МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Быковский Алексей Сергеевич**

Класс: 11

Технический балл: **84**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9596634

	1	2	3	4	∑
Задача	*15*	*15*	*15*	*7*	***84***
Вопрос	*8*	*8*	*8*	*8*	

Чистовик

№ 2.2.1

Дано:

$m = 5$ кг;

$V = 10^{-3}$ м^3;

$T = 100°C = 373$ K;

$S = 0{,}01$ м^2;

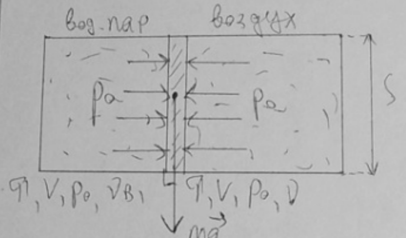
$g = 10$ м/с^2;

$p_0 = 10^5$ Па;

x - ?

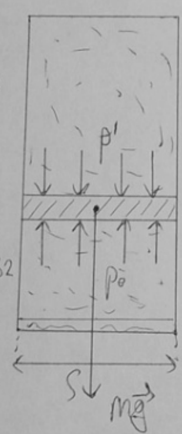
Решение:

Известно, что вода кипит при 100 °C (в н.у., т.е. при атм. давлении p_0), сл-но давление в обеих частях сосуда в нач. состоянии равно p_0;



Положим, что кол-во вещества пара в нач. состоянии ν_{B1}, в конце — ν_{B2}, а кол-во вещества воздуха ν. Будем считать, что воздух сухой, тогда $\nu = const$ в нашем процессе;

Сосуд перевернули так, что вод. пар внизу. При этом $T = const$ (из усл). После переворачивания сосуда часть пара из-за повышения внешнего давления на него (теперь кроме воздуха давит ещё и поршень) сконденсируется, но при этом его давление останется равным p_0. Будем считать, что объём воды, получившейся в результате конденсации пара, очень мал ($<< V$)



Условие равновесия поршня после переворота: $p'S + mg - p_0S = 0$; $p' = p_0 - \frac{mg}{S}$;

Запишем ур-я Менделеева-Клапейрона для воздуха до и после переворота:

до: $p_0V = \nu RT$

после: $p'(V+Sx) = \nu RT$

т.о. $p_0V = \left(p_0 - \frac{mg}{S}\right)(V+Sx)$, сл-но $\boxed{x = \frac{mg}{p_0S - mg} \cdot \frac{V}{S}}$;

$x = \frac{5\cdot10}{10^5\cdot0{,}01 - 5\cdot10} \cdot \frac{10^{-3}}{0{,}01} = \frac{50}{1000-50}\cdot\frac{1}{10} = \frac{5}{95}\cdot\frac{1}{10} = \frac{1}{190}$ (м) $\cancel{\approx 5{,}3\cdot10^{-3} (м) = 5{,}3 (мм)}$;

Ответ: ~~x ≈ 5,3 мм~~ $x = \frac{1}{190}$ м;

Ответы на вопросы на стр. 9

Чистовик

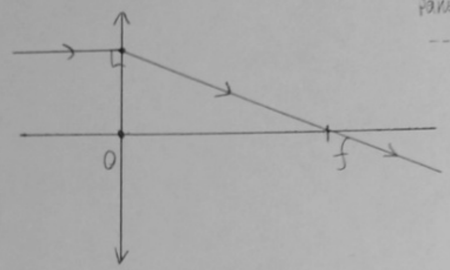
№4.3.1

Дано:
$\ell = 20$ см;
$\delta = 0{,}5$ см;
$\Delta = 1$ см;

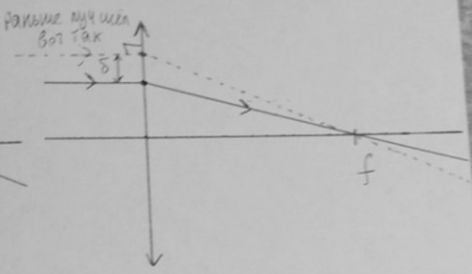
$f - ?$

Решение:

до смещения линзы

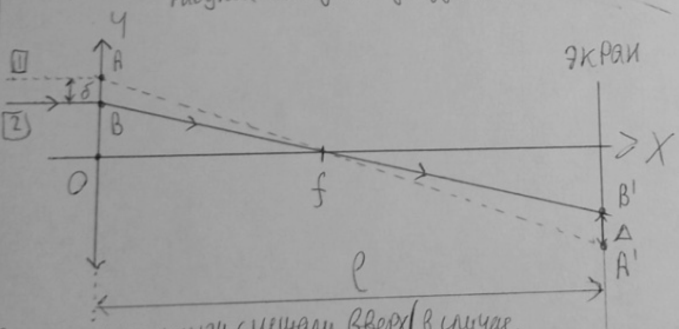


сместим линзу



Считаем, что экран большой, и пятно попадаёт полностью на него всегда;
Согласно условию, пучок света узкий, т.е. его ширина очень мала в сравнении с другими линейными размерами в схеме (ℓ, f, δ, Δ, и т.д.), сл-но можно считать, что этот пучок — луч. Соответственно центром пятна на экране будет являться точка пересечения экрана с продолжением луча;
Согласно условию, этот луч параллелен главной опт. оси линзы, сл-но после прохождения через линзу он пройдёт через её фокус;
~~Для системы из линзы и падающего на неё луча смещение линзы перпендикулярно её главной оптической оси эквивалентно смещению луча перпендикулярно главной оптической оси линзы (на всё те же расстояние δ!)~~

рисунок покрупнее для удобства



Направим ось OX вдоль главной опт. оси линзы вправо, а OY — вдоль плоскости линзы вверх. O — точка начала координат (0; 0);
Пусть A и B — координаты пересечения луча с пл-тью линзы до и после смещения линзы соответственно, A' и B' — координаты пересечения луча с экраном до и после смещения линзы соответственно;

Считаем, что линзу смещали вверх (в случае, если её смещали вниз, всё аналогично)

$A = \{0; Y_A\}$; $B = \{0; Y_A - \delta\}$; $A' = \{\ell; Y_{A'}\}$; $B' = \{\ell; Y_{A'} + \Delta\}$;

Координату B' по оси OY я выбрал как $Y_{A'} + \Delta$, а не как $Y_{A'} - \Delta$, не случайно. Оба луча пересекаются в f, сл-но ввиду того, что луч $\boxed{1}$ пересекает пл-ть линзы выше луча $\boxed{2}$, его угол наклона к главной опт. оси больше. Т.к. лучи после прохождения линзы — прямые линии, то и после ...

Продолжение на стр. 3

~~Чистовик~~

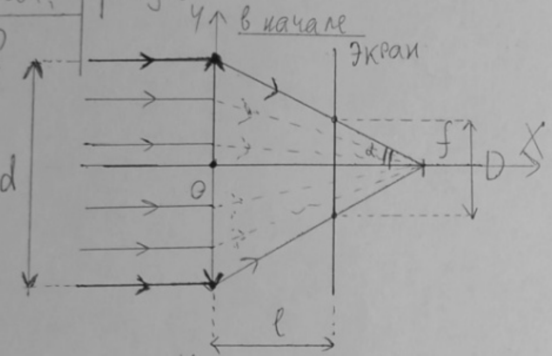
Черновик

$\begin{array}{r|l} 1000 & 190 \\ 950 & 0{,}00526 \\ -500 & \\ 380 & \\ -1200 & \end{array}$ $5{,}3\cdot10^{-3}$ $\frac{1}{3}\cdot 20$ $\frac{20}{3}$ $6{,}67$

N4.3.1

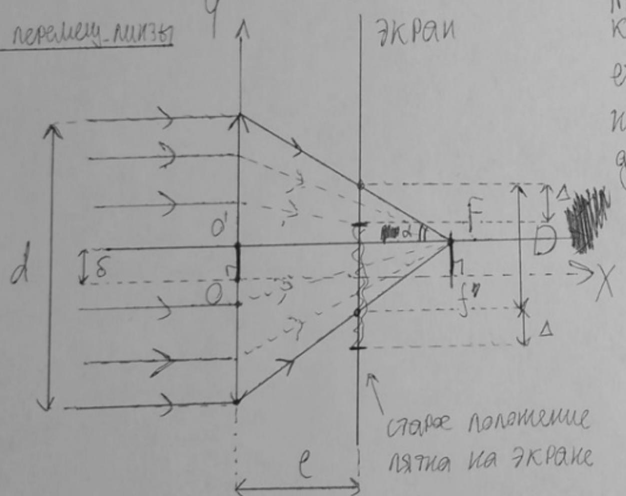
Дано:
$l = 20$ см;
$\delta = 0{,}5$ см;
$\Delta = 1$ см;
f - ?

