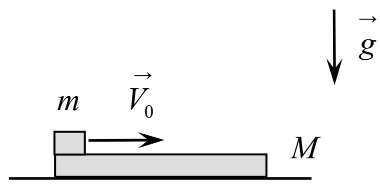
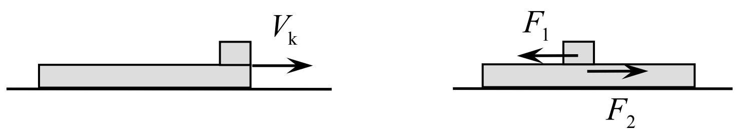
Олимпиада школьников «Курчатов» по физике – 2022

Отборочный этап. 11 класс

Задача 1 / 1. 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 соскользнёт с доски. Коэффициент трения скольжения шайбы по доске $\mu = 0{,}2$; ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Ответ выразите в м/с и округлите до десятых. Считайте, что за время удара доска не успела прийти в движение.



Возможное решение



Очевидно, что минимальное значение скорости V_0 соответствует случаю, когда по отношению к доске шайба останавливается на её правом краю. При этом относительно стола шайба и доска движутся с одной и той же конечной скоростью V_k. Найдём её из закона сохранения импульса:

$$m\,V_0 = (\,m + M\,)\,V_\text{k} \quad \longrightarrow \quad V_\text{k} = \frac{m\,V_0}{m+M}\,.$$

При движении между шайбой и доской действуют силы трения F_1 и F_2:

$$F_1 = F_2 = \mu m g\,.$$

Запишем уравнение баланса энергии для шайбы и доски:

$$\frac{(\,m+M\,)\,V_\text{k}^2}{2} - \frac{m\,V_0^2}{2} = A_1 + A_2\,.$$

Здесь A_1 и A_2 — работы сил F_1 и F_2. Обозначим через L_1 и L_2 перемещения шайбы и доски относительно стола. Для суммы работ имеем:

$$A_1 + A_2 = -F_1 L_1 + F_2 L_2 = -\mu m g\,(L_1 - L_2)\,.$$

Разность $L_1 - L_2$ представляет собой перемещение шайбы относительно доски. В нашем случае оно равно длине доски L. Получаем:

$$\frac{(\,m+M\,)\,V_\text{k}^2}{2} - \frac{m\,V_0^2}{2} = -\mu m g L\,.$$

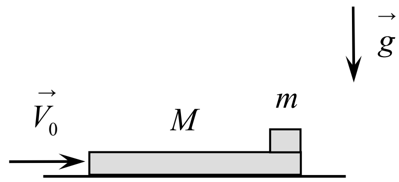
Подставляя сюда выражение для скорости V_k, находим V_0:

$$V_0 = \sqrt{\frac{2\mu g L\,(\,m+M\,)}{M}} = 2{,}3 \text{ м/с}$$

Ответ:

$$V_0 = \sqrt{\frac{2\mu g L\,(\,m+M\,)}{M}} = 2{,}3 \text{ м/с}$$

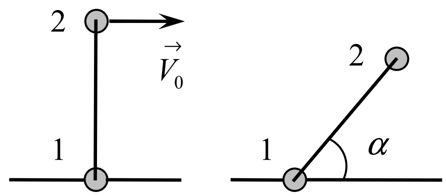
Задача 1 / 2. На гладком горизонтальном столе лежит тонкая доска массой $M = 0{,}15$ кг и длиной $L = 1{,}3$ м. На правом краю доски расположена маленькая плоская шайба массой $m = 0{,}05$ кг. Коротким ударом доске сообщают скорость $V_0 = 2{,}5$ м/с, направленную вправо. Спустя некоторое время движение 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/с^2. Считайте, что за время удара шайба не успела прийти в движение.



