



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Задорожная Вероника Викторовна**

Класс: 11

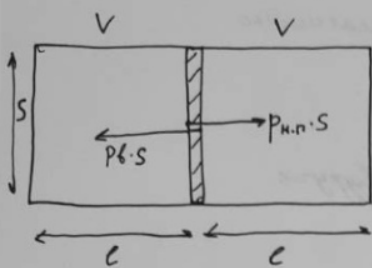
Технический балл: **80**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 8979567

	1	2	3	4	$\Sigma$
Задача	7	15	15	14	<b>80</b>
Вопрос	9	6	6	8	

Вар-2  
 W2.2.1. Дано:  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ ,  $S = 0,01 \text{ м}^2$ ;  $T = 373 \text{ К}$ ;  $V = \frac{1}{1000} \text{ м}^3$ ;  $m = 5 \text{ г}$



1. Изначальное равновесие растояние.

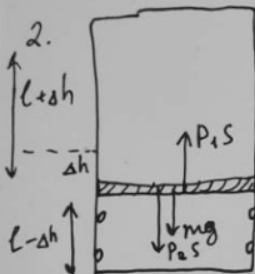
II 3. И две поршня:

$$p_{н.п.} \cdot S = p_b \cdot S \quad (1) \quad (p_{н.п.} - \text{равн. паров; } p_b - \text{равн. воздуха})$$

Изначально  $p_{н.п.} = p_b$

Ур-ие Менгелера - Клапейрона:

$$\left. \begin{aligned} p_{н.п.} \cdot V &= \nu_{\text{пар}} R T \\ p_b \cdot V &= \nu_{\text{воз}} R T \end{aligned} \right\} \Rightarrow \nu_{\text{пар}} (1) \Rightarrow \nu_{\text{воз}} = \nu_{\text{воз}0}$$



II 3. И две поршня:

$$p_1 S = mg + p_2 S \quad (2)$$

Ур-ие Менг-Клап.

$$\left. \begin{aligned} p_1 \cdot V_1 &= \nu_{\text{воз}}' R T \\ p_2 \cdot (2V - V_1) &= \nu_{\text{воз}} R T \end{aligned} \right\}$$

$p_1$  - равнение внизу  
 $p_2$  - равнение сверху  
 газа

$\nu_{\text{воз}}'$  - оставшиеся не оставшиеся воды  
 кол-во воз-ва пара

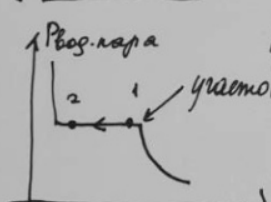


График зависимости давления пара от объема  
 участок, где пар находится. При уменьшении объема  
 увеличивается кол-во выступившей на стенках воды.

$$\Rightarrow p_1 = p_{н.п.}$$

$$(3) \left\{ \begin{aligned} p_{н.п.} \cdot V &= \nu_{\text{воз}} R T \\ p_{н.п.} \cdot V_1 &= \nu_{\text{воз}}' R T \\ p_2 (2V - V_1) &= \nu_{\text{воз}} R T \end{aligned} \right.$$

$$; V_1 = V - S \Delta h$$

Запишем БСЗ для менгелера:  
 - сразу после переобратимости  
 - в устойчивом состоянии.

Будем считать, что вода и воздух имеют бесконечный объем

$$E_0 = mg \frac{V}{S} + \frac{6}{2} p_{н.п.} V + \frac{6}{2} p_{н.п.} V$$

$$E_1 = mg \frac{(V - \Delta h S)}{S} + \frac{6}{2} p_{н.п.} (V - \Delta h S) + \frac{6}{2} p_2 \cdot (V + \Delta h S)$$

$$\Rightarrow mg \frac{V}{S} + 3 p_{н.п.} V = mg \frac{V}{S} - mg \Delta h + 3 p_{н.п.} V - 3 p_{н.п.} \Delta h S + 3 p_2 V + 3 p_2 \Delta h S$$

$$3 p_{н.п.} V = -mg \Delta h - 3 p_{н.п.} \Delta h S + 3 p_2 V + 3 p_2 \Delta h S$$

$$\nu_{\text{пар}} (2) \text{ и } (3) \Rightarrow \frac{(p_1 S - mg)}{S} (V + \Delta h S) = p_{н.п.} V \Rightarrow x p_1 = p_{н.п.} \Rightarrow p_{н.п.} S V = p_{н.п.} V$$

$$\Rightarrow p_{н.п.} V + p_{н.п.} \Delta h S - \frac{mg}{S} V - mg \Delta h = p_{н.п.} V \Rightarrow \Delta h (p_{н.п.} S - mg) = \frac{mg V}{S}$$

$$\Delta h = \frac{mg V}{S (p_{н.п.} S - mg)} = \frac{5 \cdot 10 \cdot 0,001}{0,01 \cdot (10^5 \cdot 0,01 - 5 \cdot 10)} = \frac{5 \cdot 0,01}{0,01 \cdot 950} = \frac{10}{19} \text{ см}$$

