

Всероссийская олимпиада школьников по физике

Заключительный этап

9-E2 - 033

МАГНИТИКИ

Название задачи (см. условие)

заполнить печатными буквами!!!

САМОДЕЛКИН

Фамилия

ДАНИЛА

Имя

АНДРЕЕВИЧ

Отчество

8 (999) 395-39-32

Номер вашего мобильного телефона

1. Пишите только с одной стороны листа.
2. Не мните, не сгибайте, не рвите листы.
3. Нумеруйте листы (например, «лист 5 из 8»).

Это лист № 0

из 7

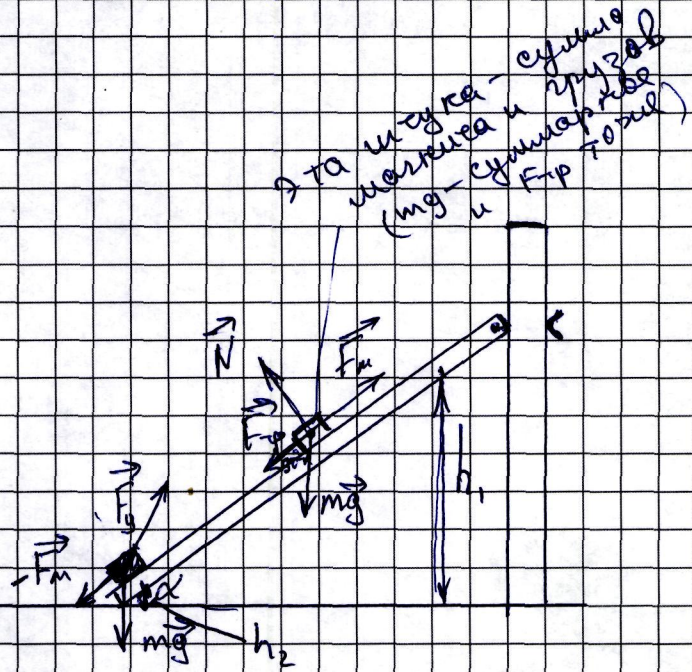
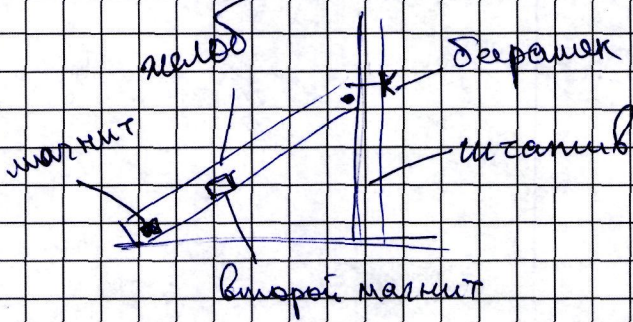
Томск, 2019

9-E2-033

№	Пункт разбалловки	Max	Балл
1	Таблица с данными прямых измерений расстояний между магнитами при всех возможных комбинациях прижимающих сил и углах наклона плоскости	2	2
	больше 10 точек	2	
	9 – 10 точек	1,5	
	7 – 8 точек	1,0	
	5 – 6 точек	0,5	
2	Метод исключения влияния силы трения, позволяющий уменьшить влияние силы трения для всех измерений	2	1
3	График функции $F(x)$	1,5	1,5
	а) перенесены все точки	0,3	
	б) проведена гладкая монотонная кривая	0,3	
	в) подписаны оси с указанием единиц	0,3	
	г) правильно оцифрованы оси	0,3	
д) масштаб выбран так, что используется 70-80% листа	0,3		
4	Обоснованный выбор зависимости между $F(x) \sim x^{-1}$ и $F(x) \sim x^{-2}$	3,5	3,5
	Таблица пересчета экспериментальных данных для зависимостей $F(x) \sim x^{-1}$ и $F(x) \sim x^{-2}$	1,0 (по 0,5)	1
	Графики $F(x) \sim x^{-1}$ и $F(x) \sim x^{-2}$ (со всеми правилами оформления, по 0,2 балла за каждый пункт)	2,0 (по 1,0)	2
	Явно сформулированный вывод о характере зависимости	0,5	0,5
5	Расчет среднего значения коэффициента k_2	1	0
	попадание в 15% ворота	1	
	попадание в 30% ворота	0,5	
6	Определение силы трения и коэффициента трения	4,0	1
	описание метода определения силы трения скольжения	1,0	1
	верное значение силы трения (аналогично п.5)	1,0	-
	расчетная формула для коэффициента трения	1,0	-
	значение коэффициента трения (аналогично п.5)	1,0	-
7	Обоснованная оценка погрешности	1,0	0
	коэффициент k_2	0,4	-
	сила трения	0,3	-
	коэффициент трения	0,3	-
	Итого		9,5

