

## Физика. 10 класс

Шифр	ФИО	Итого балл	Статус
ФИ0001366625	Чеховских Михаил Андреевич	82	Победитель
ФИ0001741825	Андрюшов Андрей Валерьевич	78	Победитель
ФИ0001740425	Шитов Григорий Фёдорович	75	Победитель
ФИ0001387525	Александров Тигран Александрович	61	Победитель
ФИ0001577325	Масарновский Никита Романович	60	Победитель
ФИ0001923525	Данилюк Иван Игоревич	56	Победитель
ФИ0001820325	Серебряков Антон Александрович	55	Победитель
ФИ0001086025	Марудин Святослав Павлович	54	Призёр II степени
ФИ0001758625	Гладышева Вероника Андреевна	53	Призёр II степени
ФИ0001046925	Макаров Илья Николаевич	52	Призёр II степени
ФИ0001499525	Аминева Дина Занфирова	52	Призёр II степени
ФИ0001164325	Шашкина Марья Владимировна	51	Призёр II степени
ФИ0001279025	Хакимов Ренат Ильфатович	51	Призёр II степени
ФИ0001330725	Фролов Фёдор Сергеевич	51	Призёр II степени
ФИ0001035225	Аникин Андрей Алексеевич	49	Призёр III степени
ФИ0001309025	Чемерегов Александр Андреевич	48	Призёр III степени
ФИ0001157325	Шевченко Дарья Сергеевна	47	Призёр III степени
ФИ0001257925	Шеремета Кирилл Александрович	46	Призёр III степени
ФИ0001265225	Политов Максим Владиславович	46	Призёр III степени
ФИ0001630325	Немов Евгений Алексеевич	46	Призёр III степени
ФИ0001532925	Антропов Савелий Анатольевич	45	Призёр III степени
ФИ0001679725	Бегунова Дарья Артемовна	45	Призёр III степени
ФИ0001111525	Сутырин Данил Алексеевич	42	Призёр III степени
ФИ0001466325	Белинина Варвара Алексеевна	42	Призёр III степени

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 3 6 6 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
22	14	21	7	18		82

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Дано:  
 $\epsilon, \rho, \sigma$   
 $\sigma_1, r$   
 $\sigma_2 = 1,2 \sigma_1$

Сила с которой действует электростатическое поле на подвижность заставляет подниматься высокоэнергетические сильно заряженные капельки подниматься

Решение  
 Сильно заряженные капельки выталкиваются с вершины капли и движутся

$f_k = mg$

$2\pi r \sigma = \rho g \frac{4}{3} \pi r^3$

$\sigma = \frac{2}{3} \rho g r^2$

$\sigma_1 = \frac{2}{3} \rho g r^2$

$\sigma_2 = \frac{2}{3} \rho g r^2$

$1,2 \cdot \frac{2}{3} \rho g r^2 = \frac{2}{3} \rho g r^2$

$\Rightarrow r_2 = 1,2 r_1$

$r_2 = 1,085 r_1$  - проверка

Тогда плотность зарядов и кап

$\Rightarrow \epsilon q = mg + f_k$ , где  $q$  - заряд капелек,  $f_k$  - сила поверх. исп. кап.

$q = \sigma_1 \cdot 4\pi r^2$ , где  $4\pi r^2$  - площадь поверхности капелек

$f_k = 2\pi r \cdot \sigma$

$\Rightarrow \epsilon \cdot \sigma_1 \cdot 4\pi r^2 = \rho g \frac{4}{3} \pi r^3 + 2\pi r \sigma$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 3 6 6 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

и1 (Продолжение)

$\rho g \frac{4}{3} \pi r^3$  - сила тяжести ~~капельки~~ <sup>Реш</sup>

Заметим, что сила тяжести много больше силы тяжести капли, да и напряженность поля большая, а сама капля сильно заряжена  $\Rightarrow$  Будет с хорошей точностью верно

$$\Rightarrow \epsilon \sigma_q \cdot 4\pi r^2 \approx 2\pi r \sigma$$

$$\Rightarrow \sigma \approx \epsilon \sigma_q \cdot 2r$$

$\sigma_q$  - пропорциональна  $\epsilon \Rightarrow$  не изменится от  $r$

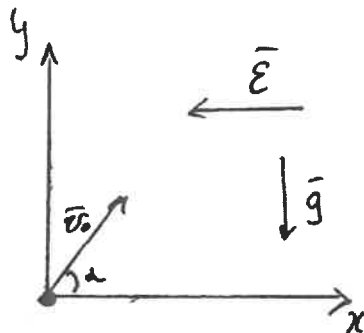
$$\Rightarrow \sigma_1 = 2\epsilon \sigma_q \cdot r_1$$

$$\sigma_2 = 2\epsilon \sigma_q r_2 \Rightarrow 2\epsilon \sigma_q r_2 = 1,2 \cdot 2\epsilon \sigma_q \cdot r_1$$

$$r_2 = 1,2 r_1$$

Ответ:  $r_2 = 1,2 r_1$

и2  
Дано:  
 $q, m$   
 $\frac{\epsilon q}{m} = \frac{\sqrt{2}g}{3}$



Решение  
на шарик действуют две силы, сила со стороны <sup>электрического</sup> поля влево и сила уравновешивающего притяжения вниз



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 3 6 6 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

12 (Продолжение)

Возможно, что максимальное удаление от начального положения по Oх будет либо в самую первую ~~положительную~~ (в положительном направлении), если не успеет сменить ~~направление~~ знак проекция горизонтальной скорости, либо в отрицательном, при условии, что ~~эта~~ точка будет находиться дальше, чем в момент, когда проекция скорости на Oх будет равна нулю) либо соответственно в вершине параболы, т.е. когда ~~проекция~~ проекция скорости на Oх будет равна нулю

⇒ Запишем уравнения движения

$$Oy: y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

⇒ всё время движения, когда  $y \leq 0$

$$0 = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_0 - \frac{gt_0^2}{2} \Rightarrow 2v_0 \cdot \sin \alpha = g t_0$$

$$t_0 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

Каждым <sup>проекцию полного</sup> вектора  $v$  с <sup>на Oх</sup> которого <sup>движения</sup> заряженная частица

$$Ox: m a_x = - \epsilon q \Rightarrow a_x = - \frac{\epsilon q}{m} = - \frac{\sqrt{2} g}{3} \text{ т.е. направл. влево против } Ox$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 3 6 6 6 2 5

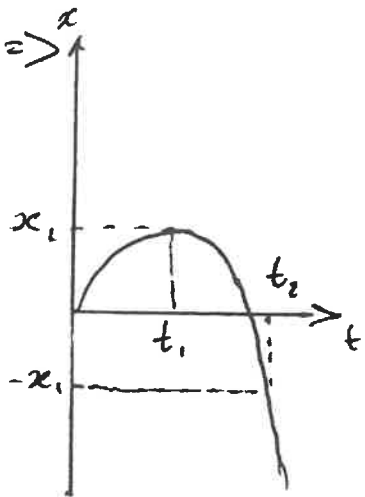
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

и 2 (Продолжение)

$$\Rightarrow x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha t - \frac{\sqrt{2} g t^2}{3}$$



$\Rightarrow$  на том промежутке  $t \in [0; t_1]$   
 $x_{\max}(t)$  при  $t_1$ , где максимум.  
 Но в большем времени, полное  
 время  
 при  $t \in [t_1; t_2]$   $x_{\max}(t)$  при  
 $t_1$   
 при  $t \in (t_2; +\infty)$   $x_{\max}$  при  $t_2$

$\Rightarrow$  найдем  $t_1$

$$v_x(t) = \dot{x}(t) = v_0 \cdot \cos \alpha - \frac{2\sqrt{2} g t}{3}$$

$$v_x(t_1) = 0 \Rightarrow v_0 \cos \alpha = \frac{2\sqrt{2} g t_1}{3}$$

$$t_1 = \frac{3 v_0 \cos \alpha}{2\sqrt{2} g}$$

$$\Rightarrow x_1(t_1) = \frac{3 v_0^2 \cos^2 \alpha}{2\sqrt{2} g} - \frac{3 v_0^2 \cos^2 \alpha}{4\sqrt{2} g} = \frac{3 v_0^2 \cos^2 \alpha}{4\sqrt{2} g} = 23,85$$

$$x_0(t_0) = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} - \frac{4 v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot \sqrt{2}}{3g} =$$

$$= \frac{v_0^2 \sin \alpha (6 \cos \alpha - 4\sqrt{2} \sin \alpha)}{3g} = 5,15 \text{ м}$$

$\Rightarrow x_1 > x_0 \Rightarrow t \in [t_1; t_2] \Rightarrow$  Ответ: максимальное  
 удали каааааа по  $Ox$  от начального положения  
 23,85 м

14

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 3 6 6 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N 3

Дано:

$$pV^n = \text{const}$$

$$T_1 = 600 \text{ K}$$

$$n = 3$$

$$i = 3$$

$$\gamma = 1,5$$

$$V_2 = 2V_1$$

Решение

$$p_2 V_2^n = p_1 V_1^n$$

$$p_2 8V_1^3 = p_1 V_1^3$$

$$p_2 = \frac{1}{8} p_1$$

$$p_1 V_1 = \gamma R T_1$$

$$p_2 V_2 = \gamma R T_2$$

$$\Rightarrow \gamma R T_2 = \frac{p_1 V_1}{4} = \gamma R \frac{T_1}{4}$$

$$T_2 = \frac{T_1}{4} = 150 \text{ K}$$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R = 2,5R$$

$$C_v = \frac{iR}{2} = 1,5R$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{C - C_p}{C - C_v}$$

$$3(C - C_v) = C - C_p$$

$$2C - 3 \cdot 1,5R = -2,5R$$

$$C = \frac{4,5R - 2,5R}{2} = R$$

$$\Rightarrow Q = (T_2 - T_1) \cdot C \cdot \gamma, \text{ с другой стороны}$$

$$Q = \Delta U + A, \text{ где } A - \text{исполная работа,}$$

а  $\Delta U$  - изменение внутренней энергии газа

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 3 6 6 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

13 (Продолжение)

$$\Delta U = \frac{i}{2} 2R(T_2 - T_1)$$

$$\Rightarrow A = Q - \Delta U = 2 \cdot c \cdot (T_2 - T_1) - \frac{i}{2} 2R(T_2 - T_1) =$$

$$= 2R(T_2 - T_1) \left(1 - \frac{i}{2}\right) = -0,5 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot (150\text{К} - 600\text{К})$$

$$= 1869,75 \text{ Дж}$$

Ответ:  $A = 1869,75 \text{ Дж}$

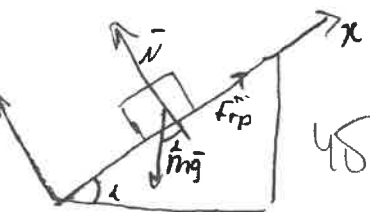
14

Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$m = 245 \text{ г}$$

$$\mu = 0,75$$



Решение:  
Если тело не движется, то сила тяжести будет преломлена в плоскости касательной к плоскости.

Рассмотрим начальное состояние тела:

$$O_y: N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$O_x: F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = 0$$

$$F_{\text{тр}} \leq \mu N$$

$$\mu mg \cos \alpha \geq mg \sin \alpha$$

$$\mu \geq \tan \alpha \quad - \text{но это не правда} \Rightarrow$$

$$0,75 < 1 \quad \text{Тело не покоится с самого начала или произошло}$$

замыкание, поэтому, в любом случае, чтобы тело начало двигаться, достаточно приложить бесконечно малую

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

9 0 0 0 1 3 6 6 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

14 (Продолжение)

⇒ ~~Влажные~~ силы ⇒ величина искомого  
силы стремится к 0.

Ответ:  $F = 0 \text{ Н}$ .

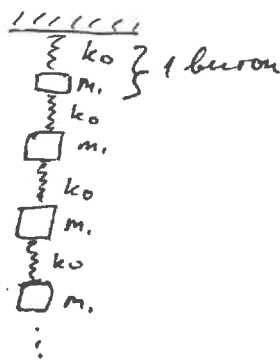
15

Дано:

$m_0 = 80 \text{ г}$

$n_0 = 60$

градусов (10)



Решение:

$m_i = \frac{m_0}{n_0} = \frac{4}{3} \text{ г}$  -

масса одного звена

⇒ можно представить всю пружинную систему ~~связи~~ как ~~связи~~ пружину с грузом ~~связи~~  $m_i$  и жесткостью  $k$ , что к нам

идет вместо повесим груз  $m_i$  так, что жесткий виток удлинится на  $\Delta l \Rightarrow mg = k \Delta l$ , тогда ~~вдвинется~~ виток выше  $n_0$  раз удлинится на  $\Delta l$ , чтобы система пришла в равновесие ⇒ каждый

виток удлинится на  $\Delta l \Rightarrow \Delta l_{\text{общ}} = \Delta l \cdot n$ ,

где  $n$  - кол-во витков  $\Rightarrow k = \frac{mg}{\Delta l_{\text{общ}}} = \frac{k_0 \Delta l}{\Delta l \cdot n} = \frac{k_0}{n}$

где  $k$  - жесткость всей пружины, а  $k_0$  - жесткость одного звена  $\Rightarrow$  для  $n = 10$

$k_{\text{сп}} = \frac{k_0}{10} \Rightarrow \frac{k_0}{10} \cdot \Delta l = \Delta n \cdot m_i \cdot g$

$k_0 = \frac{10 m_i \cdot g}{k_{\text{сп}}}$ ,  $k_{\text{сп}}$  - коэффициент наклона графика  $\Delta l$

$k_{\text{сп}} = \frac{\Delta l}{\Delta n}$

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 3 6 6 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№ 5 (Продолжение)

по графику определяем  $k_{гр} = \frac{0,308 \text{ м} - 0,152 \text{ м}}{23 - 8} =$

$= 0,0104 \text{ м}$   
 $\Rightarrow k_0 = \frac{10 \cdot \frac{4}{3} \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 10^{-2} \text{ с}^2}{0,0104 \text{ м}} = 12,82 \text{ Н/м}$

$\Rightarrow k(n) = \frac{k_0}{n} \Rightarrow k(n) = \frac{12,82 \text{ Н/м}}{n}$

$\Rightarrow k_{обг} = k(n_0) = \frac{k_0}{n_0} = 0,214 \text{ Н/м}$

Ответ:  $k_0 = 12,82 \text{ Н/м}$ ;  $k(n) = \frac{12,82 \text{ Н/м}}{n}$ ;  $k_{обг} = 0,214 \text{ Н/м}$

T(N) - построим, см график

$\Sigma 11 + 5 = 165$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



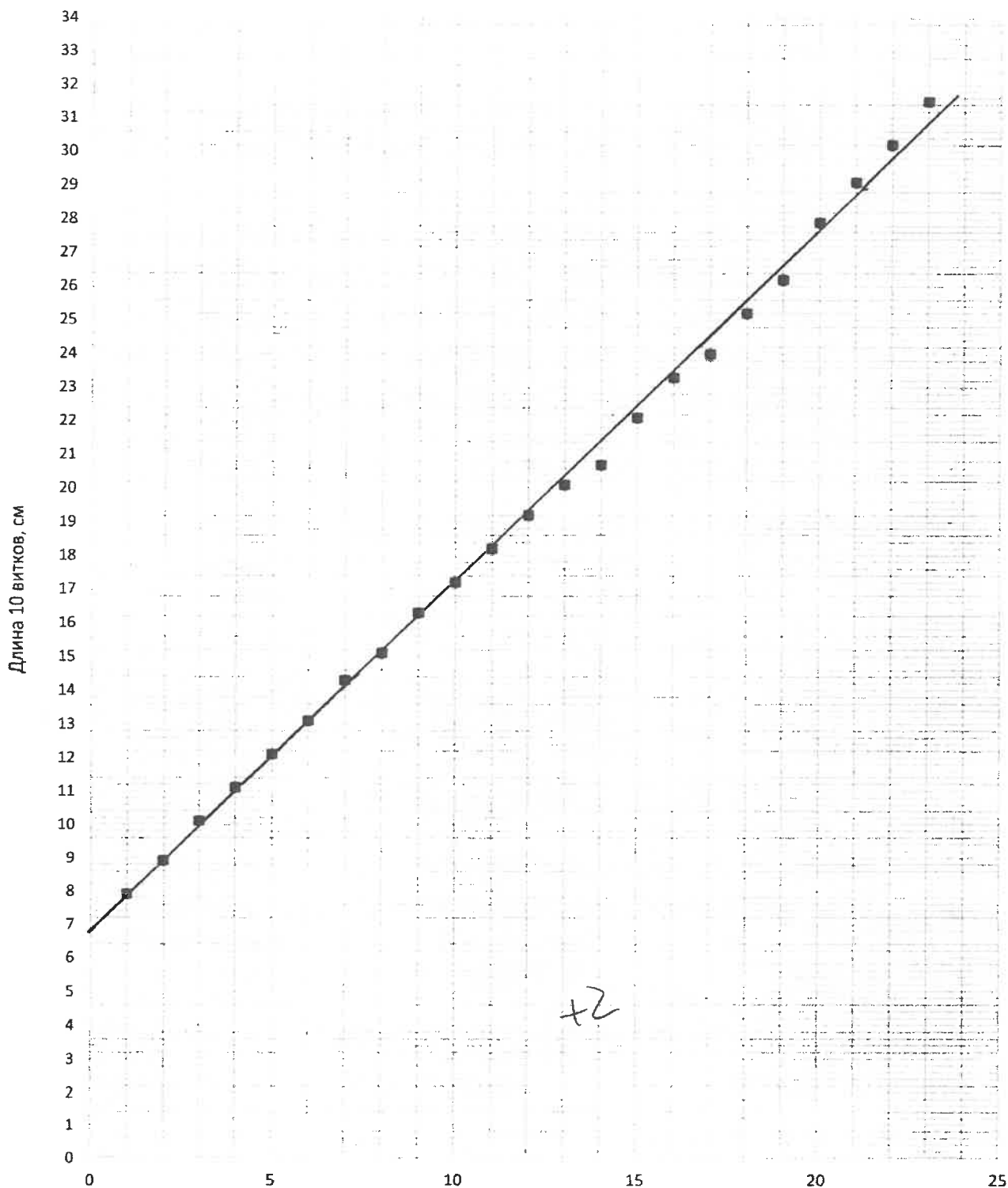
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф	И	0	0	0	1	3	6	6	6	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 2  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



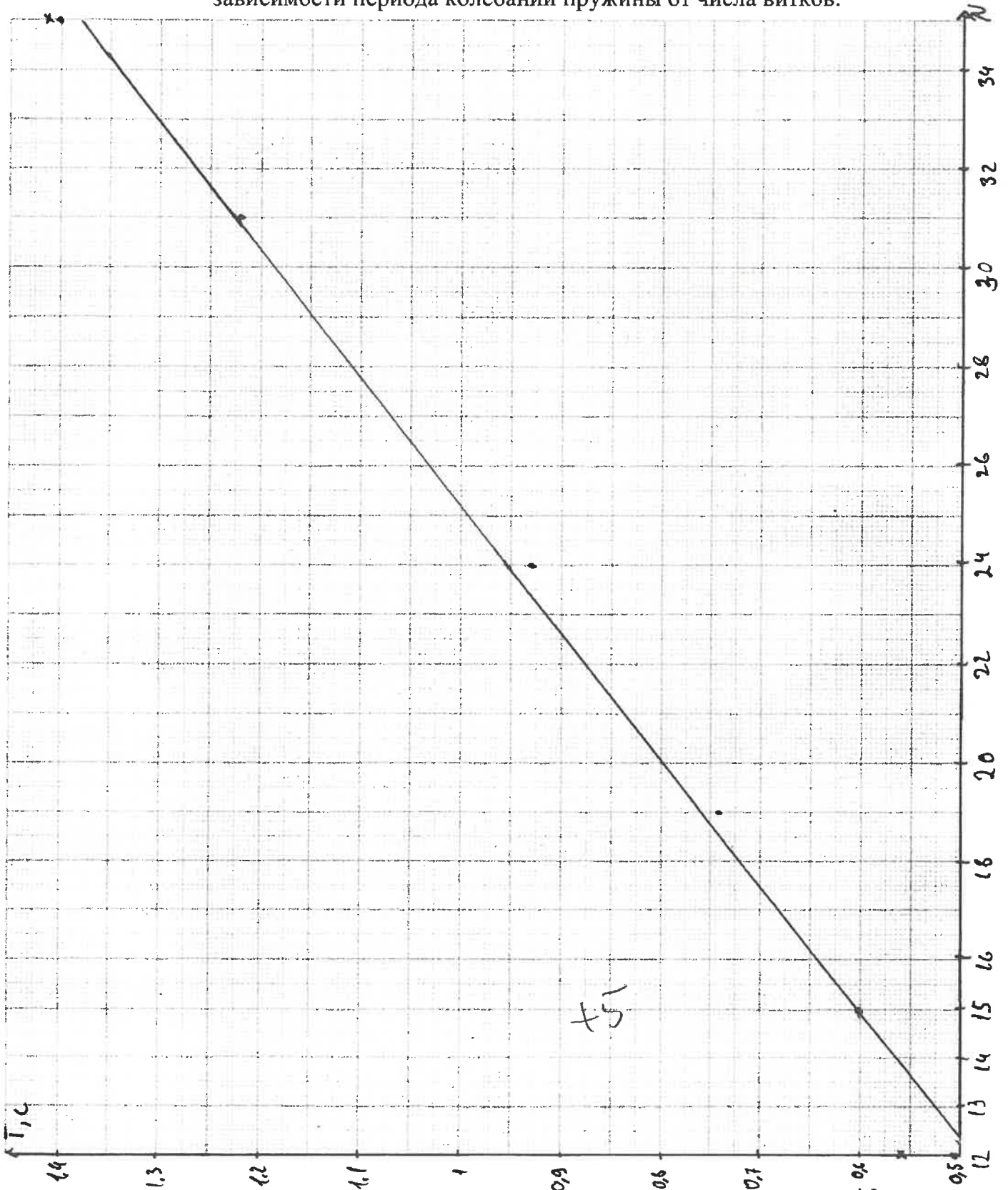
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф	И	О	О	О	1	3	6	6	6	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



+5

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 7 4 1 8 2 5

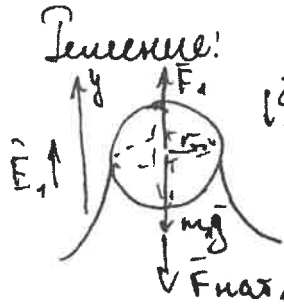
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
21	16	12	8	21		78

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с этой стороны листа в рамке справа

~ 1.  
 Дано:  $\rho$   
 $F_{нат} = \sigma \cdot L$   
 $\sigma_q = k \cdot E$   
 $r_2 = 2r_1 = 2r$



Решение:  
 1) Рассмотрим шар при отрыве. На него действуют:  $\vec{F}_1$ ;  $m\vec{g}$ ;  $\vec{F}_{нат1}$

$\frac{E_2}{E_1} = ?$

Замнем  $\Pi_3 K(I)$  в У.С.О. земли:

$\vec{F}_1 + m_1\vec{g} + \vec{F}_{нат1} = 0 \quad (\vec{a} = 0)$

Отн  $O_y$ :  $F_1 = m_1g + F_{нат1}$

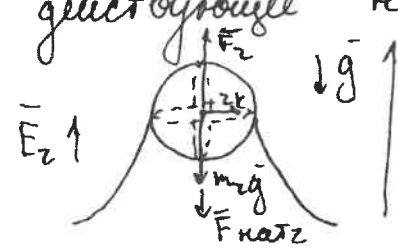
$F_1 = q_1 \cdot E_1 = \sigma_q \cdot 4\pi r^2 \cdot E_1 \cdot \frac{1}{4} = \pi r^2 \cdot k \cdot E_1^2$

$m_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 \cdot \rho$        $F_{нат1} = \sigma \cdot 2\pi r$

$\pi r^2 \cdot k \cdot E_1^2 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g + \sigma \cdot 2\pi r \Rightarrow$

$\Rightarrow E_1 = \sqrt{\frac{2r^2\rho g + 3\sigma}{krk}}$

2) Рассмотрим во втором случае силы действующие на шар:



Замнем  $\Pi_3 K(II)$  в У.С.О. земли:

$\vec{F}_2 + m_2\vec{g} + \vec{F}_{нат2} = 0 \quad (\vec{a} = 0)$

Отн  $O_y$ :  $F_2 = m_2g + F_{нат2}$

См. доп. бланк  $\rightarrow$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 7 4 1 8 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с этой стороны листа в рамках справа

Продолжение №1.

$$F_2 = q_2 \cdot E_2 = 4 \cdot 4\pi r^2 \cdot \sigma_{q2} \cdot E_2 = 16\pi r^2 \cdot k \cdot E_2^2$$

$$m_2 = \frac{4}{3} \cdot 8\pi r^3 \cdot \rho \quad F_{нат2} = 4\pi r \sigma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 16\pi r^2 k E_2^2 = \frac{4}{3} \cdot 8\pi r^3 \rho g + 4\pi r \sigma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_2 = \sqrt{\frac{8r^2 \rho g + 3\sigma}{4rk}}$$

$$3) \text{ Тогда: } \frac{E_2}{E_1} = \sqrt{\frac{8r^2 \rho g + 3\sigma}{2r^2 \rho g + 3\sigma}} \cdot \frac{6rk}{12rk} = \sqrt{\frac{8r^2 \rho g + 3\sigma}{2r^2 \rho g + 3\sigma}} \cdot \frac{1}{2}$$

Сделаем оценку: при отрыве капли граница контура уменьшается  $\Rightarrow F_{нат} \rightarrow 0 \Rightarrow 2r^2 \rho g \gg 3\sigma$   
(т.к.  $3\sigma$  уик. на поппе 0)

$$\Rightarrow \frac{E_2}{E_1} \approx \sqrt{\frac{8r^2 \rho g}{2r^2 \rho g}} \cdot \frac{1}{2} \approx \sqrt{2} \quad \pm 215$$

ОТВЕТ:  $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$

№2.  
Дано:

$$v_0 = 20 \frac{m}{c}$$

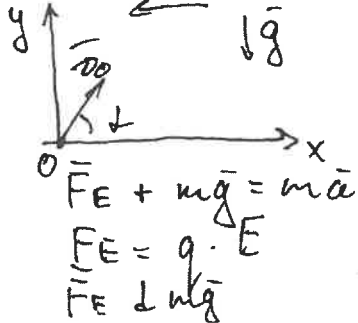
$$L = 60^\circ$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$\frac{qE}{m} = \frac{\sqrt{3}g}{3}$$

Smax - ?

Решение!



1) По усл.  $\vec{E} \perp \vec{g} \Rightarrow$

$\Rightarrow \vec{F}_E \perp m\vec{g}$

2) Заменим II 3 к. на частицу:

$\Rightarrow$  См. зап. бланк  $\rightarrow$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 7 4 1 8 2 5

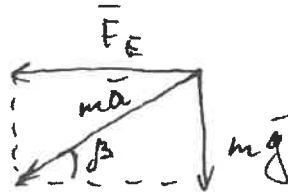
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с этой стороны листа в рамках стрелки

Продолжение № 2.  
Заметим, что:



$\beta =$  угол между гориз. и  $\vec{a}$ .

$$\tan \beta = \frac{mg}{F_E} = \frac{mg}{qE} = \frac{mg}{\frac{2}{\sqrt{3}} mg} = \sqrt{3} \Rightarrow \beta = \alpha = 60^\circ \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  Траектория полета будет прямой, направ. под углом  $\alpha = 60^\circ \Rightarrow$  в конце он вернется в начальную точку.

3) Заметим  $\vec{a}$  на  $Ox$ :  $F_E = a_x m \Rightarrow$

$$\Rightarrow |a_x| = \frac{qE}{m} = \frac{\sqrt{3}}{3} g$$

4) Заметим, что условие  $S_{max}$  - это

$$v_x = 0 = v_{0x} - a_x t \quad v_{0x} = v_0 \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3} g t \Rightarrow t = \frac{v_0 \cos \alpha \sqrt{3}}{\frac{\sqrt{3}}{3} g}$$

5) Вспомним, что  $S_x = v_{0x} t - \frac{a_x t^2}{2}$

$$S_{max} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha \sqrt{3}}{2 \frac{\sqrt{3}}{3} g} - \frac{g}{2 \sqrt{3}} \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha \sqrt{3}}{g^2} =$$

$$= \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha \sqrt{3}}{2g}$$

$$S_{max} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha \sqrt{3}}{2g} \approx 8,66 \text{ м}$$

ОТВЕТ:  $S_{max} \approx 8,66 \text{ м}$ . См. доп. бланк.  $\rightarrow$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

09 4 0 0 0 1 7 4 1 8 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
---	---	---	---	---	---	---

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с этой стороны листа в рамках строки

№ 3.

Дано:

$$pV^k = \text{const}$$

$$k = 2$$

$$T_2 = 400^\circ \text{K}$$

$$V_2 = 2V_1$$

$$k = \frac{c - c_p}{c - c_v}$$

$$i = 3$$

$$J = 1 \text{ моль} \text{ газа}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$$

Решение:

$$1) pV^2 = \text{const} \text{ (по усл.)}$$

$$pV = JRT \text{ (упр. Менг. - Кван. газа из 2.)} +$$

$$JRT \cdot V = \text{const} \Rightarrow T = \frac{\text{const}}{V}$$

$$\text{т.е. } \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_2}{V_1} = 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{T_1}{2}$$

A-?

$$2) c_p = \frac{i+2}{2} R \quad c_v = \frac{i}{2} R \text{ (по опре.)}$$

$$\text{Для одноат. газа: } c_p = \frac{5}{2} R \quad c_v = \frac{3}{2} R$$

$$\text{Тогда по формуле } k = \frac{c - c_p}{c - c_v} :$$

$$2 = \frac{c - c_p}{c - c_v} \quad 2c - 2c_v = c - c_p \Rightarrow$$

$$\Rightarrow c = 2c_v - c_p = \frac{1}{2} R + 12,5$$

3) Т.к. c - постоянная теплоёмкость, то

$$Q = J \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = -\frac{T_1}{2}$$

см. дан. бланк →

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 7 4 1 8 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
---	---	---	---	---	---	---

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверять решение можно только тогда, что написано с той стороны листа, в рамках циркуля

Продолжение № 3.

4) По I закон Термодинамики:

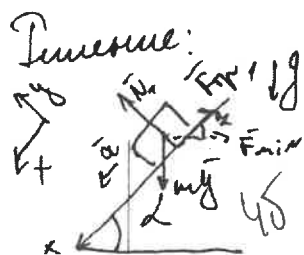
$$Q = \Delta U + A, \text{ где } \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$\nu C \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A = \nu \cdot \frac{1}{2} \cdot R \Delta T$$

$$\left. \begin{aligned} A &= \nu R \left( \frac{1}{2} - \frac{3}{2} \right) \Delta T = -\nu R \Delta T \\ \Delta T &= -\frac{T_1}{2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \boxed{A = \frac{\nu R T_1}{2}} \approx 1662 \text{ Дж.}$$

ОТВЕТ:  $A = \frac{1}{2} \nu R T_1 \approx 1662 \text{ Дж.}$

~ 4.  
Дано:  
 $\alpha = 30^\circ$   
 $m = 0,1 \text{ кг}$   
 $\mu = 0,5$



1) Составим силы, действующие на тело условно:

2) Примем I закон в U.C.O.

земли:  $\vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_{тр_1} = m\vec{a}$

отн  $O_y$ :  $N_1 = mg \cos \alpha$

По з. к-т:  $F_{тр_1} = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha$

отн  $O_x$ :  $mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma$

Заметим, что:  $\sin \alpha > \mu \cos \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow$  тело движется само.  $\Rightarrow$  чтобы тело двигалось равномерно вниз по накл. плоск.  $F_{тр} = 0$  (прям. влево) Сл. закон. Планк  $\rightarrow$



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 7 4 1 8 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с той стороны листа, в рамке справа

Продолжение № 4.

Заметим, что при приложении силы влево равномерного движения не будет.

3) Рассмотрим случай с прилож. силой  $F_{\text{min}}$  вправо и равномер. движ. вниз: там будет по  $\mu$  з  $\mu$  в У.С.О. земли

отн.  $O_y$ :  $N_2 = mg \cos \alpha + F_{\text{min}} \sin \alpha \Rightarrow F_{\text{пр}2} = +1$

$= Mmg \cos \alpha + M F_{\text{min}} \sin \alpha$  (по з.  $\mu$ -а)

отн.  $O_x$ :  $mg \sin \alpha = F_{\text{пр}2} + F_{\text{min}} \cos \alpha$

$$\boxed{mg \frac{(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{\mu \sin \alpha + \cos \alpha} = F_{\text{min}} \approx 0,06 \text{ Н}}$$

4) Случай равномер. движ. вверх:  $\mu$  з  $\mu$  в У.С.О. земли отн.  $O_y$ :

$N_3 = Mmg \cos \alpha + F_{\text{min}} \sin \alpha \Leftrightarrow F_{\text{пр}3} = Mmg \cos \alpha + M F_{\text{min}} \sin \alpha$

отн.  $O_x$ :  $mg \sin \alpha + F_{\text{пр}3} = F_{\text{min}} \cos \alpha$

$$\boxed{mg \frac{(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{-\mu \sin \alpha + \cos \alpha} = F_{\text{min}} \approx 1,51 \text{ Н}}$$

См. ген. бланк

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

9 4 0 0 0 1 7 4 1 8 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с той стороны листа, в каком направлении

Продолжение: № 4:

ОТВЕТ: просто движение  $F_{\text{ниж}} = 0$  ;  
 равношерное движение вниз  $F_{\text{ниж}} = 0,06 \text{ Н}$  ;  
 равношер. (или  $F_{\text{ниж}}$  вверх) вверх  $F_{\text{ниж}} = 1,51 \text{ Н}$

№ 5.

Дано:  
 $m_0 = 0,04 \text{ кг}$   
 $n_0 = 50$   
 2 витка

Решение:

- 1) Трансшифруем данный график.
- 2) Построим  $T(n)$  по таблице.
- 3) Т.к. соединение витков последовательное, то справедлива формула:

$$k = \frac{k_0}{n} \quad (k - \text{жесткость } n \text{ вит.})$$

(  $k_0$  - жестк. 1 витка )

а  $m = \frac{m_0}{n_0} \cdot n$  (масса витков)

Тогда выведем период малых колебл.  
 пруж. маятника:  $\Delta F_{\text{упр}} = m a$

$$k \Delta x = m a$$

$$\frac{k_0}{n} \Delta x = \frac{m_0}{n_0} \cdot n a = \frac{m_0}{n_0} n \ddot{x}$$

$$\ddot{x} - \frac{k_0 \cdot n_0}{m_0 \cdot n^2} \Delta x = 0 \Rightarrow \omega^2 = \frac{k_0 \cdot n_0}{m_0 \cdot n^2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k_0 \cdot n_0}{m_0 \cdot n^2}}$$

см. доп. бланк →

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант №

1 Ф 4 0 0 0 1 7 4 1 8 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Продолжение: №5:

$$\Gamma = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m_0 h^2}{k_0 n_0}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{k_0 n_0}} n + 2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Gamma \sim n \Rightarrow k' = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{k_0 n_0}} - \text{учет коэф.}$$

$$k' \approx 0,04 \quad \left(\frac{k'}{2\pi}\right)^2 = \frac{m_0}{k_0 n_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k_0 = \left(\frac{2\pi}{k'}\right)^2 \frac{m_0}{n_0} \approx 19,74 \frac{\text{н}}{\text{м}}$$

Тогда:  $k_{\text{обш.}} = \frac{k_0}{n_0} \approx 0,38 \frac{\text{н}}{\text{м}}$

ОТВЕТ: 1)  $k_0 = 19,74 \frac{\text{н}}{\text{м}}$

2)  $k = \frac{k_0}{n}$

3)  $k_{\text{обш.}} = 0,38 \frac{\text{н}}{\text{м}}$

Σ 215

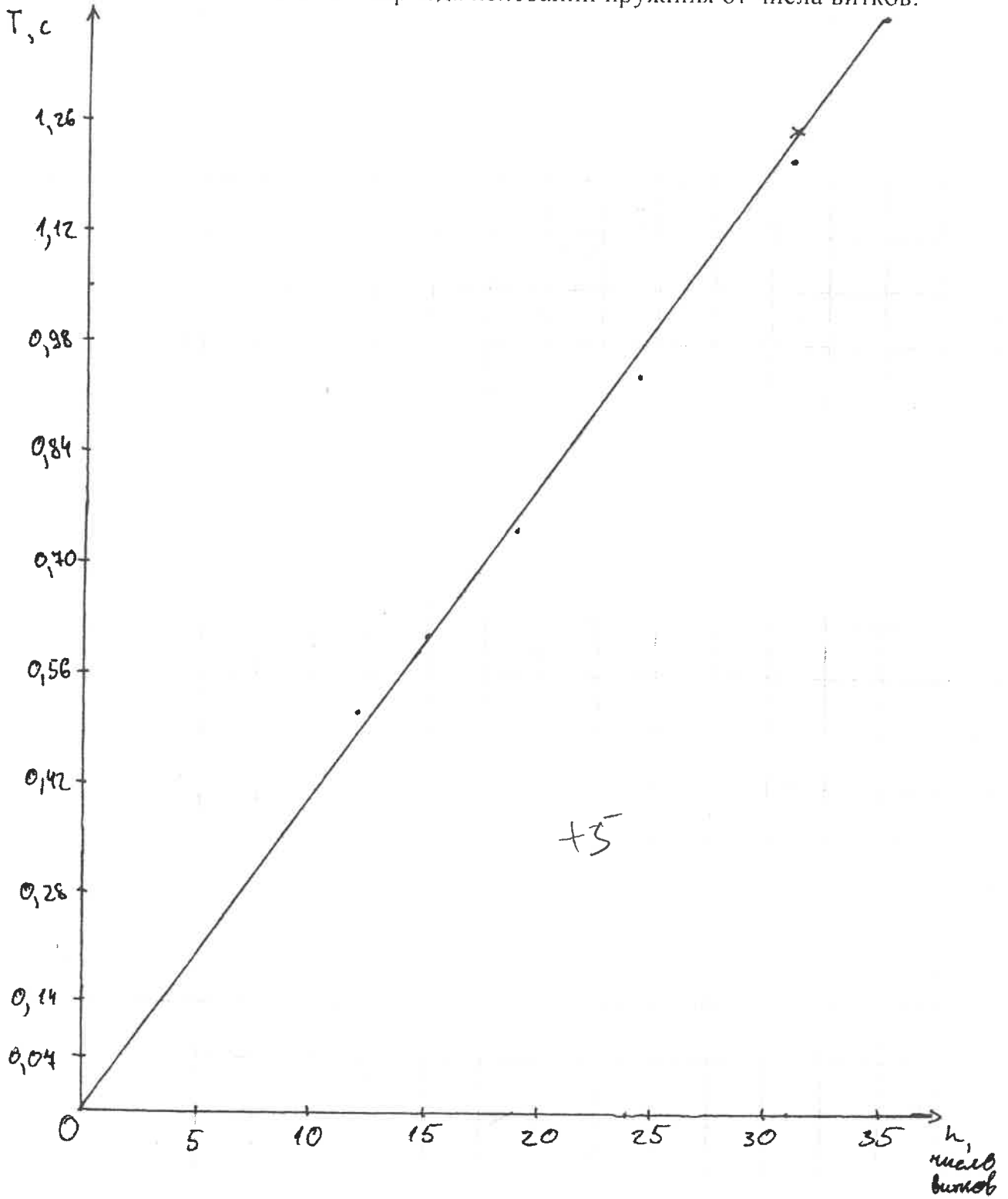
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	О	О	О	1	7	4	1	8	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

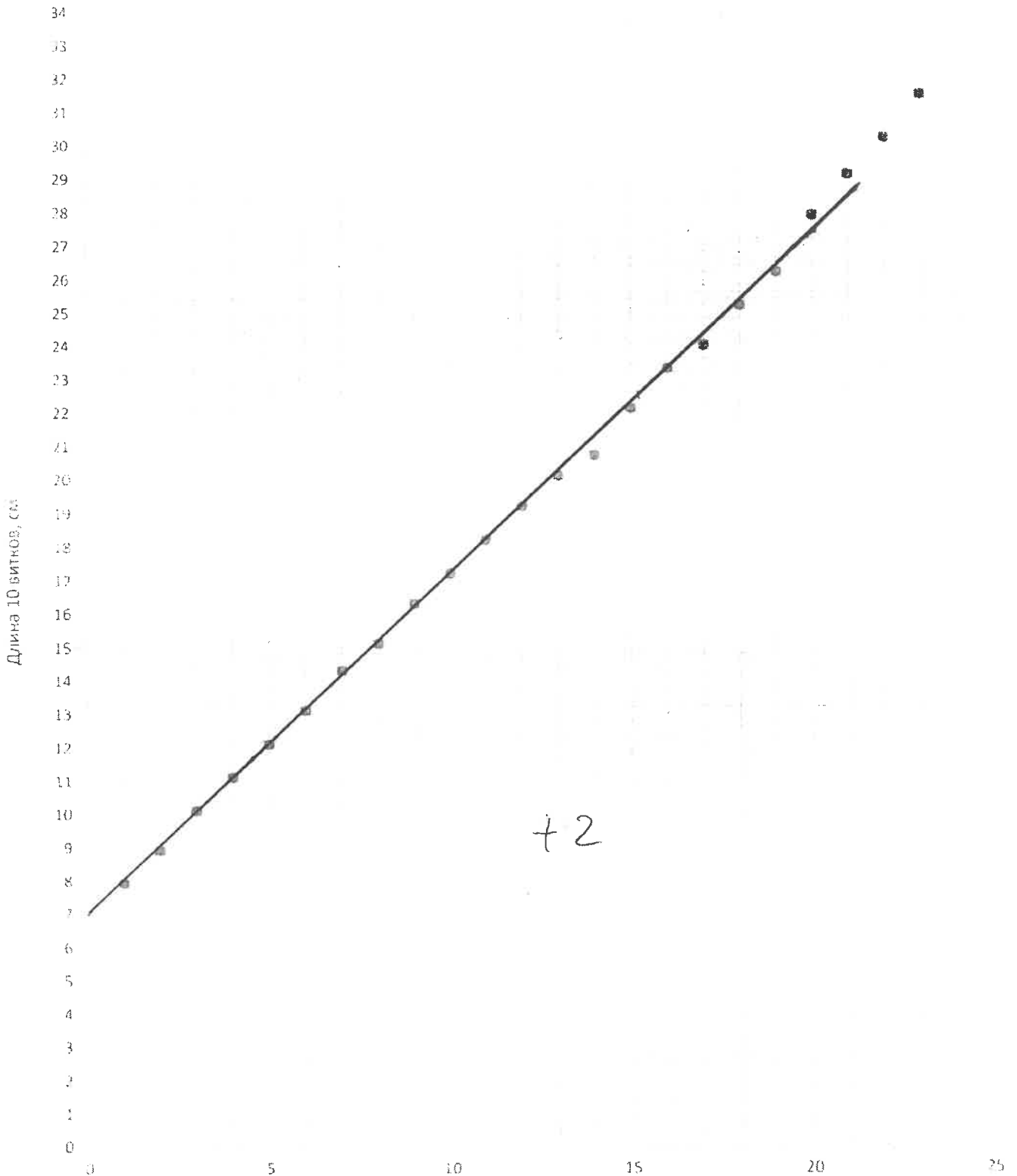
Вариант № 1

Ф	И	0	0	0	1	7	4	1	8	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 1.

Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 7 4 0 4 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
22	16	21	8	8		75

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N 3

Дано:

$v = 1 \text{ мкм}$

$n = 3$

$PV^n = \text{const}$

$T_1 = 600 \text{ К}$

$i = 3$

$V_2 = 2V_1$

A = ?

1)  $P_1 V_1 = \gamma R T_1$   
 $P_2 V_2 = \gamma R T_2$

2)  $P_1 V_1^3 = P_2 V_2^3$

$P_1 V_1^3 = P_2 \cdot 2^3 \cdot V_1^3 \Rightarrow$

$P_1 = 8P_2$

$8P_2 V_1 = \gamma R T_1$   
 $P_2 \cdot 2V_1 = \gamma R T_2$   
 $\frac{T_1}{T_2} = 4; T_2 = \frac{600 \text{ К}}{4} = 150 \text{ К}$

3)  $PV^n = C, \text{ тогда}$

$p(V) = C \cdot V^{-n}; A = \int_{V_1}^{2V_1} p(V) dV = \frac{CV^{-n+1}}{-n+1} \Big|_{V_1}^{2V_1} =$

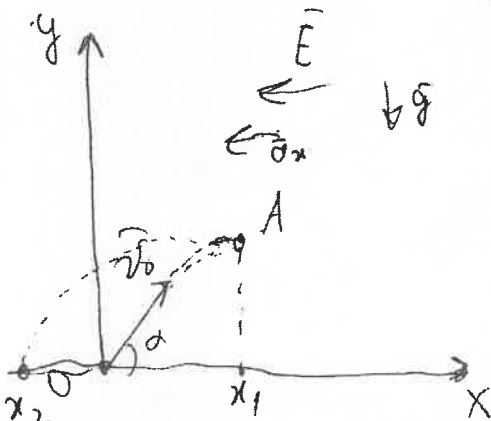
$= \frac{CV^{-2}}{-2} \Big|_{V_1}^{2V_1} = -\frac{C}{2} \left( \frac{1}{4V_1^2} - \frac{1}{V_1^2} \right) = -\frac{8C}{2} \cdot \left( -\frac{3}{4V_1^2} \right) = \frac{3C}{8V_1^2}$

4)  $PV^n = \text{const} \Rightarrow P_1 V_1^n = \frac{\gamma R T_1}{V_1} \cdot V_1^3 = \gamma R T_1 \cdot V_1^2 \Rightarrow C = \gamma R T_1 \cdot V_1^2$

$A = \frac{3}{8V_1^2} \cdot \gamma R T_1 \cdot V_1^2 = \frac{3\gamma R T_1}{8} = \frac{3 \cdot 1,67 \cdot 600 \text{ К}}{8} \approx 186,75 \text{ Дж}$

Ответ:  $A = 186,75 \text{ Дж}$

N 2



Дано:

$r_0 = \frac{\sqrt{2}}{3} d$

$\alpha = 45^\circ$

$v_0 = 30 \text{ м/с}$

$x_{\text{max}} = ?$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 7 4 0 4 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

$v_0$ , галты 2

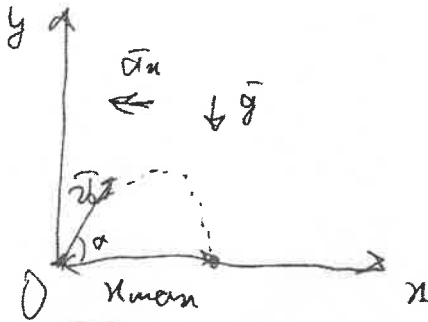
1) Полный время полёта галты:

$$T_0 = \frac{2 \cdot v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{\sqrt{2} v_0}{g}$$

2) Время полёта галты до разворота, по оси

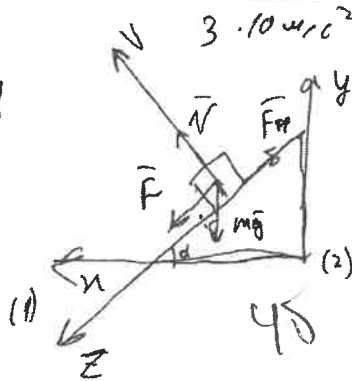
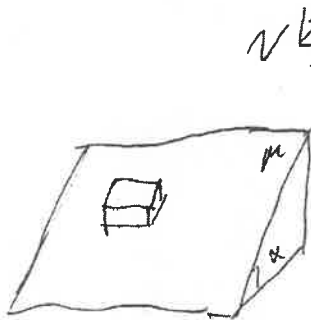
$$T_1 = \frac{v_0 \cos \alpha}{a_x} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{3}{\sqrt{2}g} \cdot v_0 = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g};$$

$T_1 > T_0 \Rightarrow$  галтыца не успеет развернуться до падения  $\Rightarrow$  её траектория будет выглядеть вот так:



Решен:  
 $x_{max} = 47,6 \text{ м}$

$$\begin{aligned} \Rightarrow x_{max} &= v_0 \cos \alpha \cdot T_0 - \frac{a_x T_0^2}{2} = \\ &= v_0^2 \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{g} - \frac{\sqrt{2}g}{6} \cdot \frac{2v_0^2}{g^2} = \\ &= \frac{v_0^2}{g} - \frac{\sqrt{2}v_0^2}{3g} = \frac{v_0^2(3-\sqrt{2})}{3g} \approx \\ &\approx \frac{30_{\text{м/с}}^2 \cdot (3-\sqrt{2})}{3 \cdot 10 \text{ м/с}^2} \approx 47,6 \text{ м} \end{aligned}$$



Дано:  
 $m = 0,245 \text{ кг}$   
 $\alpha = 45^\circ$   
 $\mu = 0,75$   


---

 $F = ?$

ВНИМАНИЕ! Проверять только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 7 4 0 4 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

N 4, часть 2

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1) Очевидно, что для того, чтобы сила была минимальной, нужно толкать тело вниз по склону, т.к. таким образом равновесие обеспечивается силой  $F$ , при этом  $mg$  на склоне будет максимальной, а сила трения постоянна  $\Rightarrow$  минимальная сила  $F$  будет достигаться при её направлении вниз по склону

2) Рассм. рис (2)

23. И. по  $O_x$ :  $0 = F + mg \sin \alpha - F_{sp}$

на  $O_y$ :  $0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

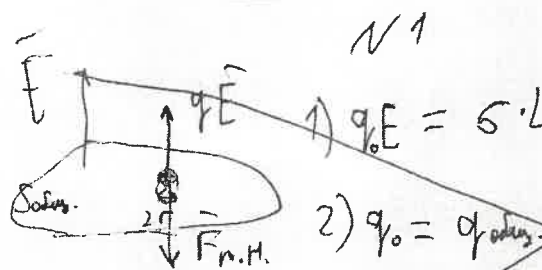
$F_{sp} = N \cdot \mu = mg \mu \cos \alpha$  35

$0 = F + mg \sin \alpha - mg \mu \cos \alpha$

$F = mg \mu \cos \alpha - mg \sin \alpha = mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$ ;  $\alpha = 45^\circ \Rightarrow$

$F = mg \sin \alpha (\mu - 1) = -0,43H$ ;  $F < 0 \Rightarrow$  тело и бок движется по склону вниз и будет двигаться, пока не придет к концу склону  $F = 0$ ,  $F > 0,43H$ , направленную вверх по склону.

