

Физика.8 класс
1 вариант
Критерии оценивания

Задача 1. Решение и критерии оценивания

При перевороте системы сила Архимеда не изменится, так как не меняется сила тяжести, а значит и не изменится и объём погруженной части.

$$V_{\text{до}} = V_{\text{после}} \quad (1)$$

$$V_{\text{к}} = a^3 \text{ объём кубика} \quad (2)$$

$$V_{\text{п}} = \frac{1}{3}a^3 \text{ - объём нашей пирамиды} \quad (3)$$

Поскольку объём призмы несколько меньше, чем объём пирамиды, то кубик погрузится на добавочный объём $V_{\text{доб}}$, из которого и найдем глубину h_1 погружения кубика:

$$a^3 = \frac{1}{3}a^3 + V_{\text{доб}} \quad (4)$$

$$V_{\text{доб}} = \frac{2}{3}a^3 = h_1 a^2 \quad (5)$$

$$h_1 = \frac{2}{3}a. \quad (6)$$

Общая глубина погружения системы после переворота будет:

$$H = h_1 + h = \frac{5}{3}a = 20 \text{ см}$$

Определим плотность материала. Сила Архимеда равна силе тяжести.

$$mg = \rho_0 g V_{\text{до}}$$

$$\rho(a^3 + \frac{1}{3}a^3) = \rho_0 a^3$$

$$\rho = \frac{3}{4}\rho_0 = 750 \text{ кг/м}^3$$

Критерии оценивания

Указано, что объёмы погруженных частей до и после равны - 6 баллов.

Определен объём погруженной части кубика после переворота системы - 4 балла.

Рассчитана высота погруженной части - 2 балла.

Рассчитана полная глубина погружения системы - 2 балла.

Записано равенство силы тяжести и силы Архимеда - 2 балла.

Записано уравнение для расчета плотности материала системы - 2 балла.

Рассчитана плотность - 2 балла.

Задача 2. Одно из возможных решений и критерии оценивания

1. Записана в явном виде идея, что путь, который пробежал Шарик, равен произведению его скорости на время до встречи между дядей Федором и Матроскиным:

$$S_2 = v_3 t \quad (8 \text{ балла})$$

2. Определена относительная скорость движения

$$v_{\text{от}} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \quad (4 \text{ балла})$$

3. Определено время от начала движения до встречи дяди Федора и кота Матроскина

$$t = \frac{S_1}{v_{\text{от}}} \quad (4 \text{ балла})$$

4. Записана формула в общем виде для определения пути

$$S_2 = v_3 \frac{S_1}{v_{\text{от}}} \quad (2 \text{ балла})$$

5. Получен правильный ответ: $S_2 = 1$ км

(2 балла)

Если считали отдельно, то снять 1 балл.

Ребята могут решать задачу исходя из египетского треугольника. Вначале определяют стороны 0,3 км и 0,4, затем находят время движения для любого из персонажей и определяют путь Шарика.

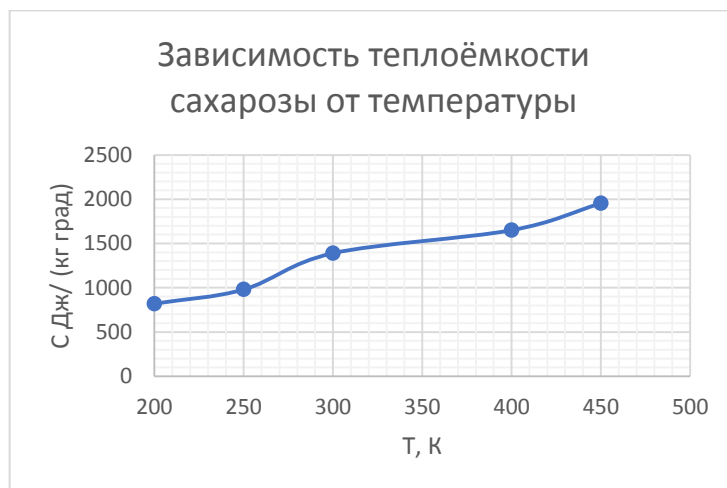
Задача 3. Решение и критерии оценивания

Если теплоемкость постоянна, то $\Delta Q = cm\Delta T$, тогда количество теплоты, необходимое для нагрева единицы массы равно:

$$\frac{\Delta Q}{m} = c\Delta T,$$

то есть площади под кривой в координатах (С, Т). В случае, если теплоёмкость не постоянна, то всё равно площадь в этих координатах равна энергии, необходимой для нагрева единицы массы (1 кг).

