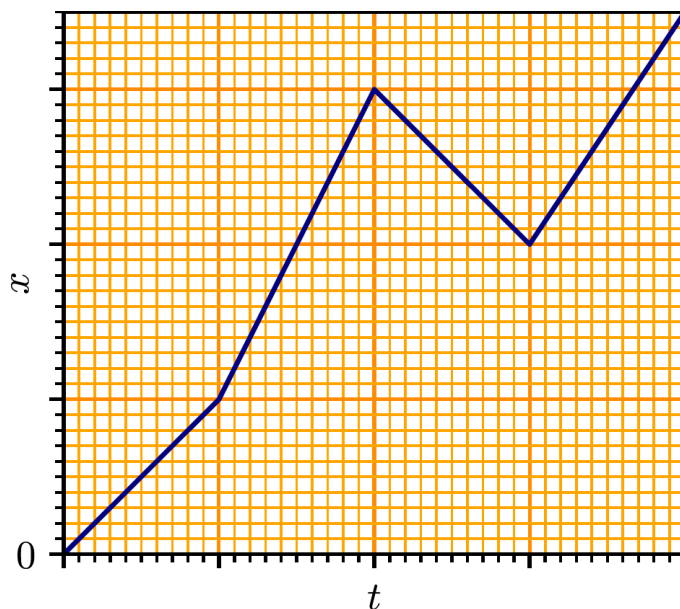


## Открытая олимпиада по физике

8 класс, 2025 год

1. Катя едет на велосипеде по длинной прямой аллее парка. График зависимости координаты Кати вдоль аллеи от времени приведён на рисунке. К сожалению, масштаб по осям оказался утерян. Во время поездки велокомпьютер показывает среднюю путевую скорость, рассчитанную на временном промежутке с момента старта до текущего времени. Известно, что её максимальное значение за время движения равно  $v_0 = 6$  м/с.

- 1) Найдите максимальную величину мгновенной скорости Кати.
- 2) Определите среднюю путевую скорость Кати за время движения.
- 3) Определите модуль средней скорости Кати за время движения.



1) 8 м/с; 2) 5,5 м/с; 3) 3,5 м/с

2. Василий обучается в художественной школе. Ему дали задание: нарисовать чёрный квадрат. Василий (для отработки навыков) взял много листов бумаги и нарисовал на каждом из них квадрат, площадь которого составляет четверть площади листа. Все квадраты получились абсолютно одинаковыми. Чтобы отчитаться о проделанной работе перед учителем, он сложил все листы в стопку (плотно прижав листы друг к другу), чтобы положить в портфель. Оказалось, что стопка листов представляет собой куб с длиной ребра  $a = 5$  см, а число листов равно  $N = 100$ . Определите среднюю объёмную плотность одного листа бумаги с нарисованным чёрным квадратом, если известно, что поверхностная плотность бумаги  $\sigma_1 = 0,08$  кг/м<sup>2</sup>, а поверхностная плотность краски  $\sigma_2 = 3$  кг/м<sup>2</sup>. Поверхностная плотность — это масса одного квадратного метра тела плоского однородного тела.

