



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Роботест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Муравьева Ульяна Юрьевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

дешифр

Дата
«12» апреля 2025 года

Подпись участника
[Подпись]

Терновик (остаточная — шестовик)

$$m a_x = m g \frac{x}{-H} \rightarrow m g$$

$\frac{g}{-H}$

$$\ddot{x} - \frac{g}{-H} x + \mu g = 0$$

MR

1,2c

$$pV^{\frac{5}{2}} = \text{const}$$

$$V^{\frac{5}{2}}(1-V^2) =$$

$$V^{\frac{5}{2}} - V^{\frac{7}{2}}$$

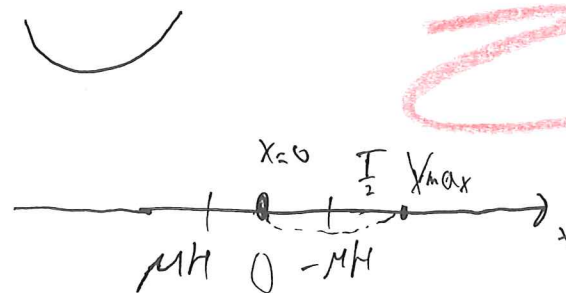
$$\frac{5}{2} V^{\frac{3}{2}} - \frac{7}{2} V^{\frac{5}{2}}$$

$$5V^{\frac{2}{2}} = 7V^{\frac{2}{2}}$$

$$V^2 = \frac{5}{7}$$

$$\ddot{x} - \frac{g}{-H} (x + \mu(-H)) = 0$$

t =



90-86-35-58
(153.2)

№1

Зачем так много и геометрические
Отогда поверхность лунки вблизи шайбы
можно аппроксимировать сферой, ~~а точнее~~
~~кривизна которой мала.~~

$$y'(x) = -\sin\left(\frac{x}{H}\right)$$

при подстановке
каждой функции получается 0.

Сфера, которой мы аппроксимировали
поверхность, должна ~~быть~~ содержать свой
центр на оси Oy, а радиус её кривизны
должен совпадать с радиусом
а её радиус должен совпадать с радиусом
кривизны поверхности. ~~В каком-то смысле~~
(поверхность — это сфера, но не совсем).
Значит, что у сферы и лунки совпадают
радиусы кривизны, значит должны совпасть
производные второго порядка ~~у сферы~~ в
точке $x=0$ у функций, описывающих пове-
рхность лунки и нижней части поверхности
сферы, в каком-то смысле.

где $y(x) = H \cos\left(\frac{x}{H}\right)$

$$y''(x) = -\frac{\cos\left(\frac{x}{H}\right)}{H}; \quad y''(0) = -\frac{1}{H}$$

функцию $y_1(x) = -\sqrt{R^2 - x^2}$ описывает дугу
нижней поверхности сферы в какой-то окру-
жности с центром в $(0,0)$ и радиусом R.
(окружность — сечение сферы плоскостью)
Стоит отметить, что точка касания сферы
к поверхности находится внутри при $y=0$, но
при взятии производной высота центра ок-
ружности не будет влиять на результат.

$$y_1'(x) = \frac{R^2 - x^2}{R^2 - x^2} \cdot \frac{-x}{\sqrt{R^2 - x^2}}; \quad y_1''(0) = \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{R} = -\frac{1}{H} \Rightarrow R = -H$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Итак, мы ~~будем~~ можем описать мировую
поверхность линии вблизи майды сферой
радиуса $-H$ с центром в $(0,0)$! (так как
 $y(0) + (-H) = 0$). Ну теперь ~~на майда~~
майда является моментально
магнетиком, периодический $T = 2\pi \sqrt{\frac{-H}{g}}$

(Н отрицательно, ~~то~~ как бы то ни было:
 $y(0) = H$, а, если порисовать, $y(0) < 0$)

Я достаточно сильно видел не саи-
не анимацию, а это-то мне ~~като~~
подозревает, что ~~разрешение~~ разрешение
решение дается задан будет небу-
ныш: В разное ^{двухвалентной} почему-то вообще
не угадываешь, что прокулишь или
прерыва вообще-то уметь можно так
когда тело движется в произвольной
ную сторону. Вообще-то, конечно, там же-
то чем-то можно прерывать... Но пере-
прерывание, по-настоящему.

