



0 561610 720004

56-16-10-72

(64.25)



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант н1

Место проведения Москва  
город

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по Физике  
профиль олимпиады

Бочковского Алексея Дмитриевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

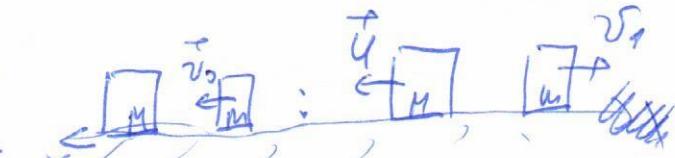
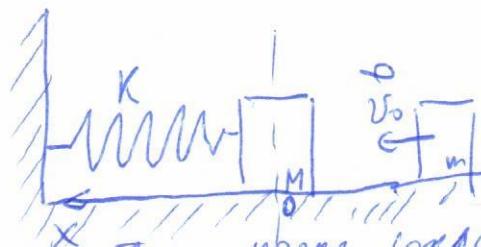
Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

№ 1.1.1.  
Дано:  $M$ ,  $M$ ,  $T = \frac{\pi}{2}T$ ;  $n = \frac{M}{m}$  ?

Демонстри:



При ударе совершающие движение массы иначе скажут из звук брухов.

$$mv_0 = mv_1 + M\dot{x}$$

$$OX: m\ddot{x} = -m\ddot{v}_1 + M\ddot{x}$$

для бруха M:

$$\vec{F}_y = M\vec{a} \Rightarrow OX: -Kx = M\ddot{x} \Rightarrow \ddot{x} + \frac{K}{M}x = 0$$

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Начальное условие:

$$\left. \begin{array}{l} x(0) = 0 = A \cos \varphi_0 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \\ \dot{x}(0) = u = -A\omega \sin \varphi_0 \end{array} \right\} \Rightarrow A = \frac{u}{\omega}$$

$$x(t) = \frac{u}{\omega} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{u}{\omega} \sin \omega t, \text{ где } \omega = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

такое удар бруха в движении подтверждено.

$$\text{для } m: x(t) = -v_1 t$$

тогда  $\tau = \frac{\pi T}{2\omega}$  или совершило

$$x_m(\tau) = x_m(\tau)$$

$$\frac{u}{\omega} \sin \omega \tau = -v_1 \tau, \tau = \frac{\pi T}{2\omega} = \frac{\pi}{2\omega} \sqrt{\frac{M}{K}}, T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\frac{u}{\omega} \sin\left(\omega \cdot \frac{\pi}{2\omega} \cdot \frac{\pi}{6}\right) = -v_1 \cdot \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$\frac{u}{\omega} \sqrt{\frac{M}{K}} \sin\left(\pi + \frac{\pi}{6}\right) = -\frac{v_1 \pi}{6} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$u \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\pi v_1}{6} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$3u = 7\pi v_1$$

удар брухом  $\Rightarrow$  совершило движение земли

$$\frac{m v_0^2}{K} = \frac{M v_1^2}{K} + \frac{m v_1^2}{K}$$

Второе условие симметрии:

$$3U = 7\pi v_1 \Rightarrow U = \frac{7\pi v_1}{3}$$

$$mv_0 = -mv_1 + Mu \Rightarrow v_0 = -v_1 + \frac{M}{m} U$$

$$mv_0^2 = mv_1^2 + Mu^2$$

$$m \left( \frac{M}{m} U - v_1 \right)^2 = mv_1^2 + Mu^2$$

$$m \left( \frac{M}{m} \cdot \frac{7\pi v_1}{3} - v_1 \right)^2 = mv_1^2 + M \cdot \frac{49\pi^2 v_1^2}{9} \quad | : m$$

$$\text{Учитывая, что } \frac{M}{m} = n$$

$$\left( \frac{7\pi}{3} n - 1 \right)^2 = 1 + \frac{49\pi^2 n}{9}$$

$$\frac{49\pi^2 n^2}{9} + 1 - \frac{14\pi n}{3} = 1 + \frac{49\pi^2 n}{9}$$

$$\frac{49\pi^2 n}{3} - 14\pi = \frac{49\pi^2 n}{3} \quad | \cdot 3$$

$$49\pi n - 42 = 49\pi$$

$$n = \frac{49\pi + 42}{49\pi} = 1 + \frac{42}{49\pi}^6 = 1 + \frac{6}{7\pi} = 1 + \frac{6}{7 \cdot \frac{22}{7}} =$$

