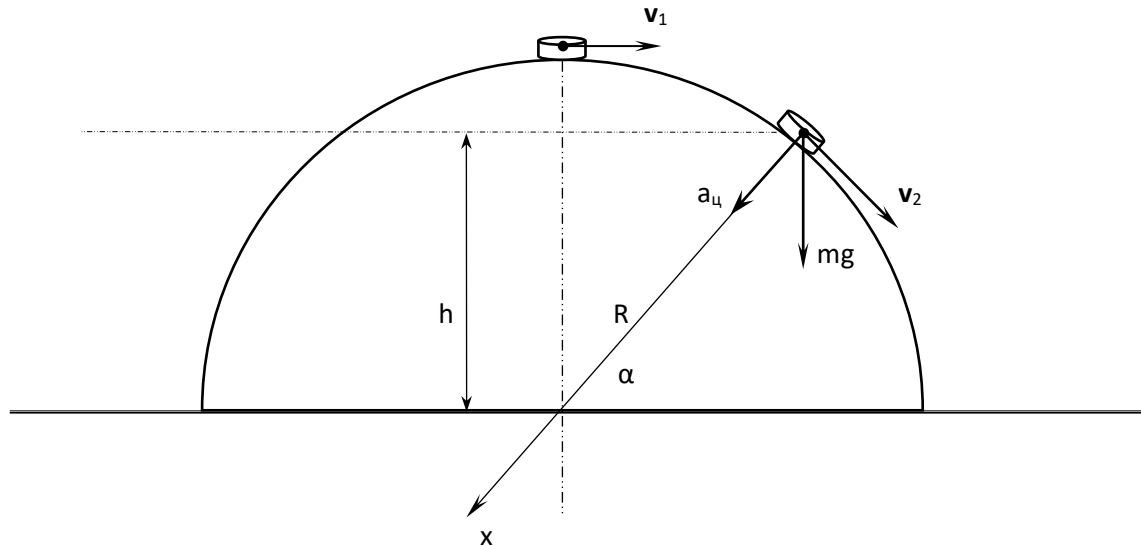


Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2022 – 2023 учебный год

11 класс

Возможное (авторское) решение

Задача 1. Основание гладкой полусферы закреплено на горизонтальной поверхности. Радиус полусферы 50 см. На вершине полусферы находится, в состоянии неустойчивого равновесия, небольшой грузик массой 0,01 кг. На грузик в течении 0,1 секунды действовали силой 0,2 Н, направленной горизонтально. Определите на какой высоте от основания сферы грузик оторвётся от её поверхности? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .



Решение.

Под действием силы грузик приобретёт некоторую начальную скорость v_1 , которую можно вычислить из соотношения: $Ft = mv_1 - mv_0$, где $v_0 = 0 \text{ м/с}$. Следовательно, $v_1 = Ft/m = 2 \text{ м/с}$. В момент отрыва сила реакции опоры N стремится к 0; на грузик будет действовать только сила тяжести и он последнее мгновение будет двигаться по дуге окружности радиуса R .

На основании 2 закона Ньютона: $m\vec{a}_c = m\vec{g}$.

В проекции на ось ox : $a_c = g \sin \alpha$. С другой стороны: $a_c = \frac{v_2^2}{R}$. Таким образом: $v_2^2 = R g \sin \alpha$. Поверхность полусферы гладкая, следовательно, трение отсутствует. На основании закона сохранения механической энергии можно записать: $mgR + \frac{mv_1^2}{2} = mgh + \frac{mv_2^2}{2}$; учитывая, что $\sin \alpha =$

$$h/R, \text{ получаем: } h = \frac{gR + \frac{v_1^2}{2}}{1,5g} \approx 0,47 \text{ м.}$$

Ответ: $h \approx 0,47 \text{ м}$.

Примерные критерии оценивания

Выполнен рисунок, позволяющий выбрать правильное направление решения задачи – **2 балла**.

Определена начальная скорость тела – **2 балла**.

Определено центростремительное ускорение в момент отрыва грузика – **2 балла**.

Получено верное уравнение для определения высоты – **3 балла**.

Выполнены верные вычисления – **1 балл**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2022 – 2023 учебный год

11 класс

Возможное (авторское) решение

Задача 2. В сферическом сосуде, объём которого равен $2 \times 10^{-2} \text{ м}^3$, находится некоторое количество инертного газа при не очень низкой температуре. Давление газа $0,5 \times 10^6 \text{ Па}$. Вычислите значение средней кинетической энергии хаотического поступательного движения всех молекул газа.
($k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ Дж/К}$, $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$)

Решение.

