УДК: 37.53

Мааткеримов Н.О., Мамыров Ж., Макеева С.А.
ИГУ им. К.Тыныстанова

ФОРМИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ ПРИ РЕШЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В статье раскрыта роль физических задач для развития творческого мышления школьников. Приведены примеры решения задач повышенной сложности с использованием межпредметных связей с математикой.

Формирование творческих способностей учащихся требует организационно-дидактического обеспечения. Такое обеспечение включает анализ содержания образования, его структурирование по уровням усвоения - от воспроизведения до творческого применения; изучение затруднений и ошибок учащихся, учет результатов обучения, включающих сформированность у них научного стиля мышления.

Педагогическое руководство формированием творческих способностей в ходе решения задач по физике обеспечивает единство воспроизведения и творчества в деятельности школьников [1,2].

Опыт работы школ нового типа показывает, что использование разноуровневых заданий, учитывающих индивидуальные способности учащихся и их знания, создают хорошие условия для последовательного перехода от репродуктивной работы к продуктивной и от нее к творческой.

Порядок размещения физических задач в системе нормирования процесса обучения предусматривает такую последовательность их решения, которая дает возможность при решении более сложных в структурном отношении задач опираться на решенные ранее менее сложные задачи [3]. Такой подход обеспечивает реализацию в процессе решения задач принципа систематичности и последовательности обучения, позволяет осуществлять многократное повторение, что способствует более прочному и сознательному усвоению физического материала. Наличие в системе небольшого количества однотипных задач, их разнообразие, широкое использование комбинированных задач обеспечивает необходимый элемент новизны при решении каждой задачи. Благодаря этому создаются благоприятные условия для развития творческого мышления учащихся и выработке у них интереса к решению физических задач.

Для нормализации учебной нагрузки школьников, с методической точки зрения, целесообразен такой подход к построению системы задач таким образом, чтобы сначала шли задачи на материал изучаемой темы, затем комбинированные задачи, для решения которых необходимо использовать знания, полученные при изучении различных тем одного раздела курса физики и, наконец, комбинированные задачи, решение которых требует применения теоретических сведений из различных разделов и даже предметов.

Соотношение воспроизведения и творчества на разных этапах познавательного процесса носит различный характер. Если дидактической задачей урока, поставленной перед учащимися, является перенос известного способа с некоторой его модификацией во внутрипредметную или межпредметную ситуацию, то он, опираясь на ранее усвоенные знания, актуализирующиеся в процессе воспроизводящей деятельности, прибегает к творческому поиску. Предпосылкой же развития опыта самостоятельности и формирования опыта творческой деятельности является привлечение школьников к выполнению реконструктивно-вариативных самостоятельных работ. Выполнение таких работ подготавливает учащегося к решению частично-поисковых задач. В ходе выполнения этих работ учащиеся приобретают опыт поисковой деятельности, овладевают элементами творчества.

Самый высокий уровень самостоятельности и творческой активности учащихся проявляется при решении творческих (исследовательских) физических задач. В ходе их решения деятельность ученика складывается из таких умственных и практических действий, которые в реальном процессе мышления выступают как совокупность суждений, умозаключений и практических операций при подготовке, нахождении и разработке существенно новых способов решений задач.

Многолетние наблюдения за одаренными учащимися в профильных классах с физико-математическим уклоном гимназий и лицеев позволили нам выделить следующие компоненты творческих способностей: умение логично рассуждать и «свертывать» рассуждения; гибкость мыслительного процесса, быстрая и свободная перестройка его направленности; стремление к изяществу решения, умение вести обобщение, наличие математической памяти.

Приведем методику решения некоторых задач по физике, разработанную нами на основе внутри- и межпредметных связей, которая позволяет выявить характер познавательной репродуктивной и творческой деятельности учащихся при их выполнении. В курсе физики средней школы самостоятельные работы по образцу выполняются на основе образцов рассуждений «конкретных алгоритмов» заданий. Речь идет о самостоятельном решении задач и упражнений по способу, практически усвоенному с помощью учителя или освоенному при работе с учебником. Показательным является пример изучения девятиклассниками темы «Прямолинейное движение». Предварительно, на предыдущем уроке, ими решались задачи такого характера, исходящие из уравнения движения $x = f(t)$.