Ответ: никакую, тело и бок движется с ускорением  $a = g \sin \alpha (1 - \mu) = 1,77 \text{ м/с}^2$



1)  $q_0 E = \sigma \cdot L$   
 2)  $q_0 = q_{одн.}$   
 $\sigma \cdot q \cdot R \cdot E = \sigma \cdot 2\pi R^2 \Rightarrow R = \frac{26}{6q \cdot E}$

Дано:  
 $6q$ ;  $6a = 1,26$   
 $6q \sim E$ ;  $F_{н.п.} = \sigma L$   
 $\frac{F_2}{F_1}$   
 $\frac{26}{6q \cdot E}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 7 4 0 4 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

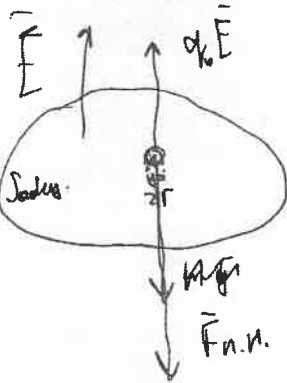
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№1, часть 2

~~$\Gamma = \frac{26}{6q \cdot E} \cdot 6q \sim E$~~

~~$6q = kE \Rightarrow \Gamma = \frac{26}{kE^2}$~~

~~$\Gamma_1 = \frac{26_1}{kE_1^2}; \Gamma_2 = \frac{26_2}{kE_2^2} \Rightarrow \frac{\Gamma_2}{\Gamma_1} = \frac{6_2}{6_1}$~~



1)  $q_0 E = mg + F_{n.p.}$

2)  $q_0 = q_{adm.} \cdot \frac{S_0}{S_{adm.}} = 6q \cdot \frac{S_0}{S_{adm.}} = 6q \cdot \frac{4\pi r^2}{4\pi R^2}$

~~$6q \cdot \frac{4}{3} \pi r^2 \cdot E = \frac{4}{3} \pi R^2 \cdot 6q + 2\pi r^2 6q$~~

~~$\frac{4}{3} 6q r^2 E - E 6q R + 26 = 0$~~

~~3)  $E 6q \sim E \Rightarrow 6q = kE \Rightarrow \frac{4}{3} 6q r^2 - kE^2 r + 26 = 0$~~

~~$D = k^2 E^4 - \frac{32}{3} 6q^2; \Gamma = kE^2 \pm \sqrt{k^2 E^4 - \frac{32}{3} 6q^2}$~~

$6q E \cdot r = 26$

$\frac{16}{3} 6q$

+

$\Gamma = \frac{26}{6q E} = \frac{26}{kE^2} \Rightarrow \frac{\Gamma_2}{\Gamma_1} = \frac{26_2}{26_1} \cdot \frac{kE_1^2}{kE_2^2} = \frac{6_2}{6_1} = 1,2$

Ответ:  
 $\frac{\Gamma_2}{\Gamma_1} = 1,2$

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЪЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 7 4 0 4 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

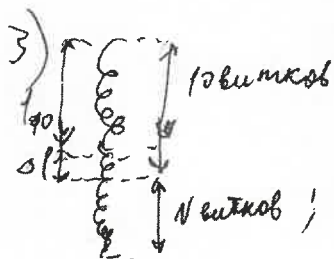
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

NS

1) По данному графику видно, что зависимость линейна  $\Rightarrow$  проведем прямую; по графику имеем:  $v = 7 \text{ см}$ ;  $t_{0+} = 4,5 \text{ с}$   
 $l_{10}(N) = v_{0+} \cdot N + v \Rightarrow (l_{10} + 0!) = 4,5N + 7 \text{ с}$ ; при  $N=0; 0(\leq 0) \Rightarrow l_{10} = 7 \text{ см}$

2) Пусть  $k_0$  - жесткость одного витка, представим пружину из 10 витков как 10 последовательно соединенных пружин жесткостью  $k_0 \Rightarrow k_{10} = \frac{1}{\frac{1}{k_0} + \frac{1}{k_0} + \dots} = \frac{10}{k_0} \Rightarrow k_{10} = \frac{k_0}{10}$



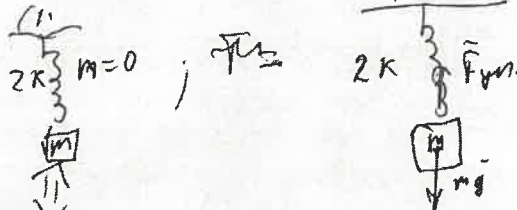
$$\Delta l \cdot k_{10} = N_{\text{витков}} \cdot m \cdot g \Rightarrow m_1 = \frac{m_0}{n_0}$$

$$\frac{k_0}{10} = \frac{N \cdot m_0 \cdot g}{\Delta l}; k_0 = \frac{10 N \cdot m_0 \cdot g}{4,5 \Delta l} \Rightarrow$$

$$k_0 = 10 \cdot \frac{2}{9} \cdot \frac{80 \cdot 10^{-3}}{60} \cdot 10 =$$

$$= \frac{16}{9 \cdot 60} = 0,03 \text{ Н/м}$$

$$4) \frac{1}{k_n} = \frac{1}{k_0} \cdot n \Rightarrow k_n = \frac{k_0}{n} = \frac{0,03}{10^2 \cdot n} = \frac{3}{10^2 \cdot n}$$



$$\Rightarrow T = \sqrt{\frac{m}{2k}} = \sqrt{\frac{N \cdot m_1}{2k}}$$

Посмотрим график

$$m a = kx - mg$$

$$m \ddot{x} = kx - mg$$

$$m \ddot{x} - kx + mg = 0$$

$$\ddot{x} - \lambda \frac{k}{m} x + g = 0 \Rightarrow$$

$$T = \sqrt{\frac{m}{k}}; \omega^2 = \frac{k}{m};$$

$$T = \frac{1}{\omega} = \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 7 4 0 4 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$N, c$ , часть 2  
По графику видно, что  
зависимость линейная  $\Rightarrow$

$$N(r) = a r + c; \quad +$$

Рассмотрим 2 точки:

$$\begin{cases} 5 = 0,2a + c \\ 35 = 1,4a + c \end{cases} =$$

$$3,0 = 1,2a; \quad a = 2,5$$

$$5 = 5a + c \Rightarrow c = 0$$

$$k = 0,42 \text{ N};$$



$$k_{\text{одн.}} = 0,42 \cdot 60 = 25,2 \text{ Н/м}$$

Ответ:

$$k_0 = 0,03 \text{ Н/м}$$

$$k = 0,42 \text{ Н}$$

$$k_{\text{одн.}} = 25,2 \text{ Н/м}$$

$$\begin{cases} T^2 = \frac{N \cdot m_1}{2k} \\ N = 25T \end{cases} \Rightarrow \frac{N^2}{25^2} = \frac{N \cdot m_1}{2k};$$

$$N = \frac{25^2 \cdot \frac{4}{3} \cdot 10^{-3} \text{ м}}{2 \cdot k} \Rightarrow$$

$$k = \frac{1250 \cdot 10^{-3} \cdot N}{3 \text{ Н/м}} =$$

$$\approx 0,42 \text{ N}$$

Σ 25

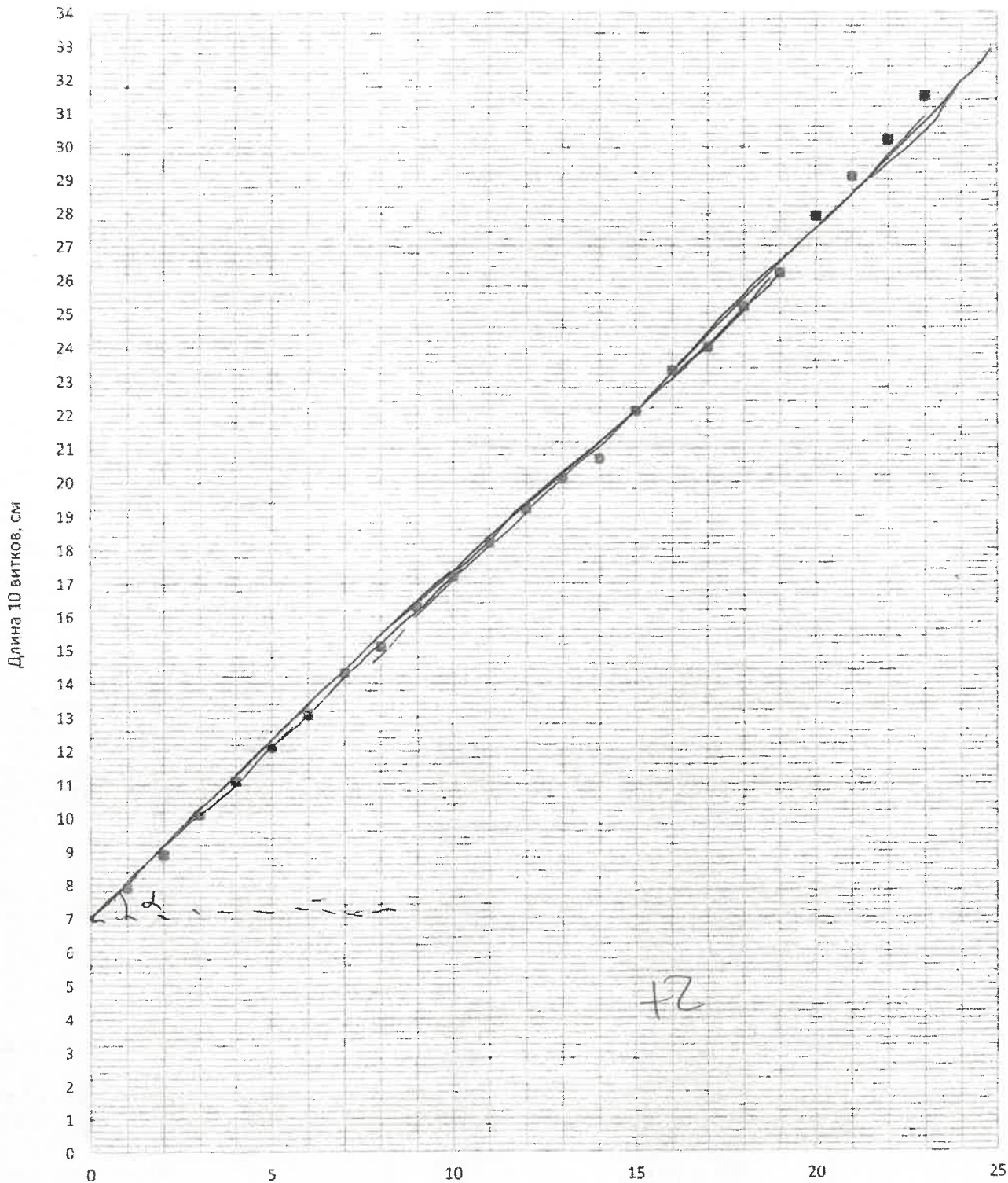
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф	И	О	О	О	1	7	4	0	4	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 2  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



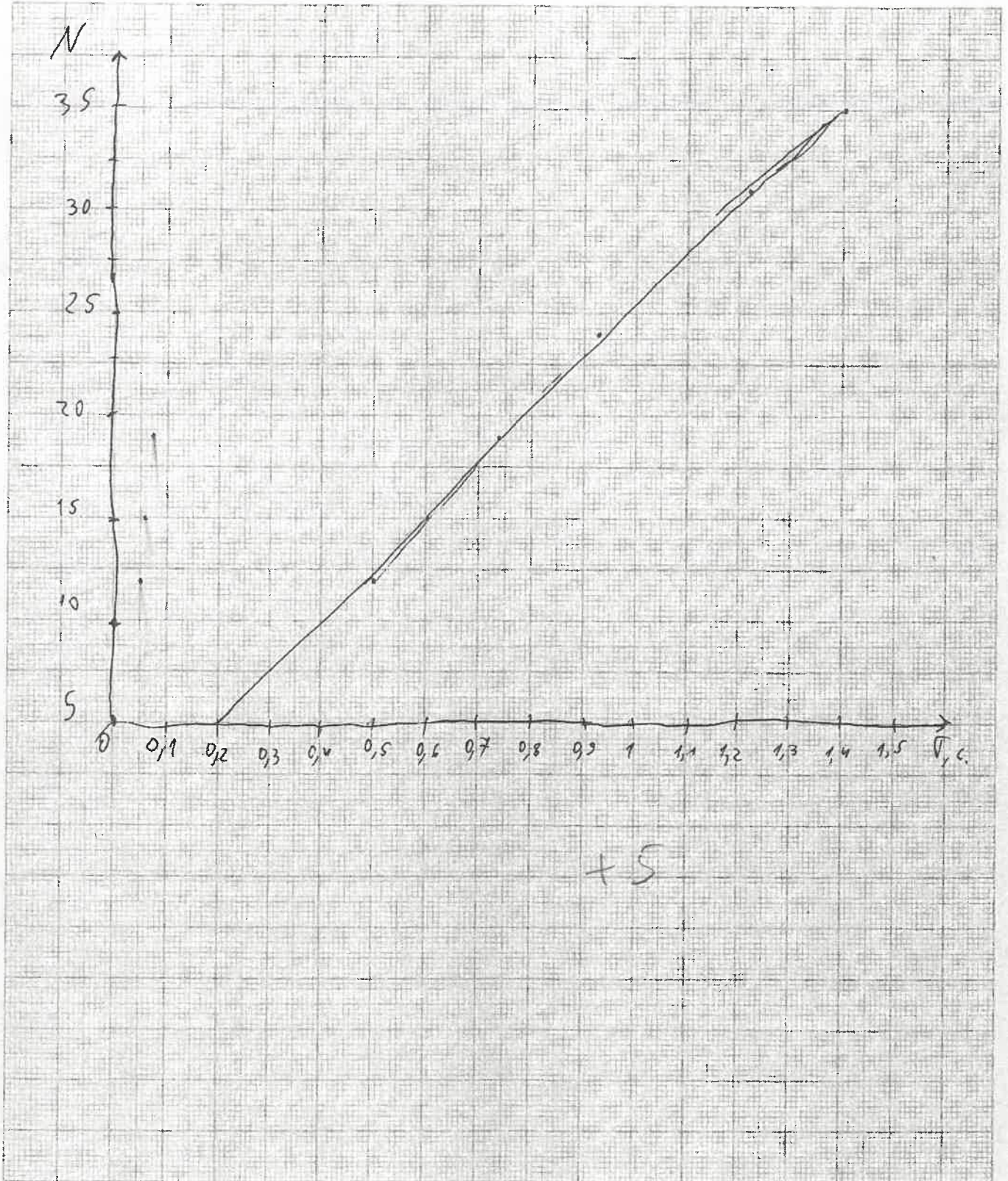
Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 2

Ф	И	0	0	0	1	7	4	0	4	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

  
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 3 8 7 5 2 5

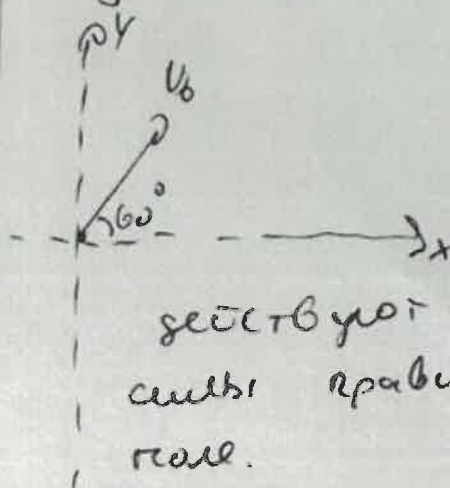
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
=	16	21	11	13		61

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проставляется только то, что записано с этой стороны листа в рамках справа

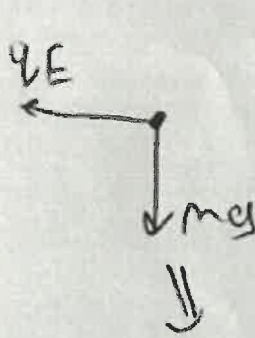
Задача 2



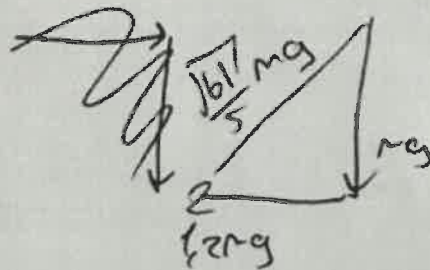
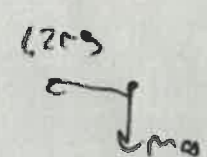
Макс. отклонение от оси  $x$  от первого поворота.

По факту ии частицы действует 2 силы. Это силы притяжения и электрической поле.

По принципу суперпозиции я могу эти поле просто сложить вместе, тогда



•  $mg = mg$   
•  $qE = 12mg$



Максимальное отклонение по  $ox$  будет 0 когда скорость частицы будет перпендикулярно оси  $y$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

ФИ 0001387525

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

При этом важно заметить, что гравитационное поле на шарики по ох не влияет, значит можно рассмотреть проекции скорости и ускорения на ось x. При этом наиб. удлинение будет в момент, когда  $V_x = 0$

$$V_{x0} = V_0 \cdot \cos 60^\circ$$

$$0x: 234:$$

$$1,2 \text{ m/s} = a_{\text{max}}$$

$$a_x = 1,2 \text{ g}$$

$$S_{\text{max}} = V_0 \cos 60^\circ \cdot t$$

$$S_{\text{max}} = \frac{0 - (V_0 \cos 60^\circ)^2}{-1,2 \text{ g} \cdot 2} =$$

$$= \frac{(V_0 \cos 60^\circ)^2}{2,4 \text{ g}} = \boxed{9,375 \text{ м}}$$

Ответ: 9,375 м

// Если не учитывать, что разрывавшиеся частица улетит влево в зависимости

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 3 8 7 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 3 Поштрага

$$PV^n = \text{const}$$

$$n = \frac{C_p - C_v}{C_p - C_v} \quad \left| \begin{array}{l} \text{эсз одноатомный} \rightarrow \\ \rightarrow 3 \text{ степени свободы } (\bar{i} = 3) \end{array} \right.$$

$$C_p = \frac{\bar{i} + 2}{2} R \quad \left| \begin{array}{l} \frac{1}{3} = \frac{C_p - \frac{\bar{i} + 2}{2} R}{C_p - \frac{\bar{i} + 2}{2} R} \rightarrow C_p = 3R \end{array} \right.$$

$$C_v = \frac{\bar{i}}{2} R \quad \left| \begin{array}{l} C_p - \frac{\bar{i}}{2} R \end{array} \right.$$

Q напрямую связана с  $\Delta T$  через теплоемкость, а  $\Delta T$  напрямую связано с изменением внутренней энергии через теплоемкость

$$Q = C \Delta T$$

$$C \Delta T = \frac{Q}{\Delta T} \rightarrow C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$C = 1$$



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф	И	0	0	0	1	3	8	7	5	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$T_0 = \frac{p_0 V_0}{\nu R} = 600 \text{ K}$$

$$p_0 V_0^{\frac{1}{3}} = p_2 \cdot (2V_0)^{\frac{1}{3}}$$

$$p_0 V_0^{\frac{1}{3}} = p_2 \cdot \sqrt[3]{2} \cdot V_0^{\frac{1}{3}}$$

$$p_2 = \frac{p_0}{\sqrt[3]{2}} \Rightarrow \frac{p_0}{\sqrt[3]{2}} \cdot 2V_0 = \nu R T_2$$

$$T_2 = \frac{2 p_0 V_0}{\sqrt[3]{2} \cdot \nu R} = \frac{2}{\sqrt[3]{2}} \cdot T_0 \approx 4 \sqrt[3]{2} T_0$$

952,44 K

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_0) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R T_0 \cdot \left( \frac{2}{\sqrt[3]{2}} - 1 \right)$$

$$\Delta Q = C_{\text{от}} \cdot \nu \cdot U = 3R \cdot T_0 \left( \frac{2}{\sqrt[3]{2}} - 1 \right) \cdot \nu$$

$$A = \Delta Q - \Delta U = \nu R T_0 \left( \frac{2}{\sqrt[3]{2}} - 1 \right) (3 - 1,5) = \nu R T_0 \left( \frac{2}{\sqrt[3]{2}} - 1 \right) \cdot 1,5$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

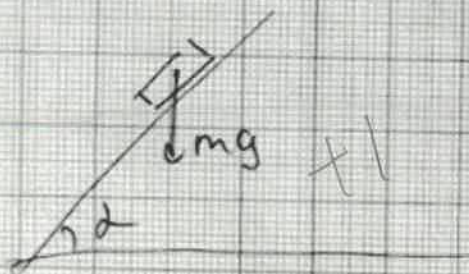
Ф И О О О 1 3 8 7 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$A = 4393 \frac{\Delta}{\text{и}}$$

Ответ: 4393  $\frac{\Delta}{\text{и}}$  +

Задача 4 Просто тело



Довольно странно  
задача, не сильно может  
быть, что конкретно нужно  
считать?

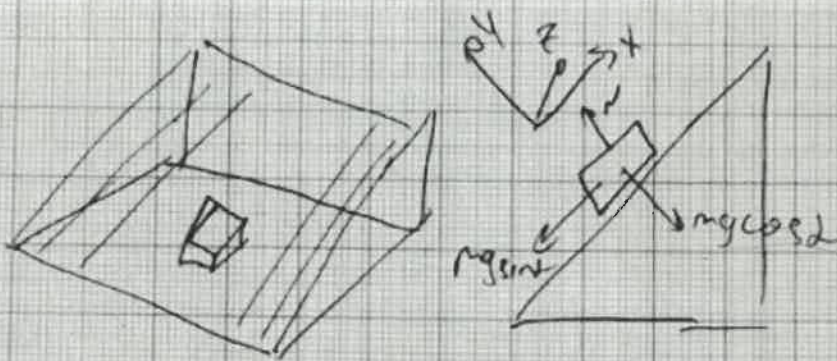
$\alpha = 60^\circ$  Тело может начать  
двигаться в ~~направление~~ подниме  
сторону, и конечно же пошлется,  
нужно выдать оптимальную, где  
уже негде двигаться нужно гра-  
ложить минимальную силу

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 3 8 7 5 2 5

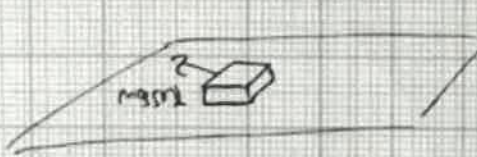
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



А. Перпендикуляр плоскости  $\rightarrow$  ~~mg~~

перпендикуляр  $zx$ , то есть действует  
исч. уменьшенные силы реакции  $\lambda$   
не могу

рассчитать амплитуду, но заданы  
мощь



на тело всегда  
в одну сторону действует сила  $mg \sin \alpha$ ,

сила  $F$ , направленная перпендикулярно плоскости,  
и сила  $F_{тр}$  против силы ветров  
 $mg \sin \alpha$  и  $F$

+ew  
↓  
езд

$$(F_{+0max} = 4mg \cos \alpha) + 35$$

Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

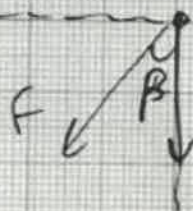
Вариант № 4

Ф И О О О 1 3 8 7 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Можно доказать это строго, можно логически, что в первом случае очевидно, что сила  $F$  должна возместить по силе  $mg \sin \alpha$

$\Sigma \sin \beta$



$$F_{\text{ADC}} = \sqrt{(F \sin \beta)^2 + (mg \sin \alpha + F \cos \beta)^2}$$

Тело падает, когда

$$F_{\text{ADC}} = F_{\text{трения}}$$

$$\sqrt{(F \sin \beta)^2 + (mg + F \cos \beta)^2} = 4mg \cos \alpha$$

$$\sqrt{F^2 \sin^2 \beta + m^2 g^2 + 2mgF \cos \beta + F^2 \cos^2 \beta} = 4mg \cos \alpha$$

$$F^2 + m^2 g^2 + 2mgF \cos \beta = (4mg \cos \alpha)^2$$

$$F_{\text{min}} \rightarrow \cos \beta \text{ max} \rightarrow \cos \beta = 1 \rightarrow \beta = 0^\circ$$

Вариант № 4

Ф И О О О / 3 8 7 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Значит сила по  $mg \sin \alpha$ 

$$F^2 + 2mgF + m^2 g_{\text{центр}}^2 = (4mg \cos \alpha)^2$$

$$(F + mg \sin \alpha)^2 = (4mg \cos \alpha)^2$$

$$F = 4mg \cos \alpha - mg \sin \alpha =$$

$$\approx -0,636$$

Тело едет и без трения

$$mg \sin \alpha > 4mg \cos \alpha$$

изначально  $\ddot{u}$

$$F = 0 \text{ Н}$$

115

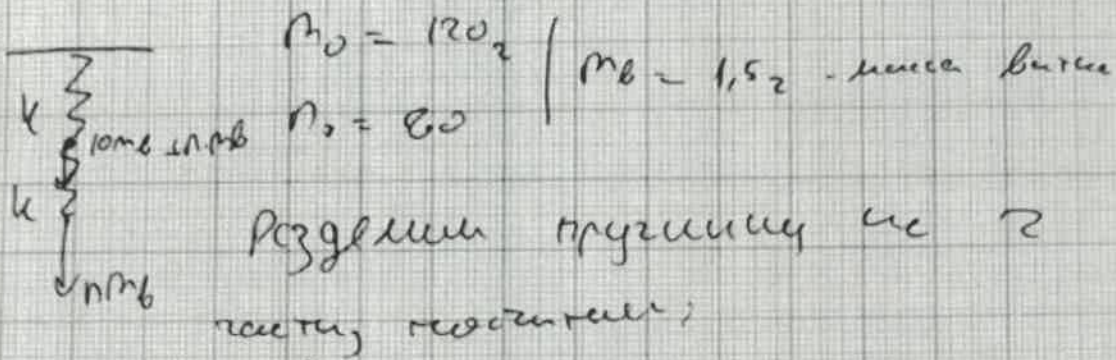
Ответ: 0 Н, тело и чаш движется

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 3 8 7 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



$$C_1 = \frac{(10 \text{ мВ} \cdot g)}{k} \quad \left| \quad C_2 = \frac{g}{k} \cdot (10 \text{ мВ} + 7 \text{ нВ}) \cdot \epsilon$$

$$C_2 = \frac{\text{нВ} \cdot g}{k} \quad \left| \quad C_1 = \frac{g}{k} \cdot \text{мВ} (10 + 7n)$$

$$C_1 = \left\{ \frac{10 \text{ мВ}}{k} \right\} \cdot n + \left\{ \frac{70g \text{ мВ}}{k} \right\} + L_0 \quad L(n)$$

зависимость  
свод. член  
каждое  
члене  $L(n)$

Отсюда,  $k$  можно определить по  $tg \alpha$ , т.к. в свод. члене есть

$L_0$  - целочисленное значение 10 витков

$k = \frac{5,0 \cdot 10^{-4}}{29}$  - масса 5 помещ. витков.

тогда масса одного витка  $k$  и  $n$

должны

$$k_0 = 0,145 \frac{\mu}{\text{м}}$$

при этом  $k = \frac{k_0 \cdot n}{n}$

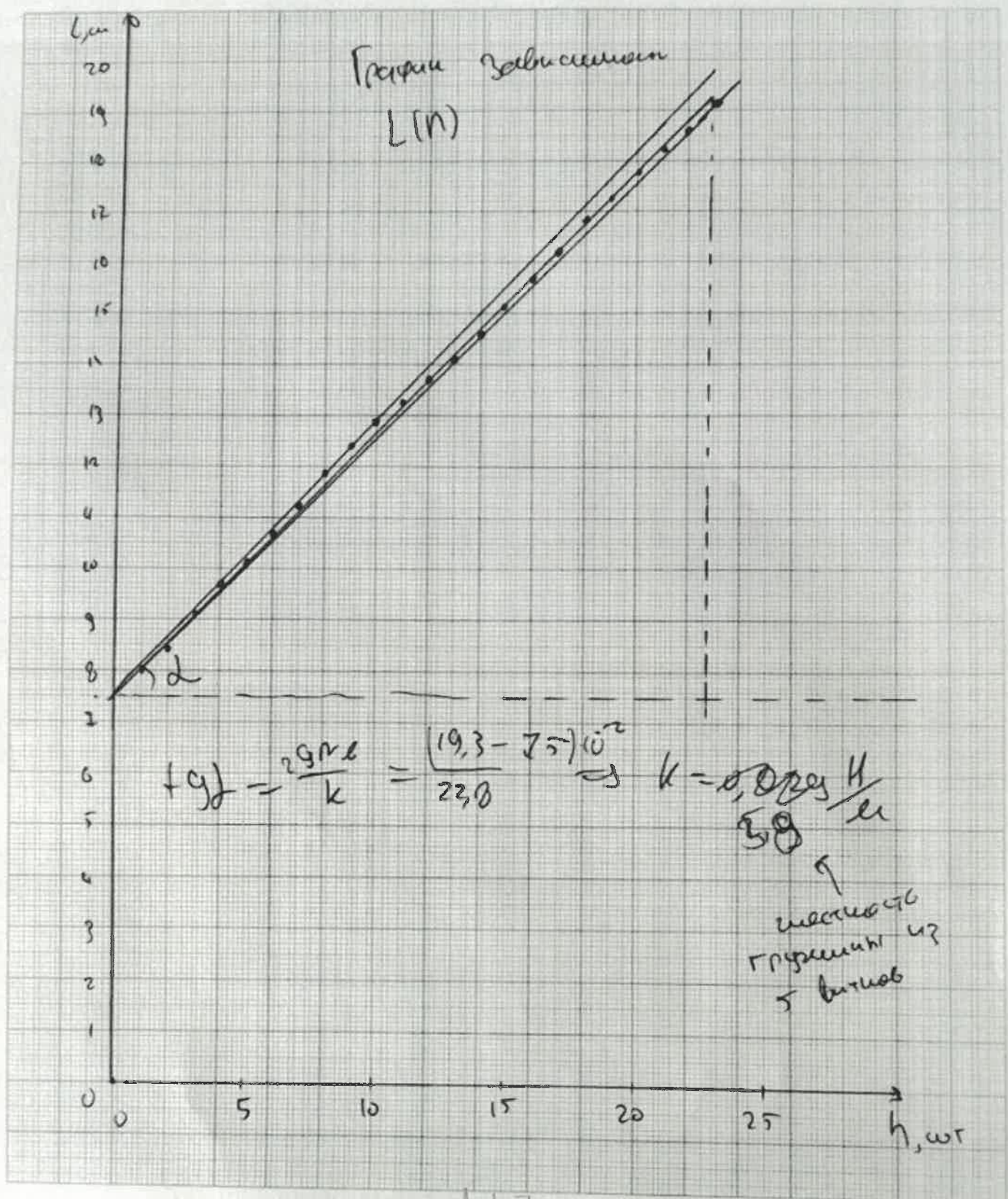
$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_0} + \frac{1}{k_0} + \dots + \frac{1}{k_0} = \frac{n}{k_0} \Rightarrow k = \frac{k_0}{n}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 3 8 7 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



$\Sigma 7+3+1+2$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 3 8 7 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Тогда жесткость всей пружины!

$$k_{\text{ос}} = \frac{k_0}{n} = \frac{1,6 \cdot 10^3 \text{ Н}}{0,363 \text{ м}}$$

$k_{\text{ос}}$  я усреднил из 2 графиков

Ответ: 1) ~~29~~  $\frac{\text{Н}}{\text{м}} = k_0$

2)  $\frac{k_0}{n} = k$  ~~из 1~~

3)  $k_{\text{ос}} = \frac{k_0}{n} = \frac{29}{80} = 0,363 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$   
 0,4  $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$  ~~из 2~~

$k_{\text{ос}} = 0,363 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$   
 усреднил

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$m = m_0 n$$

$$k = \frac{k_0 n_0}{n}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_0 \cdot n}{k_0 \cdot n_0 / 2}} = 2\pi n \sqrt{\frac{m_0 \cdot 2}{k_0 \cdot n_0}}$$

зависимости

$T(n)$  линейна, что

и видно из графика,

и еще тем, что  $k = \frac{k_0}{n}$  - константа

Проверим наш график  $k_{\text{ос}}$  и значения

без графика  $T(n)$  Если из нового

$k_{\text{ос}} = 0,363 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$  и еще графике получить  $k_{\text{ос}}$ , то эти значения  $k_{\text{ос}} \approx 0,4 \approx 0,363$



T, C

Гарант Зубов

T (n)

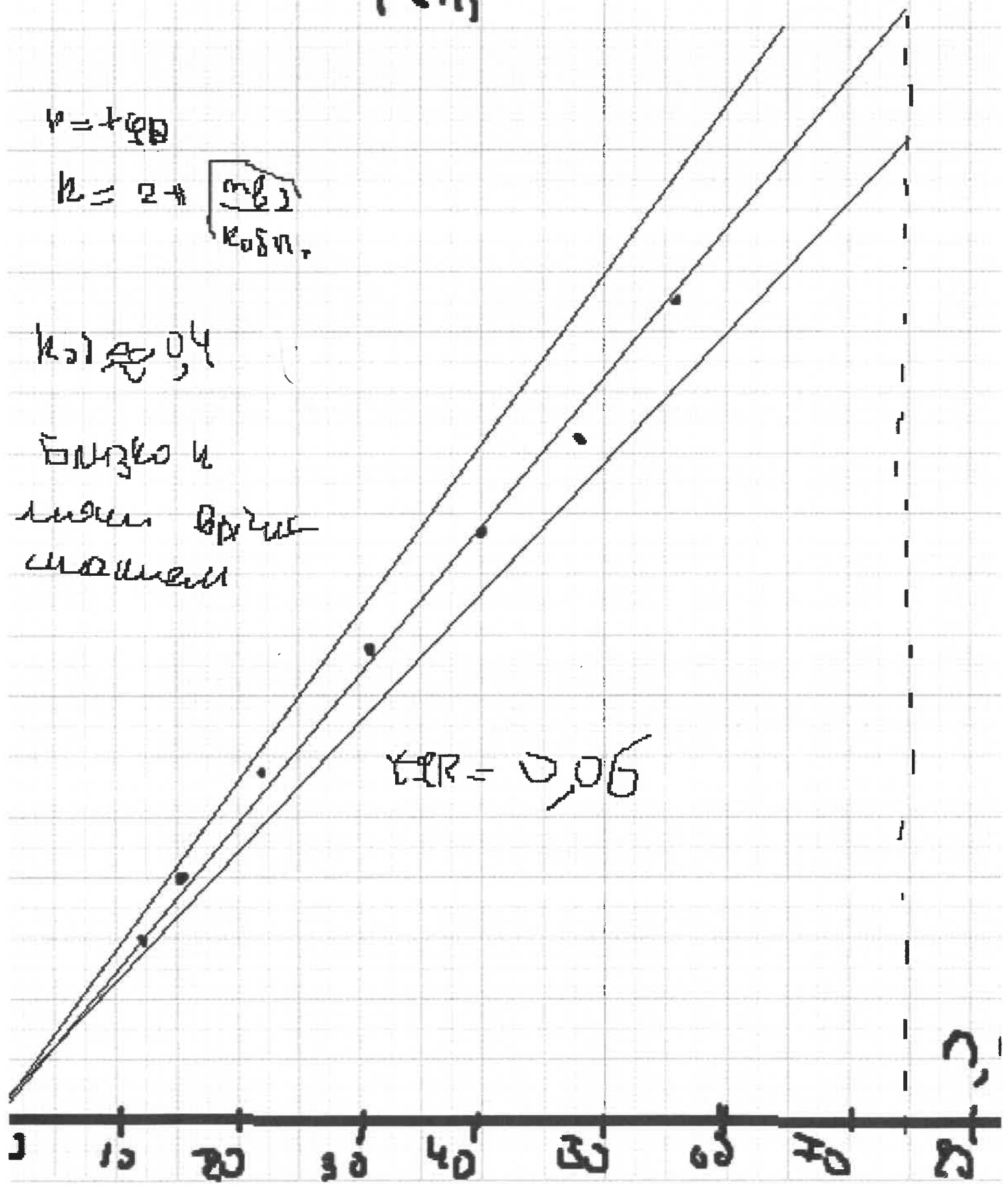
$\nu = +0,00$

$k = 2 + \sqrt{\frac{0,6}{k_{0,8n}}}$

$k_{0,8} = 0,4$

Визначено к  
линій графіку  
шорини

$\text{ERR} = 0,06$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

09
4
0
0
0
1
5
7
7
3
2
5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
4	16	21	7	12		60

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Дано:  
 $pV^n = \text{const}$   
 $T_1 = 600\text{K}$   
 $n = \frac{1}{2}$   
 $V = 1 \text{ моль}$   
 $V_1 = V; V_2 = 2V$

Анализ?

NS  
Решение:

Известно, что  $pV^n = \text{const}$ , тогда:

$$p_1 V_1^n = \text{const}$$

$$p_2 V_2^n = \text{const}$$

Тогда:

$$p_1 V_1^n = p_2 V_2^n; \text{ подставим } V_1 = V; V_2 = 2V:$$

$$p_1 V^n = p_2 (2V)^n; \text{ известно, что } n = \frac{1}{2}, \text{ тогда:}$$

$$p_1 \sqrt{V} = p_2 \sqrt{2} \sqrt{V}$$

$$p_1 = \sqrt{2} p_2$$

Заменим уравнение Менделеева - Клапейрона для двух составных газе:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

$$\text{подставим } V_1 = V; V_2 = 2V; p_1 = \sqrt{2} p_2:$$

$$\begin{cases} \sqrt{2} p_2 V = \nu R T_1 & (1) \\ 2 p_2 V = \nu R T_2 & (2) \end{cases}$$

поделим (1) на (2):

$$\frac{\sqrt{2} p_2 V}{2 p_2 V} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2}; \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{2}}{2}; \quad T_2 = \frac{2 T_1}{\sqrt{2}}$$

$$T_2 = \frac{2 \cdot 600}{\sqrt{2}} \approx 848,53\text{K}$$

известно, что  $n = \frac{c - c_p}{c - c_v}$ , где  $c$  - молярная теплоемкость газа в процессе,

$c_p$  и  $c_v$  - молярные теплоемкости газа при постоянном давлении и объеме

известно  $c_p = \frac{i+2}{2} R$ , где  $i$  - степень свободы газа

$c_v = \frac{i}{2} R$ , где  $i$  - степень свободы газа.

Для одноатомного газа  $i = 3$

подставим  $c_p$  и  $c_v$ , получим:

$$n = \frac{c - \frac{i+2}{2} R}{c - \frac{i}{2} R}; \text{ подставим } n = \frac{1}{2} \text{ и выразим } c:$$

*Handwritten signature/initials*

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 5 4 4 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$\frac{1}{2} = \frac{c - \frac{i+2}{2} R}{c - \frac{1}{2} R}$$

$$c - \frac{1}{2} R = 2 \left( c - \frac{i+2}{2} R \right)$$

$$c - \frac{1}{2} R = 2c - \cancel{2} (i+2) R$$

$$c = (i+2) R - \frac{1}{2} R ; c = (3+2) \cdot 8,31 - \frac{3}{2} \cdot 8,31 = 29,085 \text{ Дж} \cdot \text{К}$$

по первому закону термодинамики:

$$Q = \Delta U + A_{\text{газа}} ; A_{\text{газа}} = Q - \Delta U$$

$$A_{\text{газа}} = cV \Delta T - \frac{1}{2} \nu R \Delta T = cV(T_2 - T_1) - \frac{1}{2} \nu R(T_2 - T_1)$$

подставим значения, получим:

$$A_{\text{газа}} = 29,085 \cdot 1(848,53 - 600) - \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31(848,53 - 600) \approx 4130,57 \text{ Дж}$$

Ответ: ~~4130,57 Дж~~ 4130,57 Дж +

№2

Решение:

Дано:

$$v_0 = 40 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\frac{qE}{m} = \frac{2g}{3}$$

$$x_{\text{max}} = ?$$

Запишем II закон Ньютона для камня:

$$\vec{F}_{\text{эл}} + m\vec{g} = m\vec{a}, \text{ где } F_{\text{эл}} - \text{сила,}$$

с которой электрическое поле действует на камень.

Запишем второй закон Ньютона в проекции на ось y:

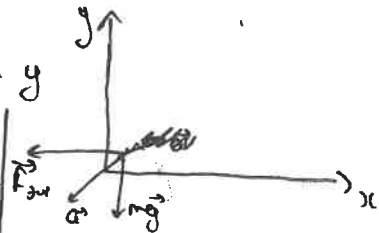
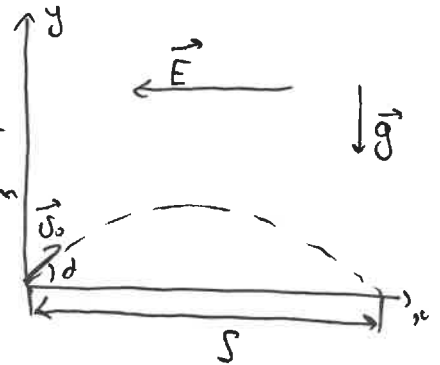
$$mg = ma_y$$

$$g = a_y, \text{ где } a_y - \text{ускорение по оси } y$$

Поскольку камень положительно заряжен и вектор напряжённости электрического поля направлен против оси x, тогда и  $F_{\text{эл}}$  будет направлена против оси x. Запишем второй закон Ньютона в проекции на ось x:

$$-F_{\text{эл}} = -ma_x$$

$$F_{\text{эл}} = ma_x$$



ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0 0 0 1 5 7 7 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Известно, что  $\frac{qE}{m} = \frac{2g}{3}$ , откуда

$qE = \frac{2mg}{3}$ ; т.к.  $F_{эл} = qE$ , значит  $F_{эл} = \frac{2mg}{3}$ , тогда:

$$\frac{2mg}{3} = ma_x$$

$$a_x = \frac{2g}{3}$$

Составим закон движения по которому изменяются проекции скорости  
по осям  $x$  и  $y$ :

$$v_x = v_0 \cos \alpha - a_x t$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - a_y t$$

, откуда найдем зависимость координат от времени:

$$x(t) = v_0 \cos \alpha t - \frac{a_x t^2}{2}$$

$$y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{a_y t^2}{2}$$

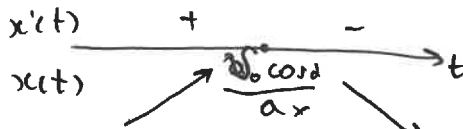
Проанализируем зависимость координаты  $x$  от времени на экстремум:

$$x'(t) = v_x(t) = v_0 \cos \alpha - a_x t$$

$$x'(t) = 0: v_0 \cos \alpha - a_x t = 0$$

$$v_0 \cos \alpha = a_x t$$

$$t = \frac{v_0 \cos \alpha}{a_x}$$



значит, в момент  $t = \frac{v_0 \cos \alpha}{a_x}$  координата по оси  $x$  максимальна.

Подставим найденное значение времени в  $x(t)$  чтобы получить значение экстремума  $x_{\max}$

$$x_{\max} = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{v_0 \cos \alpha}{a_x} - \frac{a_x}{2} \cdot \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{a_x^2} = v_0 \cos \alpha \frac{v_0 \cos \alpha}{2g} - \frac{2g}{2 \cdot 3} \cdot \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{4g^2}$$

Подставим значения, найдем:

$$x_{\max} = 40 \cdot \cos(30) \cdot \frac{3 \cdot 40 \cdot \cos(30)}{1 \cdot 10} - \frac{2 \cdot 10}{2 \cdot 3} \cdot \frac{40^2 \cdot \cos^2(30) \cdot 9}{4 \cdot 10^2} = 90 \text{ м}$$

Ответ: 90

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 5 7 7 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

14

Решение:

Дано:

$\alpha = 30^\circ$

$m = 0,5 \text{ кг}$

$\mu = 0,4$

$f_{\text{min}} = ?$

Рассмотрим случай, когда сила нет. относительно

Сила трения направлена против движения.