Тим... Число разовых выходов...
А, ну а разово...

 $\sqrt{3}$

Конденсатор разрядился до 20 и
произошло замыкание

~~Q = 50 мкФ~~

$\Delta E_{\text{конденсатора}} = Q$

$Q = \frac{C U^2}{2} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \cdot (50^2 - 20^2)}{2} = 525 \text{ мкДж}$

Знамен (би означува - знаменник)

$$H \cos\left(\frac{x}{H}\right) \frac{d}{dx} \rightarrow -\sin\left(\frac{x}{H}\right) \rightarrow \frac{-\cos\left(\frac{x}{H}\right)}{H}$$

$$x^2 + y^2 = R^2$$

$$x^2 = R^2 - y^2$$

$$y^2 = R^2 - x^2$$

$$y = -\sqrt{R^2 - x^2}$$

$$dy = - \frac{-2x}{2\sqrt{R^2 - x^2}} dx = \frac{x}{\sqrt{R^2 - x^2}} dx$$

$$d^2y = \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 - x^2}} - \left(-\frac{1}{2} + \frac{-2x \cdot x}{(R^2 - x^2)\sqrt{R^2 - x^2}} \right) \right) dx^2 =$$

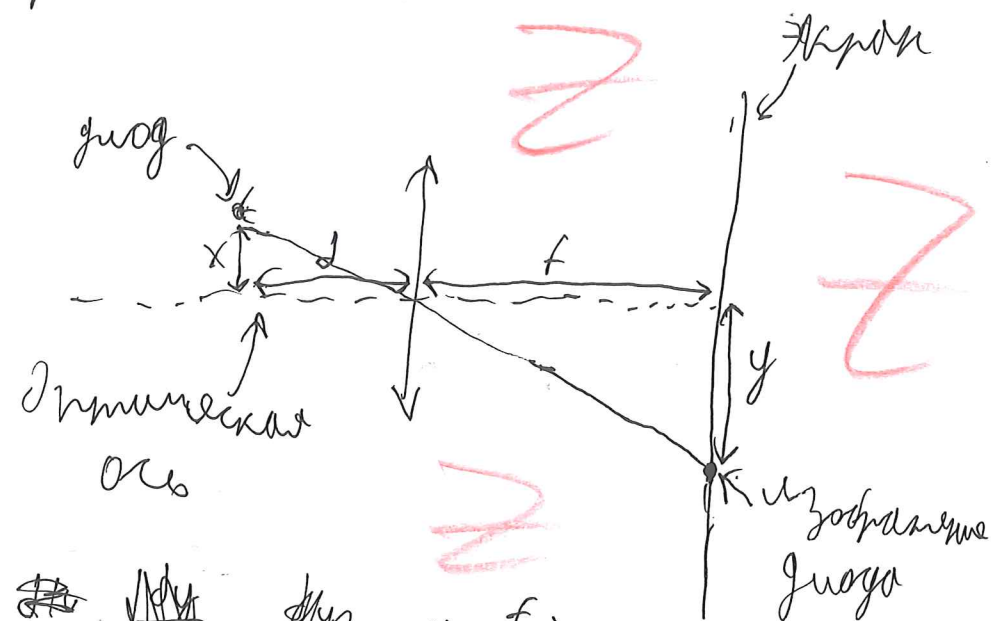
$$= \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 - x^2}} - \frac{x^2}{R^2 - x^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{R^2 - x^2}} \right) dx$$

$$= \frac{\left(1 - \frac{x^2}{R^2 - x^2}\right)}{\sqrt{R^2 - x^2}} \cdot 2x = \frac{R^2 - 2x^2}{R^2 - x^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{R^2 - x^2}} dx$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{R^2}{R^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{R^2}} = \frac{1}{R}$$