Задача 1. Уравнение движения точки по прямой имеет вид $x = 6+3t$. Определить положение точки в момент времени $t_1=1$ с и $t_2=3$ с. При определении положения точки в соответствующие моменты времени давался следующий образец рассуждения и оформления решения. Положение точки определяется значением координаты x в указанные моменты времени. Для нахождения этих расстояний в уравнение движения следует подставить вместо времени t значения моментов времени, и тогда получим $x_1=(6+3*1)$ м=9 м,

$x_2=(6+3*3)$ м=15 м.

Теперь учащимся предлагается самостоятельно решить аналогичный пример.

Задача 2. При движении материальной точки ее координаты изменяются во времени согласно уравнению $x=4+2t+t^2+0,3t^3$. В данном случае необходимо найти положения точки в моменты времени $t_1=2$ с и $t_2=5$ с. Следовательно, учащимся необходимо сделать прямой перенос известного способа деятельности – изменения координаты движущейся материальной точки во времени, т.е. координаты точек как функции времени $x=x(t)$, в аналогичную внутрипредметную ситуацию.

Решение выглядело так: $x_2=(4+2*2+2^2+0,3*2^3)$ м =14,4 м,

$x_5=(4+2*5+5^2+0,3*5^3)$м=76,5 м. Таким образом, выполняя самостоятельные работы этого вида, ученики совершили прямой перенос известного способа решения.

В действующем сборнике задач по физике для средней школы одна из подобных задач отмечена звездочкой как задача повышенной трудности [4].

Задача 3. Движения двух мотоциклистов заданы уравнениями $x_1=15+t^2$ и $x_2=8t$. Описать движение каждого мотоциклиста , найти время и место их встречи.

1-й способ (аналитический). Формулы уравнений движения имеют соответственно следующий общий вид: для 1-го мотоциклиста $x_1=x_0+v_{ox}t+at^2/2$ - движение будет равноускоренным без начальной скорости, т.е. $v_{ox}=0$; для 2-го мотоциклиста – $x_2=x_0+v_{ox}t$ – движение будет равномерным из состояния покоя $x_0=0$. Как видно из сравнения общих и данных в условии формул, для 1-го мотоциклиста $x_0=15$ м, $v_{ox}=0$, a=2 м/с^2. Для 2-го мотоциклиста $x_0= 0$, v =8 м/с. В начальный момент времени t=0 1-й находился на 15 м впереди 2-го и оба мотоциклиста начинают одновременно двигаться в одну сторону. Найдем момент их встречи, т.е через сколько времени после начала движения они встретятся. Для этого необходимо положить $x_1=x_2$ и приравнять правые части уравнений движения, имеем $15+t^2=8t$. Это равенство преобразуем в квадратное уравнение t^2-

8t+15=0, откуда $t_{12}=4\pm\sqrt{16-15}$ = 4±1, или получаем два корня $t_1=5$ (с) $t_2=3$ (с). Мотоциклисты встретятся дважды через 3с и 5с после начала движения. Соответственно координаты места встреч будут $x'_1=8*5=40$ м, $x'_2=8*3=24$ м.

2-й способ (графический). Построим таблицу, придавая значения времени t, определим по уравнениям движения значения x_1 и x_2. По полученным данным строится график, приведенный на рис.1.

