

Всероссийская олимпиада школьников 2021-2022

физика (муниципальный этап)

Калининград,

9 класс

Общее время выполнения работы – **3 часа 50 минут**.

Максимальное количество баллов – **50 баллов**

При выполнении работы можно пользоваться непрограммируемым калькулятором.

ЗАДАЧА 1. "Умка"

Умка принес ведро, в котором находилась смесь воды со льдом общей массой $M = 10$ кг. Через интервал времени $\tau_1 = 50$ мин лёд растаял, а ещё через время $\tau_2 = 10$ мин. вода в ведре нагрелась на $\Delta t = 2$ °С. Определите с точностью до сотой кг какая масса воды находилась в ведре, когда Умка внес его в комнату. Удельная теплоемкость воды $c = 4,2$ кДж/кг·К, теплоемкостью ведра пренебечь. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 0,33$ МДж/кг.

РЕШЕНИЕ.

Из комнаты к смеси передается тепло, в первый промежуток времени τ_1 оно идет на таяние льда, тогда можем записать

$$q\tau_1 = \lambda (M - m), \quad (1)$$

где q –тепло, поступающее к смеси из комнаты за единицу времени.

Во второй промежуток времени τ_2 поступающее тепло идет на прогревание всей воды в ведре, соответственно имеем

$$q\tau_2 = c M \Delta t. \quad (2)$$

Исключив из уравнений (1), (2) величину q , легко получить выражение для первоначальной массы воды в ведре

$$m = M \left(1 - \frac{c \Delta t \tau_1}{\lambda \tau_2} \right) = 8,73 \text{ кг.}$$

ОТВЕТ: 8,73 кг

Критерии оценивания задачи №1:

1	Введено понятие тепловой мощности q	3
2	Получено уравнение количества теплоты (1)	2

3	Получено уравнение количества теплоты (2)	2
4	Получено уравнение вычислено значение первоначальной массы	3

ЗАДАЧА 2. "Винни-Пух" (10 баллов)

Винни-Пух после того как Пятачок прострелил шарик, стал свободно падать и в последнюю секунду движения пролетел половину всего пути. С какой высоты h падает медвежонок и каково время t его падения? Ответ дать с точностью до десятых.

РЕШЕНИЕ

Обозначим половину пути за S , тогда $h = 2S$ (1). Уравнение движения тела: $h = \frac{gt^2}{2}$ (2).

Вторая половина пути $S = vt_2 + \frac{gt_2^2}{2}$, где $v = g(t - t_2)$, где $t_2 = 1$ с.

Тогда $S = g(t - t_2)t_2 + \frac{gt_2^2}{2}$ или, с учетом (1), $h = 2gt_2(t - t_2) + gt_2^2$ (3).

Приравняем (2) и (3):

$$\frac{gt^2}{2} = 2gt_2(t - t_2) + gt_2^2 \quad t^2 = 4t_2t - 4t_2^2 + 2t_2^2 \quad (4)$$

Учтем, что $t_2 = 1$ с: $t^2 - 4t + 2 = 0$.

Решение квадратного уравнения $t = 0.6$ с не соответствует условию задачи, тогда $t = 3.4$ с;
 $h = 5 \cdot 3,4^2 = 57,8$ м.

ОТВЕТ: 57,8 м

Критерии оценивания задачи № 2:

1	Правильно записано уравнение движения тела	2 балла
2	Правильно записано уравнение для определения второй половины пути	2 балла
3	Получено уравнение (4)	4 балла
4	Определен правильный ответ и отброшен не соответствующий	2 балла

ЗАДАЧА 3. "Мартышка и Удав" (10 баллов)

Когда хвост ползущего Удава поравнялся с пальмой, под которой сидела Мартышка, она, решив измерить длину Удава, побежала вдоль Удава и положила банан рядом с его головой. Затем Мартышка побежала обратно и положила второй банан рядом с кончиком хвоста. Потом пришел Попугай и измерил расстояние от пальмы до каждого из бананов, которые оказались равными 16 и 48 Попугаев. Найдите длину Удава в Попугаях с точностью до целых, а также, во сколько раз Мартышка бежит быстрее, чем ползает Удав.

