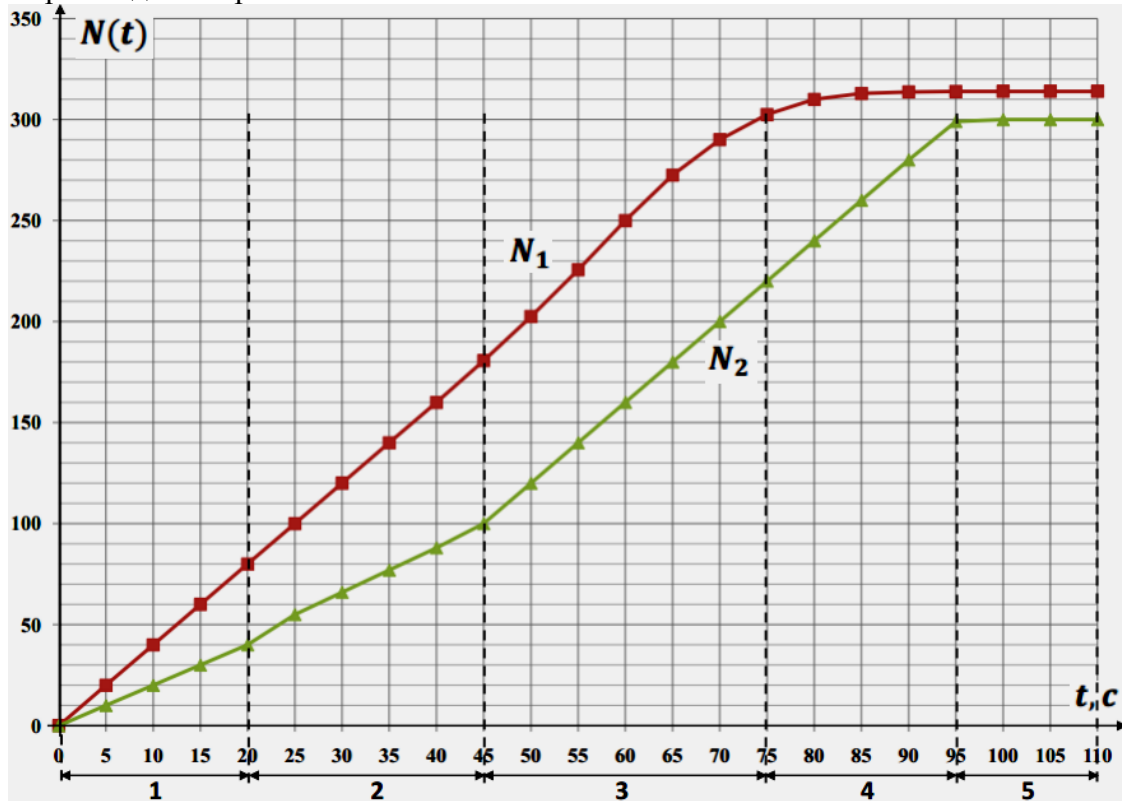


**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «Робофест» по ФИЗИКЕ**  
**ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП 2023-2024 года, вопросы по физике.**  
**Вариант 1 (7 и 8 классы)**

1. У модели гоночного автомобиля две пары колес: задние (ведущие) – радиусом 6 см, и передние (опорные) – радиусом 3 см. Ось каждой колесной пары снабжена *энкодером* - датчиком, измеряющим количество полных оборотов колес от момента включения датчика. Модель «с разгона» проехала трассу с разными покрытиями на разных участках, изменяя режим работы двигателя. Оба датчика включились одновременно при выезде на трассу. На рисунке показаны графики зависимости от времени  $t$  показателей энкодеров на осях передних ( $N_1(t)$ ) и задних ( $N_2(t)$ ) колес при прохождении трассы.



Известно, что передние колеса никогда не проскальзывали, и величина силы трения для них всегда была пренебрежимо мала по сравнению с величиной силы трения задних колес. Пользуясь графиком, ответьте на следующие вопросы:

1.1. На каких участках (номера участков указаны под осью  $t$ ) задние колеса модели проскальзывали? В ответе укажите номера этих участков по порядку, не разделяя пробелами или знаками препинания (например: 124).

