

11 класс

Задача 1. Колонна из песка



Рис. 1

Какой-то теоретик Баг, гуляя по берегу моря, увидел как отдыхающий строил замок из песка (рис. 1). Он решил узнать, какой максимальной высоты колонну можно построить из влажного песка. В одной из работ Леонарда Эйлера он обнаружил, что максимальная высота цилиндрической колонны изготовленной из однородного и изотропно-

$$H = 1,25 \cdot E^\alpha R^\beta \rho^\gamma g^\lambda, \quad (1)$$

где α , β , γ и λ — некоторые числовые коэффициенты, R — радиус колонны, ρ — плотность материала, из которого она изготовлена, g — ускорение свободного падения, E — модуль Юнга. Баг рассчитал, что если колонну сделать из влажного песка, то при её радиусе $R_1 = 5$ см, высота колонны окажется 1,0 м. Друг Бага, экспериментатор Глюк, решил собрать более «солидную» колонну. Он сделал радиус её основания $R_2 = 15$ см. Колонна какой высоты получилась у Глюка?

Справочные данные: плотность влажного песка $\rho = 1,5 \times 10^3$ кг/м³, его модуль Юнга $E = 3,0 \times 10^6$ Па, ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с².

Примечание. Модуль Юнга — это коэффициент пропорциональности между давлением (или растяжением), действующим на плоскую поверхность исследуемого образца и его относительным сжатием (удлинением).

Задача 2. Ползущая пружина

Вблизи края гладкой горизонтальной полуплоскости лежат два одинаковых груза, соединенные лёгкой нерастянутой пружиной, длина которой l_0 , а жёсткость — k . К грузу, ближайшему к краю плоскости, с помощью нерастяжимой нити, перекинутой через лёгкий блок, прикреплен ещё один такой же груз массой m (рис. 2). Его удерживают так, что участок нити, идущий от блока к этому грузу, вертикален. Нижний груз отпускают.

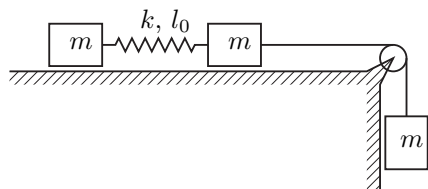


Рис. 2

Через какое минимальное время τ удлинение Δl пружины станет максимальным?

Найдите это удлинение.

Задача 3. Градирня

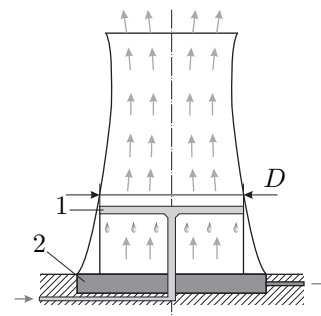


Рис. 3

На промышленных предприятиях для охлаждения больших объемов воды используют градирни (рис. 3). Рассмотрим идеализированную градирню, представляющую собой широкий цилиндр диаметром $D = 15$ м, в котором на некоторой высоте H от основания через специальные форсунки (1) распыляется горячая вода, температура которой $t_1 = 50^\circ\text{C}$. По мере падения она остывает до температуры $t_2 = 28^\circ\text{C}$. Посредством вентилятора навстречу падающим каплям снизу со скоростью $u = 2,0$ м/с поднимается воздух при температуре $t_0 = 29^\circ\text{C}$. Считайте, что его температура на протяжении всего пути остается неизменной, а влажность меняется от $\varphi = 40\%$ на входе, до $\varphi_1 = 100\%$ на выходе из градирни. Какова производительность q градирни, то есть, сколько тонн воды охлаждается в ней за один час?

Справочные данные для воды:

удельная теплоемкость $c = 4,2 \times 10^3$ Дж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$); удельная теплота парообразования $L = 2,3 \times 10^6$ Дж/кг, температурная зависимость давления насыщенных паров приведена на графике (рис. 4).