Относительная влажность - отношение данной равновесной к равновесной насыщенного пара при данной температуре. Аналогично относительная влажность

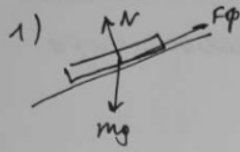
$$\frac{p}{p_{\text{sat}}} \cdot 100\% = \varphi = \frac{L}{L_{\text{sat}}} \cdot 100\%$$

Внешнее содержание водяного паров в воздухе



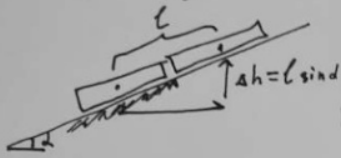
УМРО ВУК

W3.S.1. BAP.2



1)  $\mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$   
 $\mu = \tan \alpha$ ,  $\tan \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$   $\alpha = \frac{\pi}{6}$   $\tan 30 = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

2) Пыомс l-прима масонсо



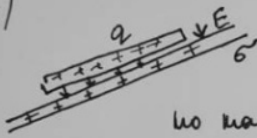
3CF:  $mg l \sin \alpha = \frac{mv_1^2}{2} + A_{fp}$

$A_{fp} = \mu N l = \mu mg \cos \alpha l$

$mg l \sin \alpha = \frac{mv_1^2}{2} + \mu mg \cos \alpha l$

$\frac{mv_1^2}{2} = mg l \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha l}{2}$

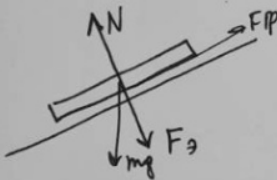
3)



$E_0$  - направлена вниз

$E_n = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$  - Магнана тарма илээт направлена до,

но на нээ дараагчт тарма илээт саван  $F_3 = E_n \cdot q = \frac{\sigma q}{2\epsilon_0}$



3CF:  $mg l \sin \alpha = \frac{mv_2^2}{2} + A_{fp}'$

$A_{fp}' = \frac{\mu N l}{2} = \frac{\mu}{2} (mg \cos \alpha + \frac{\sigma q}{2\epsilon_0}) l$

$mg l \sin \alpha = \frac{mv_2^2}{2} + (\frac{\mu mg \cos \alpha}{2} + \frac{\mu \sigma q}{4\epsilon_0}) l$

$\frac{mv_2^2}{2} = mg l \sin \alpha - l (\frac{\mu mg \cos \alpha}{2} + \frac{\mu \sigma q}{4\epsilon_0})$

$\frac{mv_2^2}{2} = mg l \sin \alpha - l (\frac{\mu mg \cos \alpha}{2})$

$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{mg l \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha}{2} \cdot m}{mg l \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha}{2} \cdot m}$

$= \frac{0,1 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{0,1 \cdot 10 \cdot \sqrt{3}}{2}}{0,1 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{0,1 \cdot 10 \cdot \sqrt{3}}{2}} = \frac{\frac{1}{2} - \frac{1}{4} + \frac{1}{4\sqrt{3}}}{\frac{1}{2} - \frac{1}{4}} = \frac{2\sqrt{3}-\sqrt{3}+1}{4\sqrt{3} \cdot \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}}}$

$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}}}$  - багцонгоо хэв. Дүгнэм:  $\sqrt{\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}}}$  хэв

Емкость - мера способности конденсатора накапливать заряд.  $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} [\Phi]$

