

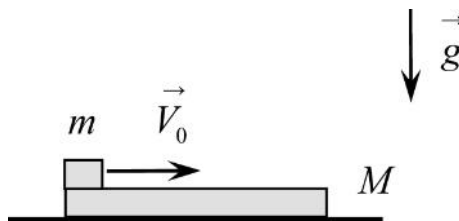
Олимпиада "Курчатов" по физике, 2021-2022 год, отборочный этап, 11 класс

24 янв 2022 г., 10:00 – 7 фев 2022 г., 23:59

№ 1, вариант 1

1 балл

На гладком горизонтальном столе лежит тонкая доска массой $M = 0,1$ кг и длиной $L = 0,9$ м. На левом краю доски расположена маленькая плоская шайба массой $m = 0,05$ кг. Коротким ударом шайбе сообщают скорость V_0 , направленную вдоль доски вправо. Найдите минимальное значение этой скорости, при котором шайба соскользнет с доски. Коэффициент трения скольжения шайбы по доске $\mu = 0,2$; ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ выразите в м/с и округлите до десятых. Считайте, что за время удара доска не успела прийти в движение.

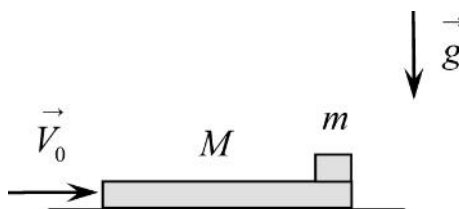


Число

№ 1, вариант 2

1 балл

На гладком горизонтальном столе лежит тонкая доска массой $M = 0,15$ кг и длиной $L = 1,3$ м. На правом краю доски расположена маленькая плоская шайба массой $m = 0,05$ кг. Коротким ударом доске сообщают скорость $V_0 = 2,5$ м/с, направленную вправо. Спустя некоторое время движение шайбы относительно доски прекращается. При этом шайба находится на середине доски. Найдите коэффициент трения скольжения шайбы по доске μ . Ответ округлите до сотых. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Считайте, что за время удара шайба не успела прийти в движение.

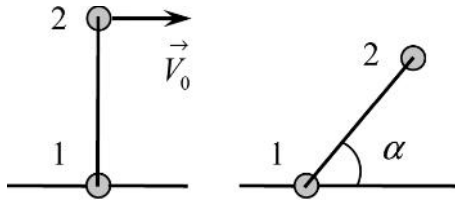


Число

№ 2, вариант 1

1 балл

По гладкому горизонтальному льду могут скользить две одинаковые маленькие шайбы 1 и 2, соединённые жёстким невесомым стержнем. Стержень может свободно поворачиваться вокруг точек крепления к шайбам. Шайба 1 насажена на тугую натянутую проволоку, вдоль которой она может двигаться без трения. В начальном положении стержень перпендикулярен проволоке, скорость шайбы 1 равна нулю, а скорость \vec{V}_0 шайбы 2 параллельна проволоке. Найдите отношение $x = V_1/V_0$, где V_1 – скорость шайбы 1 в момент, когда угол между стержнем и проволокой $\alpha = 30^\circ$. Ответ округлите до сотых. Считайте, что стержень и проволока всё время горизонтальны; деформацию проволоки не учитывайте; шайбы считайте материальными точками.

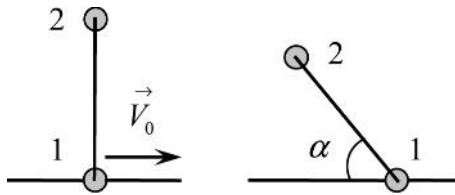


Число

№ 2, вариант 2

1 балл

По гладкому горизонтальному льду могут скользить две одинаковые маленькие шайбы 1 и 2, соединённые жёстким невесомым стержнем. Стержень может свободно поворачиваться вокруг точек крепления к шайбам. Шайба 1 насажена на тугую натянутую проволоку, вдоль которой она может двигаться без трения. В начальном положении стержень перпендикулярен проволоке, скорость \vec{V}_0 шайбы 1 направлена вдоль проволоки, а скорость шайбы 2 равна нулю. Найдите отношение $x = V_2/V_0$, где V_2 – скорость шайбы 2 в момент, когда угол между стержнем и проволокой $\alpha = 60^\circ$. Ответ округлите до сотых. Считайте, что стержень и проволока всё время горизонтальны; деформацию проволоки не учитывайте; шайбы считайте материальными точками.

