0 549650 530005

54-96-50-53
(3.2)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1.

Место проведения МОСКВА
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников ЛОМОНОСОВ
наменование олимпиады

по ФИЗИКЕ
профиль олимпиады

Пудова Клима Денисовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

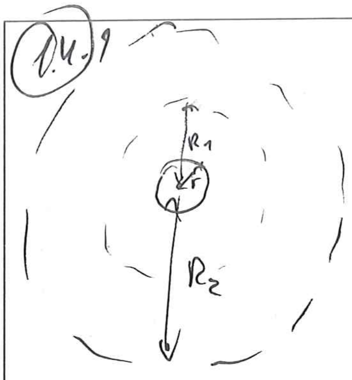
Дата

« 9 » февраля 2024 года

Подпись участника

54-96-50-53 (3.2)

1.4.9



Исходя из ~~парам~~ g, параметры планеты:

$$\cancel{m} \cdot g = G\frac{M \cdot \cancel{m}}{r^2}$$

БЕЗ ЧЕРНОВИКОВ

$$g = G\frac{M}{r^2}$$

Для спутни~~ка~~ка на орбите R_i:

$$\cancel{m_i} \cdot \frac{v_i^2}{\cancel{R_i}} = G\frac{\cancel{m_i} M}{\cancel{R_i^2}} \qquad ma_{ц} = F_T$$

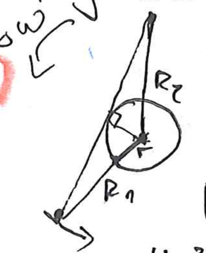
В проекции на ось, всегда направленную к центру

$$v_i^2 = \frac{GM}{R_i}$$

$$v_i^2 = \cancel{g \cdot \left(\frac{r}{R_i}\right)^2} \; g \cdot \frac{r^2}{R_i}$$

$$v_i = \frac{r}{\sqrt{R_i}}\sqrt{g} \Rightarrow \cancel{w_i = \frac{r}{R_i}\sqrt{g}} \; w_i = r\sqrt{\frac{g}{R_i^3}}$$

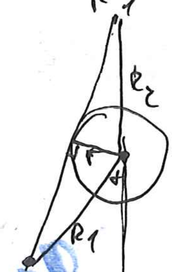
Рассмотрим относ. угловую скорость удаления одного от другого. Пусть стоит R_2, и R_1 двигается с $\Delta w = r\sqrt{\frac{g}{R_1^3}} - r\sqrt{\frac{g}{R_2^3}}$



момент перекрывания:
- касательная ~~сред~~ лазера к планете.

Ну и из симметрии момент выхода будет идентичный, но зеркальный.

Из симметрии ~~угол перекрывания - два угла~~ угол который пройдет R_1, пока будет перекрыт сигнал - это 2 угла ~~как~~ между вертикалью и R_1 в момент касания лазера. ~~[illegible]~~ Пусть это будет

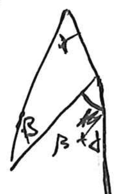


~~[illegible]~~ 2γ т.к. это внешний у треугольника R_1, R_2, лазер:

$$\gamma = \arcsin\left(\frac{r}{R_1}\right) + \arcsin\left(\frac{r}{R_2}\right) \Leftarrow \text{из прямоуг. треуг. образ. } R_i, r \text{ касания и прямой лазера}$$

т.к. $r \ll R_1$ ~~(на 2 порядка)~~

$$\gamma = \frac{r}{R_1} + \frac{r}{R_2}$$



$$\Rightarrow T = \frac{2\gamma}{\Delta w}$$

$$T = \frac{2\cancel{r}\cdot\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}{\cancel{r}\cdot\left(\sqrt{\frac{g}{R_1^3}} - \sqrt{\frac{g}{R_2^3}}\right)} \qquad T = \frac{\frac{2(R_1+R_2)}{R_1R_2}}{\sqrt{g}\cdot\frac{R_2\sqrt{R_2} - R_1\sqrt{R_1}}{R_1R_2\sqrt{R_1R_2}}}$$

$$T = \frac{2(R_1+R_2)}{\cancel{R_1R_2}} \cdot \frac{\cancel{R_1R_2}\cdot\sqrt{R_1R_2}}{\sqrt{g}(R_2\sqrt{R_2} - R_1\sqrt{R_1})}$$

$$T = \frac{2\sqrt{R_1R_2}\cdot(R_1+R_2)}{\sqrt{g}\cdot(R_2\sqrt{R_2} - R_1\sqrt{R_1})}$$

1	2	3	4	5
20	14	17	20	9

Σ 80

Воеводеева

Щербаков А.А.