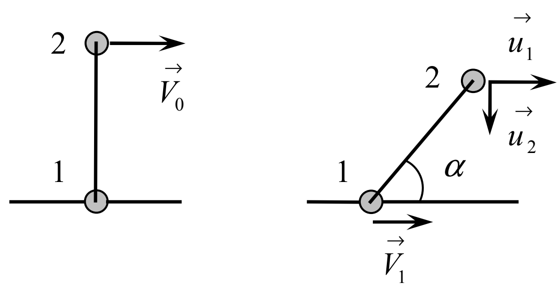
Ответ:

$$\mu = \frac{M\,V_0^2}{(\,m + M\,)\,gL} = 0{,}36$$

Задача 2 / 1. 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 туго 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 $\alpha = 30°$. Ответ округлите до сотых. Считайте, что стержень и проволока всё время горизонтальны; деформацию проволоки не учитывайте; шайбы считайте материальными точками.



Возможное решение



Пусть m — масса шайб, $\vec{V_1}$ и $\vec{V_2}$ — скорости шайб в конечном положении. Разложим $\vec{V_2}$ на две взаимно перпендикулярные составляющие:

$$\vec{V_2} = \vec{u_1} + \vec{u_2}$$

Вектор $\vec{u_1}$ направлен вдоль проволоки, вектор $\vec{u_2}$ перпендикулярен проволоке. Поскольку шайбы движутся без трения, проекция их суммарного импульса на направление проволоки сохраняется:

$$m\,V_0 = m\,V_1 + m\,u_1 \quad \to \quad V_0 = V_1 + u_1$$

Так как длина стержня не меняется при движении, проекции скоростей шариков на направление стержня одинаковы:

$$V_1 \cos\alpha = u_1 \cos\alpha - u_2 \sin\alpha$$

Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{m\,V_0^2}{2} = \frac{m\,V_1^2}{2} + \frac{m\,V_2^2}{2} \quad \to \quad V_0^2 = V_1^2 + u_1^2 + u_2^2$$

Из полученных уравнений нужно найти скорость V_1 . Удобнее сначала найти u_2 . Исключим u_1 из всех уравнений:

$$u_1 = V_0 - V_1$$

$$V_1 \cos\alpha = (\,V_0 - V_1\,) \cos\alpha - u_2 \sin\alpha \quad \to \quad 2\,V_1 \cos\alpha = V_0 \cos\alpha - u_2 \sin\alpha \quad \to \quad V_1 = \frac{1}{2}\,(\,V_0 - u_2 \operatorname{tg}\alpha\,)$$

$$V_0^2 = V_1^2 + (\,V_0 - V_1\,)^2 + u_2^2 \quad \to \quad V_0^2 = V_1^2 + V_0^2 - 2\,V_0 V_1 + V_1^2 + u_2^2 \quad \to \quad 2V_1^2 - 2\,V_0 V_1 + u_2^2 = 0$$

Подставляя в последнее уравнение выражение для V_1 , находим u_2 :

$$2 \cdot \frac{1}{4}\,(\,V_0 - u_2 \operatorname{tg}\alpha\,)^2 - V_0\,(\,V_0 - u_2 \operatorname{tg}\alpha\,) + u_2^2 = 0\,,$$

$$V_0^2 - 2\,V_0\,u_2 \operatorname{tg}\alpha + u_2^2 \operatorname{tg}^2\alpha - 2\,V_0^2 + 2\,V_0\,u_2 \operatorname{tg}\alpha + 2\,u_2^2 = 0\,,$$

$$u_2^2\,(\,\operatorname{tg}^2\alpha + 2\,) = V_0^2 \quad \to \quad u_2 = \frac{V_0}{\sqrt{\operatorname{tg}^2\alpha + 2}}$$

Для скорости V_1 получаем:

$$V_1 = \frac{1}{2}\left(V_0 - u_2 \operatorname{tg}\alpha\right) = \frac{V_0}{2}\left(1 - \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\sqrt{\operatorname{tg}^2\alpha + 2}}\right) = \frac{V_0}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 2\operatorname{ctg}^2\alpha}}\right)$$

Искомое отношение скоростей равно:

$$x = \frac{V_1}{V_0} = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 2\operatorname{ctg}^2\alpha}}\right)$$