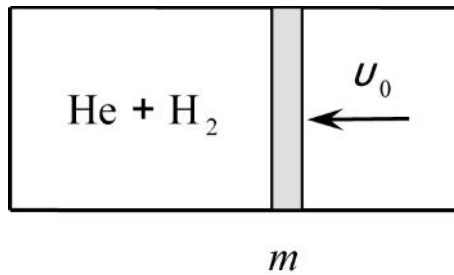


Число

№ 3, вариант 1

1 балл

Левый конец длинной горизонтальной трубы закрыт, а правый открыт в атмосферу. В трубе может двигаться без трения поршень массой $m = 2,8$ кг. Между поршнем и левым концом трубы находится однородная газовая смесь, состоящая из гелия и водорода H_2 , взятых в количестве $\nu = 0,08$ моля каждый. Сначала поршень неподвижен, газовая смесь находится при атмосферном давлении. Коротким ударом поршню сообщили некоторую скорость v_0 . После прекращения движения поршня температура газовой смеси повысилась на $\Delta T = 1$ К. Найдите начальную скорость поршня v_0 . Стенки трубы и поршень не проводят тепло, атмосферное давление постоянно, газы идеальные. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль К). Ответ выразите в м/с и округлите до десятых.

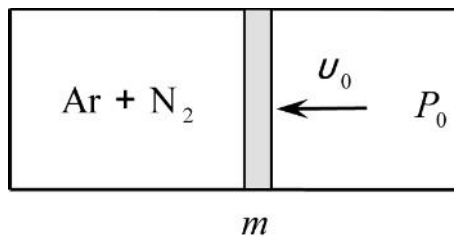


Число

№ 3, вариант 2

1 балл

Левый конец длинной горизонтальной трубы закрыт, а правый открыт в атмосферу. В трубе может двигаться без трения поршень массой $m = 3,4$ кг. Между поршнем и левым концом трубы находится однородная газовая смесь, состоящая из аргона и азота N_2 , взятых в одинаковом количестве молей. Сначала поршень неподвижен, газовая смесь находится при атмосферном давлении $P_0 = 0,1$ МПа. Коротким ударом поршню сообщили скорость $v_0 = 2,6$ м/с. Найдите, на какую величину ΔV увеличился объём газовой смеси после прекращения движения поршня. Ответ выразите в кубических сантиметрах и округлите до целого значения. Стенки трубы и поршень не проводят тепло, атмосферное давление постоянно, газы идеальные.



Число

№ 4, вариант 1

1 балл

В закрытом с обоих концов откачанном горизонтальном цилиндре объёмом $V = 12$ л может двигаться без трения тонкий поршень. В пространство слева от поршня вводят $\nu_1 = 0,4$ моля воды, справа $\nu_2 = 0,7$ моля азота и нагревают всю систему до температуры $T = 403$ К. Найдите отношение x объёма водяного пара V_1 к объёму азота V_2 при этой температуре: $x = V_1 / V_2$. Давление насыщенного пара при температуре T равно $P_0 = 270$ кПа, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль К). Объёмом воды по сравнению с объёмом пара пренебрегите, пар и азот считайте идеальными газами. Ответ округлите до сотых.

Число

№ 4, вариант 2

1 балл

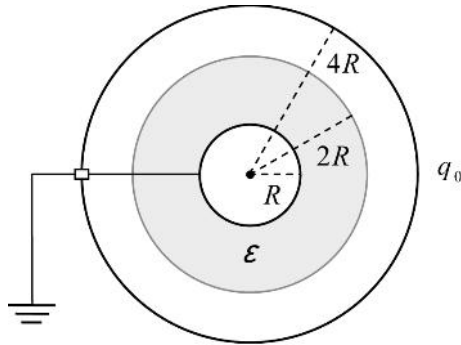
В закрытом с обоих концов откачанном горизонтальном цилиндре объёмом $V = 9$ л может двигаться без трения тонкий поршень. В пространство слева от поршня вводят $\nu_1 = 0,2$ моля воды, справа $\nu_2 = 0,5$ моля гелия и нагревают всю систему до температуры $T = 417$ К. Найдите объём водяного пара при этой температуре. Давление насыщенного пара при температуре T равно $P_0 = 404$ кПа, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль К). Объёмом воды по сравнению с объёмом пара пренебрегите, пар и азот считайте идеальными газами. Ответ выразите в литрах и округлите до десятых.

Число

№ 5, вариант 1

1 балл

Металлический шар радиуса R окружён concentрической проводящей сферой радиуса $4R$. К шару прилегает сферический слой твёрдого однородного диэлектрика с проницаемостью $\epsilon = 3$. Внешний радиус слоя равен $2R$. Шар заземляют (заземляющий провод не касается сферы), а сфере сообщают заряд $q_0 = -4,5$ нКл. Найдите установившийся заряд шара q . Ответ выразите в нанокюлонах и округлите до десятых.