Построен график в координатах (Т, С) - 6 баллов



Рассчитана энергия, необходимая для нагрева 1 кг сахарозы по площадям:

$$\frac{\Delta Q}{m} = 347,5 \text{ кДж/кг}$$

Критерии оценивания

1. Записана формула для расчета количества энергии 2 балла
2. Записана в явном виде идея, что площадь под кривой равна количеству энергии переданной системе для ее нагрева - 8 баллов.
3. Построен график зависимости С от Т - 6 баллов
4. Рассчитана площадь под кривой с точность до 10 % - 4 балла
Если точность менее 10 % - 2 балла
Менее 15 % - 1 балл
Менее 20 % - 0 баллов

Задача 4. Решение и критерии оценивания

Количество энергии, получаемой квартирой Q_1 от батареи, равно количеству энергии Q_2 , которую квартира отдает через стены:

$$Q_1 = Q_2. \quad (1) \quad (2 \text{ балла})$$

$$Q_1 = \alpha_1(T_{B1} - T_K) \quad (2) \quad (4 \text{ балла})$$

$$\text{и } Q_2 = \alpha_2(T_K - T_{y1}), \quad (3) \quad (4 \text{ балла})$$

где α_1 и α_2 - коэффициенты пропорциональности между переданной энергией и разностью температур. На основании уравнения (1), (2) и (3) имеем:

$$\alpha_1(T_{B1} - T_K) = \alpha_2(T_K - T_{y1}). \quad (4) \quad (2 \text{ балла})$$

При уменьшении температуры на улице до T_{y2} имеем аналогичное (4) уравнение:

$$\alpha_1(T_{B2} - T_K) = \alpha_2(T_K - T_{y2}). \quad (5) \quad (2 \text{ балла})$$

Разделим (5) на (4) и определим температуру T_{B2} батареи после того, как температура на улице уменьшится:

$$T_{B2} = \frac{(T_K - T_{y2})}{(T_K - T_{y1})} (T_{B1} - T_K) + T_K \quad (2 \text{ балла})$$

Считая, что расход топлива идет на нагрев воды от $T = +20^\circ\text{C}$ до температуры батареи T_B , то есть

$$Q' = cm(T_B - T) \quad (1 \text{ балл})$$

Найдем во сколько раз увеличится расход энергии на ТЭЦ:

$$\frac{Q'_2}{Q'_1} = \frac{cm(T_{B2} - T)}{cm(T_{B1} - T)} = \frac{(T_{B2} - T)}{(T_{B1} - T)} \quad (1 \text{ балл})$$

$$\text{Значение температуры батареи } T_{B2} = 46,7^\circ\text{C}. \quad (1 \text{ балл})$$

$$\text{Увеличение энергии составит: } \frac{Q'_2}{Q'_1} = 1,335 \quad (1 \text{ балл})$$

Задача 5. Решение и критерии оценивания

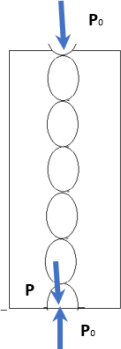
Пусть в цилиндре N невесомых шариков объёмом V и нижний шарик вошёл на половину. Общая высота цилиндра

$$H = ND + D/2. \quad (1)$$

На нижнем урезе цилиндра на шарик, который вошел в него давит атмосферное P_0 давление, направленное вверх, вниз сумма гидростатического давление P и атмосферное P_0 в результате чего возникает разность давлений равное гидростатическому давлению:

$$\Delta P = (P_0 + P) - P_0 = \rho_0 g H \quad (2)$$

В результате возникает прижимная сила


$$F = \Delta P S = \rho_0 g H \frac{1}{4} \pi D^2 = (N + \frac{1}{2}) \rho_0 g \frac{1}{4} \pi D^3 \quad (3)$$

На шарики действует сила Архимеда равная:

$$F_A = \rho_0 g V = \frac{1}{6} N \rho_0 g \pi D^3 \quad (4)$$

Сравним эти две силы. Сила Архимеда меньше, чем прижимная сила на величину:

$$\Delta F = (N + \frac{1}{2}) \rho_0 g \frac{1}{4} \pi D^3 - \frac{1}{6} N \rho_0 g \pi D^3 = \rho_0 g \pi D^3 \left(\frac{1}{12} N + \frac{1}{8} \right) \quad (5)$$

Система не будет всплывать.

Работа по перемещению шариков на расстояние $D/2$ будет равна:

$$A = \Delta F \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \rho_0 g \pi D^4 \left(\frac{1}{12} N + \frac{1}{8} \right)$$

$$A = 143 \text{ мкДж}$$

Критерии оценивания

Обоснована идея, что возникает прижимная сила, равная гидростатическому давлению. - 8 баллов

Записана величина прижимной силы – 2 балла

Записана величина силы Архимеда – 2 балла

Сравнены эти две силы -2

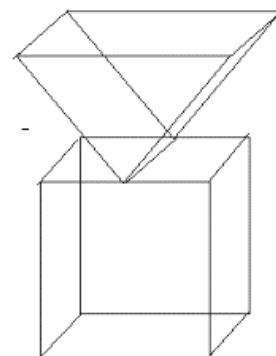
Записана величина силы, против которой придется совершать работу – 2 балла

Записана формула для расчета работы – 2 балла

Подсчитана ее величина – 2 балла

Физика.8 класс
2 вариант
Критерии оценивания

Задача 1. Система тел в воде. (20 баллов) В воде плавает система тел, состоящая из сплошных кубика со стороной $a=12$ см и призмы длиной $L=a$, в основании которой лежит равнобедренный прямоугольный треугольник со стороной a . Кубик полностью погружен в воду. На какую глубину погрузится система, если её перевернуть? Чему равна плотность материала из которого выполнена система? Плотность воды $\rho_0 = 1000$ кг/м³.