Решение: O- опт. центр линзы;
Главная оптическая ось линзы перпендикулярна её плоскости. Лучи, падающие на линзу параллельно её главной оптической оси, перпендикулярно плоскости линзы, и после прохождения линзы пересекаются в её фокусе.



Размеры пятна на экране определяются лучами, которые проходят через края линзы;
Пусть диаметр пятна равен D, а диаметр линзы равен d;
Направим ось OX вдоль гл. опт. оси линзы вправо и ось OY вдоль пл-ти линзы вверх;
При перемещении линзы перпендикулярно гл. опт. оси она смещается вдоль OY. Экран считаю неподвижным. Полагаю, что линзу двигали вверх;

после перемещ. линзы



O' - новое положение опт. центра линзы; F - фокус линзы в новом положении ($F = f$) (ввёл для удобства работы с рисунком)
Очевидно, что после такого перемещения линзы размеры пятна не изменились: оно лишь расположено в другом месте на экране;

Из рис. 1: $\operatorname{tg}\alpha = \frac{D/2}{f - l}$; $\operatorname{tg}\alpha = \frac{d/2}{f}$;

$\frac{50}{1000-50}\cdot\frac{10^{-3}}{10^{-2}} = \frac{5}{950}$ $\frac{1}{190}$

Из рис. 2:

$\cancel{p_0 V} = \cancel{p_0 V} + \left(p_0 - \frac{mg}{S}\right)Sx = -\frac{mg}{S}V$

13,5

$\frac{mgV}{S} = (p_0 S - mg)x$

$\begin{array}{r|l} 100 & 54 \\ 54 & 0{,}018 \\ 460 & \end{array}$

$x = \frac{mg}{p_0 S - mg}\cdot\frac{V}{S}$

Чистовик

Продолжение № 4.3.1

... Пересечения в f угол наклона луча $\boxed{1}$ к гл. опт. оси больше, чем луча $\boxed{2}$.

Для ходов лучей $\boxed{1}$ и $\boxed{2}$ после прохождения через линзу можно записать уравнения:

$$\begin{cases} \boxed{1}\ y = y_A - \frac{y_A}{f}x; \\ \boxed{2}\ y = y_A - \delta - \frac{y_A-\delta}{f}x; \end{cases} \quad \begin{cases} \boxed{1}\ y = y_A\left(1-\frac{x}{f}\right); \\ \boxed{2}\ y = (y_A-\delta)\left(1-\frac{x}{f}\right); \end{cases}$$

~~На расстоянии ℓ от гл. пл. линзы (при пересечении экрана, x = ℓ):~~

$\cancel{y_A' = x_A\left(1-\frac{\ell}{f}\right)}$ т.к. угол наклона луча $\boxed{1}$ к гл. опт. оси больше, чем луча $\boxed{2}$, после прохождения фокуса он пойдёт ниже, чем луч $\boxed{2}$, сл-но

$y_B' = y_A' + \Delta$, а не $y_B' = y_A' - \Delta$;

Лучи дошли до экрана ($x = \ell$):

$$\begin{cases} \boxed{1}\ y_A' = y_A\left(1-\frac{\ell}{f}\right); \\ \boxed{2}\ y_A' + \Delta = (y_A-\delta)\left(1-\frac{\ell}{f}\right); \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \boxed{1}\ y_A' = y_A'\left(1-\frac{\ell}{f}\right); & \boxed{3} \\ \boxed{2}\ y_A' + \Delta = y_A'\left(1-\frac{x}{f}\right) - \delta\left(1-\frac{\ell}{f}\right); & \boxed{4} \end{cases}$$

