

1. Общая характеристика заданий

Задание олимпиады «Росатом» по физике составляется так, чтобы наиболее точно проранжировать участников олимпиады. Задачи олимпиадного задания значительно различаются по сложности. Но и простые и сложные задачи обязательно содержат элементы новизны и оригинальности, требуют для своего решения творческого применения физических законов и их глубокого понимания. Такая форма задания позволяет, с одной стороны, наиболее точно проранжировать участников олимпиады и выявить наиболее талантливых и способных из них, с другой, «не оттолкнуть» от освоения математики и физики недостаточно подготовленных участников и мотивировать их к дальнейшей самостоятельной работе.

Высокое качество заданий олимпиады «Росатом» по физике подтверждается результатами экспертиз Российского совета олимпиад школьников: после кампании 2013-2014 учебного года этой олимпиаде был присвоен 1 уровень Перечня олимпиад школьников.

Задачи охватывают все разделы школьной программы и, как правило, носят комплексный характер, требующий объединения различных физических подходов. Тем не менее, для решения олимпиадного задания совершенно достаточно знания школьной программы по физике или математике и не требуются какие-то специальные знания и навыки.

Поскольку и отборочный и заключительный тур олимпиады проходят на нескольких региональных площадках, методическая комиссия в рамках единого методического подхода готовит разные комплекты заданий.

Ряд заданий олимпиады «Росатом» носят практико-ориентированный - инженерный – характер (например, физико-математическая олимпиада «Наука и высокие технологии» 2012 года). Некоторые задачи носят исторический характер: одна из задач задания заключительного тура олимпиады 2013 года взята из статьи Л.Эйлера 1771 г. «Об ударе пуль при стрельбе по доске».

Измерительные возможности заданий олимпиады «Росатом» по физике были исследованы в работе В.Н.Белобородова и С.Е.Муравьева «Измерительные свойства варианта олимпиад «Росатом» по физике для выпускников общеобразовательных школ» (Физическое образование в вузах, № 1 2014 г., с. 120-133) теми же статисти-

ческими методами, которые используются для анализа вариантов ЕГЭ. Согласно выводам этой работы задания олимпиады «Росатом» по физике прекрасно выполняют свою функцию ранжирования школьников.

2.6. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс (Москва, Балаково, Димитровград, Липецк, Нижний Новгород, Новоуральск, Волгодонск, Байконур, Железногорск, Зеле-ногорск)

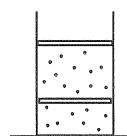
1. Две машины выехали одновременно навстречу друг другу из городов А и В. Машины встретились на расстоянии l от А, затем доехали до городов В и А, развернулись и поехали назад. Вторая встреча машин произошла на расстоянии $3l/4$ от города В. Найти расстояние АВ. Скорости машин постоянны.

2. Тело движется вдоль оси x из точки с нулевой координатой так, что проекция его скорости на ось x зависит от координаты x по закону $v_x = \alpha\sqrt{x}$, где α - известная постоянная. Через какое время после начала движения тело будет иметь координату x_0 ?

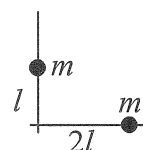
3. Два металлических одинаковых полушара радиуса R расположены так, что между ними имеется очень небольшой зазор. Полушары заряжают зарядами $-Q$ и $3Q$ ($Q > 0$). Найти напряженность электрического поля в зазоре между полушарами.



4. Цилиндрический сосуд закрыт двумя массивными одинаковыми подвижными поршнями. Газа между поршнями нет. Из-за неплотных контактов между стенками и нижним поршнем газ медленно просачивается в пространство между поршнями. Известно, что когда нижний поршень оказался на высоте h от дна сосуда, верхний был на расстоянии $2h$ от нижнего. На какой высоте от дна будет верхний поршень, когда нижний поршень окажется на дне? Температура постоянна. Контакты между верхним поршнем и стенками – плотные, трения нет. Атмосферным давлением пренебречь.



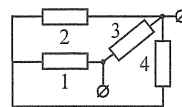
5. Два точечных тела с массами m могут скользить по жестким спицам, расположенным под прямым углом друг к другу. Тела притягиваются с силой F , величина которой не зависит от расстояния между ними. В начальный момент тела, которые удерживали на расстояниях l и $2l$ от точки пересечения спиц, отпускают.



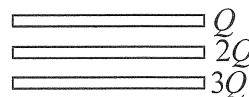
Какое из них первым окажется в точке пересечения спиц? Найти время его движения до этой точки. Силой тяжести и трением пренебречь.

2.7. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс (Саров, Киров, Тамбов, Воронеж, Санкт-Петербург)

1. Из четырех одинаковых сопротивлений собрали электрическую цепь, приведенную на рисунке. Найти отношение мощности тока сопротивлению 2 и 3: $P_2 : P_3$.



2. Три очень большие параллельные металлические пластины заряжены зарядами Q , $2Q$ и $3Q$ (см. рисунок). Найти заряды верхней и нижней поверхности средней пластины. Краевыми эффектами пренебречь.



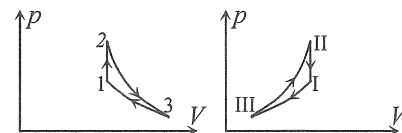
3. Веревка массой m и длиной l вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через один из ее концов (см. рисунок). Найти силу натяжения веревки на расстоянии $2l/3$ от оси вращения.