Решение и критерии оценивания

При перевороте системы сила Архимеда не изменится, так как не меняется сила тяжести, а значит и не изменится и объём погруженной части.

$$V_{\text{до}} = V_{\text{после}} \quad (1)$$

$$V_{\text{к}} = a^3 \quad \text{объём кубика} \quad (2)$$

$$V_{\text{п}} = 1/2 a^3 \quad \text{- объём нашей призмы} \quad (3)$$

Из (1) и (2) следует, что

Из (1) и (2) следует, что

$$a^3 = 1/2 a^3 + V_{\text{доб}} \quad (4)$$

$$V_{\text{доб}} = 1/2 a^3 = h_1 a^2 \quad (5)$$

Поскольку, будет погружен не только полностью пирамида, но и часть кубика высотой

$h_1 = 1/2 a$, то глубина погружения призмы будет равна $H = h_1 + h_2$, где h_2 , высота треугольника

$$h_2 = \sqrt{a^2 - \left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \frac{a\sqrt{2}}{2} \quad (6)$$

Общая глубина погружения системы после переворота будет:

$$H = h_1 + h_2 = \frac{1}{2} a + \frac{a\sqrt{2}}{2} = 6(1 + 1,4) = 14,4 \text{ см}$$

Определим плотность материала. Сила Архимеда равна силе тяжести.

$$\begin{aligned} mg &= \rho_0 g V_{\text{до}} \\ \rho(a^3 + 1/2 a^3) &= \rho_0 a^3 \\ \rho &= \frac{2}{3} \rho_0 = 667 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

Критерии оценивания

Указано, что объёмы погруженных частей до и после равны - 6 баллов.

Определен объем погруженной части кубика после переворота системы - 4 балла.

Рассчитана высота погруженной части куба - 1 балла.

Рассчитана высота пирамиды – 2 балл

Рассчитана полная глубина погружения системы - 1 балла.

Записано равенство силы тяжести и силы Архимеда - 2 балла.

Записано уравнение для расчета плотности материала системы - 2 балла.

Рассчитана плотность - 2 балла.

Задача 2. Прогулка в Простоквашино. (20 баллов) Дядя Федор и кот Матроскин одновременно начали движение в окрестностях п. Простоквашино по взаимно перпендикулярным дорогам, пролегающим по пустырю, и встретятся одновременно на их пересечении. Пес Шарик бегал от одного к другому. Какое расстояние S_1 было между котом и мальчиком, если к некоторому моменту времени путь, который пробежал Шарик равен 1,4 км. Скорость дяди Федора $v_1 = 4$ км/час, скорость кота Матроскина $v_2 = 3$ км/час, скорость Шарика $v_3 = 10$ км/час. Первоначальное кратчайшее расстояние между дядей Федором и котом Матроскиным было 5 км.

Решение и критерии оценивания

1. Записана в явном виде идея, что путь, который пробежал Шарик, равен произведению его скорости на время, которое двигаются дядя Федор и Матроскин:

$$S_2 = v_3 t \quad \text{и определено время движения Шарика} \quad (8 \text{ баллов})$$

2. Определена относительная скорость движения

$$v_{от} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \quad (4 \text{ балла})$$

3. Записана формула в общем виде для определения пути:

$$S = S_0 - v_{от} t \quad (6 \text{ балла})$$

4. Получен правильный ответ: $S_1 = 4,3$ км (2 балла)

Ребята могут решать задачу исходя из египетского треугольника. Вначале определяют стороны 3 км км и 4 км, затем зная время движения Шарика находят расстояния на которое сместились персонажи и по теореме Пифагора находят кратчайшее расстояние между ними.

Задача 3. Сахар. (20 баллов) В таблице дана зависимость теплоемкости от температуры для кристаллической сахарозы. Определите по этим данным количество энергии, которое потребуется для нагрева 1 кг сахарозы от 0°C до 90°C .

T, C	0	20	30	40	50	60	70	80	90
C, Дж/ кг град	1090	1200	1260	1320	1350	1420	1470	1530	1580

