



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Курочкина Ксения Николаевна**

Класс: 10

Технический балл: **84**

Дата проведения: 26 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9887958

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>13</i>	<i>13</i>	84
Вопрос	<i>6</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>7</i>	

Вариант 1

Чистовик 3

Задачи 2.8.1

• Удельная теплота парообразования - физическая величина, показывающая, какое кол-во теплоты необходимо, чтобы обратить кол-во жидкости с единичной массой в пар при данной температуре (температура постоянна)
В системе СИ Дж/кг

• Виды парообразования:
- испарение (со свободной поверхностью)
- кипение (характеризуется возникновением пузырьков насыщенного пара на поверхности и в объеме жидкости)

Решение:

Реакция горения



Кислорода примерно $0,23 \cdot 1 \text{ моль} = 0,23$ моль
горит весь водород $v \rightarrow 0,05$, и так как кислорода нужно в 2 раза меньше, то $0,025$ моль кислорода. Кислорода по условию больше чем $0,025$ моль значит сгорит весь водород.

Вариант 1

Учитовки 4

После реакции имеем:

0,05 моль водяного пара (2 молекулы водорода дают две молекулы водяного пара) и $1 - 0,025 = 0,975$ моль воздуха

Давление водяного пара

$$pV = \nu RT \quad (\text{читаем, что не было конденсации})$$

$$p = \frac{p \cdot \nu \cdot T}{V} = \frac{8,31 \cdot 0,05 \cdot (273 + 20)}{0,1} =$$

$$= 8,31 \cdot 0,5 \cdot 300 = 1217 \text{ Па, это меньше}$$

чем $p_{\text{н}} = 2330 \text{ Па}$, т.е. конденсации нет.

Тогда относительная влажность

$$f = \frac{p}{p_{\text{н}}} \cdot 100\% = \frac{1217}{2330} = 52,2\%$$

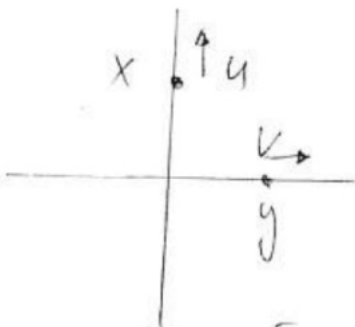
Ответ: 52,2%

Вариант 1

Условие 1

- Скорость - это физическая величина показывающая какой путь проходит тело за единицу времени. Это векторная величина. В системе СИ измеряется в м/с
- Закон сложения скоростей - скорости тела относительно неподвижной системы отсчёта равны геометрической сумме скоростей тела относительно подвижной системы отсчёта и скорости подвижной системы отсчёта относительно неподвижной системы отсчёта.

Решение:



Пусть x, y положение автомобиля в момент времени $t=0$. Время до минимального расстояния будет отрицательным.

Направление скорости первого автомобиля $u = 36 \text{ км/ч}$, нам не известна скорость второго автомобиля v .

Отметим, что квадрат расстояния монотонная функция от аргумента, т.е. S^2 и $|S|$ будет иметь минимум в одной точке

Запишем уравнение для S^2

$$S^2 = (x \pm ut)^2 + (y + vt)^2$$

Знак перед v определится в процессе решения.

$$S^2 = x^2 \pm 2utx + u^2t^2 + y^2 + 2vt\theta y + v^2t^2$$

Пусть расстояние в начальный момент

$$S_0 = 100 \text{ м, тогда}$$

$$x^2 + y^2 = S_0^2$$

Вариант 1

Числовик 2

Как сказано, что в момент $t=0$ расстояние минимально. $S^2(t)$ - это парабола

Но мы просто про дифференцируем по t , так как знаем. Тогда

$$S^2(t)' = \pm 2ux + 2u^2t + 2vy + 2v^2t$$

Из условия, что минимум при $t=0$ получим $\pm 2ux + 2vy = 0$, так как $t=0$ и $S^2(t)' = 0$. Условие максимума/минимума равно 0 производной. Тогда

$$S^2(t) = S_0^2 + (\pm 2ux + 2vy)t + u^2t^2 + v^2t^2$$

$$\text{Но } \pm 2ux + 2vy = 0 \quad \text{и}$$

$$S^2(t) = S_0^2 + u^2t^2 + v^2t^2$$

При времени $t = \tau$ (отчет начинается от максимального сближения)

$$S^2(t) = (2S_0)^2, \text{ т.е. расстояние удваив}$$

$$u = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с} = \frac{36000}{3600} = 10 \text{ м/с}$$

Подставляем:

$$4S_0^2 = S_0^2 + 10^2 \cdot 10^2 + v^2 \cdot 10^2$$

$$4 \cdot 100^2 = 100^2 + 100^2 + v^2 \cdot 100$$

$$v^2 = 200 \Rightarrow v = 10\sqrt{2} \text{ м/с} \approx 14 \text{ м/с}$$

Ответ: $14 \text{ м/с} = 50,4 \text{ км/ч}$

Вариант 1

Числовик 5

Задача 3.8.2.

