0 129687 320000

12-96-87-32
(66.6)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов.

по физике.

Дурнова Алексея Николаевича.
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Подпись участника

Дата

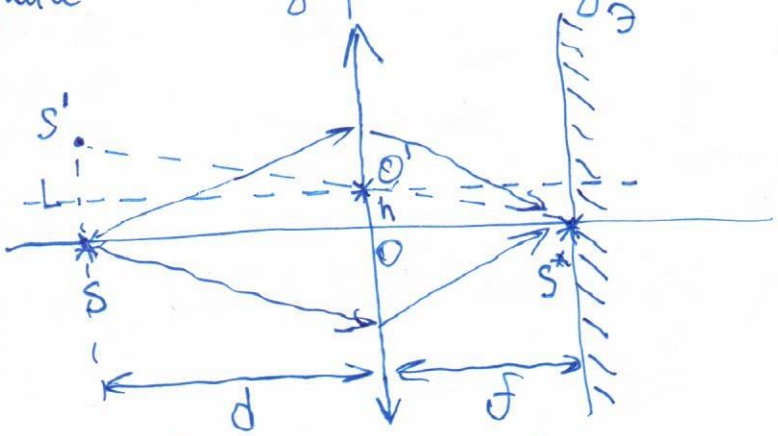
«21» февраля. 2020 года

+1 лист Дурнова
+1 лист Дурнова

12-96-87-32
(66.6)

Ч.10.3. Задача. Условия.

Линза собирающая, изображение получено на экране => Изображение действительное.



S* - изображение действительного ~~изображения~~ предмета S в линзе.

По формуле тонкой линзы:

$$+\frac{1}{F} = +\frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{dF}{d-F}$$

Линзу сместили, но изображение осталось на месте. ~~т.к. расстояние~~, а т.к предмет, изображение и главный оптический центр лежат на одной прямой, то линзу сместили вверх.

т.е d и f = const

$$\Delta S'SS^* \sim \Delta OO'S^* \Rightarrow \frac{L}{h} = \frac{d+f}{f} = \frac{d}{f} + 1$$

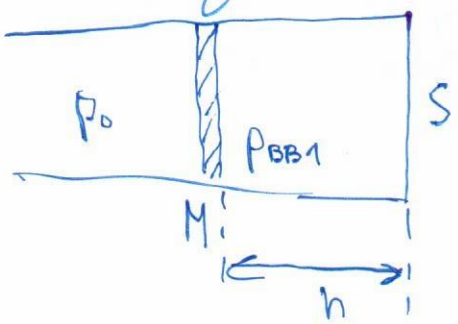
$$\frac{L}{h} = \frac{d-F}{F} + 1 = \frac{d}{F}$$

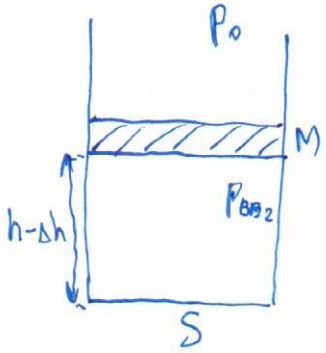
$$F = \frac{dh}{L} = \frac{24\text{см} \cdot 2\text{см}}{6\text{см}} = 8\text{см}$$

Ответ: 8 см.

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

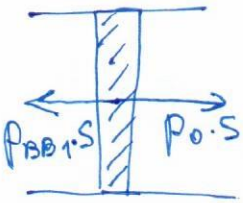
2.4.3 Задача.





Дано:
$T = 343\ K$
$h = 0{,}55\ м$
$\Delta h = 0{,}05\ м$
$S = 0{,}01\ м^2$
$\Delta m = 0{,}0001\ кг$
$p_0 = 10^5\ Па$
$\mu = 18 \cdot 10^{-3}\ \frac{кг}{моль}$
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$
$R = 8{,}3\ \frac{Дж}{}$

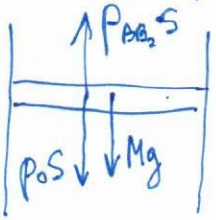
1) Поршень в равновесии

т.е 

$p_0 S = p_{ВВ1} \cdot S$

$p_{ВВ1} = p_0$

2) Поршень в равновесии

т.е 

$p_{ВВ_2} \cdot S = Mg + p_0 S.$

$p_{ВВ_2} = \frac{Mg}{S} + p_0.$

3) По закону Дальтона:

$p_{ВВ_1} = p_п + p_{СВ1} = p_0$

$p_{ВВ_2} = p_{п2} + p_{СВ_2} = \frac{Mg}{S} + p_0$

4) При температуре 100°C давление насыщенного пара равняется атмосферному, т.е $p_{нп} = 10^5\ Па$.

