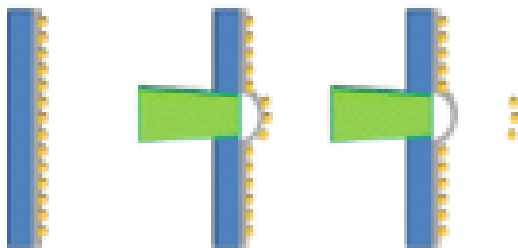




Физика для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 9. Лазерный перенос наночастиц

Манипуляция отдельными наночастицами является весьма непростой задачей. Так, например, для ее решения может быть использована методика лазерного переноса, которая позволяет переносить отдельные наночастицы из большого массива в заданное место с высокой точностью. Суть метода состоит в следующем. На прозрачную подложку наносится тонкая пленка из металла, на которую предварительно осаждается подготовленный для переноса массив наночастиц. Далее металлическая пленка освещается через прозрачную подложку коротким лазерным импульсом, нагревается и вздувается в результате термического расширения (см. рис.). Получив достаточную энергию, отдельные наночастицы «стряхиваются» с пленки и переносятся на приемную поверхность.



В какой момент времени после начала действия фемтосекундного лазерного импульса наночастицы золота (плотность $\rho = 19.32 \text{ г/см}^3$) диаметром $d = 40 \text{ нм}$ оторвутся от поверхности пленки, если известно, что при вздутии пленка движется с ускорением, изменяющимся по закону $a = A \cdot \sin(\omega t)$, где $A = 6 \cdot 10^7 \text{ м/с}^2$, $\omega = 2.5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$, общее время вздутия пленки составило 180 мкс, а сила притяжения, удерживающая наночастицы на пленке, равна $F_{\text{притяж}} = 30 \text{ пН}$? **(10 баллов)**

Всего – 10 баллов