РЕШЕНИЕ.

На первом этапе время движения Мартышки вдоль Удава и путь равны

$$t_1 = \frac{l}{v-u}, \quad x_1 = v \cdot t_1 = \frac{v}{v-u} \cdot l, \quad (1)$$

где l – длина Удава; v , u – скорости Мартышки и удава; $x_1 = 48$ – координата первого банана в Попугаях, тогда координата второго банана $x_2 = 16$.

На втором этапе время

$$t_2 = \frac{l}{v+u}, \quad x_1 - x_2 = v \cdot t_2 = \frac{v}{v+u} \cdot l. \quad (2)$$

Принимая, что $n = \frac{v}{u}$, из (1), (2) следует

$$\frac{x_1}{x_1 - x_2} = \frac{v+u}{v-u} = \frac{n+1}{n-1} = \frac{48}{48-16} = \frac{3}{2}.$$

Откуда $n = \frac{v}{u} = 5$. Тогда $l = \frac{v-u}{v} \cdot x_1 = \frac{n-1}{n} \cdot x_1 = 38,4 \approx 38$ (попугаев)

ОТВЕТ: 38 попугаев, в 5 раз

Критерии оценивания задачи № 3:

1	Определены время и путь на первом этапе (1)	2
2	Определены время и путь на первом этапе (2)	2
3	Найдено отношение скоростей n	3

4	Вычислена длина удава	3
---	-----------------------	---

ЗАДАЧА 4. "Кастрюльки-стаканчики" (10 баллов)

Цилиндрический кастрюлька наполнен водой до уровня $H = 20$ см. В воду, плотность которой $\rho = 1$ г/см³, опустили плавать серебряный стакан, и уровень воды поднялся на $h = 2$ см (плотность серебра составляет $\rho_1 = 10$ г/см³). Стакан оказался дырявым и, спустя некоторое время, утонул. Вычислить новый уровень H_1 воды в сосуде.

РЕШЕНИЕ

Как видно из рисунка:

$$HS = H_1S - V_{Ag}, \quad (1)$$

Условие плавания тела и сила Архимеда:

$$F_A = \rho_1 g V_{Ag}, \quad (2)$$

$$F_A = \rho g S_1 x. \quad (3)$$

$$\rho_1 g V_{Ag} = \rho g S_1 x,$$

$$(H+h)S = HS + S_1 x, \quad (4)$$

$$S_1 x = hS. \quad \rho_1 g V_{Ag} = \rho g hS,$$

$$V_{Ag} = \frac{hs\rho}{\rho_1}, \quad (5)$$

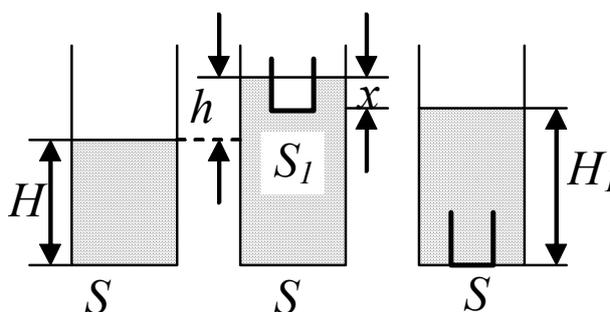
$$H_1 = H + \frac{V_{Ag}}{S} = H + \frac{h\rho}{\rho_1}, \quad (6)$$

Таким образом: $H_1 = 20,2$ см.

