

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ
Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
2023-2024 учебного года
ФИЗИКА

8 класс

Задача 1

Ученики клуба моделистов построили радиоуправляемые модели корабликов и начали запускать их в русле речки Ташла. Два кораблика запускали в противоположные стороны навстречу друг другу между двумя мостиками через речку. Мостик M_1 находится выше по течению, чем мостик M_2 . Если первый кораблик стартует от M_2 к M_1 , а второй одновременно с ним от M_1 к M_2 , то они встречаются ровно на половине пути. Если наоборот, то второй успевает проплыть лишь 20% от всего расстояния. Определите скорость второго кораблика и скорость течения речки Ташла на этом участке, если скорость первого кораблика $v_1 = 6,5$ км/ч.

Возможное решение

В первом случае оба корабля плывут одинаковое время t_1 , которое может быть определено, как

$$t_1 = \frac{0,5L}{v_1 - v_T} = \frac{0,5L}{v_2 + v_T}$$

Отсюда легко получить, что

$$v_1 - v_2 = 2v_T \quad (1)$$

Время движения во втором случае t_2 также одинаково для обеих моделей, но отличается от первого

$$t_2 = \frac{0,8L}{v_1 + v_T} = \frac{0,2L}{v_2 - v_T}$$

Откуда

$$4v_2 - v_1 = 5v_T \quad (2)$$

Решая совместно уравнения (1) и (2), получаем

$$v_T = 1,5 \text{ км/ч}, v_2 = 3,5 \text{ км/ч}.$$

Этап решения	Баллы
Определено время в первом случае	2
Получено соотношение (1)	1
Определено время во втором случае	2
Получено соотношение (2)	1
Получено решение в общем виде	2
Найдена скорость течения	1
Найдена скорость второго кораблика	1
Максимальный балл за правильный и обоснованный ответ	10

Задача 2

В сентябре 2023 г. на базе физико-технического факультета Северо-Кавказского федерального университета проводилась международная конференция по физике магнитных наноматериалов. Для удобства участников конференции в конференц-зале установили термопот (термос с автоподогревом воды) для приготовления чая и кофе. Вначале в него перелили 2 пятилитровые бутылки воды Кубай. Любопытный лаборант Александр начал записывать показания термометра через определенные промежутки времени. Затем заведующий отправил Александра подписывать документы и на время записи прекратились. Через некоторое время после того, как Александр покинул зал, были налиты несколько стаканов чая. Вернувшись, лаборант продолжил записи. В его лабораторном журнале отмечено, что мощность термопота, указанная на его корпусе ~~240~~ Вт.

t, мин	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
T, °C	89,3	89,5	89,6	89,8	89,9	90,1	91,2	91,4	91,6	91,8	92,1	92,3	92,5	92,7

По приведенным данным постройте график зависимости температуры воды от времени и оцените:

1. Начальную температуру воды в термопote.
2. Примерное время, когда был налит чай.
3. Количество налитых стаканов чая, считая объем каждого 180 мл.

Возможное решение

По данным таблицы построим график зависимости температуры воды от времени.

На рис.1 видно, что все точки не лежат на одной прямой. Проведем две прямые, соединив первые и вторые серии точек.

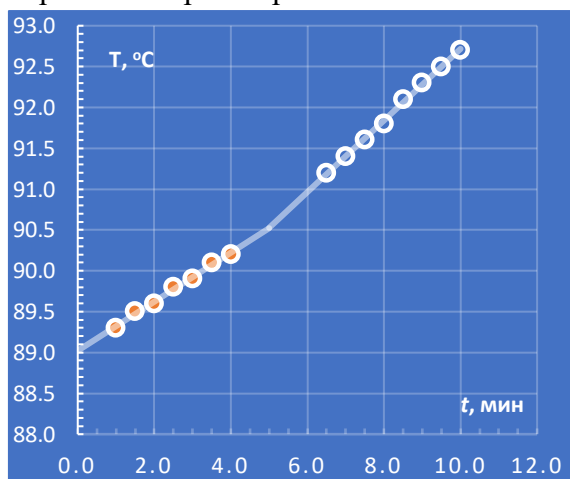


Рис. 1

Для определения начальной температуры мы можем продолжить первую прямую до пересечения с вертикальной осью и получим, что примерное значение температуры воды 89 °C. В данном случае погрешность в 0,3 °C является вполне обоснованной.

