

Олимпиада «Физтех» по физике

11 класс, 2024/25 год, онлайн-этап, первый тур

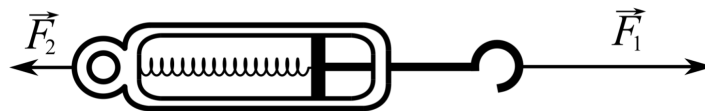
1. Два катера движутся в тумане по одной прямой навстречу друг другу. В момент времени $t = 0$ скорость первого катера 20 м/с, скорость второго катера 10 м/с. В процессе сближения ускорение первого катера 2 м/с², ускорение второго катера 1 м/с². Ускорения постоянны и направлены противоположно соответствующим начальным скоростям.

При каком наименьшем начальном расстоянии между катерами не произойдет столкновения в процессе движения? Ответ приведите в [м] с округлением до целого числа.

$$\frac{(v_0 + a_0)t}{v_0 + a_0 t} = \frac{v_0 t}{v_0 + a_0 t} = \text{хешТ}$$

2. Динамометр находится на гладкой горизонтальной плоскости. К крюку прикладывают силу $F_1 = 5$ Н, к обойме прикладывают силу $F_2 = 1$ Н (см. рис.). Отношение массы M обоймы к массе m крюка равно $\frac{M}{m} = 3$, масса пружины пренебрежимо мала.

Найдите показание движущегося динамометра. Ответ приведите в [Н] с округлением до целого числа.



$$\frac{1 + \frac{m}{M}}{v_0 + a_0 t} = L$$

3. Верхний конец упругого жгута длины $L = 0,8$ м, лежащего на гладкой наклонной плоскости, закреплен. Нижний конец жгута находится у основания наклонной плоскости, которая составляет с гладкой горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,5$. Жгут освобождают.

Через какое время после освобождения половина жгута переместится на горизонтальную плоскость? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Жгут в покое и в движении находится в одной и той же вертикальной плоскости. Потерь энергии нет. Ответ приведите в [с] с округлением до десятых.

$$\frac{v_{\text{цис}}}{T} \sqrt{\frac{g}{\sin \alpha}} = L$$

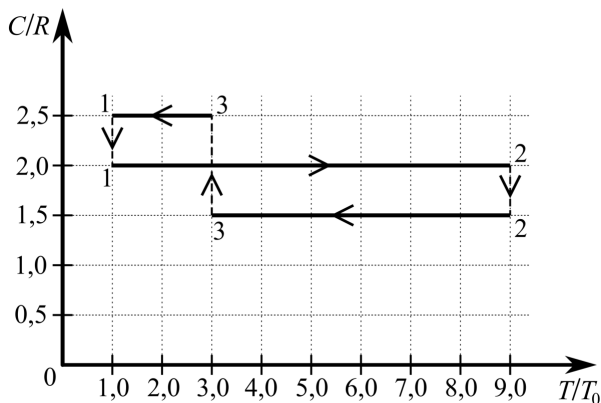
4. Космический аппарат с площадью поперечного сечения $S = 5$ м² движется со скоростью $V = 8$ км/с в верхних слоях атмосферы, где давление $P = 2,4$ Па, среднеквадратичная скорость молекул воздуха $\sqrt{\langle v^2 \rangle} = 463$ м/с. Считайте, что на рассматриваемых высотах молярная масса воздуха 29 г/моль.

Найдите число столкновений космического аппарата с молекулами воздуха за время $\tau = 3$ с. Далее число столкновений разделите на 6×10^{23} , полученное от деления частное округлите до целого числа и приведите в ответе.

$$\tau \Delta S \sqrt{\langle v^2 \rangle} n = \frac{v_N}{N}$$

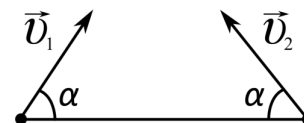
5. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1–2–3–1. Зависимость теплоемкости газа в цикле от температуры, представлена на графике к задаче, $T_0 = 300$ К.

Определите, на какую высоту подъемник медленно переместит груз массой $M = 400$ кг за $N = 29$ циклов тепловой машины. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль · К). Считайте, что в каждом цикле половина полезной работы газа преобразуется в полезную работу подъемника. Ответ приведите в [м] с округлением до целого числа.



$$\frac{\delta W}{\delta Q} = \eta$$

6. Два протона в некоторый момент времени находятся на расстоянии $L = 3$ см друг от друга и движутся с одинаковыми по модулю скоростями \vec{v}_1 и \vec{v}_2 , составляющими угол $\alpha = 45^\circ$ с прямой, проходящей в этот момент через заряды (см. рис.). Потенциальная энергия кулоновского взаимодействия протонов равна суммарной кинетической энергии частиц в этот момент времени.