1.2. Найдите среднюю скорость движения модели за 100 с движения по трассе. Ответ запишите в м/с с точностью до десятых.

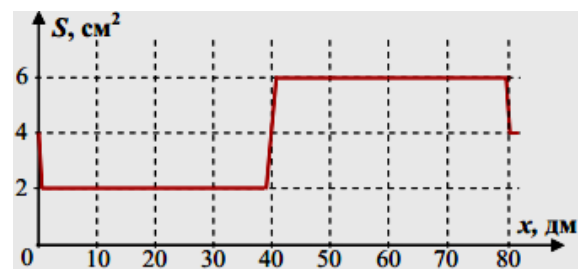
1.3. Оцените максимальную величину скорости движения модели на трассе. Ответ запишите в м/с с точностью до десятых.

1.4. Найдите количество теплоты, которое выделилось за счет трения между ведущими колесами модели и покрытием трассы, если массу модели  $m = 2,5$  кг можно считать неизменной, коэффициенты трения между ведущими колесами на участках трассы равны  $\mu_1 = 0,5$ ,  $\mu_2 = \mu_3 = 0,8$  и  $\mu_4 = \mu_5 = 0,1$ , а ускорение свободного падения можно считать примерно равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Ответ запишите в джоулях, с точностью до целого значения.

2. *Расходом воды*, проходящей через трубу, называют объем воды, проходящий через сечение трубы в единицу времени (эту величину можно измерять в литрах в секунду). При описании течений воду можно считать несжимаемой жидкостью с плотностью  $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$ . Кроме того, если влияние сил трения для рассматриваемого течения пренебрежимо мало, то можно пользоваться *законом Бернулли*: для небольшого объема воды, движущейся по «трубке тока» (так называют часть потока жидкости с малым поперечным сечением, выделенную таким образом, что жидкость не пересекает ее «стенок»), можно считать постоянной величиной  $\frac{\rho v^2}{2} + p + \rho gh = const$  (здесь  $v$  – скорость движения жидкости,  $p$  – давление в жидкости,  $h$  – высота элемента жидкости над «начальным» уровнем), а  $g \approx 10 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения.

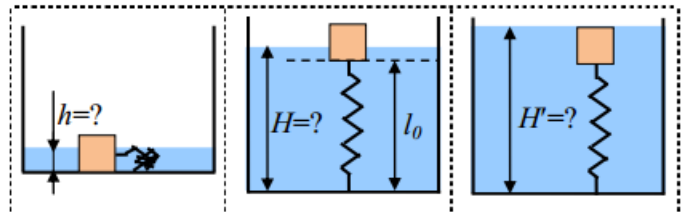
2.1. Расход воды, текущей по трубке с площадью поперечного сечения  $S = 4 \text{ см}^2$ , составляет  $q = 0,8 \text{ л/с}$ . С какой скоростью движется вода по этой трубке? Ответ запишите в м/с с точностью до целого значения.

2.2. Трубка, описанная в предыдущем пункте, переходит в участок длиной 80 дм с переменным сечением (график зависимости площади сечения от расстояния от начала участка показан на рисунке). Найдите среднюю скорость движения воды на этом участке. Ответ запишите в м/с с точностью до целого значения.



2.3. В вертикальном цилиндрическом резервуаре высотой  $h = 0,8 \text{ м}$  налито 2 тонны воды (резервуар сверху открыт и заполнен «до краев»). У самого дна в стенке резервуара есть отверстие площадью  $S = 1 \text{ см}^2$ , заткнутое пробкой. Пробку вытаскивают. За какое время через отверстие выльется 1 кг воды? Ответ запишите в секундах с точностью до десятых.

3. На дне бассейна лежит куб с длиной ребра  $a = 10 \text{ см}$  из дерева с плотностью  $0,6 \text{ г/см}^3$ . К центру одной грани куба прикреплен конец тонкой невесомой пружины (действующими на нее силами тяжести и Архимеда можно пренебречь, жесткость которой  $k = 100 \text{ Н/м}$ , а длина в недеформированном состоянии равна 44 см. Второй конец пружины закреплен на дне бассейна. Куб лежит на дне ровно, но, когда в бассейн начинают медленно наливать воду, она потихоньку проникает под куб.