4. Два стержня соединены в форме буквы «Г». Один из стержней расположен горизонтально, другой вертикально. На стержни надеты маленькие невесомые колечки, которые могут без трения перемещаться по стержням. К колечкам прикреплена невесомая нить. На нить надета массивная бусинка, которая может без трения перемещаться по нити. В начальный момент бусинку удерживают так, что нить натянута, длина ее горизонтального участка l , вертикального $2l$. Бусинку отпускают. Найти ее ускорение. Через какое время бусинка достигнет вертикального стержня?

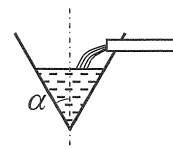


5. КПД процесса 1-2-3-1, состоящего из изохоры, адиабаты и изотермы (левый рисунок) равен η , объем газа возрастает в течение цикла в 1,5 раза. Найти КПД процесса III-II-I-III, состоящего из той же изохоры и двух процессов, графики которых получены из графиков процессов 2-3 и 3-1 отражением от вертикали (правый рисунок). Рабочее тело процесса – одноатомный идеальный газ. **Указание.** Считать, что давление и объем воздуха связаны в адиабатическом процессе соотношением $pV^k = \text{const}$, где $k > 1$ - известное число.

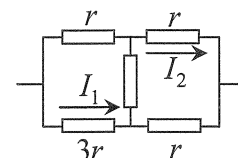


2.8. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс (Сергиев Посад, Обнинск)

1. Сосуд имеет форму конуса с углом при вершине $\alpha = \text{arctg}(3/2)$. В сосуд из трубки с площадью S поступает вода так, что уровень воды в сосуде поднимается с постоянной скоростью v_0 . Как скорость вытекания воды из трубки зависит от времени. В начальный момент времени сосуд пуст.

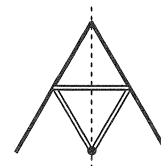


2. В схеме, изображенной на рисунке, $I_1 = 1$ А. Найти I_2 . Величины сопротивлений приведены на схеме.

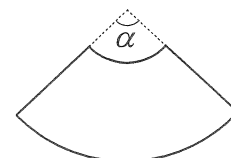


3. В вертикальном цилиндрическом сосуде под подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ при температуре T_0 . Поршень удерживается в равновесии расположенными на нем тремя одинаковыми грузами. Найти температуру газа после снятия с поршня одного груза и установления равновесия. Теплоемкость сосуда и поршня малы, массой поршня, атмосферным давлением и теплотерями можно пренебречь.

4. На две спицы, соединенные под углом $\alpha = 60^\circ$, надето резиновое кольцо длиной l . К кольцу прикреплен груз массой m , который в положении равновесия находится на середине между спицами (см. рисунок). Коэффициент жесткости резины, из которой изготовлено кольцо, равен k . Найти расстояние от груза до точки соединения спиц. Трения между спицами и кольцом нет.



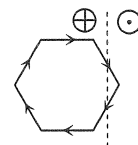
5. Имеется очень тонкая пластинка в форме части кольца с внутренним и внешним радиусами r и $3r$, опирающаяся на угол α . Пластинка равномерно заряжена зарядом Q . Найти потенциал электрического поля в центре кольца.



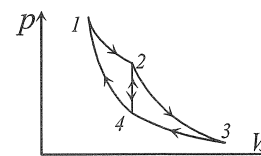
2.9. Заключительный тур олимпиады «Росатом», 11 класс (Лесной, Снежинск, Курчатов, Ковров, Озерск, Калининград, Смоленск, Рязань, Нововоронеж, Северск, Калуга)

1. Два шара одинакового объема V связаны длинной нитью. Плотности шаров равны ρ и 2ρ . Шары сбрасывают с большой высоты на землю и через некоторое время из-за действия силы сопротивления воздуха они начинают двигаться с постоянными скоростями. Найти силу натяжения нити после этого. Силой Архимеда пренебречь.

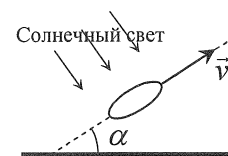
2. Из проволоки сделан правильный шестиугольник со стороной l , в котором течет ток I . Магнитное поле с индукцией B перпендикулярно плоскости шестиугольника, но слева от пунктирной линии на чертеже направлено за чертеж, справа – на нас. Найти величину и направление силы Ампера, действующей на шестиугольник, если прямая X делит те стороны шестиугольника, которые она пересекает, в отношении 1:3 (1 – от самой правой вершины).



3. С идеальным газом проводят цикл Карно 1-2-3-4-1, для которого состояния 2 и 4 лежат на одной изохоре. КПД цикла 1-2-3-4-1 равен η , цикла 1-2-4-1 – η_1 . Найти КПД цикла 2-3-4-2.



4. Летающая тарелка летит с постоянной скоростью $v = 3c/4$ под углом α к поверхности земли (c – скорость света). Солнечные лучи падают перпендикулярно траектории тарелки (см. рисунок). Найти скорость тени тарелки на земле.



5. Имеется очень тонкая пластинка в форме прямоугольного треугольника с отношением катетов 2:1. Пластинка равномерно заряжена и создает в вершине прямого угла поле с потенциалом φ . Найти потенциал электрического поля в точке, являющейся основанием перпендикуляра, опущенного из вершины прямого угла на гипотенузу. Ответ обосновать.