$\boxed{4} - \boxed{3}$: $\Delta = -\delta\left(1-\frac{\ell}{f}\right)$; $\frac{\Delta}{\delta} = \frac{\ell}{f} - 1$, сл-но $\boxed{f = \frac{\delta}{\Delta+\delta}\ell}$;

$f = \frac{0{,}5}{0{,}5+1} \cdot 20 = \frac{20}{3}$ (см);

Ответ: ~~f = 6,67 см~~; $f = \frac{20}{3}$ см;

Ответы на вопросы на стр. 9

Чистовик

№ 3.5.1

Дано:

$m = 100$ г;

$\alpha_{пр} = 30^\circ = \alpha$;

$\sigma = +3$ мкКл/м^2;

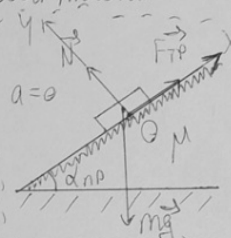
$q = +3$ мкКл;

$g = 10$ м/с^2;

$\varepsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$ Ф/м;

$\frac{v_2}{v_1}$ — ?

Решение: Пусть длина ребра пластинки, вдоль которого она движется по плите, равна l;
В условии не сказано, при каком угле наклона плиты производится эксперимент. Считаю, что он равен α.
Плита, согласно условию, диэлектрическая, сл-но при движении по ней заряженной пласт массовой пластинки они не обмениваются зарядами;
Можем найти коэффициент трения между нижней частью плиты и пластинкой.



2-й з-н Ньютона для пластики в проекциях:

OX: $0 = -\mu N + mg\sin\alpha_{пр}$, сл-но $\mu N = mg\sin\alpha_{пр}$;

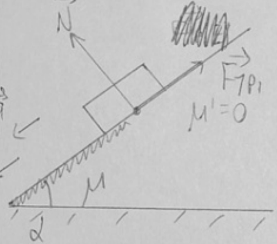
OY: $0 = N - mg\cos\alpha_{пр}$, сл-но $N = mg\cos\alpha_{пр}$;

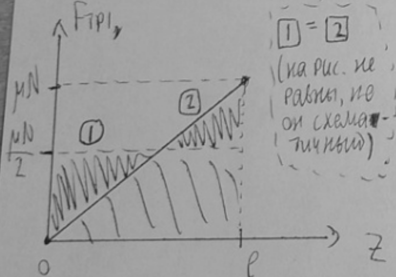
т.е. $\mu mg\cos\alpha_{пр} = mg\sin\alpha_{пр}$;

$$\boxed{\mu = tg\,\alpha_{пр}}$$

$\alpha_{пр}$ — предельный угол, сл-но $F_{тр} = max$; Согласно з-ну Кулона-Амонтона, $F_{тр} = \mu N$;

Рассмотрим движение пластинки по накл. плоскости, когда ни пластинке, ни плите заряды не сообщены
Здесь $|\vec{F_{тр_1}}| = F_{тр}(z)$, где z — часть пластинки (по длине, от 0 до l), которая уже „зашла" на шероховатую часть плиты; $F_{тр}(z) = \mu N \cdot \frac{z}{l}$, $\vec{F_{тр_1}} \uparrow\uparrow \vec{F_{тр}}$;





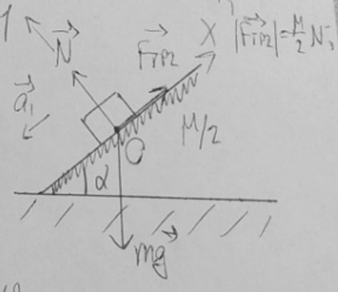
$\boxed{1} = \boxed{2}$ (на рис. не равны, но он схематичный)

Можно считать, что пластика движется по плите, которая всюду шероховата с коэффициентом трения $\mu/2$, и от этого ничего не поменяется;

2-й з-н Ньютона для пластинки в проекциях:

OX: $ma_1 = mg\sin\alpha - \mu N/2$;

OY: $0 = N - mg\cos\alpha$, сл-но $N = mg\cos\alpha$;



т.е. $ma_1 = mg\sin\alpha - \frac{\mu}{2}mg\cos\alpha$; $a_1 = g\left(\sin\alpha - \frac{\mu\cos\alpha}{2}\right)$;

Считаем, что пластинка начинает движение из состояния покоя, тогда из кинематики $\begin{cases} l = \frac{a_1 t^2}{2}, \text{ сл-но } t = \sqrt{\frac{2l}{a_1}}; \\ v_1 = a_1 t; \end{cases}$

т.е. $v_1 = \sqrt{2la_1}$; ...