3.1. При каком уровне воды в бассейне  $h$  куб оторвется от его дна? Ответ запишите в см, с точностью до целого значения.

3.2. При каком уровне воды в бассейне пружина полностью распрямится, но еще не натянется? Ответ запишите в см с точностью до целого значения.

3.3. При каком минимальном уровне воды в бассейне куб целиком скроется под водой? Ответ запишите в см с точностью до целого значения.

4. В калориметре находилось  $M_0 = 300 \text{ г}$  воды. В него насыпали  $m = 60 \text{ г}$  мокрого снега, состоящего на 60% из кристалликов льда и 40% жидкой воды, находящихся в равновесии.

4.1. Чему равнялась температура мокрого снега? Ответ запишите в  $^{\circ}\text{C}$ .

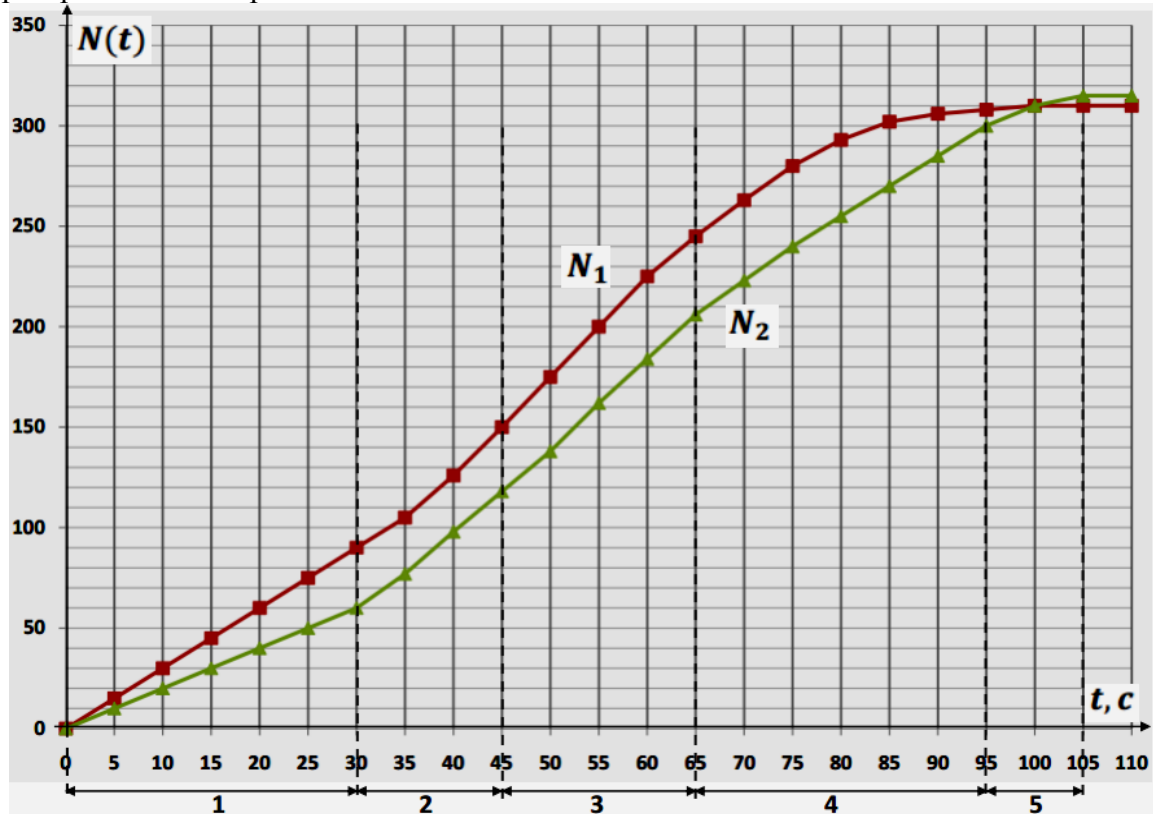
После установления равновесия температура содержимого калориметра оказалась равна  $t_1 = 36,0^{\circ}\text{C}$ .

