

Олимпиада «Курчатов» по физике

11 класс, 2019 год

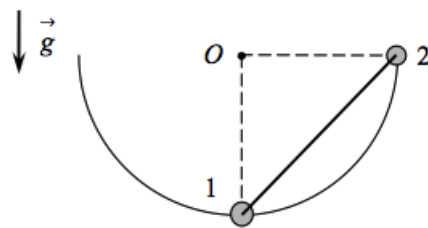
1. Два шарика, связанных легкой нитью, запускают с поверхности Земли с одинаковыми по модулю скоростями v_0 под разными углами: один шарик под углом 30° к горизонту, другой — под углом 60° .

1. Найдите максимальное расстояние между шариками.
2. Какие значения может принимать угол между нитью и горизонтом?

Шарики выпущены из одной точки, летят в одной плоскости в одну сторону. Шарик, который упадет первым, остаётся на поверхности Земли. Нить считать всегда натянутой, силами упругости пренебречь.

$$[0,09; 0,57] \ni \phi \left(z : \left(\frac{z \wedge}{1 - z \wedge} \right) \frac{6}{v_0} = \text{max} T (1) \right)$$

2. Из тонкой проволоки согнута полуокружность с центром в точке O и радиусом $R = 0,5$ м. Полуокружность неподвижно закреплена в вертикальной плоскости. По проволоке могут скользить без трения маленькие бусинки 1 и 2, соединённые жёстким невесомым стержнем. Отношение масс бусинок $k = m_1/m_2 = 2$. При движении стержень может свободно поворачиваться вокруг точек крепления к бусинкам. В начальном положении бусинки 1 и 2 находятся на концах вертикального и горизонтального радиусов. Стержень с бусинками отпускают без толчка. Найдите максимальную скорость V бусинки 1 при дальнейшем движении. Бусинки считайте материальными точками. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ выразите в м/с и округлите до сотых.



$$0,18 \text{ м/с} = \frac{1+g}{(g-1+z \wedge) R} = \Delta$$

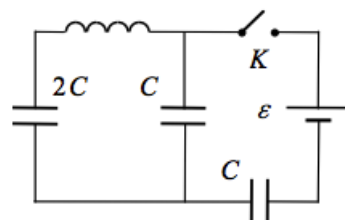
3. Длинный горизонтальный цилиндр с одной стороны наглухо закрыт, а с другой открыт в окружающую среду. В цилиндре может двигаться без трения тяжёлый поршень. Между поршнем и закрытым торцом цилиндра находится идеальный одноатомный газ, занимающий объём $V_0 = 1,5$ л при внешнем давлении P_0 . Внешнее давление мгновенно уменьшают до значения $P_1 = (1 - \alpha)P_0$, где $\alpha = 0,2$, и поддерживают его постоянным до полной остановки поршня и перехода газа в новое состояние равновесия с давлением P_1 . Далее внешнее давление скачком увеличивают до начального значения P_0 и поддерживают его постоянным до перехода газа в конечное равновесное состояние, в котором газ занимает некоторый объём V_K при давлении P_0 . Считая, что стенки цилиндра и поршень не проводят тепло, найдите разность объёмов $\Delta V = V_K - V_0$. Числовой ответ выразите в кубических сантиметрах.

$$8 \text{ см}^3 = \frac{(1-\alpha)g}{0,1 \text{ м}^3} = \Delta V$$

4. Электродвигатель постоянного тока подключён к батарее с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В. На вал двигателя намотана длинная лёгкая нить с грузом массы $m = 0,1$ кг. При работе двигателя груз поднимается с постоянной скоростью $v = 8$ см/с. Найдите силу тока I , текущего по цепи в этом случае. Известно, что при полном за тормаживании вала двигателя по цепи течёт ток $I_0 = 50$ мА. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с²; потери энергии на трение не учитывайте. Числовой ответ выразите в миллиамперах.

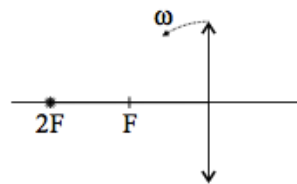
$$I = I_0 \left(\frac{v}{g} + 1 \right) = 100 \text{ мА}$$

5. Цепь состоит из ключа K , катушки, двух конденсаторов ёмкостью C , одного конденсатора ёмкостью $2C$ и батареи с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В. Сначала ключ разомкнут, конденсаторы не заряжены. После замыкания ключа в цепи возникают колебания токов и напряжений. Если пренебречь излучением и сопротивлением всех элементов цепи, то колебания можно считать гармоническими. В этом приближении найдите амплитуду V_A колебаний напряжения на конденсаторе $2C$. Числовой ответ выразите в вольтах и округлите до десятых.



$$V_A = \frac{2}{3} \mathcal{E} = 8 \text{ В}$$

6. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположен источник света. Расстояние от источника света до линзы $2F$. Линзу начинают поворачивать в плоскости, содержащей главную оптическую ось с постоянной угловой скоростью ω . Найдите скорость изображения источника света в момент, когда расстояние между ним и главной оптической осью равно F .



$$v = F\omega \frac{2 - \sqrt{3}}{1} \approx 3,73 F\omega$$