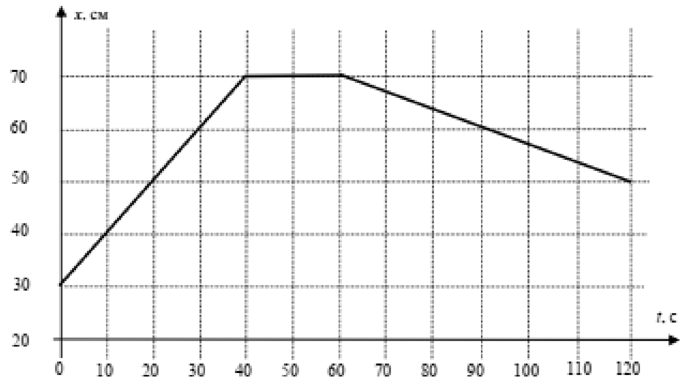
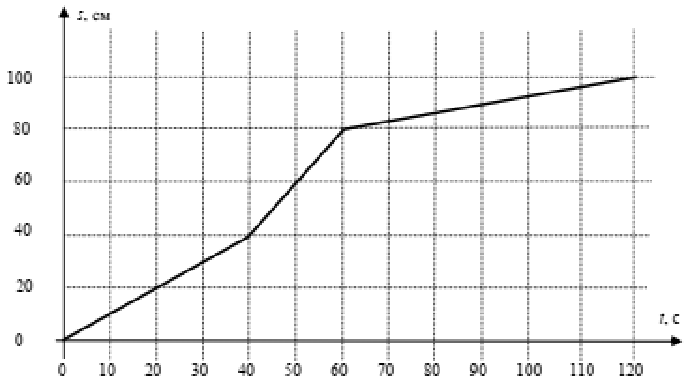
Карточка № 3

1. Столоход

Экспериментатор Глюк на большом лабораторном столе проводил испытания модели вездехода. Координатную ось X он направил вдоль длинного края стола. Зависимости координаты модели $x(t)$ и пройденного им пути $s(t)$ от времени приведены на графиках. Опишите характер движения модели вездехода (словами или сделав рисунок). Определите, с какой максимальной скоростью двигался вездеход? На каком расстоянии друг от друга находятся начальная и конечная точки его движения?





Возможное решение **Замятнин М.**

Из графиков видно, что на первом участке (0 – 40 с) изменение координаты x равно пройденному вездеходом пути. Это означает, что движение происходило вдоль длинного края стола. На втором участке (40 – 60 с), координата x не изменялась, но путь продолжал увеличиваться. Такое возможно, если вездеход двигался в направлении, перпендикулярном оси X, причём часть времени он может ехать в одну сторону, а часть в обратную. На третьем участке (60 - 120 с) уменьшение координаты x совпало с изменением пройденного пути, следовательно, вездеход вновь двигался вдоль длинной стороны стола, но в направлении противоположном первоначальному.

Максимальную скорость вездеход имел на втором участке (самый большой угловой коэффициент наклона графика пути от времени). Из графика находим значение $\upsilon_{макс} = 2{,}0$ см/с.

На втором участке смещение модели вездехода может принимать значения от нуля до 40 см в направлении перпендикулярном оси X. Изменение координаты x за все время движения составило 20 см, откуда, по теореме Пифагора, можно найти максимальное расстояние между точками старта и финиша $L = \sqrt{20^2 + 40^2} \approx 45$ см. Таким образом искомое расстояние лежит в пределах от 20 см до 45 см.

2. Куб кубу рознь

Куб из однородного материала плавает, погрузившись на глубину h в жидкость. На какую глубину H в этой же жидкости погрузится куб, имеющий вдвое бóльшую плотность и вдвое бóльшую длину ребра?

Возможное решение **Замятнин М.**

Запишем условие плавания куба с длиной ребра a, имеющего плотность ρ, в жидкости с плотностью $\rho_ж$:

$$\rho_ж h a^2 g = \rho a^3 g \qquad \text{или} \qquad h = a(\rho / \rho_ж).$$

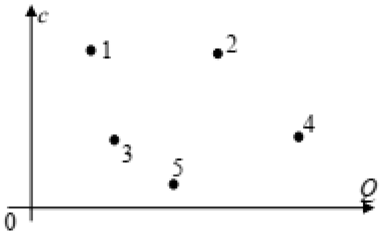
Тогда, для второго куба

$$\rho_ж H (2a)^2 g = (2\rho)(2a)^3 g \qquad \text{или} \qquad H = 4a(\rho / \rho_ж).$$

Из этих уравнений следует, что: $H = 4h$.