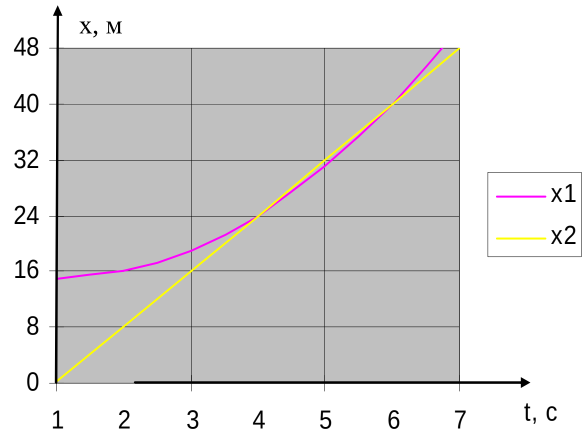

Рис.1.

Таблица

2	3	4	5	6
19	24	31	40	51
16	24	32	40	48

Из этого рисунка видно, что 1-й график движения представляет собой параболу, второй - прямую, проходящую через начало координат. Место встречи и время определяются точками пересечений графиков. Решение этой задачи упрощается, если использовать понятие производной, которая изучается в курсе математики значительно позднее, в выпускном классе. Поэтому в старших классах такого типа задачи целесообразно использовать на повторительно-обобщающих уроках, применяя межпредметные связи.

При наличии в физической задаче внутрипредметного характера вспомогательных величин приходится обосновывать возможность применения формул из других разделов курса, сравнивая условия их применимости с ситуацией, описанной в задаче, или делать вывод о целесообразности упрощений при расчетах, сопоставляя числовые значения вспомогательных и основных величин. Дополнительные величины нужно выявлять в процессе решения задачи и определять их числовые значения. Поэтому решение задач с дополнительными и вспомогательными величинами требует выполнения большего количества мыслительных действий по сравнению с тем случаем, когда число основных величин равно количеству данных. Следовательно, использование дополнительных и вспомогательных величин приводит к увеличению сложности задач и требует творческого мышления. Примером таких типов задач могут являться следующие.

Задача 4. Хватит ли мощности гидроэлектростанции, чтобы испарить воду, проходящую через ее турбины? Потерями на теплообмен с окружающей средой пренебречь.

Для решения этой задачи учащимся необходимо из молекулярной физики знание формул мощности, потенциальной энергии из механики и количеств теплоты, необходимой для нагревания и превращения в пар, а также закона сохранения и превращения энергии. ГЭС вырабатывает электроэнергию за счет потенциальной энергии потока воды, проходящей через ее турбины. Масса воды М обладает потенциальной энергией W=MgH, где H - высота плотины. Для того чтобы масса воды М испарилась, необходимо затратить количество теплоты $Q_1=Mc(t_2-t_1)$ для ее нагревания от комнатной температуры $t_1=20^0$C до температуры кипения $t_1=100^0$C и еще необходимо затратить количество теплоты $Q_2=\lambda M$, λ - удельная теплота парообразования воды. Мощности ГЭС в случае отсутствия потерь хватит для испарения воды, если $MgH=Mc(t_2-t_1)+M\lambda$. Из последнего выражения определим высоту плотины $H=[c(t_2-t_1)+\lambda]/g$. Подставив численные значения, получим $H=[4200(100-20)+2,3*10^6]/10\approx 260$ км. Так как практически невозможно построить ГЭС с высотой плотины H=260 км, ответ задачи – нет, т.е. мощности ГЭС не хватит для испарения воды, проходящей через ее турбины.

Задача 5. Электрическим кипятильником мощностью N=500 Вт нагревают воду в кастрюле. За две минуты температура воды увеличилась от 85^0 С до 90^0 С. Затем кипятильник выключили и за 1 мин температура воды упала на один градус. Сколько воды находится в кастрюле? При нагревании воды электрическая энергия кипятильника расходуется на нагревание воды и потери тепла в окружающее пространство:

$N\tau_1=cm(t_2-t_1)+Q_1$, где τ_1 - время нагревания, Q_1 - потери энергии, которые пропорциональны разности температур воды и окружающей среды и времени τ. При остывании воды $cm\Delta t= Q_2$, где $\Delta t=1^0C$, Q_2 – количество теплоты, отданное водой окружающей среде при остывании. Так как разность температур воды и воздуха меняется незначительно, а $\tau_2 = 0.5\tau_1$, то $Q_2=0.5Q_1$ (здесь необходим элемент творчества – догадка), так что $N\tau_1=cm(t_2-t_1)+ 2cm\Delta t$. Отсюда найдем искомую величину – массу воды в кастрюле $m=N\tau_1/[c(t_2-t_1)+2c\Delta t]$, или $m=500*120/(4200*50+2*4200*1)\approx 2$ кг.