а т.к $T = const \Rightarrow p_{нп} = p_{нп}(T) = const$

Вода сконденсировалась, пар стал насыщенным.

т.е $p_{п2} = p_0$

Итого: $p_п + p_{СВ1} = p_0$

$p_0 + p_{СВ_2} = \frac{Mg}{S} + p_0 \Rightarrow p_{СВ_2} = \frac{Mg}{S}$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

12-96-87-32
(66.6)

5) т.к $\vartheta_б = const$, $T = const$ $\Rightarrow$ $p_{св1} V_1 = p_{св2} V_2$ Из уравнения Менделеева-Клап.

$V_1 = Sh$, $V_2 = S(h-\Delta h)$ $\Rightarrow$ $p_{св2} = \frac{p_{св1} \cdot h}{h - \Delta h}$

6) По уравнению Менделеева-Клапейрона для водяного пара.

$p_п V_1 = \frac{m_п}{\mu} RT$ $\Rightarrow$ $p_п \cdot S \cdot h = \frac{m_п}{\mu} RT$

$p_{нп} \cdot V_2 = \frac{m_п - \Delta m}{\mu} RT$ $\Rightarrow$ $p_0 S(h-\Delta h) = \frac{m_п - \Delta m}{\mu} RT$

$p_{нп} = p_0$

$p_п \cdot Sh - p_0 S(h-\Delta h) = \frac{\Delta m RT}{\mu}$

$p_п = \frac{\Delta m RT}{\mu Sh} + p_0 \frac{(h-\Delta h)}{h}$

7) $p_{св1} = p_0 - p_п = p_0 - p_0 \frac{(h-\Delta h)}{h} - \frac{\Delta m RT}{\mu Sh} =$

$= p_0 \frac{\Delta h}{h} - \frac{\Delta m RT}{\mu Sh}$

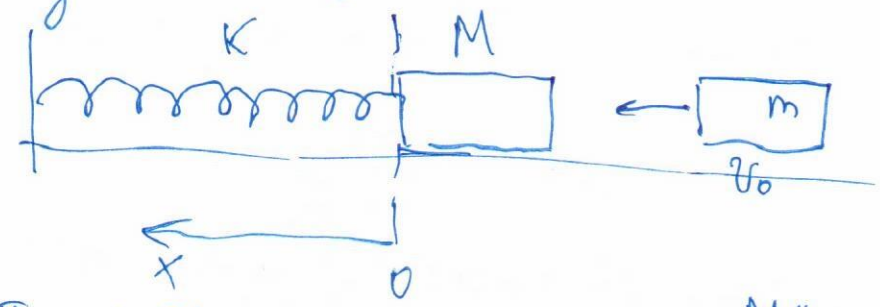
8) $p_{св2} = \frac{Mg}{S} = \frac{p_{св1} \cdot h}{h - \Delta h} = \frac{p_0 \Delta h - \frac{\Delta m RT}{\mu S}}{h - \Delta h}$

$M = \frac{S}{g} \frac{p_0 \Delta h - \frac{\Delta m RT}{\mu S}}{h - \Delta h} = \frac{0{,}01 м^2}{10 м/с^2} \cdot \frac{10^5 Па \cdot 0{,}05 м - \frac{0{,}1 \cdot 10^{-3} кг \cdot 8{,}3 Дж/(моль \cdot К) \cdot 343 К}{18 \cdot 10^{-3} кг \cdot 0{,}01 м^2}}{0{,}3 м} \approx 10{,}6 кг$

Ответ: 10,6 кг

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Задача 1.1.3,



По ЗСИ для системы „m+M" по оси OX:

$$mv_0 = Mu - mv \quad (1)$$

По ЗСЭ для системы „m+M":