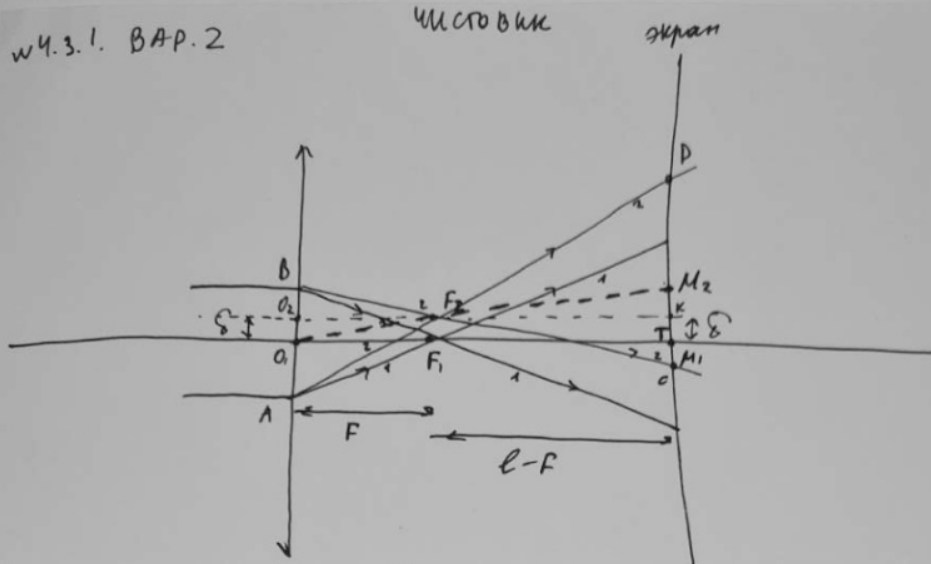
$\epsilon$  - диэлектрическая проницаемость среды

$\epsilon_0$  - диэлектрическая постоянная

$S$  - площадь пластин

$d$  - расстояние между пластинами.

уч. з. 1. ВАР. 2



Пусть линзу сместим вверх на  $\delta = 0,5 \text{ см} \Rightarrow$  сдвинувшись ГОО вверх.  
 Построим пунктиром меридиан подобный  $\Delta ABF_2$  и  $\Delta CDF_2$  по 3м узлам.

$$M_2 T = M_2 K + KT$$

$$\Delta = M_2 K + \delta \Rightarrow M_2 K = \delta - \delta = 1 \text{ см} - 0,5 \text{ см} = 0,5 \text{ см}$$

$$\Delta O_1 O_2 F_2 \sim \Delta M_2 K F_2 \Rightarrow \frac{O_1 O_2}{M_2 K} = \frac{O_2 F_2}{K F_2} \Rightarrow \frac{\delta}{0,5 \text{ см}} = \frac{F}{l - F} \Rightarrow F = \frac{l}{2} = 10 \text{ см}$$

Ответ: фокусное расстояние = 10 см.

Фокусное расстояние - точка на ГОО, в которой собираются все лучи, падавшие на поверхность линзы.

Оптическая сила - величина обратнопропорциональная фокусному расстоянию  $D = \frac{1}{F}$  (Дптр)

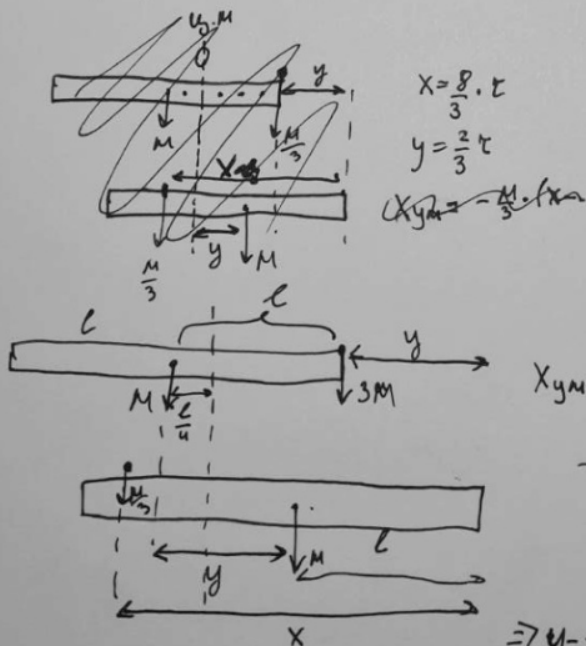
w1.3.1. ВАР-2

Числовик

Вопрос.  $\sum \vec{p}_i = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \vec{P}_{\text{сист.}}$ 

ЗСМ: импульс системы сохраняется при отсутствии внешних сил, действующих на систему.

Задача.