$$= 1 + \frac{3}{11} = \frac{14}{11}$$

$$\text{Ответ: } n = \frac{14}{11}$$

15

Вопрос №1

Интуиция материнской матки наяву альфа  
излучение мало зажигает материнской  
матки на её стороне. Интуиция симметрии  
материнских маток наяву альфа сумма  
интуиций ~~из~~ всех материнских маток,  
образующих данную систему

Две материнской матки  $\vec{P} = m \vec{v}$ , где

система  $\vec{r}_{\text{системы}} = \sum m_i \vec{v}_i$ .

Задача сохранение интуиции:

Если сумма всех взвешен сим равна нулю,

или приведите земли си на конце то изображение  
права ~~и что~~ и что винтиши сиали ~~тако~~ то же-  
небречь ~~и~~ ~~тако~~, то иниции сиали ~~сограждане~~,  
~~в первом звук~~ В первом звуке с  
Земли сиалиши тогиши / изукишь, в звуке  
снаряда).

$$\frac{d\vec{p}_{\text{сил}}}{dt} = \sum_i \vec{F}_{\text{внешн}}; \Rightarrow \sum_i \vec{F}_{\text{внешн}} = 0 \Rightarrow \frac{d\vec{P}_{\text{сил}}}{dt} = 0 \Rightarrow \textcircled{10}$$

$P_{\text{шар}} = \text{const}$  или  $\sum m_i \vec{v}_i = \text{const}$ ,  
тое ~~одинакование~~ то все ~~изображавшие~~ издан  
действий.

n 2.4.1

Дано:  $t = 1000^\circ\text{C}$ ;  $h = 35\text{ см}$ ;  $\Delta h = 5\text{ см}$ ;  $M = 10\text{ кг}$ ;  $S = 100\text{ см}^2$ ;  
 $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ ;  $\mu = 13 \frac{\text{Н}}{\text{моль}}$ ;  $S = 10 \frac{\text{м}^2}{\text{К}}$ ;  $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$   $\Delta m = ?$

Решение:



В училище сиале парф вон в централе схва  
бодрука. Кога парф гравиташе!

$$p_1 = p_0 + (1) p_0 h S = (J_{\text{парф}} + J_{\text{грав}}) RT, T = 373\text{ K}.$$

Переведиши ~~тако~~ училищ. Дел коричне!  
 $p_S = p_0 S + M g \Rightarrow (2) P = p_0 + \frac{M g}{S}$

Сиале зданиши уравнение Менделеева - Клапейрона:  
 $(3) p (h \pm \Delta h) S = (J_{\text{парф}} + J_{\text{грав}}) RT, (T = \text{const} \text{ то убъвши}).$

$$\Delta m = (m_{\text{парф2}} - m_{\text{парф1}}) = (J_{\text{парф}} - J_{\text{парф1}}) \mu$$

Така, в училищ ~~затогиши сиали вон~~ ~~затогиши сиали вон~~  
извести  $J = A + \alpha t - \mu t^2$ ,  $\Delta t = 0$  ( $\mu = \text{const}$ )

из (1):  $J_{\text{сум}} = \frac{p_0 h S}{RT} - J_{\text{парф0}}$ .

$$(p_0 + \frac{M g}{S}) (h \pm \Delta h) S = (J_{\text{парф}} + \frac{p_0 h S}{RT} - J_{\text{парф0}}) RT.$$

$$\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right) (h + \Delta h) S = \left(\frac{\Delta m}{J_1} + \frac{p_0 h S}{RT}\right) RT \quad Z$$

$$p_0 h S + Mg h + p_0 \Delta h S + Mg \Delta h = \frac{\Delta m RT}{J_1} + p_0 h S$$

$$\Delta m = \frac{J_1}{RT} (Mgh + (p_0 S + Mg) \Delta h) \quad Z$$

$$\Delta m = \frac{18 \cdot 10^{-3}}{8,3 \cdot 373} \left( 10 \cdot 10 \cdot 0,35 + (1000 \cdot 100 \cdot 10 + 10 \cdot 10) \cdot 0,05 \right) m$$

$$= \frac{18 \cdot 10^{-3}}{8,3 \cdot 373} (35 + 1100 \cdot 0,05) m = \frac{18 \cdot 10^{-3}}{8,3 \cdot 373} \cdot (35 + 55) m$$

$$\text{Задача } J_{\text{норм}} - J_{\text{нормо}} = \frac{\Delta m}{J_1}. \text{ Показать, что}$$

