

## СПОРТ «СКВОЗЬ ПРИЗМУ» УРОКОВ ФИЗИКИ

Результативность преподавания предмета во многом зависит от того, насколько он интересен для ученика, помогает ему понять суть происходящих событий, выяснить причинно – следственные связи и по возможности пользоваться полученными знаниями. Событий в тех сферах жизни, которые близки и интересны юношам и девушкам. Это, прежде всего музыка и конечно спорт. Многие ученики сами занимаются в различных спортивных секциях, еще больше молодых людей следят за событиями в мире спорта, а некоторые из них, так называемые «болельщики», своему увлечению посвящают большую часть своего досуга. Подтверждением сказанному могут служить итоги анкетирования, проведенного среди учащихся среднего и старшего звеньев нашей школы. Почти 27 процентов из них имеют общие спортивные интересы с другими членами их семей, включая и их родителей. Этой спортивной увлеченностью учащихся можно воспользоваться при изучении некоторых разделов школьного курса физики. Еще более важным считаю помочь детям увидеть за происходящими на спортивных аренах увлекательными баталиями физические закономерности, учить аналитически подходить ко всему увиденному, применять знания и других сферах жизни. Вот несколько примеров использования спортивных результатов на уроках физики.

В 7 классе при изучении темы «Скорость. Единицы скорости», рассмотрев таблицу с примерами скоростей движения некоторых тел, можно попросить детей рассчитать их собственные скорости. На уроках физической культуры они бегали дистанцию 60 метров. Мальчики этого возраста пробегают эту дистанцию в среднем за 9 секунд. Скорость их бега получается около 6,7 м/с. А лучшие спринтеры планеты дистанцию 100 метров пробегают уже менее чем за 9,8 секунды. Их скорость приблизительно 10,2 м/с! Желательно чтобы учащиеся прокомментировали полученные результаты. Это означает, что спринтер пробегает за одну секунду более 10 метров. Расстояние больше длины классной комнаты за одну секунду. Это производит на учеников впечатление. Но это не самая большая скорость, развиваемая бегущим человеком. Конькобежцы-спринтеры пробегают дистанцию 500 метров за 36 секунд! Это значит что их средняя скорость 13,89 м/с! Дети этого возраста лучше воспринимают скорость в км/ч. Поэтому очень важно сделать перевод этих скоростей в км/ч. Объяснив, как это делается получаем:

$$v_{\text{уч}} = 6,7 \text{ м/с} = 6,7 * 3600 / 1000 = 24,12 \text{ км/ч}$$

$$v_{\text{сп}} = 10,2 \text{ м/с} = 10,2 * 3,6 = 36,72 \text{ км/ч}$$

$$v_{\text{к}} = 13,89 \text{ м/с} = 13,89 * 3,6 = 49,9... \text{ км/ч}$$

Но в спорте есть более впечатляющие скорости. Так в соревнованиях по скоростному спуску на лыжах скорость часто бывает выше 120 км/ч

В этом случае важно сделать обратный перевод.

$$v_{\text{л}} = 120 \text{ км/ч} = 120 / 3,6 = 33,3... \text{ м/с т.е. за секунду - 33,3 метра!}$$

Наиболее высокие скорости достигаются в технических видах спорта. Сейчас дети очень много знают об автомобилях, как автомобилях используемых в быту,

так и спортивных. Имена великих автогонщиков, таких как М.Шумахер, Т.Райконен и многих других им хорошо известны. Конечно, учащимся будет интересно узнать, что на скоростных участках болиды мчатся со скоростью иногда более 300 км/ч или 83,3...м/с. Незначительное по времени замешательство и болид промчится в нежелательном направлении сравнительно большое расстояние. На следующем уроке они могут рассчитать, что за 0,1 с замешательства будет пройден путь 8,3м. На гоночной трассе, когда рядом мчатся другие гонщики, это очень много. Интересный результат получается при расчете скорости приземления прыгуна с 200-метрового трамплина. Это задание можно дать учащимся 10-го класса после изучения относительности движения и закона сохранения энергии. Высота участка разгона 50 метров над столом отрыва, а стола отрыва - 200 метров над поверхностью земли. Понятно, что скорость в момент приземления рассчитывается по формуле:  $\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2$  где  $\vec{g}_1 = \vec{g}_x$  - скорость движения прыгуна вдоль оси ОХ, т.е. по горизонтали, а  $\vec{g}_2 = \vec{g}_y$  - скорость движения вдоль оси ОУ, т.е. по вертикали. От стола отрыва прыгун начинает полет в горизонтальном направлении. Это означает, что скорость, числовое значение которой найдем, воспользовавшись законом сохранения механической энергии, будет  $\vec{g}_x$ .