$(L-d)d$ - площадь с вершиной в $\frac{L}{2} \Rightarrow$
~~затем~~ $\Rightarrow$ корни уравнения
 $(L-d)d = \frac{L}{2}$ симметричны отн. ~~точке~~
 значению $\frac{L}{2}$. ~~Значит~~ ~~то~~ пусть d_1 -
 1-й от нуля до нуля в первом случае,
 а d_2 - во втором случае; $f_1 = L - d_1$;
 $f_2 = L - d_2$. Тогда $f_1 = d_2$; $f_2 = d_1$.

рассмотрим процесс движения;



~~$\frac{dy}{dx}$~~ $y = \frac{f}{x}$
 тогда $\frac{dy}{dx} = -\frac{f}{x^2}$

$\frac{dy}{dt}$ в первом случае равно V_1 .
 тогда во втором $\frac{dx}{dt} = \frac{dy}{dt} : \frac{dy}{dx} = \frac{f_1}{f_2} V_1$
 во втором случае $\frac{dx}{dt}$ не отличается от пер-
 вого случая. ~~В~~ во втором $V_2 = \frac{dx}{dt} = \frac{dy}{dt} \cdot \frac{dx}{dy} = \frac{f_1}{f_2} V_1 \cdot \frac{f_2}{f_1} =$
 $= \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 V_1$. $V_2 < V_1 \Rightarrow f_1 < f_2 = d_2$. Если
 подставить значения из задачи, получим
 $V_2 = 0,1 \text{ м/с}$.

Пусть Q_H и Q_X — как-то теплоты, взятые у нагревателя и машины, затраченной в процессе тепловой машины. Q_X — как-то теплота, отданная холодильнику, а A — работа, совершённая рабочим телом.

Потому что если бы мы повернули цикл вспять и затратили машину в процессе теплового распада, то Q_H , Q_X и A просто поменяют знак.

Обозначим их за Q'_H , Q'_X , A' для теплового распада, а Q_H , Q_X и A пусть будут значениями для тепловой машины.

$k = \text{коэффициент полезного действия}$ машины (т.е. — $Q'_H = Q_H$), разделив кол на произведённую работу, т.е. на A' (неудачно обозначили, куда надо ... не забывайте)

$$k = \frac{Q_H}{A}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

Обозначим за Q'_H как-то теплоту, переданную к нагревателю, а Q'_X — теплоту, отданную им холодильнику, а A' — работа над газом в процессе теплового распада.

Находим η из уравнения 7.22:

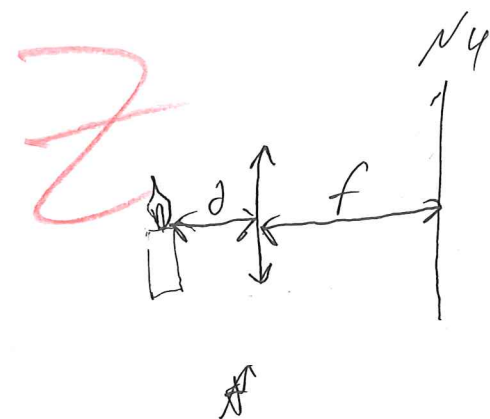
$$A_{1 \rightarrow 2} = -p_0 V_0 \int_{\frac{V_0}{0.6}}^{\frac{V_0}{0.8}} d\left(\frac{V}{V_0}\right) \approx -0.138 p_0 V_0$$

$$T_1 = T_2 \Rightarrow U_1 = U_2$$

$$Q'_H = A_{2 \rightarrow 1}$$

$$k = \frac{Q'_H}{A_{1 \rightarrow 2} + A_{2 \rightarrow 1}} \approx \frac{0.1419}{0.0038} \approx 37$$

