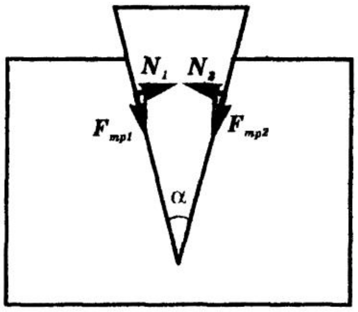
Физика (Ответы и решения)

Ф1. Определим время, в течение которого колонна будет разворачиваться, т. е. время между моментами встречи тренера с первым спортсменом и встречи тренера с последним спортсменом. После встречи тренера с первым спортсменом тренер и последний спортсмен бегут навстречу друг другу со скоростями 15 км/ч и 20 км/ч соответственно, первоначальное расстояние между ними – 70 м. Следовательно, встретятся они через время t = 70 м/(15 км/ч + 20 км/ч) = 70 м/(35 км/ч). За это время тренер убежит от места встречи с первым спортсменом на расстояние t*15 км/ч = 70 м/(35 км/ч)*15 км/ч = 70 м*(3/7), а сам первый спортсмен - на t*20 км/ч = 70 м/(35 км/ч)*20 км/ч = 70 м*(4/7).
Разница между этими расстояниями 70 м*(4/7) – 70 м*(3/7) = 40 м – 30 м = 10 м . Это и есть длина колонны после разворота.

Ф2. Действующие на клин силы показаны на рисунке.



Приравнивая нулю проекцию равнодействующей этих сил на вертикальную ось, получаем

$$N_1\sin\frac{\alpha}{2}+N_2\sin\frac{\alpha}{2}-F_{тр1}cos\frac{\alpha}{2}-F_{тр2}\cos\frac{\alpha}{2}=0.$$

Учитывая, что $N_1=N_2$ (в силу симметрии) и $F_{тр}\le\mu N$, имеем

$$\mu\ge tg\frac{\alpha}{2}$$

Ф3. Запишем закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось: $mu\cos\alpha=(m+M)v$
Преобразуем уравнение $Mv=m(u\cos\alpha-v)$ и получим отношение масс клина и шайбы

$$\frac{M}{m}=\frac{u}{v}\cos\alpha-1\approx 6,07$$

Ф4.

Емкость конденсатора	уменьшается
Напряженность электрического поля в конденсаторе	увеличивается
Энергия электрического поля, запасенная в конденсаторе	увеличивается

Ф5.

Частота звука	не изменяется
Амплитуда звуковых колебаний	уменьшается
Скорость звука	уменьшается

ФС1. По формуле Эйнштейна $E=h\nu=A_{вых}+E_K$.

Поэтому в первом случае $E_{K1}=h\nu_1-A_{вых}$, а во втором случае $E_{K2}=h\nu_2-A_{вых}$. Вычисляя отношение $\frac{E_{K2}}{E_{K1}}$, получим, что кинетическая энергия увеличится, примерно, в 2,4 раза.

ФС2. Применим для решения задачи второй закон Ньютона. Для того чтобы тело могло двигаться так, как описано в условии задачи, искомая сила F должна иметь две составляющие. Одна составляющая F_1 должна быть направлена параллельно наклонной плоскости вверх, вдоль нее, и уравновешивать действующую вниз по этому направлению проекцию силы тяжести, то есть $F_1=mg\sin\alpha$. Другая составляющая F_2 должна быть направлена параллельно наклонной плоскости поперек нее, в горизонтальном направлении, и обеспечивать движение с постоянным ускорением a, то есть $F_2 = ma$. Так как составляющие F_1 и F_2 взаимно перпендикулярны, то модуль искомой силы F может быть найден при помощи теоремы Пифагора: $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = m\sqrt{g^2 \sin^2\alpha + a^2}$. Подставляя числа и проверяя размерность, находим ответ: $F = 5\sqrt{2}\,Н \approx 7\,Н$.

Допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).

Ответ: $F = m\sqrt{a^2 + g^2 \sin^2\alpha} = 5\sqrt{2}\,Н \approx 7\,Н$.

ФС3. Пусть в каждой из частей сосуда находится n молей газа при температуре *T*. Обозначим площадь поршня через *S*, а его массу через m. Тогда, согласно уравнению Клапейрона–Менделеева, давление в верхней части сосуда равно $p_1 = \dfrac{\nu RT}{2SH}$, а в нижней части сосуда оно равно $p_2 = \dfrac{\nu RT}{SH}$. Так как поршень находится в равновесии, то в соответствии со вторым законом Ньютона сумма действующих на него сил равна нулю:

$$p_1 S + mg = p_2 S + F.$$

После нагревания газа при неподвижном поршне и увеличения его температуры на величину ΔT изменения давления в верхней и нижней частях сосуда будут равны $\Delta p_1 = \dfrac{\nu R\Delta T}{2SH}$ и $\Delta p_2 = \dfrac{\nu R\Delta T}{SH}$, соответственно. В момент начала движения поршня сила натяжения нити, на которой он подвешен, обращается в ноль. Поэтому условие равновесия поршня для этого момента приобретает вид:

$$(p_1 + \Delta p_1)S + mg = (p_2 + \Delta p_2)S.$$

Вычитая из первого записанного уравнения второе, получим: $\Delta p_1 S = \Delta p_2 S - F$, откуда $F = (\Delta p_2 - \Delta p_1)S = \dfrac{\nu R\Delta T}{2H}$.

