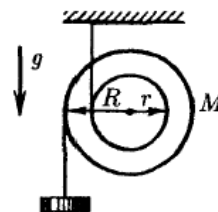
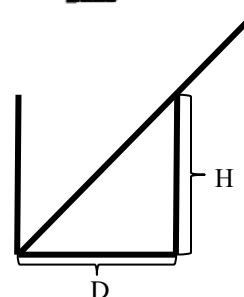


9 класс

1. Катушка висит на нити, намотанной по малому радиусу r катушки. По большому радиусу катушки R тоже намотана нить, на конце которой висит груз. Какова масса груза, если система находится в равновесии? Масса катушки M .

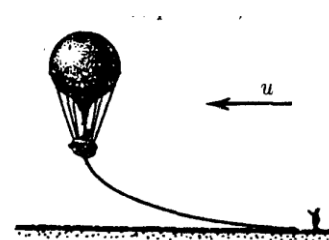


2. На горизонтальном столе стоит тонкостенный цилиндрический стакан. Диаметр стакана $D = 10$ см, высота его $H = 8$ см. В стакан помещают тонкую спицу, как показано на рисунке. При какой длине спицы она может оставаться неподвижной? Масса спицы $m = 60$ г, масса стакана $M = 65$ г. Трения нет.

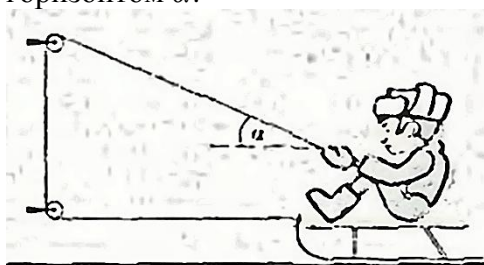


3. Масса воздушного шара вместе с канатом, волочащимся по земле, равна M ; выталкивающая сила, действующая на шар, равна F ; коэффициент трения каната о землю равен μ . Сила сопротивления воздуха, действующая на воздушный шар, пропорциональна квадрату скорости шара относительно воздуха: $f = \alpha v^2$ (α – известно).

Над поверхностью земли в горизонтальном направлении с постоянной скоростью дует ветер. Найдите установившуюся скорость шара относительно ветра.

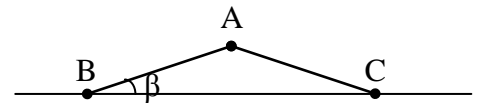


4. Мальчик, сидящий на санках, хочет сдвинуться с места с помощью верёвки, прикрепленной к санкам и перекинутой через блоки. Каким должен быть для этого коэффициент трения мальчика о санки, если масса санок m , масса мальчика M , коэффициент трения полозьев санок о снег равен k , угол, который образует веревка с горизонтом α ?



9 про

1. Два жестких стержня длины L каждый шарнирно скреплены в точке А. Стержень ВА закреплен в точке В также при помощи шарнира, а точка С стержня АС может скользить по направляющей ВС. В начальном положении угол $\beta = 0$. Стержень ВА начинают вращать в плоскости рисунка вокруг точки В с постоянной угловой скоростью ω .



- 1) Получите зависимость скорости точки С от угла β .
- 2) При каком значении β скорость точки С окажется максимальной? Чему равно максимальное значение скорости?
- 3) При каком значении β ускорение точки С окажется максимальным? Чему равно максимальное значение ускорения?

2. К парому, масса которого равна $m = 5 \cdot 10^4$ кг, привязан нерастяжимый трос. В момент $t = 0$ мотор начинает натягивать трос. При этом сила натяжения троса начинает расти, достигает своего максимального значения и затем остается постоянной. Найдите максимальную силу натяжения троса (в момент времени $t_1 = 2$ с), если сопротивление воды движению парама пропорционально квадрату его скорости. График изменения ускорения парама со временем приведен на рис. 10.11.

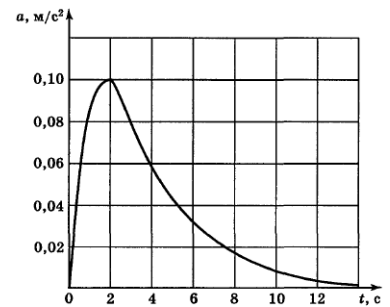


Рис. 10.11

3. В электрической цепи, изображённой на рис. 17, ЭДС источника $\varepsilon = 10$ В. Звено R_2 - R_3 повторяется 17 раз.