Голованов

$$T = \frac{2\sqrt{R_1R_2}\cdot(R_1+R_2)}{\sqrt{g}\,(R_2\sqrt{R_2}-R_1\sqrt{R_1})}\qquad T = \frac{2\cdot\sqrt{6{,}4\cdot10^7\cdot10^8}\cdot(6{,}4\cdot10^7+10^8)}{3\cdot(-(6{,}4\cdot10^7)^{1,5}+(10^8)^{1,5})}$$

$$T = \frac{2\cdot8\cdot10^7\cdot10^6\cdot(64+100)}{3\cdot(-6{,}4\cdot10^7\cdot8\cdot10^3+10^{12})}$$

$$T = \frac{16\cdot10^{13}\cdot164}{3\cdot10^{10}\cdot(100-6{,}4\cdot8)}\qquad T = \frac{16\cdot164\cdot10^3}{3\cdot48{,}8}$$

$$\Rightarrow T = 10^4\cdot\frac{16\cdot164}{3\cdot488} = 10^4\cdot\frac{2\cdot164}{3\cdot61}$$

$$T \approx 1{,}8\cdot10^4\,(c)$$

164 · 2 = 328

328 | 183
183 | 1,792
1450
1281
1690
1647
430
366
...

25 1 Т.к. пар всё время в контакте с водой, ~~а также явно~~ пар будет явно насыщен.

~~Если бы пар было его больше, то газ бы выбрался из трубки~~

~~Пар не выбирается~~

до погружения:

3. $p_{атм} = p_{нас} + p_{в.1}$ ← парц. давление сухого воздуха

У меня $p_{атм} = p_0$

после:

$$p_{атм} + \rho_0 g h = p_{нас} + p_{в.2}$$

где сухой воздух подчиняется менделееву-клапейрону для изотермического процесса (при неизменном, очев, ν).

$$p_{в.1}\cdot L\cdot S = p_{в.2}\cdot S\cdot\left(\frac{L}{2}+h\right)$$

$$p_{в.2} = p_{в.1}\,\frac{L}{\frac{L}{2}+h}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} p_{атм} = p_{нас} + p_{в.1} \\ p_{атм} + \rho_0 g h = p_{нас} + p_{в.1}\cdot\frac{L}{\frac{L}{2}+h} \end{cases}\qquad \begin{cases} p_{атм}\frac{L}{\frac{L}{2}+h} = p_{нас}\cdot\frac{L}{\frac{L}{2}+h} + p_{в.1}\cdot\frac{L}{\frac{L}{2}+h} \\ p_{атм} + \rho_0 g h = p_{нас} + p_{в.1}\cdot\frac{L}{\frac{L}{2}+h} \end{cases}$$

$$\Rightarrow p_{атм}\cdot\frac{L-\frac{L}{2}-h}{\frac{L}{2}+h} - \rho_0 g h = p_{нас}\cdot\frac{L-\frac{L}{2}-h}{\frac{L}{2}+h}$$

$$p_{атм}\,\frac{\frac{L}{2}-h}{\frac{L}{2}+h} - \rho_0 g h = p_{нас}\,\frac{\frac{L}{2}-h}{\frac{L}{2}+h}$$

$$p_{нас} = p_{атм} - \rho_0 g h\cdot\frac{\frac{L}{2}+h}{\frac{L}{2}-h}$$

$$p_{нас} = 10^5 - 10^3\cdot10\cdot1\cdot\frac{0{,}5+0{,}45}{0{,}5-0{,}45}$$

$$p_{нас} = 10^5 - 10^4\cdot\frac{0{,}95}{5}$$

$$p_{нас} = 10^5 - 10^4\cdot19$$

$$p_{нас} = 10^4\cdot(10-19)$$

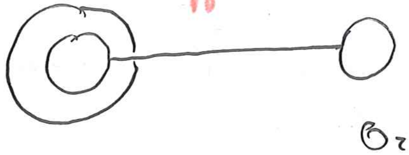
$$p_{нас} = -9\cdot10^4$$

как видим, при таком подходе $p_{нас}$ - отриц.