$$g_x = \sqrt{2gh}$$

Вертикальную составляющую скорости полета прыгуна также рассчитаем по закону сохранения энергии

$$g_y = \sqrt{2gH}$$

Скорости взаимно перпендикулярны, что дает возможность рассчитать скорость приземления по теореме Пифагора:  $g = \sqrt{2gh + 2gH}$  ;  $g = \sqrt{2g(h+H)}$

$$g = \sqrt{2 * 9,8(50 + 200)}$$

$g = 70 м/с$  Переведя в км/ч получаем  $g = 252 км/ч!$  Это больше скорости приземления современного истребителя! Поможет спорт и при изучении раздела «Сила» Юношам всегда интересно знать о силачах, их достижениях и возможностях. Совсем не случайно в конце 19 –го начале 20-го веков люди заполняли трибуны цирков, чтобы посмотреть на атлетов, поднимающих огромные тяжести, гнущих подковы и рвущих цепи. В настоящее время с наиболее впечатляющими весами работают атлеты, участвующие в соревнованиях по силовому экстриму. Одно из упражнений – перенести груз не менее 500 кг. как можно быстрее на расстояние 11 метров. Учеников 7 класса можно попросить найти силу тяжести этого груза. А изучая тему «Сложение сил. Равнодействующая всех сил», дать им задание найти общую силу тяжести этого груза и несущего его атлета массой 170 килограмм.  $R = F_1 + F_2$   $R = g(M_1 + M_2)$ , а так же найти силу реакции опоры.  $0 = N - F_1 - F_2$ ,  $N = F_1 + F_2$ .  $N = 6700 Н$ .

Не менее интересно для них будет рассчитать давление, которое производит спортсмен с грузом на пол и сравнить его, например, с давлением танка. Приблизленно площадь стопы (предложить попробовать рассчитать самим)

Титов Петр Егорович- учитель высшей категории, МОУ «Ивнянская средняя общеобразовательная школа №1»

такого человека  $S \approx 35\text{см} \cdot 7\text{см}$ .  $S \approx 245\text{см}^2$  После этого важно площадь выразить в  $\text{м}^2$   $S = 245/10000 \text{ м}^2$ ;  $S = 0,0245 \text{ м}^2$

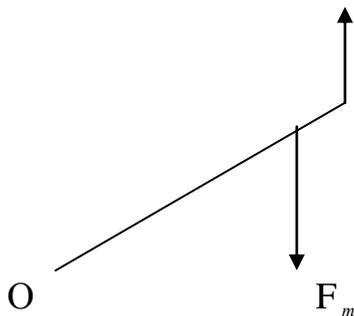
$$P = F/S \quad p = 6700/0,0245; \quad p = 273469 \text{ Па!}$$

Рассчитаем давление, производимое на грунт танком Т – 80. Его масса 48000 кг. Опорная гусеница имеет площадь  $S = 6,5\text{м} \cdot 0,6\text{м}$ . Получаем  $p_m = 480000/2 \cdot 6,5 \cdot 0,6$

$$p_m = 61538 \text{ Па}$$

В итоге получаем  $p/p_m = 4,4$  раза!!

А какое усилие развивает икроножная мышца при транспортировке этой запредельной для простого человека тяжести? Чтобы дать ответ на этот вопрос представим стопу как рычаг с осью вращения в точке опоры носка ботинка.



Суммарная сила тяжести действует на «рычаг» вертикально вниз в месте щиколотки ноги, а сила упругости икроножной мышцы вверх в месте крепления ахиллова сухожилия. Если взять плечи приблизительно  $l_1 = 30 \text{ см}$ , а  $l_2 = 35 \text{ см}$ , по условию равновесия рычага  $M_1 - M_2 = 0$  получаем  $F_u = (M_1 + M_2) g \cdot l_1 / l_2$

$F_u = (500+170) \cdot 9,8 \cdot 0,3 / 0,35$ ;  $F_u = 5628\text{Н}$ . Теперь думаю, станет более понятным, почему это сочленение называют «рычаг силы».

Значительно сложнее рассчитать силовую нагрузку на опорно - двигательную систему например метателя молота. Такое задание можно дать ученикам 10 класса при подготовке к олимпиаде. По 2-му закону Ньютона  $F = m \cdot a$ , где  $a$  – центростремительное ускорение, которое возникает при раскручивании молота.

