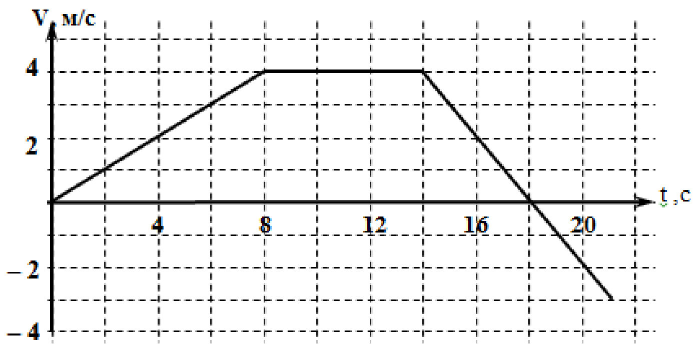
II ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ по ФИЗИКЕ 2019 год

8 Класс.

Задача № 1. *Испытания марсохода*

При испытаниях марсохода на одном из прямолинейных участков движения были получены зависимость скорости от времени, приведенные на графике.

1) Найдите путь марсохода за всё время движения.
2) Найдите расстояние между начальной и конечной точками траектории.



Возможное решение

1. Путь, пройденный телом, за время t определяется площадью под графиком скорости от времени

2. Следовательно, путь равен сумме площади за первые 18 секунд и площади с 18-той по 21 секунду: $\frac{(18+3)\cdot 4}{2} + \frac{3\cdot 3}{2} = 42 + 4{,}5 = 46{,}5$ (м)

3. Т.к. тело первые 21 с тело двигалось в положительную сторону и 3 с возвращалось, то расстояние, между начальной и конечной точкой движения : $\frac{(18+3)\cdot 4}{2} - \frac{3\cdot 3}{2} = 37{,}5$ (м)

Критерии оценивания

За 1-й пункт - 3 балла

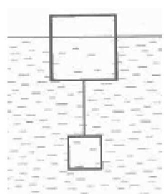
За 2-й пункт - 4 балла

За 3-й пункт 3 балла

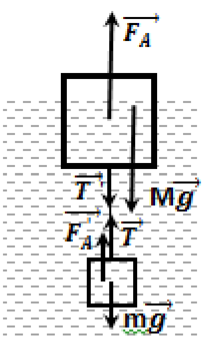
Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2 баллов.

Задача № 2. *Два кубика*

Два кубика, связанные нитью, находятся в воде, так как показано на рисунке. Верхней, со стороной ***a*** = 80 см , плавает, погрузившись в воду на три четверти своего объёма. Сторона нижнего в два раза меньше, но его плотность в 3 раза больше, чем у верхнего куба. Определите плотность материала верхнего кубика и силу натяжения связывающей кубики нити T.



Возможное решение



1. Сделан рисунок и расставлены силы.

2. Условие равновесия для кубика массой M: $\overrightarrow{F_A} + M\vec{g} + \vec{T} = 0$

   В проекции на вертикальную ось: $F_A = Mg + T$ или $\frac{3}{4}\rho_0 a^3 g = \rho a^3 g + T$

3. Условие равновесия для кубика массой m: $\overrightarrow{F_A'} + m\vec{g} + \vec{T}' = 0$

   В проекции на вертикальную ось: $F_A + T = mg$ или $\frac{1}{8}\rho_0 a^3 g = \frac{3}{8}\rho a^3 g + T'$

4. Т.к. T = T ′ по 3-му закону Ньютона, то имеем систему двух уравнений с двумя неизвестными ρ_0 и T. Решая эту систему получим ответы

5. $\rho = \frac{7}{11}\rho_0 = 0{,}636$ г/см³ ; 6. $T = \frac{5}{44}\rho_0 a^3 g \approx 49$ (H)

Критерии оценивания

За 1-й пункт - 3 балла

За 2-й пункт - 2 балла

За 3-й пункт 2 балла

За 4-й пункт - 1 балла

За 5-й пункт - 1 балла

За 6-й пункт 1 балла

Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2 баллов.

