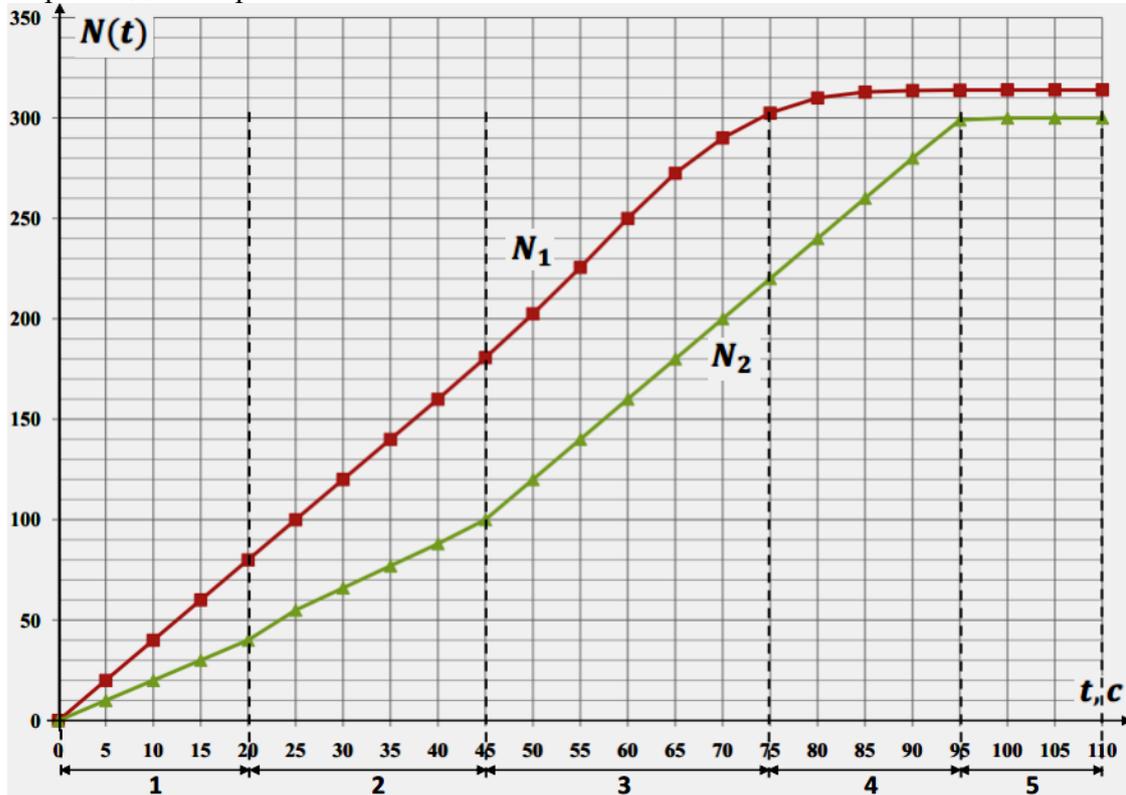


ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «Робофест» по ФИЗИКЕ
ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП 2023-2024 года, вопросы по физике.
Вариант 1 (7 и 8 классы)

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.

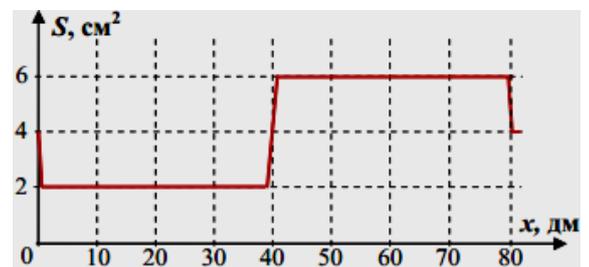
1.3. Оцените максимальную величину скорости движения модели на трассе. Ответ запишите в м/с с точностью до десятых.

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 м/с². 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.

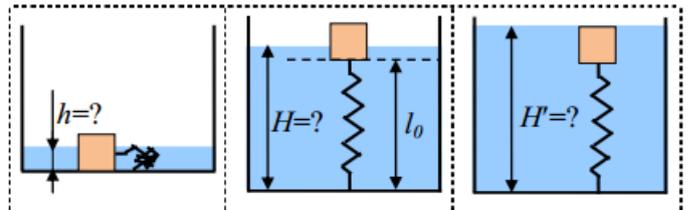
2.1. Расход воды, текущей по трубке с площадью поперечного сечения $S = 4 \text{ см}^2$, составляет $q = 0,8 \text{ л/с}$. С какой скоростью движется вода по этой трубке? Ответ запишите в м/с с точностью до целого значения.

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 расправится, 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 °С.