1. Заметим, что на систему "машинка+роска" не действуют внешние горизонтальные силы  $\Rightarrow$  <sup>координата</sup> центр масс системы = constна машинку действует сила реакции раската и  $F_{гр} = \frac{2}{3}Mg$  - при движении перескакивает раскат, когда  $F_{гам} = F_{гр}$ . $F_{гр} \cdot \Delta X = N \cdot \Delta t \Rightarrow \frac{N}{F_{гр}} = \Delta V_{\text{плм. машинки}} \Rightarrow \frac{MV}{3}$  - импульс машинки выско в СО земли $\Rightarrow$  т.к.  $\sum$  импульс системы = 0, то  $M \cdot v_1 = \frac{Mv}{3}$   $v_1 = \frac{v}{3}$  - скорость раската влево $\Rightarrow$  в СО раскат  $v_{\text{машинки}} = v + \frac{v}{3} = \frac{4}{3}v = \frac{4}{3} \frac{N \cdot 3}{Mg} = \frac{4N}{Mg} = \frac{8}{0,5 \cdot 1 \cdot 10} = \frac{8}{3}$  м/с $\Rightarrow$  т.к. центр масс системы покоится:

Останется только координата

← вертикаль центра

$$x_{\text{ц.м.}} = \frac{-\frac{M}{3}(x-l-y+\frac{l}{4}) + M \cdot (y-\frac{l}{4})}{\frac{4}{3}M}$$

$$\frac{-(x-l-y+\frac{l}{4})}{3} + y - \frac{l}{4} = 0$$

$$\frac{4}{3} \left( \frac{x+l-y-\frac{l}{4}}{3} + y - \frac{l}{4} \right)$$

$$\Rightarrow y - \frac{l}{4} = \frac{x-l-y+\frac{l}{4}}{3} \Rightarrow 3y - \frac{3}{4}l = x - l - y + \frac{l}{4}$$

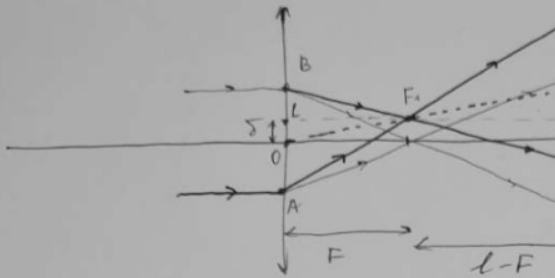
$$\Rightarrow 4y = x$$

сп. 6



**ЧЕРКОВИК**

н ч. 3. 1.



меду светлыми лучами на  $\delta = 0,5 \text{ см}$   
 экран  $\Rightarrow$  сформировать ГОО на  $\delta$  вверх.  
 чертами показан ход лучей под углом по мере сдвига.  
 Построим пунктиром медиану в подобном треугольнике  $\triangle ADF_1$  и  $\triangle CDF_1$  по 3м углам.  
 Отрезок  $M_2T$ : так как центр симметрии на  $\Delta = 1 \text{ см}$   
 $\Rightarrow M_2K + KT = M_2T$   
 $M_2K + \delta = \Delta$   
 $M_2K = \Delta - \delta = 0,5 \text{ см}$

$\Rightarrow$  Запишем подобие  $\triangle OLF_1 \sim \triangle KM_2F_1$

$$\frac{OL}{LF_1} = \frac{KM_2}{M_2F_1} \Rightarrow \frac{\delta}{F} = \frac{\Delta - \delta}{l - F}$$

$$\frac{0,5 \text{ см}}{F} = \frac{0,5 \text{ см}}{l - F} \Rightarrow F = \frac{l}{2} = 10 \text{ см}$$

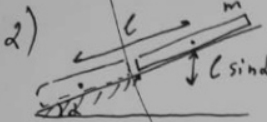
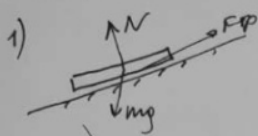
Ответ: фокусное расстояние  $F = 10 \text{ см}$ .

Фокусное расстояние - точка на ГОО, в которой собираются все лучи, показанные на поверхности широт.

Отв. она линейно-величина, обратно пропорциональная фокусному расстоянию  $\mathcal{D} = \frac{1}{F} [\text{Дптр}]$

W3.5.1.

Черный



$A_{\text{пр}} = \frac{m v^2}{2}$

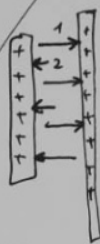
$\Rightarrow \frac{m v_1^2}{2} = mg l \sin \alpha (1 - \frac{\mu}{2})$

$v = \frac{v_1}{2 \mu \sin \alpha (1 - \frac{\mu}{2})}$

3)



на минимуме угла  $A_{\text{пр}} = 0$



$E_1 = \frac{\sigma_{\text{верх}}}{2 \epsilon_0} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2 \cdot l}{2 \epsilon_0}$

$E_2 = \frac{\sigma_{\text{ниж}}}{2 \epsilon_0} = \frac{3 \text{ нКл/м}^2 \cdot l}{2 \epsilon_0}$

$\Rightarrow E_1 = E_2 \Rightarrow$  они друг друга компенсируют

Электрическое поле свободной конденсатора  
 равномерно заряжено. Электрическое поле  
 зависит от расстояния между пластинами

