



37-29-93-80
(1.12)



Второй 17³¹ - 17³⁵
АМ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

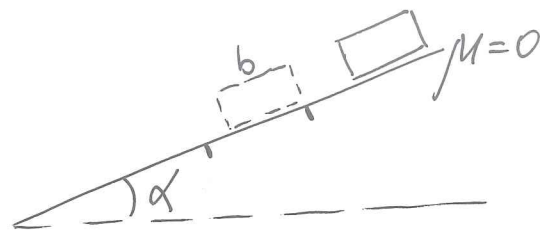
по физике
профиль олимпиады

Горбунова Артёма Олеговича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

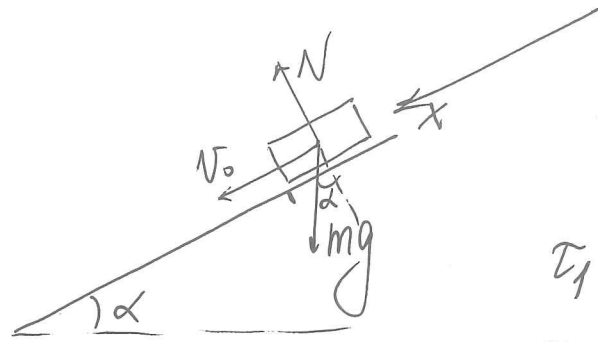
Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
[Signature]

Черновик



$\alpha = 30^\circ$
 $\tau_1 = 2c$
 $\tau_2 = 1c$ $\tau - ?$
 $g = 0,1 \text{ м}$



$m \cdot a_x = m \cdot g \cdot \sin \alpha$

$a_x = g \sin \alpha$

$\tau_1: b = v_0 \cdot \tau_1 + \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_1^2}{2}$

$\tau_2: b = (v_0 + g \sin \alpha \cdot \tau) \cdot \tau_2 + \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_2^2}{2}$

$b = v_0 \cdot \tau_1 + \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_1^2}{2}$

$b = (v_0 + g \sin \alpha \cdot \tau) \cdot \tau_2 + \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_2^2}{2}$

$b = v_0 \cdot \tau_2 + g \sin \alpha \cdot \tau \cdot \tau_2 + \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_2^2}{2}$

$b = v_0 \cdot \tau_1 + \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_1^2}{2}$

$v_0 = \frac{b}{\tau_1} - \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_1}{2}$

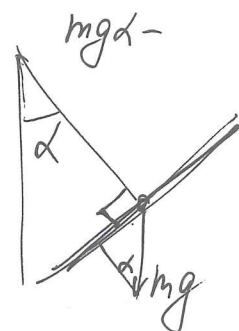
$b = \left(\frac{b}{\tau_1} - \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_1}{2} \right) \cdot \tau_2 + g \sin \alpha \cdot \tau \cdot \tau_2 + \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_2^2}{2}$

$b = b \cdot \frac{\tau_2}{\tau_1} - \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_1 \tau_2}{2} + g \sin \alpha \cdot \tau \cdot \tau_2 + \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_2^2}{2} \quad | : g \sin \alpha \cdot \tau_2$

$b \left(1 - \frac{\tau_2}{\tau_1} \right) \cdot \frac{1}{g \sin \alpha \cdot \tau_2} = \tau - \frac{\tau_1}{2} + \frac{\tau_2}{2}$

$\tau = b \left(1 - \frac{\tau_2}{\tau_1} \right) \cdot \frac{1}{g \sin \alpha \cdot \tau_2} + \frac{\tau_1}{2} - \frac{\tau_2}{2} \quad \text{или } \frac{1}{\frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \tau_2}$

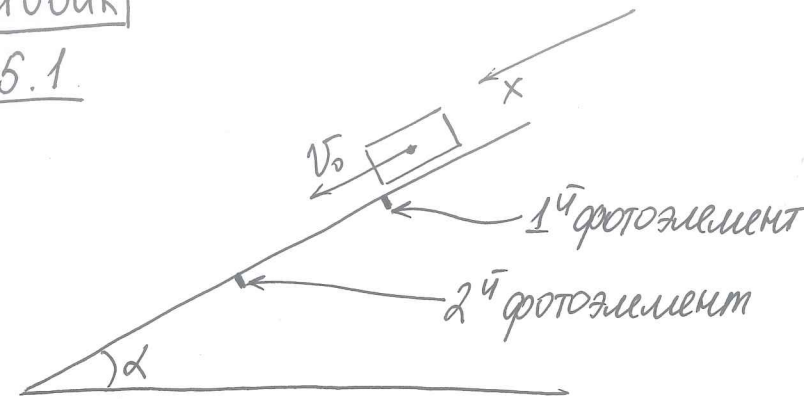
$\tau = 0,1 \left(1 - \frac{1}{2} \right) \frac{1}{10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1} + 1 - \frac{1}{2} = \frac{0,1}{10} + \frac{1}{2} = 0,01 + 0,5 = 0,51c$



Чистовик

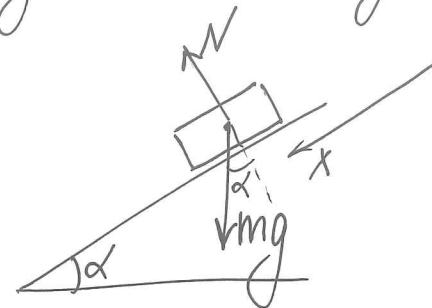
√ 1.5.1.

