

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОЧНОГО ТУРА ОЛИМПИАДЫ

2018-2019 учебный год

30 марта 2019 года

7 класс

1. Эскалатор метро поднимает стоящего на нем пассажира в течение 3 минут. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается 6 мин. Сколько времени он будет подниматься по движущемуся эскалатору?

Решение:

Пусть длина эскалатора l , скорость эскалатора относительно Земли v_1 , скорость человека относительно эскалатора v_2 . Тогда $t_1 = \frac{l}{v_1}$; $t_2 = \frac{l}{v_2}$; $t_3 = \frac{l}{v_1 + v_2}$. Из этих уравнений выразим v_1 ; v_2 и v_3 .

$v_1 = \frac{l}{t_1}$; $v_2 = \frac{l}{t_2}$; $v_1 + v_2 = \frac{l}{t_3}$. Тогда $\frac{l}{t_3} = \frac{l}{t_1} + \frac{l}{t_2}$; или $\frac{1}{t_3} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2}$.

Значит $t_3 = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2} = 2$ (мин)

Критерии оценки:

- Записана формула для определения времени движения тела в первом случае-2б.
- Записана формула для определения времени движения тела во втором случае-2б.
- Записана формула для определения времени движения тела в третьем случае-2б.
- Записана расчетная формула для определения t_3 - 3б.
- Проведен расчет t_3 – 1б.

2. Масса пробирки, заполненной водой, составляет 50г. Масса пробирки, заполненной водой, но с куском металла в ней массой 12г составляет 60,5г. Определите плотность металла, помещенного в пробирку.

Решение:

Масса воды, вылившейся из пробирки (вытесненной металлом), равна $m_B = 50\text{г} + 12\text{г} - 60,5\text{г} = 1,5\text{г}$.

Объем вытесненной воды равен объему металла: $V = \frac{m_B}{\rho_B}$.

Плотность металла равна: $\rho = \frac{m_M}{V} = \frac{m_M \rho_B}{m_B} = 8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 8000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Критерии оценки:

- Записана формула для определения плотности металла – 1б.
- Записана формула для определения массы вылившейся воды-2б.
- Указано, что объем вылившейся воды равен объему металла – 1б.
- Записана формула для определения объема вылившейся воды – 2б.

- Приведена расчетная формула для определения плотности металла-3б.
- Проведен расчет плотности металла – 1б.

3. В цилиндрических сообщающихся сосудах находится глицерин. Площадь поперечного сечения сосуда $S=1,5 \text{ см}^2$. В левый сосуд наливают $m=37,5\text{г}$ керосина, а в правый столб воды высотой 20см. Какова разность уровней глицерина в сообщающихся сосудах? Плотность воды 1000кг/м^3 а плотность глицерина 1250 кг/м^3 .

Решение:

На уровне, совпадающем с уровнем глицерина в левом сосуде

$$p_k = p_r + p_b; \frac{mg}{S} = \rho_r g \Delta h + \rho_b g h_b; \rho_r \Delta h = \frac{m}{S} - \rho_b h_b; \Delta h = \frac{\frac{m}{S} - \rho_b h_b}{\rho_r} = 0,04 \text{ м}$$

Критерии оценки:

- Записано условие равновесия жидкостей в сообщающихся сосудах – 2б.
- Записана формула для определения давления керосина-1б.
- Записана формула для определения давления глицерина – 1б.
- Записана формула для определения давления воды – 1б.
- Получена расчетная формула для вычисления разности уровней глицерина в сообщающихся сосудах – 3б.
- Проведен расчет разности уровней глицерина в сообщающихся сосудах – 1б.
- Выполнен правильный перевод единиц измерения физических величин в систему СИ-1б.

8 класс (вариант 1)

1. В доску толщиной 5см забили гвоздь длиной 10см так, что половина гвоздя прошла на вылет. Чтобы вытаскивать гвоздь из доски первоначально нужно прикладывать силу 1,8кН. Гвоздь вытащили из доски. Какую при этом совершили минимальную механическую работу?