Из рисунка очевидно, что в момент времени 5 мин изменился угол наклона графика. Значит при неизменной мощности нагревателя скорость нагревания воды увеличилась. Следовательно, в этот момент времени уменьшилась масса воды. Можно утверждать, что налив чая произошел примерно в 5 мин.

Количество теплоты, полученное от нагревателя, идет на нагревание воды:

$$Q = cm\Delta T, \text{ а } Q = Pt.$$

Получаем:

$$Pt = c\rho V\Delta T$$

Мощность подвода тепла одна и та же, а вот масса воды меняется. Рассмотрим время Δt_1 и изменение температуры ΔT_1 на первом участке и аналогичные величины Δt_2 и ΔT_2 – на втором. Используя их легко получить соотношение

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{V_1}{V_1 - \Delta V} \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \quad (1)$$

Здесь V_1 исходный объем воды, а ΔV – объем вылитой воды.

$$\Delta V = V_1 \left(1 - \frac{\Delta t_2 \Delta T_1}{\Delta t_1 \Delta T_2} \right)$$

Подставим данные

$$\Delta V = 10 \text{ л} \left(1 - \frac{3,5_{\text{мин}} 0,8^\circ \text{C}}{2,5_{\text{мин}} 1,5^\circ \text{C}} \right) \approx 2,53 \text{ л}$$

Тогда количество стаканов чая $N = \frac{\Delta V}{V_0} = \frac{2,53}{0,18} \approx 14$

Этап решения	Баллы
Качественно построен график (подписаны оси, разумно выбран масштаб, нанесены экспериментальные точки, проведены прямые, обозначающие два участка)	3
Правильно найдена начальная температура воды	2
Обоснован вывод о том, что в момент искривления графика изменилась масса воды	1
Правильно найдено время изменения массы воды	1
Получено соотношение вида подобного (1)	2
Определено количество стаканчиков (с погрешностью до 20%)	1
Максимальный балл за правильный и обоснованный ответ	10

Задача 3

Два открытых сверху цилиндрических сосуда стоят на горизонтальной плоскости. Первый сосуд заполнен водой, второй – нефтью с плотностью $\rho_n = 800 \text{ кг/м}^3$. Давления на уровне дна в первом и втором сосудах одинаковы. На какой высоте h от дна сосуда разность давлений нефти и воды будет равна 2 кПа.

Возможное решение

Пусть высота воды и нефти в сосудах равны H_{wat} и H_{oil} . Давления на уровне дна равны, т.е. $\rho_{\text{oil}} g H_{\text{oil}} = \rho_{\text{wat}} g H_{\text{wat}}$ (атмосферное давление полагаем одинаковым для обоих сосудов p_0). Поместим начало координат оси z на уровне дна и направим ось вертикально вверх. Давления, создаваемые нефтью и водой, представляют собой функции

$$p_{\text{oil}}(z) = p_0 - \rho_{\text{oil}} g(z - H_{\text{oil}}), \quad p_{\text{wat}}(z) = p_0 - \rho_{\text{wat}} g(z - H_{\text{wat}}).$$

Разность давлений на уровне с координатой h будет равна $p_{wat}(h) - p_{oil}(h) = (\rho_{wat} - \rho_{oil})gh$. Отсюда $h = \frac{p_{wat}(h) - p_{oil}(h)}{(\rho_{wat} - \rho_{oil})g} = 1,02 \text{ м.}$

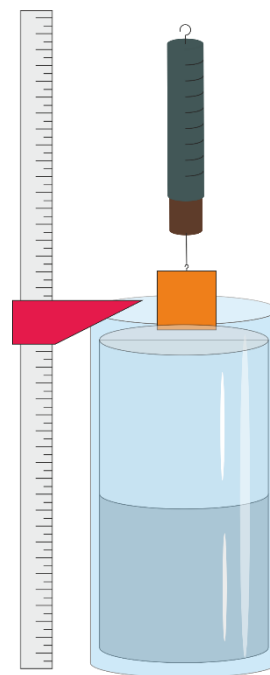
Ответ: $h = \frac{\Delta p}{(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{н}})g} = 1,02 \text{ м.}$

Этап решения	Балл
Верное выражение для равенств давлений на дне	2
Верные выражения для зависимости давлений от расстояния	2
Верно составленное уравнение для определения высоты	3
Правильное аналитическое решение	1
Верный численный ответ	2
Максимальный балл за правильный и обоснованный ответ	10