Запишем второй закон Ньютона в векторной форме:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$$

Предположим, что движение нет. тогда:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = 0$$

Запишем второй закон Ньютона в проекции на ось y:

$$N - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$

Запишем второй закон Ньютона в проекции на ось x:

$$mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0$$

$$mg \sin \alpha = F_{\text{тр}}$$

$$mg \sin \alpha = mg \cos \alpha \mu$$

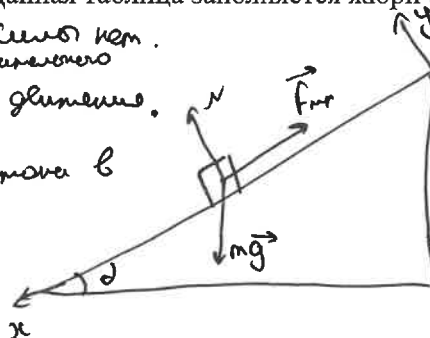
подставим данные, получим:

$$0,5 \cdot 10 \cdot 0,5 = 0,5 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,4$$

$$2,5 = 1,73$$

мы пришли к противоречию, а значит, что движение есть тогда, когда  $F = 0$ ; а значит, что минимальная сила  $f_{\text{min}} = 0 \text{ Н}$

Ответ: 0 Н



45

35

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

09 4 0 0 0 1 5 7 7 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано:  
 $\sigma_1 = \sigma$   
 $\sigma_2 = 1,5\sigma$

$\frac{r_1}{r_2} = ?$

N1  
 Решение:

известно, что:  
 $F = \sigma L$ , где  $L$  - длина катета, параллельная поверхности.  
 заметим две дуги окружностей:



$F = \sigma_1 L_1$  (1)

$F = \sigma_2 L_2$  (2)

2  
+  
2

тогда (1) на (2):

$\frac{F}{F} = \frac{\sigma_1 L_1}{\sigma_2 L_2}; \quad \frac{\sigma_1 \cdot 2r_1}{1,5 \sigma_2 \cdot 2r_2} = 1$

$\frac{r_1}{1,5 r_2} = 1$

$\frac{r_1}{r_2} = 1,5$

Ответ: в 1,5 раза

N5  
 Решение:

Дано:  
 $m_0 = 0,08 \text{ кг}$   
 $n_0 = 50$

$k_0$   
 $K(n)$   
 $k_{обн}$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ , где  $m$  - масса пружины,  $k$  - жесткость всей пружины

$m_{линка} = \frac{m_0}{n_0} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

$\leq (1 + 5 + 2 + 3 + 1)$

общее количество пружин:

$\Delta L = \sum_{i=1}^n \Delta l_i$ , где  $n$  - кол-во линков, рассчитали

для 11 линков. ~~т.к.~~ для 11 линков  $L = 0,09 \text{ м}$

$\Delta L = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \dots + \Delta l_n$

где  $k_0$  - жесткость 1 линка

$\Delta l$  для каждого линка  $\Delta l$  можно выразить из формулы  $F_{пуп} = k_0 \Delta l$ ;

$\Delta l = \frac{F_{пуп}}{k_0}$ ; т.к. пружина растягивается, то  $mg = F_{пуп}$ , где

$m$  - общая масса линков под растянутой линкой, тогда:

$\Delta L = \frac{10 m_{линка} g}{k_0} + \frac{9 m_{линка} g}{k_0} + \dots + \frac{m_{линка} g}{k_0}$

$\Delta L = \frac{55 m_{линка} g}{k_0}; \quad k_0 = \frac{55 m_{линка} g}{\Delta L}; \quad k_0 \approx 9,18 \text{ Н/м}$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	0	0	0	1	5	7	7	3	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

общая жесткость пружины  
можно найти, используя  $k_0$ :

$$\frac{1}{k_{общ}} = \underbrace{\frac{1}{k_0} + \frac{1}{k_0} + \dots + \frac{1}{k_0}}_{50 \text{ раз}}$$

$$\frac{1}{k_{общ}} = \frac{50}{k_0}$$

$$k_{общ} = \frac{k_0}{50}$$

общая формула жесткости пружины из  $n$  витков:

$$k_{общ} = \frac{k_0}{n}$$

Зависимость периода колебаний от кол-ва витков:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_{витка} \cdot n^2}{k_0}} = 2\pi n \sqrt{\frac{m_{витка}}{k_0}}$$

Зависимость линейная

где  $n = 12$   $T = 0,65$ , тогда:

$$T = 2\pi n \sqrt{\frac{m_{витка}}{k_0}}$$

$$T^2 = 4\pi^2 n^2 \frac{m_{витка}}{k_0}$$

$$k_0 = \frac{4\pi^2 n^2 m_{витка}}{T^2}; \quad k_0 \approx 21,5 \text{ Н/м, тогда}$$

$$k_{общ} \approx \frac{21,5}{50} \approx 0,43 \text{ Н/м}$$

$$T(n) = 2\pi n \sqrt{\frac{m_{витка}}{k_0}} \approx 0,054 n$$

Ответ:  $k_0 \approx 21,5 \text{ Н/м}$ ;  $k_{общ} \approx 0,43 \text{ Н/м}$

$$T(n) = 2\pi n \sqrt{\frac{m_{витка}}{k_0}}$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



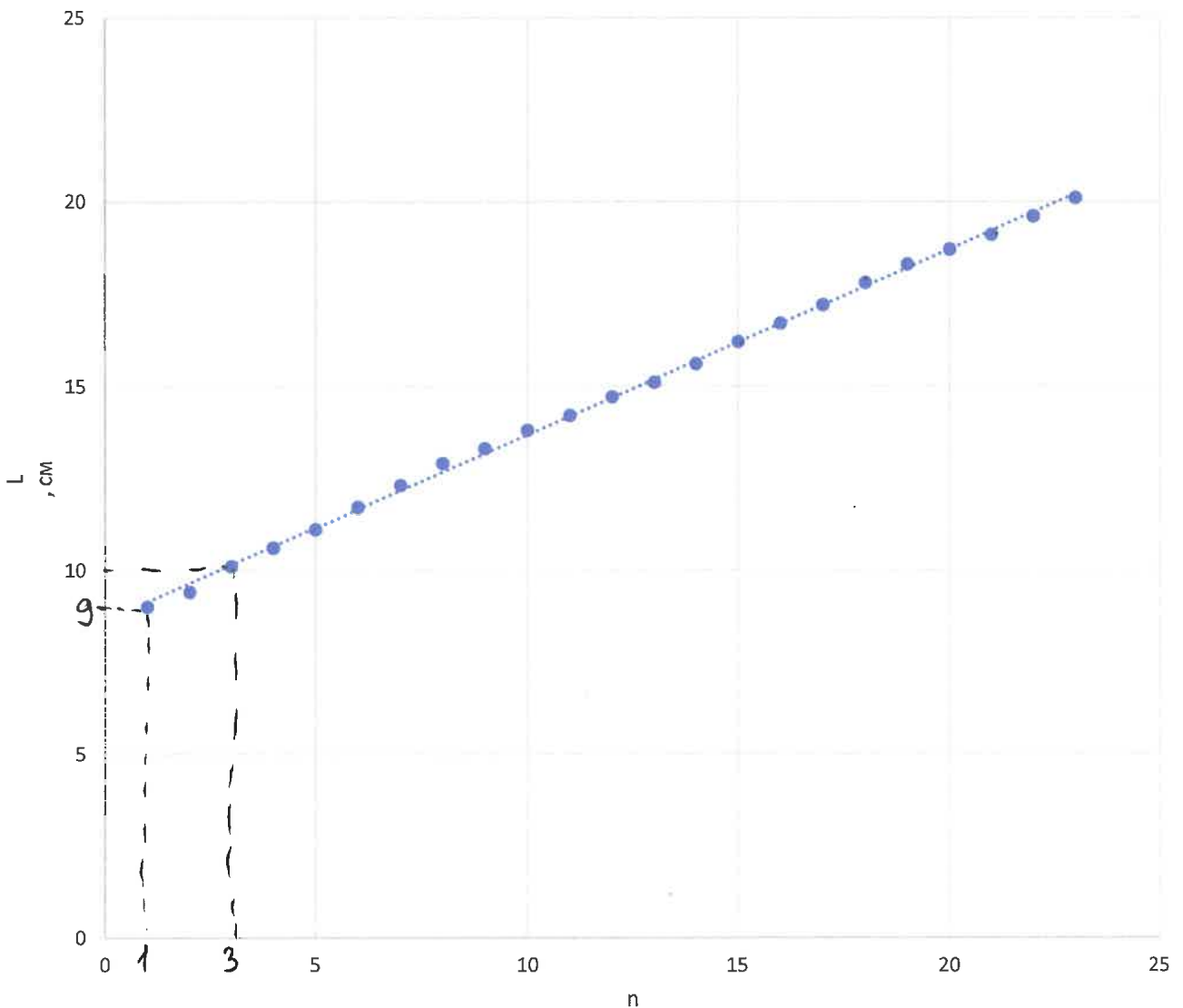
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0	0	0	0	1	5	7	7	3	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

График 1 к задаче 5. Вариант 3.  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними





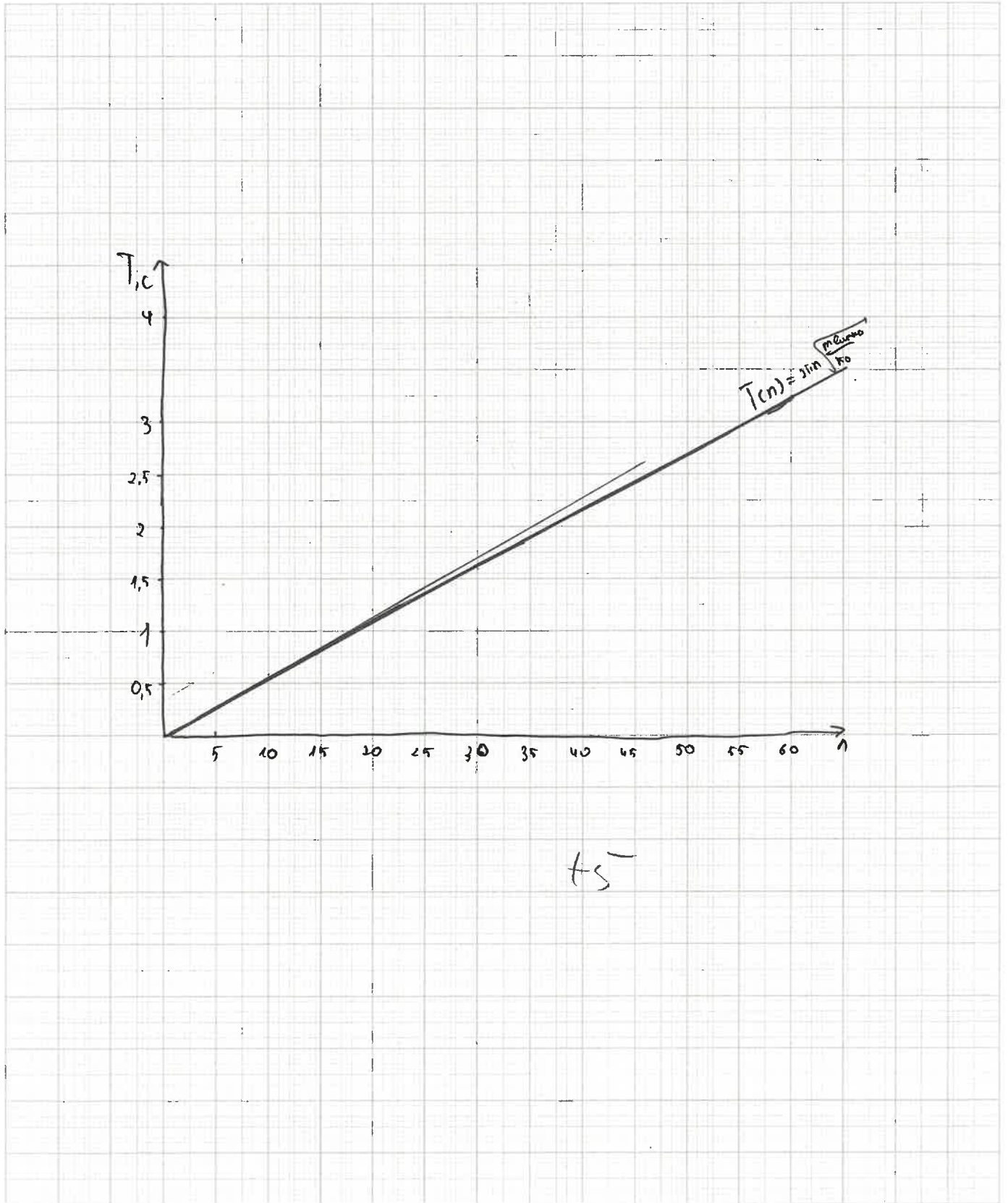
Олимпиада школьников «БЕЛЫЧОНОК»

Вариант № 3

0 0 0 1 5 7 7 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



$T \sim n$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф Ц О О О 1 9 2 3 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
6	16	6	7	21		56

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

3.  $pV^n = \text{const}$   
 $n = \frac{1}{2}$  (по условию)  $\Rightarrow$

$\Rightarrow p\sqrt{V} = \text{const}$ . Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

$$p = \frac{\nu RT}{V}$$

Подставим:  $\frac{\nu RT}{V} \cdot \sqrt{V} = \text{const} \Rightarrow \frac{\nu RT}{\sqrt{V}} = \text{const} \Rightarrow \nu RT = \sqrt{V} \cdot \text{const}$

$T \sim \sqrt{V}$ . Значит, если объём газа увеличился в 2 раза, температура увеличивается в  $\sqrt{2}$  раза.

$$T_2 = T_1 \cdot \sqrt{2} = 600\text{K} \cdot \sqrt{2} = 848,53\text{K}$$

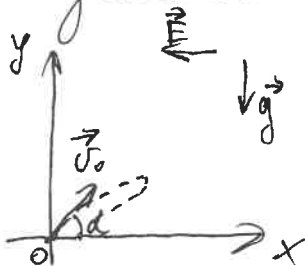
$$\Delta T = T_2 - T_1 = 848,53\text{K} - 600\text{K} = 248,53\text{K}$$

$$A = \nu R \Delta T = 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 248,53\text{K} =$$

$$= 2065,3 \text{ Дж}$$

Ответ:  $A = 2065,3 \text{ Дж}$ .

2. Стоит отметить, что при движении в таком поле максимальное отклонение по оси X будет в вершине <sup>когда  $v_x$  будет 0</sup> ~~пересечении~~ ~~большинства~~ ~~ного~~ ~~движения~~. Докажем это:



Когда частицу запустят в таком поле с начальной скоростью  $v_0$ , то она будет повторять большинство

движение, единственное отличие будет то,

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 9 2 3 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

что по оси  $Ox$  действует  $E$ .

Тогда понятно, что рассматривать нужно  $S_x$ , у которого теперь уравнение примет вид равнозамедленного движения, а после того, как  $v_x = 0 \frac{m}{c}$ , то примет вид равноускоренного по направлению к отрицательным значениям. Очевидно, что  $S_x$  максимальное будет при  $v_x = 0 \frac{m}{c}$ .

К сожалению, в условиях задачи не указана масса и заряд частицы.

Пусть  $m$  - масса частицы, а  $q$  - заряд.

$$\vec{F} = F \cdot q \Rightarrow F = \frac{E}{q} \quad E = \frac{F}{q} \Rightarrow F = E \cdot q$$

$$\frac{qE}{m} = \frac{2g}{3} \text{ (по условию)} \Rightarrow E = \frac{2mg}{3q}$$

$F = \frac{2mg}{3}$ , Второй закон Ньютона на ось  $Ox$ :

~~$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow -\frac{2mg}{3q^2} = -ma \Rightarrow a = \frac{2g}{3q^2}$$~~

~~$$v_x = v_0 \cos \alpha - at = v_0 \cos \alpha - \frac{2gt}{3q^2}$$~~

~~$$v_x = 0 \Rightarrow v_0 \cos \alpha = \frac{2gt}{3q^2}$$~~

~~$$t = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot 3q^2}{2g}$$~~

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 9 2 3 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

~~$$S_x = V_0 \cos d t - \frac{a t^2}{2}$$~~

~~$$S_x = V_0 \cos d \cdot \frac{V_0 \cos d \cdot 3q^2}{2g} - \frac{2g}{3q^2 \cdot 2} \cdot \left( \frac{V_0 \cos d \cdot 3q^2}{2g} \right)^2 =$$

$$= \frac{V_0^2 \cos^2 d \cdot 3q^2}{2g} - \frac{g}{3q^2} \cdot \frac{V_0^2 \cos^2 d \cdot 9q^4}{4g^2} =$$

$$= \frac{V_0^2 \cos^2 d \cdot 3q^2}{2g} - \frac{V_0^2 \cos^2 d \cdot 3q^2}{4g} = \frac{V_0^2 \cos^2 d \cdot 3q^2}{4g} =$$

$$= \frac{1600 \frac{m^2}{c^2} \cdot \frac{3}{4} \cdot 3 \cdot q^2}{4 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 90 q^2 \text{ м}$$~~

Стоит также отметить, что  $q^2$  - безразмерная неизвестная, т.к.  $q = \frac{2mg}{3E}$ , где

$$mg = [Н] \text{ и } E [Н \cdot м]$$

$$F = ma$$

$$\frac{2mg}{3} = ma$$

$$a = \frac{2}{3}g$$

$$V_x = V_0 \cos d - at = V_0 \cos d - \frac{2}{3}gt$$

$$V_0 \cos d - \frac{2}{3}gt = 0$$

$$t = \frac{3V_0 \cos d}{2g}$$

$$S_x = V_0 \cos d t - \frac{at^2}{2} = V_0 \cos d \cdot \frac{3V_0 \cos d}{2g} - \frac{\frac{2}{3}g}{2} \cdot \left( \frac{3V_0 \cos d}{2g} \right)^2 =$$

$$= \frac{3V_0^2 \cos^2 d}{4g} - \frac{3V_0^2 \cos^2 d}{4g} = \frac{3V_0^2 \cos^2 d}{4g}$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 9 2 3 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

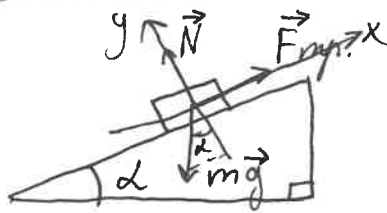
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$= \frac{3 \cdot 40 \cdot 40 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}{40 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} =$$

$$= 120 \text{ м} \cdot \frac{3}{4} = 90 \text{ м}$$

Ответ:  $S_x = 90 \text{ м}$

4. Проверю, действительно ли тело покоится:



45

II. 3. л.:

$$Oy: -mg \cos \alpha + N = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$Ox: F_{\text{fr}} - mg \sin \alpha = ma$$

$$N\mu - mg \sin \alpha = ma$$

$$mg \cos \alpha \cdot \mu - mg \sin \alpha = ma$$

$$g(\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha) = a$$

$$10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (0,346 - 0,5) = a$$

$$a = -1,54 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$a \neq 0$ , значит тело не покоится.

Когда не помнится задача, т.к. нужно найти с какой минимальной силой

надо толкнуть тело, которое уже в движении, чтобы оно начало двигаться. Если тело уже движется, значит  $F = 0 \text{ Н}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Ответ:  $F_{\min} = 0 \text{ Н}$

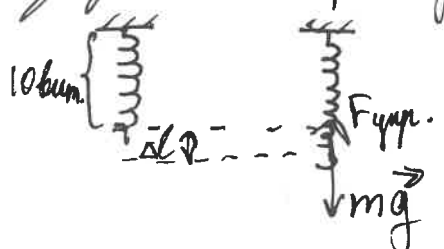
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

5 Можно заметить, что на графике к этой задаче (лист 6) зависимость между  $L$  и  $n$  прямая, значит можно задать эту прямую. Возьму две точки принадлежащие этой прямой:

$(5; 11)$  и  $(1; 9)$ .

$$\begin{cases} 9 = k + b \\ 11 = 5k + b \end{cases} \quad | \cdot (-1) \quad + \quad \begin{cases} -9 = -k - b \\ 11 = 5k + b \end{cases} \quad \Rightarrow \quad 2 = 4k \Rightarrow k = 0,5$$

$11 = 5 \cdot 0,5 + b \Rightarrow b = 8,5$ .  $b$  - пересечение прямой с осью  $Oy$ , а значит это и есть длина пружины, состоящей из 10 витков. Пусть это положение будет положительная полая этой пружины. Тогда, добавляя новые витки она деформируется. При добавлении одного витка:



II. 3. fl.:  $F_{\text{упр}} = mg$   
 $k \Delta l = mg$   
 $k = \frac{mg}{\Delta l}$

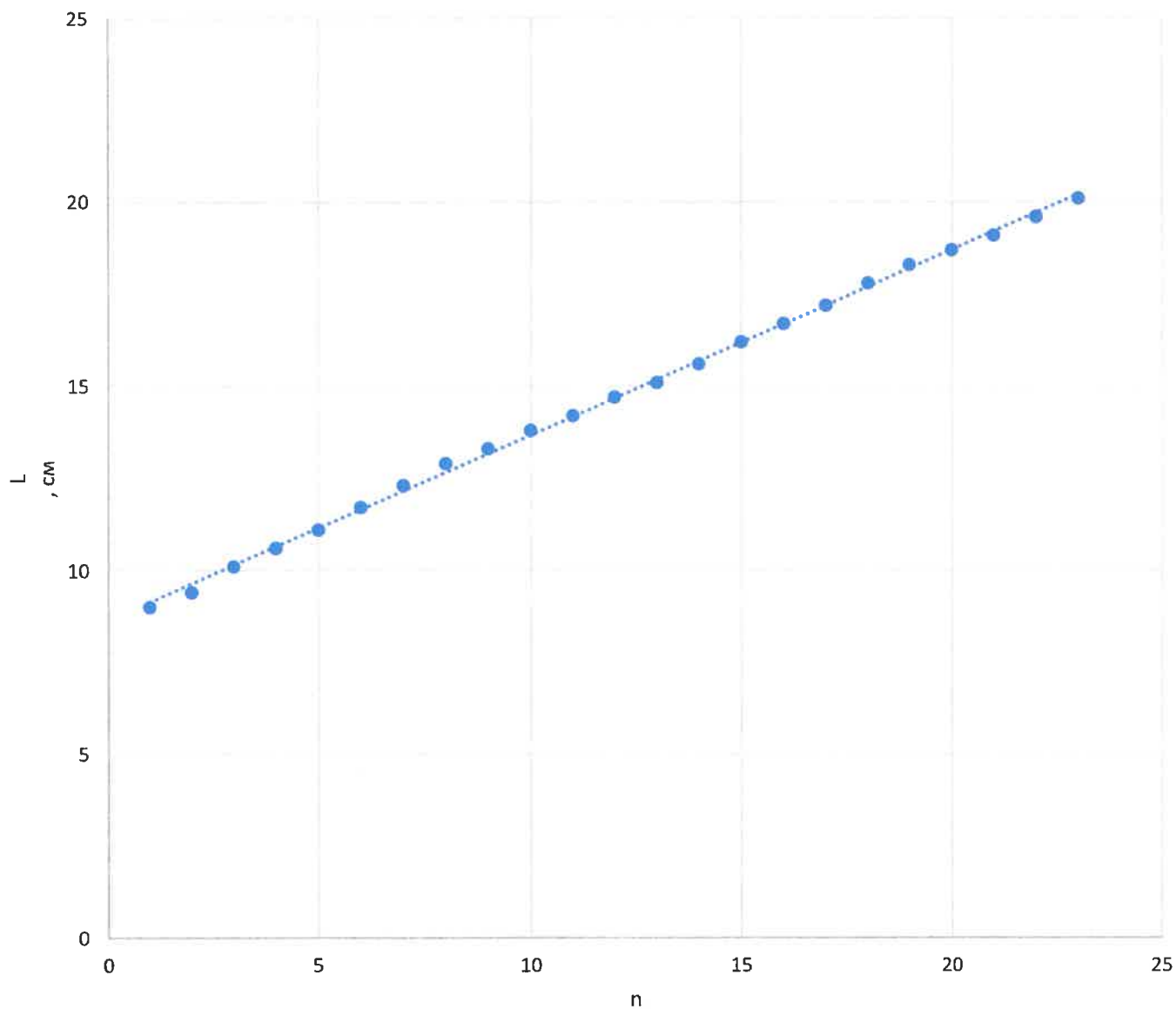
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	0	0	0	1	9	2	3	5	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

График 1 к задаче 5. Вариант 3.  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



Вариант № 3

Ф И О О О 1 9 2 3 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Найду массу одного витка:

$$m = \frac{m_0}{n_0} = \frac{802}{50} = 1,62. \text{ Тогда подставляя в } k = \frac{mg}{\Delta l} \text{ } m=1,62 \text{ и } \Delta l = l' - l_0 = 9 \text{ см} - 8,5 \text{ см} = 0,5 \text{ см:}$$

$$k = \frac{0,0016 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{0,5 \text{ см}} = 0,032 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$$

То, что я нашёл - это коэфф. жесткости для пружины с 10-ью витками.

Данное соотношение витков можно рассматривать, как последовательное соединение витков, т.е. каждый виток с  $k_0$  и тем же  $k_0$ :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_0} + \frac{1}{k_0} + \dots + \frac{1}{k_0} \Rightarrow$$

10 витков

$$\Rightarrow \frac{1}{k} = \frac{10}{k_0} \Rightarrow k_0 = 10k = 0,32 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$$

$k_0 = 0,32 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$  - и есть коэфф. жесткости одного витка.

Коэффициент жесткости  $k'$  для пружины, содержащей  $n$  витков легко вывести, т.е.



Вариант № 3

Ф И О О О 1 9 2 3 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

5. Найдю массу одного ветвца:

$$m' = \frac{m_0}{n_0} = \frac{80,2}{50} = 1,62 = 0,0016 \text{ кг}$$

Построю график по данным из таблицы. Строя, замечаю что точки 0 - 24 летят на одной прямой, но затем меняется зависимость, из-за этого точка (35; 1,62) летит дальше всех от прямой. Перед колебаниями пружинного маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{m}{k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}. \text{ Возьму } n=21 \text{ и } T=1,1 \text{ с.}$$

$$m = m' \cdot n = 0,0016 \text{ кг} \cdot 21 = 0,0336 \text{ кг}$$

$$k = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 0,0336 \text{ кг}}{1,1^2 \text{ с}^2} \approx 1,095 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Соединение всех 21 ветвца можно рассматривать как последовательные.



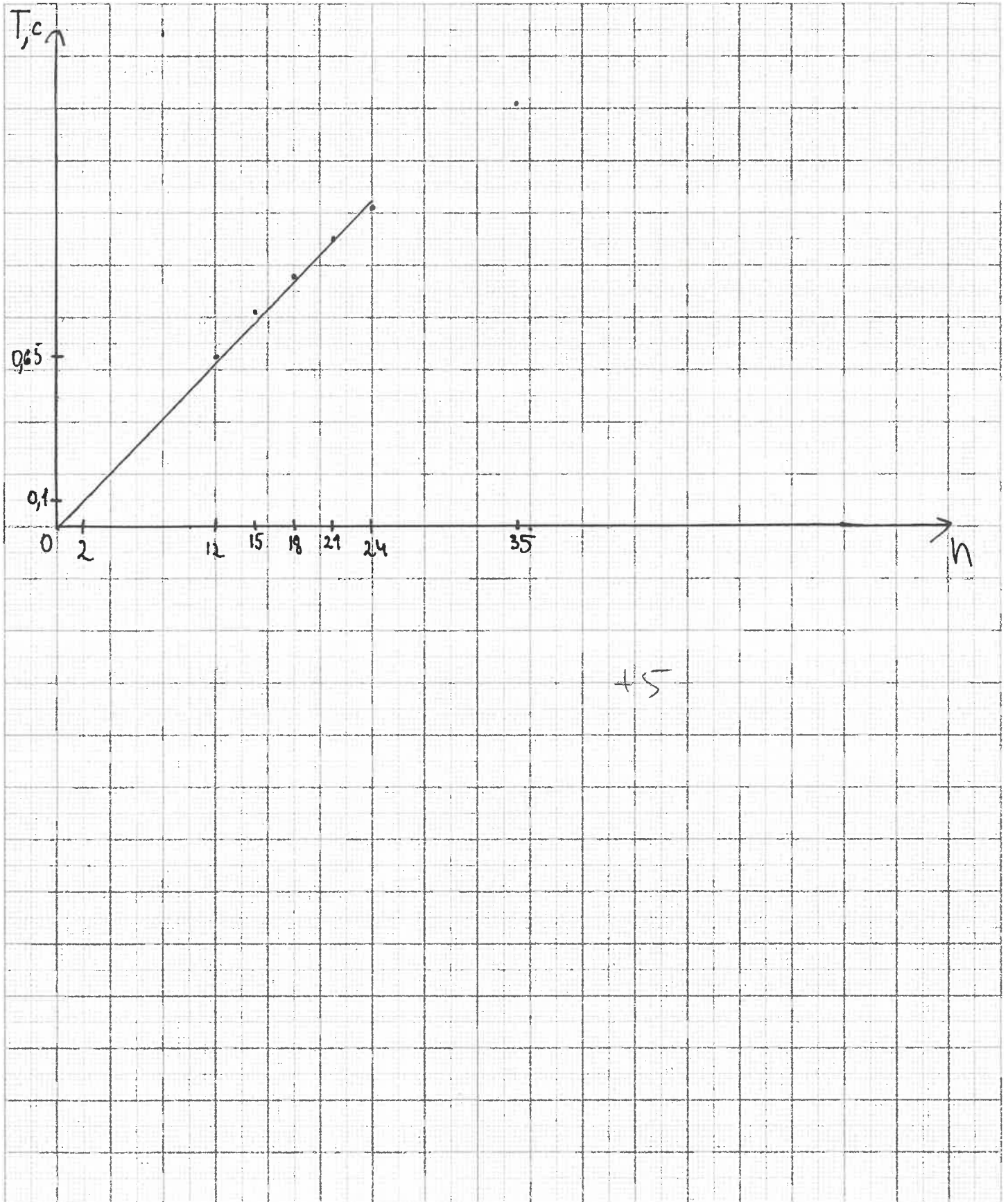
# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	0	0	0	1	9	2	3	5	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



Вариант № 3

7	4	0	0	0	1	9	2	3	5	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Жюри:

$$\frac{1}{k} = \underbrace{\frac{1}{k_0} + \frac{1}{k_0} + \dots + \frac{1}{k_0}}_{2 \text{ раз}}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{21}{k_0} \Rightarrow k_0 = 21k = 21 \cdot 1,095 \frac{\text{М}}{\text{м}^2} \approx$$

$$\approx 23 \frac{\text{М}}{\text{м}}$$

Общую формулу для расчёта  $k^1$  крутки с  $n$  жел-век ветвей:

$$\frac{1}{k^1} = \frac{1}{k_0} + \frac{1}{k_0} + \dots + \frac{1}{k_0}$$

$$\frac{1}{k^1} = \frac{n}{k_0}$$

$$k^1 = \frac{k_0}{n} = \frac{23 \frac{\text{М}}{\text{м}}}{n}$$

Жюри жесткости крутки с 50 ветвями кюбу:

$$k_{\text{кюбу}} = \frac{23 \frac{\text{М}}{\text{м}}}{50} = 0,46 \frac{\text{М}}{\text{м}}$$

Ответ: 1)  $k_0 = 23 \frac{\text{М}}{\text{м}}$ ; 2)  $k^1 = \frac{23 \frac{\text{М}}{\text{м}}}{n}$ ; 3)  $k_{\text{кюбу}} = 0,46 \frac{\text{М}}{\text{м}}$

Σ 215



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 9 2 3 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1.  $E = \frac{F}{q}$

$\sigma_q \sim \frac{F}{q}$  (по усл.)  $F$  - сила Кулона между каплей и жидкостью.

$\sigma_q \sim \frac{|q_1| \cdot |q_2| \cdot k}{r^2 \cdot q} \Rightarrow \sigma_q \sim \frac{\text{const}}{r^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow r^2 \sim \frac{1}{\sigma_q} \Rightarrow r \sim \frac{1}{\sqrt{\sigma_q}}$ . Значит

при увеличении  $\sigma_q$  в 1,5 раза  $r$  + 2  
уменьшится  $\frac{1}{\sqrt{1,5}}$  раза:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{\sigma_{q_2}}}{\sqrt{\sigma_{q_1}}} = \sqrt{\frac{\sigma_{q_2}}{\sigma_{q_1}}} = \sqrt{1,5} \approx 1,225$$

Значит уменьшится радиус уменьшится  
в 1,225 раз.

Ответ: Уменьшится в 1,225 раз.

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа  
в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 8 2 0 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

N3

Решение

Дано  
 $T_1 = 600 \text{ K}$   
 $\frac{V_1}{V_2} = 2$   
 $\pi = \frac{1}{2}$   
 $\nu = 1 \text{ моль}$

Запишем уравнение политропического процесса:

$pV^n = \text{const} \Rightarrow p_1 \sqrt{V_1} = p_2 \sqrt{V_2}$ , т.к. политропический процесс

$A_T = ?$

$Q^{\frac{1}{2}} = \sqrt{A}$

$p_1 = p_2 \cdot \sqrt{2}$

2) Найдем  $T_2$  из ур-е Менделеева - Клапейрона:

$pV = \nu RT \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{2}{\sqrt{2}} T_1$

3) Запишем формулу работы газа:  
 $A_T = \int_{V_0}^{V_k} p(V) \cdot dV$ , где  $V_0$  - начальный объем,  $V_k$  - конечный объем.

~~$A_T = \int_{V_1}^{V_2} p_1 \sqrt{V_1} \cdot dV = p_1 \sqrt{V_1} \int_{V_1}^{V_2} V^{-1/2} \cdot dV = p_1 \sqrt{V_1} \cdot 2 \sqrt{V} \Big|_{V_1}^{V_2} = 2 p_1 \sqrt{V_1} (\sqrt{V_2} - \sqrt{V_1})$~~

4) Запишем I закон термодинамики.

$Q = A_T + \Delta U$

$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$

$Q = c \nu \cdot \Delta T$

$\eta = \frac{c - c_p}{c - c_v} \Rightarrow c = \frac{c_p - c_v}{1 - \eta}$

$c_p = \frac{i+2}{2} R$ , т.к. газ одноатомный,  $c_v = \frac{i}{2} R$  и  $i=3$

$\Rightarrow A_T = c \nu \cdot T_1 \left( \frac{\sqrt{2}}{2} - 1 \right) - \frac{3}{2} \nu R T_1 \left( \frac{\sqrt{2}}{2} - 1 \right) \Rightarrow c = 16,62$

$\approx -730 \text{ Дж}$

Ответ:  $A_T = -730 \text{ Дж}$

125

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Ф И О О О 1 8 2 0 3 2 5

Вариант № 3

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

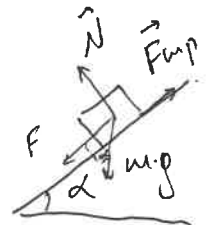
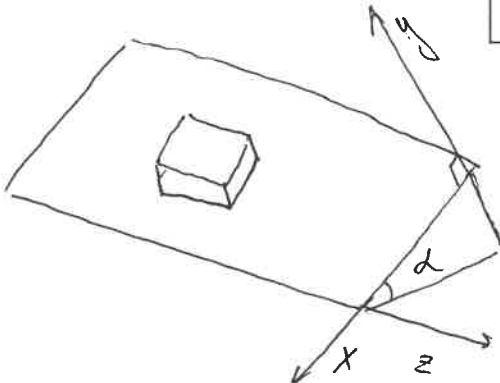
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

N 4

Дано  
 $\alpha = 30^\circ$   
 $m = 0,5 \text{ кг}$   
 $\mu = 0,4$

$F_{\text{min}} = ?$



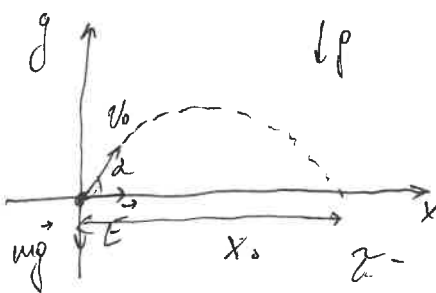
$N = mg \cdot \cos \alpha$

Запишем условие равновесия:  $F_{\text{тр}} \leq mg \cos \alpha + 15$

1) Чтобы брусок поехал вниз, нужно приложить  $F_{\text{min}} \leq mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$   
 $F_{\text{min}} \leq mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) \Rightarrow F_{\text{min}} \leq mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$  (не вышло, нет уга)

2) Чтобы брусок поехал вверх, нужно приложить  $F_{\text{min}} \leq mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$   
 $F + F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha - F$   
 $mg \sin \alpha - F \leq \mu mg \cos \alpha \Rightarrow F \geq mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \Rightarrow$   
 $\Rightarrow F_{\text{min}} = mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \approx 0,77 \text{ Н}$

N 2.  
 Дано  
 $\alpha = 30^\circ$   
 $v_0 = 40 \text{ м/с}$   
 $\frac{qE}{m} = \frac{2}{3}g$   
 $x_0 = ?$



Решение

оx:  $ma_x = E \cdot q \Rightarrow a_x = \frac{E \cdot q}{m} = \frac{2}{3}g$   
 оy:  $ma_y = mg \Rightarrow a_y = g$   
 За  $t_0$  кинематика  
 $x_0(t) = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{2}{3}g t^2$ , где  $t$  - время всего полёта.

$y(t) = 0: v_0 \sin \alpha = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$

$x_0 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{1}{3}g \cdot \frac{4 \sin^2 \alpha v_0^2}{g^2} = \frac{v_0^2}{g} (\sin^2 \alpha - \frac{4}{3} \sin^2 \alpha) =$   
 $\approx \frac{852}{g} \text{ м}$ , если брать  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , то  $x_0 \approx 85,2 \text{ м}$   
 Ответ:  $x_0 \approx \frac{852}{g}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф 4 0 0 0 1 8 2 0 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Решение

№5  
Дано  
 $m_0 = 80г$   
 $n_0 = 50$  витков

Рассмотрим зависимость периода колебания:

$k_{02}!$   
 $k(n)!$   
 $k_{обш} = ?$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T(m, k) = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 n m_0}{n_0 T^2}$$

$m = \sigma \cdot L$ , где  $\sigma$  - линейная плотность,

$L$  - длина пружины;

$$m_0 = \sigma \cdot 2\pi r \cdot n_0 \Rightarrow m(n) = \frac{n}{n_0} \cdot m_0$$

$$m = \sigma \cdot 2\pi r \cdot n$$

Рассмотрим как меняется коэффициент жесткости  $k$

$$T_{35} = 2\pi \sqrt{\frac{n_{35} m_0}{n_0 k_{35}}} \Rightarrow k_{35} = \frac{4\pi^2 n_{35} m_0}{n_0 T_{35}^2} \approx 0,89 \frac{H}{m}$$

$$k_{24} = \frac{4\pi^2 n_{24} m_0}{n_0 T_{24}^2} \approx 0,58 \frac{H}{m}$$

$$k_{03} \approx 0,84 \frac{H}{m}$$

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

Определим коэффициент жесткости одного витка:

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 8 2 0 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
13	16	12	8	6		55

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1  
 Дано  $E; \sigma; \rho; \sigma_q$   
 Решение  
 Предположим, что  $r$  зависит от радиуса  $r$   
 $r(E; \sigma; \sigma_q; \rho)$ , где  $r = \sigma \cdot L$   
 $r = \alpha E^\beta \cdot \sigma^\gamma \cdot \sigma_q^\theta \cdot \rho^\mu$  25

Расширим размерности:

$$r = [M] \quad E = \left[ \frac{H}{Km} \right] = \left[ \frac{kg \cdot m}{c^2 \cdot Km} \right] \quad F = [H] = \left[ \frac{kg \cdot m}{c^2} \right] \quad \sigma = \left[ \frac{kg}{m^2} \right] \quad \rho = \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

$$M = \alpha \frac{kg^\beta \cdot m^\beta}{c^{2\beta} \cdot Km^\beta} \cdot \frac{kg^\gamma \cdot m^\gamma}{c^{2\gamma}} \cdot \frac{kg^\theta}{m^{2\theta}} \cdot \frac{kg^\mu}{m^{3\mu}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 1 = \beta + \gamma - 2\theta - 3\mu \\ 0 = \beta + \gamma + \theta + \mu \\ 0 = -2\beta - 2\theta - 2\mu \\ 0 = -\beta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mu = 0 \\ \gamma = 0 \\ \beta = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \theta = 1 \\ \mu = -1 \\ \gamma = 0 \\ \beta = 0 \end{cases}$$

$$r = \alpha \frac{\sigma_q}{\rho}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sigma_{q1}}{\sigma_{q2}} = \frac{1}{1.5} = \frac{2}{3} \Rightarrow r_1 = \frac{2}{3} r_2$$

Ответ:  $r_1 = \frac{2}{3} r_2$

$r_1$  - радиус по высоте или поверхностью  
 $r_2$  - радиус по высоте или поверхностью



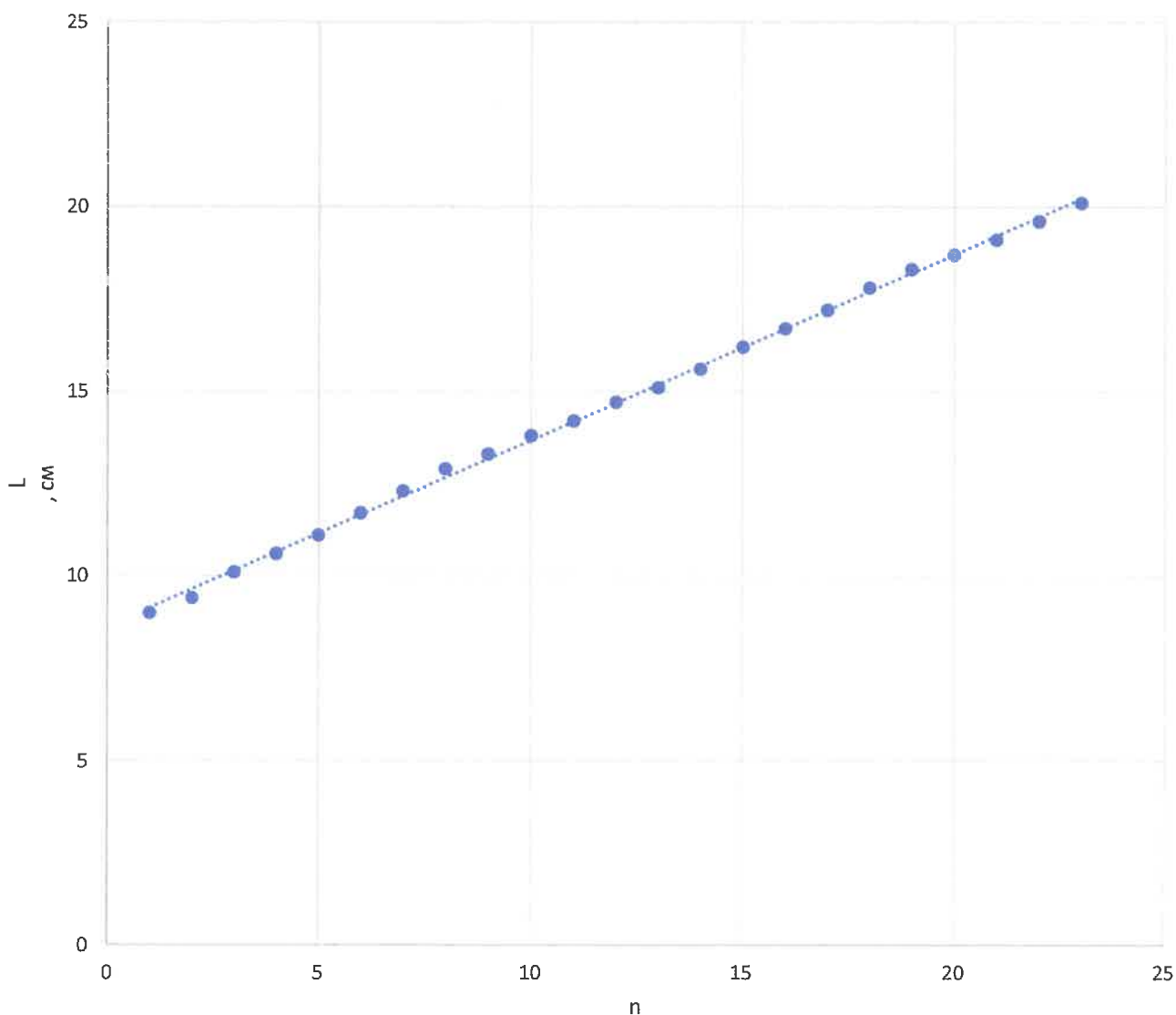
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	0	0	0	1	8	2	0	3	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

График 1 к задаче 5. Вариант 3.  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 8 6 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

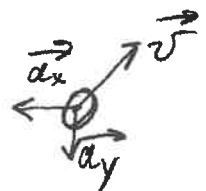
1	2	3	4	5	6	Σ
-	16	12	8	18		54

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



N2



$$a_x = \frac{dE}{m} = \frac{\sqrt{3}}{3} g$$

$$a_y = g$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha = 10\sqrt{3} \frac{m}{c}$$

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = 10 \frac{m}{c}$$

$$x(t) = v_{0x} \cdot t - \frac{a_x t^2}{2} = 10t - \frac{10\sqrt{3} \cdot t^2}{6}$$

$$y(t) = v_{0y} \cdot t - \frac{a_y t^2}{2} = 10\sqrt{3} \cdot t - \frac{10 \cdot t^2}{2}$$

$$t_{max x} = \frac{-b}{2a} = \frac{-10}{-10\sqrt{3}} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} e$$

$$x_{max} = 10\sqrt{3} - \frac{10\sqrt{3} \cdot 6(\sqrt{3})^2}{6} = 5\sqrt{3} \approx 8,66 \mu$$

~~Ответ:~~ Ответ:  $8,66 \mu + \frac{1}{\sqrt{3}}$

$$C = \frac{Q}{\Delta T \cdot \nu} \quad Q_p = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \nu P \Delta V = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$Q_v = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow c_v = \frac{Q_v}{\Delta T \cdot \nu} = \frac{3}{2} R; \quad c_p = \frac{Q_p}{\Delta T \cdot \nu} = \frac{5}{2} R$$

$$\nu = \frac{c - \frac{5}{2} R}{c - \frac{3}{2} R} = 2 \Rightarrow c - 2,5R = 2c - 3R \Rightarrow c = 0,5R$$

$$pV = const \Rightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2 = p_2 \cdot (2V_1)^2 = 4p_2 V_1^2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1}{4}$$

$$T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = \frac{p_1 V_1}{2 \nu R} = \frac{T_1}{2} = 200K \Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1 = -200K$$

$$Q = c \nu \Delta T = 0,5R \cdot 1 \text{ моль} \cdot (-200K) = -100K \cdot \text{моль} \cdot R$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot R \cdot (-200K) = -300K \cdot \text{моль} \cdot R$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

9 0 0 0 1 0 8 6 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow A = Q - \Delta U$$

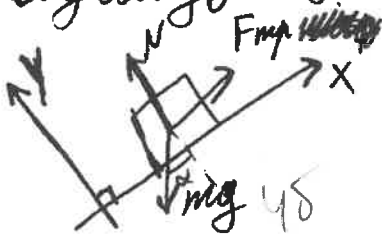
$$A = -100R - (-300R) = 200R \cdot \text{масс} \cdot k$$

$$A \approx 762 \text{ Дж}$$

Ответ: 762 Дж

№4

вид сил в отсутствие силы F:



$$O_y: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha \quad 35$$

$$O_x: F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = 0$$

$$F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha \approx 0,5 mg$$

$$F_{\text{тр max}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha \approx 0,433$$

Заметим, что максимальная сила трения меньше, чем сила требуемая для ~~отталкивания~~ нахождения бруска в покое, а значит он изначально будет двигаться. +15

Ответ: F=0

№5

~~или будет~~

$$\Delta l = \frac{F}{k} \Leftrightarrow l - l_0 = \frac{n \cdot m_0 \cdot g}{k} \Rightarrow l = n \cdot \frac{m_0 \cdot g}{k} + l_0$$

Заметим, что по формуле  $l \sim n$ , а значит графиком  $l(n)$  будет являться прямая!



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 8 6 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Соберем данные с этой графика и составим таблицу:

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$l, \text{см}$	7,9	8,9	10,1	11,1	12,1	13,1	14,3	15,1	16,3	17,2	18,2	19,2	20,1	20,7	22,1	23,3	24	25,2	26,2	27,9	29,1
$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

$l, \text{см}$	30,2	31,5
$n$	22	23

$$\Delta = \frac{m_0 \cdot g}{k_{10}}$$

$$l_i - l_j = \Delta (n_i - n_j) \Rightarrow l_i - l_1 = \Delta (n_i - n_1) \Rightarrow \Delta l_i = \Delta (n_i - 1)$$

$$i \in [2; 23]$$

$$\Delta = \frac{\sum \Delta l_i}{n_i - 1}$$

$\Delta l_i$	1,2	3,2	4,2	5,2	6,4	7,2	8,4	9,3	10,3	11,3	12,2	12,8	14,2	15,1	16,1	17,3	18,3	20	21,8	23,2	23,6	
$n_i - 1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
$\frac{\Delta l_i}{n_i - 1}$	1,1	1,6	1,4	1,3	1,28	1,07	1,2	1,16	1,11	1,03	1,03	1,02	0,98	1,01	1,03	1,01	1,02	1,02	1,05	1,09	1,06	1,02

$$\left(\frac{\Delta l}{n-1}\right)_{cp} = \frac{\sum \frac{\Delta l_i}{n_i - 1}}{22} \approx 1,039$$

$$1,039_{\text{см}} = \Delta = \frac{m_0 \cdot g}{k_{10}} \Rightarrow k_{10} = \frac{m_0 \cdot g}{0,01039 \text{ м}} = \frac{0,04 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,01039 \text{ м}}$$

$$k_{10} \approx 38,495 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\frac{1}{k_{10}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_1} + \dots + \frac{1}{k_1} = \frac{10}{k_1} \Rightarrow k_1 = k_{10} \cdot 10 \approx 384,95 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\frac{1}{k_n} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_1} + \dots + \frac{1}{k_1} = \frac{n}{k_1} \Rightarrow k_n = \frac{k_1}{n} + 35$$

$$k_{50} = k_0 = \frac{k_1}{50} \approx 7,7 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\Sigma = 185$$

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



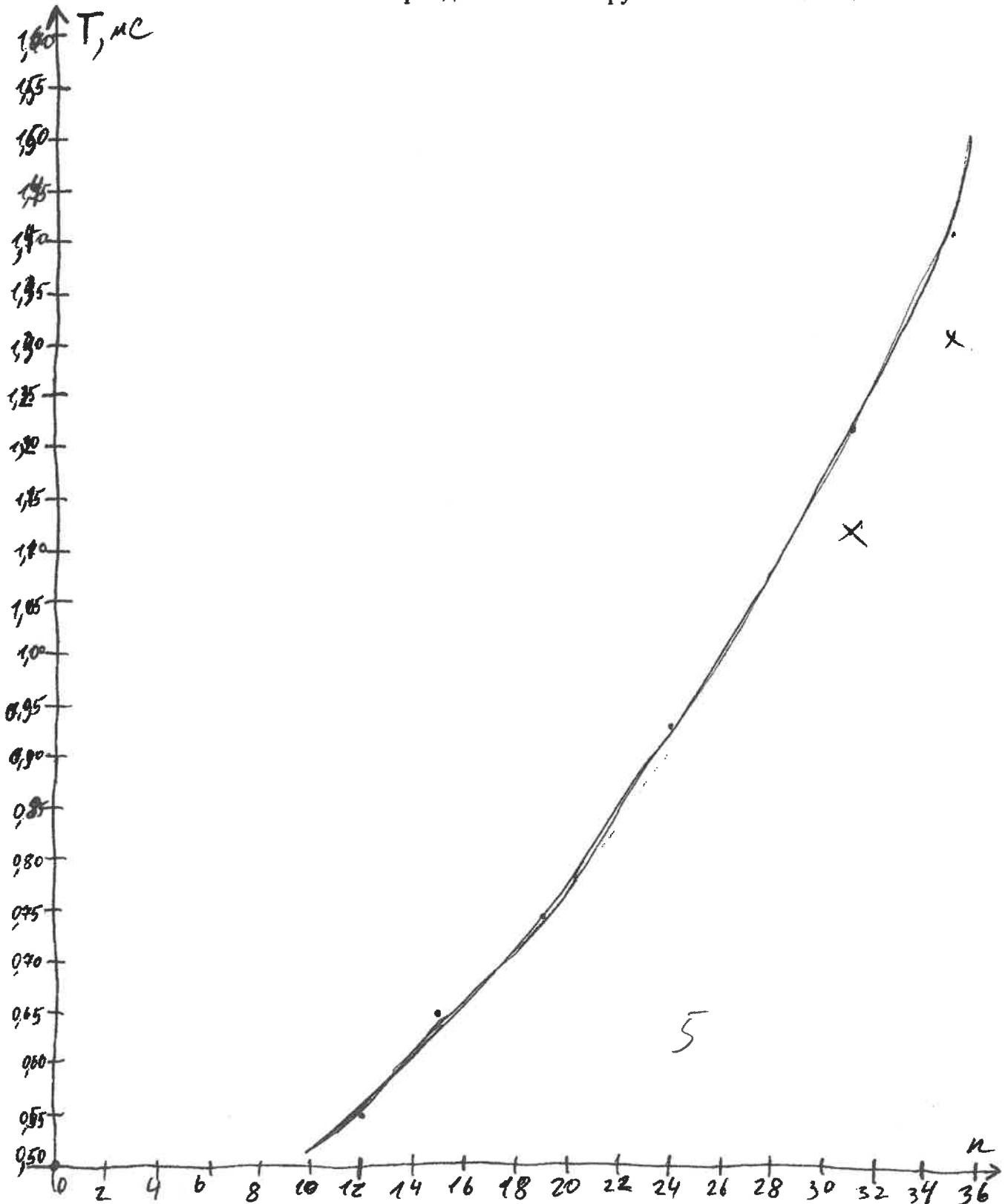
# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

9	0	0	0	1	0	8	6	0	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

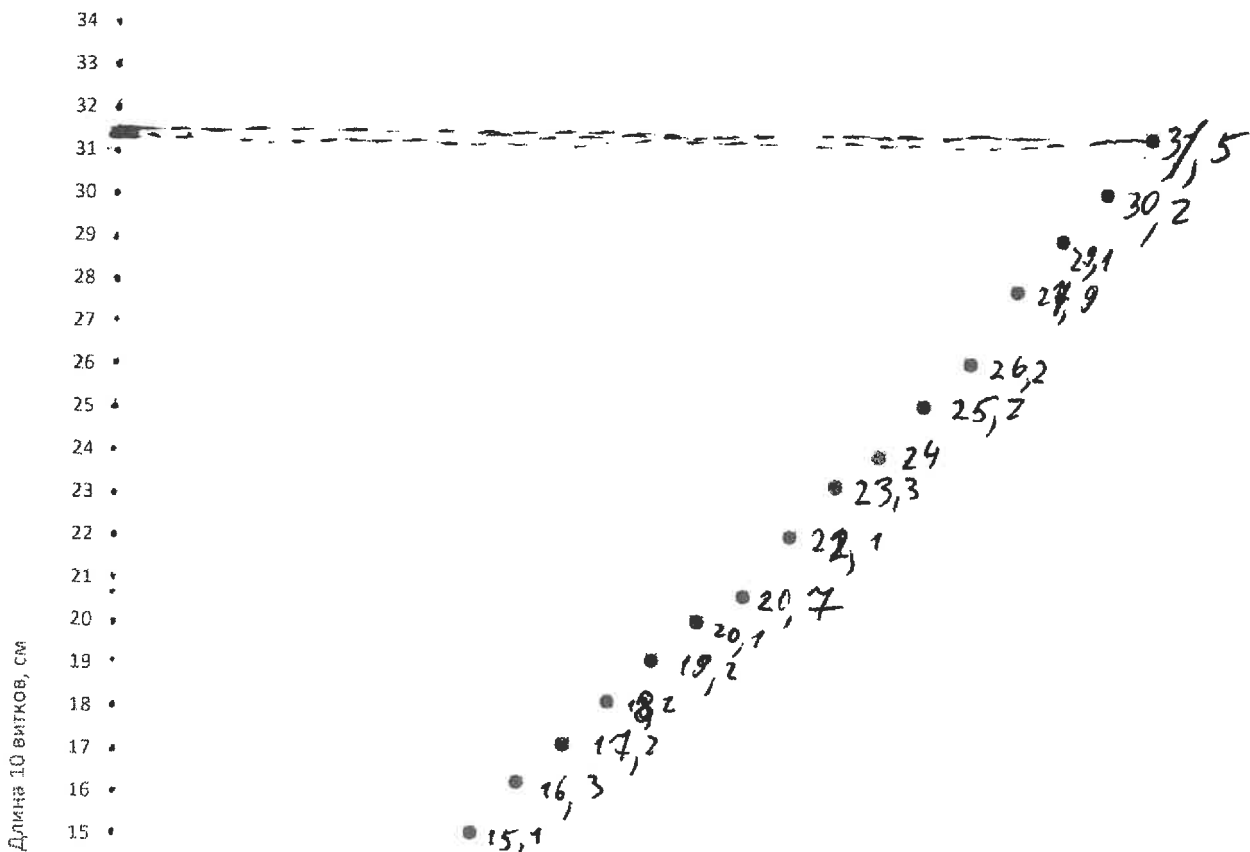
Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 8 6 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 1.

Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



0	0
1	1,04
2,2	2,08
3,2	3,12
4,2	4,16
5,2	5,20
6,4	6,24
7,2	7,28
8,4	8,32
9,3	9,36
10,3	10,40
11,3	11,44
12,2	12,48
13,8	13,52
14,2	14,56
15,4	15,60
16,1	16,64
17,3	17,68
18,3	18,72

20	79	1,05
21	80	1,09
22	81	1,06
23	82	1,07

75  
+ 75

$k \approx 1,04$

$$l = n \cdot 1,04 + l_0$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 7 5 8 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
—	16	21	6	10		53

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



№ 2.

Дано:  
 $v_0 = 40 \frac{m}{c}$   
 $\alpha = 30^\circ$   
 $\frac{qE}{m} = \frac{2g}{3}$

$\Delta X = ?$

Решение: II закон Ньютона:

OY:  $ma_y = -mg \Rightarrow a_y = -g$

OX:  $ma_x = -qE \Rightarrow a_x = -\frac{qE}{m} = -\frac{2}{3}g$

$\Delta x = S_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

$\Delta x = v_0 \cos \alpha t - \frac{2g}{3} \cdot \frac{t^2}{2}$

Для точки падения:  $S_y = 0$

$0 = v_{0y} \sin \alpha t + \frac{a_y t^2}{2}$

$0 = t (v_{0y} \sin \alpha + \frac{a_y t}{2}) \quad | :t (t > 0)$

$v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2} = 0 \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

$\Delta x = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$

$\Delta x = \frac{2v_0^2 \sin \alpha}{g} (\cos \alpha - \frac{2 \sin \alpha}{3}) = \frac{2 \cdot 1600 \cdot \frac{1}{2}}{10} (\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2}) =$   
 $= 160 \cdot \frac{3\sqrt{3}-2}{6} \approx 85,23 \text{ м}$

Ответ: 85,23 м

№ 3.

Дано:  
 $pV^n = \text{const}$   
 $\gamma = 1,05$   
 $i = 3$   
 $V_k = 2V_1$   
 $n = \frac{1}{2}$   
 $T_1 = 600 \text{ K}$

A = ?

Решение: 1)  $n = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2C - 2C_p = C - C_v \Rightarrow C = 2C_p - C_v$

2)  $C_p = \frac{i+2}{2} R$ ;  $C_v = \frac{i}{2} R \Rightarrow C = 2 \cdot \frac{i+2}{2} R - \frac{i}{2} R = R \cdot \frac{i+4}{2}$

3)  $C = \frac{Q}{\gamma \Delta T} = \frac{(i+4)R}{2} \Rightarrow Q = \frac{(i+4)\gamma R \Delta T}{2} = \frac{i+4}{2} \cdot \gamma R \Delta T$

4) первое начало термодинамики:  $Q = \Delta U + A$

$A = Q - \Delta U$

5)  $\Delta U = \frac{i}{2} (p_k V_k - p_1 V_1) = \frac{i}{2} (2p_k V_1 - p_1 V_1) = \frac{i}{2} V_1 (2p_k - p_1)$

6) Уравнение Менделеева-Клапейрона:  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \gamma R \frac{p_1 V_1}{T_1} \Rightarrow p_1 V_1 = \gamma R T_1$

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$PV^{\frac{1}{2}} = \text{const}$  по условию

$P_1 V_1^{\frac{1}{2}} = 2RT_1 \quad | : V_1^{\frac{1}{2}}$

$P_1 V_1^{\frac{1}{2}} = \frac{2RT_1}{V_1^{\frac{1}{2}}} = \text{const} \Rightarrow \frac{2RT_1}{V_1^{\frac{1}{2}}} = \frac{2RT_k}{V_k^{\frac{1}{2}}} \Rightarrow \frac{2RT_1}{V_1^{\frac{1}{2}}} = \frac{2RT_k}{(2V_1)^{\frac{1}{2}}}$

$\frac{2RT_1}{V_1^{\frac{1}{2}}} = \frac{2RT_k}{\sqrt{2} V_1^{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_1 = \frac{T_k}{\sqrt{2}}$  или  $T_k = \sqrt{2} T_1$

7)  ~~$A = \frac{i+4}{2} \cdot 2R \Delta T - \frac{i}{2} \cdot 2R \Delta T = 2R \Delta T (\frac{i+4-i}{2}) = 2R \Delta T$~~

$A = 2 \cdot 2R (T_k - T_1) = 2 \cdot 2R (\sqrt{2} T_1 - T_1) = 2 \cdot 2R T_1 (\sqrt{2} - 1)$

$A = 2 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 600 \text{ К} \cdot (\sqrt{2} - 1) \approx 4130,5 \text{ Дж}$

Ответ: 4130,5 Дж +

№5.

Дано:  
 $m_0 = 80 \text{ г} = 0,08 \text{ кг}$   
 $n_0 = 50$

- 1)  $k_0$  - ?
- 2)  $k$  - ?
- 3)  $k_{\text{общ}}$  - ?

Решение: 1)  $m_n \vec{g} = \vec{F}_{\text{упр.}}$  (II закон Ньютона),  
 где  $m_n$  - масса  $n$  витков после 10 витков

$m_n = n \cdot m_0$

$n m_0 g = k_{10} \Delta l$ , где  $k_{10}$  - жёсткость пружинки из 10 витков

$k_{10} = m_0 g \frac{n}{\Delta l}$ ;  $\frac{n}{\Delta l} = \text{ctg } \alpha$  (по графику) телешко

$\frac{n}{\Delta l (\text{см})} = 2 \Rightarrow k_{10} = 0,08 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 = 3,2 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

$k_{10} = 10 k_0 \Rightarrow k_0 = 10 \cdot 3,2 = 32 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

2)  $\frac{1}{k_{10}} + \frac{1}{k_{(n-10)}} = \frac{1}{k}$ ,  $k_{(n-10)}$  - жёсткость пружинки из  $n-10$  витков

$k = \frac{k_{10} \cdot k_{(n-10)}}{k_{10} + k_{(n-10)}}$

$\frac{1}{k_{(n-10)}} = \frac{n}{k_0} \Rightarrow k_{(n-10)} = \frac{k_0}{n} \Rightarrow k = \frac{\frac{k_0}{10} \cdot \frac{k_0}{n}}{\frac{k_0}{10} + \frac{k_0}{n}}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

99	4	0	0	0	1	4	5	8	6	2	5
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$k = \frac{k_0^2}{10n \left( \frac{nk_0 + 10k_0}{10n} \right)} = \frac{k_0^2}{k_0(n+10)} = \frac{k_0}{n+10}$$

$$k = \frac{k_0}{n+10}$$

$$3) k \cos \alpha = \frac{k_0}{n_0+10} = \frac{32}{60} \approx 0,53 \frac{\text{H}}{\text{м}}$$

Ответ: 1)  $32 \frac{\text{H}}{\text{м}}$ ; 2)  $k = \frac{k_0}{n+10}$ ; 3)  $0,53 \frac{\text{H}}{\text{м}}$

№4.

Дано:  
 $\alpha = 30^\circ$   
 $m = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$   
 $\mu = 0,4$

$F_{\text{мин}} = ?$

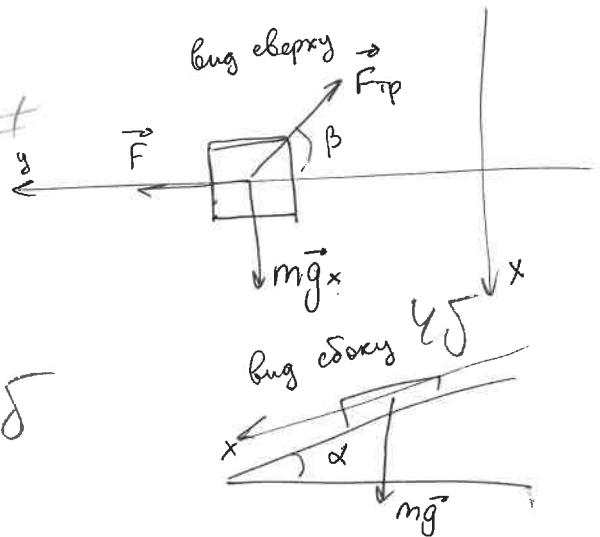
Решение:  $mg_x = mg \sin \alpha$

II закон Ньютона:

$$\vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{g}_x + \vec{F}$$

$$Ox: F \sin \beta - mg_x = ma$$

25



ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



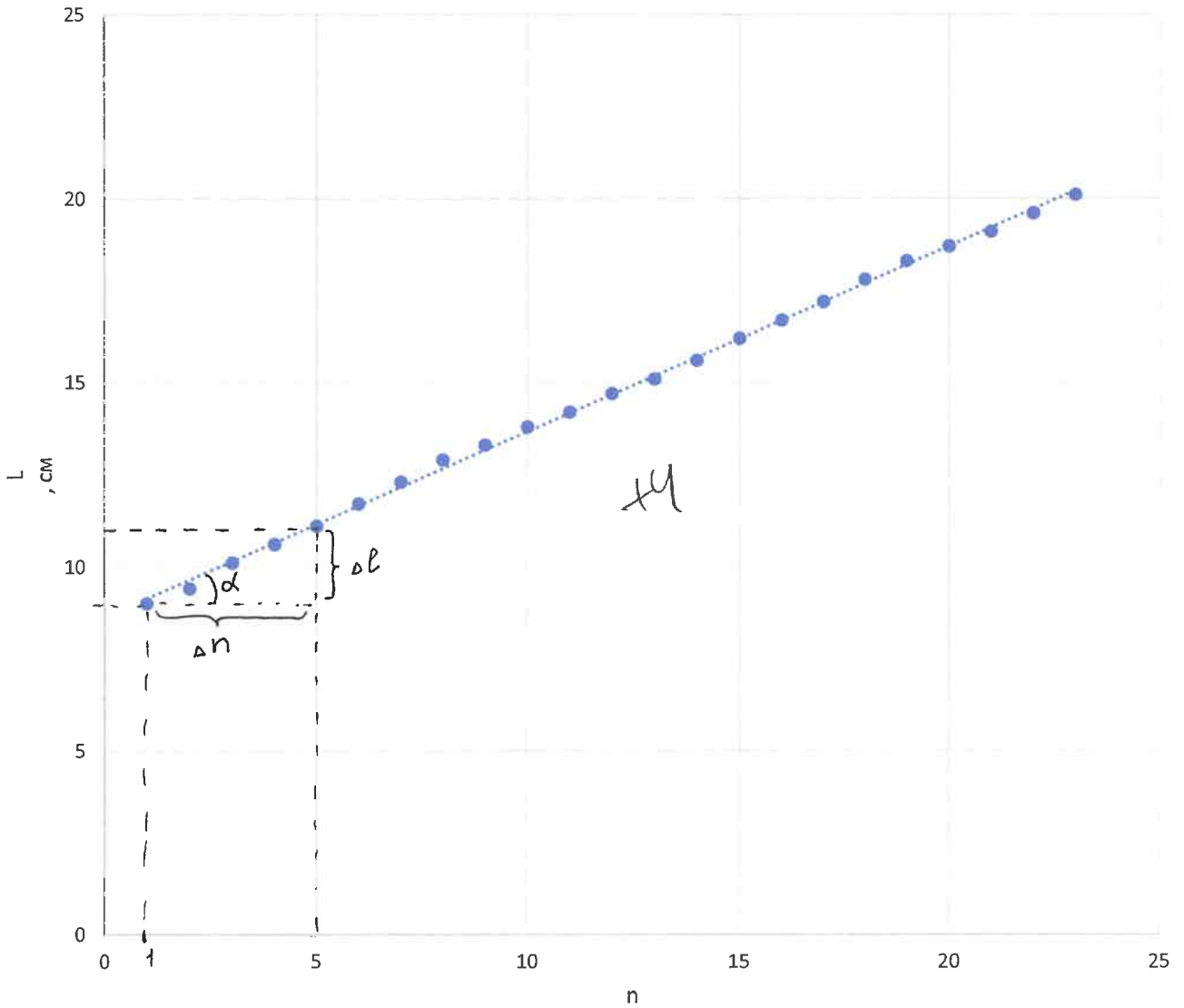
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0	1	0	0	0	1	4	5	8	6	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

График 1 к задаче 5. Вариант 3.  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



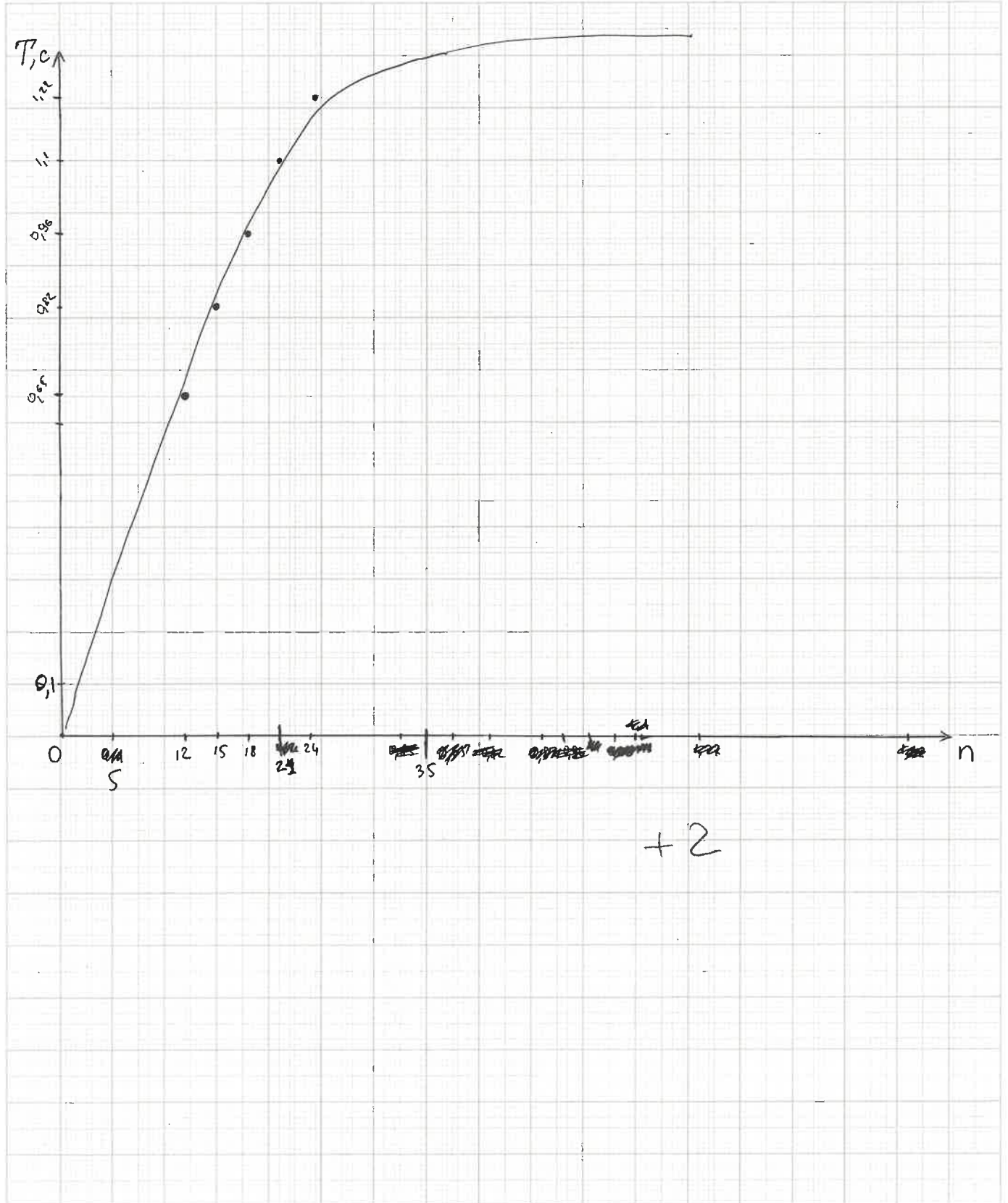
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0	1	0	0	0	1	4	5	8	6	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 4 6 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

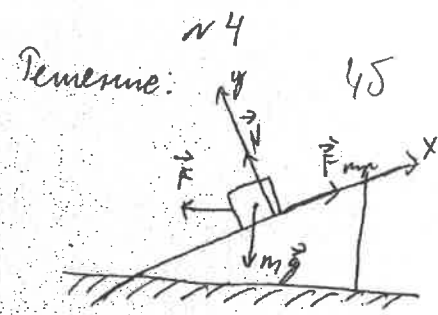
1	2	3	4	5	6	Σ
4	7	17	7	17		52

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано:  $\angle L = 30^\circ$   
 $m = 700 \text{ г} = 0,7 \text{ кг}$   
 $\mu = 0,5$   
 $g = 70 \text{ м/с}^2$

F = ?



Решение:  $N = mg \cos \alpha - F \sin \alpha$   
 $F_{\text{тр}} = \mu N$

$\vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} = m\vec{a}$  - по 2 условиям  
 В момент начала движения  $a = 0$ .  
 $Ox: F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha - F \cos \alpha = 0$   
 $Oy: N - mg \cos \alpha + F \sin \alpha = 0$  (2)

$m(mg \cos \alpha - F \sin \alpha) - \mu mg \sin \alpha - F \cos \alpha = 0$   
 $\mu mg \cos \alpha - \mu F \sin \alpha - mg \sin \alpha - F \cos \alpha = 0$   
 $F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$   
 $F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) = mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$   
 $F = \frac{mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$   
 $F = \frac{0,7 \cdot 70 \cdot (0,5 \cdot \cos 30^\circ - \sin 30^\circ)}{\cos 30^\circ + 0,5 \sin 30^\circ} \approx -0,06 \text{ Н}$  (сила направлена влево)

Ответ:  $F = 0,06 \text{ Н}$ .

Дано:  
 $pV = \text{const}$   
 $V = 7 \text{ м}^3$   
 $V_2 = 2V_1$   
 $n = 2$   
 $T_1 = 400 \text{ К}$   
 $n = \frac{C - C_p}{C - C_v}$   
 $k = 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$

A = ?

Решение:  
 $A = Q - \Delta U$  по 1 закону (ТД)  
 $Q = C_V \Delta T$   
 $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$   
 $A = C_V \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \nu \Delta T (C - \frac{3}{2} R)$   
 $\Delta T = (T_2 - T_1)$   
 $A = \nu (T_2 - T_1) (C - \frac{3}{2} R)$

СМ. ЛИСТ 2

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 4 6 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$p_1 V_1^n = p_2 V_2^n$  (по условию)  
 ~~$p_1 = \frac{p_2 V_2^n}{V_1^n}$~~   
 $p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow p_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1}$   
 $p_2 V_2 = \nu R T_2 \rightarrow \frac{\nu R T_2}{V_2}$

$\frac{\nu R T_1 V_1^n}{V_1} = \frac{\nu R T_2 V_2^n}{V_2}$

$T_1 V_1^{n-1} = T_2 V_2^{n-1}$

$T_1 V_1^{n-1} = T_2 \cdot 2^{n-1} V_1^{n-1}$  + 45

$T_1 = T_2 \cdot 2^{n-1}$

$T_2 = \frac{T_1}{2^{n-1}}$

$\nu = \frac{C - C_p}{C - C_v}$  (по условию)

$Q = A + \Delta U$  (первый закон ТД для изобар.)

$C_p \nu \Delta T = \nu R \Delta T + \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

$C_p = R + \frac{3}{2} R = \frac{5}{2} R$

$Q_1 = \Delta U_1$  (первый закон ТД для изохор.)

$C_v \nu_1 \Delta T_1 = \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_1$

$C_v = \frac{3}{2} R$

$\nu = \frac{C - \frac{5}{2} R}{C - \frac{3}{2} R}$

$C - \frac{5}{2} R = \nu C - \frac{3}{2} \nu R$

$\nu C - C = \frac{3}{2} \nu R - \frac{5}{2} R$

$C(\nu - 1) = \frac{(3\nu - 5)R}{2} \Rightarrow C = \frac{(3\nu - 5)R}{2(\nu - 1)}$

$A = \nu \frac{p_1 V_1}{2} \Rightarrow A = \nu \left( \frac{p_1}{2^{n-1}} - p_1 \right) \left( \frac{(3\nu - 5)R}{2(\nu - 1)} - \frac{3}{2} R \right)$

$A = 1 \cdot \left( \frac{400}{2^{2-1}} - 400 \right) \left( \frac{(3 \cdot 2 - 5) \cdot 8,31}{2 \cdot (2 - 1)} - \frac{3}{2} \cdot 8,31 \right) = 7662 \text{ Дж}$

Ответ:  $A = 7662 \text{ Дж}$

n5

Дано:  
 $m_0 = 40 \text{ г}$   
 $h_0 = 50 \text{ см}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

Срн: Демонстрация

$m_0 = 40 \text{ г} = 0,04 \text{ кг}$

1)  $10 k_0 (l_2 - l_1) = m_1 g$  (по 2 закону Нютона), где  $l_2 - l_1$  — удлинение нити

по графику определено значение  $l_2$  и  $l_1$

$m_1 = \frac{m_0}{n_0} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$

$10 \cdot k_0 (17,2 \cdot 10^{-2} - l_1) = 8 \cdot 10^{-4} \cdot 10 \cdot 10$

$10 \cdot k_0 (25,2 \cdot 10^{-2} - l_1) = 8 \cdot 10^{-4} \cdot 18 \cdot 10$

$k_0$  — жесткость пружины  
 $m_1$  — масса 1 витка  
 $n_0$  — кол-во витков нити  
 $g$  — ускор. свобод. падения

- 1)  $k_0 = ?$
- 2)  $k_0$  в н/м
- 3)  $k_0$  в н/м

СМ. ЛИСТ 3

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 4 6 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

~~$77,2 \cdot 10^{-2} k_0 - 8 \cdot 10^{-3} = 25,2 \cdot 10^{-2} k_0 - 8 \cdot 10^{-3}$~~

$70 k_0 (l_2 - l_1) = m_1 n g$

$70 k_0 (l_2' - l_1) = m_1 n' g$

$70 k_0 l_2 - 70 k_0 l_1 = m_1 n g \rightarrow 70 k_0 l_1 = 70 k_0 l_2 - m_1 n g$

$70 k_0 l_2' - 70 k_0 l_1 = m_1 n' g \rightarrow 70 k_0 l_1 = 70 k_0 l_2' - m_1 n' g$

$70 k_0 l_2 - m_1 n g = 70 k_0 l_2' - m_1 n' g$

$70 k_0 l_2 - 70 k_0 l_2' = m_1 n' g - m_1 n g$

$70 k_0 (l_2 - l_2') = m_1 g (n' - n)$

$k_0 = \frac{m_1 g (n' - n)}{70 (l_2 - l_2')}$

$n' = 78$

$n = 70$

$l_2 = 25,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

$l_2' = 77,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

из условия?

$k_0 = \frac{8 \cdot 10^{-3} (78 - 70)}{70 (25,2 - 77,2) \cdot 10^{-2}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$

$k_{одн} = k_0 k_0$ , где  $k_0$  кол-во витков

$k_{одн} = k_0$   $k_0$  - коэффициент витков

$k_{одн} = k_0 k_0$

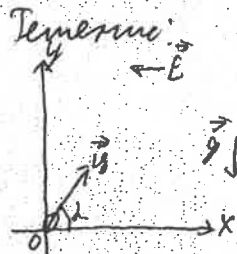
$k_{одн} = 50 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 0,4 \text{ Н/м}$

Ответ: 1)  $k_0 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ ; 2)  $k = k_0 k_0$ ; 3)  $k_{одн} = 0,4 \text{ Н/м}$

(график в бланке начерчен не ровно т.к. не хватило линейки, конкретные значения на графике обозначены)

(175)

Дано:  
q  
m  
 $v_0 = 20 \text{ м/с}$   
 $\angle L = 60^\circ$   
 $\frac{qE}{m} = \frac{\sqrt{3}g}{3}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$



$F_1 = q v_0 B \sin \alpha$   
 $E = \frac{F_1}{q} = v_0 B \sin \alpha$

$\frac{q v_0 B \sin \alpha}{m} = \frac{\sqrt{3}g}{3}$

$3 F_1 = \sqrt{3} m g$

$3 q v_0 B \sin \alpha = \sqrt{3} m g$   
 $B = \frac{\sqrt{3} m g}{3 q v_0 \sin \alpha} = \frac{\sqrt{3} m g}{3 q v_0 \sin 60^\circ} = \frac{m}{3 q}$

$S = \frac{v_0^2 - v_0'^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2a}$

S = ?

СМ. Лист 4

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 4 6 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\begin{cases} F_A - mg = ma & (\text{по 2 закону Ньютона}) \\ 3F_A = \sqrt{3} mg & (\text{по условию}) \end{cases}$$

$$qU_0 B \sin \alpha - mg = ma \Rightarrow mg = qU_0 B \sin \alpha - ma$$

$$3qU_0 B \sin \alpha = \sqrt{3} mg$$

$$3qU_0 B \sin \alpha = \sqrt{3} qU_0 B \sin \alpha - \sqrt{3} ma$$

$$(3 - \sqrt{3}) qU_0 B \sin \alpha = -\sqrt{3} ma$$

$$a = - \frac{(3 - \sqrt{3}) qU_0 B \sin \alpha}{\sqrt{3} m} = - \frac{(3 - \sqrt{3}) qU_0 B \sin \alpha}{\sqrt{3} m \cdot 3 \cdot q \cdot 9 \cdot 10^9} = - \frac{(3 - \sqrt{3}) U_0}{3}$$

$$= - \frac{(3 - \sqrt{3}) qU_0 B \sin \alpha m}{\sqrt{3} m \cdot 3q} = - \frac{(3 - \sqrt{3}) U_0 \sin \alpha}{3 \sqrt{3}}$$

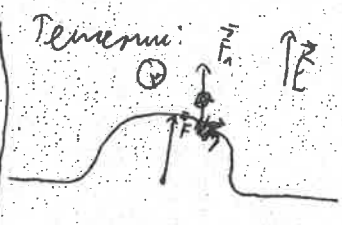
1 + 1 x 4 x 1 = 1  
175

$$S = \frac{-U_0^2 \cdot 2 \cdot 3 \sqrt{3}}{-2(3 - \sqrt{3}) U_0 \sin \alpha} = \frac{6 \sqrt{3} U_0^2}{2(3 - \sqrt{3}) \cdot 0.6 \sin 60}$$

$$S = \frac{6 \cdot \sqrt{3} \cdot 20^2}{2(3 - \sqrt{3}) \cdot 20 \cdot \sin 60} = 94,64 \text{ м}$$

Ответ:  $S = 94,64 \text{ м}$   
n 1

Дано:  
E  
σ  
ρ  
U<sub>0</sub>  
r  
R = 2V  
F = σL



$$L = \sigma \pi r$$

$$F = \sigma \pi r$$

Сборе капелек начинается, когда  $F_A = F$

$$\sigma \pi r = q U_0 B \sin \alpha = E q$$

$$\sigma \pi r = E q \Rightarrow r = \frac{E q}{\sigma \pi} \Rightarrow E = \frac{\sigma \pi r}{q}; E' = \frac{\sigma \pi R}{q} = \frac{2 \sigma \pi r}{q}$$

$$\frac{E'}{E} = \frac{2 \sigma \pi r}{q} \cdot \frac{q}{\sigma \pi r} = 2$$

Ответ:  $\frac{E'}{E} = 2$

$$E = \frac{U_0}{q} \quad F_A = q U_0 B \sin \alpha = q U_0 B$$

$$E = U_0 B$$

~~$$E_A + F = \dots$$~~

145

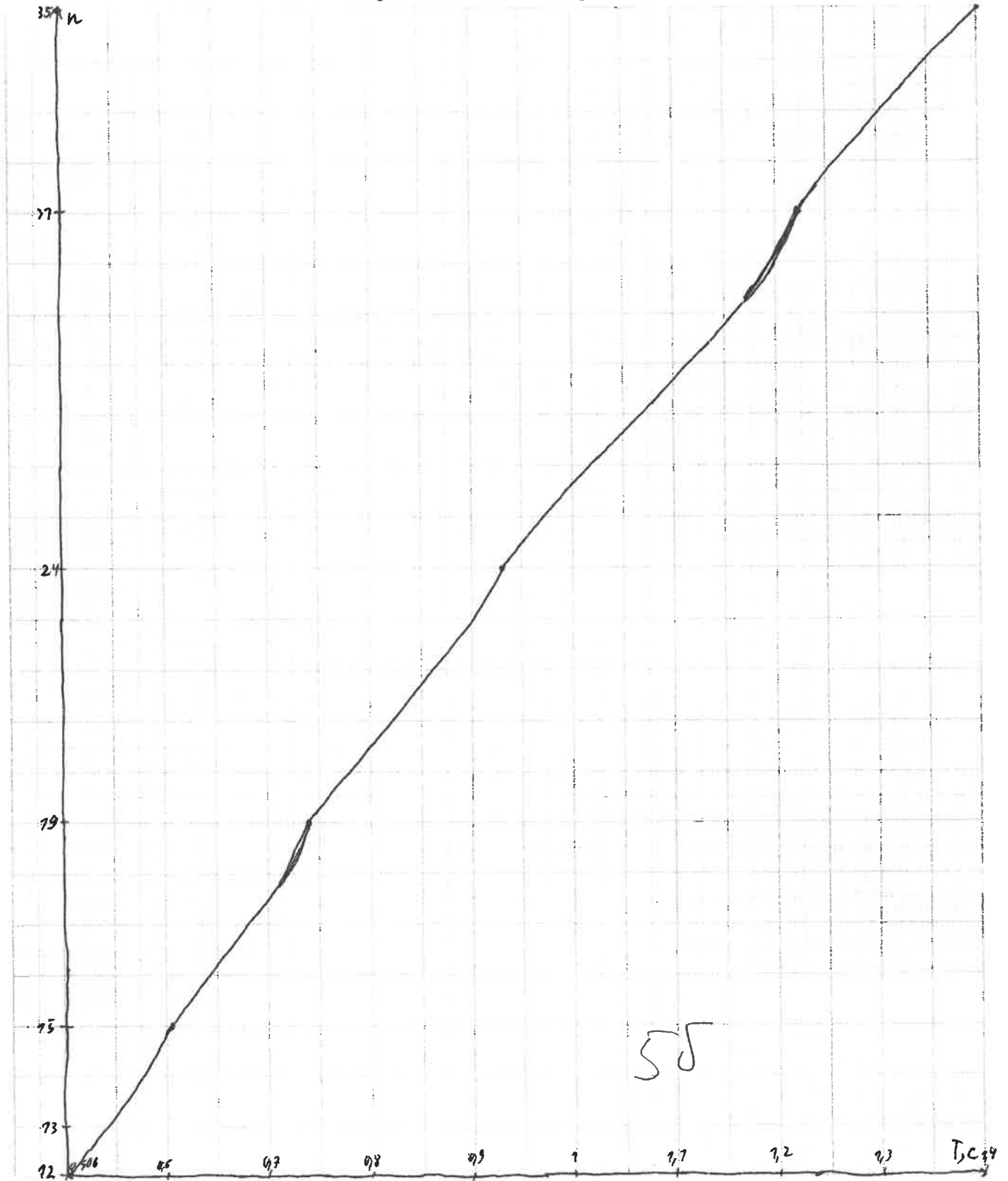
Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	0	0	0	1	0	4	6	9	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

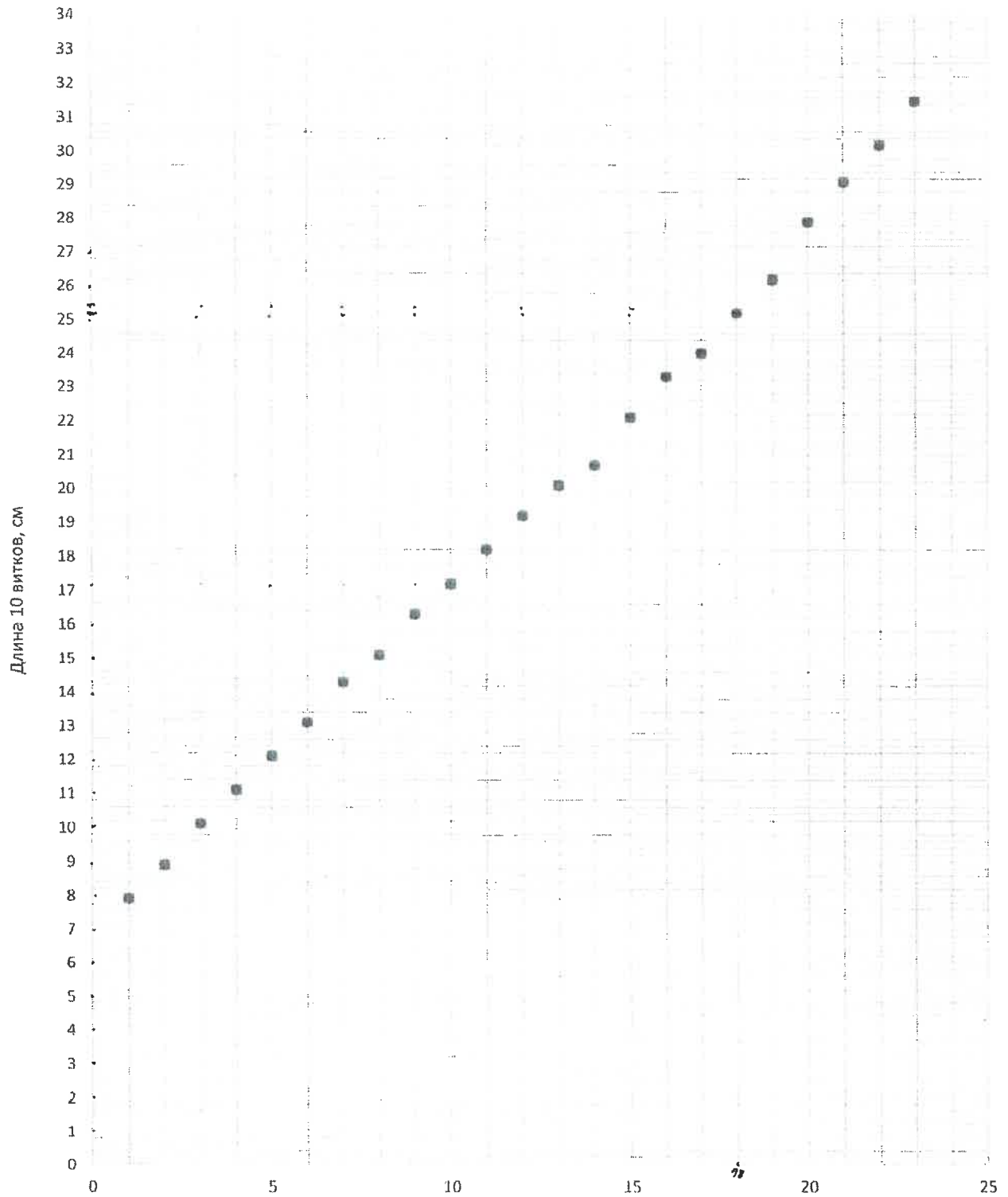
Вариант № 1

0	4	0	0	0	1	0	4	6	9	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 1.

Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

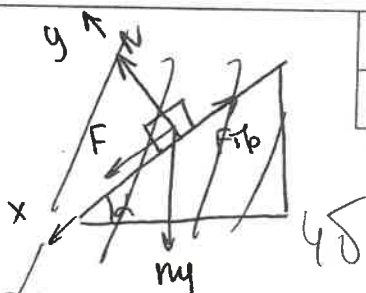
ϕ 4 0 0 0 1 4 9 9 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
—	16	12	8	16		52

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1.  $\alpha = 45^\circ$   
 $m = 2452$   
 $\mu = 0,75$



II 3. Условию

по y:  $N - mg \cdot \cos \alpha = 0$

$N = mg \cdot \cos \alpha$

по x:  $F + mg \cdot \sin \alpha - F_{тр} = 0$

При движении тела по поверхности справедливо равенство  $F_{тр} = \mu \cdot N$

$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$F + mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = 0$

$F = mg (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$

$F = 2452 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot (0,75 \cdot \cos 45^\circ - \sin 45^\circ) =$

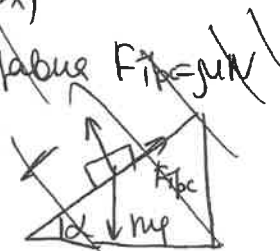
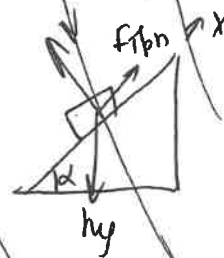
=

Рассмотрим случай, когда на тело не действует сила тяжести  
 тогда на тело будет действовать сила трения покоя, которая будет равна

$F_{тр} = mg \cdot \sin \alpha$  (по II 3. условию по оси ox)

Когда тело движется, то справедливо равенство  $F_{тр} = \mu N$   
 по II 3. условию

по y:  $N = mg$   
 $F_{тр} = \mu mg$



ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

9 4 0 0 0 1 4 9 9 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

~~Чтобы тело начало двигаться  
нужно преодолеть силу трения  
поверхности. Значит~~

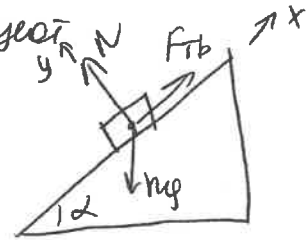
~~$$F + mg \cdot \sin \alpha \geq F$$~~

Чтобы привели тело в движение нужно преодолеть  
силу трения  $F = \mu \cdot N$ , где  $N$  - сила, с которой тело действует  
на опору (т.е. преодолеть силу трения скольжения)

Рассмотрим ~~ситуацию~~ тело на плоскости  
параллельной силе, которое на него действует

по II закону Ньютона

$$mg : N = mg \cdot \cos \alpha$$



значит сила, которую нужно преодолеть для  
того чтобы начать движение  $F_{тр} = mg \cos \alpha \cdot \mu$

$$\Rightarrow F \geq mg \cos \alpha \cdot \mu$$

$$F \geq 1,3 \text{ Н}$$

Ответ:  $F \geq 1,3 \text{ Н}$ , минимальная сила 1,3 Н.

3.  $T_1 = 600 \text{ К}$ ,  $n = 3$ ,  $\nu = 1 \text{ моль}$ ,  $i = 3$

$$pV^n = \text{const}$$

пусть в начале давлении было  $p_0$ , объем  $V_0$ . Тогда в  
конце объем стал  $V = 2V_0$  (по условию), а давление  $p$

$$p_0 \cdot V_0^3 = \text{const}, \quad p \cdot (2V_0)^3 = \text{const}$$

$$p_0 \cdot V_0^3 = p \cdot 8 \cdot V_0^3$$

$$p = \frac{p_0}{8} - \text{давление в конце}$$

Заменим уравнение состояния для двух случаев  
(давление в начале и в конце)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 4 9 9 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$p_0 V_0 = \nu R T_1 - \text{в начале}$$

$$p \cdot 2V_0 = \nu R T_2 - \text{в конце}$$

$$\frac{p_0 V_0}{8} \cdot 2 = \nu R T_2$$

$$\frac{p_0 V_0}{4} = \nu R T_2$$

$$p_0 V_0 = 4 \nu R T_2$$

$$\nu R T_1 = 4 \nu R T_2$$

$$T_2 = \frac{T_1}{4} = \frac{600 \text{ K}}{4} = 150 \text{ K}$$

Работа газа определяется знаком с работой, которую совершают газ внутри. Газ внутри совершает работу, которая будет отрицательна, которая по модулю будет равна температуре, уменьшая при этом на  $|\Delta T| = |T_2 - T_1| = 450 \text{ K}$

$$Q = c_M \Delta T \cdot \nu$$

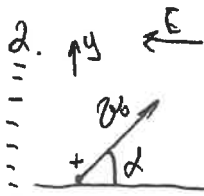
$$n = \frac{c_M - c_p}{c_M - c_v}, \quad c_p = \frac{i+2}{2} R, \quad c_v = \frac{i}{2} R, \quad i=3, \text{ т.к. газ одноатомный}$$

$$c_M = \frac{n c_v - c_p}{n-1} = \frac{3 \cdot \frac{3}{2} R - \frac{5}{2} R}{3-1} = \frac{4R}{2} = 2R$$

$$Q = R \Delta T \cdot \nu = \nu R \Delta T$$

$$A = -Q = -\nu R \Delta T = -1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot (-450 \text{ K}) = 3739,5 \text{ Дж}$$

Ответ: 3739,5 Дж



Направление электростатического напряжения задается от плюса к минусу, значит справа оно положительно задано, а слева отрицательно. Значит оно будет направлено к отрицательному, а значит направление, которое берем

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 4 9 9 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри. (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

у-я  $F = Eq$  (сила электростат. поле) будет направлено слева на право:

Рассчитаем время, которое тело будет двигаться (время до удара об землю)

$$t = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} = 4,243 \text{ с}$$

по оси  $ox$  на тело действует ускорение  $a$   
 Рассчитаем время, через которое тело поменяет свое направление и начнет двигаться с ускорением в эту сторону.

$$0 = v_0 \cdot \cos \alpha - at'$$

$$v_0 \cdot \cos \alpha = at' \quad (1)$$

Заменим ускорение центра масс тела относительно оси  $ox$ . По оси  $ox$  на тело действует только сила  $F = Eq$

$$F = m \cdot a$$

$$Eq = ma \cdot \text{из условия } Eq = \frac{\sqrt{2} m g}{3}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{3} m g = ma \Rightarrow a = \frac{\sqrt{2}}{3} g \cdot \text{подставим выражение для}$$

$a$  в уравнение (1)

$$v_0 \cdot \cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{3} g t'$$

$$t' = \frac{3 v_0 \cdot \cos \alpha}{\sqrt{2} g} = 4,5 \text{ с}$$

$t' > t$ . Значит тело не успеет поменять направление до удара об землю.

Рассмотрим траекторию, по которой движется тело

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

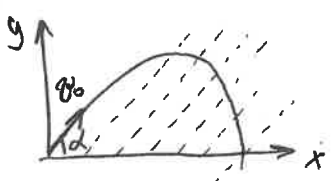
Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 4 9 9 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

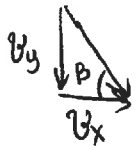
1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



Максимальное отношение по оси x от первоначального положения будет в момент перед ударом тела об землю т.к. во время полета угол между вектором скорости и осью ox увеличивается от  $\alpha$  до 0 (пока скорость по оси y становится 0) и от 0 до  $\beta$  (при направлении скорости перед ударом).

Рассчитаем угол  $\beta$



$$\operatorname{tg} \beta = \frac{v_y}{v_x} \text{ - скорость по оси } y$$

$$\text{ - скорость по оси } x$$

Угол  $\beta$  тело вышло вверх точно такое же время,

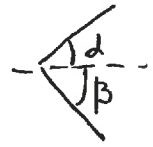
сколько оно вышло вниз с постоянной скоростью  $g$ , значит его скорость в момент перед ударом равна скорости в начале:  $v_y = v_0 \cdot \sin \alpha$

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha - at = v_0 \cdot \cos \alpha - \frac{\sqrt{2}}{3} gt$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{v_0 \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha - \frac{\sqrt{2}}{3} gt} = 17,50972763$$

$$\Rightarrow \beta = 86,7313^\circ$$

Тогда отношение от первоначального положения



$$\alpha + \beta = 131,73^\circ$$

Найдем максимальное расстояние от начальной точки по оси x. Пусть в некоторый момент тело находится на 0 по x. Тогда уравнение для x

$$x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t - \frac{at^2}{2} = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t - \frac{\sqrt{2}gt^2}{6}$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 6 0 0 0 1 4 9 9 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$x = 47,574 \text{ м.}$

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Учитывая, что на протяжении всего времени тело не меняло своего направления, его максимальное расстояние от вертикального положения будет в момент перед ударом об землю

Ответ: максимальное отклонение от оси  $x \beta = 86,7^\circ$   
 максимальное отклонение по оси  $x$  от вертикального положения  $\alpha + \beta = 139,7^\circ$   
 максимальное расстояние от вертикального положения  $x = 47,57 \text{ м.}$

45

Каждая ветка можно рассмотреть как отдельную пружину со своей константой жесткости. При такой «параллельности» пружин их <sup>одной</sup> констант жесткости связан с их конст. жесткостью по формуле

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$$

$m_0 = 80 \text{ г}, n_0 = 60 \text{ витков} \Rightarrow m = \frac{m_0}{n_0} = 1 \frac{1}{3} \text{ г} - \text{масса одного витка}$

Учитывая, что пружина одна, можно смело выводить, что конст. жесткости у всех веток одинаковы. Значит у всех пружин жесткость будет равна:

$$\frac{1}{k} = \underbrace{\frac{1}{k_0} + \frac{1}{k_0} + \dots + \frac{1}{k_0}}_{n \text{ раз}} = \frac{n}{k_0} \Rightarrow k = \frac{k_0}{n}$$

Проведем не шарик с увеличенной массой  $m$  веток от  $n_0 = 60$  веток по нашей линии (через середину пружины) относительно с осью  $y$  (ось не которой отложены длины веток)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 4 9 9 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Проведшая линия будет  
перпендикулярна оси  $xy$  в точке, которую  
каждой соответствует значение длины 10 веток  
или без деформации. Прямая перпендикулярна оси  $xy$  в точке  
6, 4 см.

1	2	3	4	5	6	$\Sigma$

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Находим центр тяжести  
 $l = 2$  см.