Решение:

Работа силы по вытаскиванию гвоздя равна сумме работы постоянной силы и работы изменяющейся силы: $A = A_1 + A_2$. $A_1 = F(l_2 - l_1)$. $A_2 = \frac{Fl_1}{2}$.

$$A = F(l_2 - l_1) + \frac{Fl_1}{2}. \quad A = F(l_2 - \frac{l_1}{2}) = 1800 \cdot 0,075 = 135 \text{ (Дж)}$$

Критерии оценки:

- Указано, что нужно рассматривать работу силы на двух участках – 2б.
- Записана формула для определения работы постоянной силы – 1б.
- Записана и обоснована формула для определения работы изменяющейся силы – 2б.
- Записана расчетная формула для определения механической работы – 2б
- Обосновано условие совершения минимальной механической работы-2б
- Проведен расчет минимальной механической работы –1б.

2. Автомобиль движется со скоростью 90 км/ч. Полезная мощность двигателя 55кВт. Расход бензина на 1км пути составляет 0,2л. Плотность бензина 750 кг/м³, а его удельная теплота сгорания 46 МДж/кг. Каков коэффициент полезного действия двигателя?

Решение:

Коэффициент полезного действия двигателя определяется по формуле:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{с}}}; \quad A_{\text{п}} = Pt = P \frac{s}{v}; \quad A_{\text{с}} = Q = qm = q\rho V. \quad \eta = \frac{Ps}{\vartheta q\rho V} = 0,32$$

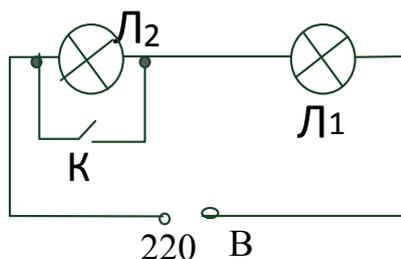
Критерии оценки:

- Записана формула для определения коэффициента полезного действия двигателя – 2б.
- Записана формула для определения полезной работы двигателя – 1б.
- Записана формула для определения времени движения – 1б
- Записана формула для определения совершенной работы– 1б.
- Записана формула для определения массы сгоревшего топлива – 1б.
- Получена расчетная формула – 3б.
- Проведен расчет коэффициента полезного действия двигателя – 1б.

3. Имеется выключатель и две электрические лампочки, на цоколе одной из которых написано 100Вт, 220В, а на цоколе другой- 10Вт, 220В. Эти лампочки и выключатель соединяют и подключают к сети с напряжением 220В. Составьте электрическую схему электрической цепи, удовлетворяющую следующим требованиям: когда выключатель находится в положении «включено» светится лампа 100Вт, если же его перевести в положение «выключено», то светиться лампа мощностью 10Вт. Объясните принцип действия электрической цепи, составленной по этой схеме.

Решение:

Лампочки не могут быть соединены параллельно, так как при этом соединении при включенном ключе светились бы две лампочки одновременно. Значит, лампочки нужно соединить последовательно, причем выключатель должен быть соединен параллельно лампочке Л₂.



При замкнутом ключе электрический ток не идет по лампе Л₂ (она закорочена), и светится только лампа Л₁.

При разомкнутом ключе светится только лампа L_2 , так как напряжение на ней составляет 200В (сопротивление ее в 10 раз больше, чем L_1). На лампе L_1 напряжение составляет 20В. и она не светится.

Критерии оценки:

- Записана формула для определения сопротивления лампочки по мощности и напряжению питания – 2б.
- Проведено сравнение сопротивлений лампочек – 1б.
- Приведено утверждение, что лампочки нужно соединять последовательно- 3б.
- Предложена схема соединения лампочек, удовлетворяющая сформулированным в условии требованиям – 3б.
- Объяснен принцип действия электрической цепи, собранной по предложенной схеме – 1б.

8 КЛАСС (Вариант 2)

1. Для поднятия груза на высоту h применяют наклонную плоскость. Масса груза 40кг, высота наклонной плоскости 1м, приложенная к телу параллельно плоскости сила 200Н и коэффициент полезного действия наклонной плоскости 80%. Найдите длину наклонной плоскости.

Решение:

Коэффициент полезной действия наклонной плоскости: $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{с}}}$;

$$A_{\text{п}} = mgh; \quad A_{\text{с}} = Fl; \quad \eta = \frac{mgh}{Fl}; \quad l = \frac{mgh}{\eta F}. \quad l = 2,5\text{м}$$

Критерии оценки:

- Записана формула для определения коэффициента – 1б.
- Записана формула для определения полезной работы-1,5б.
- Записана формула для определения совершенной работы-1,5б.
- Выведена формула для определения длины наклонной плоскости – 2б.
- Проведен расчет длины наклонной плоскости – 1б.