54-96-50-53 (3.2)

Пока займёмся другими задачами.

3.10.1 1б 2б



$q_{н} = q_1 + q_2$

Заземление – нулевой потенциал +
Соединение – сравнивание пот-лов -1
из ЗСЭЗ (если вы имели ввиду, что изначально заряд одинак.)

Очень большое расстояние – изначально схемы не влияют друг на друга (до соед-я).

Рассмотрим конденсатор:

~~Гн. гаусова~~ т.к. можно провести Гаусову поверхность в толще внешней сферы и ~~на т.н.~~ поток через замкнутый ~~пров~~ метал. контур = 0.

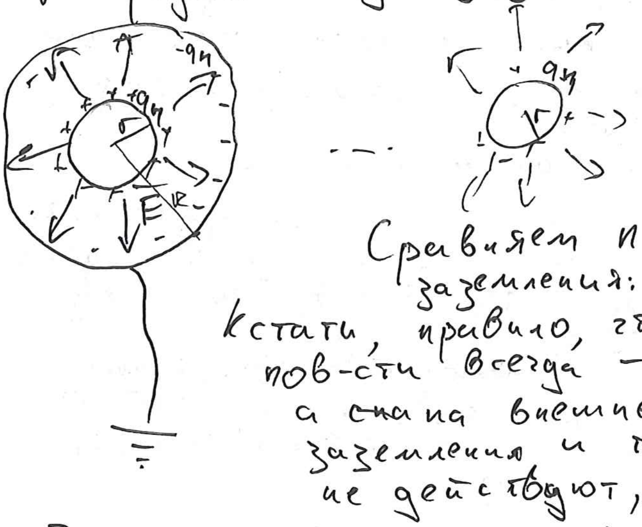
по т. Гауса

$$\Phi = \frac{q_{вн}}{\varepsilon_0}$$

$$0 = \frac{q_н + q_i}{\varepsilon_0}$$ => на внутреннее пов-сти большей сферы индуц. заряд $-q_н$. 4б

Т.к. внешнюю сферу мы заземляем, то никакого поля (не учитываем поле удалённого заряда) снаружи большей сферы быть не должно. ~~Т.к. заряд~~ Заряд $q_н$, который выскочуло на внешнюю пов-сти большей сферы из-за ~~нал~~ индуц. меньшей сферы должен уйти по заземлению.

Распределение до заземления:



Сравняем пот-лы, полученные после заземления:

Кстати, правило, что у сферы R на внутр. пов-сти всегда –заряд на ~~та~~ меньшей внутри неё, а ~~сна на~~ внешней стороне всегда 0 из-за заземления и того, что шары дру на друга не действуют, работает ~~в~~ всю задачу!

Пот-л удалённой и одинокой:
* я так полагаю, что q_2 и правой, а у q_1 у левой (на моём рис.)
- пот-л на пов-сти равномерно заряж. сферы ~~q~~
= пот-лу точечного заряда в центре.

$$\varphi_{пр} = \frac{k q_2}{r}$$

А внутри неё пот-л (не суммарный, а от неё), = const

$\varphi_{лев} = \frac{kq_1}{r} \cancel{\varphi_1} - \frac{kq_1}{R}$ ← от сферы R, внутри неё самой (с зарядом $-q_1$)

↑ от внешней

$\Rightarrow \varphi_{прав} = \varphi_{лев}$

Не знаю зачем я q_1 узнавал, забудьте, что я предположил, что они равны (нач. заряды). Это не важно.

$\Leftrightarrow \cancel{\varphi_1}\ \frac{kq_1}{r} - \frac{kq_1}{R} = \frac{kq_2}{r}$ 4б

$\frac{q_1}{r} - \frac{q_2}{r} = \frac{q_1}{R}$

$\frac{1}{r} \cdot (q_1 - q_2) = \frac{q_1}{R}$

$R = \frac{r q_1}{q_1 - q_2}$ 5б

Вот, кстати, отсюда видно, что я правильно предположил какой из зарядов какой, иначе $R<0$.