Зачет

Соберем установку

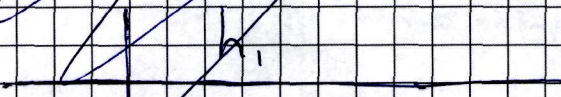


F_y - сила удержания

(просто компенсирует силы тяжести и отталкивания F_m)

* $F_{тр}$ может быть направлена и вверх (в зависимости от преобладающей силы)

I) ~~Плоская дуга~~



$$F_{max} = F_{тр} + mg \sin \alpha$$

$$F_{min} + F_{тр} = mg \sin \alpha$$

$$F_{max} + F_{min} = 2 mg \sin \alpha$$

Т.к. l_{max} и l_{min} длины, то

можно сказать, что

$$F_m \left(\frac{l_{max} + l_{min}}{2} \right) = \frac{F_m(l_{max}) + F_m(l_{min})}{2} \Rightarrow$$

$$F_m = 2 mg \sin \alpha$$

Для измерения угла α проведем два измерения h_1 и h_2 где h_1 и h_2 - длины перпендикуляров опущенных на горизонталь от концов прикладной измерительной ленты \Rightarrow

$$\sin \alpha = \frac{h_1 - h_2}{l_{изм.}}$$

$l_{изм.}$ - длина куска измерительной ленты

+15 3^а n. 2.

из 7

2 cmz

11	1457±05	187±1	87±8	107±1	1920±7
10	368±04	167±1	97±1	197±1	910±08
9	308±04	167±1	107±1	137±1	184±5
8	224±02	197±1	147±1	157±1	134±4
7	294±02	187±1	87±8	157±1	134±4
6	164±02	107±1	127±1	177±1	98±3
5	164±02	227±1	127±1	177±1	98±3
4	84±01	197±1	177±1	237±1	48±3
3	84±01	287±1	177±1	237±1	48±3
2	210±05	367±1	367±1	327±1	125±05
1	210±05	367±1	227±1	327±1	125±05

g. $L_{max}, \mu m$ $L_{min}, \mu m$ $L_{max}, \mu m$ $L_{min}, \mu m$ $L_{max}, \mu m$ $L_{min}, \mu m$

$S_{max} = 0.68$; $\Delta S_{max} = 0.01$

3	157±1	157±1	157±1	157±1	0.64±0.01
2	156±1	157±1	157±1	157±1	0.60±0.01
1	157±1	157±1	157±1	157±1	0.64±0.01

$S_{max} = 0.68$
 $(\Delta S_{max} = 0.01)$
 $(\Delta S_{max} = 0.01)$

$L_{max}, \mu m$ $L_{min}, \mu m$ $L_{max}, \mu m$ $L_{min}, \mu m$ $L_{max}, \mu m$ $L_{min}, \mu m$

I) $L_{max}, \mu m$ $L_{min}, \mu m$ $L_{max}, \mu m$ $L_{min}, \mu m$

Σmε

h	m ₁ z	l _{max} , μm	l _{min} , μm	z	l _{max} , μm	l _{min} , μm
1	2'10±0.5	39±1	26±1	29±1	15'2±0.6	59±1
2	8'10±0.2	24±1	16±1	20±1	59±1	119±1
3	16'4±0.2	18±1	12±1	15±1	169±1	169±1
4	22'4±0.2	18±1	11±1	14±1	169±1	169±1
5	30'8±0.4	13±1	9±1	11±1	223±1	223±1
6	36'8±0.4	12±1	9±1	10±1	267±1	267±1
7	45'1±0.5	11±1	8±1	9±1	327±1	327±1

Σmα = 0'24±0.01

h ₁ , μm	h ₂ , μm	l _{max} , μm	l _{min} , μm	Σmα
197±1	137±1	250±1	250±1	0'24±0.01
198±1	137±1	250±1	250±1	0'24±0.01
197±1	137±1	250±1	250±1	0'24±0.01