37-29-93-80 (1.12)



Пусть, когда левый край бруска поравняется с 1-м фотоэлементом, скорость бруска равна v_0 .

II закон Ньютона для бруска



$0x: m a_x = m g \cdot \sin \alpha$

$a_x = g \sin \alpha = \text{const}$

третий мет по условию

Тогда для интервала времени τ_1 имеем:

$b = v_0 \cdot \tau_1 + \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_1^2}{2} \quad (1)$

Скорость бруска в момент когда его левый край поравняется со вторым фотоэлементом, равна:

$v = v_0 + g \sin \alpha \cdot \tau$, где τ - время от начала перекрывания первого фотоэлемента до начала перекрывания второго фотоэлемента.

Тогда для интервала времени τ_2 имеем:

$b = v \cdot \tau_2 + \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_2^2}{2}$

$b = (v_0 + g \sin \alpha \cdot \tau) \cdot \tau_2 + \frac{g \sin \alpha \cdot \tau_2^2}{2} \quad (2)$

Решая ур-ия (1) и (2) найдем:

$\tau = b \left(1 - \frac{\tau_2}{\tau_1} \right) \frac{1}{g \sin \alpha \cdot \tau_2} + \frac{\tau_1}{2} - \frac{\tau_2}{2}$

см. програм.

37-29-93-80 (1.12)
 W 98
 5
 4
 3
 2
 1
 20
 20+5
 20+5+18
 Кум А.А.
 Кудрявцев А.В.
 Кудрявцев А.В.
 Кудрявцев А.В.

Чистовик

Продолжение задачи 1.5.1.

Подставив числа, имеем:

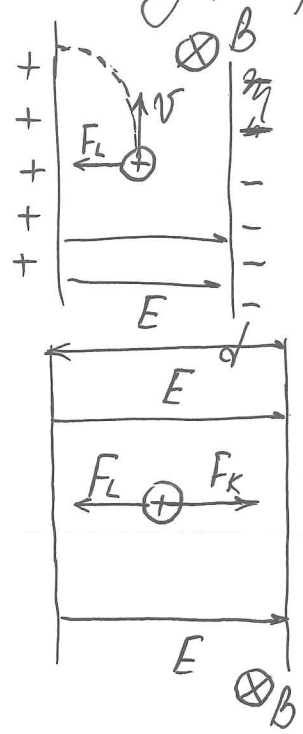
$$\tau = 0,1 \mu \left(1 - \frac{1c}{2c}\right) \cdot \frac{1}{10 \frac{м}{с^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1c} + \frac{2c}{2} - \frac{1c}{2}$$

$$\tau = 0,01c + \frac{1}{2}c = 0,51c$$

Ответ: 0,51c

№3.3.1 Пусть первоначально пластины не заряжены.

Под действием силы Лоренца положительные заряды внутри шпикости будут попадать на левую пластину (см. рис.) т.е. левая пластина будет заряжаться положительно. В знаменит



Новые заряды перестанут попадать на левую пластину, когда $F_L = F_K$

$$q \cdot v \cdot B = q \cdot E$$

$$v \cdot B = \frac{E}{d} \Rightarrow E = Bvd$$

В дальнейшем возникнет динамическое равновесие: сколько зарядов перебежит с левой пластины на правую через резистор, столько же зарядов попадет на левую за это же время.

Тем самым разность потенциалов между пластинами будет оставаться постоянной.

$$E = Bvd = const$$

Две пластины можно представить как источник ЭДС с внутренним сопротивлением r .

Чермовик

$V = 30 \text{ м}^3$
 $T = 273 \text{ K} = 0^\circ \text{C}$

№2

вода и лед
 $\Delta m = ?$

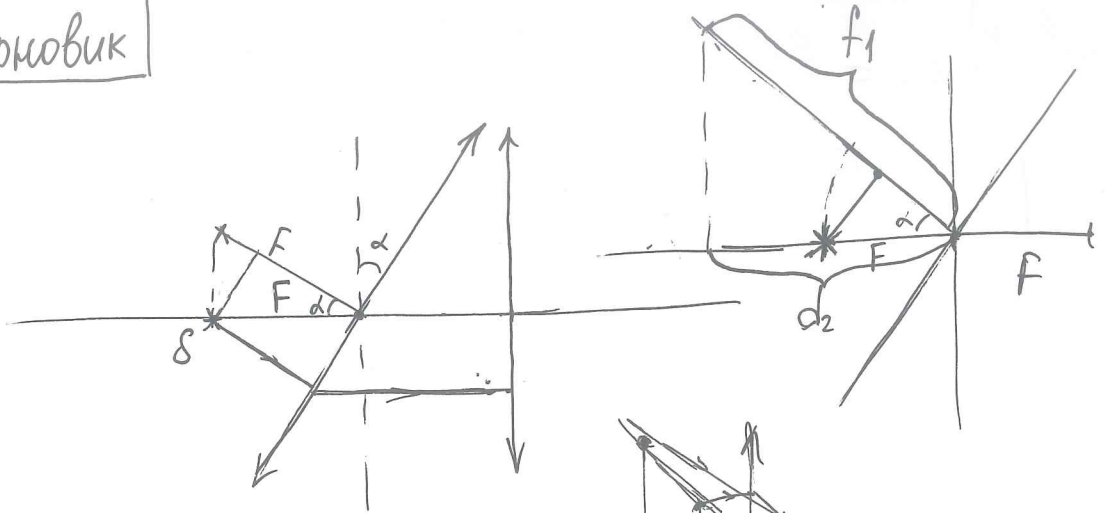
$\rho_{\text{нас}} = 611 \text{ Па}$
 $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Handwritten calculations for the mass change problem, including a table of values and a diagram of a container with a piston.