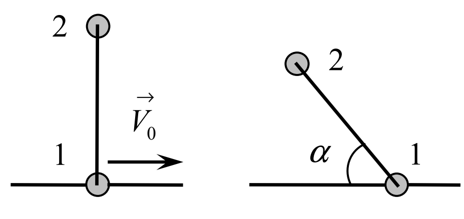
При $\alpha = 30^\circ$ получаем:

$$x = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 2\cdot 3}}\right) = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{7}}\right) = 0,31$$

Ответ:

$$x = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 2\operatorname{ctg}^2\alpha}}\right) = 0,31$$

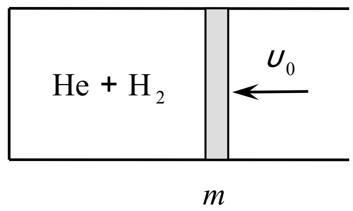
Задача 2 / 2. По гладкому горизонтальному льду могут скользить две одинаковые маленькие шайбы 1 и 2, соединённые жёстким невесомым стержнем. Стержень может свободно поворачиваться вокруг точек крепления к шайбам. Шайба 1 насажена на туго натянутую проволоку, вдоль которой она может двигаться без трения. 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.



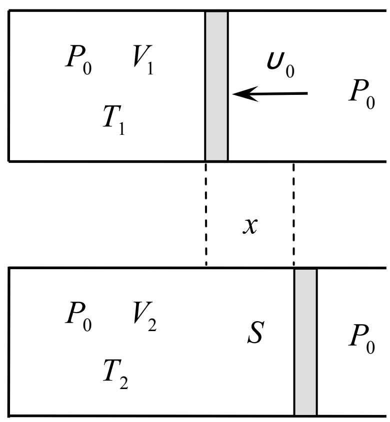
Ответ:

$$x = 0,46$$

Задача 3 / 1. 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.



Возможное решение



В начальном состоянии имеем $2\,\nu$ молей газовой смеси при атмосферном давлении P_0 и температуре T_1. Объём смеси равен V_1. В конечном состоянии давление смеси также равно P_0, температура $T_2 = T_1 + \Delta T$. Так как температура повысилась, а давление не изменилось, конечный объём смеси V_2 больше, чем V_1, то есть поршень сместился вправо. Обозначим через x смещение поршня и через S его площадь. Запишем первое начало термодинамики для газовой смеси:

$$0 = \frac{3}{2}\,\nu R\,\Delta T + \frac{5}{2}\,\nu R\,\Delta T + A\,.$$

Здесь A — работа силы давления смеси на поршень. Запишем теперь уравнение баланса энергии для поршня:

$$0 - \frac{mv_0^2}{2} = A + A_0\,.$$

В левой части имеем приращение механической энергии поршня, в правой — сумму работ сил, действующих на поршень. A_0 — работа постоянной силы атмосферного давления $P_0\,S$:

$$A_0 = -P_0\,Sx = -P_0\,(\,V_2 - V_1\,) = -P_0V_2 + P_0V_1 = -2\,\nu R\,T_2 + 2\,\nu R\,T_1 = -2\,\nu R\,\Delta T\,.$$

Для работы силы давления газовой смеси на поршень получаем:

$$A = -\frac{mv_0^2}{2} - A_0 = -\frac{mv_0^2}{2} + 2\,\nu R\,\Delta T\,.$$

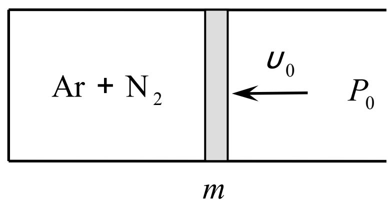
Подставляя этот результат в первое начало термодинамики, находим скорость v_0:

$$v_0 = \sqrt{\frac{12\,\nu R\,\Delta T}{m}} = 1{,}7 \text{ м/с}$$

Ответ:

$$v_0 = \sqrt{\frac{12\,\nu R\,\Delta T}{m}} = 1{,}7 \text{ м/с}$$

Задача 3 / 2. 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.