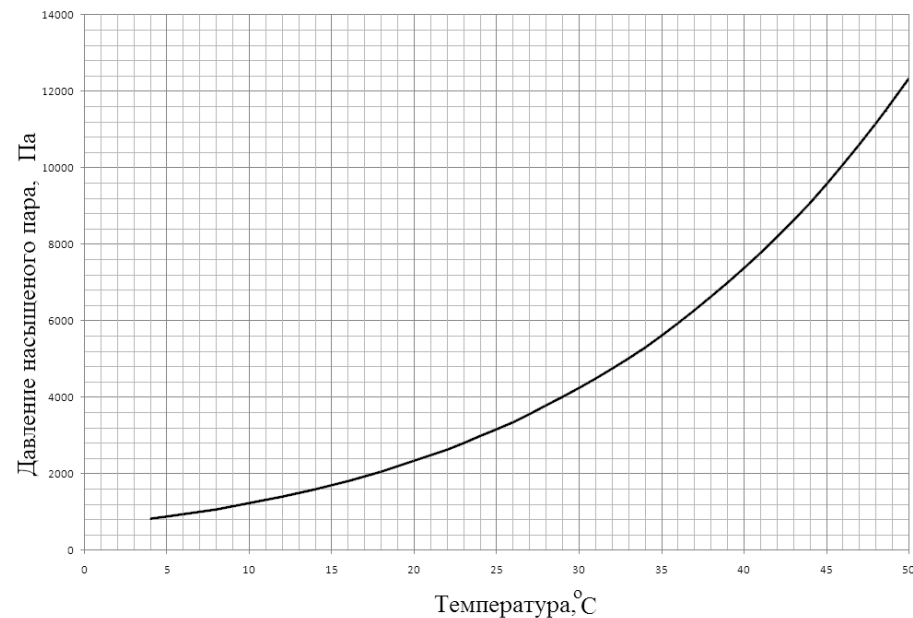


Рис. 4

Задача 4. Конденсаторы

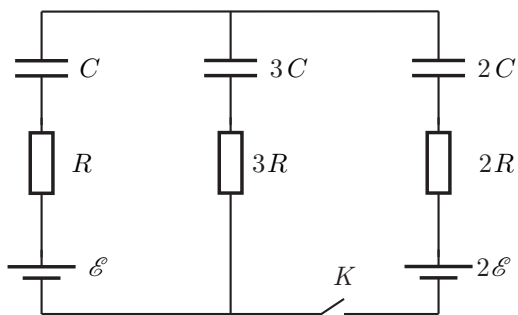


Рис. 5

после того, как переходные процессы в цепи завершатся?

Параметры электрической цепи указаны на схеме (рис. 5). Вначале ключ K разомкнут.

1. Определите напряжение на конденсаторе емкостью C .
2. Определите силу тока, который потечёт через резистор сопротивлением $3R$, сразу после замыкания ключа K .
3. Какое напряжение установится на конденсаторе емкостью C

Задача 5. Много катушек

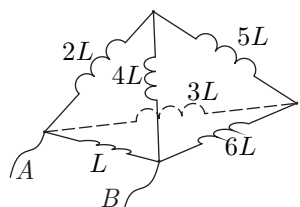


Рис. 6

Шесть идеальных катушек индуктивности соединили в электрическую цепь так, что катушки образовали ребра тетраэдра (рис. 6). К вершинам A и B последовательно соединили резистор сопротивлением $R = 100$ Ом, батарейку с ЭДС $\mathcal{E} = 4,6$ В, миллиамперметр и ключ. Индуктивность катушки $L = 1$ мГн. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.

1. Вычислите силу тока I_{60} , протекающего через миллиамперметр спустя 1 минуту после замыкания ключа.
2. Вычислите силу тока, протекающего через каждую из катушек в тот момент, когда сила тока, протекающего через миллиамперметр, равна $I_A = 23$ мА.

Бесплатный разбор теоретического тура и консультация к экспериментальному туру состоится 19 января (воскресенье) в 10:00 по московскому времени на сайте

online.mipt.ru

Для участия в разборе необходимо зарегистрироваться не менее чем за полчаса до начала разбора!