



«Шаг в будущее»

Ректор МФТИ им. Н.Э. Баумана

А.А. Александров

2019 г.

Заключительный этап научно-образовательного соревнования олимпиады школьников

**«Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации «Техника и технологии»
(общеобразовательный предмет «физика»)**

Типовой вариант задания для 11 класса

ЗАДАЧА 1.

Два одинаковых шара массы m каждый, покоятся, касаясь друг друга. Третий шар, таких же размеров, налетает на них, двигаясь по прямой, касающейся обоих шаров. Найдите массу налетающего шара, если после удара он останавливается.



ЗАДАЧА 2.

На дне водоема выделился пузырек газа диаметром d . При подъеме этого пузырька к поверхности воды его диаметр увеличился в n раз. Найдите глубину водоема в этом месте. Атмосферное давление p_0 , коэффициент поверхностного натяжения воды σ и её плотность ρ известны. При расширении газа его температура не изменялась.

ЗАДАЧА 3.

Тонкая сферическая поверхность радиуса R равномерно заряжена электрическим зарядом Q . Определите напряженность электрического поля в центре сферы, если у неё удалить достаточно малый участок площадью ΔS , значительно меньшей площади всей поверхности сферы. Влиянием среды пренебречь.

ЗАДАЧА 4.

Альфа – частица (ядро ${}^4_2\text{He}$) движется прямолинейно вдоль оси x под действием электрического поля с напряженностью $E_x = E_0 - bx$, где E_0 и b - известные постоянные. В начальный момент времени альфа-частица покоилась в точке $x=0$. Чему равна максимальная кинетическая энергия альфа-частицы в таком движении? Через какое время от начала движения достигается это максимальное значение кинетической энергии?

**Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации
«Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), весна 2019 г.**

11 класс

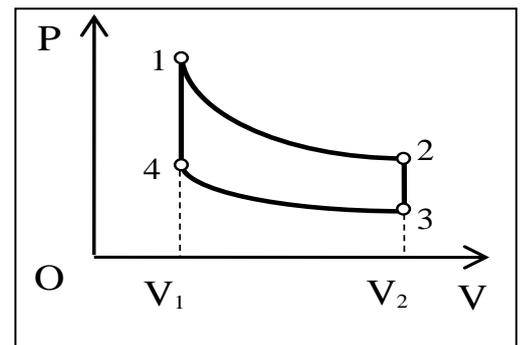
Вариант № 15

ЗАДАЧА 1.

На шероховатой поверхности стола лежит цепочка длины L так, что один её конец свешивается с края стола. Когда свешивающаяся часть цепочки составляет $1/4$ часть её полной длины, цепочка начинает соскальзывать. Найдите скорость v цепочки в момент полного соскальзывания её со стола. При соскальзывании цепочка не касается поверхности пола, на котором стоит стол.

ЗАДАЧА 2.

Тепловой двигатель работает по циклу, состоящему из двух изохор и двух адиабат. Изменение объема идеального газа в пределах цикла $\frac{V_2}{V_1} = 4$.

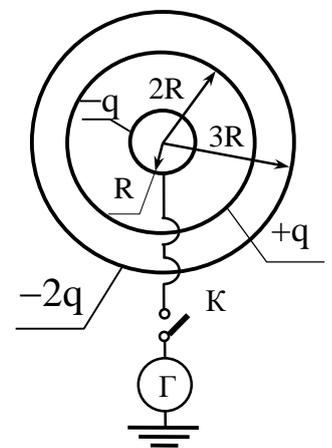


Уравнение адиабаты может быть записано в виде

$P V^\alpha = \text{const}$, где α – известный показатель степени. Определите массовый расход топлива с удельной теплотой сгорания q при совершении двигателем работы A . Потерями теплоты пренебречь.

ЗАДАЧА 3.

Три тонкостенные металлические сферы, радиусы которых R , $2R$ и $3R$, расположены так, что их центры совпадают. На внешней сфере находится заряд $-2q$, на средней – заряд $+q$. На внутренней сфере заряд $-q$. Внутренняя сфера может быть соединена с землёй, потенциал которой равен нулю. Определите заряд Q , который протечёт через гальванометр Γ , если замкнуть ключ K .



ЗАДАЧА 4.

В ионном двигателе, используемом для изменения ориентации космической станции, поток ионов атомов водорода, ускоренный напряжением $U = 10^4 \text{ В}$, вылетает из двигателя, создавая реактивную тягу. Определите секундный расход водорода в двигателе, при котором реактивная сила будет равна силе светового давления на поверхность солнечной батареи космической станции, выполненной в виде круга радиуса $R = 100 \text{ м}$ и имеющей коэффициент отражения солнечных лучей $\rho = 0,2$. Суммарная мощность светового излучения Солнца $W = 4 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$. Солнечные лучи падают перпендикулярно поверхности солнечной батареи. Расстояние от космической станции до Солнца $r = 150 \cdot 10^6 \text{ км}$.

**Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации
«Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), весна 2019 г.**

11 класс

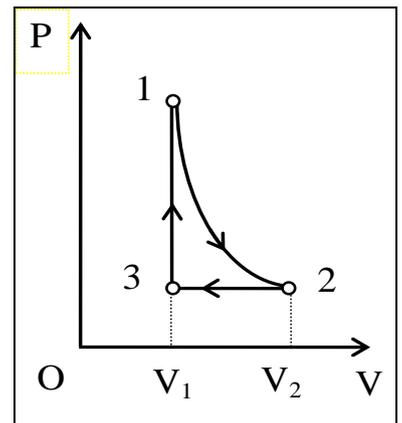
Вариант № 19

ЗАДАЧА 1.