или k определяем как $\frac{Q'_H}{A}$, то получим $k \approx 36$



$$f + d = 0.72 \text{ м}$$

для чёткости:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = 10 \text{ дптр}$$

$$\frac{f+d}{fd} = 10 \text{ дптр}$$

$$fd = \frac{f+d}{10 \text{ дптр}} = 0.072 \text{ м}^2$$

$$f = 0.72 \text{ м} - d$$

$$\text{тогда } d = 0.072 \text{ м}^2$$

$$\Leftrightarrow (0.72 \text{ м} - d)d = 0.072 \text{ м}^2 \Leftrightarrow \begin{cases} d = 0.12 \text{ м} \\ d = 0.6 \text{ м} \end{cases}$$

Ответ: 12 см и 60 см

Задача Пусть D — опт. сила глаза, L — расстояние до экрана, f и d как на рисунке. Тогда для чёткости: $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = D$, $fd = \frac{L}{D}$, $(L-d)d = \frac{L}{D}$

$$\frac{p}{p_0} = \sqrt{1 - \frac{\gamma}{\gamma_0}}$$

$$\frac{D}{P_0} = \sqrt{1 - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2}$$

максимум, когда $\left(\frac{P}{P_0}\right) \left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{5}{3}}$ макс.

амлауко, ~~ва. л. к~~аго рошнѣи кго
 Это рошнѣи и ыбѣлѣи, кго
 Оно ыбѣлѣи.

$$\left(\left(\frac{p}{p_0} \right) \left(\frac{V}{V_0} \right)^{\frac{5}{3}} \right)^2 = \left(1 - \left(\frac{V}{V_0} \right)^2 \right) \cdot \left(\frac{V}{V_0} \right)^{\frac{10}{3}} = \left(\frac{V}{V_0} \right)^{\frac{10}{3}} \left(\frac{V}{V_0} \right)^{\frac{16}{3}}$$

Взвешиваю по $\frac{V}{V_0}$, найденным:

$$\frac{10}{3} \left(\frac{V}{V_0} \right)^{\frac{7}{3}} - \frac{16}{3} \left(\frac{V}{V_0} \right)^{\frac{13}{3}} = \frac{1}{3} \left(\frac{V}{V_0} \right)^{\frac{7}{3}} \left(10 - 16 \left(\frac{V}{V_0} \right)^2 \right)$$

производная равна 0 при $\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}$,

$$\ln. 2.1 \quad \frac{V}{V_0} = \sqrt{\frac{5}{8}} \approx 0,79 \approx 0,8. \text{ (+) , d.w.m. } \frac{V}{V_0} \ll \sqrt{\frac{5}{8}}$$

~~Red Orange~~ had a greenish blue.

значит, если у меня не было ~~у~~
~~на~~ процесса 1-2, ~~то~~ то будет задан-
ным числом, ψ_0, m, k . Мы удем у 28

1) не будет, так как угол наклона не
(расстояние между V и $V_0 \in [\sqrt{\frac{5}{8}}; 0,8]$

непредприним)

hence
 then $A_{2 \rightarrow 1} = - \rho_0 V_0 \int_{0,8}^{0,6} \sqrt{1 - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2} d\left(\frac{V}{V_0}\right) \approx$
 $0,7449 \rho_0 V_0$

нак бам. при работе узла бамб
^{наоборот}
 подана ~~до~~ напомним знак а знамен, $A' = A$
 (A' — подана наг мейан; A' — подана наг бамб-
 ме раса).

не расака).
 Иттакне нпр набороме узима бачење безе, у
~~намену прикључења мреже~~ мрежа прикључава
 мрежа, мрежа додјељује се одговарајуће, унасто-
 пану. $Q_H' = Q_H$ а $Q_V' = Q_V$.

поп. $Q'_H = Q_H$ и $Q'_X = Q_X$.