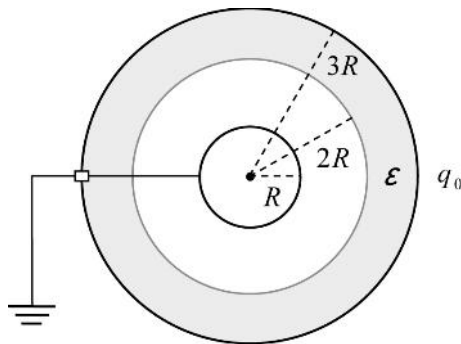


Число

№ 5, вариант 2

1 балл

Металлический шар радиуса R окружён concentрической проводящей сферой радиуса $3R$. К сфере прилегает слой твёрдого однородного диэлектрика с проницаемостью $\epsilon = 2$. Внутренний радиус слоя равен $2R$. Шар заземляют (заземляющий провод не касается сферы), а сфере сообщают заряд $q_0 = -7,2$ нКл. Найдите установившийся заряд шара q . Ответ выразите в нанокюлонах и округлите до десятых.

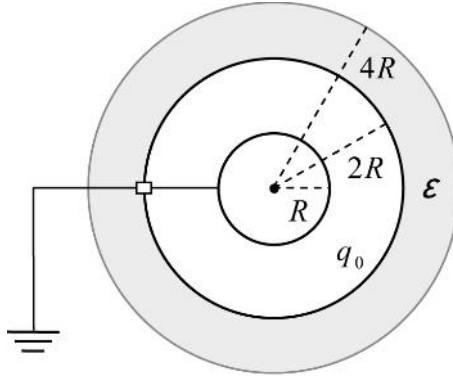


Число

№ 5, вариант 3

1 балл

Металлический шар радиуса R окружён concentрической проводящей сферой радиуса $2R$. К сфере прилегает слой твёрдого однородного диэлектрика с проницаемостью $\varepsilon = 2$. Внешний радиус слоя равен $4R$. Шар заземляют (заземляющий провод не касается сферы), а сфере сообщают заряд $q_0 = -1,7$ нКл. Найдите установившийся заряд шара q . Ответ выразите в нанокулонах и округлите до сотых.

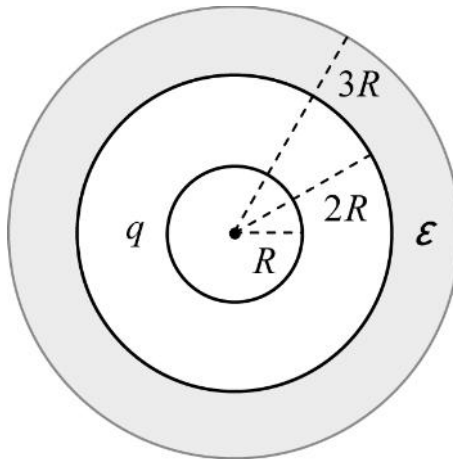


Число

№ 5, вариант 4

1 балл

Металлический шар радиуса $R = 5$ см окружён concentрической проводящей сферой радиуса $2R$. К сфере прилегает слой твёрдого однородного диэлектрика с проницаемостью $\varepsilon = 4$. Внешний радиус слоя равен $3R$. Шару сообщают заряд $q = 0,5$ нКл и соединяют его со сферой тонким проводом. Найдите установившийся потенциал шара φ . Ответ выразите в вольтах и округлите до целого значения. Считайте, что $k = 1/4\pi\varepsilon_0 = 9 \cdot 10^9$ м/Ф.

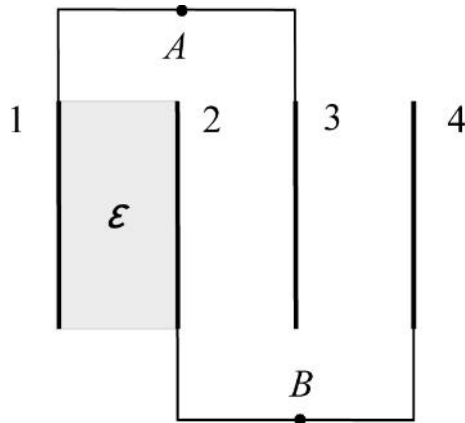


Число

№ 6, вариант 1

1 балл

Конденсатор состоит из четырёх одинаковых тонких металлических пластин, расположенных параллельно друг другу на равных расстояниях. Пластины 1 и 3 соединены тонким проводом и образуют одну из обкладок конденсатора. Другая обкладка – пластины 2 и 4, также соединённые проводом. Всё пространство между пластинами 1 и 2 заполнено твёрдым однородным диэлектриком с проницаемостью $\epsilon = 2,7$. Конденсатор подключён к батарее за точки A и B . Найдите отношение x зарядов пластин 3 и 1: $x = q_3 / q_1$. Ответ округлите до сотых. Краевые эффекты не учитывайте.