ОТВЕТ: $H_1 = 20,2$ см

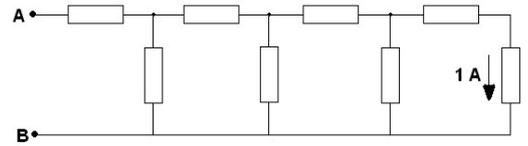
Критерии оценивания задачи № 4:

1	Получено соотношение объёмов (1)	2
2	Записаны выражения для силы Архимеда (2) и (3)	2
3	Получено выражение для объёмов (4) и (5)	2
4	Получено выражение и вычислено значение высоты H_1 (6)	3

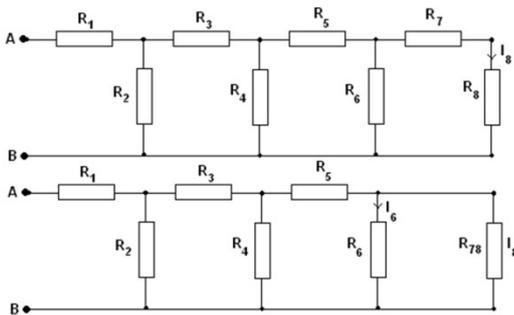


ЗАДАЧА 5. "Профессор Гений Чудаков" (10 баллов)

Профессор Гений Евгеньевич Чудаков собрал цепь, в которой каждый резистор имеет сопротивление 1 Ом. Но по своей рассеянности, забыв вольтметр и взяв только амперметр, измерил ток, протекающий через последний резистор справа. Он оказался равным 1 А. "Каково же напряжение между точками А и В?", - задумался профессор...



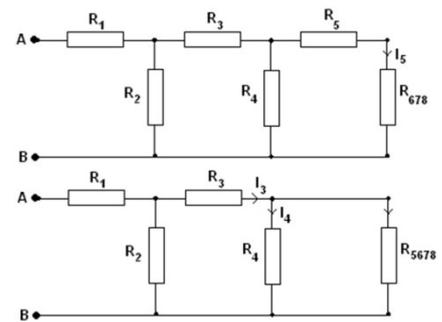
РЕШЕНИЕ.



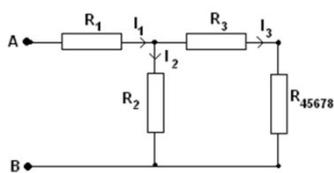
Обозначим резисторы, как показано на верхнем рисунке справа. Через резисторы R_7 и R_8 протекает ток силой 1 А, потому что резисторы включены последовательно. Сопротивление $R_{78} = 2R = 2$ Ом, а напряжение $U_{78} = 2$ В.

Сила тока через резистор R_6 будет равна $I_6 = U_{78}/R_6 = 2$ А.

Через резистор R_5 будет равен $I_5 = I_6 + I_{78} = 3$ А, а напряжение на нем 3 В.



Напряжение на резисторе R_4 будет определяться $U_4 = U_5 + U_{678} = 5$ В. Через это резистор будет протекать ток $I_4 = 5$ А.



Через резистор R_3 будет протекать ток I_3 , который можно определить: $I_3 = I_4 + I_5 = 8$ А. Напряжение на нём будет равно $U_3 = 8$ В.

Напряжение на резисторе R_2 $U_2 = U_3 + U_4$. $U_2 = 13$ В.

Через резистор R_2 будет протекать ток $I_2 = U_2/R_2$, $I_2 = 13$ А.

Через резистор R_1 ,будет протекать ток $I_1 = I_2 + I_3$ или

$I_1 = 13$ А + 8 А = 21 А, а напряжение на нем будет равно $U_1 = 21$ В.

Напряжение между точками А и В будет равно $U_{AB} = U_1 + U_2 = 21$ В + 13 В = 34 В.

ОТВЕТ: $U_{AB} = 34$ В.

Критерии оценивания задачи №5

Верное нахождение сопротивлений при последовательном и параллельном сопротивлении	2 балл
Нахождение напряжения $U_{78}=2$ В.	2 балл
Нахождение напряжения на R_5	2 балл
Правильное отображение эквивалентных цепей	2 балл
Правильно определение напряжения между точками А и В	2 балл