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \quad (2)$$

$$\left.\begin{array}{l} m(v_0^2 - v^2) = Mu^2 \\ m(v_0 + v) = Mu \end{array}\right| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 - v = u$$
$$mv_0 = Mu - mv. \quad \Big| \Rightarrow \quad u = \frac{2mv_0}{m+M}$$

$$v = \frac{M-m}{M+m} v_0. \quad (+)$$

$(M > m)$

$$t_1 = \frac{2}{3}T = \frac{2}{3} \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{4\pi}{3\omega}$$

Уравнение колебаний бруска массой M:

$$x^* = u \cdot \cos(\omega t)$$
$$x = A \cdot \sin(\omega t)$$

$$A\omega = u \Rightarrow A = \frac{u}{\omega}$$

$$x(t_1) = A \cdot \sin\left(\frac{4\pi}{3\omega} \cdot \omega\right) = -\frac{\sqrt{3}}{2}A = -\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{u}{\omega}$$

$$|x(t_1)| = v \cdot t_1 = \frac{M-m}{M+m} v_0 \frac{4\pi}{3\omega} = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{u}{\omega}$$

$$\frac{M-m}{M+m} v_0 \frac{4\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2mv_0}{m+M} \cdot \omega$$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

12-96-87-32
(66.6)

$$(M-m)\frac{4\sqrt{\pi}}{3} = m\sqrt{3}$$

$$\left(\frac{M}{m}-1\right) = \frac{3\sqrt{3}}{4\sqrt{\pi}}$$

$$n = \frac{3\sqrt{3}}{4\sqrt{\pi}} + 1$$

Ответ: $n = \frac{3\sqrt{3}}{4\sqrt{\pi}} + 1$

+

4.10.3. Вопросы.

Во-первых изображение строится на пересечении лучей или их продолжений.

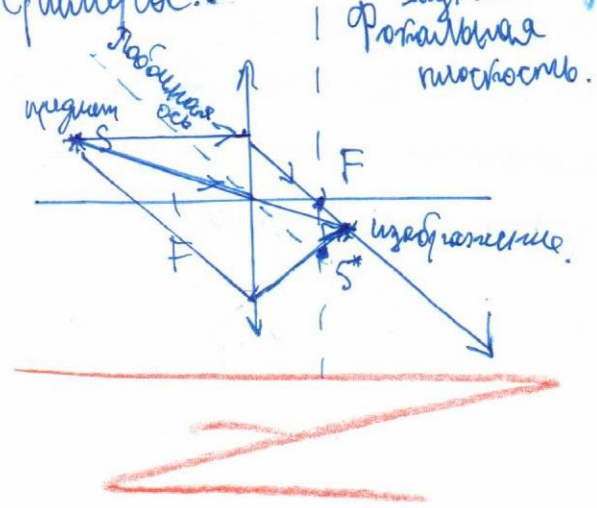
Правила построения:

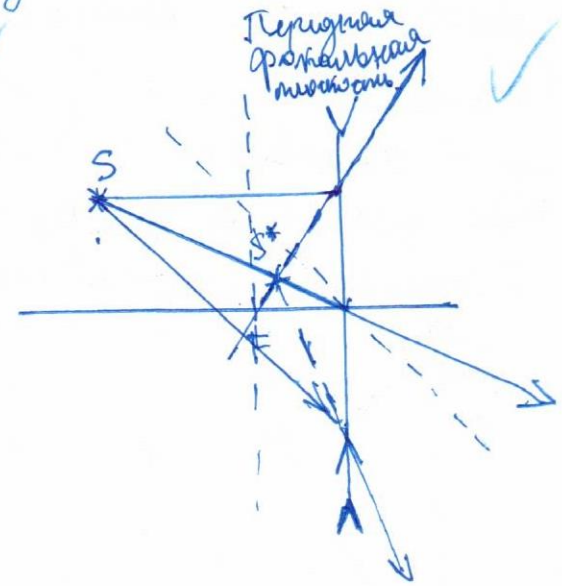
1) Луч, проходящий через главный оптический центр линзы, проходит без изменения своего направления.

2) Луч (или его продолжение), параллельный главной оптической оси, после прохождения линзы проходит через (задний фокус. для собирающих линз действительных предметов, передний - продолжения лучей для рассеивающей) фокус линзы.