Продолжение на стр. 5

Чистовик

Продолжение № 3.5.1

Теперь рассмотрим ситуацию, когда пластинка и плита стали заряжены.

Согласно условию, плита длинная, т.е. в сравнении с пластинкой её можно считать бесконечной плоскостью. Поле, создаваемое бесконечной плоскостью с поверхностной плотностью σ, имеет напряжённость $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$;

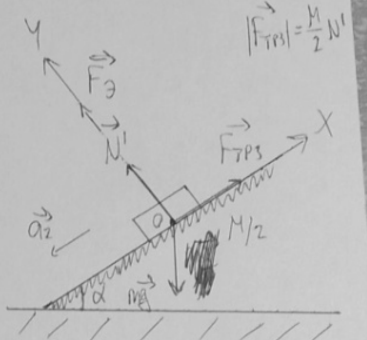
И плита, и пластинка, исходя из условия, заряжены одноимёнными зарядами, сл-но они отталкиваются;

Из-за того, что плита гораздо больше пластинки, можем считать пластинку материальной точкой с зарядом q. Сила, действующая на заряд q в поле E, $F_э = Eq = \frac{\sigma q}{2\varepsilon_0}$; как я объяснял ранее, она направлена от плиты перпендикулярно ей (сонаправлена с силой реакции опоры);

[6] Внизу не поместилось, поэтому пишу здесь:

Ответ: $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1+\frac{1}{\sqrt{3}}}$;

Ответы на вопросы на стр. 9



Аналогично предыдущему случаю, плиту с переменной (от 0 до μ) шероховатостью заменим на плиту всюду одинаково шероховатую с коэффициентом трения $\mu/2$;

Запишем 2ой з-н Ньютона для пластики в проекциях:

OX: $ma_2 = mg\sin\alpha - \mu N'/2$;

OY: $0 = N' + \frac{\sigma q}{2\varepsilon_0} - mg\cos\alpha$, сл-но $N' = mg\cos\alpha - \frac{\sigma q}{2\varepsilon_0}$;

т.о. $ma_2 = mg\sin\alpha - \frac{\mu}{2}\left(mg\cos\alpha - \frac{\sigma q}{2\varepsilon_0}\right)$;

$\cancel{m}a_2 = \cancel{m}g\left(\sin\alpha - \frac{\mu\cos\alpha}{2}\right) + \frac{\mu\sigma q}{4\varepsilon_0 m}$ | : m

$a_2 = g\left(\sin\alpha - \frac{\mu\cos\alpha}{2}\right) + \frac{\mu\sigma q}{4\varepsilon_0 m}$;

[1] Из кинематики $\begin{cases} l = \frac{a_2 t^2}{2}; \\ v_2 = a_2 t; \end{cases}$

(снова полагаю, что движение начинается из состояния покоя)

т.о. $t = \sqrt{\frac{2l}{a_2}}$, сл-но $v_2 = \sqrt{2la_2}$;

[2] т.о. $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{a_2 \cdot \cancel{2l}}{a_1 \cdot \cancel{2l}}}$;

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{g\left(\sin\alpha - \frac{\mu\cos\alpha}{2}\right) + \frac{\mu\sigma q}{4\varepsilon_0 m}}{g\left(\sin\alpha - \frac{\mu\cos\alpha}{2}\right)}}$;

[3] $\mu = tg\alpha$, сл-но $\frac{\mu}{2}\cos\alpha = \frac{\sin\alpha}{2}$, сл-но $\sin\alpha - \frac{\mu\cos\alpha}{2} = \sin\alpha/2$;

[4] т.о. $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{g\sin\alpha_{пр} + \frac{\sigma q\, tg\alpha_{пр}}{2\varepsilon_0 m}}{g\sin\alpha_{пр}}}$;

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{\sigma q\, tg\alpha_{пр}}{2\varepsilon_0 mg\sin\alpha_{пр}}}$;