Задача № 3. Фаренгейт

Экспериментатор Глюк обратил внимание, что в начале зимы показания двух уличных термометров (один проградуирован в градусах Цельсия, а дугой в градусах Фаренгейта) совпадая по модулю имеют разные знаки − 11,5ºC и 11,5ºF. Когда наступили суровые морозы, показания термометров опять совпали, но теперь уже и по знаку − 40ºC и − 40ºF. Определите, какую температуру показывает термометр в градусах Цельсия, когда показания второго равны +40ºF.

Возможное решение

Так как обе шкалы линейные, то линеен и закон преобразования из градусов Фаренгейта в градусы по Цельсию. Запишем его: $T_C = aT_F + b$, где a и b – постоянные коэффициенты. T_{F1} = 11,5ºF, T_{C1} = – 11,5ºC, T_{F2} = – 40°F, T_{C2} = – 40°C, T_{F3} = 40°F, T_{C3} – необходимо найти.

Решая систему, найдем $a = \frac{T_{C1} - T_{C2}}{T_{F1} - T_{F2}}$ = 0,56°C/°F и $b = \frac{T_{C2} \cdot T_{F1} - T_{C1} \cdot T_{F2}}{T_{F1} - T_{F2}}$ = – 17,9°C.

Подставив T_{F3} = 40°F в полученный закон перевода, получим $T_{C3} = aT_{F3} + b$ = 4,5°C.

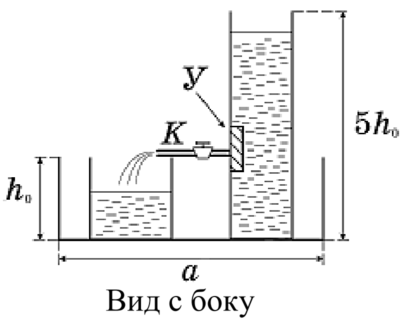
Критерии оценивания

1. Высказана идея о том, что необходимо найти закон перевода 1 балл
2. Записана система уравнений 2 балла
3. Найдены коэффициенты в законе перевода (по 3 балла за каждый) 6 баллов
4. Найдена искомая температура 1 балл

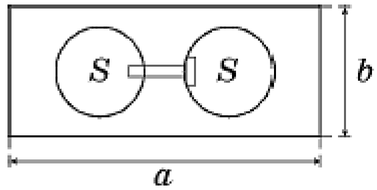
Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2 баллов.

Задача № 4. ***Переливание***

В прямоугольном поддоне со сторонами $\boldsymbol{a}$ = 30 см, $\mathbf{b}$ = 20 см и высотой бортика h_0 = 10 см стоят легкие цилиндрические сосуды с площадью основания S = 100 см² каждый (см. рис.). Высота первого сосуда h_0, а второго $5h_0$. Дно поддона шероховатое. В высокий сосуд через отверстие в стенке вставлена тонкая трубка с краном **К**, второй конец которой лежит на стенке низкого сосуда. В этом положении трубка горизонтальна. Благодаря наличию устройства **У**, при открытом кране К уровень воды в высоком сосуде понижается с постоянной скоростью υ = 1,0 мм/с. Первоначально в низком сосуде и поддоне воды нет, а уровень воды в высоком сосуде равен $5h_0$. В момент времени t = 0 кран открывают. Постройте



Вид с боку



Вид с верху

график зависимости давления p, оказываемого низким сосудом на дно поддона, от времени t после открытия крана ($0 < t < 500$ с). Отметьте на осях графика величины p и t в характерных точках – излома, максимума или минимума

Возможное решение

Так как площади сечения сосудов одинаковы, а уровень воды в высоком сосуде понижается со скоростью $\upsilon = 1$ мм/с, низкий сосуд заполнится через время $t_1 = h_0/\upsilon = 100$ с после открытия крана. До этого момента воды в поддоне нет, сила Архимеда на сосуд не действует, а давление, оказываемое низким сосудом на дно поддона, равномерно возрастает $P(t) = \rho gh = \rho g\upsilon t$. Максимальное значение давления P_{max} достигается при $t = t_1$ и равно $P_{max} = 1000$ Па.