$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$

длина пластины между  
 пластинами  
 $S$ -площадь пластины  
 $d$ -расстояние между пластинами

$\Rightarrow \Delta E_{\text{пол}} = E_{\text{пол}}$

$mg l \sin \alpha = m \frac{v^2}{2}$

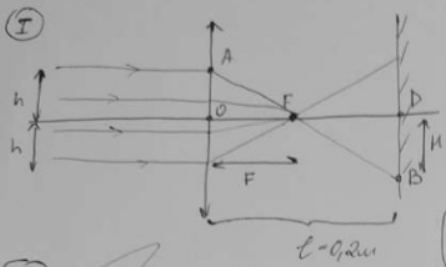
$mg \sin \alpha \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{m v^2}{2}$

$\Rightarrow$  в первом случае  $\frac{1}{2}$  энергии ушла на трение, во втором  $A_{\text{пр}} = 0 \Rightarrow E_{\text{пол}} = 2$  отн.

в первом  $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{2}$

Черновики

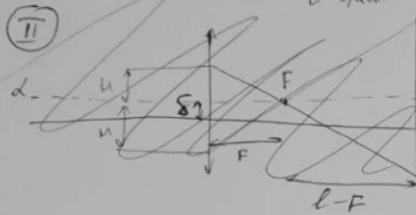
уч. 3.1.



F - фокусное расстояние - точка, в которой собираются все лучи, параллельные оси.

Оптическая сила линзы  $D = \frac{1}{F}$  (в дптр) - величина, обратно пропорциональная фокусу.

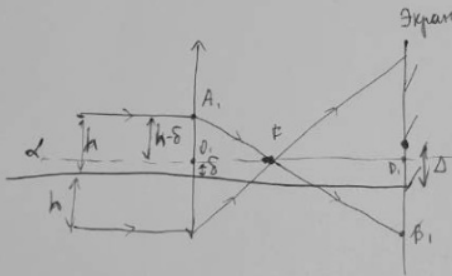
~~Результатом такой линзы является~~



Рассмотрим  $\Delta AOF \sim \Delta BDF$  по двум углам и прямой стороне  $\Rightarrow$

$$\frac{OF}{OA} = \frac{FD}{BD} \Rightarrow \frac{F}{h} = \frac{l-F}{H}$$

В случае  $\textcircled{I}$ : прямая  $l$ -ногая оптическая ось.  $\delta = 0,5 \text{ м}$ ;  $\Delta = 1 \text{ см}$

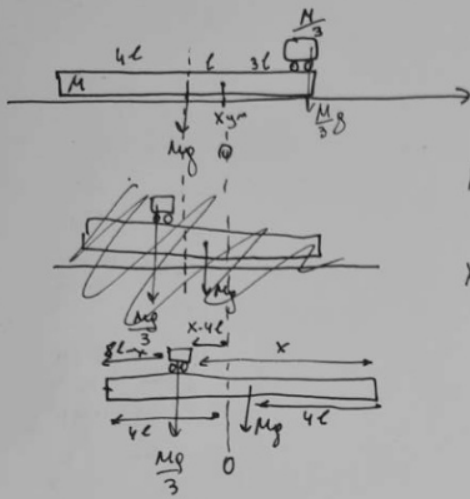


$\Delta A_1O_1F \sim \Delta B_1D_1F$

$$\Rightarrow \frac{A_1O_1}{O_1F} = \frac{F D_1}{B_1 D_1} \Rightarrow \frac{h-\delta}{F} = \frac{l-F}{F}$$

№ 1.3.1.

Черновики



Лінійний шарнір  $\Rightarrow$  по осі  $x$  на шестину (досить + машина) не діють сили. Вліва і вправо тільки сили.

$\Rightarrow$  похилити уліво або вправо.

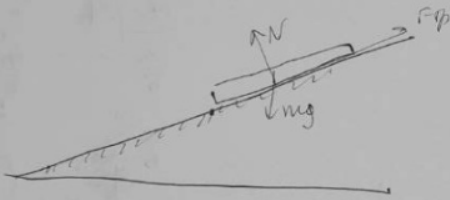
Пусть машина проедет  $x$  до ролика. У нас станеться так те

$$X_{yM} = 0 = \frac{M}{3} \cdot 3l - \frac{Mg}{3} \cdot x$$

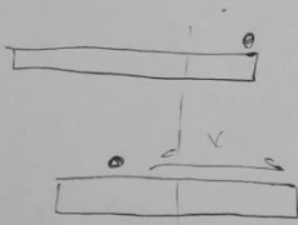
$$X_{yM} = 0 = \frac{Mg}{3} (x - 4l)$$

$$Mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

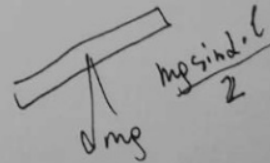
$$\mu = \tan \alpha$$



$$N \cdot \mu = \frac{Mg}{3} \cdot x$$



$$\frac{b}{2 \epsilon_0}$$



стр 9

Председателю апелляционной комиссии олимпиады школьников «Ломоносов» Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова академику В.А. Садовничему ученицы 11 класса ОАНО Школы «Летово» по адресу г. Москва ул. Зимёнковская 3, Задорожной Вероники Викторовны

Апелляция.