Частица 1 массы $m_1 = m$ после абсолютно упругого нецентрального столкновения с первоначально покоящейся частицей 2 отклонилась на угол $\alpha = 60^\circ$. Импульс частицы 1 до столкновения был по модулю равен p_1 , а после столкновения стал равным $p'_1 = \frac{p_1}{2}$. Найдите массу второй частицы m_2 , если система частиц замкнута.

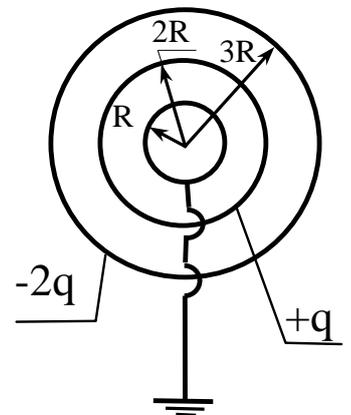
ЗАДАЧА 2.

Идеальный одноатомный газ совершает прямой цикл, состоящий из адиабаты, изобары и изохоры с заданным изменением объема $V_2/V_1 = n$. Определите КПД этого цикла, если уравнение адиабаты имеет вид $TV^\alpha = \text{const}$, где α - известный показатель степени.



ЗАДАЧА 3.

Три концентрические металлические сферы радиусов R , $2R$ и $3R$ жестко закреплены. Внутренняя сфера заземлена, а две другие равномерно заряжены зарядами $+q$ и $-2q$. Какую минимальную скорость должен иметь точечный отрицательный заряд q массы m на достаточном удалении от сфер, чтобы, двигаясь к их центру, достигнуть точки C , находящейся на расстоянии $5R$ от центра сфер? Перераспределением зарядов на сферах под действием заряда $-q$ пренебречь.



ЗАДАЧА 4.

Для разделения изотопов урана U^{235} и U^{238} пучок однозарядных ионов этих атомов направляют в область пространства, где имеется однородное электрическое поле с напряжённостью $E = 100 \text{ В/м}$ и однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,02 \text{ Тл}$. Электрическое и магнитные поля направлены под прямым углом друг к другу и оба перпендикулярны пучку ионов. Ионы проходят эти скрещенные электрическое и магнитное поля без отклонения и проникают через щель в область однородного магнитного поля с индукцией $B_1 = 0,09 \text{ Тл}$, направленной перпендикулярно движению ионов. Найдите, на каком расстоянии друг от друга эти ионы окажутся, пройдя половину своей окружности?

**Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации
«Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), весна 2019 г.**

11 класс

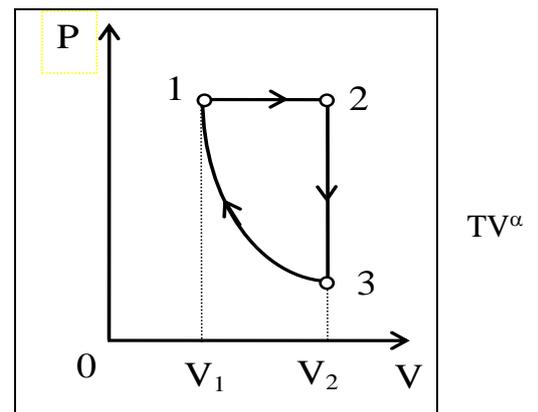
Вариант № 21

ЗАДАЧА 1.

Частица 1 испытала абсолютно упругое нецентральное столкновение с первоначально покоящейся частицей 2. Масса каждой частицы равна m . Импульс частицы 1 до столкновения был по модулю равен p_1 , а после столкновения стал равным $p'_1 = \frac{p_1}{2}$. Найдите угол α , на который отклонилась после столкновения первая частица, если система частиц замкнута.

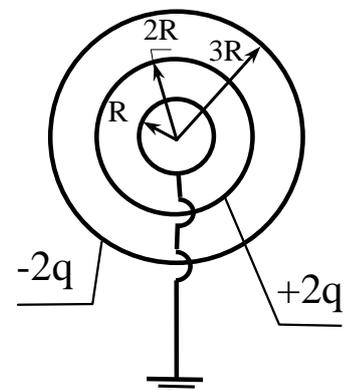
ЗАДАЧА 2.

Идеальный одноатомный газ совершает прямой цикл, состоящий из изобары, изохоры и адиабаты с заданным отношением объемов $V_2 / V_1 = n$. Определите КПД этого цикла, если уравнение адиабаты имеет вид $PV^\alpha = \text{const}$, где α - известный показатель степени.



ЗАДАЧА 3.

Три концентрические металлические сферы радиусов R , $2R$ и $3R$ жестко закреплены. Внутренняя сфера заземлена, а две другие равномерно заряжены зарядами $+2q$ и $-2q$. Какую минимальную скорость должен иметь точечный отрицательный заряд q массы m на достаточном удалении от сфер, чтобы, двигаясь к их центру, достигнуть поверхности внешней сферы? Перераспределением зарядов на сферах под действием заряда $-q$ пренебречь.



ЗАДАЧА 4

Для разделения изотопов радия Ra^{224} и Ra^{228} пучок однозарядных ионов этих атомов направляют в область пространства, где имеется однородное электрическое поле с напряжённостью $E = 100 \text{ В/м}$ и однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,02 \text{ Тл}$. Электрическое и магнитные поля направлены под прямым углом друг к другу и оба перпендикулярны пучку ионов. Ионы проходят эти скрещенные электрическое и магнитное поля без отклонения и проникают через щель в область однородного магнитного поля с индукцией $B_1 = 0,09 \text{ Тл}$, направленной перпендикулярно движению ионов. Найдите, на каком расстоянии друг от друга эти ионы окажутся, пройдя половину своей окружности?