Но это не окончательный ответ. Дело в том, что если $H = 4h > 2a$, то большой куб утонет. Это накладывает более жёсткое условие на плавание маленького куба. Так как $4h > 2a$, то $h < a/2$. Иными словами, глубина погружения маленького куба не должна превышать $a/2$. В противном случае большой куб утонет.

3. Разное нагревание

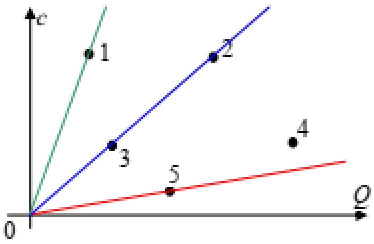


В лаборатории провели измерения удельной теплоемкости пяти твердых тел, имеющих одинаковую массу. Изменений агрегатного состояния вещества в процессе эксперимента не происходило. Результаты измерений нанесли на график, по одной оси которого откладывалась удельная теплоемкость c, а по другой количество теплоты Q, подведённой к телам при их нагревании. К сожалению, масштаб по осям со временем был утрачен. Определите:

- какому телу было передано больше всего теплоты?
- у какого тела изменение температуры оказалось самым большим, а у какого самым маленьким?
- у каких тел изменения температуры оказались одинаковыми?

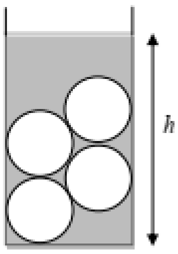
Примечание! Применять свои линейки для нанесения на график масштаба нельзя. Подобные решения будут оценены в ноль баллов.

Возможное решение **Тарасова Е.**



Больше всего теплоты было передано телу 4. Его координата по оси Q самая большая. Если при нагревании твердого тела к нему подводится количество теплоты $Q = mc\Delta t$, то его температура повышается на $\Delta t = Q / mc$. На координатной плоскости (c, Q) для всех тел, имеющих одинаковую массу, температура которых повысилась на одинаковую величину Δt, соответствующие точки лежат на одной прямой, проходящей через начало координат, так как для них отношение $Q/(mc)$ одно и то же. Из этого следует, что изменения температуры тел 2 и 3 одинаковы. Чем больше было повышение температуры, тем больше стало отношение $Q/(mc)$; а прямая, проведённая из начала координат, пойдёт под меньшим углом. Из этого следует, что больше всего нагрелось тело 5, а меньше всего тело 1.

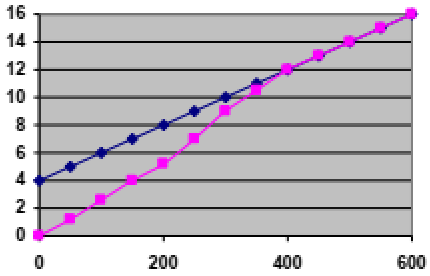
4. Шарики



В цилиндрическом стакане находилось 4 шарика. Экспериментатор аккуратно с помощью шприца добавлял в стакан жидкость и заносил в таблицу значения высоты уровня жидкости в стакане в зависимости от объема добавленной жидкости. Известно, что в процессе эксперимента шарики не всплывали. По результатам измерений определите площадь сечения стакана и объем одного шарика.

V, см^3	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
h, см	0	1,2	2,7	4,1	5,3	7,0	9,0	10,5	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0

Возможное решение **Замятнин М.**



По табличным данным построим график зависимости $h(V)$. Из графика следует, что линейный характер этой зависимости начинается после объема 400 см^3, и добавляемая жидкость распределяется по всему сечению сосуда равномерно. По угловому коэффициенту наклона этой части графика найдём площадь сечения сосуда: $S = \frac{\Delta V}{\Delta h} = \frac{200}{4} = 50$ см^2.

Проведём экстраполяцию линейного участка до нулевого объема добавленной жидкости. В результате получим значение высоты «нулевого» уровня $h_0 = 4$ см. Это позволяет найти суммарный объем четырех и объем одного шарика. $V_1 = Sh_0 / 4 = 50$ см^3.

Решение 2. Из таблицы в условии видно, что, начиная с $V = 400$ см^3 зависимость $h(V)$ является линейной, и добавление каждых 50 см^3 воды приводит к повышению уровня воды на $h = 1$ см. Значит площадь сечения стакана $S = V/h = 50$ см^2. При наличии в стакане $V = 600$ см^3 воды, $h = 16$ см, т.е. объем воды с шариками равен $hS = 800$ см^3. Следовательно суммарный объем шариков равен $V_ш = 200$ см^3, а одного шарика – 50 см^3.