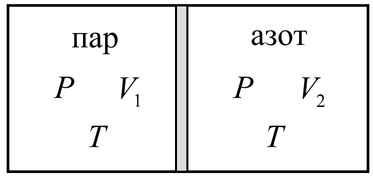


Ответ:

$$\Delta V = \frac{m\,v_0^2}{6P_0} = 38 \text{ см}^3$$

Задача 4 / 1. 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 $T = 403$ K. 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 K). Объёмом воды по сравнению с объёмом пара пренебрегите, пар и азот считайте идеальными газами. Ответ округлите до сотых.

Возможное решение



Выясним, будет ли пар в конечном состоянии насыщенным. Предположим, что нет. В этом случае вся вода испарилась и слева от поршня имеется ν_1 молей ненасыщенного пара. Найдём конечное давление P пара и азота. С учётом равенства $V_1 + V_2 = V$ получаем:

$$P V_1 = \nu_1 R T\,, \quad PV_2 = \nu_2 RT \quad \longrightarrow \quad P = \frac{(\nu_1 + \nu_2)\,RT}{V} = 307 \text{ кПа}$$

Это значение больше, чем давление P_0 насыщенного пара при температуре T. Поэтому исходное предположение ошибочно и пар в конечном состоянии будет насыщенным (не вся вода испарится). В этом случае давление пара и азота равно P_0. Для объёмов получаем:

$$V_2 = \frac{\nu_2 R T}{P_0}\,, \quad V_1 = V - V_2\,,$$

$$x = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V}{V_2} - 1 = \frac{P_0 V}{\nu_2 R T} - 1 = 0{,}38$$

Ответ:

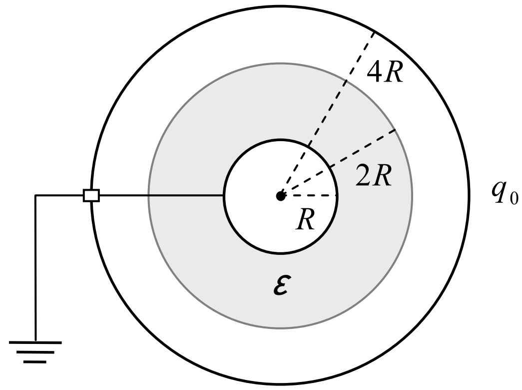
$$x = \frac{P_0 V}{\nu_2 R T} - 1 = 0{,}38$$

Задача 4 / 2. 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 $T = 417$ K. 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 K). Объёмом воды по сравнению с объёмом пара пренебрегите, пар и азот считайте идеальными газами. Ответ выразите в литрах и округлите до десятых.

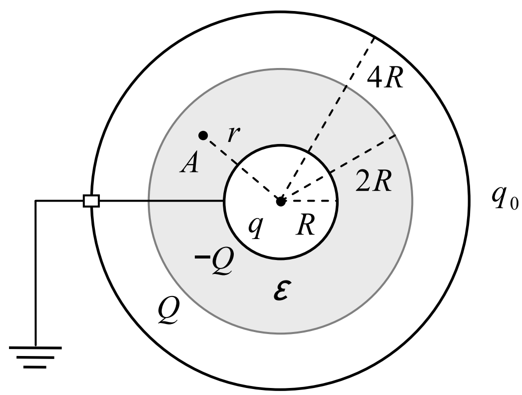
Ответ:

$$V_1 = \frac{V \nu_1}{\nu_1 + \nu_2} = 2{,}6 \text{ л}$$

Задача 5 / 1. Металлический шар радиуса R окружён концентрической проводящей сферой радиуса $4R$. К шару прилегает сферический слой твёрдого однородного диэлектрика с проницаемостью $\varepsilon = 3$. 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 нанокулонах и округлите до десятых.