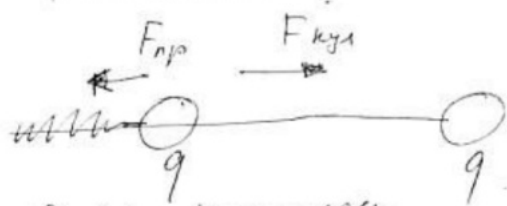
• Напряженность электрического поля - векторная физическая величина, характеризующая электрическое поле в данной точке, и равна отношению силы действующей на заряд (неподвижный, точечный), помещенный в данную точку, к величине этого заряда

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

В системе СИ В/м или Н/кл (Ньютоны/Кулон). Это характеристика электрического поля

• Принцип суперпозиции - напряженность поля создаваемого системой зарядов в данной точке равна векторной сумме (\vec{E} - вектор) полей, создаваемых каждым из них в отдельности. Поля, создаваемые разными зарядами, существуют и действуют в каждой точке на заряд в этой точке независимо.

Решение:



в равновесии на шарик действует сила кулона $F_{кул} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{L^2}$, заряды притягиваются и шарик растянута $F_{пр} = -k \cdot \Delta x$, где Δx

Вариант 1 Числовий в
 растяжение при равновесии
 Пусть сместили на x , тогда
 сила со стороны пружины увели
 чилась на kx , а со стороны заряда стала

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{(L-x)^2} \approx \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2} + \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 L^3} x, \text{ так как}$$

$$\frac{1}{(L-x)^2} = \frac{1}{L^2} \cdot \frac{1}{(1-\frac{x}{L})^2} = \frac{1}{L^2} (1 - 2(-\frac{x}{L})) =$$

$$= \frac{1}{L^2} + \frac{2x}{L^3}$$

Уравнение колебания $m \ddot{x} = -kx + \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 L^3} x$
 суммарный коэффициент перед x будет

$$\tilde{k} = k - \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 L^3}, \text{ который войдет в}$$

формулу для частоты колебания

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\tilde{k}}{m}}, \text{ выразим } \tilde{k} \text{ через}$$

$$f, \text{ получим } \tilde{k} = (2\pi f)^2 \cdot m, \text{ но}$$

$$\tilde{k} = k - \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 L^3} = (2\pi f)^2 \cdot m, \text{ откуда}$$

$$k = (2\pi f)^2 m + \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 L^3} = (2 \cdot 3,14 \cdot 1,47)^2 \cdot$$

$$0,01 + \frac{(10^{-6})^2}{2 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} (0,5)^3} =$$

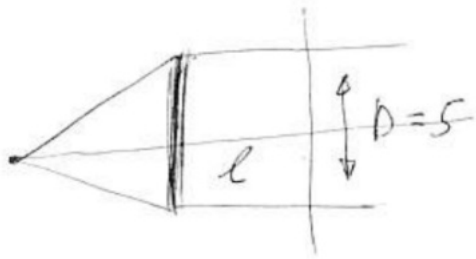
$$= 0,852 + 0,143 = 0,995 \text{ Н/м}$$

Ответ: $0,995 \text{ Н/м}$

Задача ч. 1. 1.

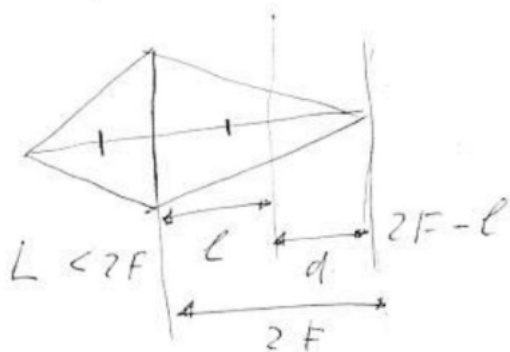
- Фокусное расстояние - расстояние от линзы до её фокуса / точка, где собирается параллельный пучок света, падающий перпендикулярно плоскости линзы либо продолжением лучей, для рассеивающей линзы.
- Фокусное расстояние - физическая характеристика линзы. Фокусное расстояние - это расстояние от центра линзы до главных фокусов. Фокусы передний и задний расположены на одном расстоянии по обе стороны линзы.
- Оптическая сила - величина, обратная фокусному расстоянию

Решение;

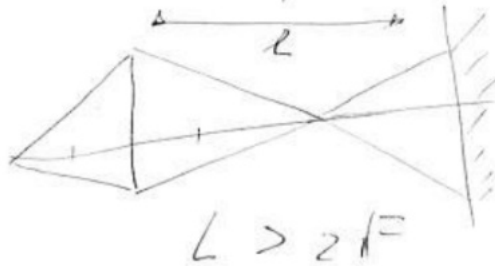


Если источник в фокусе, то размер пятна на экране равен диаметру линзы.