$\boxed{\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{\sigma q}{2\varepsilon_0 mg\cos\alpha}}}$;

[5] $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{1\cdot\cancel{3}\cdot\cancel{3}\cdot\cancel{10^{-6}}\cdot\cancel{10^{-6}}}{\cancel{2}\cdot\cancel{9}\cdot\cancel{10^{-12}}\cdot\cancel{0{,}1}\cdot\cancel{10}\cdot\sqrt{3}/\cancel{2}}} = \sqrt{1+\frac{1}{\sqrt{3}}}$ // [6] вверху

стр. 5

Чистовик

№ 1.3.1

Дано:

$M = 1$ кг;

$N = 2$ Вт;

$n = 3$;

$\mu = 0{,}3$;

$g = 10$ м/с^2;

x — ?

Решение: $m = \frac{1}{n}M$ — масса машинки (из усл.);

Согласно условию, лёд гладкий, сл-но между ним и доской нет трения; т.к. лёд замёрз на поверхности озера (из усл.), его можно считать горизонтальной плоскостью, т.е. движение машинки и доски происходит в горизонтальной плоскости;

Согласно условию, доска длинная, т.е. машинка в ходе эксперимента с неё не съедет;

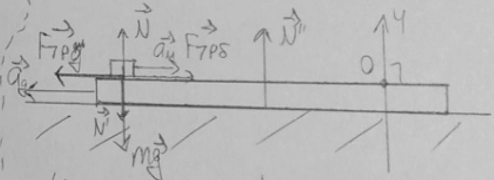
Пренебрегая сопротивлением воздуха, можно считать систему изолированной, сл-но для неё выполняется закон сохранения импульса;

Направим ось OX вдоль доски. Положим, что в момент, когда колёса автомобиля перестали проскальзывать, скорости автомобиля и доски соответственно равны υ и u, тогда ЗСИ в проекции на OX: $0 = Mu + m\upsilon$, сл-но

(знак „–" указывает на то, что $\vec{u}$ и $\vec{\upsilon}$ направлены в противоположные стороны; $|\vec{u}| = \frac{1}{n}\upsilon$) $\longrightarrow$ $u = \frac{m}{M}\upsilon = \frac{-1}{n}\upsilon$;

Проскальзывание машинки — это отсутствие сцепления её колёс с доской, а сл-но, отсутствие в моменты проскальзывания трения между машинкой и доской.

в момент, когда есть сцепление



зак 3-й Ньютона для машинки в проекции на OY: $0 = N - mg$, сл-но $N = mg$;

т.о. $|\vec{F_{трg}}| = |\vec{F_{трб}}| = \mu mg$;

Из зак 3-на Ньютона: $|\vec{F_{трg}}| = |\vec{F_{трб}}| = \mu N$;

зак 3-й Ньютона для машинки и для доски в проекции на OX:

машинка: $ma_м = \mu mg$, сл-но $a_м = \mu g$;

доска: $Ma_g = \mu mg$, сл-но $a_g = \mu g\frac{m}{M} = \frac{\mu g}{n}$;

Пусть до момента, когда машинка перестала проскальзывать по доске, прошло время t_0, при этом в течении времени t_1 сцепление между машинкой и доской присутствовало, а в течении времени t_2 машинка проскальзывала по доске (очевидно, что $t_1 + t_2 = t_0$ и $t_1, t_2 \le t_0$);

Когда между машинкой и доской нет сцепления, машинка движется вдоль доски равномерно прямолинейно...

Продолжение на стр. 7

Чистовик

Продолжение №1.3.1

.... со скоростью, набранной к этому моменту. Очевидно, что такое деление всего времени движения машинки по доске условно: ведь машинка проскальзывала по доске в течении всего времени t_0. По сути, можно разделить t_1 и t_2 на элементарные кусочки $dt_1 \to 0$ и $dt_2 \to 0$ и чередовать их: тогда мы получим модель, максимально приближённую к реальности. В такой модели за мельчайшие времена dt_2 машинка "проскальзывает" по доске расстояние $dl_2' = v' dt_2$, где v' – скорость машинки, уже набранная к этому моменту. Она меняется от 0 до v равномерно (т.к. в отсутствии проскальзывания движение машинки по доске равноускоренное), сл-но можно считать, что все "проскальзываемое" расстояние машинка проходит со скоростью $v/2$, т.е. $dl_{2i}' = \frac{v}{2} dt_{2i}$, сл-но $l_2' = \sum_{i=1} \frac{v}{2} dt_{2i} = \frac{v}{2} t_2$. Но доска в эти моменты тоже движется прямолинейно и за время dt_2 проходит расстояние $dl_2'' = u' \cdot dt_2$, где v' – скорость доски, уже набранная к этому моменту. Аналогично, как для машинки, получим, что $l_2'' = \frac{u}{2} t_2$;