II) Векторы групп

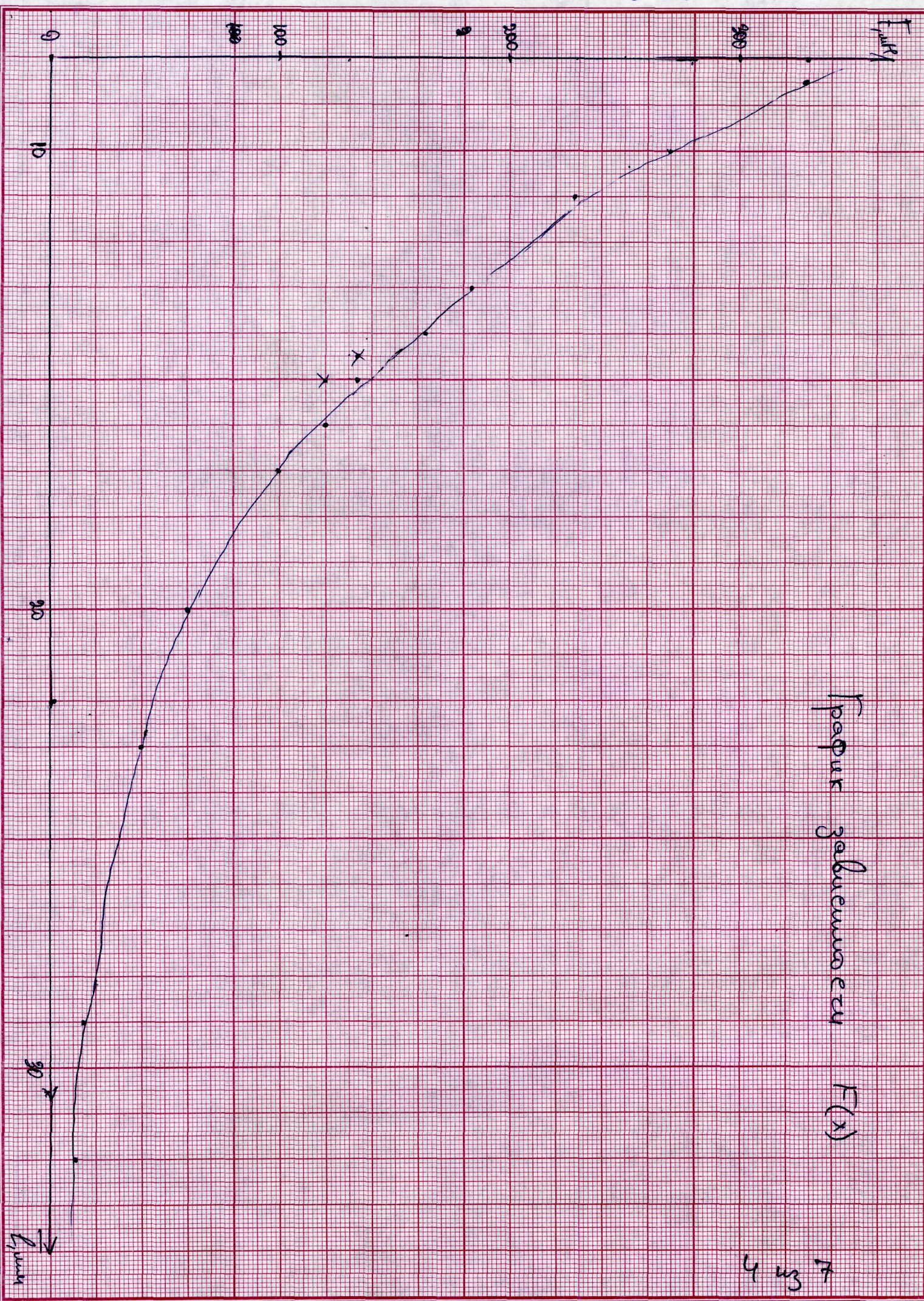


График зависимости $F(x)$

4 из 7

2. Для определения в формуле

$F = kx^{-\beta}$ коэффициента β предположим
построим $\ln F (\ln x) \Rightarrow$

$\ln F = -\beta \cdot \ln(x) + \ln k$ (здесь F и x - нормированы на единицу величины)

$\beta = - \frac{d(\ln F)}{d(\ln(x))}$ - угловой коэффициент

$x \frac{L}{\text{мм}}$	$F_{\text{нН}}$	$\ln\left(\frac{x}{1 \text{ мм}}\right)$	$\ln\left(\frac{F_{\text{нН}}}{1 \text{ нН}}\right)$
9	327	2,20	5,79
10	270	2,30	5,60
11	223	2,40	5,41
13	184	2,57	5,21
14	162	2,64	5,08
15	134	2,71	4,90
16	119	2,77	4,78
17	98	2,83	4,58
20	60	3,00	4,08
23	48	3,14	3,87
29	15,2	3,37	2,72
32	12,5	3,47	2,53