Т.к. на каждую ветку будет действовать собственная  
сила тяжести, которая уравновешивается силой  
упругости  $\Rightarrow k \cdot l = mg$ .

$$k = \frac{mg}{l} = 1,3 \frac{H}{cm} - \text{ жесткость всей пружины с } 10 \text{ ветками}$$

из формулы  $k = \frac{k_0}{n} \Rightarrow k_0 = n \cdot k$

т.к. всего пружинок 10  $\Rightarrow k_0 = 10 \cdot k = 13,3 \frac{H}{cm}$

Построим график зависимости периода  
колебаний от числа веток ( $k(N) \rightarrow T(N)$ )

Рассчитаем жесткость пружины с 60 ветками

$$k_{60} = \frac{k_0}{60} = 0,22 \frac{H}{cm}$$

период зависит от кол-ва веток пружины, поэтому  
можно предположить, что жесткость будет зависеть. Т.к. в  
задании сказано, что жесткость в таблице неограничена,  
период будет зависеть от жесткости пружины.

$$\leq 8 + 5 \times 3$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

0	4	0	0	0	1	4	9	9	5	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Ответ:  $k_0 = 13,3 \text{ Н/м}$

$k_{обш} = 4,33 \text{ Н/м}$

$k = \frac{k_0}{n}$  - формулы для расчета жесткости

1	2	3	4	5	6	$\Sigma$

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

**ВНИМАНИЕ!** Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



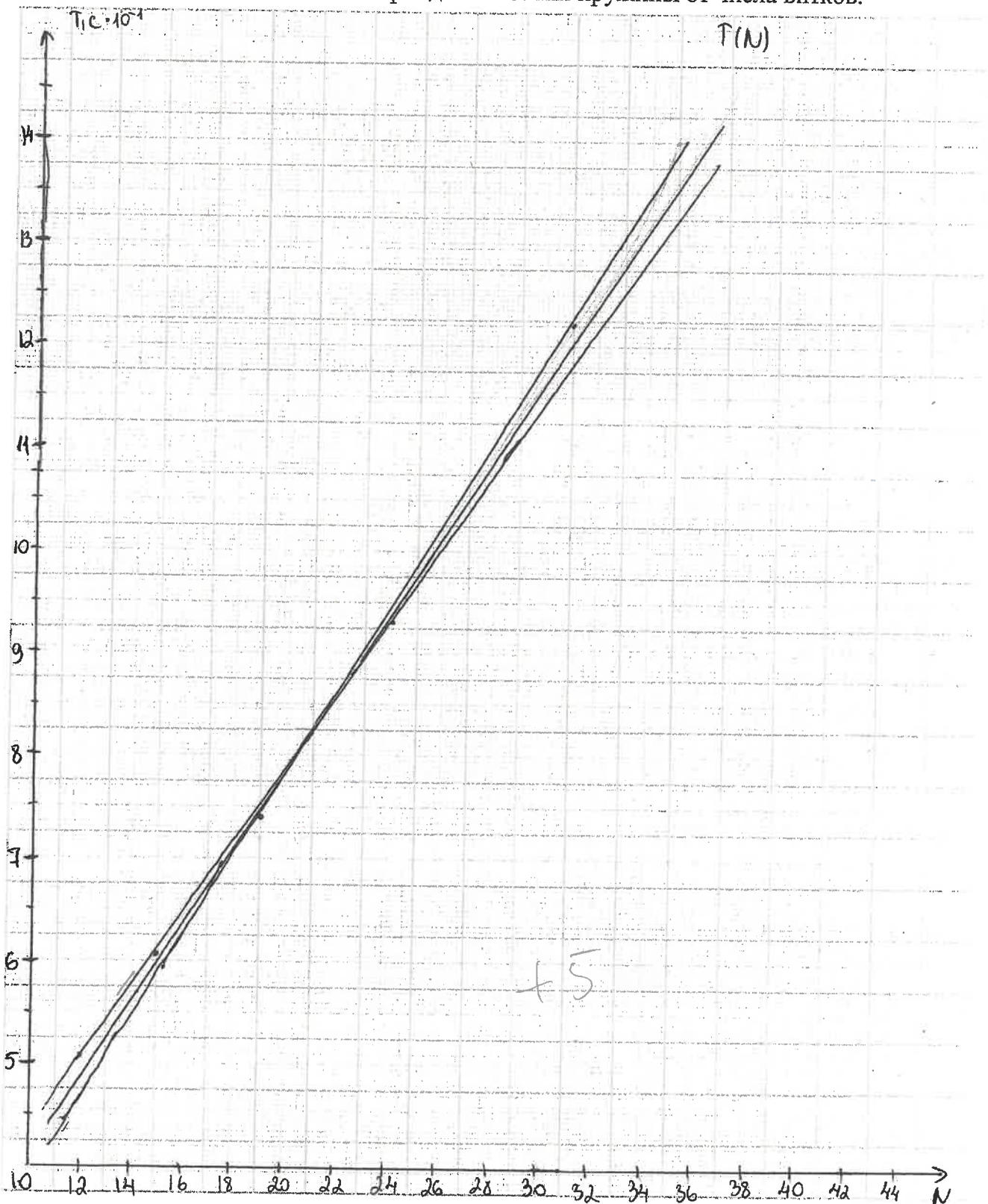
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф	4	0	0	0	1	4	9	9	5	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



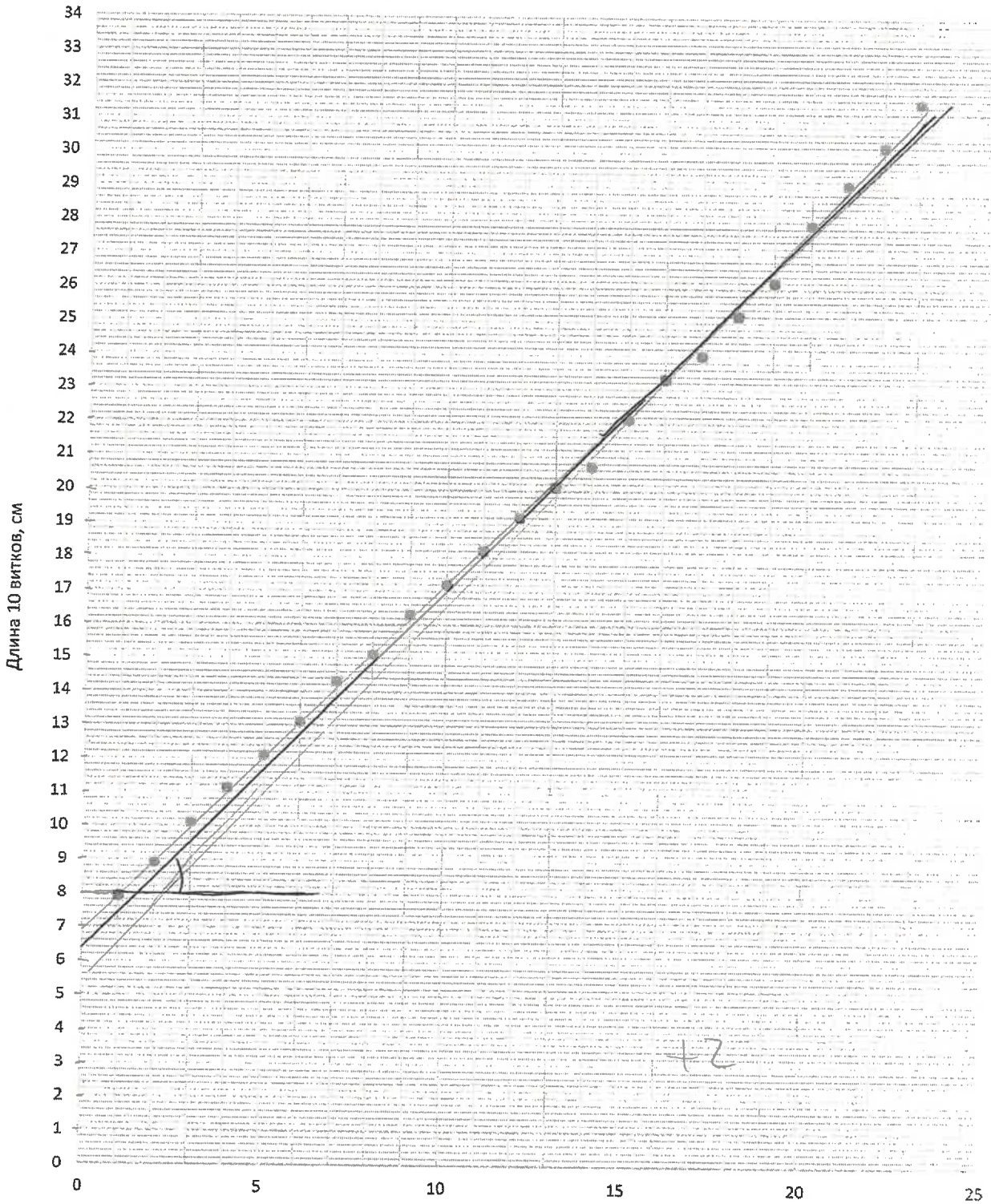
# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 4 9 9 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 2  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	О	О	О	1	1	6	4	3	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$n=3$  (политропа)

Дано:

$pV^n = \text{const}, n=2;$   
 $T_1 = 400\text{K}; n = \frac{C_p - C_v}{C - C_v}$   
 $v = 1 \text{ мкм}; i=3;$

Решение:  $pV^2 = \text{const}; p_1 V_1 = \nu R T_1; V_1 = \frac{\nu R T_1}{p_1};$   
 $p_1 \cdot \frac{\nu^2 R^2 T_1^2}{p_1^2} = \text{const} = \frac{\nu^2 R^2 T_2^2}{p_2^2}; p_2 V_2 = 2 p_2 V_1 = 2 \nu R T_2$   
 $V_2 = \frac{2 \nu R T_2}{p_2}; p_2 V_2^2 = \frac{2 \nu R^2 T_2^2 p_1}{p_2} = \frac{\nu^2 R^2 T_1^2}{p_1} = p_1 V_1^2 = \text{const};$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{p_2} = \frac{T_1}{p_1}; \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2^2 V_2^2}{p_1^2 V_1^2} = \frac{p_2^2}{p_1^2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 2 \frac{p_2}{p_1} + 2$$

$$p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2 = p_2 4 V_1^2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1}{4} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{2}; T_2 = \frac{1}{2} T_1;$$

$Q_{up} = \Delta U + A$  (при этом т.к.  $V \uparrow$ , то  $A > 0$ )

в обрат. идеальном газе:  $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = -\frac{3}{4} \nu R T_1$

$$\Delta U = -\frac{3}{4} \nu R T_1; n = 2 = \frac{C_p - C_v}{C - C_v}; 2C - 2C_v = C - C_p; C = 2C_v - C_p =$$

$$= \frac{Q_{up}}{T_2 - T_1} = -\frac{Q_{up}}{\frac{1}{2} T_1}; C_v = \frac{Q_v}{\Delta T} = \frac{\Delta U_v}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T}{\Delta T} = \frac{3}{2} \nu R \quad (\text{т.к. при } V = \text{const } A = 0, Q_v = \Delta U_v = \Delta U_v)$$

$$C_p = \frac{Q_p}{\Delta T} = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T}{\Delta T} = \frac{5}{2} \nu R; \text{т.к. } Q_p = \Delta U_p + A_p = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p(V_2 - V_1) = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \nu R (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R \Delta T; C = 2 \cdot \frac{3}{2} \nu R - \frac{5}{2} \nu R = \frac{1}{2} \nu R;$$

$$\frac{1}{2} \nu R = C = \frac{Q_{up}}{T_2 - T_1} = -\frac{Q_{up}}{\frac{1}{2} T_1} \Rightarrow Q_{up} = -\frac{1}{4} \nu R T_1; A = Q_{up} - \Delta U =$$

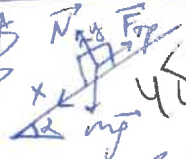
$$= -\frac{1}{4} \nu R T_1 - (-\frac{3}{4} \nu R T_1) = \frac{2}{4} \nu R T_1 = \frac{1}{2} \nu R T_1 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400 = 1662 \text{ Дж} = A; \text{ Ответ: } A = \frac{1}{2} \nu R T_1 = 1662 \text{ Дж}$$

$n=4$  (чистое тело)

Дано:

$\alpha = 30^\circ; m = 100\text{г};$   
 $M = 0,5; F = ?;$

Решение: по II закону Ньютона:  $m\vec{a} = \vec{N} + \vec{m}\vec{g} + \vec{F}_{тр}$   
 если  $a = 0$  то  $F_{tr} \leq F_{tr \max} = \mu N; O_y: 0 = N - mg \cos \alpha;$   
 $N = mg \cos \alpha; O_x: mg \sin \alpha = F_{tr} \leq \mu N = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow$



$\Rightarrow \mu \sin \alpha \leq \mu \cos \alpha; 0,5 \leq 0,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2};$  получим  
 противоречие, т.к.  $0,5 > 0,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow$  тело уже  
 движется и его не надо толкать  $\Rightarrow F = 0 \text{ Н}$

если в начале имелось движение, то тело только начать движение перпендикулярно осей  $Ox$  и  $Oy$ , то  $F > F_{tr \max} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$ , если тогда угол скольжения был бы не  $30^\circ$ , а  $45^\circ$ .

Ответ:  $F = 0 \text{ Н}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 1 6 4 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1 (сложнее и сложнее и изобразил полнее)

Дано:  $E_1, \sigma, \rho, \sigma_1, \sigma_2$   
 $v, R=2v$   
 $F=\sigma l; \frac{E_2}{E_1}=?$

Решение:  $F_{н.к.1} = \sigma \cdot 2\pi v; F_{н.к.2} = \sigma \cdot 2\pi R = 4\pi\sigma v$   
 $F_{эл} = \frac{E}{g}; \sigma \sim \frac{q}{v} \sim E$   
 $\sigma_1 \sim \frac{q_1}{4\pi v_1}; \sigma_2 \sim \frac{q_2}{4\pi v_2} = \frac{q_2}{4\pi v_1} \cdot \frac{v_1}{v_2} \sim \frac{1}{2} \sigma_1$   
 по II закону Ньютона:  $F_{эл} + F_{н.к.} = mg$   
 $F_{эл} = \frac{E}{g} > mg - F_{н.к.}; m = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi v^3$   
 $m_2 = \rho v_2 = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi (2v)^3 = \rho \cdot \frac{32}{3}\pi v^3$   
 $E > 0 \rightarrow \frac{q_1 E_2}{q_2 E_1} > \frac{m_2 g - F_{н.к.2}}{m_1 g - F_{н.к.1}} = \frac{\frac{32}{3}\rho\pi v^3 g - 4\pi\sigma v}{\frac{4}{3}\rho\pi v^3 g - 2\pi\sigma v}$

~~Сложные вычисления и формулы, частично зачеркнутые.~~

приблизительно:  $\frac{E_2}{E_1} \approx \frac{\frac{32}{3}\rho\pi v^3 g}{\frac{4}{3}\rho\pi v^3 g} = 8 = \left(\frac{R}{v}\right)^3$

Ответ: увеличится в 8 раз.

№5 (сложнее и сложнее и изобразил полнее)

Дано:  $m_0 = 40g; n_0 = 50; k_0 = ?; k(h) = ?; k_0 n_0 = ?$

Решение: масса одного витка  $m = \frac{m_0}{n_0} = \frac{40}{50} (г)$   
 жесткости 10 витков уменьшаются из жесткостей каждого витка  $k_0$  (т.к. удлинение складывается).  
 по формуле витка, что в среднем при растяжении одного витка удлинение во всем витке увеличивается на  $\Delta l = 1 см$ . при этом  $F$  одного витка  $F_0 = mg = \frac{m_0}{n_0} g$ .  $\rightarrow 10 k_0 \Delta l = \frac{m_0}{n_0} g = F_0 \approx 95$

(по II закону Ньютона)  $k(x + \Delta x_1) = n \cdot \frac{m_0}{n_0} g; k(x + \Delta x_2) = (n+1) \frac{m_0}{n_0} g; k(x_2 - \Delta x_1) = k_0 l = \frac{m_0}{n_0} g$   
 $\rightarrow k_{0 витков} = \frac{m_0 g}{n_0 \Delta l} = \frac{40 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{50 \cdot 1 \cdot 10^{-2}} = 0,8 \frac{H}{м}; k_0 = \frac{k_{0 витков}}{10} = 0,08 \frac{H}{м}$   
 $k(h) = k_0 n = \frac{m_0 g}{10 n_0 \Delta l} h. k_0 n_0 = 50 \cdot 0,08 \frac{H}{м} = 4 \frac{H}{м}; k(h) = \frac{m_0 g}{10 n_0 \Delta l} h.$

Ответ:  $k_0 = 0,08 \frac{H}{м}; k_0 n_0 = 4 \frac{H}{м}; k(h) = \frac{m_0 g}{10 n_0 \Delta l} h.$

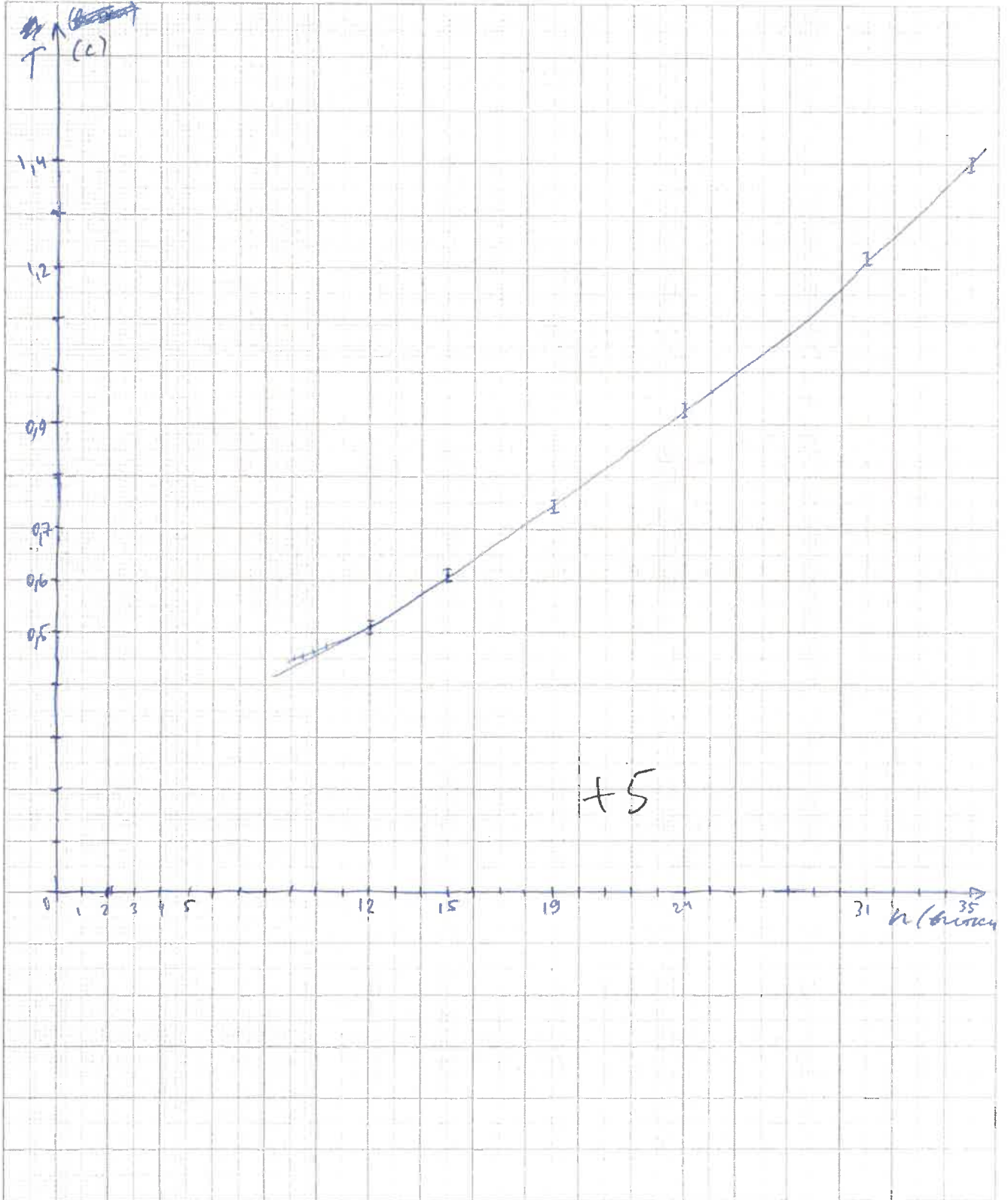
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	Ч	0	0	0	1	1	6	4	3	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



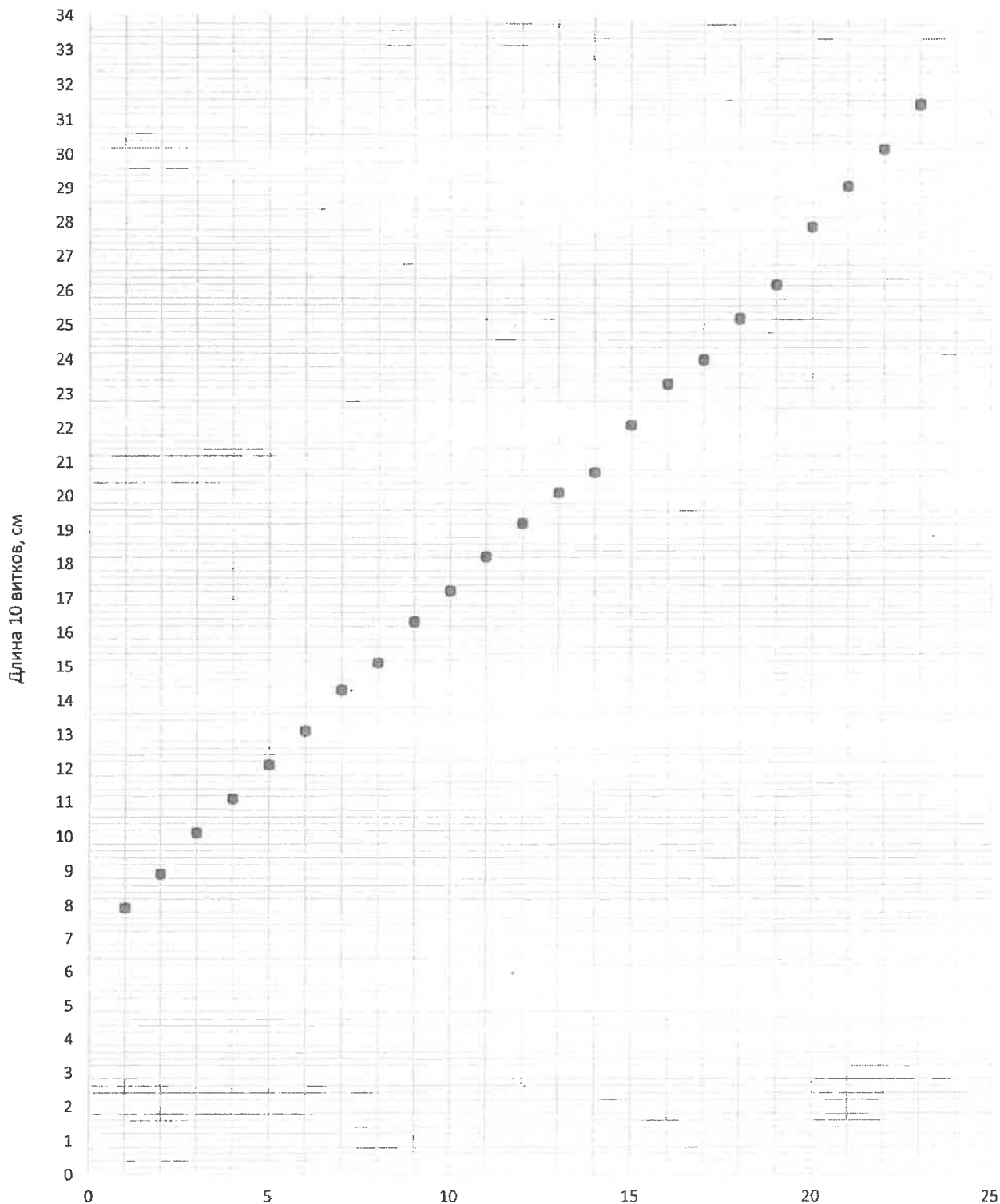
# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	О	О	О	1	1	6	4	3	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 1.  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	О	О	О	1	1	6	4	3	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

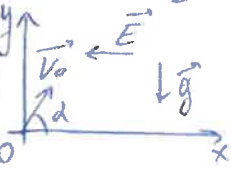
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	Σ
4	16	14	7	9	50

ВНИМАНИЕ! Проверять только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№2 (скрещенные поля)  
 Дано:

$q; m; \alpha = 60^\circ;$   
 $v_0 = 20 \frac{m}{c}; g = 10 \frac{m}{c^2};$   
 $\frac{qE}{m} = \frac{\sqrt{3}g}{3};$



Решение: по II закону Ньютона:

$m a_{\alpha} = F_{\alpha}; F_{\alpha} = qE = m a_{\alpha} \Rightarrow a_{\alpha} = \frac{qE}{m};$   
 $a_{\alpha} = \frac{\sqrt{3}g}{3}$  т.к.  $E \uparrow \text{ по } OX$ , то  $a_{\alpha} \uparrow \text{ по } OX \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  далее во всех формулах кинематич. будем брать  $a_{\alpha}$  со знаком минус.

Кинематические ф-лы: ( $v_{Ox} = v_0 \cos \alpha; v_{Oy} = v_0 \sin \alpha$ )

$x(t) = v_{Ox} t + \frac{a_x t^2}{2} = v_0 \cos \alpha t - \frac{\sqrt{3}g t^2}{6}$   
 $y(t) = v_{Oy} t + \frac{a_y t^2}{2} = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \quad (a_y = g; g \uparrow \text{ по } OY)$   
 $v_x(t) = v_{Ox} + a_x t = v_0 \cos \alpha - \frac{\sqrt{3}g}{3} t$

т.к.  $a_{\alpha} \uparrow \text{ по } OX$ , то  $|v_{Ox}|$  будет постепенно уменьшаться, потом станет равным нулю, а потом  $a_x \uparrow \text{ по } OX$  и  $v_{Ox}$  начнет двигаться в другую сторону по оси  $Ox \Rightarrow$  max отклонение будет достигнута тогда в момент падения, либо в момент, когда  $v_x = 0$

$y(t_{\text{пад}}) = 0 = v_0 \sin \alpha t_{\text{пад}} - \frac{g t_{\text{пад}}^2}{2}; t_{\text{пад}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$   
 $x(t_{\text{пад}}) = v_0 \cos \alpha t_{\text{пад}} - \frac{\sqrt{3}g t_{\text{пад}}^2}{6} = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} - \frac{\sqrt{3}g \cdot 4v_0^2 \sin^2 \alpha}{6g^2} =$   
 $= \frac{v_0^2}{g} \sin \alpha (2 \cos \alpha - 4\sqrt{3} \sin \alpha) = \frac{20^2 \sin 60^\circ}{10} (2 \cdot \frac{1}{2} - 4\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}) = 0$

заметно, что при  $v_x = 0$  отклонение будет больше 0  
 $v_x(t_0) = 0 = v_0 \cos \alpha - \frac{\sqrt{3}g}{3} t_0 \Rightarrow t_0 = \frac{3v_0 \cos \alpha}{\sqrt{3}g}$   
 $x(t_0) = v_0 \cos \alpha t_0 - \frac{\sqrt{3}g t_0^2}{6} = \frac{3v_0^2 \cos^2 \alpha}{\sqrt{3}g} - \frac{\sqrt{3}g}{6} \cdot \frac{9v_0^2 \cos^2 \alpha}{3g^2} =$   
 $= \frac{3v_0^2 \cos^2 \alpha}{\sqrt{3}g} - \frac{3v_0^2 \cos^2 \alpha}{2\sqrt{3}g} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{\sqrt{3}g} (3 - \frac{3}{2}) = \frac{3v_0^2 \cos^2 \alpha}{2\sqrt{3}g} = \frac{\sqrt{3}v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g}$   
 $= \frac{\sqrt{3} \cdot 20^2 \cdot \cos^2 60^\circ}{2 \cdot 10} = \frac{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,25}{20} = 5\sqrt{3} \approx 8,7 \text{ м} = x_{\text{max}}$

Ответ:  $x_{\text{max}} \approx 8,7 \text{ м}; x_{\text{max}} = \frac{\sqrt{3}v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g}$   
+



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

09 4 0 0 0 1 2 7 9 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

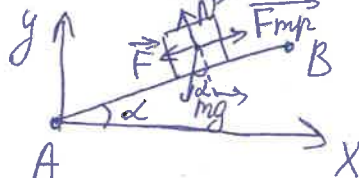
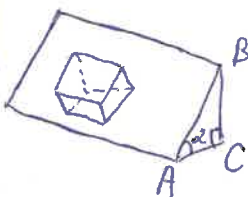
1	2	3	4	5	6	Σ
6	16	5	8	16		51

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1. Дано:  $m = 0,245 \text{ кг}$ ,  
 $\alpha = 45^\circ$ ,  $\mu = \frac{3}{4}$

Решение:



$F = ?$

По II з. П  $N = mg \cos \alpha$ .

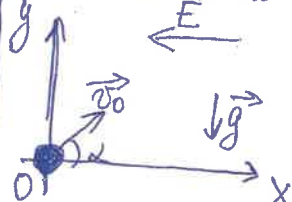
Если предположить, что тело покоится, то  $F_{mp} \geq mg \sin \alpha$ ,  
 тогда  $F_{mp} < mg \sin \alpha + F$ .  $F_{mp} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$\mu mg \cos \alpha < mg \sin \alpha + F$ ;  $F > mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = 0,245 \cdot 10 \cdot (\frac{3}{4} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}) \approx -0,43 \text{ (Н)} \Rightarrow F_{mp} < mg \sin \alpha \Rightarrow F = 0 \text{ (Н)}$

Ответ: 0 Н

№2. Дано:  $v_0 = 30 \text{ м/с}$ ,  
 $\alpha = 45^\circ$ ,  $\frac{qE}{m} = \frac{\sqrt{2}g}{3}$

Решение:  $F_{Ку} = qE$ ;  $F_{Ку} = m \cdot a_{Ку}$ ;  $a_{Ку} = \frac{qE}{m} = \frac{\sqrt{2}g}{3}$



$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = a_{Ку} \cdot t_1$

$t_1 = \frac{3 \cdot v_0 \cdot \cos \alpha}{\sqrt{2}g}$  Запишем ур-е

движения по ОХ:

$$x_1 = 0 + v_{0x} \cdot t_1 - \frac{a_{Ку} t_1^2}{2} = \frac{3 v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}{\sqrt{2}g} - \frac{\sqrt{2}g \cdot 9 v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}{2 \cdot 3 \cdot 2g^2} =$$

$$3 v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha \left( \frac{1}{\sqrt{2}g} - \frac{\sqrt{2}}{4g} \right) = 3 v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha \frac{2\sqrt{2} - \sqrt{2}}{4g} = \frac{3\sqrt{2} \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}{4g} =$$

$$\frac{3 \cdot \sqrt{2} \cdot 30^2 \cdot \cos^2 45^\circ}{4 \cdot 10} \approx 47,73 \text{ (м)}$$

$x_1$  - максимальная правая координата, т.к.  $v_{0x} \uparrow \downarrow a_{Ку}$ .  
 Заметим, что смены направления движения не будет, т.к.  $\Rightarrow$

$x_2 = x_1 + 0 \cdot t_2 - \frac{a_{Ку} \cdot t_2^2}{2} = x_1 - \frac{a_{Ку} \cdot t_2^2}{2}$ ,  $t_2 \rightarrow \infty \Rightarrow x_2 \rightarrow -\infty$

П.Р.  $\Delta x_{\max}$  - максимальное отклонение, но  $\Delta x_{\max} > 0 \Rightarrow \Delta x_{\max} = x_1$

$x_1 = 47,73 \text{ (м)}$

Ответ: 47,73 м

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 2 7 9 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

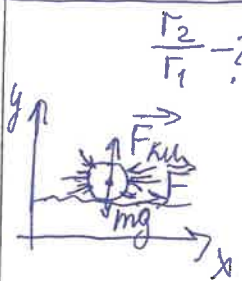
1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1 Дано:  $\sigma_2 = 1,2 \sigma_1$ ,  
 $\rho, E, \sigma_q$

Решение:



$$F = \sigma L;$$

$$\sigma_q = \frac{q}{S};$$

$$F = |F_{ku} - mg|;$$

$$mg = \rho \cdot Vg = \rho \frac{4}{3} \pi r^3 g \quad 2\delta$$

$$F_{ku} = E \cdot q = E \sigma_q \cdot S; \quad 2\delta$$

$$F = F_{ku} - mg; \quad \sigma L = E \sigma_q S - \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g;$$

$$\sigma \cdot 2\pi r = E \cdot \sigma_q \cdot 4\pi r^2 - \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g$$

$$\frac{4}{3} \rho g r^2 - 4E \cdot \sigma_q r + 2\sigma = 0. \quad D = 16E^2 \cdot \sigma_q^2 - \frac{32}{3} \rho g \sigma$$

$$r = \frac{4E \cdot \sigma_q \pm \sqrt{16E^2 \cdot \sigma_q^2 - \frac{32}{3} \rho g \sigma}}{\frac{8}{3} \rho g}$$

65

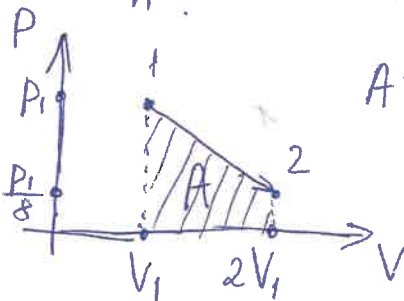
№3. Дано:  $V_2 = 2V_1$ ,  
 $h = 3$ ,  
 $T_1 = 600 \text{ K}, \nu = 1 \text{ моль}$

Решение:  $pV^n = \text{const}; p_1 V_1^n = p_2 V_2^n = p_2 (2V_1)^n;$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1^n}{2^n \cdot V_1^n} = \frac{p_1}{2^n} = \frac{p_1}{8}; \quad p_1 V_1 = \nu R T_1; \quad +$$

$$p_2 V_2 = \frac{p_1}{8} \cdot 2V_1 = \frac{p_1 V_1}{4}.$$

$$A = \frac{p_1 + \frac{p_1}{8}}{2} \cdot V_1 = \frac{9}{16} p_1 V_1 = \frac{9}{16} \nu R T_1 = \frac{9}{16} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 600 = 2804,625 \text{ Дж}$$



Ответ: 2804,625 Дж.

55

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 2 7 9 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№5. Дано:  $m_b = 80 \text{ г}$   
 $n_0 = 60$   
 1)  $k_0$  - ?  
 3)  $k_{обш}$  - ?

Решение:  
 1) Заметим, что график 1-линейная зависимость.

$y = \frac{g \cdot m_b}{k_0} \cdot x + b$  Возьмём  $y_1, y_2$ , где  $x_1 = 1, x_2 = 2$ .

$m_b = \frac{m_0}{n_0}$

$y_1 = \frac{g \cdot m_b}{k_0} \cdot x_1 + b; y_2 = \frac{g \cdot m_b}{k_0} \cdot x_2 + b; y_2 - y_1 = g - 8 = 1. \Rightarrow \frac{g \cdot m_b}{k_0} (x_2 - x_1) = \frac{g \cdot m_b}{k_0} \Rightarrow$

$k_0 = m_b g$  Заметим, что  $k_{10}$  — жесткость пружины, состоящей из 10 витков. Т.к. витки соединены последовательно, то

$\frac{1}{k_{10}} = 10 \cdot \frac{1}{k_0}; k_0 = 10 k_{10} = 10 \cdot \frac{m_b g}{1} = 10 \cdot \frac{m_b g}{n_0} = 10 \cdot \frac{80 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{60} =$

$\frac{2}{15} \text{ (Н/м)} \approx 0,13 \text{ (Н/м)}$

2)  $\frac{1}{k_n} = n \cdot \frac{1}{k_0} \Rightarrow k_n = \frac{k_0}{n}$

3)  $k_{обш} = k_{60} = \frac{k_0}{60} = \frac{1}{450} \text{ (Н/м)} \approx 2,22 \cdot 10^{-3} \text{ (Н/м)}$

Ответ:  $0,13 \text{ Н/м}; k_n = \frac{k_0}{n}; k_{обш} = 2,22 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$

$\leq 8 + 5 + 3$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



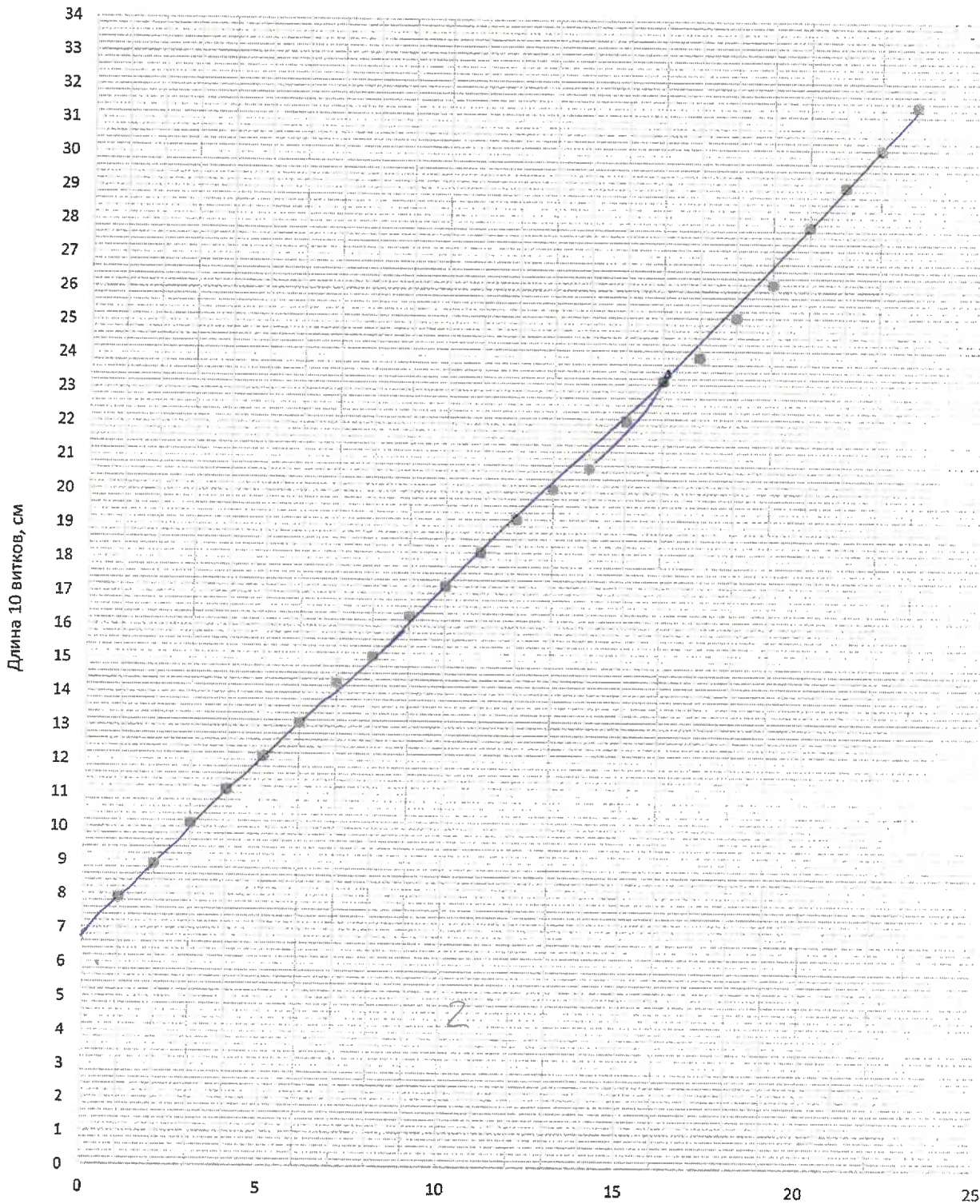
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 2 7 9 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 2  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



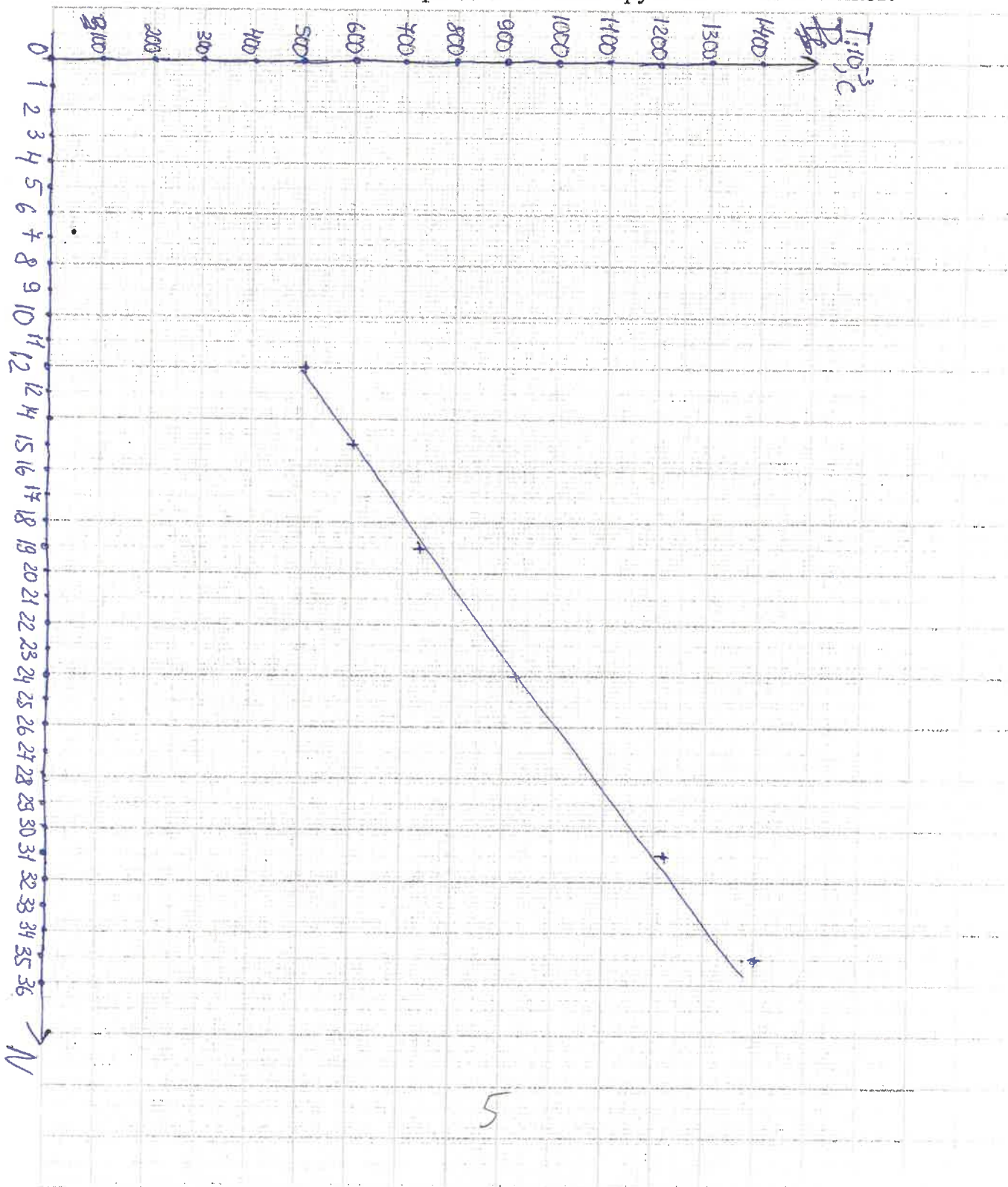
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф	И	О	О	О	1	2	7	9	0	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
2	16	4	7	22		51

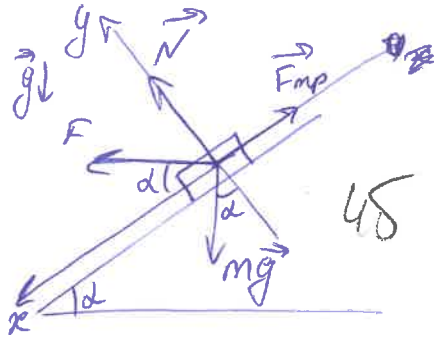
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



N 4

$\alpha = 30^\circ$   
 $m = 0,5 \text{ т}$   
 $\mu = 0,43$   
 $F = ?$



45

~~2.3. Нютонова:  $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{fr} + \vec{F} = m\vec{a}$~~

~~$a \geq 0$~~

~~$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{fr} + \vec{F} \geq 0$~~

~~x:  $F_{fr} - F \cdot \cos \alpha \geq 0$   $F_{fr}$  x:  $mg \sin \alpha + F \cdot \cos \alpha - F_{fr} \geq 0$~~

~~y:  $N - mg \cos \alpha = 0$   $N + F \cdot \sin \alpha - mg \cos \alpha = 0$~~

~~$N = mg \cos \alpha$   $N = mg \cos \alpha - F \cdot \sin \alpha$~~

~~$F_{fr} - \mu N = \mu mg \cos \alpha - \mu F \cdot \sin \alpha$~~

~~$\mu mg \sin \alpha + F \cdot \cos \alpha - \mu mg \cos \alpha \geq 0$~~

~~$F \cdot \cos \alpha \geq \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$~~

~~$F \geq \frac{\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha}{\cos \alpha}$~~

~~$F \geq \frac{0,4 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 0,5 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}}$~~

~~$mg \cdot \sin \alpha + F \cdot \cos \alpha - \mu mg \cos \alpha + \mu F \cdot \sin \alpha \geq 0$~~

~~$F(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha) = \mu mg \cdot \cos \alpha$~~

Предположим, что на тело не действует сила,

тогда по 2.3. Нютонова:

y:  $N = mg \cos \alpha$

x:  $mg \sin \alpha - F_{fr} = ma$  ;  $F_{fr} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma$

35

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

09 4 0 0 0 1 3 3 0 4 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$a = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m}$$

$$a = \frac{0,5 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{2} - 0,4 \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{0,5 \text{ м}} = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Толщина образца, если к телу не прикладывает никакой силы, оно будет двигаться, значит  $F = 0 \text{ Н}$   
 Ответ:  $F = 0 \text{ Н}$

№ 5

$$m_0 = 80 \text{ г} = 0,08 \text{ кг}$$

$$n_0 = 50 \text{ витков}$$

1)  $k_0 = ?$

2) формула для расчета жесткости к пружины, содержит  $n$  витков.

3) Кобы. = ?

$$k_{120} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot \frac{1}{625} \cdot 12}{0,65^2} = 1,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$k_{150} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot \frac{1}{625} \cdot 15}{0,82^2} = 1,41 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$k_{180} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot \frac{1}{625} \cdot 18}{0,86^2} = 1,23 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$k_{210} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot \frac{1}{625} \cdot 21}{1,1^2} = 1,1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$k_{240} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot \frac{1}{625} \cdot 24}{1,22^2} = 1,09 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$k_{350} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot \frac{1}{625} \cdot 35}{1,62^2} = 0,84 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

1) Найдем массу одного витка

$$m_{10} = \frac{0,08 \text{ кг}}{50} = \frac{1}{625}$$

$$2) T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad m = m_{10} \cdot n$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k}$$

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot m_{10} \cdot n}{T^2}$$

≤ 4 + 1

и соединив их  
 Расставив точки на графике зависимости периода колебаний пружины от числа витков, получились прямая.  
 Если провести прямую, то при 50 витках  $T = 2,3 \text{ с}$ .  
 Теперь можно найти жесткость пружины состоящей из 50 витков.

$$\text{Кобы.} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot \frac{1}{625} \cdot 50}{2,3^2} = 0,59 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0	0	0	0	1	3	3	0	7	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

III. к. ~~удерживать~~  $T$  зависит от  $n$  прямолинейно, то можно найти коэффициент

$Z$  при котором  $T = n \cdot Z$

Посчитаем  $Z$   $n$  для нескольких точек

$$Z_1 = \frac{0,65}{12} = 0,054$$

$$Z_2 = \frac{0,82}{15} = 0,055$$

$$Z_3 = \frac{0,96}{18} = 0,053$$

$$Z_4 = \frac{1,1}{21} = 0,052$$

$$Z_5 = \frac{1,22}{24} = 0,051$$

$$Z_6 = \frac{1,62}{35} = 0,046$$

$$Z_{cp} = \frac{0,054 + 0,055 + 0,053 + 0,052 + 0,051 + 0,046}{6} = 0,052$$

$$T = 0,052 \cdot n.$$

$$k_{\text{поср.}} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot \frac{1}{625} \cdot 1}{0,052 \cdot 1} = 1,2123,3 \frac{\text{H}}{\text{м}}$$

Формула для расчета жесткости пружины, состоящая

из  $n$  витков:  $k = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{1}{625} \cdot \pi}{0,052^2 \cdot n^2} = \frac{4 \pi^2 \cdot \frac{1}{625}}{0,052^2 \cdot n}$

Ответ: 1)  $k_0 = 23,3 \frac{\text{H}}{\text{м}}$  2)  $k = \frac{4 \pi^2 \cdot \frac{1}{625}}{0,052^2 \cdot n}$ ; 3)  $k_{\text{обд.}} = 0,059 \frac{\text{H}}{\text{м}}$

1225

N3

$T_1 = 600 \text{ K}$

$n = \frac{1}{2}$

$A_{г.} = ?$

~~$A_{г.} = p \cdot \Delta V$~~

$pV^n = \text{const}$

$p_1 V_1^n = p_2 (2V_1)^n$

$p_1 V_1^{\frac{1}{2}} = p_2 (2V_1)^{\frac{1}{2}}$

$p_1 \sqrt{V_1} = p_2 \sqrt{2V_1}$

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\sqrt{2V_1}}{\sqrt{V_1}} = \sqrt{2}$

$p_2 = \frac{p_1}{\sqrt{2}}$

$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} +$

$\frac{p_1}{\sqrt{2}} \cdot 2V_1 = \nu R T_2$

$\frac{p_1 \cdot 2V_1}{\sqrt{2} \cdot p_1 V_1} = \frac{\nu R T_2}{\nu R T_1}$

$\frac{2}{\sqrt{2}} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{2}{\sqrt{2}} \cdot \frac{T_2}{T_1}$

$T_2 = \frac{T_1 \cdot \sqrt{2}}{2} = \frac{600 \text{ K} \cdot \sqrt{2}}{2} = 848,53 \text{ K}$

$\Delta U = \frac{1}{2} \cdot \nu R \Delta T = \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 8,31 \cdot (848,53 - 600) = 3097,93 \text{ Дж}$

45

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

К	И	0	0	0	1	3	3	0	7	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

~~$Q = A_{г.} + \Delta U$~~

~~$A_{г.} = Q + \Delta U$~~

~~$U_2 = \frac{3}{2} \Delta R P V_1$~~

~~$U_2 = \frac{P V_1}{2}$~~

$\Delta U = A_{г.} = 3097,93 \text{ Дж}$

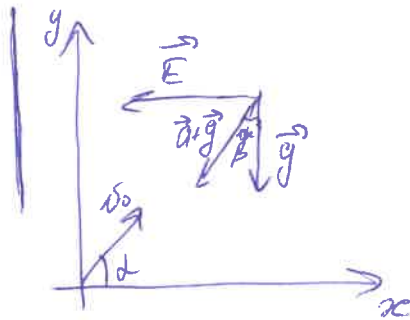
Ответ: 3097,93 Дж.