190	T
18	
270	

Additional calculations: $\frac{1}{15} - \frac{2}{3} = \frac{22}{15}$, $\frac{1}{15} \cdot \frac{2}{3} = \frac{22}{15}$, $\frac{22}{15} \cdot \frac{22}{15} = \frac{484}{225}$, $\frac{484}{225} \cdot \frac{22}{15} = \frac{10648}{3375}$, $\frac{10648}{3375} \cdot \frac{22}{15} = \frac{234448}{50625}$, $\frac{234448}{50625} \cdot \frac{22}{15} = \frac{5157856}{759375}$, $\frac{5157856}{759375} \cdot \frac{22}{15} = \frac{113472832}{11390625}$, $\frac{113472832}{11390625} \cdot \frac{22}{15} = \frac{2496402304}{170859375}$, $\frac{2496402304}{170859375} \cdot \frac{22}{15} = \frac{54920850688}{2562890625}$, $\frac{54920850688}{2562890625} \cdot \frac{22}{15} = \frac{1208258715136}{38443359375}$, $\frac{1208258715136}{38443359375} \cdot \frac{22}{15} = \frac{26581711733008}{576650390625}$, $\frac{26581711733008}{576650390625} \cdot \frac{22}{15} = \frac{584807658126176}{8649755859375}$, $\frac{584807658126176}{8649755859375} \cdot \frac{22}{15} = \frac{12865768478775904}{129746337890625}$, $\frac{12865768478775904}{129746337890625} \cdot \frac{22}{15} = \frac{283056906533070080}{1946195068359375}$, $\frac{283056906533070080}{1946195068359375} \cdot \frac{22}{15} = \frac{6227251943727541760}{29192926025390625}$, $\frac{6227251943727541760}{29192926025390625} \cdot \frac{22}{15} = \frac{137000542762005919360}{437893890380859375}$, $\frac{137000542762005919360}{437893890380859375} \cdot \frac{22}{15} = \frac{3014012140764130227840}{6568408355712890625}$, $\frac{3014012140764130227840}{6568408355712890625} \cdot \frac{22}{15} = \frac{663082670968108650127360}{98526125335693359375}$, $\frac{663082670968108650127360}{98526125335693359375} \cdot \frac{22}{15} = \frac{14587818761300390302801920}{1477891880035400390625}$, $\frac{14587818761300390302801920}{1477891880035400390625} \cdot \frac{22}{15} = \frac{320032012788608586661642240}{22168378200531005859375}$, $\frac{320032012788608586661642240}{22168378200531005859375} \cdot \frac{22}{15} = \frac{7040704281355388906556529280}{332525673007965087890625}$, $\frac{7040704281355388906556529280}{332525673007965087890625} \cdot \frac{22}{15} = \frac{154895494189818545944333642240}{5087885095119476318359375}$, $\frac{154895494189818545944333642240}{5087885095119476318359375} \cdot \frac{22}{15} = \frac{3407600872176006010175339729280}{76318276426792144775390625}$, $\frac{3407600872176006010175339729280}{76318276426792144775390625} \cdot \frac{22}{15} = \frac{74957219187872132223857474042240}{1144774146401882171630859375}$, $\frac{74957219187872132223857474042240}{1144774146401882171630859375} \cdot \frac{22}{15} = \frac{164905882014308690892476442892800}{1717161219602823257446318750}$, $\frac{164905882014308690892476442892800}{1717161219602823257446318750} \cdot \frac{22}{15} = \frac{3627929404314790179534581744121600}{25757418294042348861694781250}$, $\frac{3627929404314790179534581744121600}{25757418294042348861694781250} \cdot \frac{22}{15} = \frac{7981444689492632394976081837067200}{386361274410635232925421718750}$, $\frac{7981444689492632394976081837067200}{386361274410635232925421718750} \cdot \frac{22}{15} = \frac{175691783158837912689473800417484800}{5795419116159528493881325781250}$, $\frac{175691783158837912689473800417484800}{5795419116159528493881325781250} \cdot \frac{22}{15} = \frac{386521922950043467916842360918470400}{8693128674239292740821988687500}$, $\frac{386521922950043467916842360918470400}{8693128674239292740821988687500} \cdot \frac{22}{15} = \frac{8503482304800956295170531940206348800}{130396930113589391112329830312500}$, $\frac{8503482304800956295170531940206348800}{130396930113589391112329830312500} \cdot \frac{22}{15} = \frac{187076610705621028493751702684529670400}{1955953951703840866684947454687500}$, $\frac{187076610705621028493751702684529670400}{1955953951703840866684947454687500} \cdot \frac{22}{15} = \frac{412568583552266262486253745905965273600}{29339309275557613000274211820312500}$, $\frac{412568583552266262486253745905965273600}{29339309275557613000274211820312500} \cdot \frac{22}{15} = \frac{907650883813035777469758240893123603200}{440089639133364195004113177304687500}$, $\frac{907650883813035777469758240893123603200}{440089639133364195004113177304687500} \cdot \frac{22}{15} = \frac{19968319443886786104334681300048718073600}{6601344587000462925061697659570312500}$, $\frac{19968319443886786104334681300048718073600}{6601344587000462925061697659570312500} \cdot \frac{22}{15} = \frac{43930302776549928429536300860107080163200}{99020168805006943875925464893554687500}$, $\frac{43930302776549928429536300860107080163200}{99020168805006943875925464893554687500} \cdot \frac{22}{15} = \frac{96646666108410842544979861892235576358400}{14853025320751041581388819734033187500}$, $\frac{96646666108410842544979861892235576358400}{14853025320751041581388819734033187500} \cdot \frac{22}{15} = \frac{212642665438503853598955696162918277990400}{222795379811265623720832296010500000}$, $\frac{212642665438503853598955696162918277990400}{222795379811265623720832296010500000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{467813863964708471917682523550400230585600}{3341930697168984355812484440157500000}$, $\frac{467813863964708471917682523550400230585600}{3341930697168984355812484440157500000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{1028190498722258638218901551810880507302400}{50128960457534765337187266602362500000}$, $\frac{1028190498722258638218901551810880507302400}{50128960457534765337187266602362500000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{22618190971889696040815834139839361160652800}{751934406863021480057808999035437500000}$, $\frac{22618190971889696040815834139839361160652800}{751934406863021480057808999035437500000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{4976001813814733128979483510764658655344000}{112790161029443222008671349855315625000000}$, $\frac{4976001813814733128979483510764658655344000}{112790161029443222008671349855315625000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{10947203990392412883754863723682250042355200}{1691852415441648330130070247829734375000000}$, $\frac{10947203990392412883754863723682250042355200}{1691852415441648330130070247829734375000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{240838487788633083043406961921009500931814400}{25377786231624724951951053717446015625000000}$, $\frac{240838487788633083043406961921009500931814400