Инертные газы образуют одноатомные молекулы. Свойства газов близки к свойствам идеального газа. Можно использовать основное уравнение МКТ теории идеального газа.

Энергию всех молекул определим соотношением: $\bar{E} = \bar{E}_1 \times N$, где N – количество молекул газа, \bar{E}_1 – энергия одной молекулы. Давление газа связано с кинетической энергией движения молекулы $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_1$, где $n = \frac{N}{V}$ – концентрация молекул газа. Следовательно $\bar{E}_1 = \frac{3pV}{2N}$. После подстановки в формулу для вычисления энергии получаем $\bar{E} = \bar{E}_1 \times N = \frac{3}{2} pV = 1,5 \times 10^4 \text{ Дж}$.

Ответ: $\bar{E} = 1,5 \times 10^4 \text{ Дж}$.

Примерные критерии оценивания

Дано обоснование для использования основного уравнения МКТ идеального газа – **2 балла**.

Получено уравнение для определения энергии всех молекул газа – **4 балла**.

Получена формула и вычислена энергия молекул – **4 балла**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2022 – 2023 учебный год

11 класс

Возможное (авторское) решение

Задача 3. Температура воздуха в закрытом помещении повысилась на несколько градусов. Как при этом изменились (или не изменились) абсолютная и относительная влажности воздуха? Помещение не содержит каких-либо сосудов с открытой поверхностью воды. Ответ на вопрос задачи **обязательно обосновать и пояснить на основе физических законов и закономерностей.**

Решение.

Абсолютная влажность воздуха не изменится. Относительная влажность воздуха уменьшится. Абсолютная влажность воздуха – это масса водяного пара, содержащегося в 1 м^3 воздуха (фактически плотность водяного пара содержащегося в воздухе). Так как помещение закрыто и не содержит открытой поверхности воды, то масса водяного пара при повышении температуры изменяться не будет.

Относительная влажность воздуха определяется отношением $\varphi = \frac{p}{p_n} \times 100\%$. При повышении температуры давление насыщенного пара увеличивается быстрее, чем парциальное давление водяного пара. Для насыщенного пара давление возрастает не только за счет повышения температуры, но и вследствие увеличения концентрации молекул. Следовательно, значение относительной влажности при повышении температуры будет уменьшаться.

Примерные критерии оценивания

Дан правильный ответ, но нет обоснования и пояснения – **2 балла.**

Дано правильное пояснение относительно абсолютной влажности воздуха – **4 балла.**

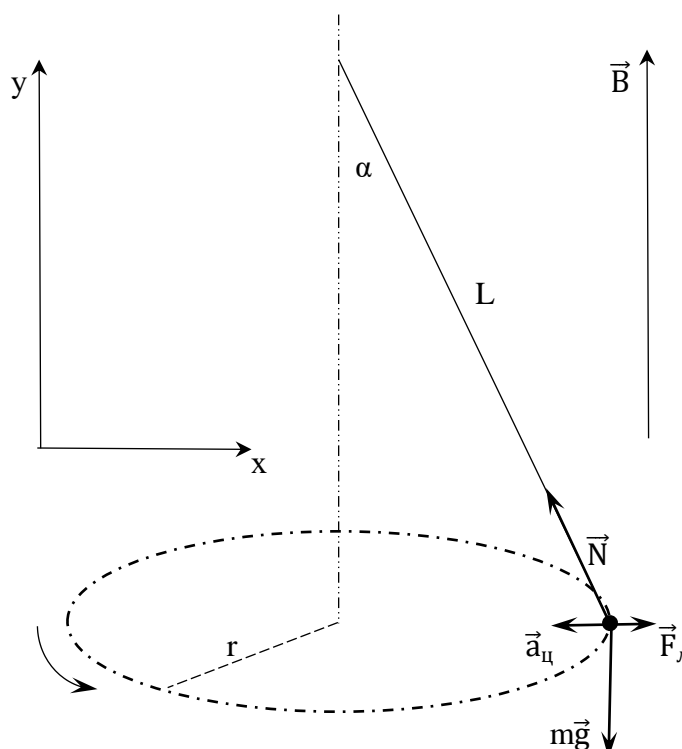
Дано правильное пояснение относительно относительной влажности воздуха – **4 балла.**

11 класс

Возможное (авторское) решение

Задача 4. Маленький шарик массой m подвешен на лёгкой нерастяжимой нити длиной L . Шарик изготовлен из немагнитного материала. Шарiku сообщают заряд q и приводят в движение таким образом, что он движется по окружности в горизонтальной плоскости. Период обращения шарика T . В области движения шарика создают однородное не меняющееся со временем магнитное поле с индукцией B . Вектор индукции магнитного поля направлен вертикально вверх. Найдите радиус r окружности, по которой движется шарик, **учитывая то, что нить всё время натянута**.