Найдите наименьшее расстояние между протонами в процессе дальнейшего движения. Скорости частиц малы по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме. Действие всех сил кроме кулоновских считайте пренебрежимо малым. Ответ приведите в [см] с округлением до целого числа.

$$T \frac{\delta \epsilon}{\delta t} = \text{уммд}$$

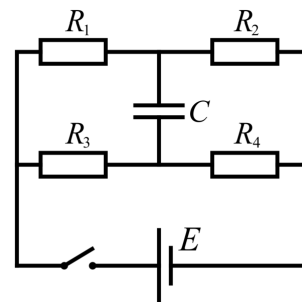
7. На большом расстоянии от заряженного до напряжения 100 В плоского конденсатора находится шарик, заряд которого 1 нКл. Обкладки конденсатора — пластины, размеры которых во много раз больше расстояния d между обкладками. Заряженный шарик медленно перемещают из «бесконечности» в конденсатор и располагают в точке, находящейся на расстоянии $\frac{d}{10}$ от положительно заряженной обкладки.

Какую наименьшую работу следует совершить на таком перемещении? Считайте, что электростатическое поле в пространстве между обкладками, созданное равными по модулю и противоположными по знаку зарядами обкладок, является однородным и не изменяется в процессе перемещения заряда. Ответ приведите в [нДж] с округлением до целого числа.

$$\left(\frac{u}{1} - \frac{\epsilon}{1}\right) \Delta \varphi = \text{уммд}$$

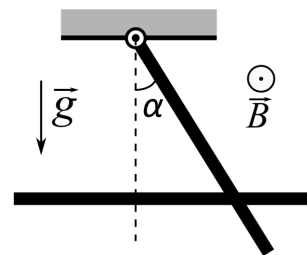
8. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы можно считать идеальными, ЭДС батареи $E = 50$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 40$ Ом, $R_3 = 30$ Ом, $R_4 = 20$ Ом. Внутреннее сопротивление батареи пренебрежимо мало. До замыкания ключа заряд конденсатора нулевой.

Ключ замыкают. С какой скоростью будет расти заряд конденсатора сразу после замыкания ключа? Ответ приведите в [А] с округлением до целого числа.



$$\frac{dQ}{dt} = I \cdot \frac{dQ}{dI} = C I$$

9. Верхний конец однородного проводящего стержня массы $m = 0,1$ кг и длины $L = 0,5$ м закреплен в шарнире (см. рис.). На расстоянии $h = 0,4$ м от шарнира закреплена горизонтальная проводящая рейка, с которой стержень находится в электрическом контакте. Шарнир, стержень и рейка расположены в вертикальной плоскости. Линии индукции однородного магнитного поля перпендикулярны этой плоскости, модуль вектора индукции $B = 0,1$ Тл. По стержню и рейке течет постоянный ток, стержень находится в покое, при этом стержень образует с вертикалью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,32$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

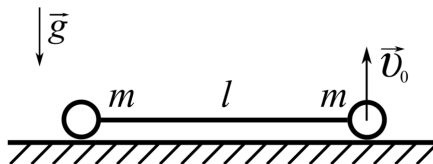


Найдите силу тока. Считайте, что сила Ампера, действующая на стержень, обусловлена взаимодействием только с заданным в условии магнитным полем. Действие сил трения считайте пренебрежимо малым. Ответ приведите в [А] с округлением до целого числа.

$$I \cdot B \cdot L \cdot \sin \alpha = m g$$

10. На гладкой горизонтальной плоскости находится система из двух одинаковых маленьких шариков (см. рис.), скрепленных легким тонким стержнем длины $l = 0,3$ м. Одному шарiku сообщают вертикальную начальную скорость \vec{v}_0 . Система приходит в движение, нижний шарик безотрывно скользит по горизонтальной плоскости. Через некоторое время шарики находятся на одной вертикали, в этот момент сила, с которой нижний шарик действует на горизонтальную плоскость, обращается в ноль.

Найдите $|\vec{v}_0|$ — модуль начальной скорости шарика. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ приведите в [м/с] с округлением до десятых.



$$m \vec{v}_0 \cdot \vec{g} = 0$$