2. На поверхность льда с плотностью 900кг/м^3 и удельной теплотой плавления 330кДж/кг при температуре 0°C . ставится стальной цилиндр массой 200г, удельной теплоемкостью $0,46\text{кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ и площадью основания 10см^2 при температуре 100°C . 82% энергии, выделившейся при охлаждении цилиндра, передается льду плотностью 900кг/м^3 . Найдите глубину погружения цилиндра в лед.

Решение:

Количество теплоты, выделившееся при охлаждении цилиндра: $Q_1 = cm_1\Delta t_1$.

Количество теплоты, необходимое для плавления льда. $Q_2 = \lambda m_2$;

$$m_2 = \rho S h; Q_2 = \lambda \rho S h. \quad Q_2 = 0,82 Q_1. \quad \lambda \rho S h = 0,82 c m_1 \Delta t_1.$$

$$h = \frac{0,82 c m_1 \Delta t_1}{\lambda \rho S}. \quad h = 0,0254 \text{ м} = 2,54 \text{ см}.$$

Критерии оценки:

- Записана формула для определения количества теплоты, выделившегося при охлаждении цилиндра – 2б.
- Записана формула для определения количества теплоты, необходимой для плавления льда – 2б.
- -Записано соотношение между Q_1 и Q_2 -2б.
- Получена расчетная формула для определения глубины погружения цилиндра-3б.
- Проведен расчет глубины погружения цилиндра с переводом единиц измерения физических величин в СИ – 2б.

3. Имеется две электрические лампочки, на цоколе одной из которых написано 100Вт, 220В, а на цоколе другой- 25Вт, 220В. Эти лампочки соединяют последовательно и подключают к сети с напряжением 220В. Найдите напряжение на каждой лампочке и установите, какая из них светится.

Решение:

Сопротивление ламп $R_1 = \frac{U^2}{P_1}; R_2 = \frac{U^2}{P_2}$. Общее сопротивление лампочек:
 $R = \frac{U^2}{P_1} + \frac{U^2}{P_2}$. Сила тока в цепи: $I = \frac{U}{\frac{U^2}{P_1} + \frac{U^2}{P_2}}$.

Напряжение на лампах: $U_1 = IR_1 = \frac{U}{\frac{U^2}{P_1} + \frac{U^2}{P_2}} \cdot \frac{U^2}{P_1} = \frac{UP_2}{P_1 + P_2}; U_2 = IR_2 = \frac{U}{\frac{U^2}{P_1} + \frac{U^2}{P_2}} \cdot \frac{U^2}{P_2} = \frac{UP_1}{P_1 + P_2}$.
 $U_1 = 44\text{В}. U_2 = 176\text{В}.$

Критерии оценки:

- Записана формула для определения сопротивления лампочки по мощности и напряжению питания – 2б.
- Определено общее сопротивление лампочек-2б.
- Определена сила тока в цепи – 2б.
- Записана формула для определения напряжения на первой лампочке – 2б.
- Записана формула для определения напряжения на второй лампочке – 2б.
- Сделан обоснованный вывод о свечении лампочек 1б.
- Приведена схема электрической цепи-1б

9 класс

1. Из точки А начинает двигаться тело с начальной скоростью и ускорением, модули которых $v_1=3,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ и $a=2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$ соответственно. Через промежуток времени $\Delta t_1=1,0$ с из точки В начинает двигаться навстречу первому второе тело с постоянной скоростью, модуль которой $v_2=5,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Расстояние между точками А и В $s=0,10$ км. Найдите промежуток времени Δt движения первого тела до встречи со вторым.

Решение:

Первое тело движется равноускорено, запишем его уравнение движения

$$x_1 = v_{o1}t + \frac{at^2}{2}$$

Запишем уравнение движения второго тела, которое движется равномерно и начало двигаться на Δt секунд позже первого тела $x_2 = s - v_2(t - \Delta t)$

Тела встретились, условием встречи является равенство координат $x_1 = x_2$.

Тогда
$$v_{o1}t + \frac{at^2}{2} = s - v_2(t - \Delta t),$$

проводим преобразования и решаем полученное квадратное уравнение

$$\frac{at^2}{2} + t(v_{o1} + v_2) - (s + v_2\Delta t) = 0 \quad \text{относительно неизвестной величины.}$$

Получаем $t_{1,2} = \frac{-(v_{o1} + v_2) + \sqrt{(v_{o1} + v_2)^2 + 2a(s + v_2\Delta t)}}{a}$, подставив числовые значения, имеем $t = 7\text{с}$.