Так как газ в сосуде нагревается при постоянном объеме, то, в соответствии с первым законом термодинамики, ему сообщается количество теплоты $\Delta Q = \dfrac{3}{2}\cdot 2\nu \cdot R\Delta T = 3\nu R\Delta T$. Исключая из двух последних формул произведение $\nu R\Delta T$, находим:

$$\Delta Q = 3\nu R\Delta T = 6FH.$$

Подставляя числа и проверяя размерность, находим ответ: $\Delta Q = 30$ Дж.

Допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).

Ответ: $\Delta Q = 6FH = 30$ Дж.

ФС4. Воспользуемся формулой для вычисления емкости при последовательном соединении конденсаторов. В соответствии с ней, до замыкания ключа общая емкость конденсаторов была равна *C*/3. Запасенная конденсаторами энергия составляла $W_1 = \dfrac{(C/3)\mathcal{E}^2}{2}$, а заряд каждого из конденсаторов был равен $q_1 = C\mathcal{E}/3$. После замыкания ключа потенциалы обкладок среднего конденсатора выравниваются, и к батарее оказываются последовательно подсоединены два конденсатора. Их общая емкость равна *C*/2, запасенная ими энергия составляет $W_2 = \frac{(C/2)\mathcal{E}^2}{2}$, а заряд каждого из конденсаторов становится равным $q_2 = C\mathcal{E}/2$. Таким образом, после замыкания ключа через батарею протекает заряд $\Delta q = q_2 - q_1 = C\mathcal{E}/6$. При этом сторонние силы батареи совершают работу $A = \Delta q E = C\mathcal{E}^2/6$. В соответствии с законом сохранения энергии эта работа расходуется на увеличение энергии конденсаторов и частично превращается в теплоту D*Q*, выделяющуюся в резисторе *R* и внутри батареи с внутренним сопротивлением *r*:

$$A = W_2 - W_1 + \Delta Q.$$

Отсюда $\Delta Q = A - W_2 + W_1 = \frac{C\mathcal{E}^2}{6} - \frac{C\mathcal{E}^2}{4} + \frac{C\mathcal{E}^2}{6} = \frac{C\mathcal{E}^2}{12}$.

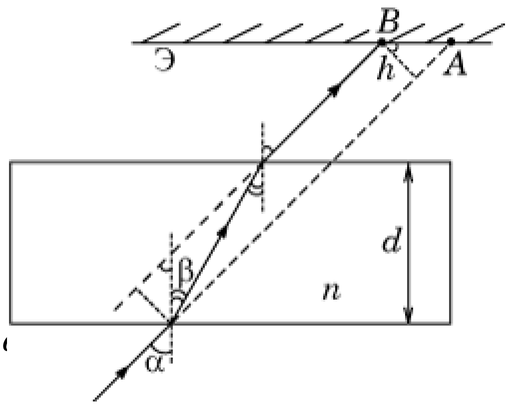
Подставляя числа и проверяя размерность, находим ответ: $\Delta Q = 1,2$ мкДж.

Допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).

Ответ: $\Delta Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{12} = 1,2$ мкДж.

ФС5. Построим ход луча в стеклянной пластинке. Из рисунка видно, что световой луч, проходя через пластинку, не изменяет своего направления, но смещается параллельно самому себе. При этом светлая точка на экране из положения *A* смещается в положение *B*.

Из рисунка, кроме того, следует, что величина смещения луча параллельно самому себе равна



$$h = \frac{d}{\cos\beta}\cos\left(\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) + \beta\right) = \frac{d\sin(\alpha - \beta)}{\cos\beta} = d(\sin\alpha - \cos$$

(β – угол преломления света при прохождении луча через грань пластинки из воздуха в стекло).

Из закона преломления света находим: $\sin\alpha = n\sin\beta$. Отсюда $\cos\beta = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}{n}$,

$tg\,\beta = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}$ и $h = d\sin\alpha\left(1 - \frac{\cos\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}\right)$.

Искомое смещение светлой точки на экране равно $s = |AB| = \frac{h}{\cos\alpha} = d\,tg\,\alpha\left(1 - \frac{\cos\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}\right)$.

Подставляя числа и проверяя размерность, находим ответ: $s = 2$ см.

Допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).

Ответ: $s = d\,tg\,\alpha\left(1 - \frac{\cos\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}\right) = 2$ см.