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы (80) за мою работу заключительного этапа по физике, поскольку считаю, что: так как в личном кабинете **не было** информации об оценке за **каждую** задачу конкретно, я распису подробно, как считаю справедливо было бы оценить.

Прикладываю вырезки из своей работы и пункты из критериев

**N4.**

Моему решению соответствуют пункты из критериев:

5. Задача решена полностью и получен правильный ответ – **15** баллов.

4. Ответ является полным (содержит по обеим частям вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла) – **10** баллов

**Обоснование:**

Решение сходится с предложенным автором, получен верный ответ.

На теоретический вопрос дан верный развернутый ответ

вч.з.1. ВАР.2

ч.1.1. вариант 2

окрап

Пусть линзу имеем центр на  $\delta = 0,5 \text{ см} \Rightarrow$  сдвигаем  $ГОО$  вверх  
 Построим пунктиром меридиан подобно  $\triangle AOB_2$  и  $\triangle ODB_2$  по 3м углам.  
 $M_2 T = M_2 K + K T$   
 $\Delta = M_2 K + \delta \Rightarrow M_2 K = \delta - \delta = 1 \text{ см} - 0,5 \text{ см} = 0,5 \text{ см}$   
 $\triangle O_1 O_2 \sim \triangle M_2 K F_2 \Rightarrow \frac{O_1 O_2}{M_2 K} = \frac{O_2 F_2}{K F_2} \Rightarrow \frac{\delta}{0,5 \text{ см}} = \frac{F}{l - F} \Rightarrow F = \frac{l}{2} = 10 \text{ см}$   
**Ответ:** фокусное расстояние = 10 см.  
 Фокусное расстояние – точка на  $ГОО$ , в которой собираются все лучи, падавшие на поверхность линзы.  
 Оптическое число – величина обратная пропорциональная фокусному расстоянию  $D = \frac{1}{F}$  (Дптр)

N3

Моему решению соответствуют пункты из критериев:

5. Задача решена полностью и получен правильный ответ – 15 баллов.

4. Ответ является полным (содержит по обеим частям вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла) – 10 баллов

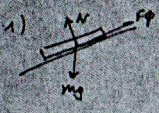
Обоснование:

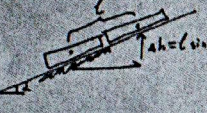
В решении подробно расписаны все шаги, найден верный ответ, выраженный в иррациональных числах. У меня не было калькулятора, чтобы привести это в десятичную дробь, тем не менее, если считать, ответ полностью совпадает с указанным автором.

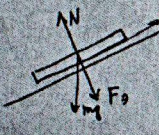
Ответ на теоретический вопрос верный- указано верное определение и приведена формула.

чистовик

W3.5.1. ВАР. 2

1)   $\mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$   
 $\mu = \tan \alpha$ ,  $\tan \alpha = \frac{11}{12}$   $\tan 30 = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

2) Пусть  $l$ -длина маятника  
  
 ЗСГ:  $mg \sin \alpha = \frac{mv_1^2}{2} + A_{тр}$   
 $A_{тр} = f_{тр} \cdot \frac{MN}{2} = \frac{\mu mg \cos \alpha l}{2}$   
 $mg \sin \alpha = \frac{v_1^2}{2} + \frac{\mu mg \cos \alpha l}{2}$   
 $\frac{mv_1^2}{2} = mg \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha l}{2}$

3)   $E_0$  - начальная емкость  
 $E_0 = \frac{\epsilon_0 S}{2d}$   $\epsilon$  - диэлектрическая проницаемость  
 Но на нас действует только сила  $F_q = E_0 \cdot q = \frac{\epsilon q^2}{2\epsilon_0 d}$