}{25377786231624724951951053717446015625000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{52984467313501278267549471622622090205000000}{380666793474370874279265805761690234375000000}$, $\frac{52984467313501278267549471622622090205000000}{380666793474370874279265805761690234375000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{11656582808970281218860883757026859845000000}{5709991902115463114189087086425353515625000000}$, $\frac{11656582808970281218860883757026859845000000}{5709991902115463114189087086425353515625000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{25644482179734618681493944262459081758400000}{85649878531731946712836306296380302734375000000}$, $\frac{25644482179734618681493944262459081758400000}{85649878531731946712836306296380302734375000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{5641786079441614100028667737740797986944000}{1284748327975979198592544594345704541015625000000}$, $\frac{5641786079441614100028667737740797986944000}{1284748327975979198592544594345704541015625000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{1233192836477155082006296802302975557027200}{19271224919649687978888168915185568115234375000000}$, $\frac{1233192836477155082006296802302975557027200}{19271224919649687978888168915185568115234375000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{2713024239849741180413053005066546222457600}{28906837379514531968332253382778352172853125000000}$, $\frac{2713024239849741180413053005066546222457600}{28906837379514531968332253382778352172853125000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{596865332766953059690871661114640168940800}{433602560692717979524983800741675282592796875000000}$, $\frac{596865332766953059690871661114640168940800}{433602560692717979524983800741675282592796875000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{1312403532086296731323927654452208371670400}{650403841039071969287475701112512923889190625000000}$, $\frac{1312403532086296731323927654452208371670400}{650403841039071969287475701112512923889190625000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{2887287770590052808912640800794858419667200}{97560576155810795393121355166876938583378125000000}$, $\frac{2887287770590052808912640800794858419667200}{97560576155810795393121355166876938583378125000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{635103009530011617960780968174867856326400}{1463408642337161930896820327503154078750625000000}$, $\frac{635103009530011617960780968174867856326400}{1463408642337161930896820327503154078750625000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{1397226620926025559513628130084709073918400}{21951129635047428963452304912547311181259375000000}$, $\frac{1397226620926025559513628130084709073918400}{21951129635047428963452304912547311181259375000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{3073903566037256230829981886186359962601600}{3292669445257114344517845736882096677188875000000}$, $\frac{3073903566037256230829981886186359962601600}{3292669445257114344517845736882096677188875000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{6762587845282163707825968139610991917763200}{49390041678857715167767686053231450157833125000000}$, $\frac{6762587845282163707825968139610991917763200}{49390041678857715167767686053231450157833125000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{14881714259620759956217120707244180219270400}{740850625182865727516515290798471752367500000000}$, $\frac{14881714259620759956217120707244180219270400}{740850625182865727516515290798471752367500000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{3274077137116567190267766555593719648219200}{11112759377702585912747729321977026285512500000000}$, $\frac{3274077137116567190267766555593719648219200}{11112759377702585912747729321977026285512500000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{7203069701856547818588086422406183226082400}{166691390665538788691216039829655394282687500000000}$, $\frac{7203069701856547818588086422406183226082400}{166691390665538788691216039829655394282687500000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{15846753344083405200812790129293803097782400}{2500370859983071830378240597444830914240312500000000}$, $\frac{15846753344083405200812790129293803097782400}{2500370859983071830378240597444830914240312500000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{34862857356983491441768138284246366815129600}{37505562899746077455673608961672463713604687500000000}$, $\frac{34862857356983491441768138284246366815129600}{37505562899746077455673608961672463713604687500000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{767002761853636811718909042253419970732800}{56258344349619116183510413442508695770407187500000000}$, $\frac{767002761853636811718909042253419970732800}{56258344349619116183510413442508695770407187500000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{16874060780779810057815998929575239356121600}{84387516524428174275265620163763043655610937500000000}$, $\frac{16874060780779810057815998929575239356121600}{84387516524428174275265620163763043655610937500000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{37112933707715582127295197625165526583475200}{1265812747866422614128984302456445654834250000000000}$, $\frac{37112933707715582127295197625165526583475200}{1265812747866422614128984302456445654834250000000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{8164847415697438068004843479536415850364800}{18987191217996339211934764536846684822513750000000000}$, $\frac{8164847415697438068004843479536415850364800}{18987191217996339211934764536846684822513750000000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{18054664314534363749610655664979114870790400}{284807868269945088179021468052690272337706250000000000}$, $\frac{18054664314534363749610655664979114870790400}{284807868269945088179021468052690272337706250000000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{39720261491975592249243442362954052715641600}{4272118024049176322685322020790354085065625000000000000}$, $\frac{39720261491975592249243442362954052715641600}{4272118024049176322685322020790354085065625000000000000} \cdot \frac{22}{15} = \frac{87384575282346302948335573198490915974412800}{64081770360737644840279830311855311275984375000000000000}$, $\frac{87384575282346302948335573198490915974412800}{64081770360737644840279830311855311275984375000000000000} \cdot \frac{22$