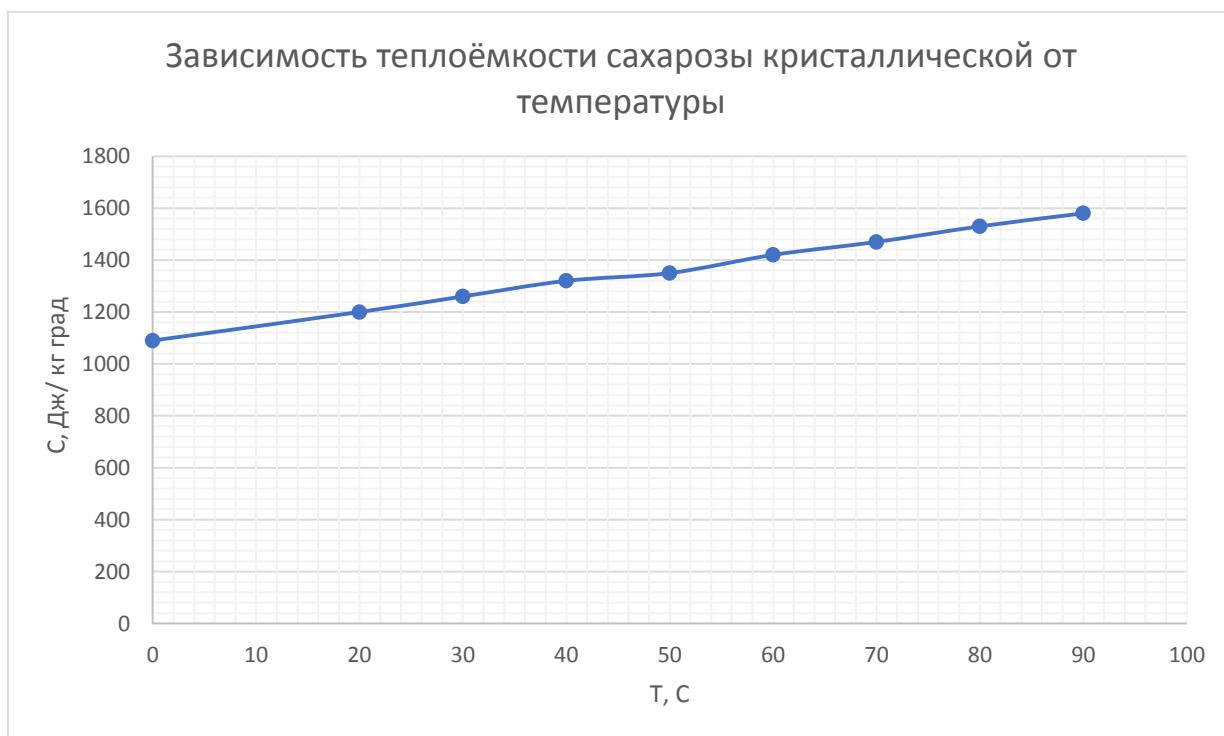
Решение и критерии оценивания

Если теплоемкость постоянна, то $\Delta Q = cm\Delta T$, тогда количество теплоты, необходимое для нагрева единицы массы равна:

$$\frac{\Delta Q}{m} = C\Delta T,$$

то есть площади под кривой в координатах (С, Т). В случае, если теплоёмкость не постоянна, то всё равно площадь в этих координатах равна энергии, необходимой для нагрева единицы массы (1 кг).

Построен график в координатах (Т, С) - 6 баллов



Рассчитана энергия, необходимая для нагрева 1 кг сахарозы по площадям:

$$\frac{\Delta Q}{m} = 121,1 \text{ кДж/кг}$$

Критерии оценивания

1. Записана формула для расчета количества энергии 2 балла
2. Записана в явном виде идея, что площадь под кривой равна количеству энергии переданной системе для ее нагрева - 8 баллов.
3. Построен график зависимости С от Т – 6 баллов
4. Рассчитана площадь под кривой с точность до 10 % - 4 балла
Если точность менее 10 % - 2 балла
Менее 15 % - 1 балл

Менее 20 % - 0 баллов

Задача 4. Зима и Красноярская ТЭЦ. (20 баллов). Во сколько раз увеличится расход топлива на Красноярской ТЭЦ, идущего на отопление одной квартиры в городе, при уменьшении температуры на улице с -10°C до -30°C ?

В квартире поддерживается постоянная температура $T_K = +20^{\circ}\text{C}$. Мощность тепловых потерь пропорциональна разности температур. Температура батареи составляет $T_{B1} = +40^{\circ}\text{C}$ при $T_{y1} = -10^{\circ}\text{C}$. Температура воды, подаваемая в котел $T = 20^{\circ}\text{C}$.

Решение и критерии оценивания

Количество энергии, получаемой квартирой Q_1 от батареи, равно количеству энергии Q_2 , которую квартира отдает через стены:

$$Q_1 = Q_2. \quad (1) \quad (2 \text{ балла})$$

$$Q_1 = \alpha_1(T_{B1} - T_K) \quad (2) \quad (4 \text{ балла})$$

$$\text{и } Q_2 = \alpha_2(T_K - T_{y1}), \quad (3) \quad (4 \text{ балла})$$

где α_1 и α_2 - коэффициенты пропорциональности между переданной энергией и разностью температур. На основании уравнения (1) имеем:

$$\alpha_1(T_{B1} - T_K) = \alpha_2(T_K - T_{y1}). \quad (4) \quad (2 \text{ балла})$$

При уменьшении температуры на улице до T_{y2} имеем аналогичное (4) уравнение:

$$\alpha_1(T_{B2} - T_K) = \alpha_2(T_K - T_{y2}). \quad (2 \text{ балла})$$

По уравнениям (4) и (5), определим температуру T_{B2} батареи после того, как температура на улице уменьшится:

$$T_{B2} = \frac{(T_K - T_{y2})}{(T_K - T_{y1})} (T_{B1} - T_K) + T_K \quad (2 \text{ балла})$$