по графику

$$\beta = 2,16 \Rightarrow$$

$$k = 12087 \frac{\text{нН} \cdot \text{мм}^2}{\text{мм}} = 3,7 \cdot 10^{-5} \text{ Н} \cdot \text{мм}^2$$

k найдём пересечение

линии с осью

ординат

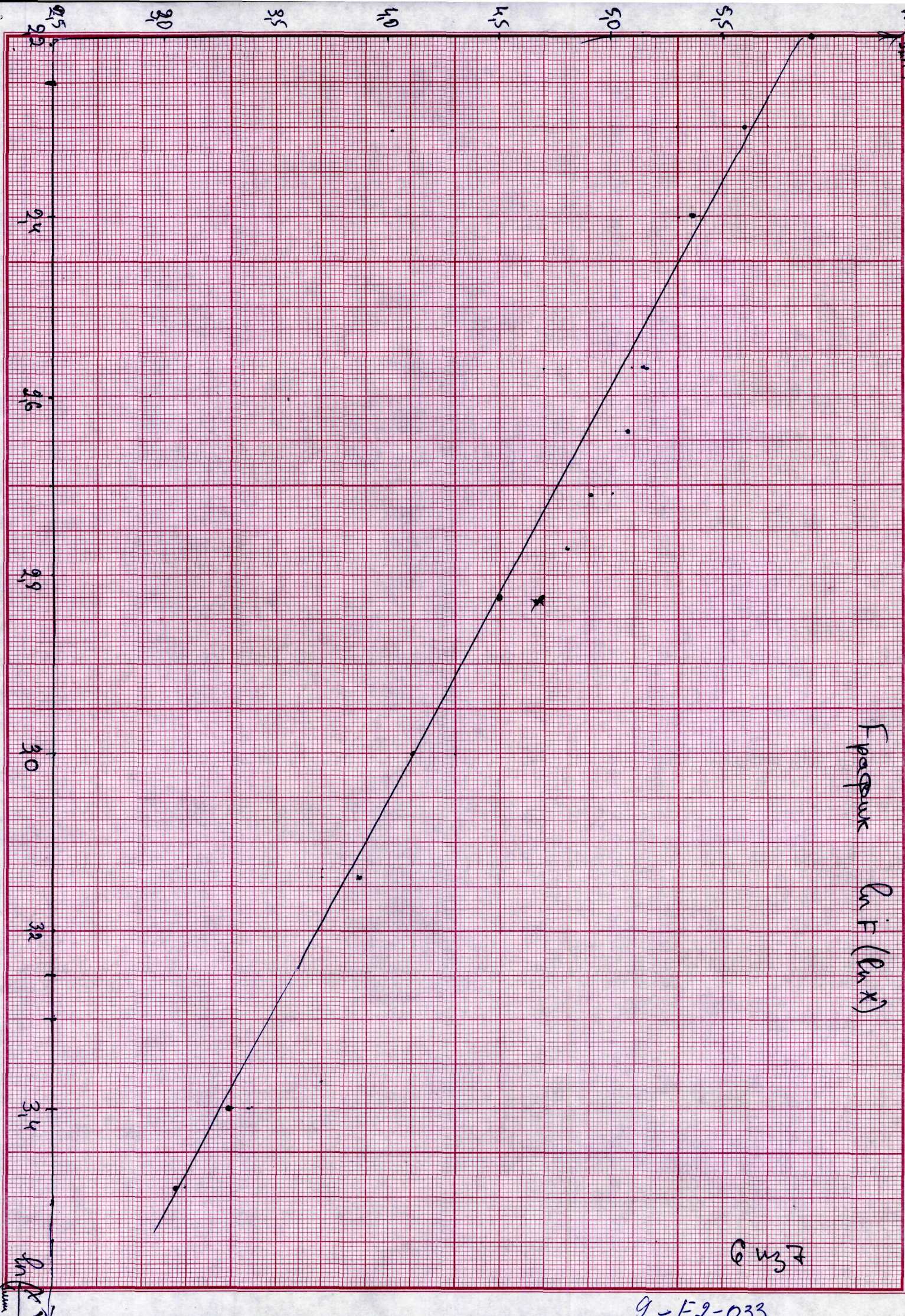
$$k \approx 12 \text{ Н} \cdot \text{мм}^2$$

исверно

Fspapuk $\ln F(\ln x)$

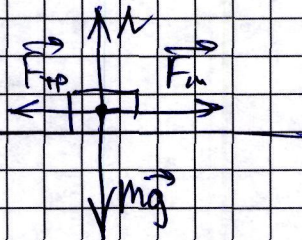
6437

9-E2-033



Положим горизонтально палец и будем
 двигать груз, пока он скользит без касательной
 силы остается на месте \Rightarrow

$$F_m = F_{sp} = \mu mg$$



$$\mu = \frac{k \cdot l^2}{mg}$$

n	l, mm	$F_{sp, \text{нН}}$	μ
1	38 ± 1	28,232 8,232	0,4
2	38 ± 1	28,232	0,4
3	38 ± 1	28,232 8,232	0,4

Рис 7