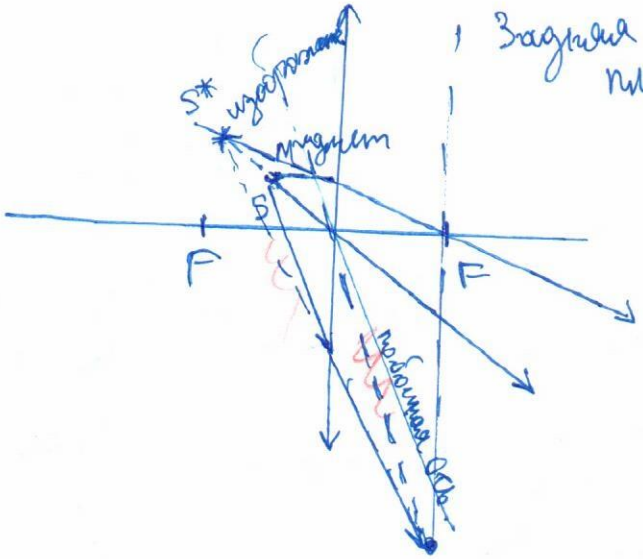
3) Луч (или продолжение) пересекает фокальную плоскость в том месте, где пересекает её побочная ось. Побочная ось - луч параллельный данному, проходящий через главный оптический центр.

Примеры:





Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!



Вопросы 2.4.3.

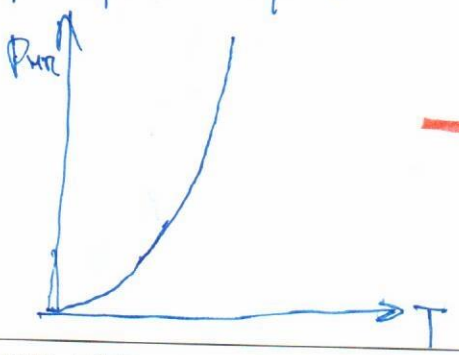
Температура кипения – это температура, при которой начинается активное испарение жидкости со всего объема воды, т.е начинается парообразование. Данный процесс является фазовым переходом жидкости – газ (или наоборот). Во время фазовых переходов температура и давление газов не меняется. При данном давлении температура кипения является критической для жидкости, т.е при большей температуре жидкость не может существовать.

Температура кипения определяется для каждого вещества, для каждого давления по отдельности. Кипение начинается, когда давление насыщенных паров сравнивается с внешним давлением.

Так для воды при $p_0 = 10^5$ Па. $t_к = 100°C$ $T = 373$ К

Примерный график насыщенных паров от T

(график экспоненциальный)



как зав. t кип. от P?

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

12-96-87-32
(66.6)

Листовка.

3.4.3. Вопросы.

Индуктивность – свойство проводника противостоять изменению тока через себя.

$\mathcal{E}_{самоинд} = -L \cdot \frac{dI}{dt}$, где L – индуктивность

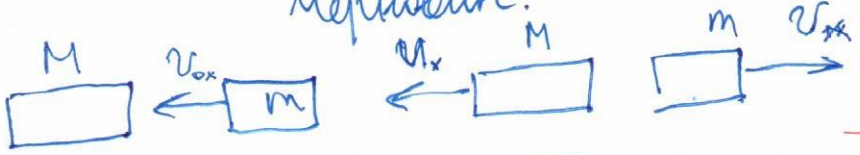
На этом свойстве основана катушка индуктивности. Ток через неё резко меняться не может, а напряжение может.

Индуктивность, по аналогии с механикой, как масса – мера инертности тела (скорость тела мгновенно изменить), является мерой „инертности" тока

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

12-96-87-32
(66.6)

Мерзавкин.