Начиная с момента времени t_1, вытекающая вода начинает заполнять поддон и появляется всё возрастающая сила Архимеда, действующая на сосуды. Всего в поддон вытечет объем воды равный $V = 3h_0S = 3000$ см³. Этот объем воды будет вытекать в течение времени $t_2 = 300$ с и растечётся по площади S_1, равной площади поддона минус площадь сечения двух сосудов: $S_1 = ab - 2S = 400$ см². Из условия равенства объемов получаем $V = S_1 \cdot Z_{max}$, где Z_{max} максимальный уровень воды в поддоне, и окончательно: $Z_{max} = V/S_1 = 3h_0S/(ab - 2S) = 7{,}5$ см $= 75$ мм. После этого вытекание воды прекратиться и никаких изменений в системе происходить не будет.

Максимальная сила Архимеда, действующая на сосуд при уровне воды в поддоне Z_{max}, равна $F_A = \rho gSZ_{max} = 7{,}5$ Н. При этом достигается минимальное давление заполненного водой низкого сосуда на дно поддона $P_{мин} = P_{max} - F_A/S = 1000 - 750 = 250$ Па.

График зависимости P(t) представлен на рисунке

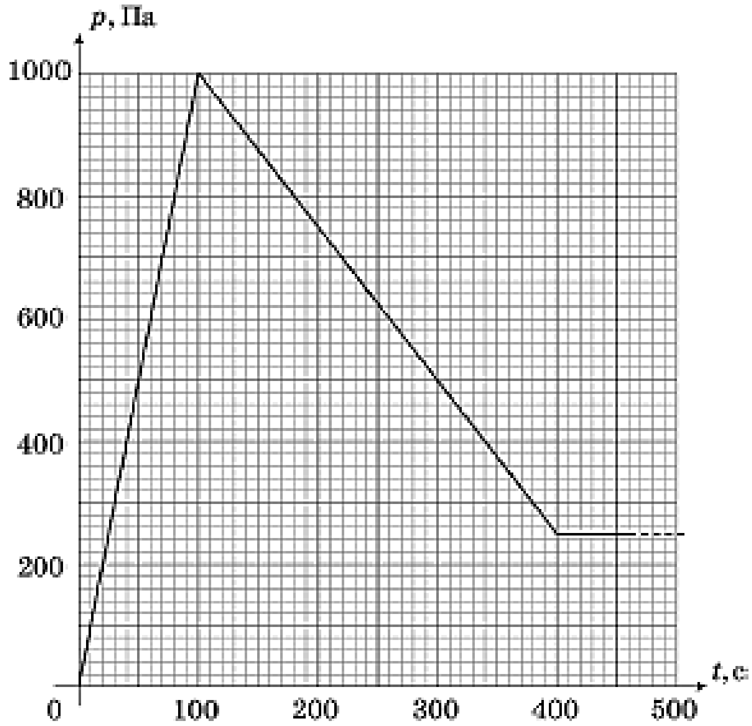


Рис.

Критерии оценивания

1. Определено время заполнения низкого сосуда 1 балл
2. Определено максимальное давление низкого сосуда на дно поддона 1 балл
3. Определено общее время вытекания воды из высокого сосуда 1 балл
4. Определен максимальный уровень воды в поддоне 2 балла
5. Определена максимальная сила Архимеда 1 балл
6. Определено минимальное давление низкого сосуда на дно поддона 2 балла
7. Представлен правильный график зависимости P(t) 2 балла
8. Подписаны оси и указаны единицы измерения, выбран удобный масштаб

   с равными делениями 0,5 балла

Наличие трех участков на графике 0,5 балла

Верно нанесены характерные точки изломов 1 балл

Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2 баллов.