С учетом этого получим  $F = m \cdot g^2 / R$ . Спортивный молот - это шар массой 7,257кг на стальном тросике длиной 1,2 м. Тогда радиус вращения будет равен длине тросика и руки метателя.

$$F = m \cdot g^2 / (l+L)$$

Вся сложность этого задания заключается в нахождении скорости движения молота по окружности. Так как эта скорость равна начальной скорости полета снаряда, то этим и воспользуемся. Зная, что дальность полета молота часто бывает более 70 метров и что бросок производят под углом близким к  $45^\circ$ , получим систему уравнений:  $S_x = g_0 \cdot \cos a \cdot t$

$$0 = 0 + g_0 \sin a \cdot t + g t^2 / 2$$

$$70 = g_0 \cos 45^\circ \cdot t$$

$$70 = g_0 t / \sqrt{2}$$

$$0 = 0 + g_0 \sin 45^\circ \cdot t - 9,8 t^2 / 2$$

$$g_0 / \sqrt{2} = 4,9 t$$

Решая эту систему, получаем  $F = 2674$  Н. А какую минимальную работу выполняет этот человек в секторе? Найти ответ поможет теорема о кинетической энергии.

$$A = m g^2 / 2$$

Подставляя эти данные получаем,  $A = 2540$  Дж. Такую работу выполняет штангист, подняв на высоту 2 метров штангу массой  $m = A/gh$ ,  $m = 127$  кг. Еще большую работу выполняет штангист-тяжеловес, «вытолкнув» на вытянутые руки штангу массой 250 кг.  $A = 250 * 9,8 * 2$ ;  $A = 4900$  Дж.

Много интересных задач можно получить, рассматривая движение тел в поле тяготения Земли. Вот один из таких примеров. В своей книге «Вчера и всегда» летчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза Светлана Евгеньевна Савицкая, долго и успешно занимавшаяся парашютным спортом, пишет «...В итоге прыгая с высоты 14252 метра, группа пролетает в свободном падении 13716 метров и эта цифра была зарегистрирована как рекорд...Валерий Раевский делал затяжной прыжок, преодолев в свободном падении 14540 метров.»

Являются ли действительно эти полеты свободным падением? Если бы падение было свободным, то время было бы равно  $t = \sqrt{2H/g}$   $t = 54$ с. Но оно во много раз больше, так как этот полет не является таковым. На падающего спортсмена действует сила сопротивления воздуха, которая зависит от скорости.

При скорости в несколько метров за секунду эта сила пропорциональна скорости, а десятки метров за секунду – квадрату скорости. Для этого случая наиболее подходящей является формула  $F = 0,3 v^2$ . В начале падения парашютист падает с возрастающей скоростью до тех пор, пока сила сопротивления не станет равной весу спортсмена. С этого момента движение из ускоренного переходит в равномерное. При весе парашютиста в 900 Н, скорость равномерного падения будет равна 55м/с. Как долго летел спортсмен ускоренно? Из формулы  $v = v_0 + at$  получаем  $t = v/a$ . Приближенное значение ускорения будет равно среднему арифметическому между начальным и конечным ускорениями на участке разгона.  $a = (g + 0)/2$ ;  $a = 4,9$  м/с<sup>2</sup>. Значит, время ускоренного полета приблизительно 11 с. За это время он пролетит  $S = at^2/2 = 300$ м. А остальные 14240 м летел равномерно со скоростью 55м/с. Этот участок будет пройден телом за 259 с! Полное время полета 270 секунд, т.е. около 4,5 минуты, что в 5 раз превышает время свободного падения. У наиболее любопытных учащихся может возникнуть вопрос: «Каким образом парашютисты, летящие друг за другом, выстраивают в воздухе различные групповые фигуры?»

Ответ заключается в том, что сила сопротивления зависит не только от скорости и рассчитывается по формуле  $F = C * S * \rho v^2 / 2$  где  $C$  – коэффициент лобового сопротивления,  $S$  – площадь миделя (площадь наибольшего поперечного сечения тела, перпендикулярно воздушному потоку),  $\rho$  - плотность воздуха. Из этой формулы видно, что если тело расположить горизонтально, то сопротивление в разы больше, чем при вертикальном положении тела. При таком положении скорость также будет меньше, что дает возможность прыгнувшим позже, догнать первых. Частный случай свободного падения – движение тела, брошенного под углом к горизонту. В спорте очень много примеров подобного рода движений.

Для более глубокого понимания этого процесса, хорошо подготовленным ученикам можно дать задание установить, от чего зависит дальность полета копья? Рассматривая движение в виде проекций по горизонтали и вертикали получаем:  $S_x = v_0 \cos \alpha \cdot t$

$$g \cdot t = 2 v_0 \sin \alpha$$

Решая систему, получаем  $S_x = 0,1 v_0^2 \sin 2\alpha$ . Значит, дальность полета зависит от:

- 1)  $v = v_p + v_0$  скорости разбега и скорости выброса копья
- 2)  $\sin 2\alpha$ . Эта функция принимает наибольшее значение при  $2\alpha = \pi/2$  или  $\alpha = 45^\circ$