$$mv_{0x} = Mu_x + mv_x$$

$$mv_0 = Mu - mv$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

$$m(v_0^2 - v^2) = Mu^2$$

$$m(v_0 + v) = Mu$$

$$v_0 - v = u$$

$$m(v_0 + v) = Mu$$

$$v = v_0 - u$$

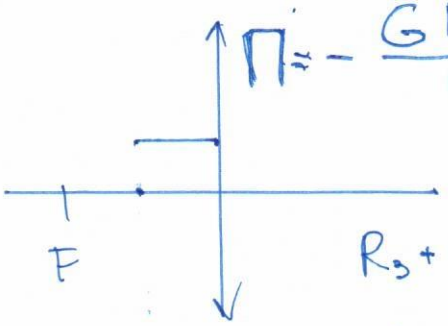
$$mv_0 = Mu - mv_0 + Mu$$

$$u = \frac{2mv_0}{M+m}$$

$$v = v_0 - u = \frac{M-m}{M+m} v_0$$

$M \geq m$

$$\Pi = -\frac{GMm}{R_3+h} = -\frac{GMm}{R\left(1+\frac{h}{R_3}\right)} =$$



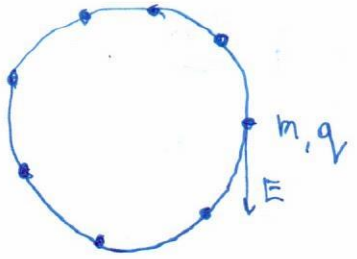
$$= -\frac{GM\left(1-\frac{h}{R_3}\right)m}{R_3} =$$

$$= -\left(\frac{GM}{R_3^2}\right)(R_3 - h)$$

$$(1+\alpha)^n = 1 + \alpha n$$

g

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!



$$N \cdot m \cdot \frac{d\omega}{dt} \cdot R = E \cdot N \cdot q$$

$$\mathcal{E}_{ing} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot \pi R^2 = E \cdot 2\pi R$$

$$E = \frac{dB}{dt} \frac{R}{2}$$

$$M = I\varepsilon = NE \cdot q \cdot R = \varepsilon \cdot N m R^2 \qquad N \cdot m \cdot \frac{d\omega R}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot \frac{R}{2} Nq$$

$$\omega = \frac{qB}{2m} = 5$$

$$\mathcal{E}_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} - L\frac{dI}{dt}$$

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

Вопрос. 2.4.3.

Потенциальная энергия определяется для каждой точки пространства. Она ~~не зависит от~~ Ис гравность не зависит от траектории движения. тела.

Потенциальная энергия - ~~энергия возможная~~. работа по перемещению из заданной точки простран. ства на ~~бесконечность~~ в положение равновесия (не обяз. - тельно)

т.к $E_з = -\frac{GMm}{R_з+h} = -\frac{GMm}{R_з(1+\frac{h}{R_з})} = -\frac{GM \cdot m(1-\frac{h}{R_з})}{R_з} =$

$(h << R_з)$ $= \underbrace{-\frac{GMm}{R_з^2}}_{\text{const}} + \underbrace{\frac{GMmh}{R_з^2}}_{g}$ (+)

Обычно говорят о потенциальной энергии, поэтому О потенциальной энергии у поверхности Земли. тогда. из точки на высоте h поднимая до поверхности Земли. гравитационные силы совершат работу.

$A_{mg} = E_{п1} - E_{п2} = mgh - 0 = mgh$

Положение равновесия для гравитационного поля Земли на бесконечности.

Для пружины: $E_п = \frac{kx^2}{2}$ x - деформация пружины.

Работа потенциальных сил: $A_п = E_{п1} - E_{п2}$

нет размерностей

7

3.4.3 Задача.

Кольцо окружается неподвижным на камере, если между кадрами кольцо совершает целое число оборотов $\omega \to \omega_{min}$, когда $N = 1$.

1 оборот = $n = 8^{к/с} = \nu$

$$\nu = \frac{\omega_{min}}{2\pi}$$

2

При выключении ~~поля~~ магнитного поля, т.е. магнитное поле становится переменным, ~~когда~~ возникает вихревое электрическое поле, которое взаимодействует с зарядами, раскручивая кольцо.

Кулоновское взаимодействие можно не учитывать, т.к. в силу симметрии кольца оно построчно радиально от кольца.

$$\mathcal{E}_{ind} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot \pi R^2 = E \cdot 2\pi R$$

напряженность поля на расстоянии R от центра.

2

$$E = \frac{dB}{dt} \cdot \frac{R}{2}.$$

2

Для кольца $\Sigma M = I \cdot \varepsilon = N \cdot qE \cdot R = Nm R^2 \cdot \frac{d\omega}{dt}$

2

$$Nq \frac{dB}{dt} \cdot \frac{R}{2} \cdot R = Nm R^2 \cdot \frac{d\omega}{dt}$$

$$\frac{qB_0}{2} = m\omega$$

$$\omega = \frac{qB_0}{2m}$$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Черновик.