В качестве примера проявления творчества в деятельности учащегося при выполнении исследовательских заданий по физике с дополнительным заданием в усложненной ситуации приведем условие и ход решения следующей задачи.

Задача 6. Тяжелый шарик подвешен на нити длиной l. Нить равномерно вращается в пространстве, образуя с вертикалью угол α. Сколько оборотов делает шарик за время t? Решите эту задачу при условии, что конический маятник установлен в ракете, поднимающейся вертикально вверх с ускорением $\vec{a}$.

Деятельность учащегося при решении такой задачи приобретает поисковый характер. Построив чертеж (см. рис. 2), школьник устанавливает условия равномерного движения шарика в горизонтальной плоскости по окружности со скоростью $\vec{v}$. Изобразив силы, действующие на шарик, составляем основное уравнение динамики $\vec{F} = m\vec{g} + \vec{T}$ (1), где F - центростремительная сила $F=mv^2/R$. Направив ось OX по радиусу вращения, ось OУ- вертикально вверх, находим проекции сил на эти оси. Проекция на ось OУ будет $T\cos\alpha-mg=0$, проекция на ось OX - $F=T\sin\alpha$. Линейная скорость при вращательном движении определяется формулой $v=2\pi Rn/t$ (2), откуда определим искомое число оборотов шарика n:

$$n = l\sqrt{g / t\cos\alpha} / 2\pi.$$

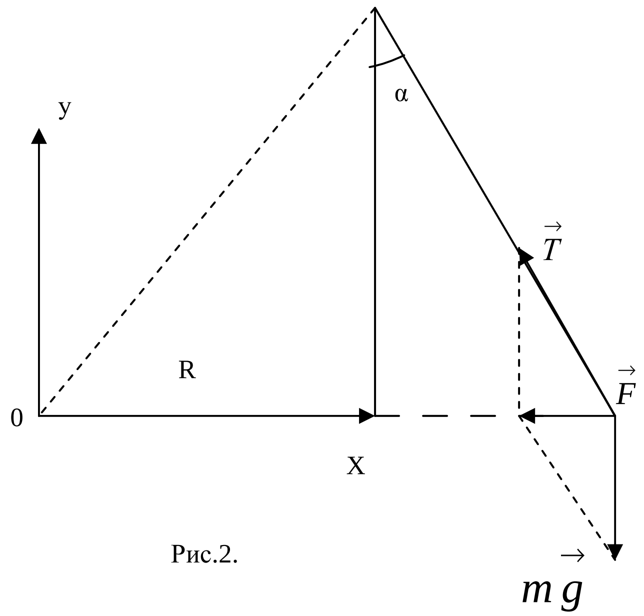

Рис.2.

Для решения второй части задачи учащийся выясняет, что на конический маятник, установленный в ускоренно движущейся ракете действует те же силы, что и в первом случае. Однако сила натяжения действует на шарик не только обеспечивая его движение по кругу, но и сообщает ускорение $\vec{a}$. С учетом этого проекции сил, действующих на шарик по осям ОУ и ОХ, будут соответственно $T\cos\alpha - mg = ma$ (3), $T\sin\alpha = mv^2/R$ (4). Решая уравнения (2), (3) и (4) совместно относительно n, получаем $n = l\sqrt{(g+a)/l\cos\alpha}\,/\,2\pi$. Полученный ответ необходимо проанализировать и сопоставить с ответом первой части задачи. Таким образом, учащийся при решении задачи с дополнительным исследовательским содержанием осуществляет поисковую творческую деятельность.