ЗСГ:  $mg \sin \alpha = \frac{mv_2^2}{2} + A_{тр}'$   
 $A_{тр}' = \frac{MN'}{2} = \frac{\mu (mg \cos \alpha + \frac{\epsilon q^2}{2\epsilon_0 d}) l}{2}$   
 $mg \sin \alpha = \frac{mv_2^2}{2} + \left( \frac{\mu mg \cos \alpha}{2} + \frac{\mu \epsilon q^2}{4\epsilon_0 d} \right) l$   
 $\frac{mv_2^2}{2} = mg \sin \alpha - l \left( \frac{\mu mg \cos \alpha}{2} + \frac{\mu \epsilon q^2}{4\epsilon_0 d} \right)$   
 $\frac{mv_2^2}{2} = mg \sin \alpha - l \left( \frac{\mu mg \cos \alpha}{2} \right)$   
 $\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{mg \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha l}{2} + \frac{\mu \epsilon q^2}{4\epsilon_0 d}}{mg \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha l}{2}}$   
 $= \frac{4 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{10} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 9 \cdot 10^{-18}}}{\frac{1}{2} - \frac{1}{4} + \frac{1}{4\sqrt{3}}} = \frac{2\sqrt{3}-\sqrt{3}+1}{4\sqrt{3}-\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}}}$   
 $\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}}}$  - востановлю  $\mu g$ . Ответ:  $\sqrt{\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}}} \mu g$

ср 3

Емкость - мера способности конденсатора накапливать заряд.  $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$  [Ф]

$\epsilon$  - диэлектрическая проницаемость среды  
 $\epsilon_0$  -  $\epsilon_0$  начальная  
 $S$  - площадь пластин  
 $d$  - расстояние между пластинами.

N2

Моему решению соответствуют пункты из критериев:

5. Задача решена полностью и получен правильный ответ – 15 баллов.

4. Ответ является полным (содержит по обеим частям вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла) – 10 баллов

Обоснование:

Решение полностью верное, верный ответ. Он не приведен к десятичной дроби, тем не менее  $10/19 = 0,53 \text{ см} = 5,3 \text{ мм}$ , что совпадает с ответом автора

Теоретический вопрос верно отвечен. Я сравнила свой ответ с определением из учебного пособия- все верно.

Вариант 2. Дано:  $p_1 = 10^5 \text{ Па}$ ,  $S = 0,01 \text{ м}^2$ ;  $T = 373 \text{ К}$ ;  $V = \frac{1}{1000} \text{ м}^3$ ;  $m = 5 \text{ г}$

1. Изначально равновесие достигнуто.  
 II 3.Н рас хориз.  $p_{\text{пар}} \cdot S = p_{\text{в}} \cdot S$  ( $p_{\text{пар}}$  - равн. каплю пара;  $p_{\text{в}}$  - равн. воздуха)  
 III 3.Н рас хориз.  $p_{\text{пар}} \cdot V = p_{\text{в}} \cdot V$   
 Формулы Менделеева - Клапейрона:  
 $p_{\text{пар}} \cdot V = \nu_{\text{пар}} R T$   
 $p_{\text{в}} \cdot V = \nu_{\text{воз}} R T$

2. II 3.Н рас хориз.  $p_1 \cdot S = m \cdot g + p_2 \cdot S$  ( $p_1$  - давление воздуха;  $p_2$  - давление воздуха)  
 Формулы Менд-Клап.  
 $p_1 \cdot V_1 = \nu_{\text{воз}} R T_1$   
 $p_2 \cdot (2V - V_1) = \nu_{\text{воз}} R T$   
 $\nu_{\text{воз}}$  - оставшиеся и оставшиеся вода; кол-во воздуха пара

График равновесия количества пара от объема фазовый, где пар конденсируется. При увеличении объема увеличиваются кол-во испарившейся на стенках воды.  
 $\Rightarrow p_1 = p_{\text{н.п.}}$

Замечание ВСГ: рас равновесия: сразу после перемещения - в установившемся состоянии.