№ 1

ЗСИ: $mV_0 = Mu + mV$ $\quad mV = Mu - mV_0$

ЗСЭ $\quad \frac{mV_0^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \frac{m(Mu - mV_0)^2}{2m^2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \frac{M^2u^2}{2m} - \frac{MuV_0}{2} + \frac{m^2V_0^2}{2m}$$

$$\frac{u^2}{2} + \frac{Mu^2}{2m} - \frac{uV_0}{2} = 0 \quad u \neq 0$$

$$mu^2 + Mu^2 = muV_0$$

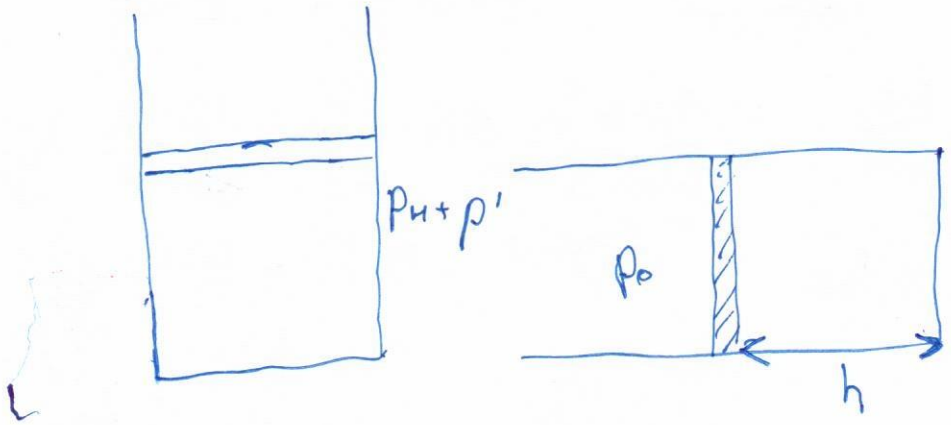
$$u = \frac{mV_0}{m+M}$$

$$V = \frac{Mu - mV_0}{m} = \frac{M}{m} \cdot \frac{mV_0}{m+M} - V_0$$

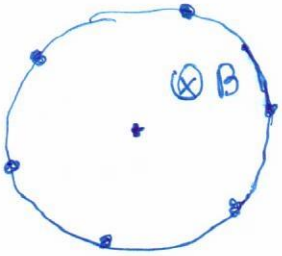
$$= \frac{M}{M+m} V_0 - V_0 = \frac{M}{M+m} V_0 - \frac{M+m}{M+m} V_0 = V_0 \cdot \left(-\frac{m}{M+m}\right)$$

$$mV_0 = \frac{MmV_0}{m+M} + \frac{m^2V_0}{M+m} = mV_0$$

2.4.3.

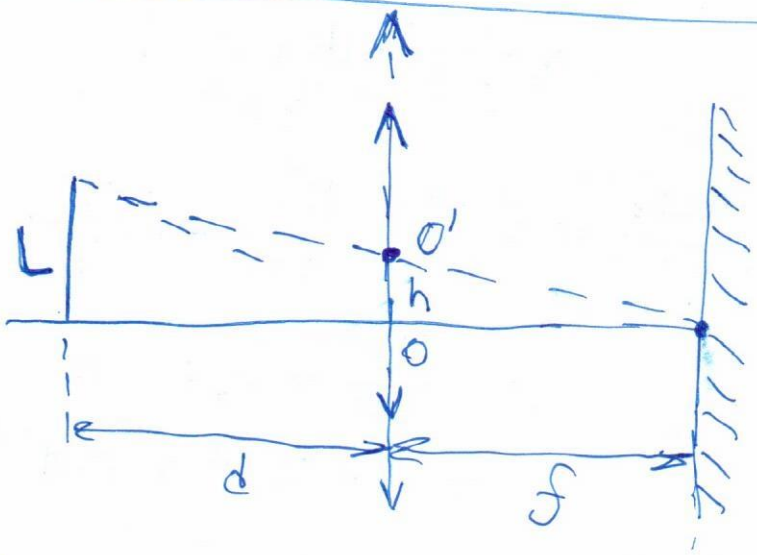


Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!



$$\mathcal{E}_{img} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt}\pi R^2 = E \cdot 2\pi R$$