При решении некоторых задач частично-поискового типа учащимся необходим перенос знаний из курса математики, при этом более «легкие» задачи требуют знаний из ранее изученных разделов математики. Задачи повышенной трудности, содержащие материал известных школьникам разделов физики, используют для их решения математические знания из старших классов. Рассмотрим решение таких задач.

Задача 7. Сосуд с воздухом, давление которого p_0= 97 кПа, соединен с поршневым откачивающим устройством. После пяти ходов поршня давление воздуха в сосуде стало p_5=29 кПа. Определите отношение объемов сосуда и цилиндра откачивающего устройства. Обозначим через V_1 и V_2 – объемы сосуда с воздухом и цилиндра откачивающего устройства, требуется определить отношение V_1/V_2. В этой задаче давление в сосуде с воздухом уменьшается после откачивания, т.е. в результате увеличения его объема. Процесс будем считать изотермическим, что дает право записать закон Бойля-Мариотта после первого соединения цилиндра с сосудом: $p_0V_1=p_1(V_1+V_2)$, где p_0 - первоначальное давление воздуха в сосуде, p_1 - давление после первого хода поршня. Отсюда определим $p_1=p_0V_1/(V_1+V_2)$ (1). Аналогично запишем после второго хода поршня: $p_1V_1=p_2(V_1+V_2)$, p_2 - давление воздуха в сосуде после 2-го хода поршня. Определим $p_2= p_1V_1/(V_1+V_2)$ (2).

В равенство (2) вместо значения p_1 подставим его из (1), имеем $p_2=p_0V_1^2/(V_1+V_2)^2$ (3). Сравнивая (1) и (3) можно сразу записать значение давления воздуха в сосуде после 5-го хода поршня: $p_5=p_0V_1^5/(V_1+V_2)^5$ (4). Преобразуем равенство (4) следующим образом: $p_0/ p_5=(V_1+V_2)^5/ V_1^5$ или $p_0/ p_5=[(V_1+V_2)/ V_1]^5$. Для решения последнего уравнения 5-ой степени от обеих частей последнего равенства возьмем логарифмы с десятичным основанием (т.е. прологарифмируем обе стороны): $\lg (p_0/ p_5)=5 \lg[(V_1+V_2)/ V_1]$ или преобразуем следующим образом - $\lg[(V_1+V_2)/ V_1]=1/5 \lg (p_0/ p_5)$. В последнем равенстве вместо давлений p_0 и p_5 подставим соответственно их значения 97 кПа и 29 кПа: $lg[(V_1+V_2)/V_1]=1/5$ $lg(97/29)= 1/5lg3,33=(1/5)*0,5224=0,1044$. Таким образом, мы получили: $lg[(V_1+V_2)/V_1]=0,1044$. По таблицам логарифмов находим, что $(V_1+V_2)/V_1=1,272$. Решая последнее равенство, находим, что $V_1/V_2=3,68$.

Задача 8. Общее сопротивление двух последовательно соединенных проводников R_1=5 Ом, а параллельно соединенных этих же проводников - R_2=1,2 Ом. Определить сопротивление каждого проводника.

При последовательном соединении двух проводников с сопротивлениями r_1 и r_2 их общее сопротивление R_1 будет равно сумме: $R_1 = r_1 + r_2$ (1). При параллельном соединении этих же проводников общее сопротивление R_2 будет равно $R_2 = r_1r_2/(r_1 + r_2)$ (2). Подставив в равенство (2) сумму отдельных сопротивлений из равенства (1), имеем $R_2 = r_1r_2/R_1$ или $R_1 R_2 = r_1r_2$ (3). Далее можно поступить двумя способами.