4.2. Какова была начальная температура воды в калориметре? Теплоемкостью калориметра пренебречь. Считайте, что удельная теплота плавления льда в добавляемой порции  $\lambda = 336 \text{ кДж/кг}$ , удельная теплоемкость воды  $c = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$ . Ответ запишите в  $^{\circ}\text{C}$  с точностью до десятых.

4.3. Сколько еще таких же порций нужно добавить, чтобы последняя добавленная порция растаяла не полностью?

### Вариант 5 (7 и 8 классы)

1. У модели гоночного автомобиля две пары колес: задние (ведущие) – радиусом 3 см, и передние (опорные) – радиусом 2 см. Ось каждой колесной пары снабжена *энкодером* - датчиком, измеряющим количество полных оборотов колес от момента включения датчика. Модель «с разгона» проехала трассу с разными покрытиями на разных участках, изменяя режим работы двигателя. Оба датчика включились одновременно при выезде на трассу. На рисунке показаны графики зависимости от времени  $t$  показателей энкодеров на осях передних ( $N_1(t)$ ) и задних ( $N_2(t)$ ) колес при прохождении трассы.



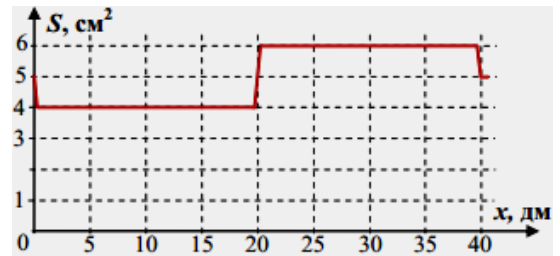
Известно, что передние колеса никогда не проскальзывали, и величина силы трения для них всегда была пренебрежимо мала по сравнению с величиной силы трения задних колес. Пользуясь графиком, ответьте на следующие вопросы:

- 1.1. На каких участках (номера участков указаны под осью  $t$ ) задние колеса модели проскальзывали? В ответе укажите номера этих участков по порядку, не разделяя пробелами или знаками препинания (например: 124).
- 1.2. Найдите среднюю скорость движения модели за 100 с движения по трассе. Ответ запишите в м/с с точностью до десятых.
- 1.3. Оцените максимальную величину скорости движения модели на трассе. Ответ запишите в м/с с точностью до десятых.
- 1.4. Найдите количество теплоты, которое выделилось за счет трения между ведущими колесами модели и покрытием трассы, если массу модели  $m = 2$  кг можно считать неизменной, коэффициенты трения между ведущими колесами и покрытием на разных участках трассы равны  $\mu_1 = \mu_2 = 0,6$ ,  $\mu_3 = \mu_4 = 0,9$  и  $\mu_5 = 0,1$ , а ускорение свободного падения можно считать примерно равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Ответ запишите в джоулях, с точностью до целого значения.

2. *Расходом воды*, проходящей через трубу, называют объем воды, проходящий через сечение трубы в единицу времени (эту величину можно измерять в литрах в секунду). При описании течений воду можно считать несжимаемой жидкостью с плотностью  $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$ . Кроме того, если влияние сил трения для рассматриваемого течения пренебрежимо мало, то можно пользоваться *законом Бернулли*: для небольшого объема воды, движущейся по «трубке тока» (так называют часть потока жидкости с малым поперечным сечением, выделенную таким образом, что жидкость не пересекает ее «стенок»), можно считать постоянной величиной  $\frac{\rho v^2}{2} + p + \rho gh = \text{const}$  (здесь  $v$  – скорость движения жидкости,  $p$  – давление в жидкости,  $h$  – высота элемента жидкости над «начальным» уровнем), а  $g \approx 10 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения.

2.1. Расход воды, текущей по трубке с площадью поперечного сечения  $S = 5 \text{ см}^2$ , составляет  $q = 1,2 \text{ л/с}$ . С какой скоростью движется вода по этой трубке? Ответ запишите в м/с с точностью до десятых.