Считая, что расход топлива идет на нагрев воды от $T = +20^{\circ}\text{C}$ до температуры батареи T_B , то есть

$$Q' = cm(T_B - T) \quad (1 \text{ балл})$$

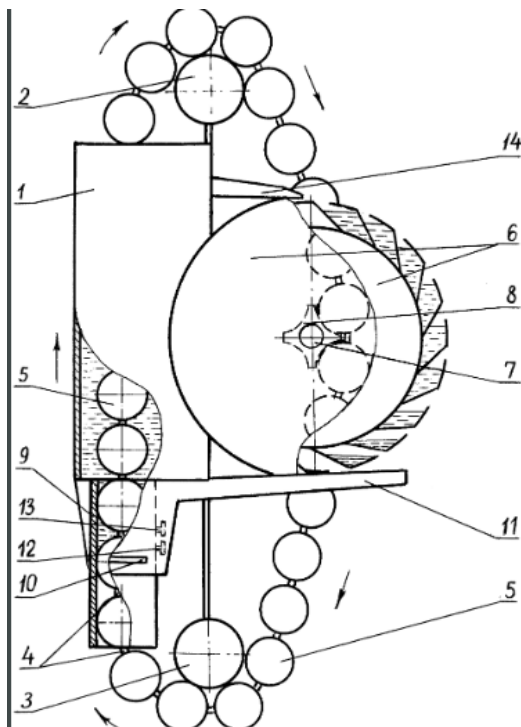
Найдем во сколько раз увеличится расход энергии на ТЭЦ:

$$\frac{Q'_2}{Q'_1} = \frac{cm(T_{B2} - T)}{cm(T_{B1} - T)} = \frac{(T_{B2} - T)}{(T_{B1} - T)} \quad (1 \text{ балл})$$

Значение температуры батареи $T_{B2} = 53,3^{\circ}\text{C}$. (1 балл)

Увеличение энергии составит: $\frac{Q'_2}{Q'_1} = 1,665$ (1 балл)

Задача 5. Гидродвигатель. (20 баллов)



В одном из патентов было написано, что «Полезная модель», представленная на рисунке, «относится к устройствам, превращающим один вид энергии в другой и может быть использована в области энергетики, в частности комплексного совместного преобразования гидродинамической энергии и энергии выталкивающей силы жидкости в механическую энергию вращения».

Устройство работает следующим образом. Бесконечная цепочка 4, на которой расположены сферические полые упругие поплавки 5, расположены в цилиндре с жидкостью 1. Вода, выплескиваемая

попадает на турбину 6 и вращает ее. Затем

самотеком возвращается обратно в систему.

Докажите, что система не сможет вырабатывать энергию, считайте шарики невесомыми.

Рассчитайте дополнительную энергию, которую надо закачать в систему, чтобы переместить шарики на расстояние равное радиусу одного шарика, если в цилиндре помещается 12 шариков.

Плотность воды $\rho_0 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, диаметр шарика $D=3$ см.

Объём шарика $V = \frac{1}{6}\pi d^3$, площадь круга $S = \frac{1}{4}\pi d^2$,

Решение и критерии оценивания

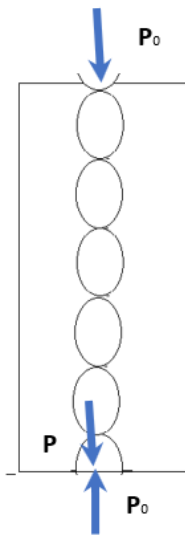
Пусть в цилиндре N невесомых шариков объёмом V и нижний шарик вошёл на половину. Общая высота цилиндра

$$H = ND + D/2. \quad (1)$$

На нижнем урезе цилиндра на шарик, который вошел в него давит атмосферное P_0 давление, направленное вверх, вниз сумма гидростатического давление P и атмосферное P_0 в результате чего возникает разность давлений равное гидростатическому давлению:

$$\Delta P = (P_0 + P) - P_0 = \rho_0 g H \quad (2)$$

В результате возникает прижимная сила



$$F = \Delta P S = \rho_0 g H \frac{1}{4} \pi D^2 = (N + \frac{1}{2}) \rho_0 g \frac{1}{4} \pi D^3 \quad (3)$$

На шарики действует сила Архимеда равная

$$F_A = \rho_0 g V = \frac{1}{6} N \rho_0 g \pi D^3 \quad (4)$$

Сравним эти две силы. Сила Архимеда меньше, чем прижимная сила на величину:

$$\Delta F = (N + \frac{1}{2}) \rho_0 g \frac{1}{4} \pi D^3 - \frac{1}{6} N \rho_0 g \pi D^3 = \rho_0 g \pi D^3 \left(\frac{1}{12} N + \frac{1}{8} \right) \quad (5)$$

Система не будет всплывать.

