

Московская предпрофессиональная олимпиада школьников. Физика. 11 класс. Теоретический тур отборочного этапа, 2024/25

5 ноя 2024 г., 10:00 — 20 ноя 2024 г., 23:59

№ 1, вариант 1

10 баллов

Учитель физики в одной школе решил показать детям опыт. На дифракционную решётку, находящуюся на расстоянии $L = 99$ см от экрана, перпендикулярно поверхности падает свет длиной волны λ_1 , и второй дифракционный максимум наблюдается на расстоянии $y = 13$ см от центра дифракционной картины. Далее учитель заменяет источник света на новый, чтобы свет длиной волны λ_2 образовал третий максимум в том же месте, где ранее наблюдался второй максимум для света длиной волны λ_1 . Найдите разницу длин волн $\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2$ (в нм, округляя до десятых), если период решётки равен $d = 11$ мкм.

Число

№ 1, вариант 2

10 баллов

Ученик на уроке физики делает занимательную лабораторную работу. На дифракционную решётку, перпендикулярно поверхности падает свет длиной волны λ_1 , и второй дифракционный максимум на экране наблюдается на расстоянии $y = 2,8$ см. Далее ученик заменяет источник света новым, так что свет длиной волны λ_2 в результате прохождения решётки образовал третий максимум в том же месте, где ранее наблюдался второй максимум для света длиной волны λ_1 . Найдите среднее арифметическое длин волн λ_1 и λ_2 (в нм, округляя до десятых), если разница длин волн $\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2 = 198,7$ нм.

Число

№ 2, вариант 1

10 баллов

Робот-курьер движется по прямой дороге со скоростью 10 м/с. Для обнаружения препятствий перед собой он использует ультразвуковой дальномер, который способен фиксировать препятствия на любом расстоянии. Когда дальномер обнаруживает препятствие, робот начинает торможение с максимальным ускорением, равным 5 м/с². Однако робот начинает тормозить только после того, как получает первый отражённый сигнал от препятствия.

В начальный момент времени T_0 перед роботом на расстоянии 50 метров внезапно появляется препятствие. Скорость звука в воздухе принять равной 340 м/с.

Требуется определить, на каком расстоянии от препятствия остановится робот после получения сигнала и начала торможения. Ответ запишите в метрах, округлив до целого.

Число

№ 2, вариант 2

10 баллов

Космический зонд движется по прямой в открытом космосе со скоростью 15 км/с. Он использует радиолокационную систему для обнаружения астероидов на своём пути. Радиолокационная система зонда может обнаружить препятствия на любом расстоянии. Как только радиолокационная система фиксирует астероид, зонд начинает торможение. Однако торможение начинается только после того, как зонд получает отражённый сигнал от астероида.

В начальный момент времени T_0 на расстоянии 800 км от зонда появляется астероид. Скорость распространения радиоволн принять равной $300\,000$ км/с.

Какое ускорение должно развить тормозная система зонда, чтобы остановить его на расстоянии 600 км от астероида после получения сигнала и начала торможения? Ответ выразить в м/с², округлив до целого.

Число

№ 3, вариант 1

10 баллов

Известно, что при облучении пучком фотонов электроны могут покидать изолированную металлическую поверхность. Юный физик решил это проверить: он взял металлический шар радиуса $R = 1$ м и начал светить на него мощным фонариком, вследствие чего из шара стали вылетать электроны, максимальная скорость которых $v = 1,9 \cdot 10^6$ м/с.

Определите, до какого заряда q юный физик сможет зарядить шар? Принять отношение заряда электрона к его массе $\frac{-e}{m} = -1,8 \cdot 10^{11}$ Кл/кг, постоянную в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ м/Ф. Ответ запишите в нКл и округлите до сотых.