$\Delta m < 0$  т.к. пар конденсируется иначе  
вспышка пара увеличивается, что приведет к взрыву.

$$\Delta m = -\frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 20}{8,3 \cdot 373} m - \frac{18 \cdot 2}{830 \cdot 373} m = -\frac{18000}{153755} m$$

$$\begin{array}{r} \times 373 \\ \times 415 \\ \hline 1865 \\ 373 \\ \hline 1492 \\ \hline 153795 \end{array}$$

$$-\frac{18}{830} \times \frac{153795}{373}$$

$$\begin{array}{r} 18000 | 153795 \\ 0 | 0,11 \\ \hline -180000 \\ \hline 153795 \\ -153795 \\ \hline 0 \\ \hline 262050 \\ -153795 \\ \hline 108255 \end{array}$$

$$\Delta m \approx -0,122 \text{ (округлено до } 108255)$$

(так, что мы не учли общий вес)  
надо было округлить в большую сторону??

$$\text{Общий } \Delta m = \frac{J_1}{RT} (Mgh - (p_0 S + Mg) \Delta h) = -0,122$$

Вопрос 2: Насыщенный пар - пар, находящийся в динамическом равновесии со свободной поверхностью. Равновесие динамическое, если в системе находятся погруженные между собой и между собой, взаимодействующие обрасти фаз жидкости. Движение и переносы имеют непрерывное значение - значение для насыщенного пара при заданной температуре. Для насыщенного пара  $p = p(T)$ .

И.К.  $pV = \frac{m}{M} RT$ ,  $p = \frac{\rho RT}{M} \Rightarrow \rho = \frac{\rho M}{RT}$   
 И.К.  $p$  зависит только от температуры, но  $\rho = p/T$ .  
 От  $\rho \uparrow$   $T \uparrow$   $\rho$  не зависит.

Дано:  $N=100$ ;  $m=10 \text{ МГ}$ ;  $q=16^7 \text{ кН}$ ;  $B_0=100 \text{ ТН}$ ;  
 $n_{\max}?$  (Радиус кривизны).

Решение:



Найдём радиус зоны 1 кирпича невороньёвской на макарычеве, чтобы зоны соприкосновения были ~~одинаковы~~ в радиусе кривизны бренчелей (объясни).

Найдём радиус зоны 1 кирпича  $R$ . то есть

$$l = 2\pi R, \text{ радиус между } 2\text{-м и } 3\text{-м зонами}$$

$$\Delta l = \frac{2\pi R}{N} - \text{это радиус между зонами 1 и 2 кирпичей.}$$

$$n = \frac{1}{\Delta t}, \Delta t = \frac{\Delta l}{wR}, w = \text{скорость вращения,}$$

$$n = \frac{wR}{\Delta t} = \left( \frac{wR}{\frac{2\pi R}{N}} \right) = \frac{Nw}{2\pi}. \text{ Но это не то}$$

при вращении зоны становятся неодинаковыми. Поэтому зоны заслоняют друг друга. Но определение  $\epsilon_i = \oint (E \cdot d\ell)$ ,

~~E - вращение зоны~~

~~но зоны синхронно вращаются~~

~~тогда зоны не могут вращаться~~

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

~~зона заслоняет другую зону~~

~~$dA = dEx$~~

~~$\epsilon_i dA = \frac{dA}{dt} d\phi = \frac{dA}{dt} Nm R^2 w du$~~

~~$= \frac{dA}{dt} \frac{Nq}{w} = Nq w$~~

~~$\epsilon_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB \cdot S}{dt}$~~