2. В сосуде, из которого быстро откачивают воздух, находится небольшое количество воды при температуре 0°C . За счет интенсивного испарения происходит постепенное замораживание воды. Какая часть первоначальной массы воды может быть таким образом превращена в лед?

Решение:

Из уравнения теплового баланса $Q_{\text{испар}} = Q_{\text{кристал}}$ или $Lm_n = \lambda m_l$,

масса воды, находившаяся в сосуде, $m = m_n + m_l$.

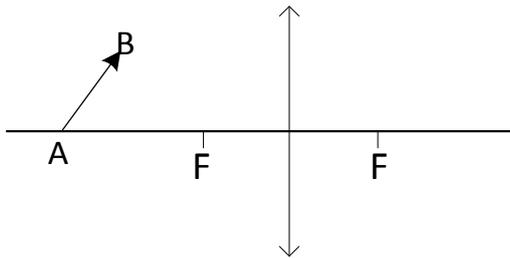
Выразим из последнего равенства массу пара $m_n = m - m_l$, подставим в уравнение теплового баланса $L(m - m_l) = \lambda m_l$, сделаем преобразования, получим

$$Lm = (L + \lambda)m_{\lambda} .$$

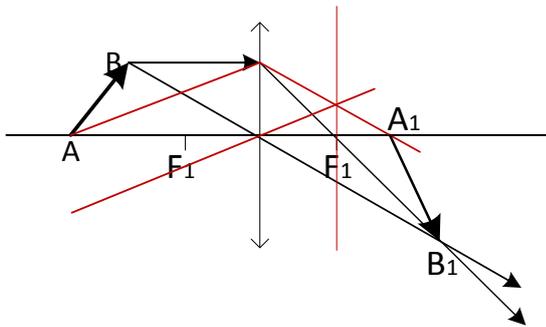
$$\frac{m_{\lambda}}{m} = \frac{L}{L + \lambda} \quad \text{и в числовом выражении}$$

$$\frac{m_{\lambda}}{m} = \frac{2260 \cdot 10^3}{(2260 + 340) \cdot 10^3} = 0,869$$

3. На рисунке показано расположение собирающей линзы, F – ее главный фокус. Постройте изображение предмета AB .



Решение:



При выполнении построения точки B , используются два луча (лучи черного цвета), первый проходит без изменения через оптический центр линзы, второй – падая параллельно главной оптической оси, после преломления проходит через главный фокус линзы. Пересечение этих лучей дает изображение B_1 точки B .

Для построения изображения точки A (все лучи красного цвета), необходимо воспользоваться дополнительным построением. Проводим под любым малым углом луч, падающий на линзу, выходящий из точки A . Параллельно ему строим побочную оптическую ось. Через главный фокус строим фокальную плоскость, находим точку пересечения фокальной плоскости и побочной оптической оси. В этой точке будет проходить луч, выходящий из точки A , после преломления в линзе. Точка пересечения главной оптической оси и данного луча даст изображение A_1 точки A . Соединив A_1 и B_1 , получим изображение A_1B_1 предмета AB .

**СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАЧ
ОЧНОГО ТУРА ОЛИМПИАДЫ ПО ФИЗИКЕ**

2018-2019 учебный год
30 марта 2019 года

9 класс

1 задача

№ п/п	Содержание	Баллы
1	Записано условие задачи, сделан рисунок, указаны параметры	1
2	Записано уравнение движения первого тела	2
3	Записано уравнение движения второго тела	2
4	Записано условие встречи двух тел	1
5	Получено квадратное уравнение относительно неизвестной величины	2
6	Решение квадратного уравнения, получение числового значения промежутка времени.	2
	Всего	10

2 задача

№ п/п	Содержание	Баллы
1	Записано условие задачи	1
2	Записано уравнение теплового баланса	2
3	Записано выражение закона сохранения массы, из которого выразили массу пара	2
4	Приведено решение уравнения (общий вид)	3
5	Приведено числовое значение	2
	Всего	10

3 задача

№ п/п	Содержание	Баллы
1	Построение изображение точки В	3
2	Выполнены дополнительные построения	3
3	Найдено построением изображение точки А	2
4	Получено изображение A_1B_1 предмета АВ	2
	Всего	10