Будем считать, что вода и воздух имеют одинаковую температуру.  
 $E_0 = m \cdot g \cdot \frac{V}{S} + \frac{1}{2} p_{\text{пар}} \cdot V + \frac{1}{2} p_{\text{воз}} \cdot V$   
 $E_1 = m \cdot g \cdot \frac{V - \Delta h \cdot S}{S} + \frac{1}{2} p_{\text{пар}} \cdot (V - \Delta h \cdot S) + \frac{1}{2} p_2 \cdot (2V - \Delta h \cdot S)$   
 $\Rightarrow \frac{m \cdot g \cdot V}{S} + \frac{1}{2} p_{\text{пар}} \cdot V = m \cdot g \cdot \frac{V - \Delta h \cdot S}{S} + \frac{1}{2} p_{\text{пар}} \cdot (V - \Delta h \cdot S) + \frac{1}{2} p_2 \cdot (2V - \Delta h \cdot S)$   
 $\frac{3}{2} p_{\text{пар}} \cdot V = m \cdot g \cdot \Delta h + \frac{1}{2} p_{\text{пар}} \cdot \Delta h \cdot S + \frac{1}{2} p_2 \cdot \Delta h \cdot S$   
 $\nu_{\text{воз}}(1) \text{ и } (2) \Rightarrow \frac{(p_1 - m \cdot g)}{S} (V + \Delta h \cdot S) = p_{\text{пар}} \cdot V \Rightarrow \nu_{\text{воз}}(1) = \nu_{\text{пар}} \Rightarrow p_{\text{пар}} \cdot S = m \cdot g$   
 $\Rightarrow p_{\text{пар}} \cdot V + p_{\text{пар}} \cdot \Delta h \cdot S - \frac{m \cdot g \cdot V}{S} - m \cdot g \cdot \Delta h = p_{\text{пар}} \cdot V \Rightarrow \Delta h (p_{\text{пар}} \cdot S - m \cdot g) = \frac{m \cdot g \cdot V}{S}$   
 $\Delta h = \frac{m \cdot g \cdot V}{S(p_{\text{пар}} \cdot S - m \cdot g)} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,001}{0,01 \cdot (10^5 \cdot 0,01 - 5 \cdot 10^{-2})} = \frac{5 \cdot 10^{-6}}{9,95} = \frac{50}{995} \text{ м} = \frac{10}{19} \text{ см}$

стр. 1

Относительная влажность - отношение данного давления насыщенного пара при данной температуре. Аналогично относительная влажность - содержание водяного пара в воздухе

$\frac{p}{p_{\text{н.п.}}} \cdot 100\% = \varphi = \frac{p}{p_{\text{н.п.}}} \cdot 100\%$

N1

Моему решению соответствуют пункты из критериев:

2. Задача не решена, но сделан поясняющий рисунок (если требуется), частично сформулированы необходимые физические законы – 1 – 5 баллов.

4. Ответ является полным (содержит по обеим частям вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла) – 10 баллов

**Обоснование:**

Сформулирован ЗСИ, сделаны промежуточные вычисления, рисунок, за что считаю справедливым поставить 5 баллов. Сделан значительный шаг в решении.

Ответ на теоретический вопрос дан полностью верный

Чистовик

W1.5.1. ВАР-2

Вопрос.  $\sum \vec{r}_i = \vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \dots + \vec{r}_n = \vec{r}_{\text{шм}}$

ЗСИ: импульс системы сохраняется при отсутствии внешних сил, действующих на систему.

Задача.

1. Заметим, что на систему "машинка+росы" не действуют внешние горизонтальные силы  $\Rightarrow$  центр масс системы = const

на машинку действует сила тяжести и  $F_{\text{гр}} = \frac{20M \cdot g}{3}$  - при движении перескакивает росы, когда  $F_{\text{тлм}} = F_{\text{гр}}$

$F_{\text{гр}} \cdot \Delta x = N \cdot \Delta t \Rightarrow \frac{N}{F_{\text{гр}}} = \Delta t$  время машинки  $\Rightarrow \frac{MV}{3}$  - импульс машинки вверх в СО росы

$\Rightarrow$  т.к.  $\sum$  импульс системы = 0, то  $M \cdot V_1 = \frac{20M \cdot V}{3}$   $V_1 = \frac{2}{3} V$  - скорость росы вверх

$\Rightarrow$  в СО росы  $V_{\text{машинки}} = V - \frac{2}{3} V = \frac{1}{3} V = \frac{1}{3} \frac{10 \cdot 3}{10} = \frac{10}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{10}{3} \text{ м/с}$

$\Rightarrow$  т.к. центр масс системы покоится:

$x = \frac{2}{3} \cdot t$   
 $y = \frac{2}{3} \cdot t$   
 $x_{\text{цм}} = \frac{2}{3} \cdot t$

Остаток только найти время

вернемся сюда  $\leftarrow$

$$x_{\text{цм}} = \frac{-M(x-l-y+\frac{c}{3}) + M(y-\frac{c}{3})}{3} = 0$$

$$\Rightarrow y - \frac{c}{3} = \frac{x-l-y+\frac{c}{3}}{3} \Rightarrow 3y - \frac{c}{3} = x - l - y + \frac{c}{3}$$

ср. 6



В сумме за всю работу получилось 90 баллов. Прошу пересмотреть оценку.

Дата 24.03.2002

Подпись

A handwritten signature in black ink, consisting of several stylized, overlapping loops and lines, positioned to the right of the word 'Подпись'.