N2

$v_0 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$\alpha = 30^\circ$

$\frac{qE}{m} = \frac{2g}{3}$



Спроецируем скорость на ось:

$x: v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = 34,64 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$y: v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$F_{эл.п.} = q \cdot E$

$\frac{F_{эл.п.}}{m} = \frac{2g}{3} = 6,67$

$F_{эл.п.} = m \cdot a_x$

$a_x = 6,67 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\vec{a} + \vec{g} = \sqrt{6,67^2 + 10^2} = 12,02 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\sin \beta = \frac{6,67}{12,02} = 0,55$

$\Delta v_x = v_{0x} - a_x t$

$0 = 34,64 - 6,67 \cdot t$

$t = \frac{34,64}{6,67} = 5,2 \text{ с.}$

$x = v_{0x} \cdot t - \frac{a_x t^2}{2}$

$x = 34,64 \cdot 5,2 - \frac{6,67 \cdot 5,2^2}{2} = 89,95 \text{ м.}$  *направ*

$y = v_{0y} \cdot t - \frac{g t^2}{2} = 20 \cdot 5,2 - \frac{10 \cdot 5,2^2}{2} = -31,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

значит  $x$  не может быть 89,95 м.

$0 = v_{0y} \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \cdot \frac{1}{t_1}$

$0 = v_{0y} - \frac{g t_1}{2}$

$t_1 = \frac{2 v_{0y}}{g} = \frac{2 \cdot 20}{10} = 4 \text{ с.}$

$x_1 = v_{0x} \cdot t_1 - \frac{a_x t_1^2}{2} = 34,64 \cdot 4 - \frac{6,67 \cdot 4^2}{2} = 85,2 \text{ м.}$

Ответ: 85,2 м. +

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	0	0	0	1	3	3	0	7	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$N1$   
 $\rho = \frac{m}{V}$       2  
 $V = m \cdot \frac{m}{\rho}$   
 ~~$V = \frac{4}{3} \pi r^3$~~   
 $S_{\text{пов.}} = N \cdot \pi r^2$ , где  $N$  - кол-во капель на пов.-м.е.  
 $\pi R^2 = N \cdot \pi r^2$ ,  $R$  - радиус пов.-м.е.  
 $R = \sqrt{N \cdot r^2}$

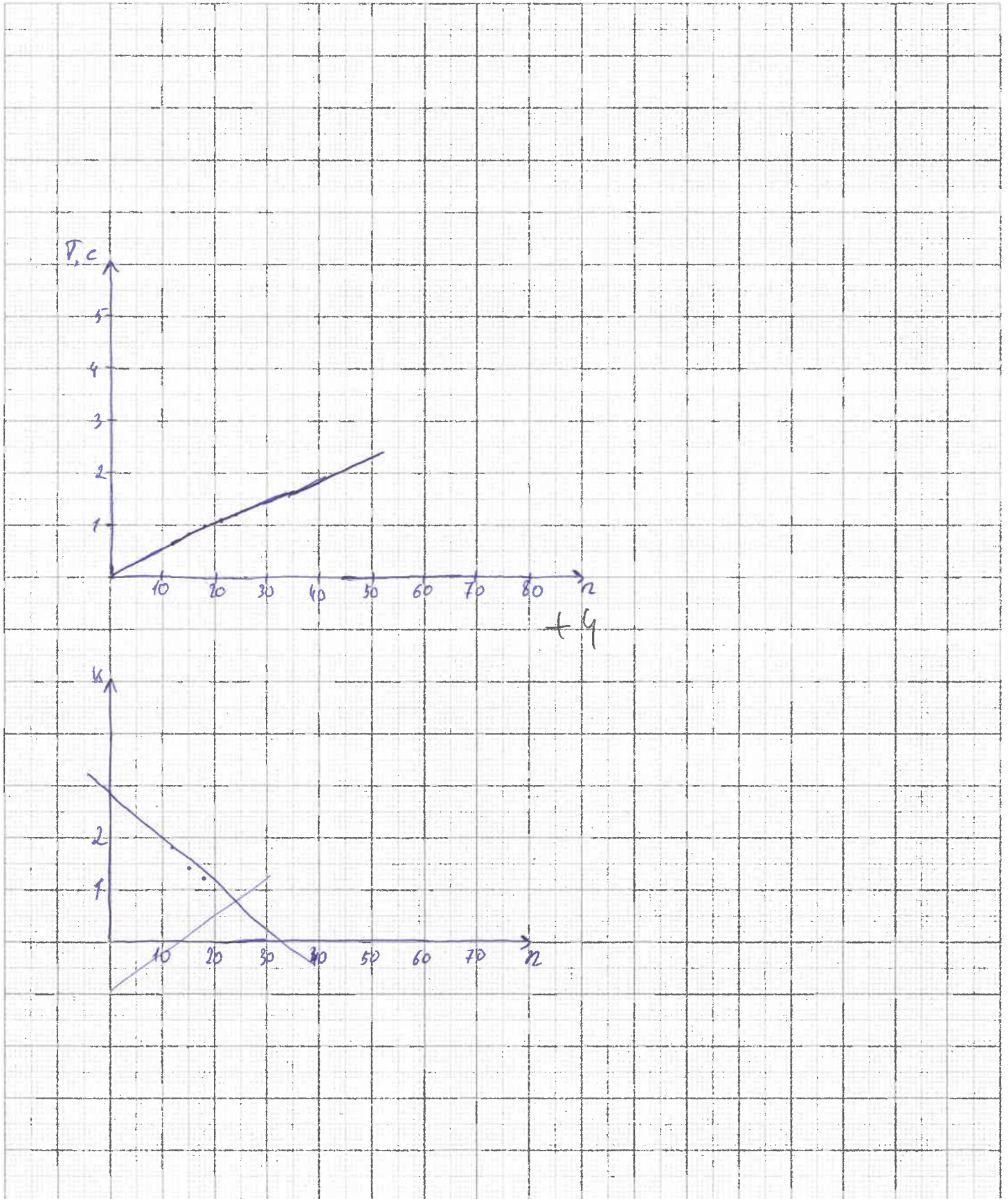
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0	1	0	0	0	1	3	3	0	7	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 3 5 2 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
4	16	12	7	10		49

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$i = 3$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 0,5$$

$$n = 2$$

$$T_1 = 400 \text{ К}$$

$$A = ?$$

N3

$$p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2$$

$$V_1 = 0,5 V_2$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = 4$$

$$p_1 = 4 p_2$$

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = 400 \text{ К}$$

$$p_1 V_1 = 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \cdot 400 \text{ К} = 3324 \text{ Дж}$$

$$p_2 V_2 = \frac{p_1}{4} \cdot 2 V_1 = 1662 \text{ Дж}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_2 V_2) = \frac{3}{2} \cdot 1662 \text{ Дж} = 2493 \text{ Дж}$$

$$Q = \Delta U + A_2$$

$$Q = c \nu \Delta T$$

$$n = \frac{c - c_p}{c - c_v}$$

$$2 = \frac{c - 2,5R}{c - 1,5R}$$

$$2c - 3R = c - 2,5R$$

$$c = 0,5R = 4,155$$

$$\Delta T \cdot \nu R \frac{3}{2} = \Delta U + 3 \nu$$

$$\Delta T = \frac{2493 \text{ Дж}}{1,5 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31} = 200 \text{ К}$$

$$Q = 4,155 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 200 \text{ К} = 831 \text{ Дж}$$

$$A_2 = Q - \Delta U = 831 \text{ Дж} - 2493 \text{ Дж} = -1662 \text{ Дж}$$

Ответ:  $A_2 = -1662 \text{ Дж}$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

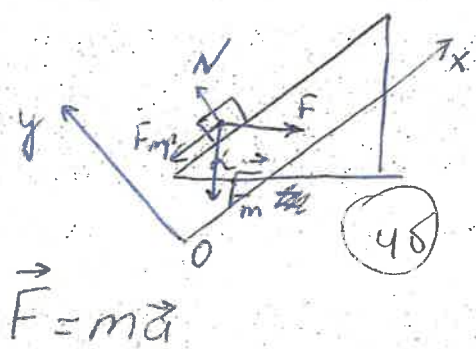
Ф И О И О О 1 0 3 5 2 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N4



Дано:  
 $m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$   
 $\angle \alpha = 30^\circ$   
 $\mu = 0,5$   


---

 $F_{\min} = ?$

$\vec{F} = m\vec{a}$

$0x: \cos \alpha F - F_{\text{тр}} = 0$        $0x: \cos \alpha F - \sin \alpha mg - F_{\text{тр}} = 0$   
 $0y: N - \sin \alpha F = 0$        $0y: N - \cos \alpha mg - \sin \alpha F = 0$   
 $N = \sin \alpha F$        $N = \cos \alpha mg + \sin \alpha F = 0,866 M + 0,25 F$   
 $F_{\text{тр}} = \mu N$        $F_{\text{тр}} = \mu N = 0,433 M + 0,25 F$

$\frac{\sqrt{3}}{2} F - 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 - 0,433 M - 0,25 F = 0$   
 $F \left( \frac{\sqrt{3}}{2} - 0,25 \right) = 0,5 M + 0,433 M$   
 $F = 1,5145 M$

Ответ:  $1,5145 M$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 3 5 2 2 5

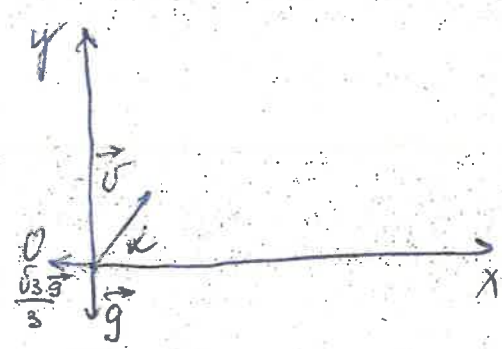
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N2

Дано  
 $g$   
 $m$   
 $\alpha = 60^\circ$   
 $\Delta x_{max} = ?$



$$x = \cos \alpha \cdot v \cdot t - \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{g t^2}{2}$$

$$x = 0,5 \cdot 20 \text{ м/с} \cdot t - \frac{\sqrt{3} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot t^2}{2}$$

$$x' = 10 - \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10 \cdot t$$

$$v_x = 10 - \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10 t$$

$$10 - \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10 t = 0 \quad t = \frac{10}{\frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} \text{ (с)}$$

$$x_{max} = 10 \sqrt{3} \text{ м} - \frac{\sqrt{3} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{3}{\sqrt{3}} \cdot 10}{2} = 10 \sqrt{3} \text{ м} - 5 \sqrt{3} \text{ м} = 5 \sqrt{3} \text{ м}$$

$$\Delta x_{max} = (x_{max} - x_0) = 5 \sqrt{3} \text{ м} - 0 \text{ м} = 5 \sqrt{3} \text{ м}$$

Ответ:  $5 \sqrt{3} \text{ м}$

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

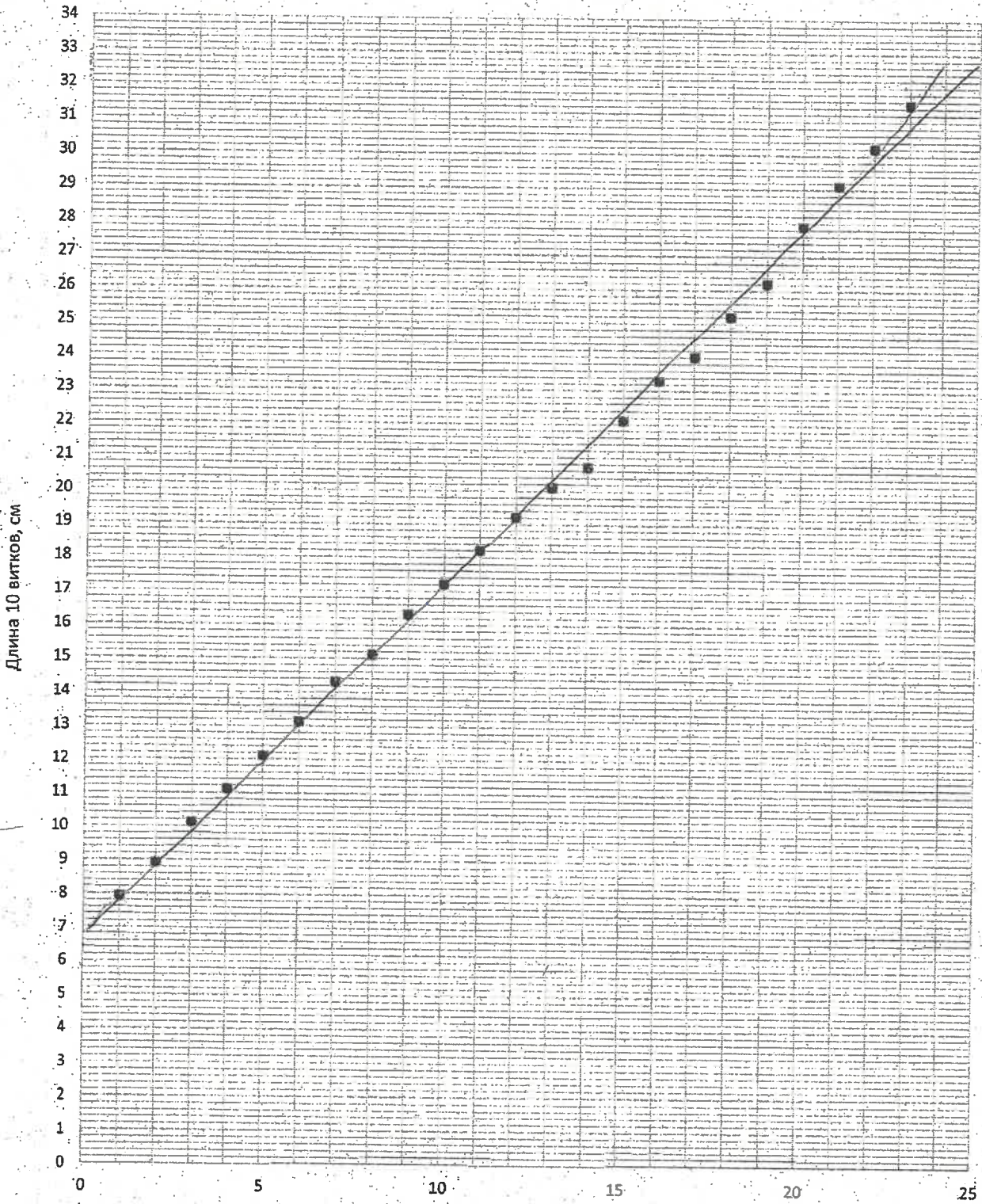
Вариант № 1

Ф	И	О	О	О	1	0	3	5	2	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 1.

Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



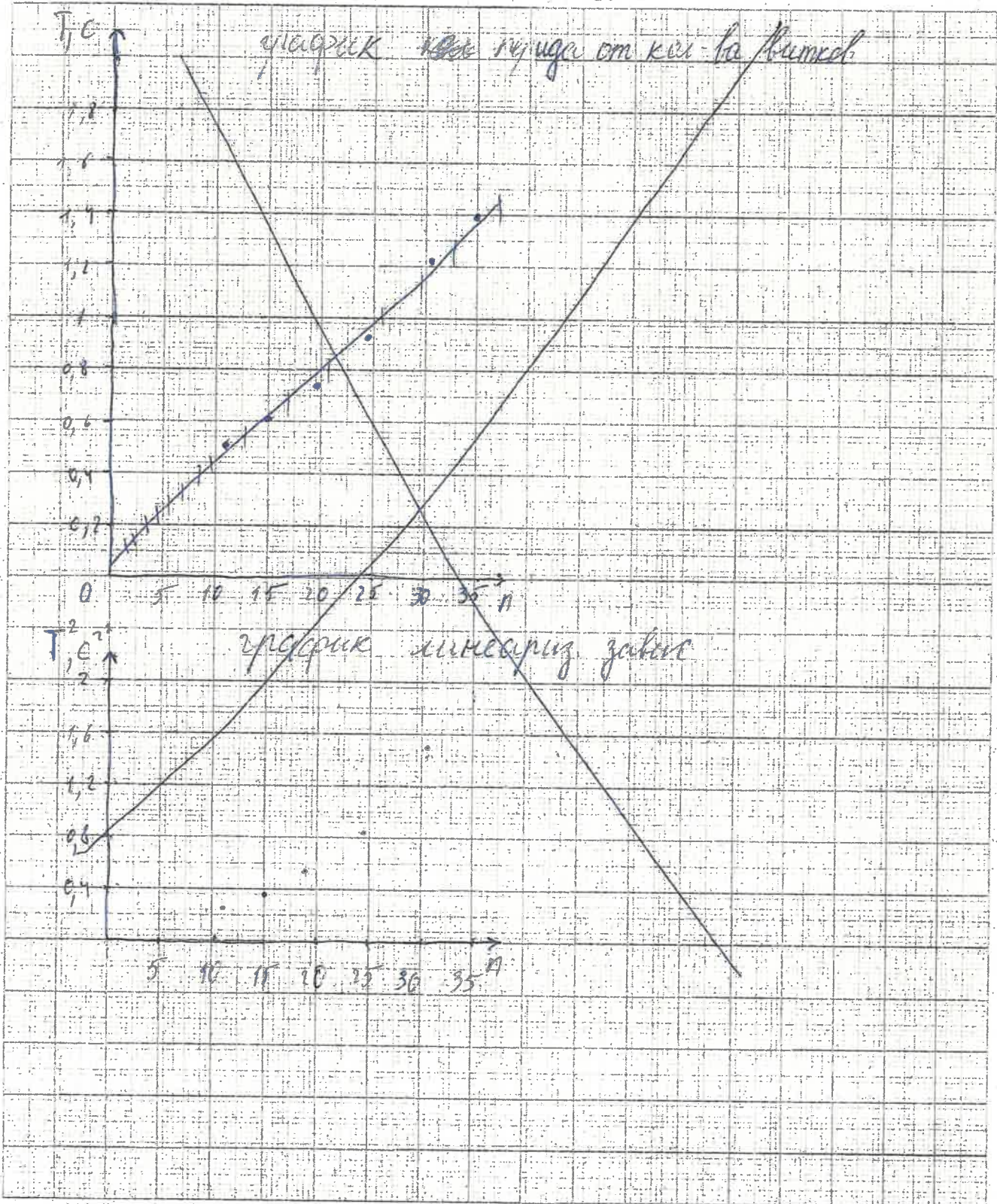
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

0	0	0	0	0	1	0	3	5	2	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

040001035225

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



N1

$F = \sigma L$   
~~.....~~  
 $F = q E$  / 4S  
 $q = \sigma_q \cdot S$   
~~.....~~  
~~.....~~  
~~.....~~  
~~.....~~  
 $E_1 = 4E$

Дано:  
 $E$   
 $\sigma$   
 $R$   
 $\sigma_q$   
 $r$       $\frac{r_1}{r} = 2$   


---

 $E_1 = ?$

$F = \sigma_q \frac{\pi r^2}{3} E$   
~~.....~~  
 $\sigma L = \sigma_q \frac{\pi r^2}{3} E$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Р 4 0 0 0 1 0 3 5 2 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m \cdot n}{k}}$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m \cdot n}{k}$$

$$T^2 = \Delta l \cdot n$$

N5



n частей =>



$$F_{упр} = k \Delta l$$

$$F_{упр} = F_0$$

$$F_0 = k \Delta l$$

чтобы уравновесить силу  $F_0$ ,  
 все другие звенья раст,  
 чтобы  $k \Delta l = F_0 \Rightarrow \Delta l = n \cdot \Delta l$

$$L = 6,8 + \frac{37,8 - 6,8}{25} n =$$

$$= 6,8 + \frac{26}{25} n$$

из графика  
 где  $n$  — величина  
 от кова  
 под. массы

$$k_{общ} = \frac{k}{n}$$

$$L = 10,5$$

Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	О	О	О	1	0	3	5	2	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



~~$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$~~

~~№3~~

$T = 0,03484 \text{ с} \cdot n$  из графика  $T(n)$

~~$0,03484 \text{ с}$~~

~~$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$~~

~~$T_0 = 0,03484 \text{ с}$~~

~~$1,432 \cdot 10^3 \text{ с}^2 = 39,484 \cdot \frac{\text{м}}{\text{к}}$~~

~~$k = \frac{39,484 \text{ м}}{1,432 \cdot 10^3 \text{ с}^2} = \frac{4,5745 \text{ кН}}{1,432 \cdot 10^3 \text{ с}^2} = 1401,6 \text{ Н/м}$~~

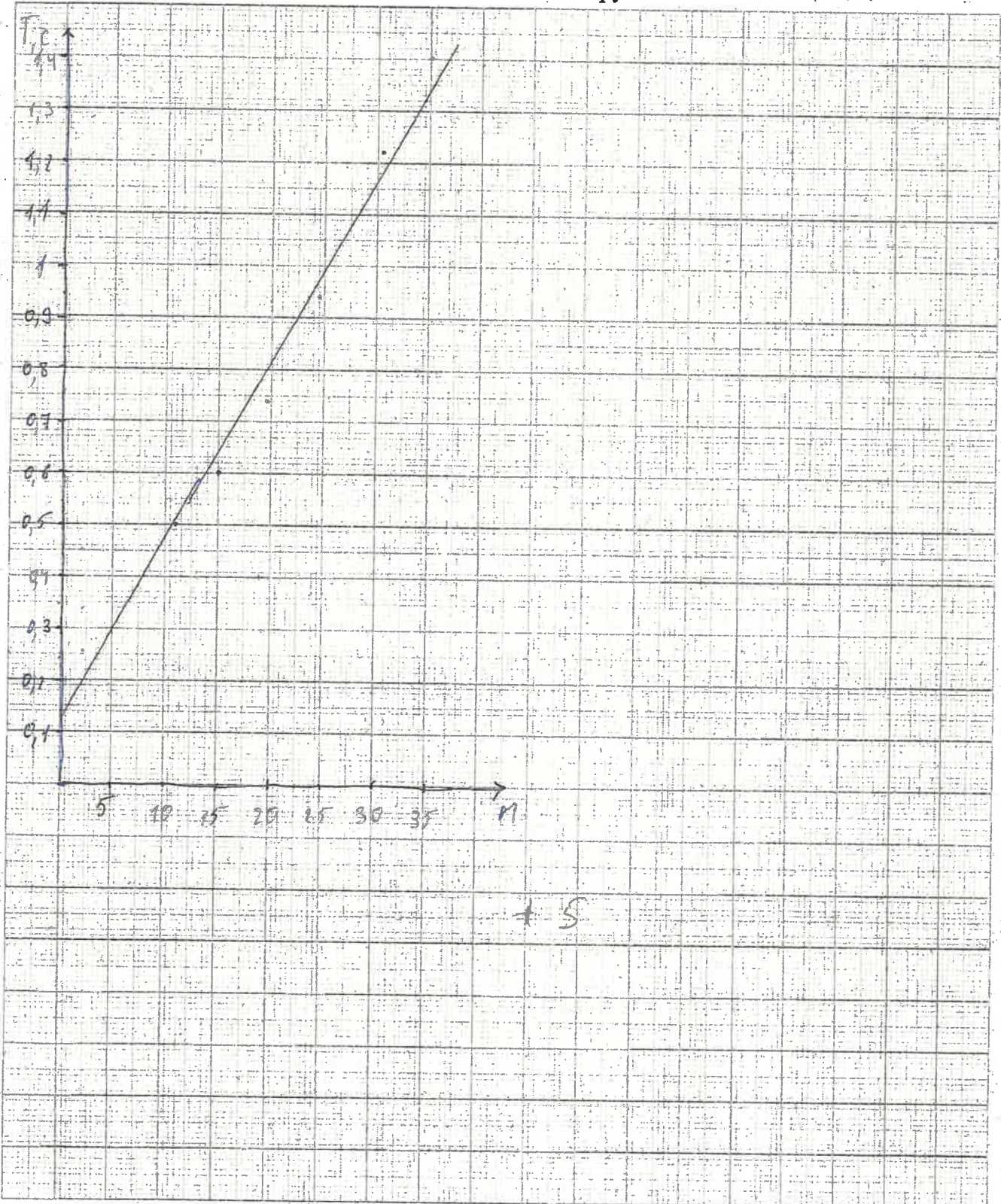
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	О	О	О	1	0	3	5	2	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

0 0 0 0 1 3 0 9 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверять только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Задача 3

1	2	3	4	5	6	Σ
-	13	21	8	6		48

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$PV^n = \text{const}$$

$$n = 3 \quad V_2 = 2V_1$$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

$$T_1 = 600 \text{ K}$$

$$n = \frac{c - c_p}{c - R}$$

$$\begin{cases} P_1 V_1^3 = \text{const} \\ P_2 V_2^3 = \text{const} \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_1 V_1^3 = \nu R T_1 V_1^2 \\ P_2 V_2^3 = \nu R T_2 V_2^2 \end{cases}$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} P(V) dV$$

$$\Rightarrow T_1 V_1^2 = T_2 V_2^2$$

$$T_1 V_1^2 = T_2 (2V_1)^2$$

$$T_2 = \frac{T_1 V_1^2}{(2V_1)^2} = \frac{T_1}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{600}{4} = 150 \text{ K}$$

$$PV^n = P_2 V_2^n \Rightarrow$$

$$(V^{1-n})' = 1-n V^{-n}$$

$$\Rightarrow A = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{P_2 V_2^n}{V^n} dV =$$

$$= - P_2 V_2^n \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V^n} = - \frac{P_2 V_2^n}{1-n} \left[ V^{1-n} \right]_{V_1}^{V_2} =$$

$$= - \frac{P_2 V_2^n}{1-n} (V_2^{1-n} - V_1^{1-n}) = \frac{P_2 V_2^n}{n-1} \left( \frac{1}{V_2^{n-1}} - \frac{1}{V_1^{n-1}} \right)$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

9 6 0 0 0 1 3 0 9 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 3

$$A = \frac{P_2 V_2}{n-1} \left( \frac{V_2^{n-1}}{V_1^{n-1}} - \frac{V_2^{n-1}}{V_1^{n-1}} \right) = \frac{P_2 V_2}{n-1} \left( 1 - \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{n-1} \right)$$

$$A = \frac{P_2 V_1}{3-1} \left( 1 - \left( \frac{2V_1}{V_1} \right)^{3-1} \right) = P_2 V_1 \left( \frac{3}{4} \right) =$$

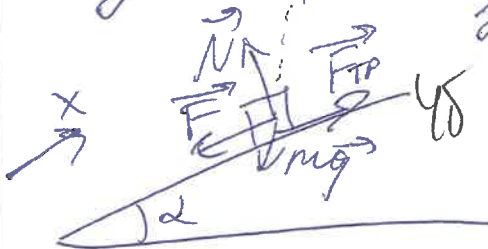
$$= 3P_2 V_1 \quad P_2 V_2^3 = P_1 V_1^3$$

$$\Rightarrow \frac{3}{8} P_1 V_1 \quad P_2 = \left( \frac{V_1}{2V_1} \right)^3 P_1 = \frac{1}{8} P_1$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow A = \frac{3}{8} \cdot 1 \cdot 8,314 \cdot$$

$$\cdot 600 \text{ K} = 1870,65 \text{ (Дж)}$$

Задача 4



Когда не так как  
мало: если  $F_{тр}$  уменьшается

$$\vec{F}_{тр} + \vec{N} + m\vec{g} = 0$$

$$Ox: F_{тр} - mg \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$F_{тр \max} = N \quad N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu - mg \cdot \sin \alpha < 0 \quad \text{т.к. } \mu < 1$$

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № \_\_\_\_\_

Ф 4 0 0 0 1 3 0 9 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 1

Значит тело движется само по себе  $\Rightarrow$  ~~мы~~ силу прикладываем все ~~вместе~~ ~~решать~~ надо

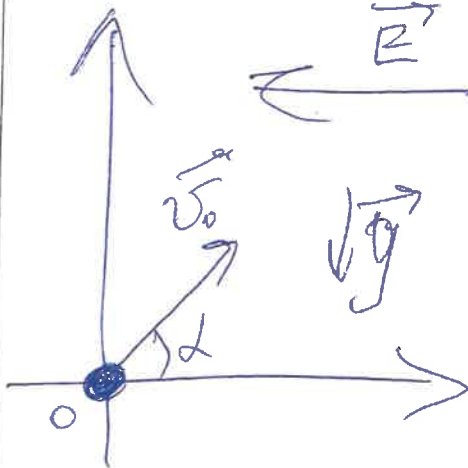
Задача 2

$$\frac{qE}{m} = \frac{\sqrt{2}g}{3}$$

$$F_x = qE$$

$$F_{bx} = \frac{\sqrt{2}}{3} mg$$

$$F_T = mg$$



$$F_{bx} = am$$

$$a = \frac{\sqrt{2}}{3} g$$

$$v_k = v_0 + at$$

$$0 = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a}$$

$$l = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2ga}$$

$$v_k = 0 \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow l_{max} = \frac{(v_0 \cdot \cos \alpha)^2}{2a} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{3} g}$$

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № \_\_\_\_\_

Ф И О О О 1 3 0 9 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$\sigma_{\max} = \frac{v_0 \cdot \sigma_0}{2}$

Задача 5

$F_{упр} = k \Delta x \quad F_{\tau} = mg \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

$T_0 = 2\pi$

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





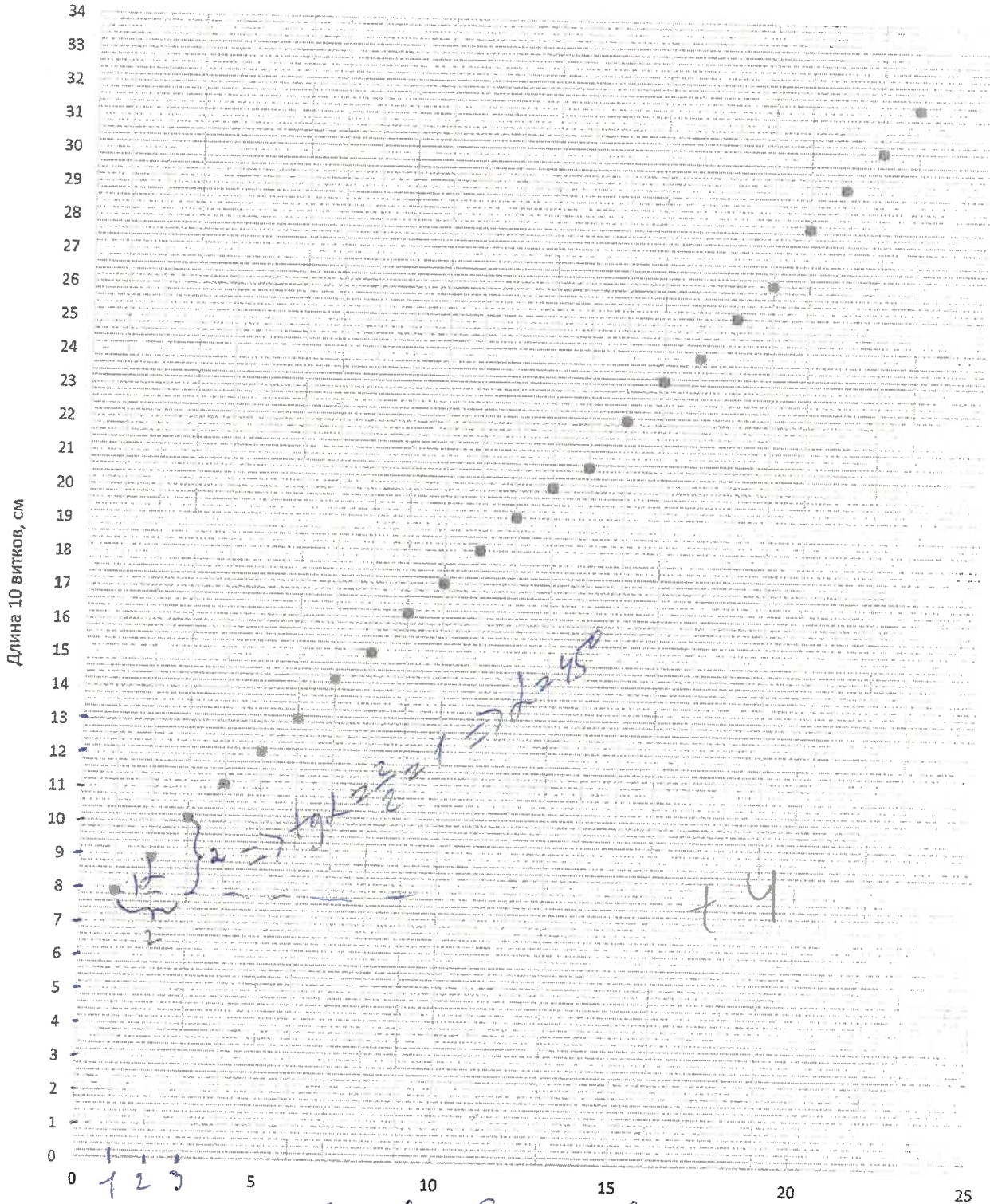
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № \_\_\_\_\_

Ф 4 0 0 0 1 3 0 9 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 2  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



код - во витков под 10 витками

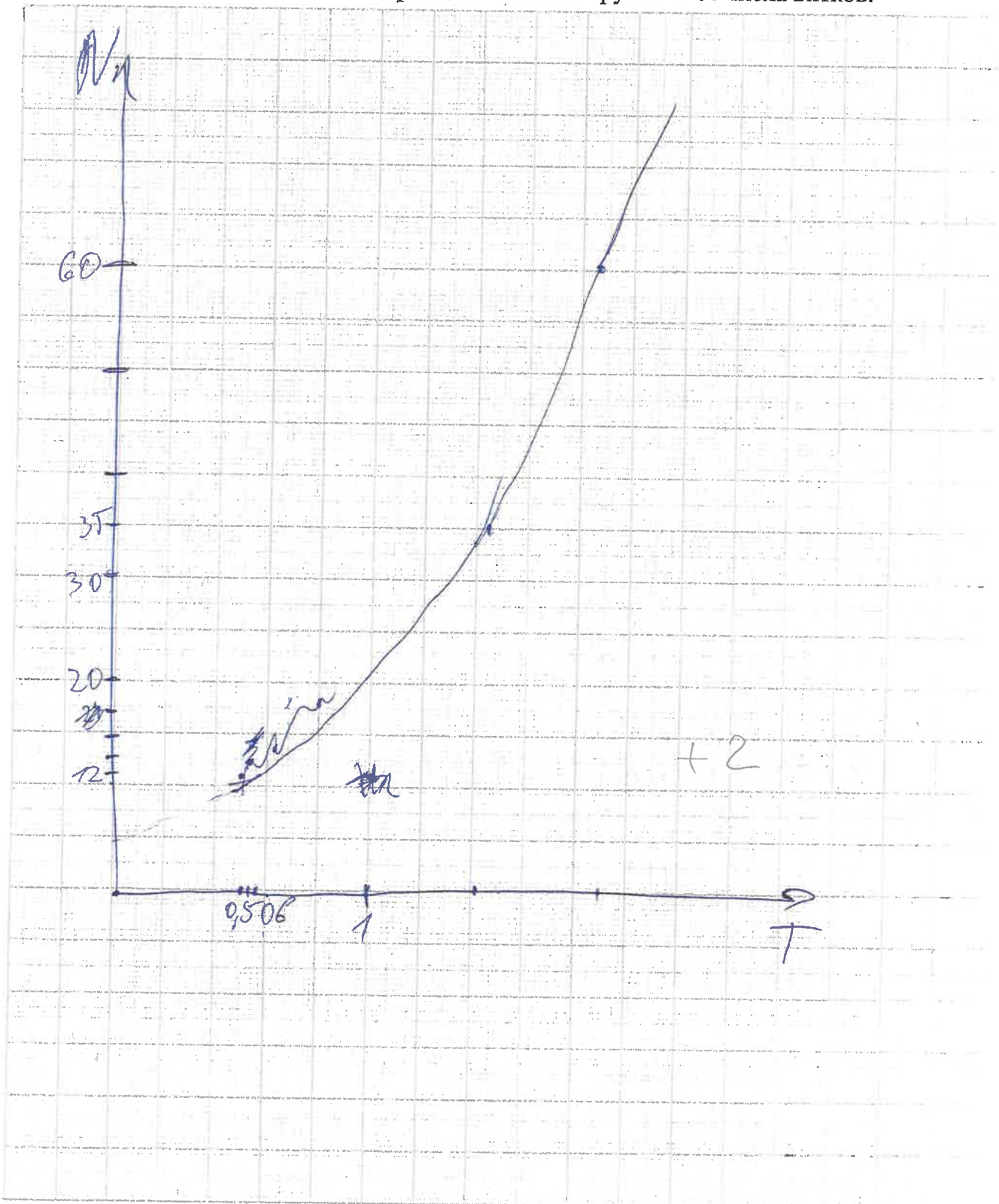
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № \_\_\_\_\_

Ф	4	0	0	0	1	3	0	9	0	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 7 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
4	16	11	7	9		47

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проставляется оценка за, что записано с этой стороны листа в правой строке



N3

$$pV^n = \text{const}$$

$$n = \frac{1}{3} = \frac{c - c_p}{c - c_v}$$

$$3c - 3c_p = c - c_v$$

$$V_2 = 2V_1$$

$$p_1 V_1^n = p_2 V_2^n$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^n = 2^n = 2^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{2}$$

$$Q = c \Delta T$$

$$p_2 = \frac{p_1}{\sqrt[3]{2}}$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$Q = c \Delta T = \frac{5}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + A$$

$$Q = c \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A$$

$$\nu R \Delta T = p_2 V_2 - p_1 V_1 = 2V_1 \cdot \frac{p_1}{\sqrt[3]{2}} - p_1 V_1$$

$$115 = V_1 p_1 \left( \frac{2}{\sqrt[3]{2}} - 1 \right) = V_1 p_1 \left( \sqrt[3]{4} - 1 \right)$$

$$V_1 p_1 = \nu R T_1$$

$$\nu R \Delta T = \left( \sqrt[3]{4} - 1 \right) \nu R T_1$$

$$\Delta T = T_1 \left( \sqrt[3]{4} - 1 \right)$$

$$c \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = A$$

Ответ: 512,5 Дж

$$A = \Delta T \left( 3,25R - \frac{3}{2} \nu R \right) = T_1 \left( \sqrt[3]{4} - 1 \right) \left( 3,25R - \frac{3}{2} \nu R \right) = 616,82 = 512,5 \text{ Дж}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

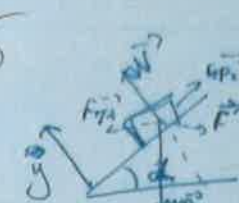
Ф И О О О 1 1 5 7 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N4



Тело падает  
погда  $F_{тр} = N\mu$   
(макс. сила тр.)

рассмотрим силы, действующие на спусок  
 $\vec{F}_{тр} + \vec{F}_{тр2} + \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} = 0$

$0_x: F = F_{тр} = N\mu$        $0_y: N = \cos\alpha \cdot mg$

$F = mg\mu \cos\alpha = 2,8 \text{ Н}$

73

Кобиль  $\frac{1}{e} = k_0$   
 длина куска пружины  
 ← масса этого куска пружины  
 ← обьем N5 длины пружины

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$   
 по этой формуле найдешь  
 местность, например  
 40 витков (покажем  
 данные из таблицы)

$T_{40} = 2\pi \sqrt{\frac{m_{40}}{k_{40}}}$

$T_{40}^2 = 4\pi^2 \frac{m_{40}}{k_{40}}$

$k_{40} = \frac{m_{40} \cdot 4\pi^2}{T_{40}^2}$

$k_{40} = \frac{m_{40} \cdot 4\pi^2}{T_{40}^2} = 0,4 \text{ Н/м}$

Кобиль  $= \frac{2}{L} \cdot k_0 = \frac{1}{2} \cdot k_0 = \frac{1}{2} \cdot 0,4 = 0,2 \text{ Н/м}$   
 $k_0 = k_{40} \cdot 2 = 0,8$

ВНИМАНИЕ! Проводится только то, что написано с этой стороны листа в рамке справа.



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 7 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
4						

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ПРИМЕЧАНИЕ: Прочитайте внимательно, что написано в той стороне листа в правой стороне.

$\sigma_q = F \cdot \beta \Rightarrow F = \frac{\sigma_q}{\beta}$   
 Коэффициент пропорциональности

$F = \sigma_L ; F = F_q = \frac{\sigma_q}{\beta} q$

$L = 2\pi r$  (длина окружности катушки)

$2\pi n \sigma = \frac{\sigma_q}{\beta} q$

$\Sigma 2+2$

$\sigma_q = \frac{2\beta\pi n \sigma}{q}$  (для 1 катушки)

для второй:  $\sigma_q' = \frac{2\beta\pi n \cdot 1 \cdot 1 \cdot \sigma}{q}$

Ответ:

$\frac{\sigma_q'}{\sigma_q} = 1/1$

Олимпиада школьников «БЕЛЪЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 7 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверьте, пожалуйста, что написано с этой стороны листа и решайте справа

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{m}{k}$$

~~какая-то формула~~

№2

$$\frac{qE}{m} = 1,2g; \quad F = qE \Rightarrow \frac{F}{mg} = 1,2$$

$$F = 1,2mg$$

на все тело действуют силы:

То есть  $a_x = -\frac{F}{m} = -1,2g$

т.к.  $Ox \perp Oy: a_x m = -F$

$a_y = -g; -mg = ma_y$

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{a_x t^2}{2} = v_0 \cos \alpha \cdot t + \frac{1,2g t^2}{2} = v_0 \cos \alpha \cdot t + 0,6g t^2$$

Аналогично

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

⇒ найти  $x_{max}$ .

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 7 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Т.к.

$$x = -0,6g t^2 + V_0 \cos \alpha \cdot t$$

↑ параболы ветвями вниз

↓ в вершине ~~х~~  $x_{\text{максимально}}$

$$\Rightarrow t_{\text{вс}} = \frac{-V_0 \cos \alpha}{2 \cdot (-0,6)g} = \frac{V_0 \cos \alpha}{1,2g}$$

$$x_{\text{макс}} = -0,6g \cdot \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{(1,2)^2 g^2} + \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{1,2g} =$$

$$= V_0^2 \cos^2 \alpha \left( -\frac{0,6}{(1,2)^2 g} + \frac{1}{1,2g} \right) = \underline{\underline{9,375 \text{ м}}}$$

построим график  $T(n)$

по графику видно, что это прямая, проходящая  
в (0;0).

Выведем зависимость  $T(n)$

$$T^2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

известно, что

$$T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{m}{k}, \text{ где } m - \text{ масса } n \text{ витков пружины.}$$

то есть  $T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{\frac{n}{n_0} \cdot m_0}{k_n}$

$$\leq 5 + 1 + 3$$

$k_n = \frac{1}{n} k_0$  (из формулы о последовательном соединении пружин)  
 $k_0$  - жесткость 1 пружины

$n$  - число витков

$$\Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{n^2 m_0}{n_0 k_0} = n^2 \cdot \frac{4\pi^2 m_0}{n_0 k_0} \Rightarrow T^2 = n^2 \cdot d$$

$$T = n \cdot \sqrt{d}$$



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 7 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с этой стороны листа в рамках задания



из графика  
каждый ~~к~~  $\sqrt{d}$   
как как пои ~~к~~  $\sqrt{d}$

$$\Rightarrow \sqrt{d} = \frac{35}{58} =$$

$$d = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\frac{4\pi^2 m_0}{n_0 \cdot k_0} = d$$

$$k_0 = \frac{4\pi^2 m_0}{n_0 \cdot d} = 16,4 \text{ Н/м}$$

$$k_n = \frac{1}{n} k_0$$

$$k_{0,5} = \frac{1}{n_0} \cdot k_0 = 0,2 \text{ Н/м}$$

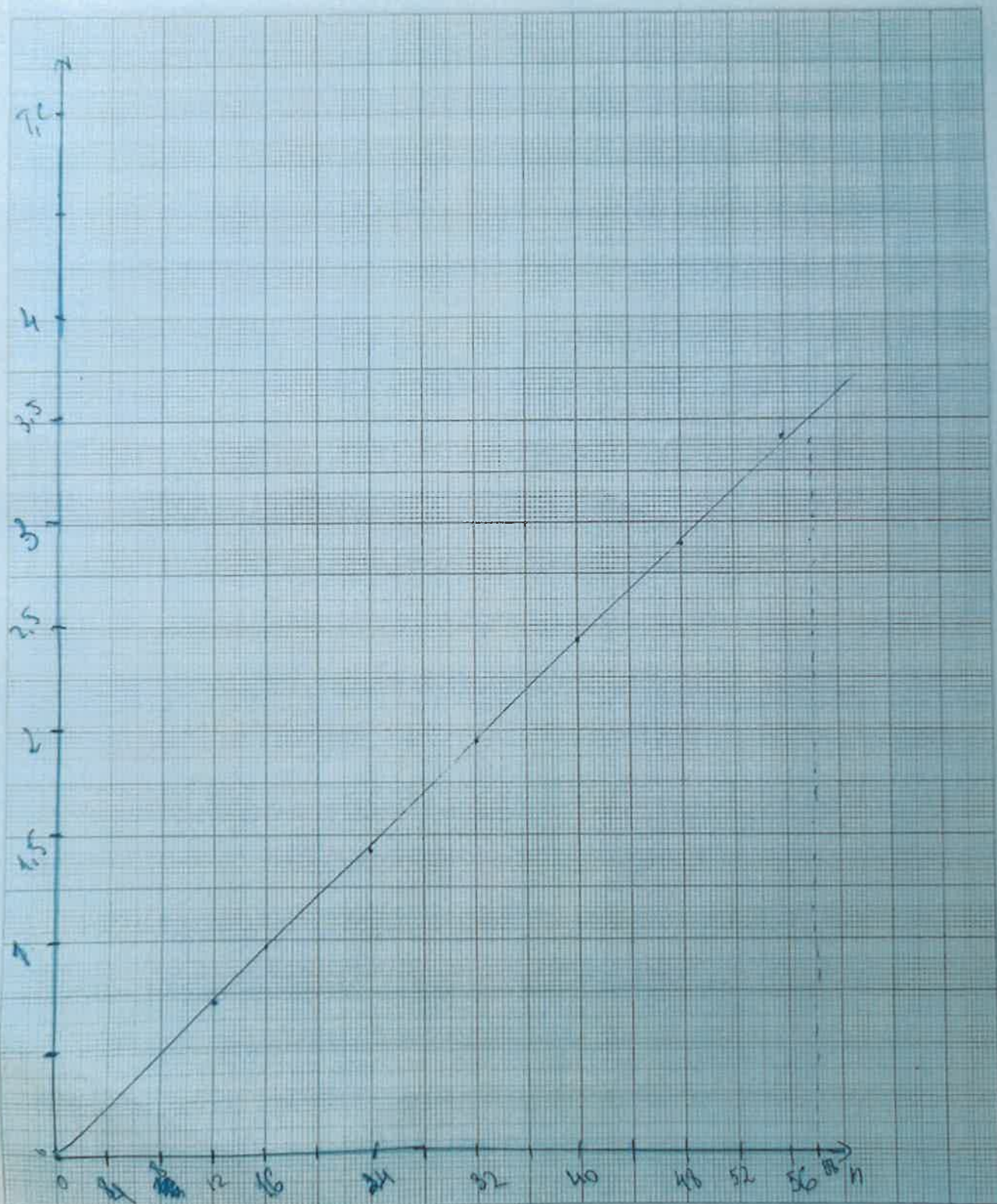


Олимпиада школьников «БЕЛЪЧОНОК»

Вариант № 4

Ф	И	0	0	0	1	1	5	7	3	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

0 4 0 0 0 1 2 5 7 8 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
—	16	19	8	10		46

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проводится только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 3.

Построим график этого процесса для лучшего понимания задачи (форма кривой процесса не имеет).

1) Заменим имеющиеся данные:  
 $pV^n = \text{const}; \quad \gamma = 1; \quad \gamma = 3; \quad 2V_1 = V_2;$   
 $n = 2; \quad T_1 = 400 \text{ K};$

По условию процесс политропический ( $pV^n = \text{const}$ , где  $n = 2$ ), тогда заменим уравнение Клейнера - Менделеева для точек 1 и 2 (начало и конец):  
 $p_1 V_1 = \nu R T_1 \rightarrow$  По условию  $p_1 V_1^n = p_2 V_2^n$   
 $p_2 V_2 = \nu R T_2$  откуда  $p_1 V_1^n = p_2 (2V_1)^n$   
 подставим  $n = 2 \rightarrow p_1 V_1^2 = p_2 4V_1^2 \rightarrow p_1 = 4p_2$  т.е. давление уменьшилось в 4 раза в ходе этого процесса.