$R = \frac{0{,}02 \cdot 6 \cdot 10^{-10}}{6\cdot 10^{-10} - 2 \cdot 10^{-10}}$

$R = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 6 \cdot \cancel{10^{-10}}}{4 \cdot \cancel{10^{-10}}}$

$R = 12 \cdot 10^{-2}$ (м) ?

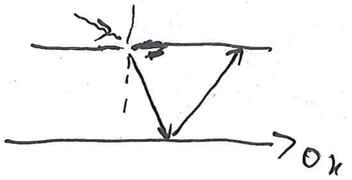
$R = 12$ см

4.10.1 Рассеяный ~~свет~~ светит во все стороны.

* Считаем, что между водой и зеркалом нет слоя воздуха.

Рассмотрим картинку в разрезе и найдём кр. луч. ~~max~~ возможный из з. Снелла (муса) и дающий max радиус.

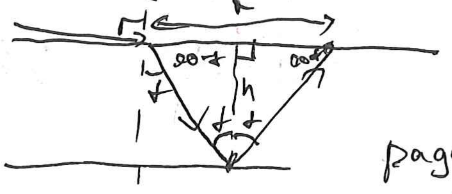
Будет смотреть на max дальность по ox:



А, извиняюсь, я сначала думал, что у отверстий есть радиус и придётся думать (с кр. углом) ~~а тут это просто кр. луч~~ ~~из з. Снеллиуса (на пра~~

А тут max наклонённый преломлённый луч - это max наклонённый ~~от~~ падающий луч (синус - возр. ф-ция на $[0; \frac{\pi}{2}]$

$\Rightarrow$ он упадёт на воду под $\approx 90°$ ($\to 90°$)



з. Снеллиуса:

* я так понимаю, что сверху $n=1$

$\Rightarrow 1 \cdot \sin(\frac{\pi}{2}) = \sin t \cdot n$

$\sin t = \frac{2}{3}$ (+)

радиус - основание вот этого равноб. треуг. ~~из~~ с боковыми сторонами от лучей в ~~воде~~ воде.

Он равнобед., т.к. вертикаль для построения углов падения и отражения на зеркало — это его высота (границы слоёв ||), а т.к. угол падения = углу отражения — это еще и бис-са.

Ну из || вертикалей у преломления и отражения, углы падения/отражения от зеркала тоже $= \alpha$

$\Rightarrow R = 2h\,\mathrm{tg}\,\alpha$ +

$$R = 2h \cdot \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \quad \alpha \in \left(0; \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow \sin\alpha, \cos\alpha > 0$$

$$R = 2h \cdot \frac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}}$$

$$R = 2 \cdot 0{,}05 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\sqrt{1-\frac{4}{9}}}$$

$$R = 0{,}1 \cdot \frac{2}{3\cdot\sqrt{\frac{5}{9}}} \qquad R = 0{,}1 \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{0{,}2}{\sqrt{5}}$$

$$R = 0{,}1\sqrt{\frac{4}{5}}$$

10

$$R = 0{,}1 \cdot \sqrt{0{,}8} \qquad \sqrt{0{,}8} \approx \sqrt{0{,}81} \approx 0{,}9$$

$$R \approx 0{,}1 \cdot 0{,}9$$

$$R \approx 0{,}09 \text{ м}$$ +

5.4.1

~~Условно обозначим обкладки в данный момент времени.~~

~~II пр. Кирхгофа:~~

~~Пусть на левой обкладке в данный момент q, а в левой −q (возможно q<0)~~

~~Пусть ток I течёт~~

Пусть заряд конд-ра на левой обкладке = q; на правой −q, на моём рис-ке (q может быть <0)

Если $Q_{пер.} \ll U_{запас}$, то можно говорить, что для ЗСЭ в рамках одного периода:

$$\frac{LI_i^2}{2} + \frac{CU_i^2}{2} = const$$

$\Rightarrow$ max U_i при min I_i, $I=0$, когда $U = 2$ В ~~по усл.~~ (вот в момент усл. задачи)

Нач. энергия $= \frac{CU^2}{2}$

~~Рассмотрим потери до след. пика:~~

Вообще это можно было строже доказать через то, что $|U| = \left|\frac{q}{C}\right|$ (я просто не буду учитывать все полярности.)