1-й способ. Объединив равенства (1) и (3), решаем систему уравнений: $\begin{cases} r_1 + r_2 = R_1 \\ r_1 * r_2 = R_1 R_2 \end{cases}$ или, подставив численные значения R_1и R_2, имеем $\begin{cases} r_1 + r_2 = 5 \\ r_1 * r_2 = 6 \end{cases}$

Из второго уравнения найдем $r_1=6/r_2$, это подставим в первое равнение системы: $6/r_2+ r_2=5$ или $6+r_2^2=5r_2$, преобразуем его в квадратное уравнение $r_2^2-5r_2+6=0$, решение которого дает корни r_1=3 (Ом), r_2=2 (Ом).

2-й способ. Равенства (1) и (3) должны учеников навести на мысль использовать известную в математике теорему Виетта, согласно которой сумма корней приведенного квадратного уравнения $r^2+pr+g=0$ равна второму коэффициенту с обратным знаком $-p= R_1+R_2$, а произведение корней – свободному члену $g=R_1*R_2$, отсюда имеем $r_1=2$, $r_2=3$ или наоборот.

В двух последних задачах межпредметные связи физики с математикой и проблемные ситуации приближают учащихся к формированию у них исследовательских навыков, учат по-новому видеть в необычных ситуациях уже известные им законы, математические зависимости, самостоятельно применять знания в новых условиях, вскрывать органическое единство фундаментальных теорий и законов при различных способах их выражения.

На основе анализа последовательности действий нами выделены следующие признаки, по которым задача может быть отнесена к эвристической, т.е требующей творческого исследовательского подхода:

- неопределенность сформулированной в задаче проблемы;
- условие задачи не содержит указаний, какие знания необходимо применить для решения;
- условие задачи включает рассмотрение комплекса явлений и существенных внутрипредметных и межпредметных взаимосвязей;
- условие задачи содержит излишние, а чаще всего недостаточные данные, которые должны быть определены учащимися на основе их опыта и знаний.

Изложенная методика развития творческой деятельности учащихся при решении физических задач прошла многолетнюю проверку в гимназии № 11, Кыргызско-Турецком лицее им. Х. Карасаева и лицее им. Т. Сатылганова г. Каракола. Опыт работы показал, что нормирование творческой деятельности по решению физических задач повышенной трудности наиболее приемлемо для учеников профильных физико-математических классов школ нового типа. Чтобы каждый из них трудился в полную силу необходимо дифференцировать задания, учитывая индивидуальные способности, создать соответствующий интеллектуальный настрой, сделать так, чтобы углубленные занятия физикой стали престижными. Кроме решения обязательных задач, в кабинете физики периодически вывешиваются задачи примерно такого же типа или прошлых олимпиад по физике. Их решают по желанию все, кто хочет, и свои решения сдают учителю, который за правильные ответы начисляет баллы (упаи). Фамилии учащихся решивших задачи вместе с заработанными баллами помещаются на том же стенде и влияют на итоговую оценку. Наиболее способные из них привлекаются в экспертные группы, которые участвуют в проверке решений задач, принимают участие в физических вечерах, олимпиадах и др.

Результаты проведенной работы свидетельствуют о повышении познавательной активности, общего развития большинства школьников путем нормализации и рационального сочетания воспроизводящих и творческих процессов в их деятельности.

Литература:

1. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся по физике. – М.: Просвещение, 1975.
2. Кондакова Е.В., Маркова С.Н., Спажакин В.А. О роли задач в обучении физике // Физика в школе, № 3, 2005. - С. 32-34
3. Мааткеримов Н.О. Теоретические основы нормирования учебного процесса по молекулярной физике.- Каракол: Педагогика, 2002, 210с.
4. Рымкевич А.П. Сборник задач по физике. – М.: Просвещение, 2006.
5. Балл Г.А. Теория учебных задач. - М.: Просвещение, 1990.
6. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решения. – М.: Просвещение, 1995.
7. Сахаров Д.И. Сборник задач по физике для вузов. – М.: «Оникс 21 век»: «Мир и образование», 2003. – 400 с.