Черновик



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F \cdot \cos \alpha} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F \cdot \cos \alpha} = \frac{F(\cos \alpha - 1)}{F \cdot F \cdot \cos \alpha} = \frac{\cos \alpha - 1}{F \cdot \cos \alpha} < 0$$

$$|f_1| = \left| \frac{F \cdot \cos \alpha}{\cos \alpha - 1} \right| = \frac{F \cdot \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \quad f_1 = \frac{F \cdot \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

$$d_2 = f_1 \cdot \cos \alpha = \frac{F \cdot \cos^2 \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

$$\frac{1}{d_2 + F} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_2 + F} = \frac{d_2}{F(d_2 + F)}$$

$$f_2 = \frac{F(d_2 + F)}{d_2} = F + \frac{F^2}{d_2} = F + \frac{F}{\frac{F \cdot \cos^2 \alpha}{1 - \cos \alpha}}$$

$$= F + \frac{F(1 - \cos \alpha)}{\cos^2 \alpha}$$

$$x = 2F + f_2 = 3F + \frac{F(1 - \cos \alpha)}{\cos^2 \alpha}$$

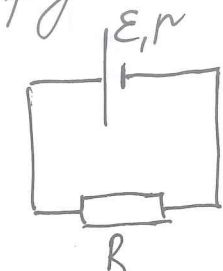
$$\sqrt{\frac{10^{-2} \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-4}}{9 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 10^{-1} \cdot 3}} = \sqrt{\frac{10^{-9}}{10^{-13} \cdot 6 \cdot 9}} = \sqrt{\frac{10^4 \cdot 1}{6 \cdot 9}} = \frac{10^2}{3} \sqrt{\frac{1}{6}}$$

611	x 83
8,3	133
3,3	249
	249
	27,39

37-29-93-80 (1.12)

Чистовик

Продолжение № 3.3.1.



$$E = U_R + I \cdot r$$

$$U_R = E - I \cdot r$$

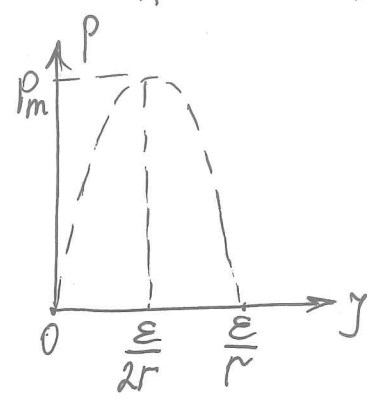
$$P_R = E \cdot I - I^2 \cdot r \text{ - кв. функция, ветви вниз}$$

$$P = I(E - I \cdot r)$$

максимум достигается в вершине, т.е. $I_0 = \frac{E}{2r}$

$$I_0 = \frac{E}{2r} = \frac{E}{R+r} \Rightarrow r=R \text{ если } P_{max}$$

$$I_0 = \frac{E}{2R}$$



$$P_m = I_0^2 \cdot R = \frac{E^2}{4R^2} \cdot R = \frac{E^2}{4R}$$

$$E = 2\sqrt{R \cdot P_m} \Rightarrow B \cdot V \cdot d = 2\sqrt{R \cdot P_m}$$

$$d = \frac{2\sqrt{R \cdot P_m}}{B \cdot V}$$

Подставив числа, имеем:

$$d = \frac{2 \cdot \sqrt{0,4 \text{ Ом} \cdot 10^{-3} \text{ Вт}}}{1 \text{ Тл} \cdot 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} (\text{Ом} \cdot \text{Вт})^{\frac{1}{2}}}{0,1} = 4 \cdot 0,1 \text{ м} = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см}$$

Ответ: 40 см.

