило, равной нулю, то в последующих моментах времени тело будет иметь начальную скорость отличную от нуля. И при этом возникает проблема определения начальной скорости движения, и в связи с этим резко усложняется решение задачи.

Выход довольно простой. Предлагаем систему отсчета расположить в точке начала свободного падения, и это существенно облегчит решение. За примером далеко ходить не надо. Вот одно из условий задачи, которое есть почти в каждом пособии по физике.

Задача 3. Определить путь, пройденным свободно падающим телом, за первую и последнюю секунду своего падения, если известна высота падения. Выбрав предлагаемую систему отсчета, ясно, что путь и перемещение за первую секунду будут равны и их легко найти. Далее определяется все время полета, благо нам дана высота падения. Затем из полученного значения вычтем единицу, и перед нами время падения без последней секунды (кстати, это и время падения без первой секунды). Далее, определяется координата тела за время свободного падения без последней секунды. Ну, а путь за последнюю секунду определим, если вычтем из общей высоты падения полученную координату.

Можно продолжать рассматривать задачи на этот раздел кинематики, но алгоритм решений будет оставаться, как правило, тем же, поэтому перейдем к тем 10 процентам задач, алгоритм решения которых не вписывается в общую схему.

Задача 4. Из воздушного шара, опускающегося со скоростью V_0 относительно земли, бросают вверх тело со скоростью V_1 тоже относительно земли. Определить максимальное расстояние между телом и воздушным шаром. Чтобы определить это расстояние, мы должны понять, что тела будут сближаться только при условии, что одно из тел будет иметь скорость большую, чем у другого тела. Поэтому сначала найдем время, когда у них сравняются скорости:

$$-V_0 = +V_1 - gt.$$

Понятно, что система координат связана с землей, а положительная ось направлена вертикально вниз. По найденному времени нетрудно определить координаты воздуш-

ного шара и тела. А разница между ними определяет максимальное расстояние. При равнопеременном движении, как и для случая равномерного движения, полезно использовать метод относительного движения, который подробно описан в статье [8].

Задача, которая проиллюстрирует данный метод, довольно часто встречалась на Московских физических олимпиадах в той или другой интерпретации. Одно из возможных условий следующее.

Задача 5. Два тела двигаются вдоль прямой навстречу друг другу со скоростями V_1 и V_2 и постоянными ускорениями a_1 и a_2 направленными в разные стороны соответствующим скоростям. Определить, при каком максимальном начальном расстоянии L_0 они могут встретиться. Решение не вызовет затруднений, если, основываясь на принципе относительного движения, остановим одно из тел. Допустим остановили первое тело, тогда второе будет двигаться со скоростью $(V_1 + V_2)$, а его ускорение будет равно относительно первого тела $(a_1 + a_2)$. Расстояние, которое должно пройти второе тело относительно покоящегося первого тела, при условии встречи, должно быть не меньше L_0 . Подставив в выражение $L_0 = (V_1 + V_2)^2 / 2(a_1 + a_2)$ данные задачи, получим значение максимального начального расстояния L_0 .

В заключение познакомим читателя с задачей, которая будет полезна не только абитуриентам, но и преподавателям.

Задача 6. Пассажир, спешащий на поезд, вбегаёт на перрон, а мимо него проходит предпоследний вагон его поезда за t_1 секунд, а последний за время t_2 . Определить, на сколько опоздал пассажир? Считать движение поезда равноускоренным с начальной скоростью равной нулю.

При встрече с этой задачей почти всегда получаешь вопрос, сколько было вагонов или чему равна длина вагона или как звали машиниста поезда? Но этого при решении не потребуется.

Допустим, пассажир опоздал на время t_0 , а длина вагона равна L . Тогда начальная скорость движения предпоследнего вагона мимо пассажира будет равна: $V = a(t_0)$, где a – ускорение поезда. Вагон мимо него проходит за время t_1 , следовательно:

$$L = a(t_0) t_1 + at_1^2/2.$$

Для последнего вагона запишем аналогично:

$$L = a(t_0 + t_1)(t_2) + at_2^2/2.$$

Эта система легко решается, если приравняем левые части, а ускорение сократится. Далее останется выразить одно лишь неизвестное t_0 .

Заключение

Организация научно-образовательных мероприятий для школьников в высших учебных заведениях становится информационным каналом, через который, кроме прочего, вузы предъявляют свои требования к подготовленности абитуриента для поступления и обучения. Реализация довузовского образования позволяет обеспечить эффективное взаимодействие учреждений среднего и высшего образования; значительно обогатить потенциал школ за счет профессорско-преподавательского состава вузов, осуществляющих сотрудничество со школами; помогает учащимся углубить процесс познания предметов, ставших объектом их научно-исследовательской работы; создает благоприятные условия для поступления в вуз; приобщает школьников к научной, исследовательской и творческой деятельности.

Список литературы

1. Цибизова Т.Ю. Профильное обучение как компонент системы непрерывного профессионального образования // Профильная школа. – 2012. – № 4. – С. 9–13.
2. Зеленцова Н.Ф., Зеленцова Е.В., Зеленцов В.В. Системный подход в решении проблем адаптации студентов младших курсов к учебному процессу в вузе // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2015. – № 11. – С. 671–681.
3. Цибизова Т.Ю. Довузовская подготовка как форма преемственности исследовательской деятельности обучающихся в образовательном процессе «школа-вуз» // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2012. – № 3 (6). – С. 48–55.
4. Зимин В.Н., Цибизова Т.Ю., Чернега Е.В., Августан О.М., Марданов С.А., Сергеев Д.А., Марданова К.В. Дополнительное практико-ориентированное образование студентов // Развитие и актуальные вопросы современной науки: международный научный журнал № 2 (2) / под ред. В.И. Вахрушева. – Магнитогорск: ИП Вахрушев В.И., 2017. – С. 38.
5. Кузин Е.И. Базовый комплекс задач и методов решений при подготовке к олимпиадам по физике (часть 1. Кинематика равномерного движения) // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 9–2. – С. 189–195.
6. Задачник по физике / Под общей редакцией О.С. Еркович. – М.: Изд-во Физматгиз, 2014. – 368 с.
7. Луценко А.Ю., Кириллов И.В., Струков Ю.А., Хорохоров А.М. Учебное пособие для поступающих в вузы. Физика. 2-е издание. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 364 с.
8. Васюков В.И., Дмитриев С.Н., Кузин Е.И. Физика. Три подсказки и любая задача решена. Часть 4. – М.: Учебный центр Ориентир при МГТУ им Баумана, 2002. – 320 с.