Ито получено, $K = \frac{Q_H'}{A'} - \frac{Q_H}{A}$.

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

Скорость распространения $k = \frac{1}{n}$ $\oplus$

Если определить k как $\frac{Q_x}{A}$, то выразим
 что $k+1 = \frac{Q_x + A}{A} = \frac{Q_n}{A} = \frac{1}{\eta}$ ~~т.е.~~ см. л.

$k+1 = \frac{1}{2}$, поэтому не можем считать.

Итак, самая короткая изометра, соединяющая точку данного процесса — это сама минимальная часть процесса. Тогда минимальная температура достигается, например, в самой верхней точке процесса, а значит, она равна ($pV = \nu RT$) $T_{\min} = \frac{0,8 p_0 \cdot 0,6 V_0}{\nu R}$, где V — ка-
кое-то значение объема, достигнутое минимально
температуры. Тогда процесс идет в верхнюю точку
процесса, а затем идет вниз по этой кривой про-
цесса $\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\gamma} + \left(\frac{V}{V_0}\right)^{\gamma} = 1$. То есть pV , а м.к. p_0 и V_0 — кон-
станты, но $T \sim \frac{pV}{p_0 V_0}$.

В вернем процессе:

$$\text{из уравн. -ва в среднем: } \sqrt{\frac{pV}{p_0V_0}} \leq \sqrt{\frac{(\frac{p}{p_0})^2 + (\frac{V}{V_0})^2}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}},$$

$$\Rightarrow \frac{pV}{p_0V_0} \geq \frac{1}{2}.$$

$$\text{Тогда } \frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0} = \frac{1}{\sqrt{2}}; \left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1;$$

$$\frac{pV}{p_0V_0} = \frac{1}{2}.$$

Тогда $T_{\max}$ достигается при $\frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ (это точка процесса,

$$\text{т.к. } 0,6 < \frac{1}{\sqrt{2}} < 0,8)$$

$$\text{Тогда } T_{\max} = \frac{(\frac{p_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{V_0}{\sqrt{2}})}{VR} = \frac{0,5 p_0 V_0}{VR} \quad (+)$$

$$\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = \frac{0,5}{0,8 \cdot 0,6} \approx 1,0417 \quad (+)$$

тогда $T_{\max}$ больше $T_{\min}$
 $\eta \approx 4,17\%$

$$\Delta Q = A_{\text{возд}} + \Delta U$$

$$\text{тогда при } Q = \text{const:}$$

$$(\text{воздух идеальный, } \Rightarrow U = \frac{3}{2} VRT = \frac{3}{2} pV)$$

$$dA_{\text{возд}} + dU = 0$$

$$p \cdot dV + d\left(\frac{3}{2} pV\right) = 0$$

$$p \cdot dV + \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = 0$$

$$\frac{5}{2} p dV = -\frac{3}{2} V dp$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{5}{3} \frac{dV}{V}$$

$$\int \frac{dp}{p} = \int -\frac{5}{3} \frac{dV}{V} + \text{const}$$

$$\ln(p) = -\frac{5}{3} \ln(V) + \text{const}$$

$$e^{\ln(p)} = e^{-\frac{5}{3} \ln(V) + \text{const}}$$

$$p = e^{\text{const}} \cdot V^{-\frac{5}{3}}$$

В общем-то, такая кривка называется адиабатой. В ней $pV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$.
 Если адиабату при переходе из ~~одной~~ ^{одной} адиабаты и нагретой ~~одной~~ ^{одной} газом при переходе на вершину.



В процессе $1 \rightarrow 2$ $pV = \text{const}$, а значит, $pV^{\frac{5}{3}} = pV \cdot V^{\frac{2}{3}}$ возрастает с увеличением V . Из того, что 1 лежит на самой нижней адиабате, а в процессе $1 \rightarrow 2$ газ нагрет, то в процессе $2 \rightarrow 1$.