Всего 30 баллов

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОЧНОГО ТУРА ОЛИМПИАДЫ

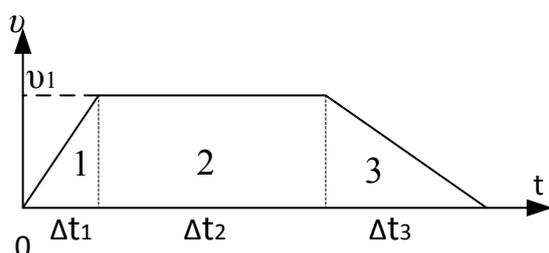
2018-2019 учебный год

30 марта 2019 года

10 класс

1. Автомобиль трогается с места с постоянным ускорением \vec{a}_1 и, достигнув скорости \vec{v}_1 , некоторое время движется равномерно, а затем тормозит с постоянным ускорением \vec{a}_2 до остановки. Определите промежуток времени Δt движения автомобиля, если он прошел путь s .

Решение: представим графически весь путь движения автомобиля.



Весь путь движения составляет $s = s_1 + s_2 + s_3$ и все время $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3$.

Запишем уравнение движение тела на первом участке пути $s_1 = \frac{a_1 \Delta t_1^2}{2}$, ско-

рость движения на нем $v_1 = a_1 \Delta t_1$, время движения $\Delta t_1 = \frac{v_1}{a_1}$, иначе пройден-

ное расстояние можно записать $s_1 = \frac{v_1^2}{2a_1}$.

На втором участке $s_2 = v_1 \Delta t_2$. Время движения на нем неизвестно.

На третьем участке тело тормозило, пройденный путь $s_3 = v_1 \Delta t_3 - \frac{a_2 \Delta t_3^2}{2}$ ско-

рость $v_1 = a_2 \Delta t_3$ время $\Delta t_3 = \frac{v_1}{a_2}$. Иначе пройденный путь можно записать

$$s_3 = \frac{v_1^2}{2a_2}.$$

Весь путь $s = \frac{v_1^2}{2a_1} + v_1 \Delta t_2 + \frac{v_1^2}{2a_2}$, выразим время движения на втором участке

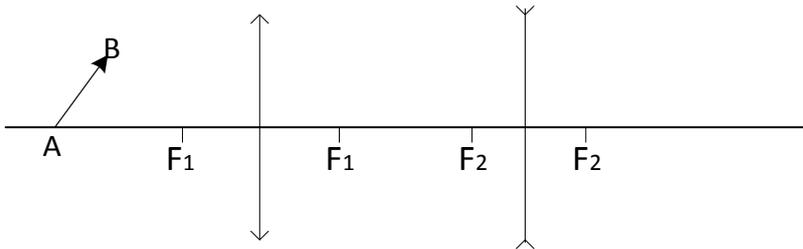
пути, $v_1 \Delta t_2 = s - \frac{v_1^2}{2} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$. Преобразуем полученное выражение, получим

$$\Delta t_2 = \frac{2sa_1a_2 - v_1^2(a_1 + a_2)}{2v_1a_1a_2}.$$

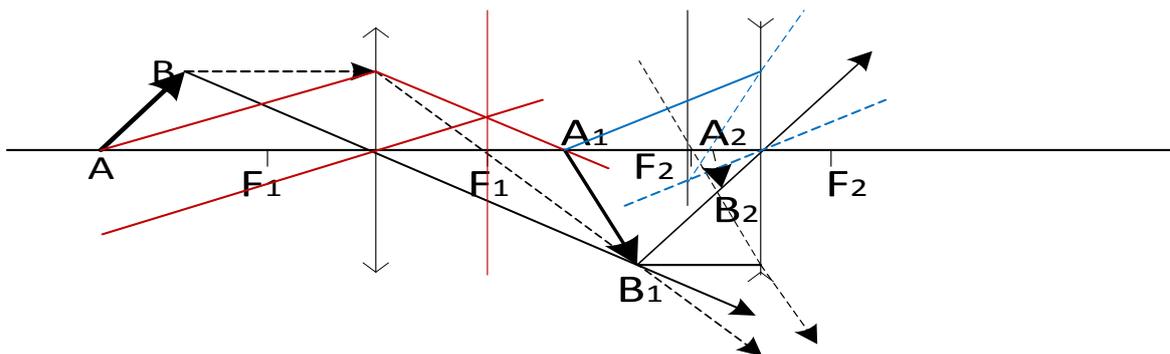
Тогда все время движения будет равно
$$\Delta t = \frac{v_1}{a_1} + \frac{2sa_1a_2 - v_1^2(a_1 + a_2)}{2v_1a_1a_2} + \frac{v_1}{a_2}.$$

После несложных преобразований
$$\Delta t = \frac{v_1^2(a_1 + a_2) + 2sa_1a_2}{2v_1a_1a_2}.$$

2. На рисунке показано расположение двух линз. F_1 – главный фокус собирающей линзы, F_2 – главный фокус рассеивающей линзы. Постройте изображение предмета АВ.