Число

№ 3, вариант 2

10 баллов

Известно, что под действием фотонов электроны покидают изолированную металлическую поверхность. Юный физик решил это проверить: он взял металлический шар радиуса $R = 5$ м и начал светить на него мощным фонариком, вследствие чего из шара стали вылетать электроны, максимальная скорость которых $v = 1,9 \cdot 10^6$ м/с.

Определите, до какого заряда q юный физик сможет зарядить шар? Принять отношение заряда электрона к его массе $\frac{-e}{m} = -1,8 \cdot 10^{11}$ Кл/кг, постоянную в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ м/Ф. Ответ запишите в нКл и округлите до сотых.

Число

№ 4, вариант 1

10 баллов

Изначально лёд массой $m = 3$ кг, находящийся при температуре $t_1 = -15^\circ\text{C}$, помещается в сосуд. В процессе подведения количества теплоты $Q = 5000$ кДж происходит нагревание и плавление льда, нагревание и частичное испарение получившейся воды. При этом во внешнюю среду выделяется энергия 300 кДж. Определите, какая часть массы льда испарится (представьте в виде десятичной дроби, округлите до сотых), если известны: удельная теплоёмкость льда $C_{\text{л}} = 2100$ Дж/(кг $\cdot$ $^\circ\text{C}$), удельная теплота плавления льда $\lambda = 334$ кДж/кг, удельная теплоёмкость воды $C_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг $\cdot$ $^\circ\text{C}$), удельная теплота парообразования воды $r = 2256$ кДж/кг.

Число

№ 4, вариант 2

10 баллов

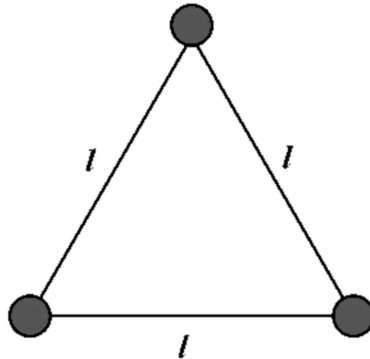
Лёд массой $m = 3$ кг помещается в сосуд. В процессе подведения количества теплоты $Q = 3307,7$ кДж происходит нагревание и плавление льда, нагревание и частичное испарение получившейся воды. При этом во внешнюю среду выделяется энергия $Q_{\text{внеш}} = 270$ кДж. Известно, что испарилось 10 % всей воды. Определите, какая была начальная температура льда (ответ выразить в $^\circ\text{C}$ с учётом знака, округлив до десятых), если известны: удельная теплоёмкость льда $C_{\text{л}} = 2100$ Дж/(кг $\cdot$ $^\circ\text{C}$), удельная теплота плавления льда $\lambda = 334$ кДж/кг, удельная теплоёмкость воды $C_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг $\cdot$ $^\circ\text{C}$), удельная теплота парообразования воды $r = 2256$ кДж/кг.

Число

№ 5, вариант 1

25 баллов

Три маленьких одинаковых шарика, каждый массой $0,3$ г и зарядом 1 мкКл, расположены на гладкой горизонтальной поверхности, как показано на рисунке. Шарики связаны друг с другом тремя нерастяжимыми, невесомыми и непроводящими нитями, каждая длиной 15 см.



Все три нити одновременно пережигают. Принять постоянную в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ м/Ф.

Найдите величину кулоновской силы, действующей на каждый из шариков. Ответ выразите в мН, округлите до целого.

Число

Найдите скорость движения шариков после пережигания нитей после разлёта на большие расстояния друг от друга. Ответ выразите в м/с, округлите до целого.

Число

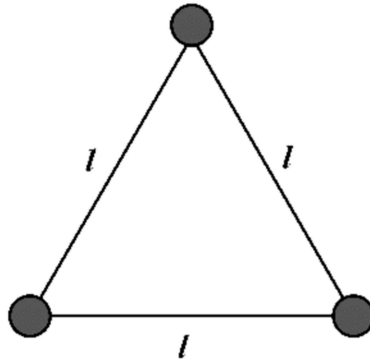
Найдите импульс шариков после пережигания нитей после разлёта на большие расстояния друг от друга. Ответ выразите в кг·м/с, округлите до тысячных.