Возможное решение



В электрическом поле шара диэлектрик поляризуется. На его внутренней поверхности возникает некоторый заряд $-Q$. В силу электронейтральпости диэлектрика, заряд на его внешней поверхности равен Q. Для того чтобы найти этот заряд, рассмотрим в диэлектрике некоторую точку A, лежащую на расстоянии r от центра шара. Напряжённость электрического поля в этой точке равна:

$$E = \frac{k\,q}{\varepsilon\,r^2}\,, \quad k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\,.$$

Физической причиной ослабления поля в диэлектрике является наличие поляризационных зарядов, действие которых частично компенсирует электрическое поле шара. Поэтому заменим диэлектрический слой двумя сферами, совпадающими с границами диэлектрика. Внутренняя сфера имеет радиус R и несёт заряд $-Q$, внешняя — радиус $2R$ и заряд Q. Тогда для напряжённости поля в точке A имеем:

$$E = \frac{k\,q}{r^2} - \frac{k\,Q}{r^2} = \frac{k\,(\,q - Q\,)}{r^2}\,.$$

Приравнивая два выражения для E, находим заряд Q:

$$\frac{k\,q}{\varepsilon\,r^2} = \frac{k\,(\,q - Q\,)}{r^2} \quad \longrightarrow \quad \frac{q}{\varepsilon} = q - Q \quad \longrightarrow \quad Q = \frac{q\,(\,\varepsilon - 1\,)}{\varepsilon}\,.$$

Потенциал шара равен:

$$\varphi = \frac{k\,(\,q - Q\,)}{R} + \frac{k\,Q}{2R} + \frac{k\,q_0}{4R} = \frac{k\;(\,2\,q\,(\,\varepsilon + 1\,) + \varepsilon\,q_0\,)}{4\varepsilon R}\,.$$

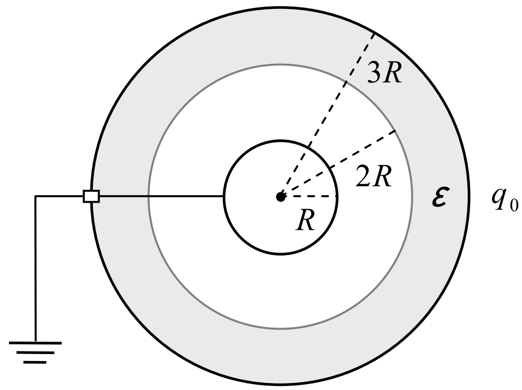
Так как шар заземлён, его потенциал равен нулю. Отсюда находим заряд шара q:

$$q = \frac{-\,\varepsilon\, q_0}{2\,(\,\varepsilon + 1\,)} = 1{,}7\ \text{нКл}$$

Ответ:

$$q = \frac{-q_0\, \varepsilon}{2\,(\,\varepsilon + 1\,)} = 1{,}7\ \text{нКл}$$

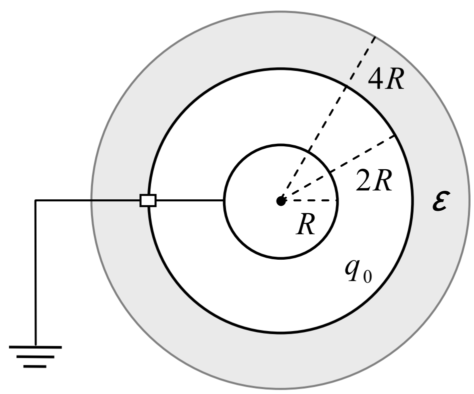
Задача 5 / 2. Металлический шар радиуса R окружён концентрической проводящей сферой радиуса $3R$. К сфере прилегает слой твёрдого однородного диэлектрика с проницаемостью $\varepsilon = 2$. Внутренний радиус слоя равен $2R$. Шар заземляют (заземляющий провод не касается сферы), а сфере сообщают заряд $q_0 = -7{,}2$ нКл. Найдите установившийся заряд шара q. Ответ выразите в нанокулонах и округлите до десятых.