Т.о. полное расстояние, пройденное машинкой по доске в состоянии проскальзывания за t_0, $l_2 = \frac{u+v}{2} t_2$;

В течении остального времени t_1 машинка и доска двигутся прямолинейно равноускоренно в противоположные стороны. Но в течении мельчайшего промежутка времени dt_1 их скорости почти не меняются, т.е. $dl_1' = v' dt_1$ и $dl_1'' = u' dt_1$, где dl_1' и dl_1'' – расстояния, проходимые машинкой и доской от-но Земли соответственно; v' и u' – мгновенные скорости машинкой и доски соот-но. По сути, получили полный аналог рассмотренному выше движению-проскальзыванию машинки по доске, т.е.:

$l_1' = \frac{v}{2} t_1$; $l_1'' = \frac{u}{2} t_1$; Т.о. $l_1 = \frac{v+u}{2} t_1$ – полное расстояние, пройденное машинкой по доске, когда между ними есть сцепление;

Полное расстояние, пройденное в ходе эксперимента машинкой по доске, $X = l_1 + l_2 = \frac{v+u}{2}(t_1 + t_2) = \frac{v+u}{2} t_0$;

В ходе проскальзывания машинки по доске их скорости не меняются, т.е. $v = a_м t_1$; $u = a_д t_1$;

$v = \mu g t_1$; $u = \mu g t_1 / n$;

$v/2$ и $u/2$ в ур-ях пройденных расстояний можно получить интегрированием

Продолжение на стр. 8

Чистовик

Продолжение N1.3.1

...За время движения машинки по доске двигатель машинки совершил работу $A = Nt_0$, которая ушла на разгон машинки и доски (трение между доской и машинкой здесь полезное — оно „передаёт" работу двигателя доске и машинке). Запишем закон сохранения энергии:

$$Nt_0 = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv^2}{2};$$

$$Nt_0 = \frac{1}{2}\left(v^2 \cdot \frac{1}{n}M + \frac{M}{2}\cdot\frac{1}{n^2}v^2\right) = \frac{1}{2}\cdot\frac{Mv^2}{n}\cdot\left(1+\frac{1}{2n}\right) = \frac{2n+1}{4n^2}\cdot Mv^2;$$

т.о. $t_0 = \frac{2n+1}{4n^2}\cdot\frac{Mv^2}{N}$;

т.о. $x = \frac{2n+1}{4n^2}\cdot\frac{Mv^2}{N}\cdot\left(\frac{v+\frac{1}{n}v}{2}\right) = \frac{(2n+1)(n+1)}{8n^3}\cdot\frac{Mv^3}{N}$;

~~Если бы машинка двигалась по доске исключительно равноускоренно со своим ускорением $a_м$ (т.е. не было бы проскальзывания) за прошла путь l_1. При этом из кинематики справедливо и доска также двигалась бы без проскальзывания в противоположную сторону, вместе они прошли бы путь $l_1 = \frac{u+v}{2}t_1 = \frac{n+1}{2n}vt_1$; С другой стороны, из кинематики $l_1 = \frac{a_д t_1^2}{2} + \frac{a_м t_1^2}{2} = (a_м + a_д)\frac{t_1^2}{2} = \frac{n+1}{2n}\mu g t_1^2$;~~

~~т.о. $\frac{n+1}{2n}\mu g t_1^2 = \frac{n+1}{2n} v t_1$~~

Условие отсутствия проскальзывания: $N = \mu m g v$, сл-но $v = \frac{N}{\mu m g}$;