Вариант 1



Вариант 2



Вариант 1

Числовик 8

Согласно формуле тонкой линзы

$\frac{1}{2F} + \frac{1}{y} = \frac{1}{F}$, где y - расстояние до изображения. Откуда $y = \frac{1}{2F}$

В первом случае из пропорции треугольников $\frac{P}{d} = \frac{2F}{2F-l}$, откуда $\frac{P}{d} \cdot 2F - \frac{P}{d} \cdot l = 2$

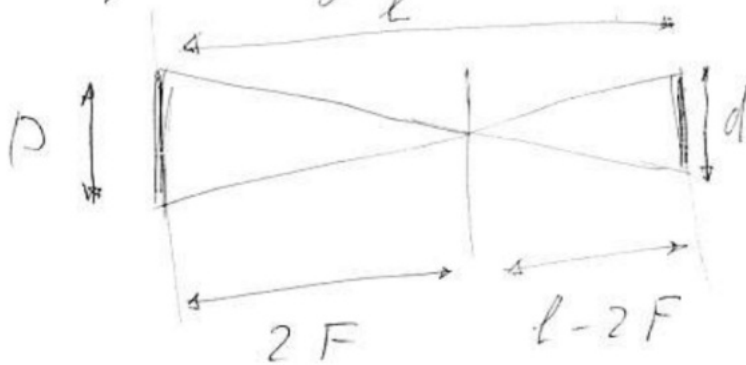
$$2F \left(\frac{P}{d} - 1 \right) = \frac{P}{d} \cdot l$$

$$F = \frac{1}{2} \frac{P}{d} \cdot \frac{l}{\left(\frac{P}{d} - 1 \right)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{3} \cdot \frac{8}{\frac{5}{3} - 1} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{3} \cdot \frac{8 \cdot 3}{2} = 10, \text{ тогда}$$

$F = 10$ → Ответ в первом случае.

Второй случай:



Вариант 1

Числовик 9

Из пропорции;

$$\frac{p}{d} = \frac{2F}{l - 2F}$$

$$\frac{p}{d} \cdot l - 2F \cdot \frac{p}{d} = 2F$$

$$2F \left(1 + \frac{p}{d}\right) = l \cdot \frac{p}{d}$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot \frac{l \cdot \frac{p}{d}}{1 + \frac{p}{d}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{8 \cdot \frac{5}{3}}{1 + \frac{5}{3}} =$$

$$= \frac{4 \cdot 5}{3} \cdot \frac{3}{8} = \frac{5}{2}$$

$$F = \frac{5}{2} \text{ * ответ во 2 округле}$$

Ответ: 10, или, $2,5 = \frac{5}{2}$

Оценки
не численные
ЕОМ
М

Председателю апелляционной комиссии олимпиады школьников «Ломоносов» Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова академику В.А. Садовничему

ученицы 10 А класса ГБОУ школы 1558 имени Росалии де Кастро, города Москва

Ксении Николаевны Курочкиной

апелляция.

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы (84) за мою работу заключительного этапа по физике, поскольку считаю, что все задачи решены полностью, численные ответы совпадают с опубликованными решениями (т.е. задача решена полностью и получен правильный ответ – 15 баллов), а ответы на все теоретические вопросы даны по обеим частям вопроса с указанием необходимых физических понятии и величин с пояснением их смысла (т.е. ответ является полным – 10 баллов).

Задача 1 решена полностью. Численный ответ получен с точностью численного значения $\sqrt{2}$ – в моем решении это 1,4, а в опубликованном 1,41. В моем решении минимальное расстояние определялось явно- через определение минимума расстояния как функции от времени. В авторском решении использовалось предположение о перпендикулярности скорости вектору расстояния между телами. Основные формулы для определения $S(t)$ совпадают, как и последующее решение.

Задача 2. Решена полностью. Основные формулы совпадают с опубликованным решением. Условие об избыточности кислорода проверено. Численные ответы совпали.

Задача 3. Решена полностью. Решения совпадает с опубликованным решением. Численное значение совпало (1 Н/м и 0,995 Н/м).

Задача 4. Решена полностью. Получено верное численное значение – 10 см (сходящиеся лучи, экран расположен ближе двух фокусных расстояний от линзы). Найдено дополнительное решение (расходящиеся лучи, экран расположен дальше двух фокусных расстояний, действительное изображение и следовательно будет видно на экране), не противоречащее условию задачи.

В теоретических вопросах (кроме части 1 задачи 2.8.1) требуется дать определение или сформулировать физический закон. Все определения мной даны полностью, практически дословно повторяющие определения учебника, т.е. ответ содержит по обеим частям вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла. В отношении части 1 задачи 2.8.1 (виды парообразования) – кипение и испарение и их принципиальное различие (со свободной поверхности и в объеме жидкости) указано верно.

24.03.2022