При этом

$|I| = |q'|$ на обкладке конд-ра.

max ф-ции в нуле произв.

$\Rightarrow$ max $\left|\frac{q}{c}\right|$ будет в каком-то $\left|\frac{q'}{c}\right| = 0$ $\quad q' = 0$

$\Rightarrow I = 0$ и $E_{м.п} = 0$

Ну так вот. Рассмотрим послед. период.

$0 = LI' + IR + \frac{q}{c}$ где $I = q'$

$0 = Lq'' + q'R + \frac{q}{c}$ $\qquad \int_0^T I^2 R\,dt$

А мне нужно $\qquad \cancel{\int_0^T q'R\,dt}$ $\qquad \int_0^T q'^2 \cdot R\,dt$

$\cancel{\int_0^T \frac{dq}{dt} \cdot R\,dt}$

$\cancel{\int_0^T R\,dq}$

~~Ой~~ Ну, я только понимаю, вы предлагаете забить на $q'R$ (здесь это не так явно видно, но в ЗСЭ это было бы заметно, что это малая величина)

$0 = Lq'' + \frac{q}{c}$

$0 = q'' + \frac{q}{LC}$

$q = q_н \cdot \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$ $\quad$ cos, т.к. начинаем с max q

$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC}$ (+)

$q' = -\frac{q_н}{\sqrt{LC}} \sin\frac{t}{\sqrt{LC}}$

$\Rightarrow q'^2 = \frac{q_н^2}{LC} \sin^2\frac{t}{\sqrt{LC}}$

$I^2R = \frac{q_н^2 R}{LC} \cdot \sin^2\frac{t}{\sqrt{LC}}$ $\qquad \cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x = 1 - 2\sin^2 x \Rightarrow \sin^2 x = \frac{1-\cos 2x}{2}$

$\int_0^T \frac{q_н^2 R}{LC} \cdot \left(\frac{1-\cos\frac{2t}{\sqrt{LC}}}{2}\right) dt =$

$\cancel{= \frac{q_н^2 R}{2LC} \cdot \int_0^T \left(\frac{1}{2} - \frac{2\cos\frac{2t}{\sqrt{LC}}}{4}\right) dt = \frac{q_н^2 R}{2LC} \cdot \left(\frac{1}{2}t - \frac{\sin\frac{2t}{\sqrt{LC}}}{4}\right)\Big|_0^T =}$

$= \frac{q_н^2 R}{LC} \cdot \int_0^T \left(\frac{1}{2} - \frac{\cos\left(\frac{2t}{\sqrt{LC}}\right)}{2}\right) dt = \frac{q_н^2 R}{LC} \cdot \left(\frac{1}{2}t - \frac{\sqrt{LC}\sin\frac{2t}{\sqrt{LC}}}{4}\right)\Big|_0^T =$

$= \frac{q_н^2 R}{LC} \cdot \left(\frac{1}{2}T - \frac{\sqrt{LC} \cdot \sin\frac{4\pi\sqrt{LC}}{\sqrt{LC}}}{4} - 0 + \frac{\sqrt{LC} \cdot \sin 0}{4}\right) =$

$\sin 4\pi = 0$

$$= \frac{q_н^2 R}{\cancel{4\pi^2} C} \cdot \frac{1}{2} T = \frac{q_н^2 R T}{2\cancel{4} L C}$$

где $q_н = CU$

$$\cancel{Q = \frac{C^{\cancel{2}} U^2 R T}{4 L \cancel{C}} = \frac{U^2 R}{4} \cdot \frac{C T}{L} = \frac{U^2 R}{4} \cdot \frac{C}{L} \cdot 2\pi \sqrt{LC} =}$$

$$\cancel{= \frac{U^2 R}{\cancel{4} 2} \cdot \pi \cdot C \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}}$$

$$\cancel{\frac{4 \cdot 1}{2}} \cdot 3{,}14 \cdot 30 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{\frac{\cancel{3} \cdot 10^{-5}}{\cancel{3} \cdot 10^{-1}}} = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 30 \cdot 10^{-6}$$