2) Кол-во теплоты, полученное одноатомным идеальным газом, равно  $Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T + A$  по 1-й закону термодинамики  $\rightarrow A = Q - \Delta U$   
 $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1$   
 Найдем значение  $C: n = \frac{C - C_p}{C - C_v} \rightarrow 2 = \frac{C - \frac{5}{2} R}{C - \frac{3}{2} R}$   
 $\rightarrow C = \frac{R}{2};$

$Q$  газа в политропном процессе равно  
 $Q = \nu C \Delta T \rightarrow Q = \frac{R}{2} \nu (T_2 - T_1) = \frac{R}{2} \nu T_2 - \frac{R}{2} \nu T_1$   
 Тогда  $A = \frac{R}{2} \nu R T_2 - \frac{R}{2} \nu R T_1 - \frac{3}{2} \nu R T_2 + \frac{3}{2} \nu R T_1$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

040001257925

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 3  
Из упроб кетца метале-  
ева - металева:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Подставив в выражение для работы, получим:

$$A = \frac{p_2 V_2}{2} - \frac{p_1 V_1}{2} - \frac{3}{2} p_2 V_2 + \frac{3}{2} p_1 V_1 = 1/2$$

$$= p_1 V_1 - p_2 V_2$$

$$V_1 = V; V_2 = 2V \rightarrow A = 4pV - 2pV = 2pV$$

$$\text{Итого } p_1 V_1 = p_1 V = 4pV = 1.831 \cdot 100 =$$

$$\Rightarrow pV = 831; \text{ Тогда } A_{\text{газа}} = 2 \cdot 831 = 1662 \text{ Дж}$$

Ответ:  $A = 1662 \text{ Дж}$

Задача 4.  
Плоская плита скользит по наклонной плоскости. Сила реакции опоры направлена вверх (под углом), но очевидно, тело движется вниз по плоскости. Разложим силу  $\vec{F}$  в одной из точек на составляющие: с силой реакции опоры  $\vec{N}$  параллельно плоскости, тогда  $\vec{F}_{\text{тр}}$  направлена вверх по склону (против возможного направления движения). Запишем 2 закона Ньютона для тела в проекции на ось  $x$  (направлена параллельно плоскости) и  $y$  (перпендикулярна ей); тело находится в покое.



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

9040001257925

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с этой стороны листа в рамке справа

Заметка

$\vec{F}_{тр} + \vec{N} + \vec{A} + m\vec{g} = m\vec{a} = 0$

где  $\vec{F}_{тр}$  — сила трения покоя

~~Уравнение~~ X:  $F_{тр} - F \cos \alpha - mg \sin \alpha = 0$  (1)

Y:  $N = mg \cos \alpha$ ;  $F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$  (3) 35

Подставим (2) и (3) в (1):

$\mu mg \cos \alpha - F \cos \alpha - mg \sin \alpha = 0$

$F = \frac{\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha}{\cos \alpha}$  Тогда вычислим

$F = \frac{0,5 \cdot 0,1 \cdot 9,8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 0,1 \cdot 9,8 \cdot 0,5}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{0,424 - 0,49}{0,866} = -0,076$

$\mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$

$\vec{F}_{тр} + \vec{N} + \vec{F} + m\vec{g} = 0$  Y:  $N = mg \cos \alpha$ ;  $F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$

Чтобы тело поехало вниз по склону, необходимо, чтобы сумма сил, действующих вверх параллельно склону (сила трения покоя) была меньше суммы сил, действующих вниз параллельно склону:  $F_{тр} < mg \sin \alpha + F_1 \sin \alpha$

Сравним их на ось X:  $F_{тр} < mg \sin \alpha + F_1 \cos \alpha$

по модулю:

$\mu mg \cos \alpha < mg \sin \alpha + F_1 \cos \alpha$

$0,5 \cdot 0,1 \cdot 9,8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 0,1 \cdot 9,8 \cdot 0,5 < F_1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$0,424 - 0,49 < 0,866 F_1$

$F_1 > \frac{-0,066}{0,866} = -0,076$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

9040001257925

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

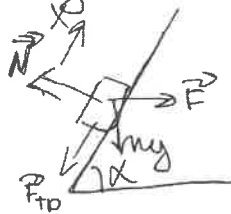
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Задача 4

Следовательно, блок нужно толкнуть вправо (так как результирующая сила отрицательна) с силой  $F_1 = -0,1418 \text{ Н}$ , чтобы блок сдвинулся с места (найдем  $F_2$  мин);



$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha < F_2 \cos \alpha$$

$$0,424 + 0,49 < 0,866 F_2$$

$F_2 = 1,05 \text{ Н}$ , чтобы тело поехало вверх;  $F_1 \leq F_2 \rightarrow F_{\min} = 0,1418 \text{ Н} = 0,074 \text{ Н}$

Ответ:  $F_{\min} = 0,1418 \text{ Н}$ . Продолжение см стр. 7

Задача 2.

$\frac{qE}{m} = a$  частица в поле. Ответные частицы в проекции на ось X будут сходны с движением тела в поле гравитации Земли.

Начальная горизонтальная скорость  $v_0 \cos \alpha$ ; Ускорение, которое будет «притягивать» частицу к оси Y  $a = \frac{\sqrt{3}g}{3}$ ; Найдем  $L_{\max}$  удаления частицы от оси Y:  $L_{\max} = \frac{3v_0^2 \cos^2 \alpha}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}g}{3}} \rightarrow L_{\max} = \frac{3 \cdot 100}{2 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 9,8}{3}} = 8,83 \text{ м}$

Ответ:  $L_{\max} = 8,83 \text{ м}$ , по данному ответу + возможно до долей получим, если до к телу не действовала сила гравитационного притяжения;

Продолжение см стр. 6

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

040001257925

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с этой стороны листа в рамках строки

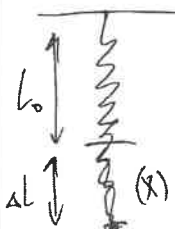


Задача 5.

Проведём исследование зависимости кол-ва витков под 10-ю витками от растяжения нити и составим небольшую таблицу:

L, см	n, витков
8,9	2
14,3	7
17,2	10
23,3	16
30,2	22

Знаемете  $L = l_0 + \Delta L$ , где  $\Delta L$  - изменение длины пружины под весом катушки снизу (витков).  
Найдём массу одного витка:  
 $m_0 = 0,04 \text{ г}; n = 50;$   
 $m = \frac{0,04}{50} = 0,0008 \text{ г}$



Составим 2 уравнения длины пружины:  
 $l_0 + \Delta L = m \cdot x$ , где  $x$  - значение на шкале;  
 $k \cdot \Delta L = m \cdot n \cdot g$  (по формуле  $k \cdot \Delta l = m \cdot n \cdot g = F$ )  
Чтобы увеличить мощность

составим 2 задачи системы:

①  $\begin{cases} l_0 + \Delta l_1 = 8,9 \\ l_0 + \Delta l_2 = 14,3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} l_0 + \frac{2mg}{k} = 8,9 \rightarrow l_0 = 8,9 - \frac{2mg}{k} \\ l_0 + \frac{7mg}{k} = 14,3 \rightarrow 8,9 - \frac{2mg}{k} + \frac{7mg}{k} = 14,3 \end{cases}$

$5,4 = \frac{5mg}{k}; k = \frac{5mg}{5,4} \Rightarrow k = \frac{5 \cdot 0,0008 \cdot 9,8}{5,4} = 0,00726 \text{ Н/м}$

②  $\begin{cases} l_0 + \Delta l_3 = 17,2 \\ l_0 + \Delta l_4 = 23,3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} l_0 + \frac{10mg}{k} = 17,2 \rightarrow l_0 = 17,2 - \frac{10mg}{k} \\ l_0 + \frac{16mg}{k} = 23,3 \rightarrow \frac{6mg}{k} = 6,1 \end{cases} \quad | \cdot 5$

$k = \frac{6mg}{6,1} = 0,00771 \text{ Н/м} \quad k_{\text{ср}} = 0,7 + 0,0075 \text{ Н/м}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

0 0 0 0 1 2 5 7 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Пронумерованы только те, что написаны с этой стороны листа в рамке справа



Задача 5.

По закону Гука  $k_0$  —

то из звеньев  $k_0$  и  $n$  <sup>раз больше</sup>  $k_0$  пружинки, где  $n$  — кол-во звеньев.

$$k_0 = \frac{0,0075 \cdot 10}{100} = 0,00075 \text{ Н/м} = 0,075 \text{ Н/м}$$

Затем обобщим формулу для расчёта  $k_n$  и пружинки с  $n$  витками:

$$k = k_0 / n \cdot 3$$

$$k_{000} = k_0 / 50 = 0,00075 / 50 = 0,000015 \text{ Н/м} \quad 0,0015 \text{ Н/м}$$

Ответ:  $k_{000} = 0,00015 \text{ Н/м}$

Задача 2

Задача 2 (продолжение)

Найдём время, пока частица будет двигаться в преобладающем поле земли до падения ( $t_{\text{max}}$ ):

$$v_0 \sin \alpha - g t = 0 \rightarrow t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{1,76}{9,8} \text{ с} \rightarrow t_{\text{max}} = 2t = \frac{3,5}{9,8} \text{ с}$$

где  $t$  — время подъёма до максимальной высоты

В поле электромагнитного до точки максимальной высоты тело будет двигаться  $v_0 \cos \alpha - \frac{\sqrt{3}g}{3} t = 0$

$$t_x = \frac{3v_0 \cos \alpha}{\sqrt{3}g} \rightarrow t_x = \frac{3 \cdot 20 \cdot 0,5}{\sqrt{3} \cdot 9,8} = 1,73 \text{ с, что}$$

меньше  $t_{\text{max}}$  ( $1,73 < 3,5$ ).

П.е.  $L_{\text{max}} = L_{\text{max}}$

Ответ:  $L_{\text{max}} = 8,83 \text{ м}$ .

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

0 4 0 0 0 1 2 5 7 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

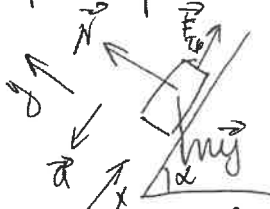


Задача 4 продолжение

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Но! Рассмотрим ситуацию, когда сила не приложена к системе вообще:



Предположим, тело камнем движется вниз с некоторым ускорением  $a$  (мы проводим эту проверку, чтобы удостовериться в необходимости отрицательной силы, т.е. торможения системы, возможно, может двигаться и без нее)

По 2 закону Ньютона:  $y: N = mg \cos \alpha$

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{a} + \vec{F}_{fr} = m\vec{a} \quad x: F_{fr} - mg \sin \alpha = -ma$$

$$F_{fr} = \mu N = \mu mg \cos \alpha \rightarrow \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = -ma$$

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \rightarrow a = 10 \cdot 0,5 - 0,5 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$= 5 - 2,5\sqrt{3}$  где  $\sqrt{3} \approx 1,7 < 0$ , т.е. тело прежнему не движется.

Ответ:  $F_{min} = 0,07 \text{ Н}$



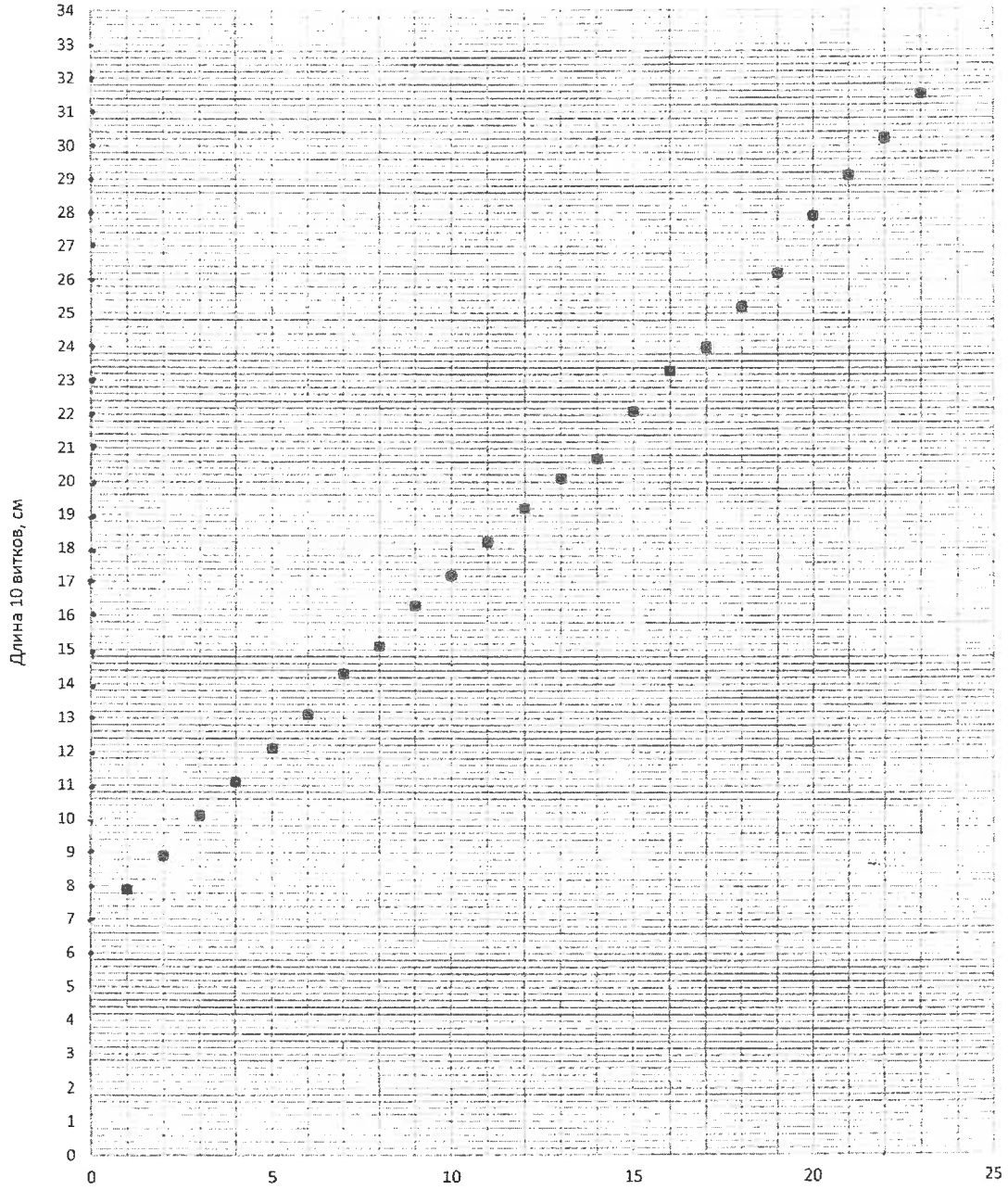
Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

0	0	0	0	0	1	2	5	7	9	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 1.  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



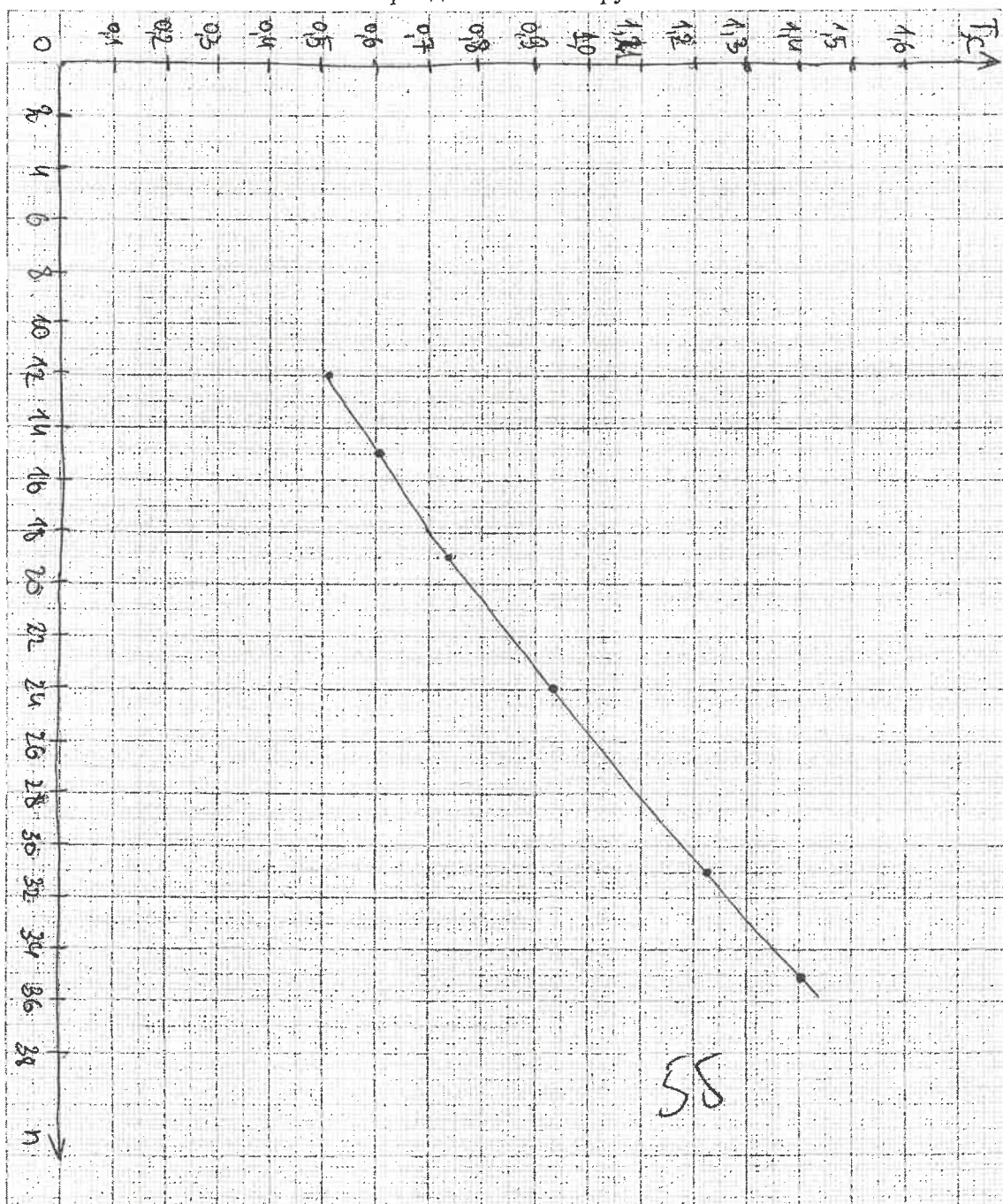
Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

040001257925

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



55

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 2 6 5 2 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

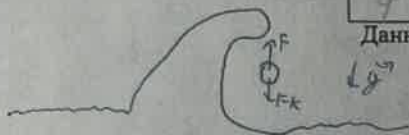
1	2	3	4	5	6	Σ
4	13	21	6	2		46

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1.  
 $E; \sigma_1; \rho; \sigma_2; R_1; R_2$   
 $\frac{R_2}{R_1} = 1,7$   
 $\frac{\sigma_{m1}}{\sigma_{m2}}$

$$F = \sigma \cdot L = \sigma \cdot 2\pi R$$



$$\sigma_{m1} = \frac{Q_1}{S_1} = \rho \cdot \sigma_{m1} \cdot S_1$$

$$Q_2 = \sigma_{m2} \cdot S_2$$

$$R_2 = 1,7 R_1$$

①  $F_1 - F_{k1} = m_1 g$  (канал  $R_1$ )

②  $F_2 - F_{k2} = m_2 g$  (канал  $R_2$ )

③  $\sigma \cdot 2\pi R_1 - E \cdot \sigma_1 = \rho \cdot V_1 \cdot g$

④  $\sigma \cdot 2\pi R_2 - E \cdot \sigma_2 = \rho \cdot V_2 \cdot g$

$$E \cdot \sigma_{m1} \cdot 4\pi R_1^2 = \sigma \cdot 2\pi R_1 - \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R_1^3 g$$

$$\sigma_{m1} = \frac{\sigma \cdot 2\pi R_1 - \frac{4}{3}\rho \cdot \pi R_1^3 g}{E \cdot \sigma_{m1} \cdot 4\pi R_1^2} = \frac{\sigma - \frac{2}{3}\rho \cdot R_1^2 g}{E \cdot 2 R_1}$$

②  $\sigma \cdot 2\pi R_2 - E \cdot \sigma_{m2} \cdot S_2 = \rho \cdot V_2 \cdot g$

$$\sigma_{m2} = \frac{\sigma - \frac{2}{3}\rho \cdot R_2^2 g}{2E \cdot R_2}$$

$$\frac{\sigma_{m1}}{\sigma_{m2}} = \frac{(\sigma - \frac{2}{3}\rho \cdot R_1^2 g) \cdot 2E R_2}{2E \cdot R_1 (\sigma - \frac{2}{3}\rho \cdot R_2^2 g)} = \frac{R_2 \cdot (3\sigma - 2\rho \cdot R_1^2 g)}{R_1 \cdot (3\sigma - 2\rho \cdot R_2^2 g)}$$

$$= 1,7 \cdot \frac{3\sigma - 2\rho \cdot R_1^2 g}{3\sigma - 2,42 \cdot \rho \cdot R_1^2 g} = 1,7 \cdot \frac{3\sigma - 2\rho \cdot R_1^2 g}{3\sigma - 2,42 \cdot \rho \cdot R_1^2 g}$$

Answer:  $1,7 \cdot \frac{3\sigma - 2\rho \cdot R_1^2 g}{3\sigma - 2,42 \cdot \rho \cdot R_1^2 g}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

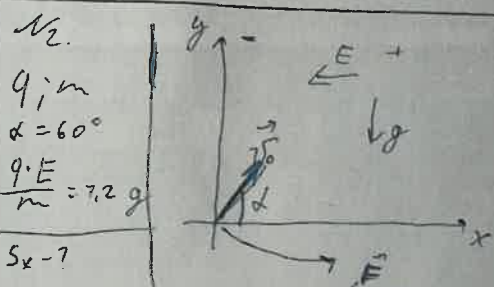
Ф И О О О 1 2 6 5 2 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



№2.  
 $q = m$   
 $\alpha = 60^\circ$   
 $\frac{q \cdot E}{m} = 7.2 g$   
 $S_x = ?$

~~$(a \sin \alpha)^2 = (a \cos \alpha)^2 + F^2$~~   
 ~~$\cos^2 \alpha = 4 \frac{g^2}{g^2} + 4 \frac{g^2}{g^2} E^2$~~   
 ~~$\cos^2 \alpha = 4 \frac{g^2}{g^2} + (7.2 g)^2$~~   
 ~~$\cos^2 \alpha = 1 + 51.84$~~   
 ~~$\cos^2 \alpha = 52.84$~~   
 ~~$\alpha = \arccos \sqrt{52.84} = 7.56 g$~~

~~$a = \sqrt{(a \cos \alpha)^2 + F^2}$~~   
 ~~$a = \sqrt{(a \cos \alpha)^2 + (7.2 g)^2}$~~   
 ~~$a = \sqrt{(a \cos \alpha)^2 + 51.84 g^2}$~~   
 ~~$a = \sqrt{(a \cos \alpha)^2 + 51.84 g^2}$~~   
 ~~$a = \sqrt{(a \cos \alpha)^2 + 51.84 g^2}$~~   
 $S_x = \frac{v_{0x} \cdot t - \frac{a_x t^2}{2}}$   
 $v_{0x} = a_x t$   
 $S_x = \frac{v_{0x}}{2 a_x}$   
 $S_x = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha \cos \alpha}{2 \cdot 7.2 g} = \frac{v_0 \cdot \cos 60}{2 \cdot 7.2 g}$

$= \frac{30}{2 \cdot 2 \cdot 7.2 g} = \frac{30}{9.8 g} = \frac{6.25 g}{g} = 0.625 \text{ м}$

Ответ: 0,625 м.

№3.  
 $pV^n = \text{const}$   
 $\nu = 1 \text{ моль}$   
 $\frac{V_2}{V_1} = 2$   
 $n = \frac{1}{3}$   
 $t_1 = 600 \text{ К}$   
 $A = ?$

$A = p_{1n} \cdot \Delta V = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = ? ; V_2 = 2V_1$   
 $p_1 p V^{\frac{1}{3}} = \text{const}$   
 $\left\{ \begin{array}{l} p_1 \sqrt[3]{V_1} = \text{const} \\ p_2 \sqrt[3]{V_2} = \text{const} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{\sqrt[3]{V_2}}{\sqrt[3]{V_1}} = \sqrt[3]{2} \Rightarrow p_1 = \sqrt[3]{2} p_2$   
 $A = \frac{\sqrt[3]{2} \cdot p_2 + p_2}{2} \cdot (2V_1 - V_1) = \frac{p_2 (\sqrt[3]{2} + 1)}{2} \cdot V_1 =$   
 $= \frac{p_1 V_1 (\sqrt[3]{2} + 1)}{2 \sqrt[3]{2}}$   
 $p_1 V_1 = \nu R T_1$   
 $\Rightarrow A = \frac{\nu R T_1 (\sqrt[3]{2} + 1)}{2 \sqrt[3]{2}} = 4477.69 \text{ Дж}$

Ответ: 4477,69 Дж.

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

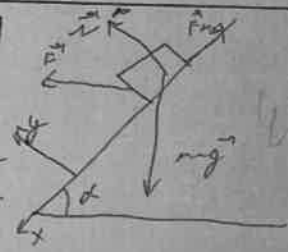
Вариант № 4

09 00 00 01 26 52 25

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

**ВНИМАНИЕ!** Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в разрезе справа

$N_4$   
 $\alpha = 60$   
 $m = 0,1 \text{ кг}$   
 $F = ?$   
 $\mu = \sqrt{2}$



1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$x: F \cos \alpha - F_{fr} - mg \sin \alpha = 0$   
 $y: N - mg \cos \alpha + F \sin \alpha = 0$   
 $N = mg \cos \alpha - F \sin \alpha$

$F \cos \alpha - \mu N - mg \sin \alpha = 0$   
 $F \cos \alpha - \mu (mg \cos \alpha - F \sin \alpha) - mg \sin \alpha = 0$   
 $F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$

$F = \frac{mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} = 3,65 \text{ Н}$   
 Ответ:  $F = 3,65 \text{ Н}$

$N_5$   
 $m_0 = 0,12 \text{ кг}$   
 $n_0 = 30$   
 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$   
 $F = k \Delta x$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 6 3 0 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

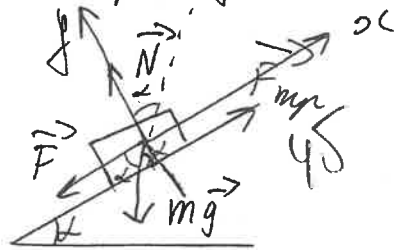
1	2	3	4	5	6	Σ
-	16	16	7	7		46

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задание 4

Рассмотрим 2 случая: когда силу прикладывают вниз и вверх

$$\alpha = 45^\circ$$



$$Oy: 0 = N - mg \cdot \cos \alpha$$

$$\cos 45^\circ = \sin 45^\circ$$

$$N = mg \cdot \cos \alpha \quad \text{ЗС}$$

$$Ox: 0 = F_{mp} - F - mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_{mp} = F + mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_{mp} = m \cdot N$$

$$mN = F + N \Rightarrow F < 0, \text{ значит } F \text{ направлено}$$

в другую сторону.

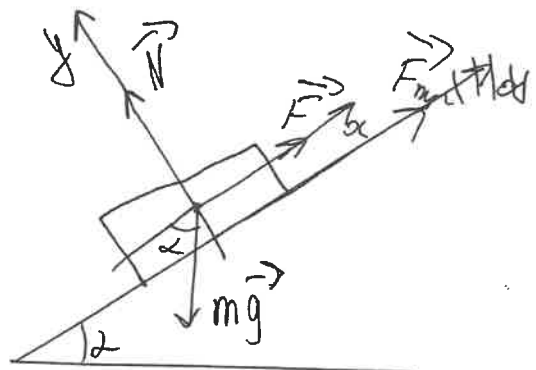
$$Oy: N = 0 = N - mg \cdot \cos 45^\circ$$

$$Ox: 0 = F_{mp} + F - mg \cdot \cos 45^\circ$$

$$F + F_{mp} = mg \cdot \cos 45^\circ$$

$$F_{mp} = m \cdot N$$

$$F + m \cdot N = mg \cdot \cos 45^\circ$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 6 3 0 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$F + \mu \cdot mg \cdot \cos 45^\circ =$$

$$= mg \cdot \cos 45^\circ$$

$$F = mg \cdot \cos 45^\circ - \mu \cdot mg \cdot \cos 45^\circ =$$

$$= mg \cdot \cos 45^\circ \cdot (1 - \mu) = 0,245 \cdot 10 \cdot \cos 45^\circ \cdot 0,25 =$$

$$= 0,43 \text{ Н}$$

Ответ: 0,43 Н

Задача 3

$$P_1 V_1^n = \text{const}$$

$$P_2 V_2^n = \text{const} \quad 2V_1 = V_2$$

$$8P_2 V_1^n = \text{const}$$

$$; P_1 V_1^n = 8P_2 V_1^n$$

$$P_1 = 8P_2$$

$$P_2 = \frac{P_1}{8}$$

$$P_1 V_1 = \sqrt{RT_1}$$

$$P_2 V_2 = \sqrt{RT_2}$$

$$P_1 V_1 = \sqrt{RT_1}$$

$$\frac{P_1}{8} \cdot 2V_1 = \sqrt{RT_2} \quad ; \quad \frac{2V_1 P_1}{8} = \sqrt{RT_2}$$

$$\frac{P_1 \cdot V_1 \cdot 8}{2P_1 V_1} = \frac{\sqrt{RT_1}}{\sqrt{RT_2}}$$

$$4 = \frac{T_1}{T_2}$$

$$4T_2 = T_1 \quad ; \quad T_2 = \frac{T_1}{4} = 150 \text{ К}$$

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф	И	0	0	0	1	6	3	0	3	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q = C \cdot \Delta T \quad \Delta T = T_2 - T_1$$

$$C \cdot \Delta T = \Delta U + A$$

$$A = C \Delta T - \Delta U \quad \Delta U = \frac{i}{2} \nu R T_2 - \frac{i}{2} \nu R T_1$$

$$\eta = \frac{C - C_p}{C - C_v}$$

$$C = \frac{\eta C_v - C_p}{\eta - 1} = \frac{3 C_v - C_p}{2} \quad \Delta T < 0$$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R \nu \quad C_v = \frac{i}{2} R \nu$$

$$\frac{3 \left( \frac{i}{2} R \nu \right) - \frac{i+2}{2} R \nu}{2} \cdot \Delta T = \frac{i}{2} \nu R T_2 - \frac{i}{2} \nu R T_1 + A$$

$$- \frac{3 \left( \frac{3}{2} \cdot 8,31 \right) - 2,5 \cdot 8,31}{2} \cdot 450 = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 150 - \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 600 +$$

+ A

$$- 3741 = 1869,75 - 7479 + A$$

Ответ: 1868,25 Дж

$$A = 1868,25 \text{ Дж}$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

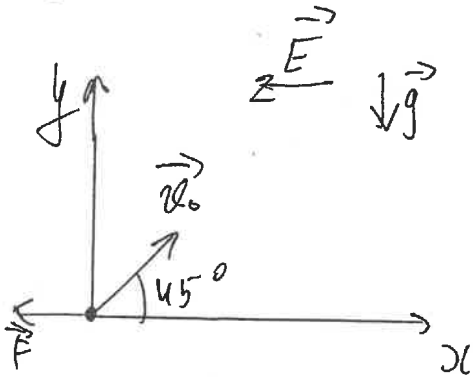
Ф И О О О 1 6 3 0 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 2



$$F = E \cdot q$$

$$x = x_0 + v_{0x}t - g \frac{a_x t^2}{2}$$

$$x_0 = 0$$

$$m a_x = F$$

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos 45^\circ$$

$$a_x = \frac{F}{m} = \frac{E \cdot q}{m}$$

$$x = v_0 \cdot \cos 45^\circ \cdot t - \frac{E \cdot q}{m} \cdot \frac{t^2}{2}$$

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y = 0 \quad y_0 = 0 \quad v_{0y} = v_0 \cdot \sin 45^\circ$$

$$0 = v_0 \cdot \sin 45^\circ \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$21,2t - 5t^2 = 0$$

$$t(-5t + 21,2) = 0$$

$$t = \frac{21,2}{5} = 4,24 \text{ с}$$

$t=0$  - не подходит по условию

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 6 3 0 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$\frac{qE}{m} = \frac{\sqrt{2} \cdot g}{3}$$

$$qE = \frac{m \cdot \sqrt{2} \cdot g}{3}$$

$$x = 30 \cdot 0,707 \cdot 4,24 - \frac{E \cdot q \cdot 18}{2m}$$

$$x = 30 \cdot 0,707 \cdot 4,24 - \frac{m \cdot \sqrt{2} \cdot g \cdot 18}{3} \cdot \frac{1}{2m}$$

$$x = 30 \cdot 0,707 \cdot 4,24 - \frac{m \cdot \sqrt{2} \cdot g \cdot 6}{2m}$$

$$x = 30 \cdot 0,707 \cdot 4,24 - \frac{10 \cdot 6 \cdot \sqrt{2}}{2} =$$

$$= 89,93 - 42,43 = 47,5 \text{ м}$$

Ответ: 47,5 м +

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 6 3 0 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 5

Начертим график периода колебаний от числа витков + масса на миллиметровой бумаге

$$T = 2\pi l \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$m_1$  - масса 1 витка

$$m_1 = \frac{m_0}{n_0} = \frac{0,08}{60} = 0,00133 \text{ кг}$$

Возьмем 12 витков

8,9 см, когда под 10-ю витками еще 2

$$0,089 \text{ м}$$

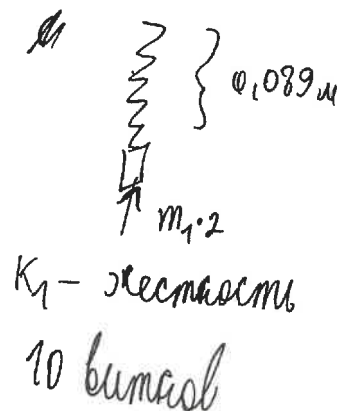
$$m_{1 \cdot 2} = 0,00266 \text{ кг}$$

$$T = 0,506 \text{ с}$$

$$T \cdot 0,506 = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{0,00266}{k_1}}$$

$$\left(\frac{0,506}{2 \cdot 3,14}\right)^2 = \frac{0,00266}{k_1}$$

$$k_1 = 0,41 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$



$$T = 2\pi l \sqrt{\frac{n \cdot m}{k}} \quad k = \frac{n \cdot m}{L}$$

$$\Sigma 5 + 2$$

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

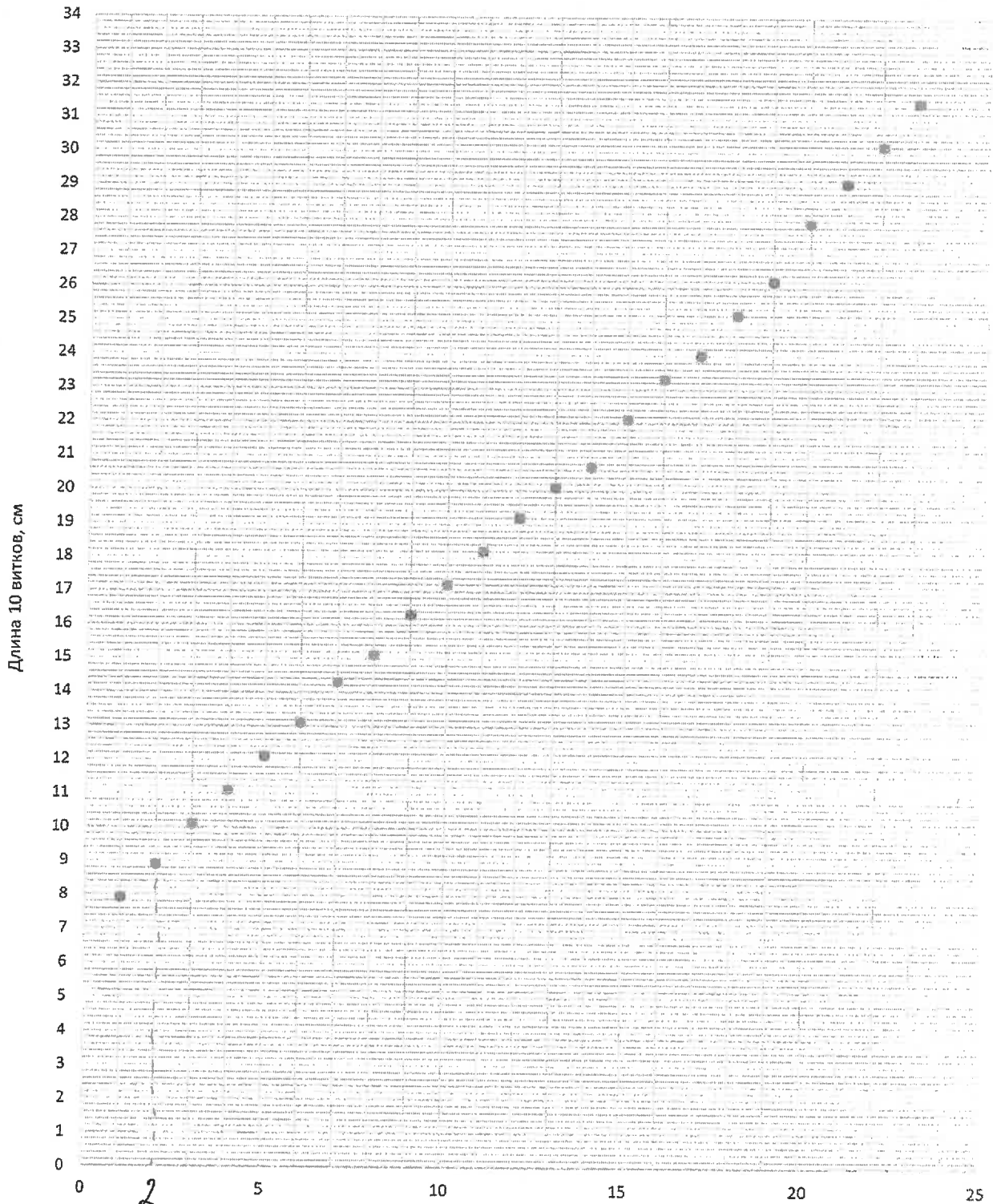


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

К задаче 5. График 1. Вариант 2  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



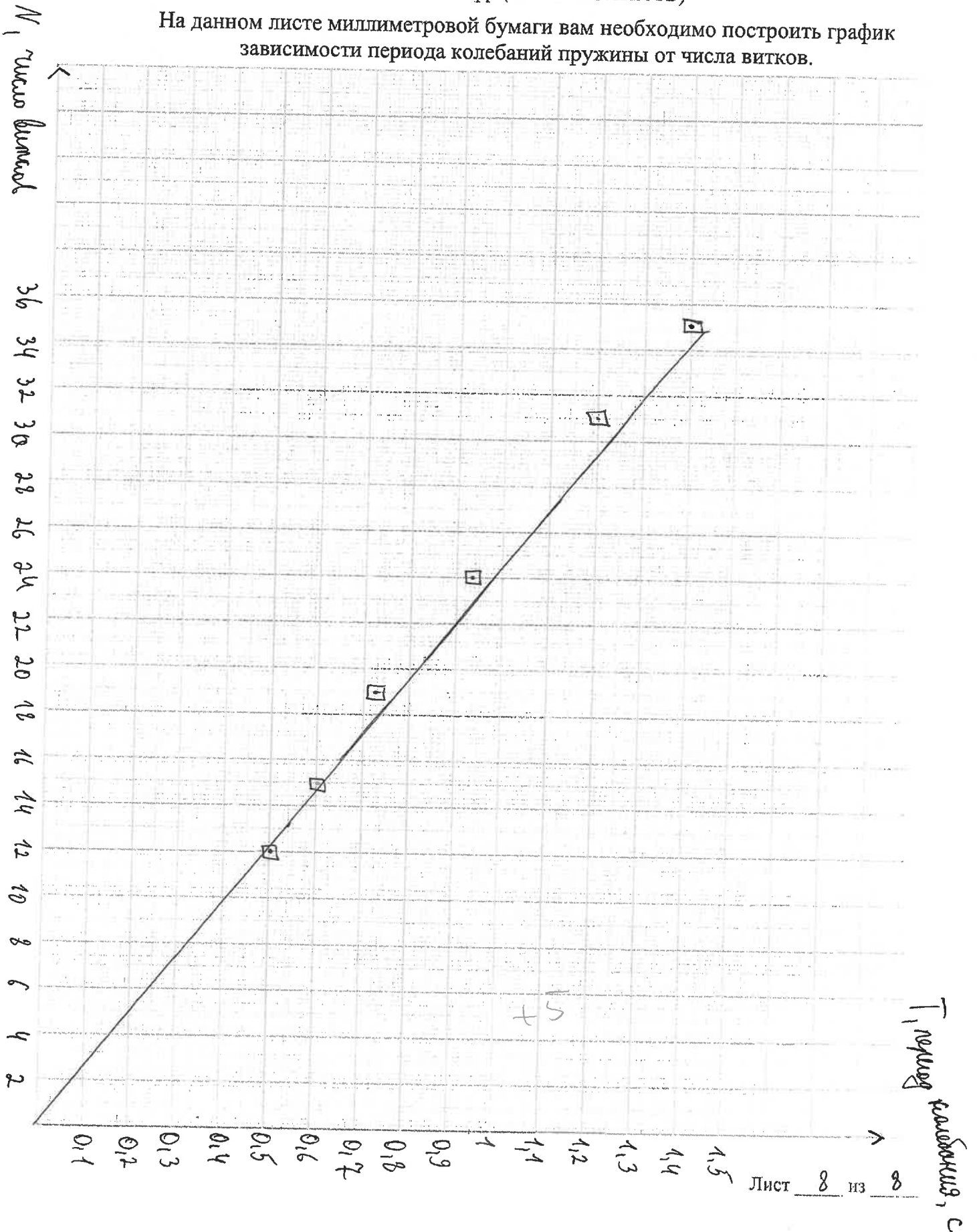
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 5 3 2 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
-	13	4	7	21		45

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

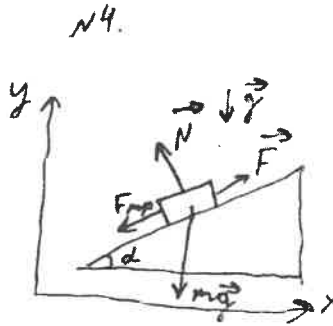
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$\alpha = 30^\circ$   
 $m = 0,5 \text{ кг}$   
 $M = 0,4$   


---

 И:  $F = ?$



45

По 2-му y-му закону Ньютона

$$m a = \vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{фрп}} + m \vec{g} = m \vec{a}$$

$$Ox: F - F_{\text{фрп}} + 0 - mg \cos 60^\circ = 0$$

$$F = F_{\text{фрп}} + mg \cos 60^\circ$$

$$Oy: 0 + N + 0 - mg \cos 30^\circ = 0$$

$$N = mg \cos 30^\circ$$

$$F_{\text{фрп}} = MN \Rightarrow F = Mmg \cos 30^\circ + mg \cos 60^\circ = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 0,5 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 4,23 \text{ Н}$$

Ответ: 4,23 Н

N5.

$m_0 = 0,08 \text{ кг}$   
 $n_0 = 50$   
 И:  $k_n, k_0, k_{\text{пружины}}$

$$T = 0,65 \text{ (с)}$$

$$T_1 = \frac{0,65}{2} = 0,325 \text{ с}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{k_0}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot m_0}{k_0} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,08 \cdot 10^{-3}}{k_0} = 22 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$k_0 = \frac{4\pi^2 \cdot m_0}{T^2} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,08 \cdot 10^{-3}}{0,65^2} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$$

$$k_n = \left( \frac{m_0}{k_0} \right) \cdot n^2$$

$$T_n = T_0 \cdot n$$

$$k_n = \frac{4\pi^2 \cdot \left( \frac{m_0 \cdot n}{T_n} \right)}{\left( \frac{T_0 \cdot n}{T_n} \right)^2} = \frac{4\pi^2 \cdot m_0 \cdot n}{T_0^2 \cdot n^2} = \frac{4\pi^2 \cdot m_0}{T_0^2 \cdot n}$$

$$k_n = \frac{4\pi^2 \cdot m_n}{T_n}$$

$n$  - кол-во витков  
 $m_0$  - кол-во витков пружины  
 $T_1$  - период колебаний пружины  
 $m_0$  - масса пружины

/ 21

# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	О	О	О	1	5	3	2	9	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

15.

$$3) K_{\text{удель}} = K_{50} = \frac{4\pi^2 \cdot m_0}{m_0 \cdot T_1^2 \cdot n} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,08}{50 \cdot 0,094^2 \cdot 50} \approx 0,043 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Ответ:  $K_1 = 22 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ ;  $K_2 = \frac{4\pi^2 \cdot m_0}{m_0 \cdot T_1^2 \cdot n}$ ;  $K_{50} = 0,043 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

12.

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$H = v_{0y} \cdot t - \frac{g t^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot t_{\text{max}} - \frac{g t_{\text{max}}^2}{2}$$

$$0 = v_0 \sin \alpha \cdot t_{\text{max}} - g t_{\text{max}} \Rightarrow t_{\text{max}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$\frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

пройти - малые заряды

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$m = 1,67 \cdot 10^{-24} \Rightarrow \frac{qE}{m} = \frac{2g}{3} \Rightarrow E = \frac{2mg}{3q} = \frac{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-24} \cdot 10}{3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{2 \cdot 7,67}{3 \cdot 7,6 \cdot 10^4} \approx 7 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

$$\frac{qE}{m} = \frac{2g}{3} \Rightarrow a = \frac{qE}{m}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2a} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2 \frac{qE}{m}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot m}{2qE} = \frac{40^2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 1,67 \cdot 10^{-24}}{2 \cdot 7 \cdot 10^{-5} \cdot 7 \cdot 10^5} = \frac{668 \cdot 10^{-24}}{2 \cdot 7 \cdot 10^2} \approx 30 \text{ (м)}$$

$$2 \cdot 7 \cdot 10^2 \approx 30 \text{ (м)}$$

Ответ: 30(м)

130

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	0	0	0	1	5	3	2	9	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

v3.