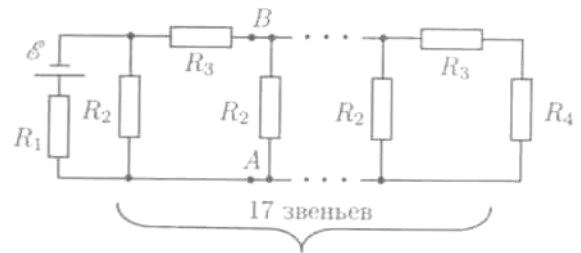


Рис. 17.

1) Найдите ток, текущий через резистор R_4 , если $R_1 = R_3 = R_4 = 3$ Ом, $R_2 = 6$ Ом.

2) Анализ сложных электрических цепей можно упростить, если участок цепи, содержащий несколько источников и резисторов заменить одним эквивалентным источником с ЭДС ε_e и внутренним сопротивлением R_e . Каким эквивалентным источником (укажите ε_e и R_e) можно заменить участок А-ε-В цепи, изображённой на рисунке 17?

3) В цепи, изображённой на рисунке 17, $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 1$ Ом, $R_4 = 17$ Ом. Найдите ток через резистор R_4 .

4. При каких сопротивлениях резистора R в цепи, изображённой на рисунке 20, в случае размыкания рубильника K может возникнуть дуговой разряд? Вольтамперная характеристика дуги имеет вид:

$$U = A + \frac{B}{I},$$

где $A = 10$ В, $B = 100$ В·А, электродвижущая сила батареи $\varepsilon = 100$ В. Какой ток установится в цепи, если $R = 8$ Ом?

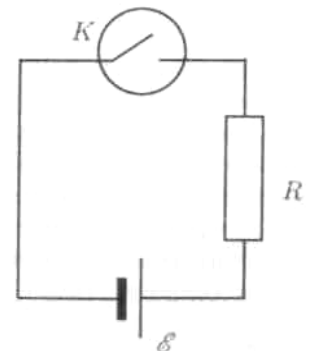


Рис. 20.

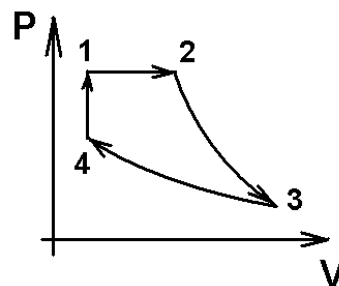
10 класс

1. Две незаряженные проводящие концентрические сферы имеют радиусы r и R .

- 1) Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы переместить заряд q с внутренней сферы на внешнюю?
- 2) Какой будет разность потенциалов между сферами после переноса заряда?

2. Один моль гелия расширяется так, что его давление линейно зависит от объема. Температуры в исходном и конечном состояниях одинаковы. Вычислите работу, совершаемую газом, если известно, что в ходе рассматриваемого процесса разность между максимальной и минимальной температурой равна ΔT , а объем гелия увеличивается в k раз, причем $k > 1$.

3. Над идеальным одноатомным газом совершается цикл, состоящий из участков изобары, адиабаты, изотермы и изохоры (см. рисунок). Известно, что в адиабатическом процессе газ совершает работу A , а в изохорном к нему подводят количество теплоты Q . КПД цикла равен η . Определите 1) работу газа A_P и подведенное к нему количество теплоты Q_P в изобарном процессе; 2) работу газа A_T и подведенное к нему количество теплоты Q_T в изотермическом процессе.



4. Три одинаковых заряженных шарика скреплены непроводящими нитями, образуя прямоугольный треугольник ABC. $\angle C = 90^\circ$, $\angle A = \alpha$, $AB = L$. Заряды шариков q , массы m .