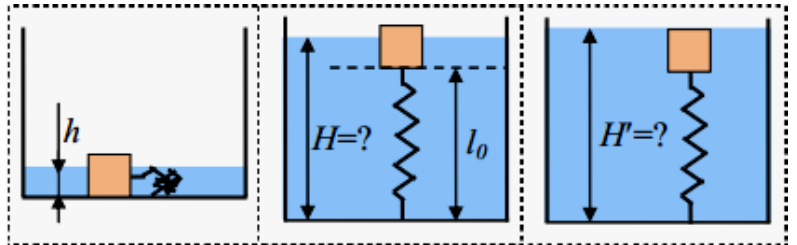
2.2. Трубка, описанная в предыдущем пункте, переходит в участок длиной 40 дм с переменным сечением (график зависимости площади сечения от расстояния от начала участка показан на рисунке). Найдите среднюю скорость движения воды на этом участке. Ответ запишите в м/с с точностью до десятых.



2.3. В вертикальном цилиндрическом резервуаре высотой  $h = 1,25 \text{ м}$  налито 4 тонны воды (резервуар сверху открыт и заполнен «до краев»). У самого дна в стенке резервуара есть

отверстие площадью  $S = 1 \text{ см}^2$ , заткнутое пробкой. Пробку вытаскивают. За какое время через отверстие выльется 3 кг воды? Ответ запишите в секундах с точностью целого значения.

3. На дне бассейна лежит деревянный куб с длиной ребра  $a = 10 \text{ см}$ . К центру одной грани куба прикреплен конец тонкой невесомой пружины (действующими на нее силами тяжести и Архимеда можно пренебречь), жесткость которой  $k = 40 \text{ Н/м}$ , а длина в недеформированном состоянии равна 52 см. Второй конец пружины закреплен на дне бассейна.



Куб лежит на дне ровно, но, когда в бассейн начинают медленно наливать воду, она потихоньку проникает под куб. Когда уровень воды в бассейне достиг  $h = 8 \text{ см}$ , куб оторвался от его дна.

3.1. Найдите плотность дерева, из которого изготовлен этот куб. Ответ запишите в  $\text{г/см}^3$ , с точностью до десятых.

3.2. При каком уровне воды в бассейне пружина полностью распрямится, не еще не натянется? Ответ запишите в см с точностью до целого значения.

3.3. При каком минимальном уровне воды в бассейне куб целиком скроется под водой? Ответ запишите в см с точностью до целого значения.

4. В калориметре находилось  $M_0 = 320 \text{ г}$  воды. В него насыпали  $m = 80 \text{ г}$  мокрого снега, состоящего на 40% из кристалликов льда и 60% жидкой воды, находящихся в равновесии.

4.1. Чему равнялась температура мокрого снега? Ответ запишите в  $^{\circ}\text{C}$ .

После установления равновесия температура содержимого калориметра оказалась равна  $t_1 = 42,0^{\circ}\text{C}$ .

4.2. Какова была начальная температура воды в калориметре? Теплоемкостью калориметра пренебречь. Считайте, что удельная теплота плавления льда в добавляемой порции  $\lambda = 336 \text{ кДж/кг}$ , удельная теплоемкость воды  $c = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$ . Ответ запишите в  $^{\circ}\text{C}$  с точностью до десятых.

4.3. Сколько еще таких же порций нужно добавить, чтобы последняя добавленная порция растаяла не полностью?

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «Робофест»**  
**ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП 2023-2024 года, вопросы по физике.**

**Вариант 1 (7 и 8 классы)**

1. Соревновательная трасса для робота состоит из двух участков, на одном из которых («медленном») он движется с меньшей скоростью, на другом («быстром») – с большей. Известно, что длина «быстрого» участка в два раза больше, чем длина «медленного». Во время первого прохождения средняя скорость робота на трассе равнялась 2,5 м/с. При втором прохождении средняя скорость робота на «медленном» участке возросла в 1,1 раза, а на «быстром» – во столько же раз уменьшилась. Оказалось, что средняя скорость на всей трассе осталась той же. Чему равнялась средняя скорость робота на «быстром» участке при первом прохождении трассы? Ответ запишите в м/с, с точностью до десятых, без указания единиц измерения.

