

Заключительный физбой

1. Мыльная пленка с поверхностным натяжением σ , находящаяся в кольце радиуса r , протыкается в центре тонкой иглой. Определите время, за которое пленка схлопывается.
2. Верхний конец вертикального невесомого стержня закреплен на горизонтальной оси, вокруг которой он может свободно вращаться, а к нижнему его концу жестко прикреплен электромотор массы M (рис. 1). Устройство мотора симметрично относительно оси ротора, занимающей горизонтальное положение на расстоянии l от точки подвеса. Моменты инерции ротора и статора равны соответственно I_1 и I_2 . Через электромотор пропускают короткий импульс тока. В результате ротор практически мгновенно раскручивается до угловой скорости ω . Пренебрегая трением в подшипниках ротора, определите максимальную высоту подъема оси ротора.

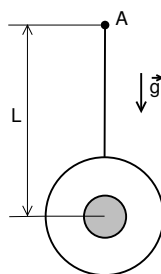


Рис. 1: Электромотор

3. Оценить изменение мощности двигателя внутреннего сгорания в результате того, что бензин смешан с малым количеством воды так, что процентное содержание воды составляет 1%. Необходимые числовые данные возьмите из справочников. Вычислите ответ для случая, когда вал вращается с частотой 2000 об/мин. Суммарный объем цилиндров 3 литра. Детонация карбюраторной смеси происходит при двадцатикратном сжатии в цилиндре.
4. Наступают сумерки. Где-то в начале улицы замыкают рубильник, и все нити накалильных ламп вспыхивают. Но почему они вспыхивают одновременно? Сначала ближний фонарь, а затем следующий и т.д., причем каждый позже предыдущего, так что создается впечатление бегущей вдоль по улице волны поджига. Почему? Оцените скорость этой "волны" для уличных фонарей.
5. Оцените коэффициент теплового расширения кристалла, в котором потенциальная энергия взаимодействия двух атомов описывается формулой (1), где $U_0/k_B = 174 \text{ K}$, $a = 0.58 \text{ нм}$, $\sigma = 9.7 \text{ \AA}$.

$$U(x) = U_0 \left[\exp \left(-\frac{2(x-a)}{\sigma} \right) - 2 \exp \left(-\frac{(x-a)}{\sigma} \right) \right] \quad (1)$$

6. Оцените скорость звука в снежной лавине, спускающейся по склону горы, считая, что плотность движущегося снега $\rho = 0.25 \text{ г/см}^3$. Размеры кристалликов льда много меньше длины волны звука. Между кристалликами нет твердых связей, они разделены воздушными прослойками.
7. *Экспериментальная задача „Острие карандаша“.* Если по поверхности воды провести острием карандаша, то при некоторой скорости за карандашом не будет волн. Объясните явление и определите диапазон скоростей, в котором имеется этот эффект.
8. *Экспериментальная задача „Булък“.* Имеется перевернутая вверх дном бутылка, наполненная водой. Через открытое отверстие из бутылки вода выпадает порциями. Оцените объем воды, вываливающейся из бутылки каждый раз по мере ее опустошения.