Решение.



Уравнение II закона Ньютона для некоторого мгновенного положения шарика: $\vec{N} + \vec{F}_L + m\vec{g} = m\vec{a}_c$
Ох: $-N \sin \alpha + qvB \sin \beta = -ma_c$; Оу: $N \cos \alpha = mg$; где $a_c = \frac{v^2}{r}$, $r = L \sin \alpha$. Кроме того, $T = \frac{2\pi r}{v}$;

Решим совместно полученные уравнения и найдём: $r = \sqrt{\frac{L^2 - \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2}{\left[\frac{2\pi}{gT} \pm \frac{qB}{mg}\right]^2}}$. **Ответ:** $r = \sqrt{\frac{L^2 - \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2}{\left[\frac{2\pi}{gT} \pm \frac{qB}{mg}\right]^2}}$

Важно! Знак \pm учитывает направление вращения шарика.

Примерные критерии оценивания

Правильно выполнен рисунок, позволяющий записать уравнение закона Ньютона – **2 балла**.

Записаны уравнения в векторной, а затем в скалярной форме – **3 баллов**.

Верно решена система уравнений и получен правильный ответ – **3 балла**.

Учтено направление движения шарика (или дано пояснение) – **2 балла**.

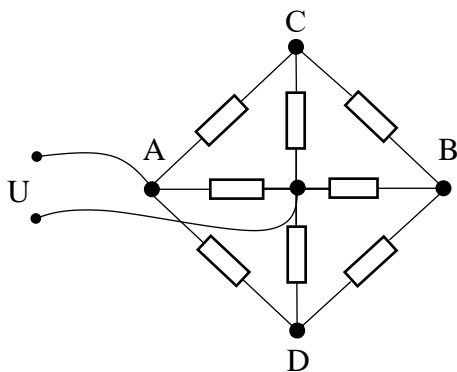
Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2022 – 2023 учебный год

11 класс

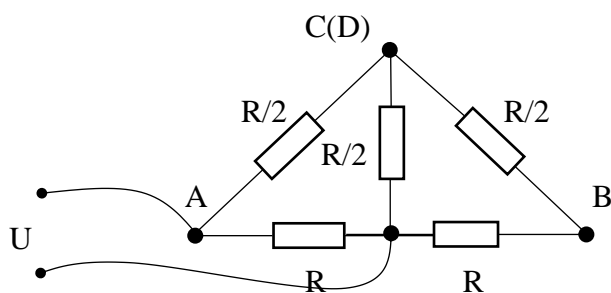
Возможное (авторское) решение

Задача 5. Электрическая цепь составлена из резисторов, имеющих одинаковое сопротивление R . Напряжение между клеммами источника постоянно и равно U . Определите силу тока I в подводящих проводниках, если их сопротивлением можно пренебречь.

Решение.



Силу тока в подводящих проводниках определим по закону Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R_{\text{об}}}$. Таким образом дальнейшее решение задачи сводится к нахождению общего сопротивления цепи $R_{\text{об}}$. Цепь симметрична относительно прямой AB , следовательно, потенциалы узлов C и D одинаковы и эти узлы можно объединить.



Дальнейшее решение задачи происходит при поочерёдном применении формул последовательного и параллельного соединений проводников: $R_{C(D)B} = \frac{\frac{R}{2}(\frac{R}{2}+R)}{\frac{R}{2}+\frac{R}{2}+R} = \frac{3}{8}R$; $R_{AC(D)B} = \frac{R}{2} + \frac{3}{8}R = \frac{7}{8}R$

$$R_{\text{об}} = \frac{R(\frac{7}{8})}{R+(\frac{7}{8})R} = \frac{7}{15}R; \text{ таким образом сила тока в подводящих проводниках: } I = \frac{U}{(\frac{7}{15})R} = \frac{15U}{7R}$$

Ответ: $I = \frac{U}{(\frac{7}{15})R} = \frac{15U}{7R}$

Примерные критерии оценивания

Указано, что для нахождения силы тока используется закон Ома – **1 балл**.

Начерчена эквивалентная схема с учётом одинакового потенциала узлов – **4 балла**.

Правильно рассчитано общее сопротивление цепи – **4 балла**.

Рассчитана сила тока – **1 балл**