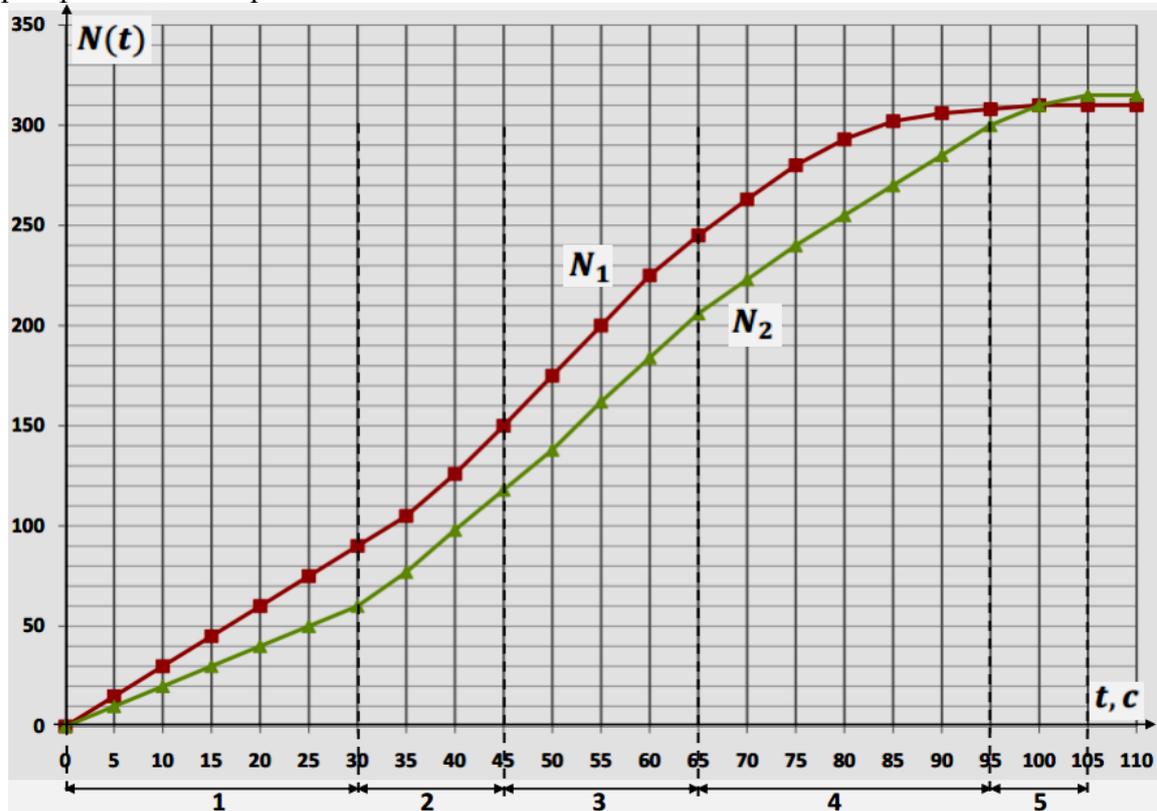
После установления равновесия температура содержимого калориметра оказалась равна $t_1 = 36,0^\circ\text{С}$.

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 $c = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{С)}$. Ответ запишите в °С 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.



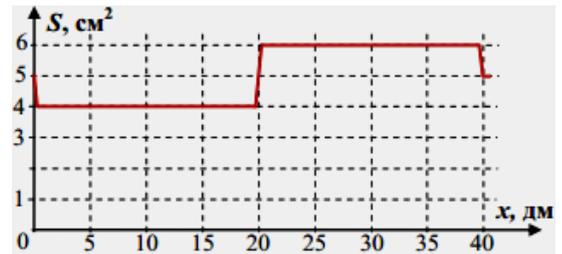
Известно, что передние колеса никогда не проскальзывали, и величина силы трения для них всегда была пренебрежимо мала по сравнению с величиной силы трения задних колес. Пользуясь графиком, ответьте на следующие вопросы:

- 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 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.

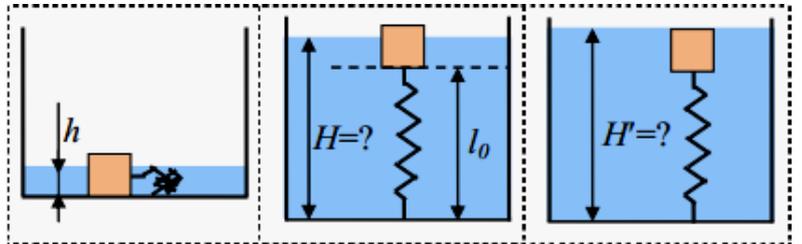
2.2. Трубка, описанная в предыдущем пункте, переходит в участок длиной 40 дм с переменным сечением (график зависимости площади сечения от расстояния от начала участка показан на рисунке). Найдите среднюю скорость движения воды на этом участке. Ответ запишите в м/с с точностью до десятых.



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 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 Δh . 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 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 известен 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°C ;
- 3, если Вы считаете, что эта ошибка более 2°C , но менее 4°C ;
- 4, если Вы считаете, что эта ошибка более 4°C , но менее 8°C ;
- 5, если Вы считаете, что эта ошибка более 8°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.