Число

№ 5, вариант 2

25 баллов

Три маленьких одинаковых шарика, каждый массой $0,7$ г и зарядом 2 мкКл, расположены на гладкой горизонтальной поверхности. Шарiki связаны друг с другом тремя нерастяжимыми, невесомыми и непроводящими нитями, каждая длиной 17 см.



Все три нити одновременно пережигают. Принять постоянную в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ м/Ф.

Найдите величину кулоновской силы, действующей на каждый из шариков. Ответ выразите в мН, округлите до целого.

Число

Найдите скорость движения шариков после пережигания нитей после разлёта на большие расстояния друг от друга. Ответ выразите в м/с, округлите до целого.

Число

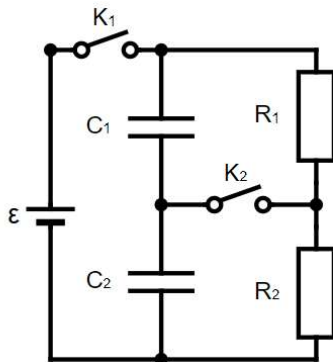
Найдите импульс шариков после пережигания нитей после разлёта на большие расстояния друг от друга. Ответ выразите в кг·м/с, округлите до тысячных.

Число

№ 6, вариант 1

30 баллов

На рисунке представлена схема электрической цепи, которая состоит из двух конденсаторов и двух резисторов.



Вначале замыкают ключ K_1 , и через некоторое время система приходит в состояние равновесия. Затем, спустя длительное время, замыкают ключ K_2 . Сопротивление резисторов $R_1 = 100$ Ом и $R_2 = 200$ Ом; ёмкость конденсаторов $C_1 = 1$ мФ и $C_2 = 2 \cdot C_1$; ЭДС источника $\varepsilon = 220$ В.

Обратите внимание при вводе ответов, если заряд отрицательный, в ответе должен быть указан знак.

Определите заряд на нижней пластине конденсатора C_1 после замыкания ключа K_2 .

Число

Определите заряд на верхней пластине конденсатора C_2 после замыкания ключа K_2 .

Число

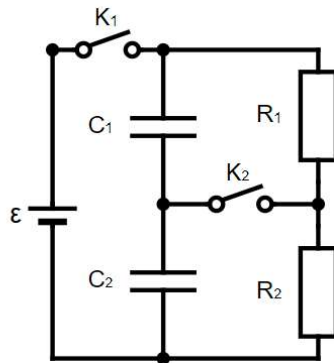
Определите абсолютную величину заряда, который пройдет через ключ K_2 после его замыкания. Ответы следует выразить в кулонах, округлив до третьего знака после запятой.

Число

№ 6, вариант 2

30 баллов

В цепи, схема которой показана на рисунке сначала замыкается переключатель K_1 , а затем после длительного времени замыкается переключатель K_2 .



Даны следующие параметры элементов: сопротивления резисторов $R_1 = 350$ Ом и $R_2 = 150$ Ом, ёмкости двух конденсаторов $C_2 = 100$ мкФ и $C_1 = 3 \cdot C_2$. ЭДС источника 220 В.

Обратите внимание при вводе ответов, если заряд отрицательный, в ответе должен быть указан знак.

Рассчитайте заряд на нижней пластине конденсатора C_1 после замыкания переключателя K_2 . Ответ дайте в кулонах, округлите до трёх знаков после запятой.

Число

Рассчитайте заряд на верхней пластине конденсатора C_2 после замыкания переключателя K_2 . Ответ дайте в кулонах, округлите до трёх знаков после запятой.

Число

Рассчитайте абсолютную величину заряда, который пройдет через переключатель K_2 после его замыкания. Ответ дайте в кулонах, округлите до двух знаков после запятой.

Число