~~$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\ell}{dt} \frac{d\ell}{dt}$~~

~~$\frac{d\ell}{dt} = \frac{dA}{dt} = \frac{Nq}{w} R$~~

~~$\frac{d\ell}{dt} = \frac{Nq}{w} R = \frac{Nq w}{w} = Nq$~~

Решение залога машинной сист. Цель не убрана  
максимальное значение токами кельца.

$$\epsilon_i: dq = d\left(\frac{Jw^2}{2}\right) = Jwdw = Nm R^2 w dw$$



за радиуса вращения можно навернуть не  
~~dq~~, при этом получим "заряд" dq.  
такое навертывание на эту зеркальную Nq.  
 $\frac{d\varphi}{2\pi} = \frac{dq}{Nq} \Rightarrow dq = \frac{Nqd\varphi}{2\pi}$

по формуле залога машинной циркуляции

$$\epsilon_i = -\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{dB \cdot \pi R^2}{dt}$$

$$-\frac{dB \cdot \pi R^2}{dt} \cdot \frac{Nqd\varphi}{2\pi} = Nm R^2 w dw$$

$$-\frac{dB \cdot \pi \cdot q \cdot w}{2\pi} = mw dw$$

$$-\int_{B_0}^{B_0} dB \cdot \frac{q}{2} = m \int_0^w dw$$

$$\frac{B_0 q}{2} = mw \Rightarrow w = \frac{B_0 q}{2m}$$

$$n = \frac{N}{2\pi} w = \frac{N}{2\pi} \cdot \frac{B_0 q}{2m} = \frac{NB_0 q}{4\pi m} =$$

$$= \frac{105 \cdot 100 \cdot 10^7}{4 \cdot \frac{22}{7} \cdot 10 \cdot 10^6} \frac{1}{s} \quad \frac{1000 \cdot 7}{2 \cdot \frac{22}{7} \cdot 10} = \frac{25 \cdot 7}{22} \frac{1}{s} =$$