Решение:



При выполнении построения точки В, используются два луча (лучи черного цвета), первый проходит без изменения через оптический центр линзы, второй – падая параллельно главной оптической оси, после преломления проходит через главный фокус линзы. Пересечение этих лучей дает изображение B_1 точки В.

Для построения изображения точки А (все лучи красного цвета), необходимо воспользоваться дополнительным построением. Проводим под любым малым углом луч, падающий на линзу, выходящий из точки А. Параллельно ему строим побочную оптическую ось. Через главный фокус строим фокальную плоскость, находим точку пересечения фокальной плоскости и побочной оптической оси. В этой точке будет проходить луч, выходящий из точки А, после преломления в линзе. Точка пересечения главной оптической оси и данного луча даст изображение A_1 точки А. Соединив A_1 и B_1 , получим изображение A_1B_1 предмета АВ.

Аналогично, строим изображение A_2B_2 для ‘предмета’ A_1B_1 (линии синего цвета), помня, что линза рассеивающая и фокус у нее мнимый. Итак, изображением предмета АВ будет мнимое изображение A_2B_2 .

3. В ходе некоторого процесса давление и объем газа изменяются по закону $pV^3 = \text{const}$. Во сколько раз уменьшилась внутренняя энергия газа, если его объем увеличили в два раза $V_2 = 2V_1$.

Решение:

Преобразуем закон, приведенный в условии задачи следующим образом (выделим pV , и используем уравнение Клапейрона-Менделеева).

$$pV^3 = (pV)V^2 = (\nu RT)V^2$$

Применим полученное выражение для двух состояний газа

$$(\nu RT_1)V_1^2 = (\nu RT_2)V_2^2. \quad \text{Проведем преобразования.}$$

Учтем, что объем увеличили в два раза, т.е. $V_2 = 2V_1$.

$$T_1 V_1^2 = T_2 (2V_1)^2 \quad . \quad T_1 = 4T_2 \quad .$$

Запишем формулу внутренней энергии для первого и второго состояний газа,

преобразуем и получим $U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1$, $U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_2$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{4T_2}{T_2} = 4.$$

Внутренняя энергия в конечном состоянии уменьшится в 4 раза.

**СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАЧ
ОЧНОГО ТУРА ОЛИМПИАДЫ ПО ФИЗИКЕ
2018-2019 учебный год
30 марта 2019 года**

10 класс

1 задача

№ п/п	Содержание	Баллы
1	Записано условие задачи, сделан рисунок, указаны параметры	1
2	Записано уравнение движения на первом участке, найдено значение времени, затраченного на его прохождение	2
3	Записано уравнение движения на втором участке	2

4	Записано уравнение движения на третьем участке, найдено значение времени, затраченного на его прохождение	2
5	Составлено уравнение для нахождения промежутка времени для прохождения второго участка	2
6	Найдено значение промежутка времени для прохождения всего участка пути в общем виде	1
	Всего	10

2 задача

№ п/п	Содержание	Баллы
1	Построение изображение точки В для собирающей линзы	1
2	Выполнены дополнительные построения	2
3	Найдено построением изображение точки А для собирающей линзы	1
4	Получено изображение A_1B_1 предмета АВ	1
5	Построение изображение точки B_1 для рассеивающей линзы	1
6	Выполнены дополнительные построения	2
7	Найдено построением изображение точки A_1 для рассеивающей линзы	1
8	Получено изображение A_2B_2 предмета A_1B_1	1
	Всего	10

3 задача

№ п/п	Содержание	Баллы
1	Записано условие задачи	1
2	Записан закон изменения параметров газа с учетом уравнения Клапейрона-Менделеева	3
3	Получено соотношение между температурами в первом и втором состояниях газа	2
4	Записаны формулы для внутренней энергии в первом и втором состояниях газа	2
5	Найдено отношение, указывающее во сколько раз уменьшилась внутренняя энергия во втором состоянии	2
	Всего	10

Всего 30 баллов