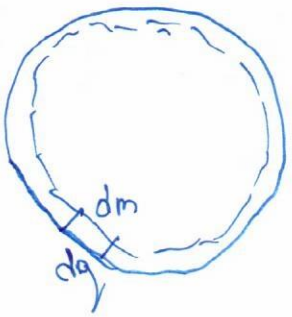
$$Nm \cdot \frac{dv}{dt} = E \cdot Nq$$



$$\frac{L}{h} = \frac{d+f}{f} \qquad + \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{dF}{d-F}$$

$$\frac{L}{h} = \frac{d}{f} + 1 = \frac{d-F}{F} + 1 = \frac{d}{F} \qquad F = \frac{dh}{L} = 8\text{см}.$$

$\frac{2\pi R}{v} = T$



$$\mathcal{E}_{ind} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot \pi R^2 =$$

$$= E \cdot 2\pi R$$

$$dm \cdot \frac{dv}{dt} = E \cdot dq$$

$$\omega = \frac{Bq}{2m} = \frac{100\text{Тл} \cdot 10^{-7}\text{Кл}}{2 \cdot 10^{-6}\text{кг}} = 5\ \text{рад/с} =$$

$1\text{мГ} = 10^{-3}\text{Г} = 10^{-6}\text{кг}$

$$dm \cdot \frac{dv}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot \frac{R}{2} \cdot dq$$

$$mv = B\frac{R}{2} \cdot q$$

$$v = \omega R$$

$$m\omega = \frac{Bq}{2}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} =$$

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = 8$$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

$p_{ВВ1} = p_0 = p_п + p_{СВ1}$ $\quad p_{СВ} \cdot S \cdot h = p_{СВ2} \cdot S(h - \Delta h)$

$p_{ВВ2} = p_0 + \frac{h}{h - \Delta h} \cdot p_{СВ1}$

$p_{ВВ2} = p_0 + \frac{Mg}{S} = p_0 + \frac{h}{h - \Delta h} \cdot p_{СВ1}$

$\frac{Mg}{S} = \frac{h}{h - \Delta h} \cdot p_{СВ1}.$

$p_п \cdot S h = \nu_п \cdot RT = \frac{m_п}{\mu} RT$

$p_0 S h' = \nu_п RT = \frac{m_п}{\mu} RT$

$p_0 S (h - \Delta h) = \frac{m_п - \Delta m}{\mu} RT$

$m_п = \frac{p_0 S (h - \Delta h) \mu}{RT} + \Delta m.$

$p_п = \frac{m_п RT}{\mu S h} = \frac{p_0 S (h - \Delta h) \mu RT}{RT \cdot \mu S h} +$

$+ \frac{\Delta m RT}{\mu S h}$

$10^{-2} \cdot \frac{5000 - \frac{83 \cdot 343 k}{18}}{3}$

$5000 - 1722$
1722
3178

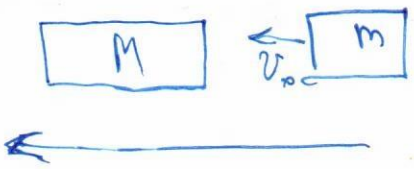
83×343
83
1119
2884
24959

$25000 \mid 18$
18
1390
70
54
160
144
16

$31000 \mid 18$
18
130
126
40
36
40

$3178 \mid 3$
$178 \mid 3$
15
28
1059

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!



$$mv_0 = Mu - mv$$

$$mv_0^2 = Mu^2 + mv^2$$

$$m(v_0^2 - v^2) = Mu^2$$

$$mv_0 - mv = Mu$$

$$mv_0 + mv = Mu$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi}{\omega} \qquad A = \frac{u}{\omega}$$

$$t_1 = \frac{2}{3}T = \frac{4\pi}{3\omega} \qquad u = A\cdot\omega$$

~~$v = u\cdot\sin(\omega t)$~~

~~$x = -x_0\cdot\cos(\omega t)$~~

$x = A\cdot\sin\omega t$

$v = u\cdot\cos\omega t$

$$x = A\cdot\sin\frac{4\pi}{3} = -A\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$|x| = v_1 t = \frac{4\pi}{3\omega}\cdot|v|$$

$$\frac{u}{\omega}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{4\pi}{3\omega}\cdot v$$

$$u^2\cdot\frac{3}{4} = \frac{16\pi^2}{9}v^2$$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!