$$= \frac{175}{22} \frac{1}{s} \approx 8 \frac{1}{s}$$

$$\text{Ответ: } n = \frac{NB_0 q}{4\pi m} \approx 8 \cdot \frac{1}{s}$$

15

15

Задача 3: Машинный цикл - скользящее  
навертывание венца машины тока циркуляции

$B$  и Площадь катушки  $S$ , которую навертывают

$$\varphi = (B \cdot S) = [B] \cdot S \cdot \cos((B); \vec{n}) =$$

$$= BS \cos \varphi$$



15

15

написано в строке в общем случае

$$\Phi = \int_S \mathbf{B} dS$$

Изменение магнитного индукции создает в единице площади магнитное поле

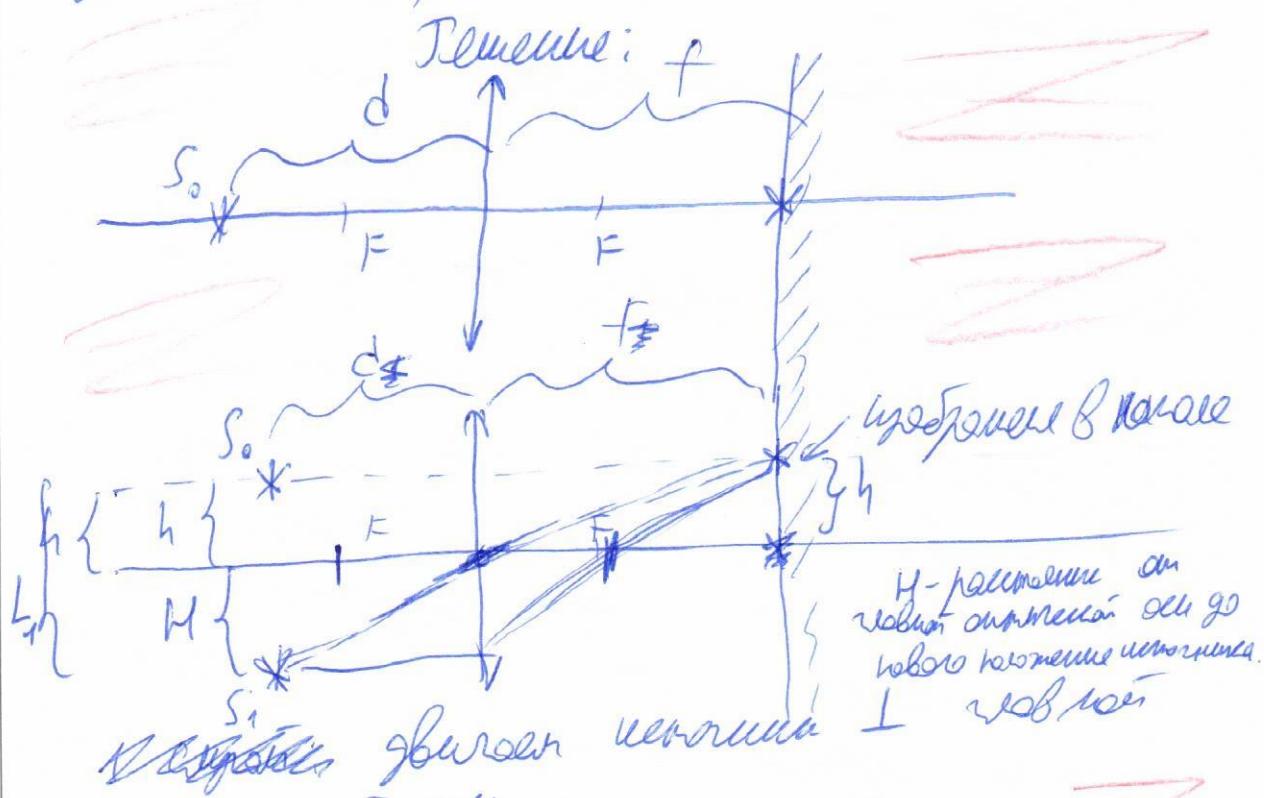
Составлено это в контуре или изолиниях

изолиний перпендикулярно этому контуру.

$$\text{Задача} \quad \text{изолиний индукции} \quad \mathbf{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

н 4.12.1.

Дано:  $F = 10 \text{ Н}, d = 25 \text{ см}, h = 3 \text{ см}, L = ?$



изогнутое от

изогнутое от

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

$$F = \frac{h}{H} = \frac{f}{d} = \frac{1}{d-F} \Rightarrow H = \frac{h(d-F)}{F}$$

$$h + H = L = h + h \frac{d-F}{F} = h \frac{F+d-F}{F} = \frac{hd}{F} = \frac{3 \cdot 25}{10} = 7,5 \text{ см}$$

- разжение на концах ядра прекращено изогнутое, чтобы изогнутое осталось, где было.

2 способ: Так изогнутое, где можно изогнуть

1 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (odd powers of  $\sin x$ )  
 2 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (even powers of  $\sin x$ )  
 3 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (odd powers of  $\cos x$ )  
 4 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (even powers of  $\cos x$ )  
 5 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (odd powers of  $\sin x$  and even powers of  $\cos x$ )  
 6 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (even powers of  $\sin x$  and odd powers of  $\cos x$ )

$\frac{d}{dx} \sin x = \cos x$        $\frac{d}{dx} \cos x = -\sin x$   
 $\frac{d^2}{dx^2} \sin x = -\sin x$        $\frac{d^2}{dx^2} \cos x = -\cos x$   
 $\frac{d^3}{dx^3} \sin x = -\cos x$        $\frac{d^3}{dx^3} \cos x = \sin x$   
 $\frac{d^4}{dx^4} \sin x = \sin x$        $\frac{d^4}{dx^4} \cos x = -\cos x$   
 $\vdots$

~~1 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (odd powers of  $\sin x$ )~~  
~~2 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (even powers of  $\sin x$ )~~  
~~3 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (odd powers of  $\cos x$ )~~  
~~4 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (even powers of  $\cos x$ )~~  
~~5 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (odd powers of  $\sin x$  and even powers of  $\cos x$ )~~  
~~6 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (even powers of  $\sin x$  and odd powers of  $\cos x$ )~~

(X)