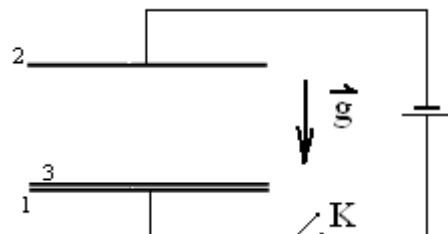
- 1) Найдите силу натяжения каждой из нитей.
- 2) Найдите напряженность и потенциал электрического поля в середине гипотенузы.

10 про

1. С идеальным одноатомным газом проводят циклический процесс 1-2-3-1, состоящий из адиабатического расширения 1-2, расширения в процессе 2-3, в котором теплоёмкость газа оставалась постоянной, и сжатия в процессе 3-1 с линейной зависимостью давления от объёма. $T_1=2T_2=T_3$, $V_3=4V_1$. Найдите молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3, если работа, совершённая над газом в цикле, составляет $7/15$ от работы, совершённой над газом в процессе 3-1.

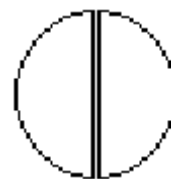
2. Моль идеального одноатомного газа из начального состояния 1 с температурой 100 К расширяясь через турбину в пустой сосуд совершает некоторую работу и переходит в состояние 2. Этот переход происходит без подвода либо отвода тепла. Затем газ сжимают в процессе 2-3, в котором давление является линейной функцией объёма и наконец, в изохорическом процессе 3-1 газ возвращается в исходное состояние. Найти работу, совершённую газом при расширении через турбину в переходе 1-2, если в процессах 2-3-1 к газу в итоге подведено 72 Дж тепла. Известно также, что $T_2 = T_3$, $V_2 = 3V_1$.

3. Горизонтально расположенные неподвижные пластины 1 и 2 плоского конденсатора, расстояние между которыми равно d , подключены к источнику регулируемого напряжения (см. рис.). На пластине 1 лежит тонкая проводящая незаряженная пластина 3 массой M , имеющая хороший электрический контакт с пластиной 1. Все пластины имеют одинаковые размеры, площадь каждой равна S , причем $d \ll \sqrt{S}$. Конденсатор находится в вакуумированной камере. Ключ К замыкают.



- При каком минимальном напряжении источника пластина 3 сможет оторваться от пластины 1 и достигнуть пластины 2?
- Чему будет равна скорость пластины 3 в момент касания пластины 2 при этом напряжении источника?
- Какое количество теплоты выделится в схеме к моменту касания пластин 3 и 2?

4. Распространено мнение, что тела с одноименными зарядами всегда отталкиваются друг от друга. Вовсе нет! Такой эффект наблюдается далеко не всегда. Представьте себе, что сплошной металлический шар радиуса R распилили пополам, а получившиеся половинки сблизил плоскими сторонами так, что зазор d между ними оказался предельно мал ($d \ll R$). Найдите силу электростатического взаимодействия полушарий с одноименными зарядами q_1 и q_2 . При каком отношении зарядов они будут притягиваться?



11 pro

1. Потенциальная энергия частицы в некотором поле имеет вид $U = \frac{a}{r^2} - \frac{b}{r}$, где a и b – положительные постоянные, r – расстояние от центра поля.
 - 1) Найдите значение r_0 , соответствующее равновесному положению частицы.
 - 2) Выясните, устойчиво ли это положение.
 - 3) Найдите максимальное значение силы притяжения частицы к центру.
 - 4) Изобразите схематически графики зависимостей $U(r)$ и $F_r(r)$ – проекции силы на радиус-вектор r . Графики должны отображать результаты, полученные в пунктах 1) и 3).
2. Середина стержня сечения S и плотности ρ сместилась после прохождения короткой волны продольного сжатия на расстояние b вправо. Скорость волны c . Определите импульс этой волны.
3. Пространство между пластинами плоского конденсатора (площадь пластин S , расстояние между ними d , $d \ll \sqrt{S}$) симметрично заполнено зарядом с постоянными объёмными плотностями $+\rho$ и $-\rho$ (см. рис.). Какой заряд перетечёт с одной пластины на другую, если пластины соединить проводником? Сколько тепла при этом выделится?
4. На расстоянии l от центра незаряженного проводящего шара радиуса R расположен точечный заряд q . Сколько тепла выделится, если шар заземлить?