Одним из наиболее популярных зимних видов спорта является биатлон. Он может дать множество различных «головоломок» для пытливого ума. Например, стреляют гонщики из малокалиберной винтовки. А сильно ли мешает воздух полету маленькой пули, которая вылетает из ствола со скоростью 300 м/с? Если бы помеха была незначительной, пуля улетела на расстояние  $S = v^2/g$ .  $S = 9000$  м, а пуля летит не более чем на 1500м, т.е. пролетает расстояние в 6 раз меньше расчетного. Значит, большая часть кинетической энергии пули тратится на преодоление трения о воздух. Разберемся в этом подробнее. При столкновении с молекулами воздуха часть импульса пули передается им. За 1с. летящая пуля изменяет импульс объема воздуха, равного объему цилиндра с основанием равным площади поперечного сечения ствола и высотой  $v \cdot t$ . Следовательно, за 1с она изменит скорость массы воздуха  $m = \rho S v$ . По 2 – му закону Ньютона имеем

$F = m \Delta v/t$ . Положим, что начальная скорость молекул воздуха равна нулю. Тогда

$F = \rho S v^2/t$ ;  $F = \rho v S$ .  $F = \rho v^2 \pi d^2/4$ . Подставляя числовые данные получаем  $F = 1,9$ Н. По этой причине скорость пули быстро уменьшается. На расстоянии 50 м от стрелка она 290 м/с, 100м -276м/с, 200м – 239м/с, и на расстоянии 300м – 218 м/с. Не менее интересно найти силу трения пули в канале ствола. По закону сохранения энергии имеем  $m_1 q = m_2 v^2/2 + F_{тр} L$   $F_{тр} = (m_1 q - m_2 v^2/2)/L$  где

$m_1$ - масса пороха в патроне. Она равна 2г.

$q$ – удельная теплота сгорания пороха

$m_2$ - масса пули. Она равна 5г.

$L$  – длина канала ствола. Она равна 0,6 м.

$$F_{тр} = 12292 \text{Н!}$$

Есть виды спорта, которые редко кого оставляют равнодушными. Один из них бокс. Некоторые люди терпеть не могут этот «мордобой», а многие с интересом следят за всем, что связано с этим видом спорта. У вторых часто возникает вопрос, как может быть нокаутером боец, не имеющий хорошо развитой мышечной массы, хотя в боксе такие случаи бывают очень часто. Вот как на этот вопрос отвечает физика.

$F = m(\bar{v} - \bar{v}_0)/t$  Из формулы сила удара зависит от:

1) массы, если правильно нанесен удар, не только бьющей части руки, но и всего тела.

2)  $\vec{v} - \vec{v}_0$  - векторной разности конечной (после удара) и начальной (в момент нанесения удара). Эта формула говорит о том, что если после нанесения удара рука продолжает двигаться в том же направлении, то  $\Delta v = v - v_0$ . Если рука возвращается назад, то  $\Delta v = v_0 + v$

3)  $1/t$  Чем меньше время контакта руки с объектом, тем сильнее удар.

Поэтому «дистрофик» бьющий правильно, будет более эффективен, чем мускулистый боец с медленными и неправильно бьющими руками.

А вот еще загадочная ситуация, объяснение которой должен дать ученик 10 класса. Несмотря на то, что масса хоккейной шайбы 150г, а футбольного мяча - 450 г, хоккейный вратарь одет в тяжелую защитную амуницию, а футбольный нет. Если в поиске ответа ограничиться лишь 2-м законом Ньютона, то ответ будет далек от истины. Скорости полета шайбы и мяча почти равны. Да и отскок не намного отличается. Так в чем же дело? В давлении!!

$$P = F/S; \quad p = m(\vec{v} - \vec{v}_0)/S*t$$

Так как площадь контакта шайбы в сотни раз меньше чем мяча, то ее давление будет во много крат больше. Но и это еще не все. Из-за жесткости она значительно меньше деформируется, а значит время контакта значительно меньше. Разность в этих параметрах приводят к тому, что давление, производимое шайбой, очень сильно превосходит давление мяча.

В своей преподавательской деятельности большинство учителей физики большое решают аргументированные задачи, и почти не уделяют внимания развитию воображения. Но этим нельзя ограничиваться. В конце 19-го столетия известный русский физик и педагог Н.А.Умов обращал внимание учителей на то, что в задачу преподавания физики входит, кроме передачи полезных сведений, формирование навыка к объяснению новой формы явления с помощью ранее открытых закономерностей, т.е. от живого созерцания к абстрактному мышлению. Использование знаний в воображении – это основа для действительной творческой продуктивности. А творческая деятельность обязательно связана с интересом и эмоциональной активностью учащихся. Вот почему я взял спорт. Эта сфера жизни вызывающая у людей неподдельный интерес и высокую эмоциональность. Примеры, приведенные в этой статье лишь малая часть того, что может дать спорт для творческого подхода в изучении физики.