Ответ:

$$q = \frac{-2\, q_0\, \varepsilon}{5\,\varepsilon + 1} = 2{,}6\ \text{нКл}$$

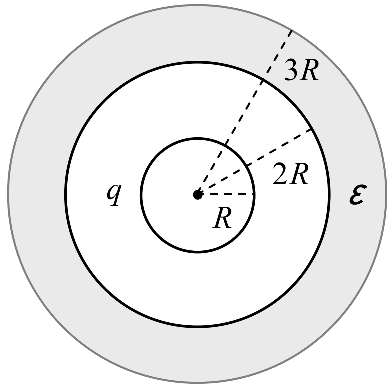
Задача 5 / 3. Металлический шар радиуса R окружён концентрической проводящей сферой радиуса $2R$. К сфере прилегает слой твёрдого однородного диэлектрика с проницаемостью $\varepsilon = 2$. Внешний радиус слоя равен $4R$. Шар заземляют (заземляющий провод не касается сферы), а сфере сообщают заряд $q_0 = -1{,}7$ нКл. Найдите установившийся заряд шара q. Ответ выразите в нанокулонах и округлите до сотых.



Ответ:

$$q = \frac{-q_0\,(\,\varepsilon + 1\,)}{3\,\varepsilon + 1} = 0{,}73\ \text{нКл}$$

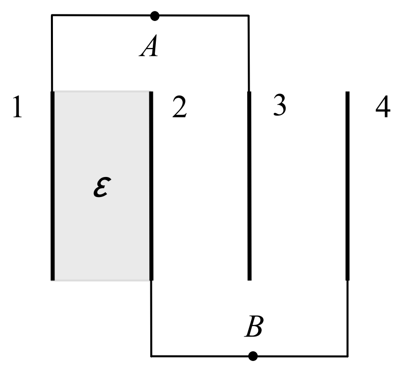
Задача 5 / 4. Металлический шар радиуса $R = 5$ см окружён концентрической проводящей сферой радиуса $2R$. К сфере прилегает слой твёрдого однородного диэлектрика с проницаемостью $\varepsilon = 4$. Внешний радиус слоя равен $3R$. Шару сообщают заряд $q = 0{,}5$ нКл и соединяют его со сферой тонким проводом. 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.



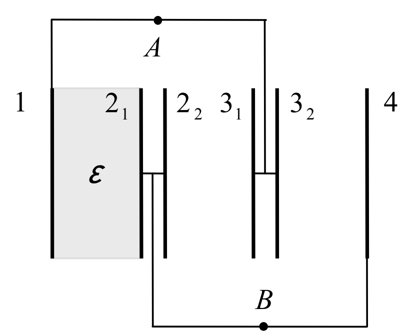
Ответ:

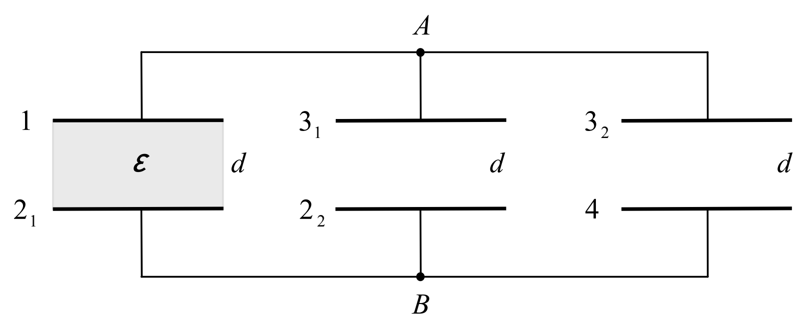
$$\varphi = \frac{k\,q\,(\,2\,\varepsilon + 1\,)}{6\,\varepsilon\,R} = 34 \text{ В}$$

Задача 6 / 1. 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 $\varepsilon = 2{,}7$. 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.



Возможное решение





Мысленно разделим пластину 2 на две параллельные пластины 2_1 и 2_2, соединённые коротким проводом. Пластину 3 также разделим на две соединённые между собой пластины 3_1 и 3_2. При подключении конденсатора к батарее пластины 2_1, 2_2 и 4 имеют одинаковый потенциал. Потенциал пластин 1, 3_1 и 3_2 также одинаков. Поэтому исходный конденсатор можно заменить эквивалентной системой из трёх плоских конденсаторов, соединённых параллельно. Предположим, что положительный полюс батареи подключен к точке A, а отрицательный к точке B. Пусть V — поданное напряжение, d — расстояние между пластинами, S — площадь пластин. В эквивалентной схеме ёмкость конденсаторов без диэлектрика равна:

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d},$$

где ε_0 — электрическая постоянная. Ёмкость конденсатора с диэлектриком равна εC.Для зарядов пластин 3_1 и 3_2 имеем:

$$q_{31} = q_{32} = C V .$$

Заряд пластины 3 равен:

$$q_3 = q_{31} + q_{32} = 2\,C\,V\,.$$

Заряд пластины 1:

$$q_1 = \varepsilon\,C\,V\,.$$

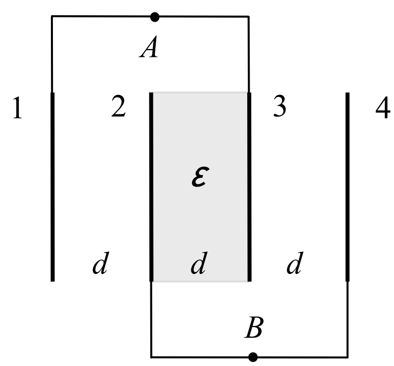
Отношение зарядов:

$$x = \frac{q_3}{q_1} = \frac{2}{\varepsilon} = 0{,}74$$

Ответ:

$$x = \frac{2}{\varepsilon} = 0{,}74$$

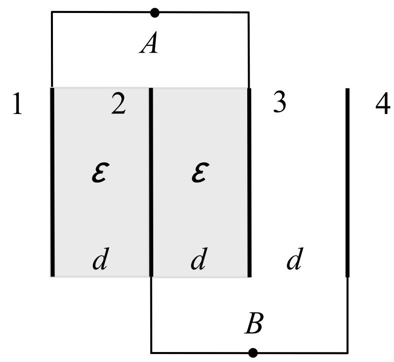
Задача 6 / 2. Конденсатор состоит из четырёх одинаковых тонких металлических пластин, расположенных параллельно друг другу на равных расстояниях. Площадь каждой пластины $S = 150$ см^2, расстояние между пластинами $d = 3$ мм. Пластины 1 и 3 соединены тонким проводом и образуют одну из обкладок конденсатора. 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 $V = 12$ В. Найдите заряд q_3 пластины 3. Ответ выразите в нанокулонах и округлите до десятых. Электрическая постоянная $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Краевые эффекты не учитывайте.



Ответ:

$$q_3 = \frac{\varepsilon_0\,S\,V\,(\,\varepsilon + 1\,)}{d} = 2{,}9 \text{ нКл}$$

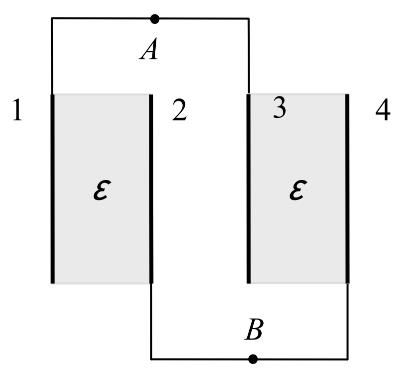
Задача 6 / 3. Конденсатор состоит из четырёх одинаковых тонких металлических пластин, расположенных параллельно друг другу на равных расстояниях. Площадь каждой пластины $S = 120$ см^2, расстояние между пластинами $d = 2$ мм. Пластины 1 и 3 соединены тонким проводом и образуют одну из обкладок конденсатора. Другая обкладка — пластины 2 и 4, также соединённые проводом. Всё пространство между пластинами 1, 2 и 3 заполнено твёрдым однородным диэлектриком с проницаемостью $\varepsilon = 4$. Конденсатор подключён к батарее за точки A и B (положительный полюс батареи подключён к точке B). Напряжение на конденсаторе $V = 9$ В. Найдите заряд q_2 пластины 2. Ответ выразите в нанокулонах и округлите до десятых. Электрическая постоянная $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Краевые эффекты не учитывайте.



Ответ:

$$q_2 = \frac{2\,\varepsilon_0\,\varepsilon\,S\,V}{d} = 3{,}8 \text{ нКл}$$

Задача 6 / 4. 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.



Ответ:

$$x = \frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1} = 0{,}68$$