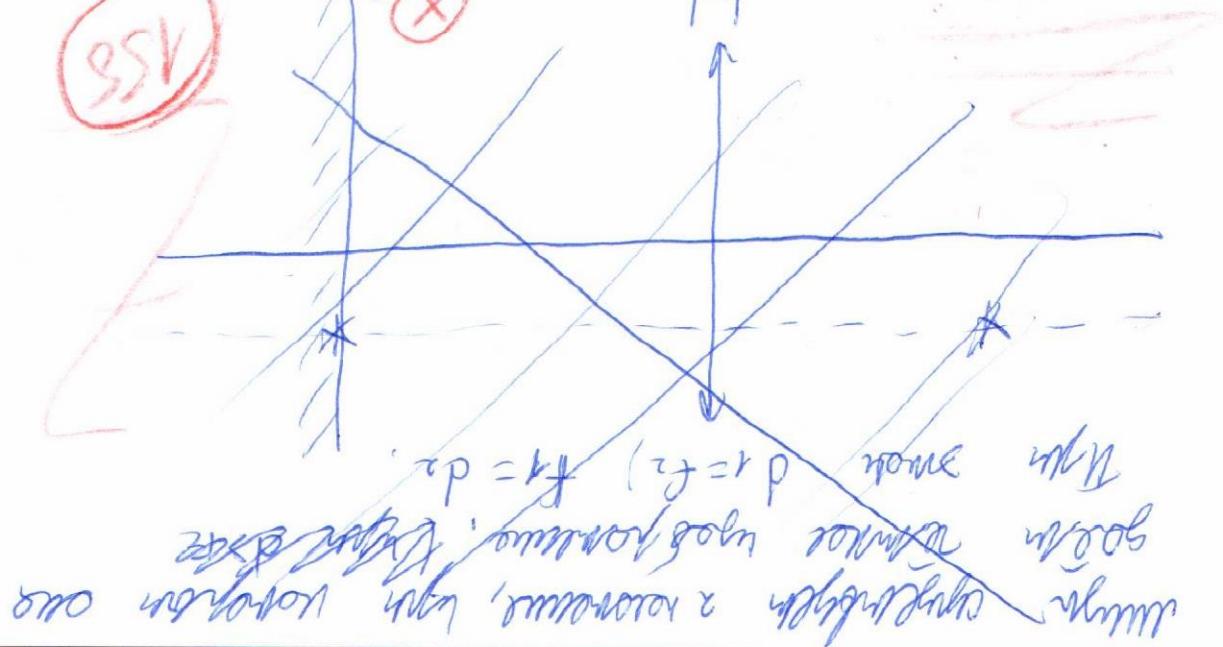
~~1 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (odd powers of  $\sin x$ )~~

~~2 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (even powers of  $\sin x$ )~~

~~(X)~~

~~3 - Powers of  $\sin x$  and  $\cos x$  (odd powers of  $\cos x$ )~~

~~(X)~~



Увеличение (изогречное):  $\Gamma_n = \frac{h_{изогр}}{h_{нр}}$  - отношение изогречных размеров изогречения к размерам из ненагруженного состояния  $\Gamma_n = \frac{f}{d}$ .

Уменьшение (изогречное):  $\Gamma_{изогр} = \frac{h_{изогр}}{h_{нр}}$  - отношение изогречных размеров изогречения к размерам изогречения.

x.

105

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Черкашин

$$\epsilon_i = \frac{dA}{dq}$$

$$\epsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = E - 2\pi R \cdot dF = E \cdot dq$$

$$dA = dE_K$$

$$mvdr = -\frac{d\Phi}{dt} dq$$

~~$E dq \cdot dl = m v dr$~~   $\$ E dl \cdot dq = mv dr$

~~$E \cdot 2\pi R \cdot dq = -\frac{d\Phi}{dt}$~~

$$dq = \frac{q d\varphi}{\omega}$$

~~$-\frac{d\Phi}{dt} \cdot dq = Nm \omega dr$~~

~~$-\frac{d\Phi}{dt} \cdot q \frac{d\varphi}{\omega} = Nm \omega dr$~~

~~$-\frac{d\Phi q \omega}{2\pi} = Nm \cdot R^2 \omega dw$~~