2. В U-образной трубке постоянного сечения, прямые отрезки которой расположены вертикально, было налито некоторое количество воды с плотностью  $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$ . В нее с двух сторон аккуратно доливают маслянистые жидкости (не смешивающиеся с водой): в первом колене жидкость с плотностью  $\rho_1 = 0,6 \text{ г/см}^3$  образует в трубке столбик длиной  $L_1 = 60 \text{ мм}$ , во втором колене жидкость с плотностью  $\rho_2 = 0,75 \text{ г/см}^3$  образует в трубке столбик длиной  $L_2 = 40 \text{ мм}$  (см. рисунок). В состоянии равновесия обе границы раздела жидкостей находятся в вертикальных участках трубки.

2.1. В каком из колен (первом или втором) уровень поверхности жидкости выше? В ответе укажите номер этого колена.

2.2. Найдите разность высот уровней жидкости  $\Delta h$ . В ответе укажите модуль этой величины в мм с точностью до целого значения.

2.3. На сколько нужно увеличить длину столбика долитой жидкости в колене, поверхность жидкости в котором находится ниже, чтобы уровни сравнялись? Считайте, что после такого доливания по-прежнему обе границы раздела жидкостей находятся в вертикальных участках трубки. Ответ запишите в мм с точностью до целого значения.

3. Ученик 8 класса открыл над раковиной оба крана. Известно, что из крана с горячей водой выливалось 0,5 л воды за каждую секунду, а из крана с холодной водой – 1,5 л воды за каждую секунду. С помощью электронного термометра он определил, что температура горячей воды равнялась  $50,0^\circ\text{C}$ , а температура холодной воды  $18,0^\circ\text{C}$ . Через некоторое время он заметил, что уровень воды в раковине перестал изменяться.

3.1. С какой скоростью вытекает вода из раковины через сливное отверстие сечением  $8 \text{ см}^2$  при неизменном уровне воды в раковине? Ответ запишите в м/с, с точностью до десятых.

3.2. Предскажите результат измерения температуры воды в раковине (тоже при неизменном уровне), считая, что измерение производится в области вблизи сливного отверстия, где потоки хорошо перемешаны, так что температура соответствует равновесному значению, и влияние теплообмена с окружающей средой мало. Ответ запишите в градусах Цельсия, с точностью до целого значения.

3.3. Пусть расходы воды для обоих кранов известны с ошибкой не более 0,05 л/с, а термометр измеряет температуры с ошибкой не более  $0,2^\circ\text{C}$ . Оцените возможную ошибку предсказания, данного в ответе на вопрос 3.2. Считайте, что ошибка, связанная с отличием температуры вблизи слива от равновесной заметно меньше ошибки, связанной с неточностью данных. В ответе поставьте:

- 1, если Вы считаете, что эта ошибка более  $0,1^\circ\text{C}$ , но менее  $0,4^\circ\text{C}$ ;
- 2, если Вы считаете, что эта ошибка более  $0,5^\circ\text{C}$ , но менее  $2^\circ\text{C}$ ;
- 3, если Вы считаете, что эта ошибка более  $2^\circ\text{C}$ , но менее  $4^\circ\text{C}$ ;
- 4, если Вы считаете, что эта ошибка более  $4^\circ\text{C}$ , но менее  $8^\circ\text{C}$ ;
- 5, если Вы считаете, что эта ошибка более  $8^\circ\text{C}$ .

4. При подключении вольтметра к клеммам одного аккумулятора он показывает напряжение  $U_1 = 11,7 \text{ В}$ , а при подключении к четырем таким же аккумуляторам, соединенным параллельно – напряжение  $U_4 = 13 \text{ В}$ . Какое напряжение покажет этот же вольтметр, если подключить его к трем таким же аккумуляторам, соединенным последовательно? Ответ запишите в В, с точностью до десятых.