Работа по перемещению шариков на расстояние $D/2$ будет равна:

$$A = \Delta F \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \rho_0 g \pi D^4 \left(\frac{1}{12} N + \frac{1}{8} \right)$$

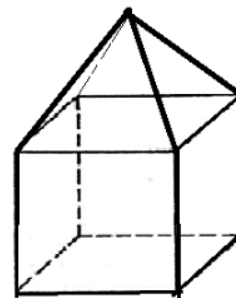
$$A = 429 \text{ мкДж}$$

Физика.8 класс

3 вариант

Критерии оценивания

Задача 1. Система тел в воде. (10 баллов) В воде плавает система тел, состоящая из сплошных кубика со стороной $a=10$ см и пирамиды высотой $h=a$, в основании которой лежит квадрат со стороной a . Пирамида полностью погружена в воду. Известно, что объём пирамиды $V=\frac{1}{3}Sh$, где S -площадь основания, h - её высота. На какую глубину погрузится система, если её перевернуть? Чему равна плотность материала из которого выполнена система? Плотность воды $\rho_0 = 1000$ кг/м³.



Решение и критерии оценивания

При перевороте системы сила Архимеда не изменится, так как не меняется сила тяжести, а значит и не изменится и объём погруженной части.

$$V_{\text{до}} = V_{\text{после}} \quad (1)$$

$$V_{\text{к}} = a^3 \quad \text{объём кубика} \quad (2)$$

$$V_{\text{п}} = \frac{1}{3}a^3 \quad \text{- объём нашей призмы} \quad (3)$$

Поскольку объём призмы меньше объёма кубика, то кубик погрузится не на всю высоту, которую найдем из равенства объёмов до и после.

$$\frac{1}{3}a^3 = a^3 h_1$$

Таким образом, будет погружен не только полностью пирамида, но и часть кубика высотой

$$h_1 = \frac{1}{3}a.$$

Эта высота и будет глубиной погружения:

$$H = h_1 = \frac{1}{3}a = 4 \text{ см}$$

Определим плотность материала. Сила Архимеда равна силе тяжести.

$$mg = \rho_0 g V_{\text{до}}$$

$$\rho(a^3 + \frac{1}{3}a^3) = \rho_0 a^3$$

$$\rho = \frac{3}{4}\rho_0 = 750 \text{ кг/м}^3$$

Критерии оценивания

Указано, что объёмы погруженных частей до и после равны - 6 баллов.

Определен объем погруженной части кубика после переворота системы - 4 балла.

Рассчитана высота погруженной части - 2 балла.

Рассчитана полная глубина погружения системы - 2 балла.

Записано равенство силы тяжести и силы Архимеда - 2 балла.

Записано уравнение для расчета плотности материала системы - 2 балла.

Рассчитана плотность - 2 балла.

Задача 2. (10 баллов) Дядя Федор и кот Матроскин одновременно начали движение в окрестностях п. Простоквашино по взаимно перпендикулярным дорогам, пролегающим по пустырю, и встретились одновременно на их пересечении. Пес Шарик бегал от одного к другому. Какое расстояние S_1 было между котом и мальчиком, если к некоторому моменту времени путь, который пробежал Шарик равен 2,8 км. Скорость дяди Федора $v_1 = 4$ км/час, скорость кота Матроскина $v_2 = 3$ км/час, скорость Шарика $v_3 = 10$ км/час. Первоначальное кратчайшее расстояние между дядей Федором и котом Матроскиным было 5 км.

Решение и критерии оценивания

1. Записана в явном виде идея, что путь, который пробежал Шарик, равен произведению его скорости на время до встречи между дядей Федором и Матроскиным:
 $S_2 = v_3 t$ и определено время движения Шарика (3 балла)
2. Определена относительная скорость движения

$$v_{от} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$
 (3 балла)
 (2 балла)
3. Записана формула в общем виде для определения пути:
 $S = S_0 - v_{от} t$ (2 балла)
4. Получен правильный ответ: $S_1 = 3,6$ км (1 балла)

Ребята могут решать задачу исходя из египетского треугольника. Вначале определяют стороны 3 км км и 4 км, затем зная время движения Шарика находят расстояния на которое сместились персонажи и по теореме Пифагора находят кратчайшее расстояние между ними.

Задача 3. Фруктоза. (20 баллов) В таблице дана зависимость теплоемкости от температуры для фруктозы. Определите по этим данным количество энергии, которое потребуется для нагрева 1 кг фруктозы от 0°C до 50°C .