№ 2.3.1. Найдём ~~эта~~ массу воды, которая испарилась до установления равновесия:

$$\rho_{нас} \cdot V = \frac{\Delta m_e}{\mu_e} R T \Rightarrow \Delta m_e = \frac{\rho_{нас} \cdot V}{R T} \cdot \mu_e \text{ (размерам сосуда пренебрегаем)}$$

При этом из сосуда потеряется кол-во тепла Q, вода из сосуда потеряет $\mu_e \cdot \Delta m_e$ св. продел.

Чистовик | Продолжение №2.3.1.

$Q = \Delta m \cdot \gamma_n$ Это же количество теплоты ^{выделилось} при образовании нового льда (кристаллизации) ^{пошло}
 То есть по сути вода кристаллизуется при кристаллизации воды в сосуде выделяет некоторое количество теплоты, которое идёт на испарение воды.

$T = 273^\circ\text{C} \neq T = 273\text{K} = 0^\circ\text{C}$ Значит нагреть не происходит.

$Q = \Delta m \cdot \lambda_k$

Получаем: $\Delta m = \frac{\Delta m_{\text{в}} \cdot \gamma_n}{\lambda_k} = \frac{\rho_{\text{нас}} \cdot V}{RT} \cdot m_{\text{в}} \cdot \gamma_n$

Подставляя числа имеем:

$$\Delta m = \frac{611 \text{ Па} \cdot 30 \text{ м}^3}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 273 \text{ К}} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot \frac{2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} =$$

$$= \frac{611 \cdot 30 \cdot 18 \cdot 10^{-1} \cdot 2,3 \cdot 10^6}{83 \cdot 273 \cdot 33 \cdot 10^5} = \frac{611 \cdot 30 \cdot 18 \cdot 23}{83 \cdot 273 \cdot 33} \text{ кг} \approx 22 \frac{1}{15} \cdot \frac{2}{3} \text{ кг}$$

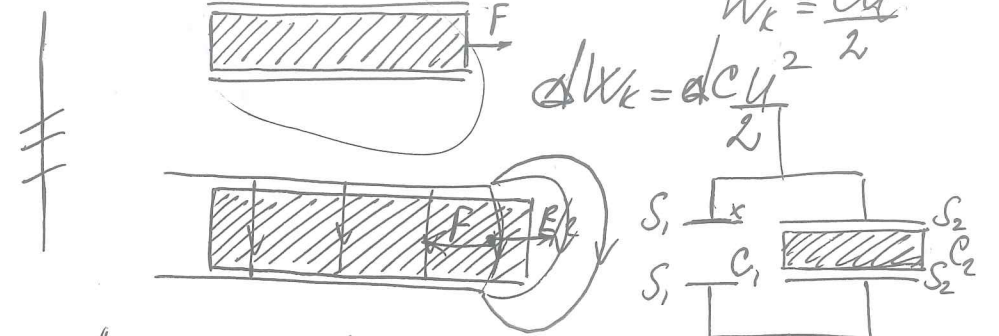
$$\approx \frac{44}{45} \text{ кг} \approx 1 \text{ кг (грубо)}$$

Ответ: $\frac{44}{45}$ кг или ≈ 1 кг.

Примечание: вода будет испаряться, пока воздух в камере не станет насыщенным паром

Черновик
 №5

$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 l^2}{d}$ $U_0, l, d, \epsilon, x, m, \epsilon_0$



$\Delta W_{\text{мех}} = \Delta W_k$

$F \cdot x = \frac{\epsilon_0 \epsilon l^2}{2d} (1 - \epsilon)$

$F = \frac{\epsilon_0 l^2}{2d} (1 - \epsilon)$

$\Delta W_{\text{мех}} = \frac{\epsilon_0 \epsilon l^2}{2d} (1 - \epsilon) \cdot U_0^2$ $C_0' = C_0 + \frac{\epsilon_0 x l^2}{d} (1 - \epsilon)$

$\frac{1}{2} \cdot x \cdot F = \Delta W_{\text{мех}}$

$\frac{1}{2} \cdot x \cdot F = \frac{\epsilon_0 x l^2}{d} (1 - \epsilon) \cdot \frac{U_0^2}{2}$

$\frac{15}{12} \frac{4}{3} \frac{75}{300} F_{\text{max}} = \frac{\epsilon_0 l^2}{d} (1 - \epsilon) \cdot \frac{U_0^2}{2}$

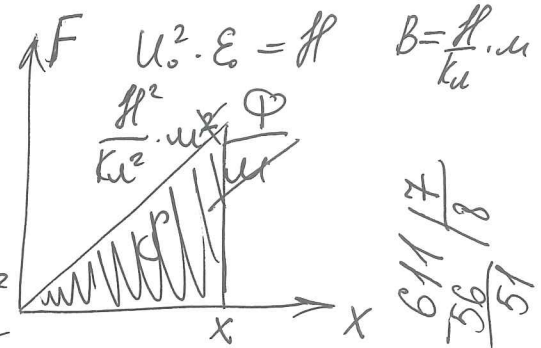
$F_{\text{max}} = A_{\text{max}} \cdot m$

$A_{\text{max}} = \omega_0^2 \cdot x = \frac{\epsilon_0 l U_0^2}{d \cdot m} (\epsilon - 1)$