$$\rho = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{4} = d$$

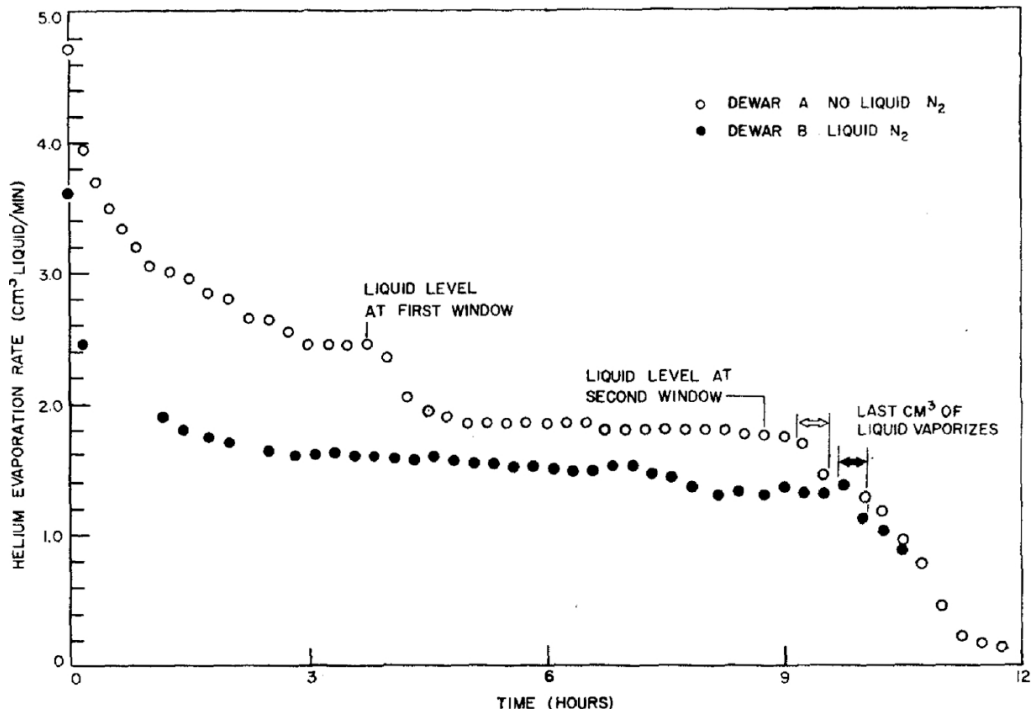
3. На столе лежат три пружинки, имеющие одинаковые длины в нерастянутом состоянии, но разные коэффициенты жёсткости. Чтобы увеличить длину первой из них в два раза, необходимо совершить работу  $A = 40$  мДж, а второй — работу  $3A$ . Чтобы растянуть первую и третью пружины, соединённые параллельно, на  $\Delta\ell = 6$  см, необходимо приложить силу  $F = 21$  Н. Коэффициент жёсткости третьей пружины в два раза больше, чем у второй. Все три пружины соединили последовательно. Какую силу нужно приложить, чтобы увеличить длину конструкции в три раза?

$$H_8 = \frac{\partial \Delta \ell}{\partial F} \sqrt{F} = 1,1$$

4. Рассмотрим открытые сообщающиеся сосуды площадью поперечного сечения  $S = 12$  см<sup>2</sup> каждый, в которые налита вода. В левый сосуд аккуратно наливают слой масла высотой  $h = 6$  см, а затем помещают однородный цилиндр высотой  $H = 20$  см и площадью поперечного сечения  $\frac{S}{3}$ . На сколько изменился уровень воды в правом сосуде по сравнению с начальным моментом, когда в сосудах была только вода? Плотности воды, масла и однородного цилиндра равны  $\rho_{\text{в}} = 1000$  кг/см<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{м}} = 900$  кг/см<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{ц}} = 800$  кг/см<sup>3</sup> соответственно. Вода и масло не смешиваются. Изначально в сосудах достаточно много воды, так что масло всё время остаётся только в левом сосуде.

$$\Delta h = \frac{\rho_{\text{м}} h}{\rho_{\text{в}} + \rho_{\text{ц}}} = 1,4 \text{ см}$$

5. Для хранения и транспортировки веществ с поддержанием низких температур используют сосуд Дьюара. Он представляет собой сосуд с двойными стенками, в пространстве между которыми поддерживается высокий вакуум. Рассмотрим сосуд Дьюара, внутри которого находится жидкий гелий при температуре кипения. Из-за того, что в пространстве между стенками всё-таки присутствует воздух, неизбежны тепловые потери. Со временем жидкий гелий испаряется. На рисунке белыми точками изображена зависимость скорости испарения гелия (в см<sup>3</sup>/мин) от времени (в часах). Известно, что за время эксперимента весь гелий испарился. Определите начальный объём гелия в сосуде. Чтобы уменьшить тепловые потери, используют модернизированную конструкцию сосуда Дьюара. Снаружи добавляют дополнительную прослойку, которая заполнена жидким азотом при температуре кипения. Чтобы использовать сосуд для проведения оптических экспериментов при низких температурах, часть стенок оставляют свободной от прослойки с жидким азотом. Эта часть соприкасается с окружающей средой. На рисунке чёрными точками изображена зависимость скорости испарения гелия от времени в этом случае. Оцените долю площади поверхности, соприкасающуюся с прослойкой. Считайте, что мощность теплового потока через прослойку сосуда пропорциональна разности температур на её границах и площади поверхности. Остальными потерями пренебрегите. Температура кипения жидкого гелия  $t_{\text{He}} = -268,9$  °С, жидкого азота  $t_{\text{N}_2} = -195,8$  °С. Температура окружающей среды  $t_0 = 20$  °С. *Указание.* Как видно из графиков, в реальном эксперименте скорость испарения гелия меняется со временем. Чтобы получить наиболее точный ответ на второй вопрос, рассматривайте участки графиков, на которых процесс установился, и это изменение невелико.



$$V \approx 1460 \text{ cm}^3; \alpha = \frac{6(t_0 - t_f)}{t_0 - t_{He}} \approx 0,223$$