Задача 4

В лаборатории молекулярной физики физико-технического факультета СКФУ установлен высокий стакан заполненный двумя не смешивающимися жидкостями. Студенту было предложено определить плотность этих жидкостей. Для решения поставленной задачи он использовал металлический кубик, который прикрепил к высокоточному цифровому динамометру. Затем он перемещал кубик постепенно погружая его в жидкость. В экспериментальный журнал он заносил положение кубика относительно дна сосуда и вес кубика. Результаты представлены в таблице. Предполагая, что объем кубика гораздо меньше объема жидкостей и не приводит к изменению уровня жидкостей, определите:

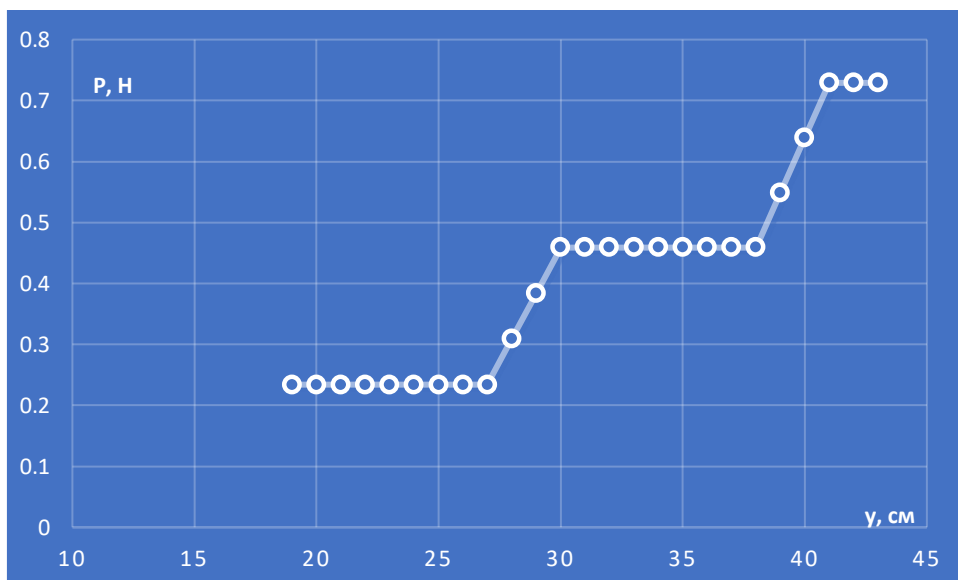
Плотность материала кубика, жидкостей и высоту столба каждой жидкости.



у, см	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30
P , Н	0,729	0,729	0,729	0,639	0,549	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459
у, см	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
P , Н	0,384	0,309	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234

Возможное решение

Построим график зависимости $P(y)$.



Проанализируем полученный график. График читаем справа налево.

Из графика видно, что есть участки, где вес постоянен, что указывает на постоянство свойств окружающей среды. Участки, где происходит изменение связаны с переходом у границы раздела сред.

Таким образом первый раздел соответствует высоте 40 см, а второй – 29 см. Таким образом высота столба первой жидкости 11 см, а второй – 29 см.

Длина этого переход 3 см, а значит это сторона кубика. Таким образом, объем кубика 27 см^3 . Учитывая объем кубика и его начальный вес определяем, что плотность кубика 2700 кг/м^3 .

На первом горизонтальном участке вес уменьшился на $0,27 \text{ Н}$, тогда получаем, что плотность первой жидкости 1000 кг/м^3

Аналогично для второго участка уменьшение составляет $0,494 \text{ Н}$. И плотность окружающей жидкости 1830 кг/м^3

Критерии оценивания:

Этап решения	Баллы
Начерчен график зависимости $P(y)$: - подписаны оси - подобран масштаб - нанесены все точки - начерчена верная кривая одинаковые значения можно пропускать	2 (за каждый пункт по 0,5 б)
Приведено верное рассуждение для поиска h_1 и h_2	1
Верно найдены h_1 и h_2	1
Приведено верное рассуждение для поиска объема кубика	1
Верно найден объем кубика	1
Найдены выталкивающие силы	2
Найдены плотности	2
Максимальный балл за правильный и обоснованный ответ	10