т.о. $x = \frac{(2n+1)(n+1)}{8n^3}\cdot\frac{M}{\cancel{N}}\cdot\frac{N^{3}}{\mu^3 m^3 g^3} = \frac{(2n+1)(n+1)}{8\cancel{n^3}}\cdot\frac{MN^2}{\mu^3 g^3}\cdot\frac{\cancel{n^3}}{M^{3}}$, сл-но

$$\boxed{x = \frac{(2n+1)(n+1)}{8}\cdot\frac{N^2}{\mu^3 M^2 g^3}};$$

$$x = \frac{(2\cdot3+1)(3+1)}{8}\cdot\frac{2^2}{0{,}3^3\cdot1^2\cdot10^3} = \frac{7\cdot\cancel{4}}{\cancel{8}_2}\cdot\frac{\cancel{4}^{\,2}}{3^3} = \frac{14}{3^3} = \frac{14}{27}\,(м)$$ ~~≈ 0,52 (м) ≈ 52 (см)~~

Ответ: ~~$x \approx 52$ (см)~~; $x = \frac{14}{27}$ м;

Ответы на вопросы на стр. 9

Чистовик

N 2.2.1, ответы на вопросы

① Влажность воздуха — это парциальное давление водяного пара, взвешенного в воздухе; часто называют абсолютной влажностью воздуха;

② Относительная влажность воздуха — это отношение парциального давления водяного пара, взвешенного в воздухе, к давлению насыщенного водяного пара при данной температуре;

① обозн. как и давление (p); ② обозн. как φ; $\varphi = \frac{p_{парц}}{p_{нас}}$;

N 4.3.1, ответы на вопросы

① Фокусное расстояние линзы — это расстояние от опт. центра линзы до её фокуса — точки, в которой пересекаются лучи, прошедшие через линзу и падающие на неё перпендикулярно её поверхности; (или их продолжения)

② Оптическая сила линзы — это величина, обратная фокусному расстоянию линзы. Показывает, во сколько раз сумма расстояний от линзы до предмета и его изображения больше их произведения;

① обозн. F (иногда f); ② обозн. D (зачастую); $D = \frac{a+b}{a \cdot b}$, где a — расстояние от линзы до предмета; b — расстояние от линзы до изображения;

N 1.3.1, ответы на вопросы

① Импульс системы материальных точек определяется как векторная сумма импульсов каждой материальной точки;

② З-н сохранения импульса: Импульс системы мат. точек, на которую не действуют внешние силы (или их действие скомпенсировано) остаётся неизменным;

N 3.5.1, ответы на вопросы

① Электроёмкость — величина, равная отношению накопленного на проводнике заряда к напряжению, наведённому на этом проводнике вследствие накопления этого заряда; $C = \frac{q}{U}$;

② Электроёмкость плоского конденсатора: $C = \varepsilon\varepsilon_0 \frac{S}{d}$, где S — площадь обкладок конденсатора; d — расстояние между ними; ε — диэлектрическая проницаемость диэлектрика внутри конденсатора; ε_0 — электрическая постоянная; $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м;

Черновик

$$\frac{\cancel{K}^2 \cdot M^2 \cdot c^2}{c^2 \cdot \cancel{K}^2 \cdot M}$$

$a = \mu m g$

без проск-я $t_1 = \frac{u}{a_1}$

$$\boxed{\upsilon = \frac{nN}{\mu M g}}$$

$N = F\upsilon$

$$\boxed{N = \frac{\mu M g \upsilon}{n}}$$

$N = \mu m g \upsilon$

$$\frac{7 \cdot 4}{8} \cdot \frac{4}{3^3 \cdot 1^2} = \frac{4}{27}$$

$\mu g\left(1 + \frac{1}{n}\right)$

$$l = \frac{at^2}{2} = \frac{\upsilon t}{2}$$

$$\frac{N \cdot M}{c}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} + 1$$

$$\frac{K^2 \cdot M^2 \cdot c^3}{c^2 \cdot K r^2 \cdot M^3}$$

$g \sin\alpha$

$$\frac{1 + \sqrt{3}}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\Delta + \delta}{\delta} = \frac{l}{f}$$

$dl = dt \cdot at$

$$\frac{(n+1)\upsilon}{2n}$$

$$\frac{K r^2 \cdot M^2}{c^4}$$

Стр. 10