T, C	0	20	30	40	50
C, Дж/ кг град	1250	1150	1050	900	1050

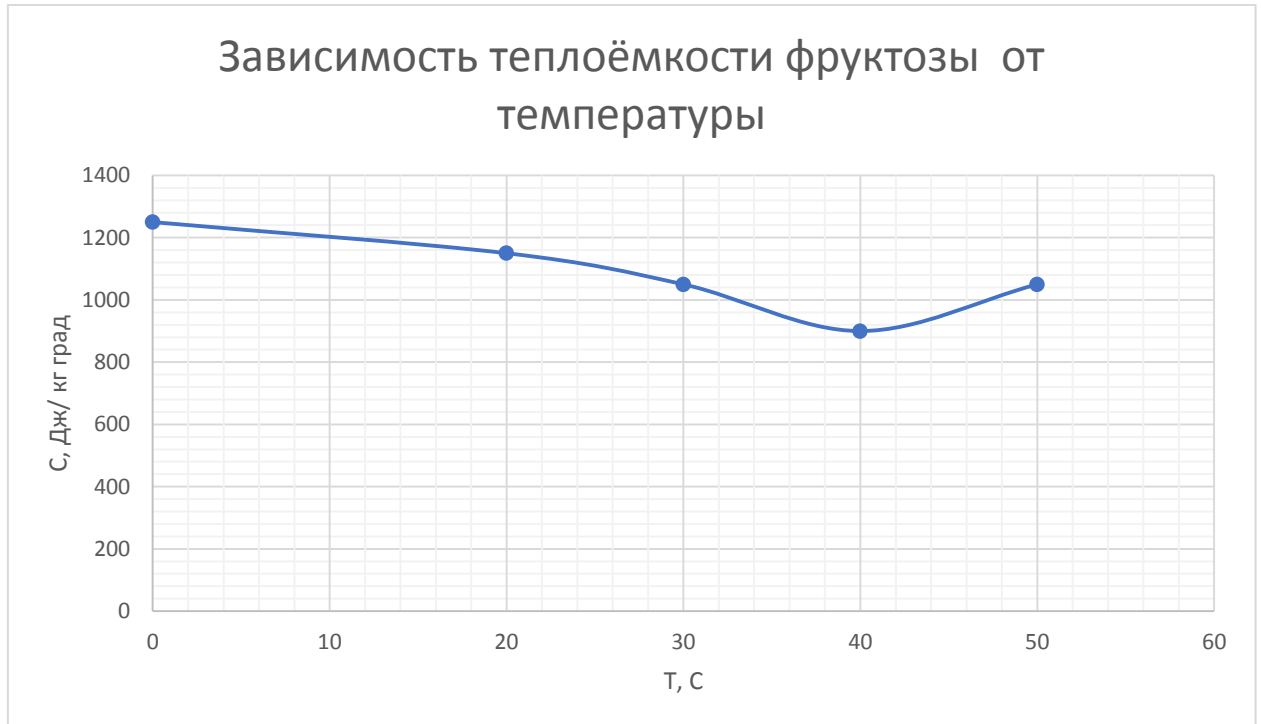
Решение и критерии оценивания

Если теплоемкость постоянна, то $\Delta Q = cm\Delta T$, тогда количество теплоты, необходимое для нагрева единицы массы равна:

$$\frac{\Delta Q}{m} = C\Delta T,$$

то есть площади под кривой в координатах (С, Т). В случае, если теплоёмкость не постоянна, то всё равно площадь в этих координатах равна энергии, необходимой для нагрева единицы массы (1 кг).

Построен график в координатах (Т, С) - 6 баллов



Рассчитана энергия, необходимая для нагрева 1 кг сахарозы по площадям:

$$\frac{\Delta Q}{m} = 53 \text{ кДж/кг}$$

Критерии оценивания

1. Записана формула для расчета количества энергии 2 балла
2. Записана в явном виде идея, что площадь под кривой равна количеству энергии переданной системе для ее нагрева - 8 баллов.
3. Построен график зависимости С от Т – 6 баллов
4. Рассчитана площадь под кривой с точность до 10 % - 4 балла
 - Если точность менее 10 % - 2 балла
 - Менее 15 % - 1 балл
 - Менее 20 % - 0 баллов

Задача 5. Зима и Красноярская ТЭЦ. (20 баллов). Во сколько раз увеличится расход топлива на Красноярской ТЭЦ, идущего на отопление

одной квартиры в городе, при уменьшении температуры на улице с -10°C до -40°C ?

В квартире поддерживается постоянная температура $T_K = +20^{\circ}\text{C}$. Мощность тепловых потерь пропорциональна разности температур. Температура батареи при $T_{B1} = -10^{\circ}\text{C}$ составляет $T_{B1} = +40^{\circ}\text{C}$. Температура воды, подаваемая в котел $T = 20^{\circ}\text{C}$.

Решение и критерии оценивания

Количество энергии, получаемой квартирой Q_1 от батареи, равно количеству энергии Q_2 , которую квартира отдает через стены:

$$Q_1 = Q_2. \quad (1) \quad (2 \text{ балла})$$

$$Q_1 = \alpha_1(T_{B1} - T_K) \quad (2) \quad (4 \text{ балла})$$

$$\text{и } Q_2 = \alpha_2(T_K - T_{y1}), \quad (3) \quad (4 \text{ балла})$$

где α_1 и α_2 - коэффициенты пропорциональности между переданной энергией и разностью температур. На основании уравнения (1) имеем:

$$\alpha_1(T_{B1} - T_K) = \alpha_2(T_K - T_{y1}). \quad (4) \quad (2 \text{ балла})$$

При уменьшении температуры на улице до T_{y2} имеем аналогичное (4) уравнение:

$$\alpha_1(T_{B2} - T_K) = \alpha_2(T_K - T_{y2}). \quad (2 \text{ балла})$$

По уравнениям (4) и (5), определим температуру T_{B2} батареи после того, как температура на улице уменьшится:

$$T_{B2} = \frac{(T_K - T_{y2})}{(T_K - T_{y1})} (T_{B1} - T_K) + T_K \quad (2 \text{ балла})$$