$\omega_0 = \sqrt{\frac{\epsilon_0 l U_0^2 (\epsilon - 1)}{d \cdot m \cdot x}}$

$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{611 \cdot 3 \cdot 18 \cdot 23}{83 \cdot 273 \cdot 33} = \frac{611 \cdot 6 \cdot 23}{83 \cdot 11 \cdot 91} = 25,2954$

$W_k = \frac{cU^2}{2}$
 $\Delta W_k = d c U^2$
 $C_0' = C_1 + C_2$
 $C_0' = \frac{\epsilon_0 \cdot x l^2}{d} + \frac{\epsilon \epsilon_0 (l-x)^2}{d}$



$\tau_a = \frac{H \cdot \mu}{\omega}$
 $\Delta m = H \cdot \mu$
 $q = cU$
 $C = \frac{4q}{U}$
 $\Phi = \frac{H \mu}{k_{\text{эл}}}$
 $\frac{273}{131} \frac{191}{191} = 21 \text{ см}$
 $17,5 = 8,5 + 12,5 = 21 \text{ см}$

Чистовик

Продолжение №4.10.1

$$\frac{1}{S'O_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}$$

$$S'O_2 = \frac{f_1}{\cos \alpha} + F = \frac{F}{1 - \cos \alpha} + F^*$$

$$f_2 = \frac{S'O_2 \cdot F}{S'O_2 - F} = \frac{\left(\frac{F}{1 - \cos \alpha} + F\right) \cdot F}{\frac{F}{1 - \cos \alpha}} = F + F(1 - \cos \alpha)$$

$$= 2F - F \cdot \cos \alpha$$

Искомое расстояние $x = SS'' = 2F + f_2 =$

$$= 4F - F \cdot \cos \alpha$$

Подставим числа:

$$x = 4 \cdot \frac{15}{2} - \frac{15 \cdot \sqrt{3}}{2} = \left(30 - \frac{15\sqrt{3}}{2}\right) \text{ см}$$

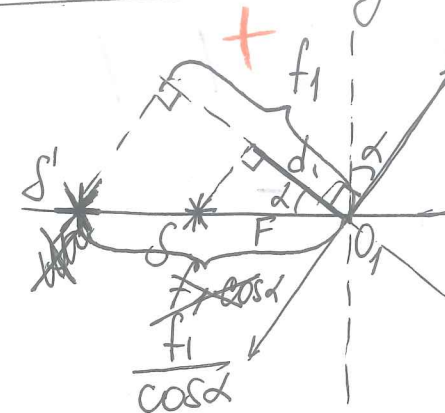
Ответ: $\left(30 - \frac{15\sqrt{3}}{2}\right) \text{ см}$

37-29-93-80 (1.12)

Чистовик

№4.10.1.

Сначала рассмотрим преломление в первой линзе. Луч SO_1 проходит через опт. центр \Rightarrow он не преломляется.



Значит изображение S'' в первой линзе лежит на прямой SO_1

Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}; f_1 = \frac{d_1 \cdot F}{d_1 - F}$$

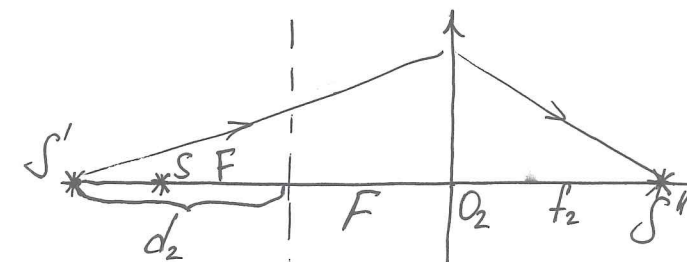
$$+ d_1 = F \cdot \cos \alpha$$

Найдем:

$$f_1 = \frac{F \cdot \cos \alpha}{\cos \alpha - 1} < 0 \Rightarrow \text{изображение действительное и лежит левее первой линзы и левее } S$$

$$|f_1| = \frac{F \cdot \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

Обозначим $d_2 = \frac{f_1}{\cos \alpha}$ — это расстояние от S' до опт. центра первой линзы. Теперь рассмотрим S' и вторую линзу.



Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{S'O_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}$$

$$S'O_2 = d_2 + F = \frac{f_1}{\cos \alpha} + F = \frac{F \cdot \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} + F$$

~~$$f_2 = \frac{S'O_2 \cdot F}{S'O_2 - F} = \frac{\left(\frac{F \cdot \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} + F\right) \cdot F}{\frac{F \cdot \cos \alpha}{1 - \cos \alpha} - F}$$

$$f_2 = F + \frac{F}{\cos^2 \alpha}$$~~

~~$$\Rightarrow F + \frac{F(1 - \cos \alpha)}{\cos^2 \alpha}$$~~

~~Искомое расстояние $x = SS'' = 2F + f_2 = 3F + \frac{F(1 - \cos \alpha)}{\cos^2 \alpha}$~~

Продолжение №4.10.1

Чистовик

Подставляя числа имеем:

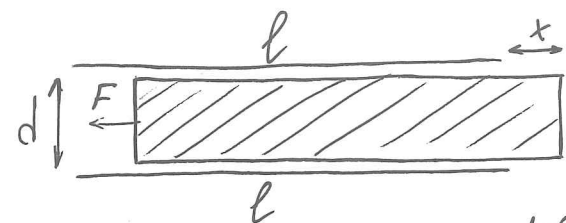
~~$$x = 3 \cdot \frac{15}{2} \text{ см} + \frac{15}{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 1 \right) \text{ см} = \frac{45}{2} \text{ см} + \frac{15(\sqrt{3}-2)}{2} \text{ см} =$$

$$= \frac{45}{2} \text{ см} + 5(\sqrt{3}-2) \text{ см} = 22,5 \text{ см} + 10 \text{ см} - 5\sqrt{3} \text{ см} =$$

$$= 32,5 \text{ см} - 5\sqrt{3} \text{ см}$$~~

Ответ: ~~(12,5 + 5√3) см (32,5 - 5√3) см~~

№5.2.1.



Рассмотрим закон сохранения энергии. Конденсатор хочет вытянуть диэлектрическую пластину, т.е. действует на нее силой F - возвращающая сила.

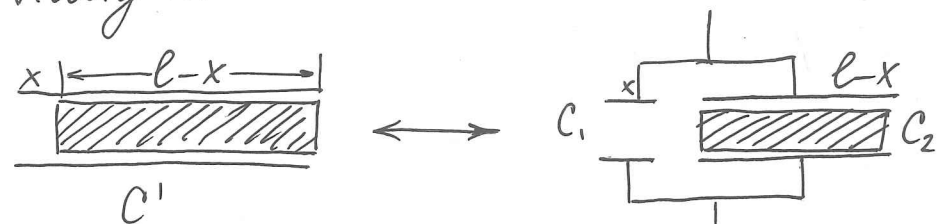
Чтобы возникали колебания $F \sim x$. (сила должна быть прямо пропорциональна смещению). Сила в крайнем положении максимальна.

$A_F = \Delta W_k$ - изменение энергии конденсатора

$$A_F = \frac{C_0 U_0^2}{2} - \frac{C_x U_0^2}{2} = \frac{U_0^2}{2} (C_0 - C_x)$$

$$C_0 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 l^2}{d}$$

Найдём C'



$$C' = C_1 + C_2 ; C_1 = \frac{\epsilon_0 x l}{d} ; C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 (l-x) l}{d}$$

Чистовик | Продолжение №5.2.1.

$$C' = C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 x l}{d} + \frac{\epsilon \epsilon_0 (l-x) l}{d} = \frac{\epsilon_0 x l}{d} + \left(\frac{\epsilon \epsilon_0 l}{d} \right) \frac{\epsilon \epsilon_0 x l}{d} =$$

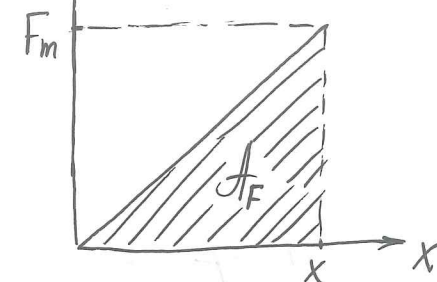
$$= C_0 + \frac{\epsilon_0 x l}{d} (1 - \epsilon)$$

$$\Delta C = C_0 - C' = \frac{\epsilon_0 x l}{d} (\epsilon - 1)$$

$$A_F = \frac{U_0^2}{2} \cdot \Delta C = \frac{U_0^2}{2} \cdot \frac{\epsilon_0 x l}{d} (\epsilon - 1)$$

Поскольку $F \sim x$:

$$A_F = \frac{1}{2} x \cdot F_m = \frac{U_0^2}{2} \cdot \frac{\epsilon_0 x l}{d} (\epsilon - 1)$$



~~$$F_m = \frac{U_0^2}{2} \cdot \frac{\epsilon_0 \cdot l}{d} (\epsilon - 1)$$~~

$$F_m = m a_m \quad (F_m - \text{максимальная сила})$$

$$a_m = \frac{F_m}{m} = \frac{U_0^2 \cdot \epsilon_0 \cdot l}{m \cdot d} (\epsilon - 1)$$

$$a_m = \omega_0^2 \cdot x \quad (\omega_0 - \text{циклическая частота колебаний})$$

$$\omega_0^2 = \frac{U_0^2 \epsilon_0 \cdot l}{m \cdot d \cdot x} (\epsilon - 1); \omega_0 = U_0 \cdot \sqrt{\frac{\epsilon_0 l (\epsilon - 1)}{m \cdot d \cdot x}}$$

~~$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{U_0} \sqrt{\frac{m \cdot d \cdot x}{\epsilon_0 l (\epsilon - 1)}}$$~~

Подставим числа, получим:

$$T = \frac{2\pi}{100 \text{ В}} \cdot \sqrt{\frac{10^{-2} \text{ кг} \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 10^{-4} \text{ м}}{9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} \cdot 2 \cdot 10^{-1} \text{ м} \cdot 3}} = \frac{2\pi}{100} \sqrt{\frac{10^{-9}}{10^{-13} \cdot 6 \cdot 9}} = \frac{2\pi}{3} \sqrt{\frac{1}{6}} =$$

$$= \frac{2\pi}{3\sqrt{6}} = \frac{\sqrt{6}\pi}{9}$$

Ответ: $\frac{\sqrt{6}\pi}{9}$