3,14
12
628
314
37,68

$$Q = \frac{C^2 U^2 \cdot R T}{2 L C} = \frac{C^{\cancel{2}} U^2 \cdot R \cdot \cancel{2}\pi \cdot \sqrt{LC}}{\cancel{2} L \cancel{C}} = \pi \cdot C U^2 \cdot R \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$3{,}14 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{\cancel{3} \cdot 10^{-5}}{\cancel{3} \cdot 10^{-1}}} = 3{,}14 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 10^{-7} =$$

$$= \underline{37{,}68 \cdot 10^{-7}\ Ом.?} \quad 3{,}8\ мкОм$$

милли у меня нет.

$$\cancel{\frac{LI^2}{2}} \quad \frac{CU^2}{2} = \frac{CU_i^2}{2} + \frac{LI_i^2}{2} + Q$$

$$\cancel{Q =} \quad \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C} + \frac{Lq'^2}{2} + Q$$

$$\cancel{\frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C} + \frac{Lq'^2}{2} + q'^2 R}$$

$$\frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C} + \frac{Lq'^2}{2} + Q$$

$$\cancel{0 = \frac{2q}{2C} \cdot q' \cdot dt + \frac{2Lq'}{2} \cdot q'' \cdot dt + Q' \cdot dt}$$

$$\cancel{0 = \frac{q'q}{C} dt + Lq'q'' dt + 2q'q'' R dt}$$

$$0 = \frac{2qq'}{2C} + \frac{2Lq'}{2} q'' + \frac{dQ}{dt}$$

$$0 = \frac{qq'}{C} + Lq'q'' + q'^2 R$$

Порасуждаем по 2.5.1.:
я не понимаю почему там со, если не воображать себе перенасыщенный пар.

~~А, ну вообще можно вообразить, что и сверху есть $p_н$ от воды, хотя сосуд вроде как~~

~~Это будет таковым, только если вода тоже даст своё $p_н$~~

Я могу предположить, что водоём так-же даёт своё p_h в трубку, но ~~эта~~ я не понимаю как.

$$\Rightarrow \begin{cases} p_{атм} = p_{нас} + p_{в.1} \\ p_{атм} + \rho_0 g h = p_{в.1} \frac{L}{\frac{L}{2}+h} + 2p_{нас} \end{cases}$$

$$p_{атм} \frac{L}{\frac{L}{2}+h} = \frac{L}{\frac{L}{2}+h} p_{нас} + \frac{L}{\frac{L}{2}+h} p_{в.1}$$

$$p_{атм} + \rho_0 g h = p_{в.1} \cdot \frac{L}{\frac{L}{2}+h} + 2p_{нас}$$

$$p_{атм} \frac{\frac{L}{2}-h}{\frac{L}{2}+h} - \rho_0 g h = p_{нас} \cdot \frac{L - L - 2h}{\frac{L}{2}+h}$$

$$p_{нас} = -p_{атм} \frac{\frac{L}{2}-h}{\frac{L}{2}+h} \cdot \frac{\frac{L}{2}+h}{2h} + \frac{\rho_0 g h}{2h}$$

$$p_{нас} = \frac{\rho_0 g}{2} - p_{атм} \frac{\frac{L}{2}-h}{2h}$$

$$p_{нас} = \frac{10^4}{2} - 10^5 \cdot \frac{0{,}05}{0{,}9}$$

$$p_{нас} = 10^4 \cdot 0{,}5 - \frac{10}{10} \frac{50}{90}$$

$\Rightarrow$ Пар тоже сжался?

$$p_{атм} = p_{в.1} + p_{нас}$$

$$p_{атм} + \rho_0 g h = (p_{в.1} + p_{нас})\cdot$$

Оценка изменена с "80" на "84"

Председателю апелляционной комиссии
Олимпиады школьников „Ломоносов"
Ректору МГУ имени В.Г. Ломоносова
академику В.А. Садовничеву От
участника заключительного этапа
олимпиады по профилю „физика"
Пудова Клима Денисовича

Апеляция

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 80 балов, поскольку считаю, что во 2 и 5 задаче допущены только математические ошибки в конечных вычислениях, а физический смысл верен. Прошу пересмотреть по ним баллы.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников „Ломоносов" и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения балов

К.Пуд

Дата: 27.02.2024