Считая, что расход топлива идет на нагрев воды от $T = +20^{\circ}\text{C}$ до температуры батареи T_B , то есть

$$Q' = cm(T_B - T) \quad (1 \text{ балл})$$

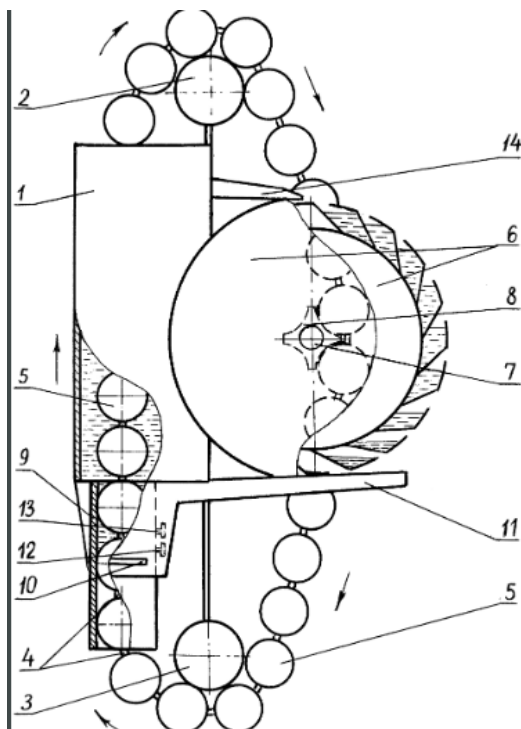
Найдем во сколько раз увеличится расход энергии на ТЭЦ:

$$\frac{Q'_2}{Q'_1} = \frac{cm(T_{B2} - T)}{cm(T_{B1} - T)} = \frac{(T_{B2} - T)}{(T_{B1} - T)} \quad (1 \text{ балл})$$

Значение температуры батареи $T_{B2} = 60,0^{\circ}\text{C}$. (1 балл)

Увеличение энергии составит: $\frac{Q'_2}{Q'_1} = 2$ (1 балл)

Задача 5. Гидродвигатель. (20 баллов)



В одном из патентов было написано, что «Полезная модель», представленная на рисунке, «относится к устройствам, превращающим один вид энергии в другой и может быть использована в области энергетики, в частности комплексного совместного преобразования гидродинамической энергии и энергии выталкивающей силы жидкости в механическую энергию вращения».

Устройство работает следующим образом. Бесконечная цепочка 4, на которой расположены сферические полые упругие поплавки 5, расположены в цилиндре с жидкостью 1. Вода, выплескиваемая

самотеком возвращается обратно в систему.

Докажите, что система не сможет вырабатывать энергию, считайте шарики невесомыми.

Рассчитайте дополнительную энергию, которую надо закачать в систему, чтобы переместить шарики на расстояние равное радиусу одного шарика, если в цилиндре помещается 24 шариков.

Плотность воды $\rho_0 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, диаметр шарика $D=3$ см.

Объём шарика $V = \frac{1}{6}\pi d^3$, площадь круга $S = \frac{1}{4}\pi d^2$,

Решение и критерии оценивания

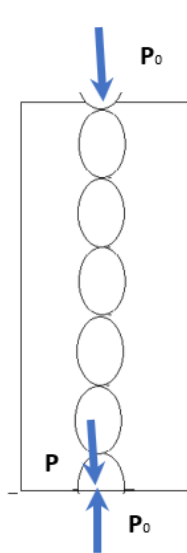
Пусть в цилиндре N невесомых шариков объёмом V и нижний шарик вошёл на половину. Общая высота цилиндра

$$H=ND+D/2. \quad (1)$$

На нижнем урезе цилиндра на шарик, который вошел в него давит атмосферное P_0 давление, направленное вверх, вниз сумма гидростатического давление P и атмосферное P_0 в результате чего возникает разность давлений равное гидростатическому давлению:

$$\Delta P = (P_0 + P) - P_0 = \rho_0 g H \quad (2)$$

В результате возникает прижимная сила



$$F = \Delta P S = \rho_0 g H \frac{1}{4} \pi D^2 = (N + \frac{1}{2}) \rho_0 g \frac{1}{4} \pi D^3 \quad (3)$$

На шарики действует сила Архимеда равная:

$$F_A = \rho_0 g V = \frac{1}{6} N \rho_0 g \pi D^3 \quad (4)$$

Сравним эти две силы. Сила Архимеда меньше, чем прижимная сила на величину:

$$\Delta F = (N + \frac{1}{2}) \rho_0 g \frac{1}{4} \pi D^3 - \frac{1}{6} N \rho_0 g \pi D^3 = \rho_0 g \pi D^3 \left(\frac{1}{12} N + \frac{1}{8} \right) \quad (5)$$

Система не будет всплывать.

Работа по перемещению шариков на расстояние $D/2$ будет равна:

$$A = \Delta F \frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \rho_0 g \pi D^4 \left(\frac{1}{12} N + \frac{1}{8} \right)$$

$$A = 1192 \text{ мкДж}$$