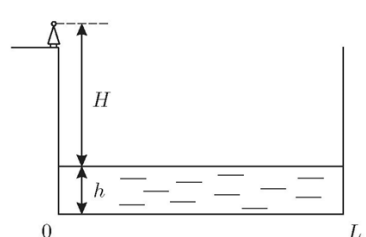


Заключительный этап.

11 класс

Задача 1.

Человек, стоя на краю высокого обрыва, смотрит на ровное плоское дно котлована шириной $L = 200$ м, заполненного водой глубиной $h = 1$ м (см. рисунок). Высота обрыва $H = 10$ м. Размеры котлована удовлетворяют неравенствам $L \gg H \gg h$. Показатель преломления воды равен $n = 1,3$. Как зависит от расстояния x до обрыва видимая глубина h_1 котлована?



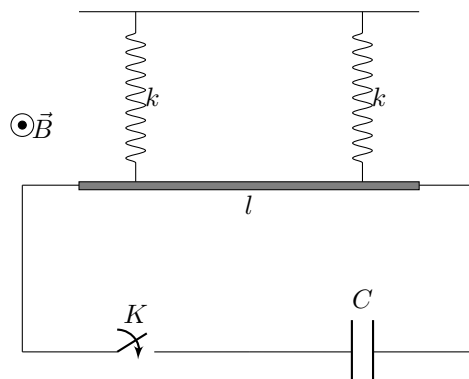
Задача 2. Брусок массой $m = 400$ г, прикрепленный к стенке пружиной жесткостью $k = 500$ Н/м, лежит на горизонтальной шероховатой поверхности. Пружину растянули на $\Delta l_0 = 3$ мм, после чего брусок отпустили без начальной скорости. Коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,02$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Определите:

- 1) Какую работу $A_{\text{тр}}$ совершит сила трения до первой остановки бруска?
- 2) Сколько раз n пружина окажется в нерастянутом состоянии до полной остановки бруска?
- 3) Чему будет равно удлинение пружины $\Delta l_{\text{ост}}$ в момент полной остановки бруска?

Задача 3. Прямолинейный проводник длины l и массы m подвешен на двух пружинах жесткости k в горизонтальном однородном магнитном поле с индукцией B (рис.). При замыкании ключа K конденсатор емкости C , заряженный до разности потенциалов U , замыкается на проводник и разряжается. При этом возникают колебания проводника. Считайте, что время разрядки конденсатора много меньше периода колебаний проводника.

1. Каков период T возникших колебаний?
2. Какова максимальная разность потенциалов $\Delta\varphi_{\text{max}}$ между концами проводника в процессе его дальнейшего движения?
3. Каково максимальное отклонение Δy_{max} проводника от своего первоначального положения?



Задача 4. Среди звезд переменной светимости выделяют так называемые цефеиды, радиус которых пульсирует с периодами от 1 до 50 дней. Максимальной светимости цефеиды соответствуют минимальный радиус и высокая температура внешнего слоя. В таких условиях прозрачность этого слоя понижается в связи с ионизацией гелия. Как результат, внешний слой звезды нагревается до максимальной температуры, после чего расширяется и охлаждается. Затем, прозрачность охлажденного слоя увеличивается, он сжимается, и процесс повторяется снова.

Предположим, что пульсацию внешнего цефеиды можно описать замкнутым термодинамическим циклом, состоящим из двух адиабатических и двух изохорных участков, со следующими модельными параметрами:

- Внутренний радиус пульсирующего слоя постоянен и равен 25068240 км (36 радиусов Солнца).
- Среднее значение внешнего радиуса составляет 27853600 км (40 радиусов Солнца). Этот радиус соответствует среднему значению объема пульсирующего слоя, равному полусумме наибольшего и наименьшего объемов.
- Температура пульсирующего слоя в ходе цикла изменяется от 5000 К до 7500 К.
- Вещество звезды можно считать идеальным одноатомным газом с показателем адиабаты $\gamma = 5/3$.

Какова максимальная амплитуда пульсаций внешнего радиуса звезды в рамках предложенной модели?

Задача 5. На чашу пружинных весов, совершающую гармонические колебания в вертикальном направлении, с высоты $h = 45$ см без начальной скорости упала бусинка и после абсолютно упругого удара о чашу снова поднялась на ту же высоту h (см. рисунок). Затем, через каждую половину периода колебаний чаши, имевших место до первого удара, ситуация стала повторяться. Удары бусинки о чашу происходят в тот момент, когда чаша достигает положения равновесия. Масса чаши в $n = 20$ раз больше массы бусинки. Определите амплитуду колебаний чаши.