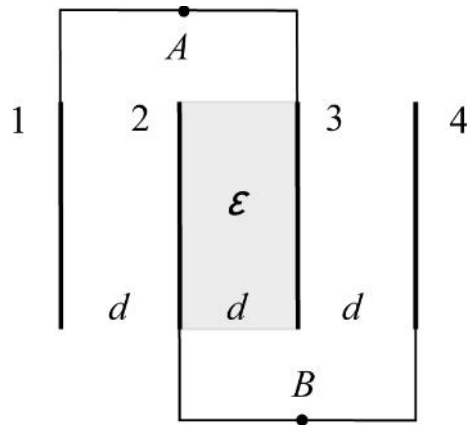


Число

№ 6, вариант 2

1 балл

Конденсатор состоит из четырёх одинаковых тонких металлических пластин, расположенных параллельно друг другу на равных расстояниях. Площадь каждой пластины $S = 150 \text{ см}^2$, расстояние между пластинами $d = 3 \text{ мм}$. Пластины 1 и 3 соединены тонким проводом и образуют одну из обкладок конденсатора. Другая обкладка – пластины 2 и 4, также соединённые проводом. Всё пространство между пластинами 2 и 3 заполнено твёрдым однородным диэлектриком с проницаемостью $\varepsilon = 4,5$. Конденсатор подключён к батарее за точки A и B (положительный полюс батареи подключён к точке A). Напряжение на конденсаторе $V = 12 \text{ В}$. Найдите заряд q_3 пластины 3. Ответ выразите в нанкулонах и округлите до десятых. Электрическая постоянная $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Краевые эффекты не учитывайте.

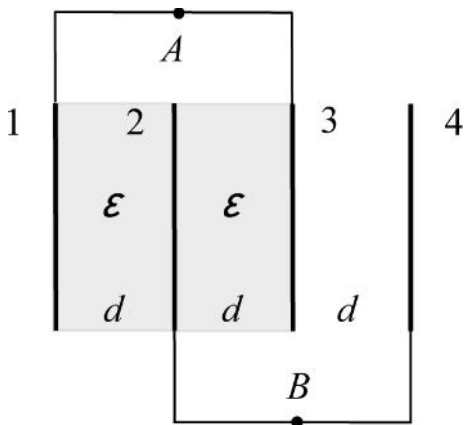


Число

№ 6, вариант 3

1 балл

Конденсатор состоит из четырёх одинаковых тонких металлических пластин, расположенных параллельно друг другу на равных расстояниях. Площадь каждой пластины $S = 120 \text{ см}^2$, расстояние между пластинами $d = 2 \text{ мм}$. Пластины 1 и 3 соединены тонким проводом и образуют одну из обкладок конденсатора. Другая обкладка – пластины 2 и 4, также соединённые проводом. Всё пространство между пластинами 1, 2 и 3 заполнено твёрдым однородным диэлектриком с проницаемостью $\epsilon = 4$. Конденсатор подключён к батарее за точки A и B (положительный полюс батареи подключён к точке B). Напряжение на конденсаторе $V = 9 \text{ В}$. Найдите заряд q_2 пластины 2. Ответ выразите в нанокулонах и округлите до десятых. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Краевые эффекты не учитывайте.

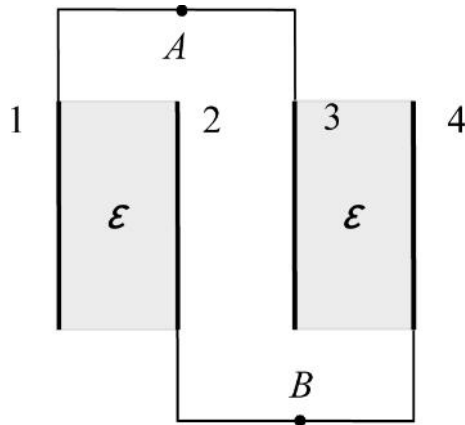


Число

№ 6, вариант 4

1 балл

Конденсатор состоит из четырёх одинаковых тонких металлических пластин, расположенных параллельно друг другу на равных расстояниях. Пластины 1 и 3 соединены тонким проводом и образуют одну из обкладок конденсатора. Другая обкладка – пластины 2 и 4, также соединённые проводом. Всё пространство между пластинами 1, 2 и пластинами 3, 4 заполнено твёрдым однородным диэлектриком с проницаемостью $\varepsilon = 2,1$. Конденсатор подключён к батарее за точки A и B . Найдите отношение x зарядов пластин 4 и 2: $x = q_4 / q_2$. Ответ округлите до сотых. Краевые эффекты не учитывайте.



Число