Дано:  
 $n = 1/2$   
 $T_1 = 600\text{K}$   
 $V_1 = ?$   
 $V_2 = 2V_1$

$A = ?$

$$A = \frac{P_2 - V_2 - P_1 V_1}{1 - n}$$

$$P = RT$$

$$A = \frac{RT_2 - RT_1}{1 - n} = \frac{R(T_2 - T_1)}{1 - n}$$

$$T_2 = T_1 \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma - 1}$$

$$T_2 = 600 \cdot 2^{0,5 - 1} = 600 \cdot 2^{-0,5} = 600 \cdot 0,707 = 424,2\text{K}$$

$$A = \frac{R(424,2 - 600)}{1 - 0,5} = \frac{R(-175,8)}{0,5} = -351,6R$$

$$A = -351,6 \cdot 8,314 = -2923,2$$

Ответ:  $-2923,2$

14





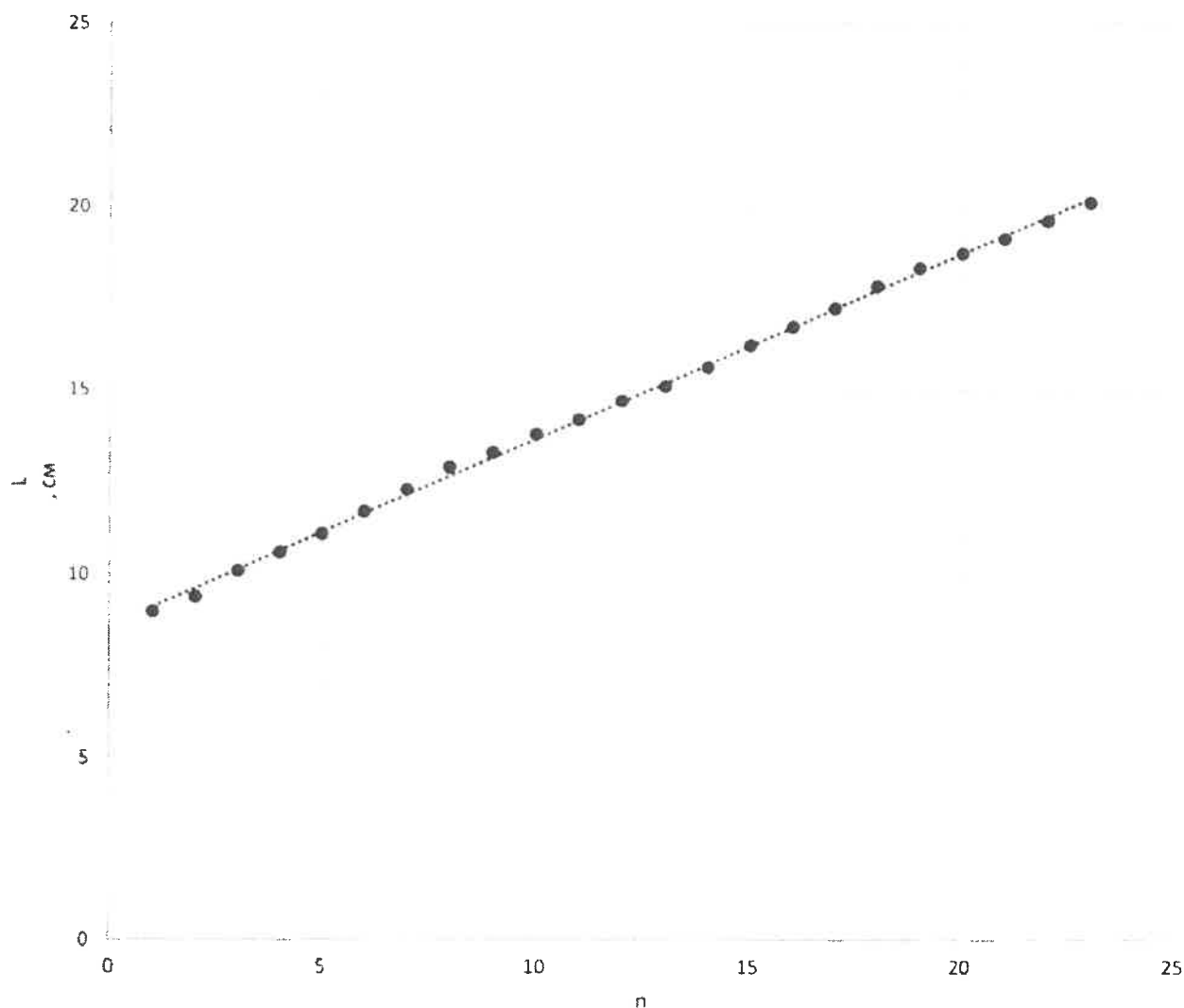
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	0	0	0	1	5	3	2	9	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

График 1 к задаче 5. Вариант 3.  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



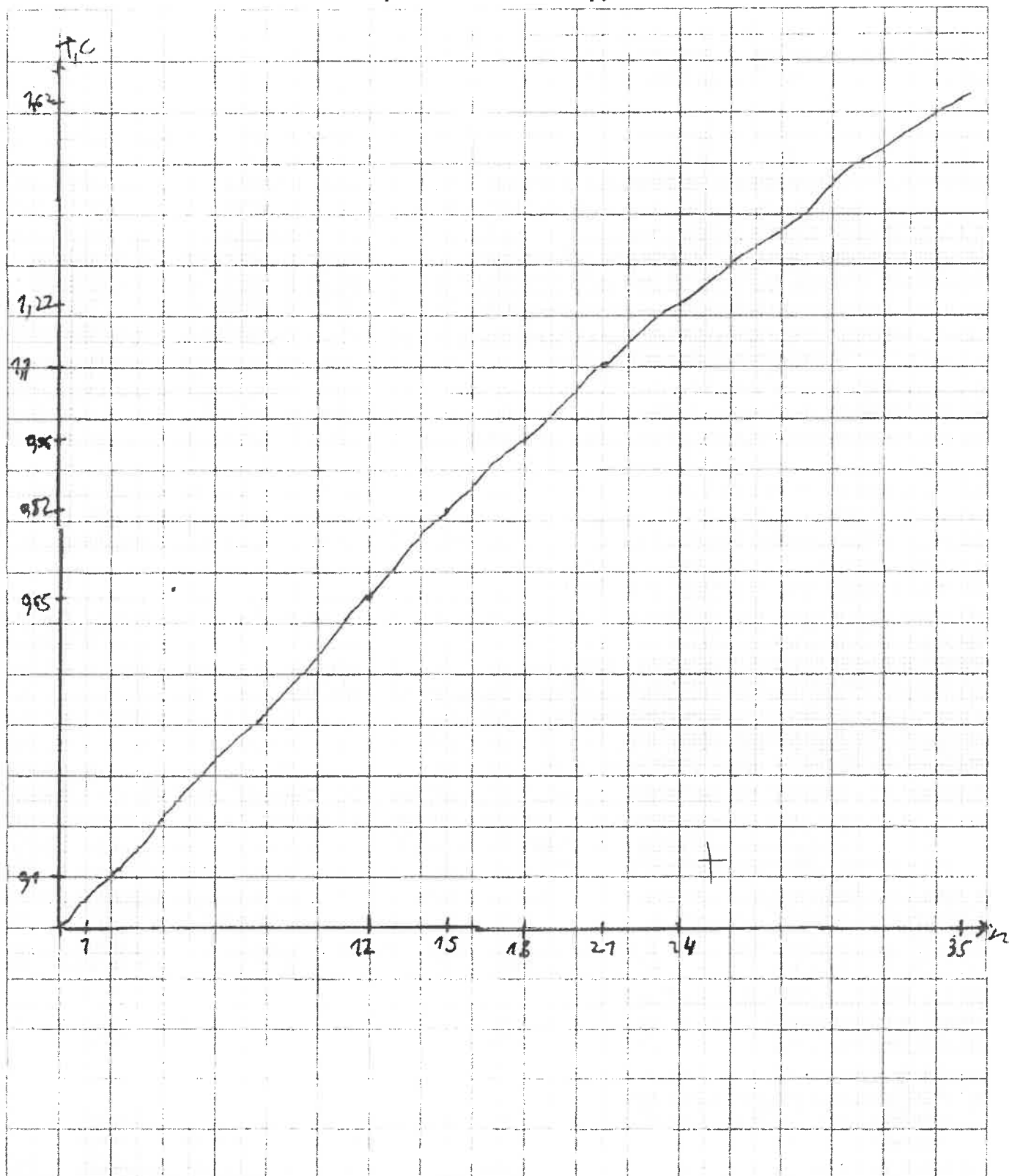
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 5 3 2 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф 4 0 0 0 1 6 7 9 7 2 5

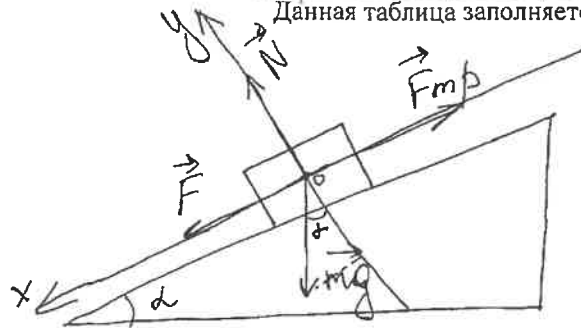
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
4	16	4	7	14		45

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 4.

Дано: см  
 $\alpha = 30^\circ$   
 $m = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$   
 $\mu = 0,4$   
 $F = ?$



45

д. з. н: ось  $Oy$ :  $0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

Чтобы тело начало двигаться, нужно чтобы <sup>сумма</sup> всех сил (по проекции на ось  $Ox$ ) была равна нулю (движение прямолинейное, равномерное).

ось  $Ox$ :  $0 = F - F_{mp}$   $F_{mp} = N \mu$

$F = \mu \cdot mg \cos \alpha$  35

$F = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot \cos(30^\circ) = \sqrt{3} \approx 1,732 \text{ Н}$

Ответ:  $F = \sqrt{3} \approx 1,732 \text{ Н}$

Задача 3.

Дано:  
 $pV^n = \text{const}$   
 $T_1 = 600 \text{ К}$   
 $n = \frac{1}{2}$   
 $V_2 = V_1 \cdot 2$   
 $A = ?$

~~$A = p \Delta V$ ;  $V_1 = V^n = \sqrt{V^1}$ ;  $V_2 = 2V_1 = 2\sqrt{V^1}$   
 Ур. Менделеева-Клапейрона:  
 $p_1 \sqrt{V_1} = p_2 \sqrt{V_2}$ ;  $p_1 = \frac{p_2 \sqrt{V_2}}{\sqrt{V_1}}$   
 $p_1 V_1 = p_2 V_2$  (т.к.  $pV^n = \text{const}$ )  
 $p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2}$~~

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 6 7 9 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

~~$$p_2 = \frac{\gamma R T_1}{\sqrt{V}} \cdot \frac{\sqrt{V}}{2\sqrt{2V}} = \frac{\gamma R T_1}{2\sqrt{2V}}$$~~

~~$$A = p_2 \Delta V = \frac{\gamma R T_1}{2\sqrt{2V}} (2V - \sqrt{V}) = \frac{\gamma R T_1 \cdot \sqrt{V}}{2\sqrt{2V}} = \frac{\gamma R T_1}{2}$$~~

~~$$A = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 600}{2} = 2498 \text{ [**]}$$~~

Ответ:

$$A = p \Delta V ; V_1 = V ; V_2 = 2V$$

Ур. Менделеева - Клапейрона:

$$p_1 V_1 = \gamma R T_1 ; p_1 = \frac{\gamma R T_1}{V}$$

$$p_1 V^n = p_2 (2V)^n ; p_1 \sqrt{V} = p_2 \sqrt{2V}$$

$$p_2 = \frac{\gamma R T_1 \sqrt{V}}{V \cdot \sqrt{2V}} = \frac{\gamma R T_1}{V \cdot \sqrt{2}}$$

$$A = p_2 \cdot \Delta V = \frac{\gamma R T_1}{V \cdot \sqrt{2}} (2V - V) = \frac{\gamma R T_1}{\sqrt{2}}$$

$$A = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 600}{\sqrt{2}} = 3525,634 \text{ [**]}$$

Ответ:  $A = 3525,634 \text{ [**]}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф 4 0 0 0 1 6 7 9 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 2.

$$v_0 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

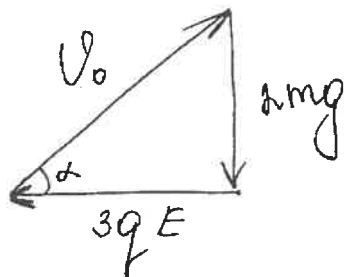
$$\alpha = 30^\circ$$

$$\frac{qE}{m} = \frac{2g}{3}$$

$x_{\text{max}} - ?$



$\frac{qE}{m} = \frac{2g}{3}$ ;  $3qE = 2mg$   
изобразим силы в векторном Δ



$$\sin \alpha = \frac{2mg}{v_0} = \frac{1}{2}$$

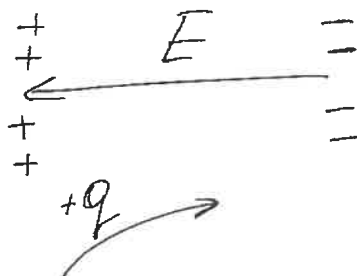
$$4mg = v_0 \Rightarrow mg = \frac{v_0}{4}$$

$$\frac{3}{2} qE = mg \Rightarrow \frac{3}{2} qE = \frac{v_0}{4}$$

$$qE = \frac{v_0 \cdot 2}{4 \cdot 3} = \frac{v_0}{6}$$

Т.к. скорость ( $v_0$ ) направлена против  $\vec{E} \Rightarrow q$  имеет положительный заряд

$$E = + \frac{v_0}{6}$$



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

9 4 0 0 0 1 6 7 9 7 2 5

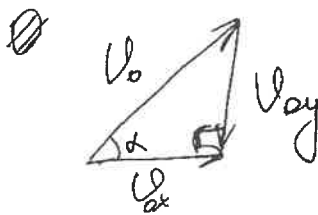
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$\begin{cases} y(t) = v_{0y}t - \frac{g t^2}{2} \\ x(t) = v_{0x}t - \frac{E t^2}{2} \end{cases}$$

(по оси  $ox$  будет равноускоренное движение, т.к. будет препятствовать  $\overleftarrow{E}$ )  
 $x_{max}$  будет тогда, когда  $y(t) = 0$



$$\begin{aligned} v_{0y} &= v_0 \sin \alpha \\ v_{0x} &= v_0 \cos \alpha \end{aligned}$$

$$0 = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{g t^2}{2} - v_0 \sin \alpha t = 0$$

$$5 t^2 - 20 t = 0$$

$$t^2 - 4 t = 0$$

$t_1 = 0$  - время, когда тело еще не вылетело  
 начало движение

$t_2 = 4$  - время падения

$$x(t_2) = x_{max} \Rightarrow x_{max} = v_0 \cos \alpha \cdot t_2 - \frac{E t_2^2}{2}$$

$$x_{max} = \frac{40 \cdot 4 \cdot \sqrt{3}}{2} - \frac{10 \cdot 16}{2 \cdot 7} = 85,23 \text{ [м]}$$

Ответ:  $x_{max} = 85,23 \text{ м.}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

9 0 0 0 1 6 7 9 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 5.

Дано:  $m_0 = 80 \text{ г} = 0,08 \text{ кг}$   
 $n_0 = 50$

1)  $k_{\text{ср}} - ?$

2) формула  $k_{\text{ср}}$  для  $n_0 - ?$

3)  $k_{\text{ср}} - ?$

Часть ① для начала обратимся к графику 1, чтобы определить, какая ср.  $\Delta l$  на разное массог.

Рисунок, описывающий данный процесс:

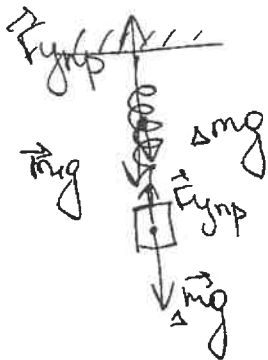


Основн. пружина (10 веткоб)



$n$  веткоб, за счет котор пруж удлиняется основн. пруж.

Рассмотрим силы:



$$\vec{F}_{\text{упр}} = m_1 g + \Delta m g$$

$m_1$  - масса 10 веткоб

$\Delta m$  - масса  $n$  веткоб

$$k_{\Delta l} = g(m_1 + \Delta m)$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

9 4 0 0 0 1 6 7 9 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$m_1 = \frac{m_0 \cdot 10}{50} = \frac{m_0}{5} = 0,016 \text{ кг}$$

$$\Delta m_1 = \frac{m_0 \cdot 1}{50} = \frac{0,08}{50} = 1,6 \cdot 10^{-3}$$

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Ср. знач. к. можно также взять из ТАБЛИЦЫ 2. ЦИФРИНА

$m_1 + \Delta m_1$	0,0176	$\frac{3}{125}$	$\frac{21}{625}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{6}{125}$
$\Delta l_{\text{ш}}$	0,09	0,11	0,142	0,162	0,188
$k_{\text{ш}}$	$\frac{88}{45}$	<del><math>\frac{17}{15}</math></del> $\frac{24}{11}$	$\frac{168}{71}$	$\frac{200}{81}$	$\frac{120}{47}$

$$F_{\text{упр}_1} = k_1 \Delta l_1 \Rightarrow k_1 = \frac{(m_1 + \Delta m_1)g}{0,09} = \frac{88}{45} \left[ \frac{\text{Н}}{\text{м}} \right]$$

$$\Delta m_2 = \frac{m_0 \cdot 5}{50} = \frac{m_0}{10} = \frac{0,08}{10} = 0,008 \text{ кг}$$

$$k_2 = \frac{12}{55}$$

$$\Delta m_3 = \frac{m_0 \cdot 11}{50} = \frac{11}{625} \text{ кг}$$

$$\Delta m_4 = \frac{m_0 \cdot 15}{50} = \frac{m_0 \cdot 3}{10} = \frac{1}{25} \text{ кг}$$

$$\Delta m_5 = \frac{m_0 \cdot 20}{50} = \frac{4}{125} \text{ кг}$$

$$\text{Ср. знач. } k_{(10)} = \left( \frac{88}{45} + \frac{24}{11} + \frac{168}{71} + \frac{200}{81} + \frac{120}{47} \right) : 5 = 2,31 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$k_{(10)} = 2,31 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\frac{1}{k_{\text{обш}}} = \frac{1}{k}$$

$$k_{\text{обш}} \cdot 10 = k; \quad k_{(10)} = 2,31 \cdot 10 = 23,1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$F_{\text{сш}} = k_{\text{сш}} = 23,1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 6 7 9 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Часть ②.

Т.к. ветки соединены последовательно кобу будет рассчитываться по этой формуле

$$\frac{1}{k_{обш}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$$

Т.к. в пружине все ветки одинаковые, но формула  $k_{(n)}$  будет одинаковой  $\Rightarrow$  другая формула

$$\frac{1}{k_{обш}} = \frac{n}{k_{(n)}}$$

Часть ③.

$$\frac{1}{k_{обш}} = \frac{50 n_0}{k_{0(1)}} \Rightarrow \frac{1}{k_{обш}} = \frac{n_0}{k_{0(1)}}$$

$$k_{обш} \cdot n_0 = k_{0(1)} \Rightarrow k_{обш} = \frac{k_{0(1)}}{n_0}$$

$$k_{обш} = \frac{23,1}{50} = 0,462 \left[ \frac{H}{m} \right]$$

Ответ: 1)  $k_{0(1)} = 23,1 \frac{H}{m}$ ; 2)  $\frac{1}{k_{обш}} = \frac{n}{k_{(n)}}$

3)  $k_{обш} = 0,462 \frac{H}{m}$ .

$\leq 5 + (k+4) + 2$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



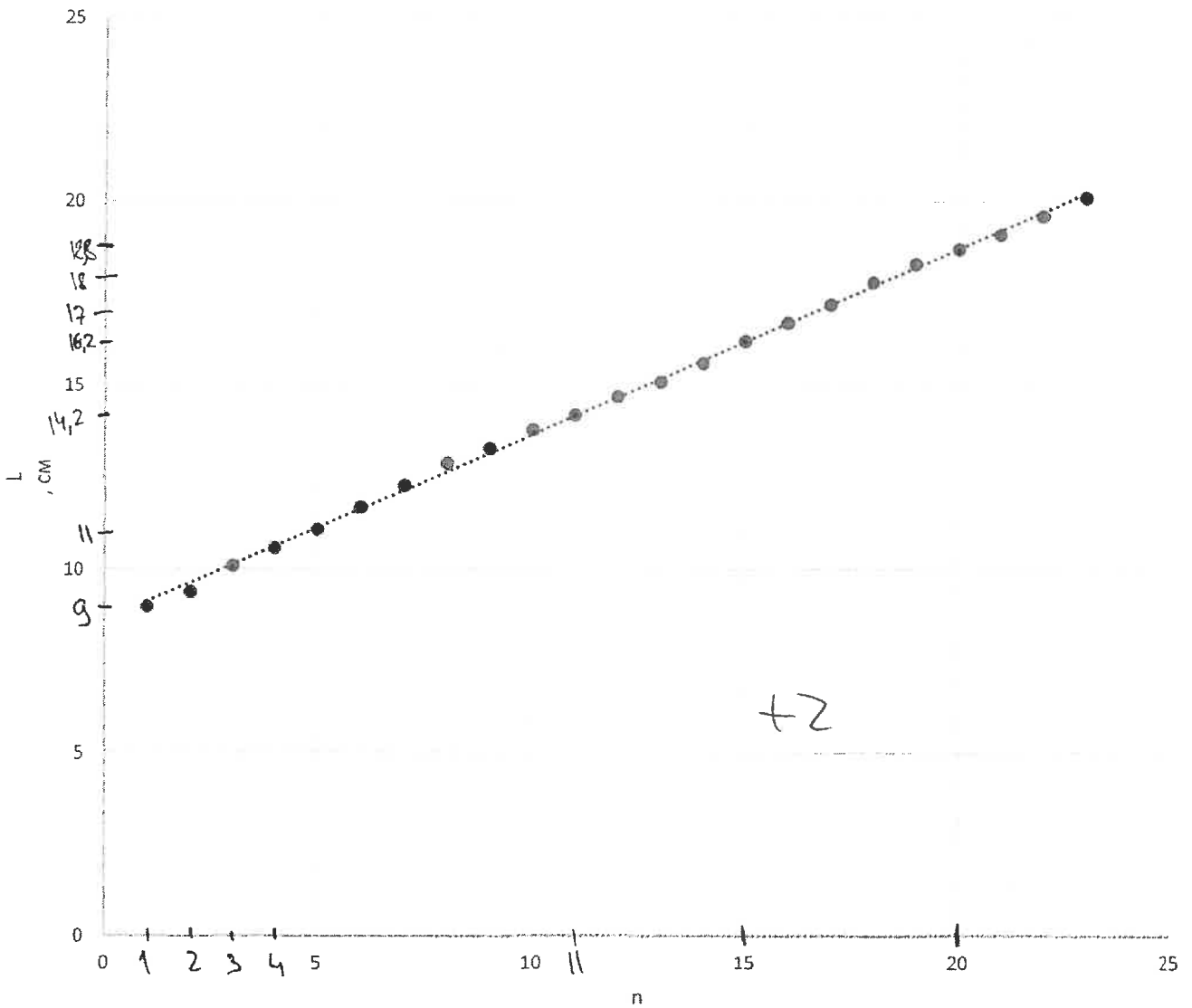
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

9	0	0	0	1	6	7	9	7	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

График 1 к задаче 5. Вариант 3.  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



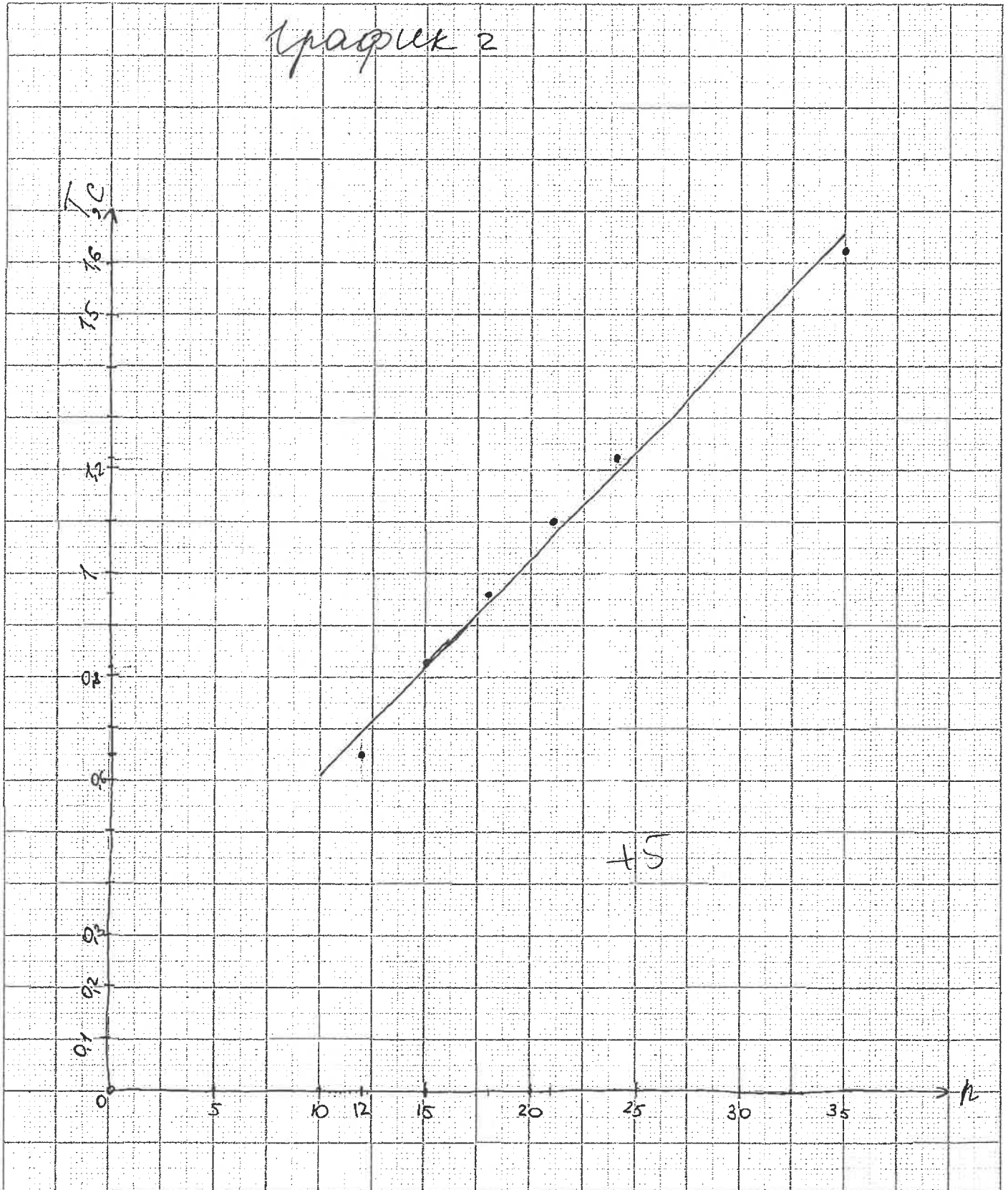
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	О	О	О	1	6	7	9	7	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

9 0 0 0 1 6 7 9 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 1.

Дано:

$$\sigma_2$$

$$\rho$$

$$\sigma$$

$$F = \sigma L$$

$$r_1 = r$$

$$r_2 = 1,5r$$

$$\frac{R}{x} = ?$$

$$\Delta W_{\Pi} = \Delta W_S \quad (\Delta W_{\Pi} - \text{капни}, \Delta W_S - \text{маленьких востунов})$$

$$\Delta W_S = (W_{Sк} - W_{Sч})$$

$$\Delta W_S = \sigma_2 \cdot 4 \cdot \frac{g}{4} \cdot r^2 - \sigma_2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^2 = 5\sigma_2 \cdot \pi r^2$$

Т.к.  $\Delta W_{\Pi} = \Delta W_S$  найдем  $\Delta W_{\Pi}$  для большой капли.

$$5\sigma_2 \pi r^2 = x^4 \cdot g \cdot \frac{4}{3} \pi \rho - R^4 \cdot g \cdot \rho \cdot \frac{4}{3} \pi$$

Выразим  $x^4$ : (2) + (2)

$$x^4 = \frac{1 \cdot 3}{g \cdot 4 \cdot \pi \cdot \rho} \left( 5\sigma_2 \pi r^2 + R^4 \cdot g \cdot \rho \cdot \frac{4}{3} \pi \right)$$

$$x^4 = \sqrt[4]{\frac{5 \cdot \sigma_2 \pi r^2 \cdot 3}{g \cdot 4 \cdot \pi \cdot \rho} + \frac{4R^4 \cdot g \cdot \rho \cdot \pi \cdot 3}{3 \cdot g \cdot \pi \cdot \rho}}$$

$$x = \sqrt[4]{4R^4 + \frac{15\sigma_2 r^2}{4g\rho}}$$

Выразим R:

~~$$R^4 = \frac{1 \cdot 3}{g \cdot \rho \cdot 4 \cdot \pi} \left( x^4 g \frac{4}{3} \pi \rho - 5\sigma_2 \pi r^2 \right)$$~~

~~$$R = \sqrt[4]{\frac{x^4 \cdot g \cdot 4 \cdot \pi \cdot \rho \cdot 3}{3 \cdot 4 \cdot \rho \cdot \pi \cdot g} - \frac{5\sigma_2 \pi r^2 \cdot 3}{g \cdot \rho \cdot 4 \cdot \pi}}$$~~

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

9 4 0 0 0 1 6 7 9 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$$R = \sqrt[4]{x^4 - \frac{15 \cdot 0_2 \cdot r^2}{4gD}}$$

$$x = \sqrt[4]{\frac{16R^4gD + 150_2r^2}{4gD}}$$

$$R = \sqrt[4]{\frac{4x^4gD - 150_2r^2}{4gD}}$$

$$\frac{R}{x} = \sqrt[4]{\frac{(4x^4gD - 150_2r^2)}{4 \cdot g \cdot D}} \cdot \frac{4gD}{16R^4gD + 150_2r^2} =$$

$$= \sqrt[4]{\frac{4x^4gD - 150_2r^2}{16R^4gD + 150_2r^2}}$$

$$R - x = 1,5r - r = 0,5r \Rightarrow R = 0,5r + x$$

$$R = 0,5r + \sqrt[4]{4R^4 + \frac{150_2r^2}{4gD}}$$

$$\frac{R}{x} = \left( 0,5r + \sqrt[4]{4R^4 + \frac{150_2r^2}{4gD}} \right) : \sqrt[4]{4R^4 + \frac{150_2r^2}{4gD}}$$

$$\frac{R}{x} = 0,5r \cdot \frac{\sqrt[4]{4gD}}{\sqrt[4]{16R^4gD + 150_2r^2}} + 1$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0
0
0
0
1
6
7
9
7
2
5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

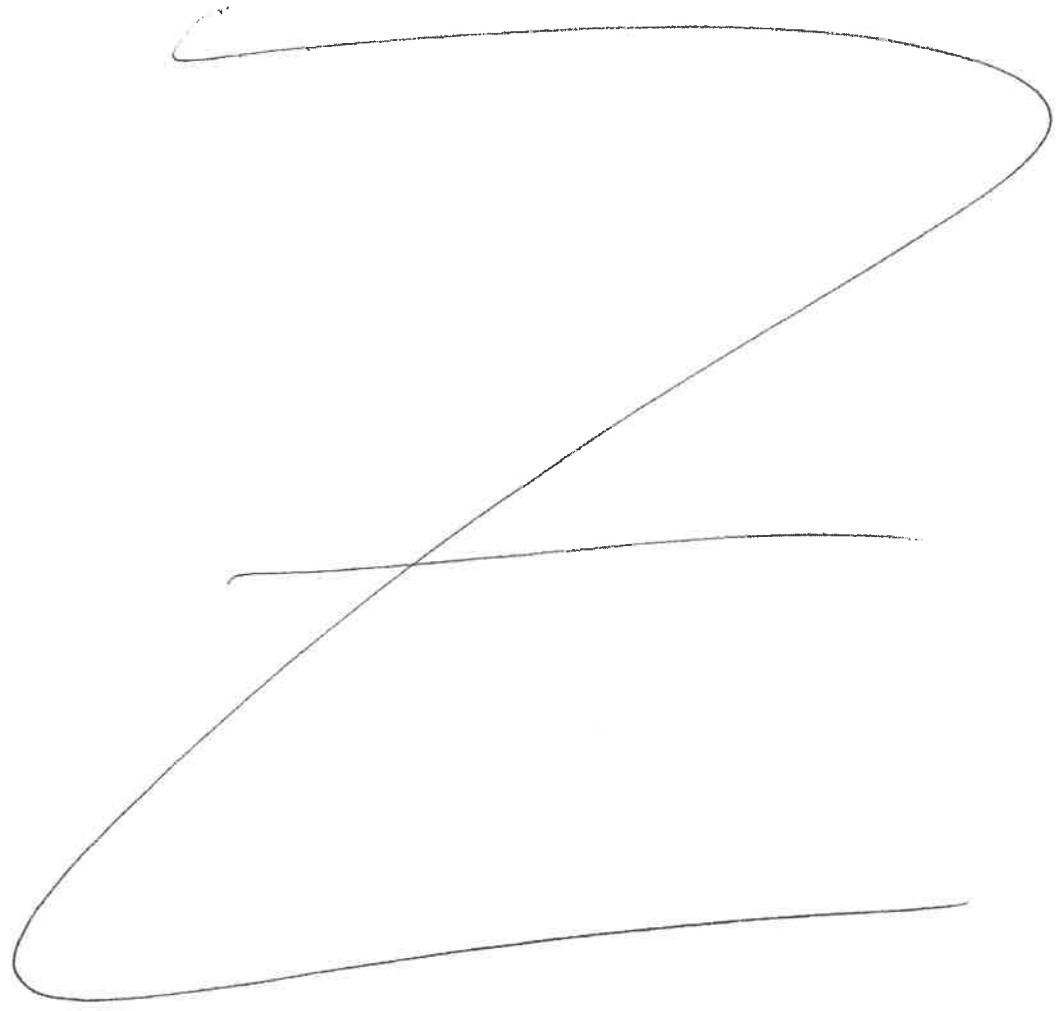
1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$\frac{R}{x} = \sqrt[4]{\frac{r^4 \cdot x \cdot \frac{1}{82} \cdot \rho \cdot g}{16R^4 g \rho + 15 \sigma g r^2} + 1}$$

$$\frac{R}{x} = \sqrt[4]{\frac{\rho g}{2(16R^4 g \rho + 15 \sigma g r^2)} + 1}$$

Ответ: 
$$\frac{R}{x} = \sqrt[4]{\frac{\rho g}{2(16R^4 g \rho + 15 \sigma g r^2)} + 1}$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	0	0	0	1	1	1	1	5	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

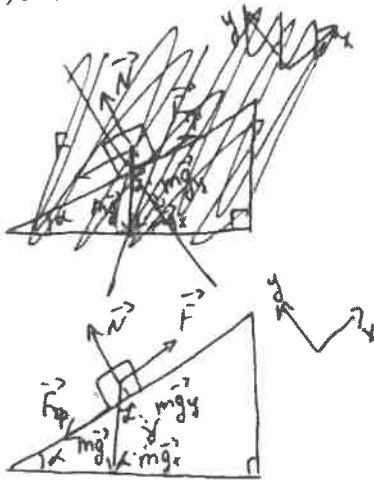
1	2	3	4	5	6	Σ
—	13	1	7	21		42

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



№4.



Дано:  $\alpha = 30^\circ$ ;  
 $m = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$   
 $\mu = 0,4$   
 $F = ?$

Решение:

По 2 закону Ньютона:  
 Общий вид:  $\vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} = m\vec{a}$

Проецируем на оси:

OX:  $0 = F - F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha$

OY:  $0 = N - mg \cos \alpha$

Составим и решим систему уравнений:

$$\begin{cases} 0 = F - \mu N - mg \sin \alpha \\ N = mg \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F = \mu N + mg \sin \alpha \\ N = mg \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = \mu (mg \cos \alpha) + mg \sin \alpha = mg (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 0,5 \cdot 10 \left( 0,4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \right) \approx 4,23 \text{ Н.}$$

Ответ:  $F \approx 4,23 \text{ Н.}$

№5.

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$  (Формула периода колебаний пружинного маятника).

$$\Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 \cdot m}{T^2}$$

1.  $k_0 = \frac{4\pi^2 \cdot m_0}{T_0^2}$ ;  $m_0$  (для одного витка) =  $\frac{m(\text{всего})}{n(\text{витков})} = \frac{0,01}{50} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг.}$

Так как при 12 витках у пружины, её период колебаний составляет 0,65 с  $\Rightarrow T_0$  (для одного витка)  $\approx \frac{0,65}{12} = \frac{T_n}{n} \Rightarrow$

$$\Rightarrow T_0 = \frac{0,65}{12} \approx 0,054 \text{ с.} \Rightarrow k_0 = \frac{4\pi^2 \cdot m_0}{T_0^2} \Rightarrow k_0 = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3}}{0,054^2} \approx 1080 \text{ Н/м} \approx 22 \text{ Н/м}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 1 1 1 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

2. По формуле периода колебаний пружинного маятника =>

$$\Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 \cdot m}{T^2}$$

Так как масса n-ого витка:  $m_n = \frac{m_0}{n_0} \cdot n$  ← масса всего  
 ↑ количество всего витков

Период n-ого витка:  $T_n = T_0 \cdot n$  ← n-ый витков  
 ↑ период одного витка

$$k_n = \frac{4\pi^2 \cdot m_n}{T_n^2} = \frac{4\pi^2 \cdot \frac{m_0}{n_0} \cdot n}{(T_0 \cdot n)^2} = \frac{4\pi^2 \cdot m_0 \cdot n}{n_0 \cdot n^2 \cdot T_0^2} \Rightarrow$$

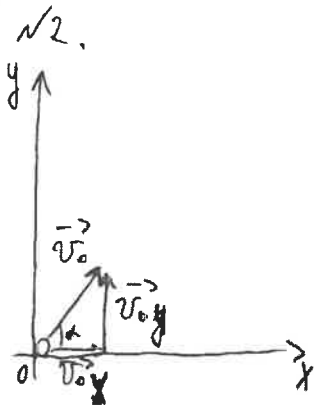
$$\Rightarrow k_n = \frac{4\pi^2 \cdot m_0}{n \cdot T_0^2 \cdot n_0}$$

$m_0$  - масса всей пружины  
 $T_0$  - период одного витка  
 $n_0$  - количество всего витков  
 $n$  - количество витков

3. Из пункта 2 =>  $k_n = \frac{4\pi^2 \cdot m_0}{T_0^2 \cdot n_0 \cdot n} \Rightarrow k_{50} = k_{50} = \frac{4\pi^2 \cdot m_0}{T_0^2 \cdot n_0 \cdot 50} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3}}{(0,054)^2 \cdot 50 \cdot 50} \approx 0,43 \text{ Н/м}$

Из пункта 1 =>  $T_0 \approx 0,054 \text{ с}$ ,  $m_0 = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

Ответ:  $k_{50} \approx 0,43 \text{ Н/м}$



$$\sin \alpha = \frac{v_{0y}}{v_0} \Rightarrow v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{v_{0x}}{v_0} \Rightarrow v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$h = v_{0y} t - \frac{g t^2}{2}$$

$v_y = v_{0y} - g t$  ( $v_y$  будет равно нулю, тогда,  $0 = v_{0y} - g t$  когда будет максимальная высота подъема)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0 4 0 0 0 1 1 1 1 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$g t_{\text{ног}} = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$t_{\text{ног}} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

Выведем формулу максимальной высоты:

$$H_{\text{макс}} = v_{0y} t_{\text{ног}} - \frac{g t_{\text{ног}}^2}{2} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g} - \frac{g \cdot v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g^2} =$$

$$= \frac{2v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = \boxed{\frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = H_{\text{макс}}}$$

Дано:

$$v_0 = 40 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\frac{qE}{m} = \frac{2g}{3}$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ кг}$$

$H_{\text{макс}} = ?$

Решение:

~~$H_{\text{макс}} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$~~

$$\frac{qE}{m} = \frac{2g}{3} \Rightarrow E = \frac{2gm}{3q} \Rightarrow E = \frac{2 \cdot 10 \cdot 1,67 \cdot 10^{-24}}{3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 7 \cdot 10^{-5} \text{ Н/Кл}$$

$$H_{\text{макс}} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2a}$$

$$F = ma \text{ (По 2 закону Ньютона)} \Rightarrow ma = qE \Rightarrow$$

$$F = qE \Rightarrow a = \frac{qE}{m}$$

$$H_{\text{макс}} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{\frac{2qE}{m}} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot m}{2qE} = \frac{40^2 \cdot \sin^2 30 \cdot 1,67 \cdot 10^{-24}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 7 \cdot 10^{-5}} =$$

$$= \frac{1600 \cdot \frac{1}{4} \cdot 1,67 \cdot 10^{-24}}{2 \cdot 7 \cdot 1,6 \cdot 10^{-24}} \approx 30 \text{ м.}$$

Ответ:  $H_{\text{макс}} \approx 30 \text{ м.}$

/ 35

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	0	0	0	1	1	1	1	5	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

**ВНИМАНИЕ!** Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



√3.

$pV^n = \text{const} \Rightarrow \bar{T} = \text{const} \Rightarrow$  *изопроцесс:*  
~~изобарический~~ *изобернический, где*  
 $\Delta U = 0 \Rightarrow A = Q = p \cdot \Delta V$

+

1

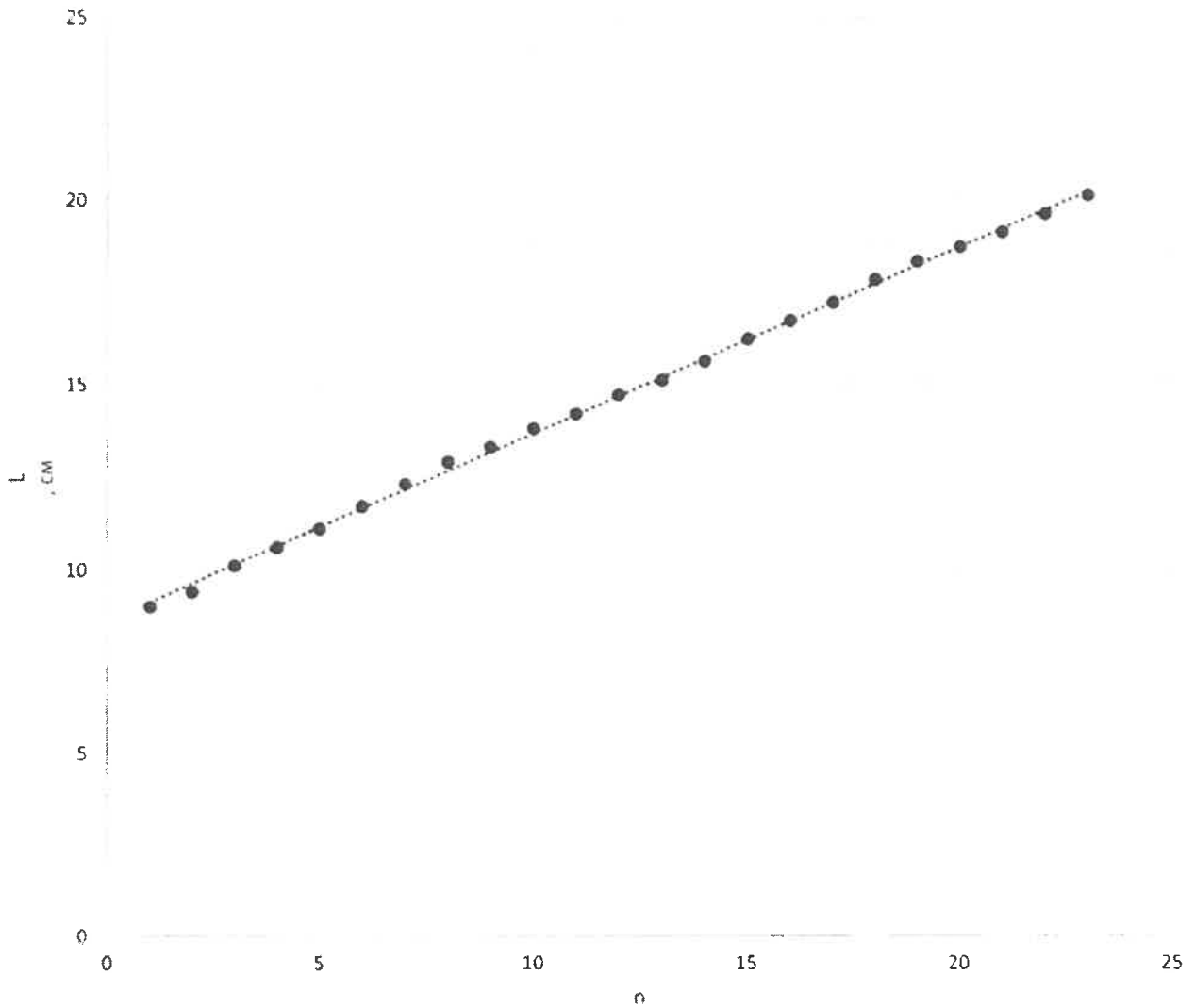
Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	0	0	0	1	1	1	1	5	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

График 1 к задаче 5. Вариант 3.  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними



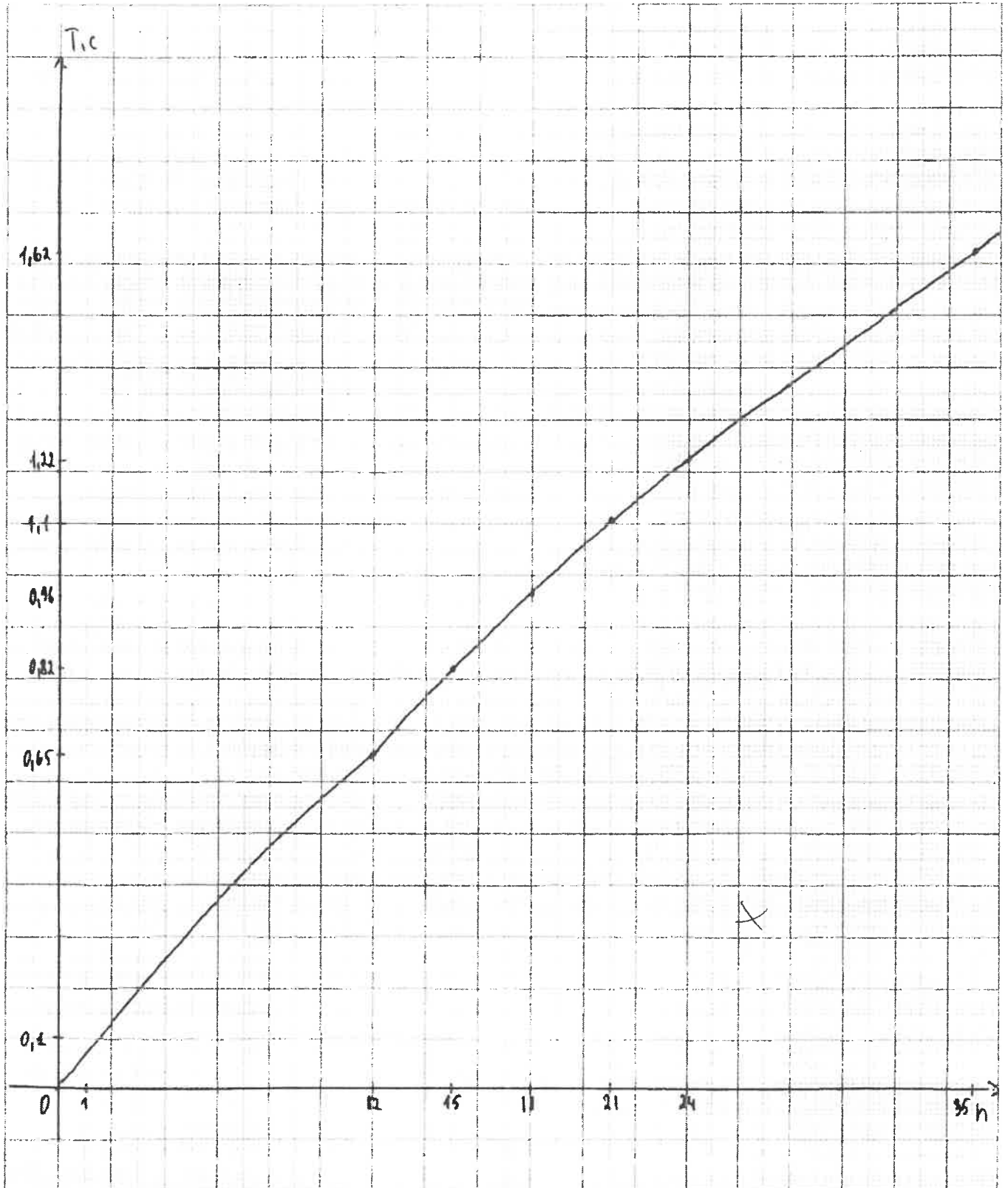
Олимпиада школьников «БЕЛЪЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 1 1 1 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 4 6 6 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
—	13	1	7	21		42

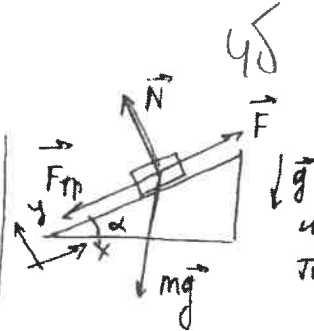
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



N4.

$\alpha = 30^\circ$   
 $m = 0,5 \text{ кг}$   
 $\mu = 0,4$   
 $F = ?$



1. Будем решать задачу в ИСО Земли.  
 2. Т.к. тело движется поступательно, используем модель материальной точки → применим 2-й закон Ньютона.

3. По 2-му закону Ньютона:  $\vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$Ox: F - F_{тр} + 0 - mg \cos 60^\circ = 0$        $Oy: 0 + N + 0 - mg \cos 30^\circ = 0$

$F = F_{тр} + mg \cos 60^\circ$        $N = mg \cos 30^\circ$

$F_{тр} = \mu N \Rightarrow F = \mu mg \cos 30^\circ + mg \cos 60^\circ = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 0,5 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 4,23 \text{ Н.}$

Ответ: 4,23 Н

N5.

$m_0 = 0,08 \text{ кг}$   
 $n_0 = 50$

- 1.  $k_0$
- 2.  $k_n$
- 3. Коэф

1)  $T_{12} = 0,65 \text{ с} \rightarrow T_1 = \frac{0,65}{12} \approx 0,054 \text{ с}$

$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_0}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 m}{k_0} \Rightarrow k_0 = \frac{4\pi^2 m_0}{T^2} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,08}{0,054^2} = 22 \text{ Н/м}$

2)  $m_n = \left(\frac{m_0}{n_0} \cdot n\right)$ ;  $T_n = T_1 \cdot n$

$k_n = \frac{4\pi^2 \cdot \left(\frac{m_0 \cdot n}{n_0}\right)}{(T_1 \cdot n)^2} = \frac{4\pi^2 \cdot m_0 \cdot n}{n_0 \cdot T_1^2 \cdot n^2} = \frac{4\pi^2 m_0}{n_0 \cdot T_1^2 \cdot n}$ , где  $m_0$  — масса всей пружины,  $n_0$  — кол-во витков всей пружины,  $T_1$  — период колеб-ий одного витка,  $n$  — нужное кол-во витков.

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

9 0 0 0 1 4 6 6 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N5

$$3) \quad k_{обм} = k_{50} = \frac{4\pi^2 m_0}{\rho_0 T_1^2 \cdot R} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,08}{50 \cdot 0,054^2 \cdot 50} \approx 0,43 \frac{H}{M}.$$

Отв: 1.  $k_z = 22 \frac{H}{M}$   
 2.  $k_n = \frac{4\pi^2 m_0}{\rho_0 T_1^2 \cdot R}$   
 3.  $k_{50} = 0,43 \frac{H}{M}$ .

N2.

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha.$$

~~...~~

$$H = v_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2 \sin \alpha}{2} = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2 \sin \alpha}{2}$$

$$0 = v_0 \sin \alpha - g t \rightarrow g t = v_0 \sin \alpha \rightarrow t \sin \alpha = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Полож. заряд. частица — протон.

$$\left. \begin{array}{l} q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \\ m = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \end{array} \right\} \frac{qE}{m} = \frac{2g}{3} \rightarrow E = \frac{2mg}{3q} = \frac{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-24} \cdot 10}{3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 1,67}{3 \cdot 1,6 \cdot 10^4} \approx 7 \cdot 10^{-5} \frac{H}{Kл}$$

$$\left. \begin{array}{l} qE = F \\ ma = F \end{array} \right\} \Rightarrow qE = ma \rightarrow a = \frac{qE}{m}$$

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0 4 0 0 0 1 4 6 6 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2a} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{\frac{2qE}{m}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot m}{2qE} = \frac{40^2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 1,67 \cdot 10^{-24}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 7 \cdot 10^{-5}}$$

$$= \frac{668 \cdot 10^{-24}}{2 \cdot 11,2 \cdot 10^{-24}} \approx \approx \approx 30 \text{ м.}$$

Ответ: 30 м. ⊖ / 13

$N^2 3$ .  $pV^n = \text{const}$   $T = \text{const}$  — политропический пр-с

$\Delta U = 0$  ;  $A = Q$  ±

$$\frac{p_1 V_1^n}{T_1} = \frac{p_2 V_2^n}{T_2}$$

1

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



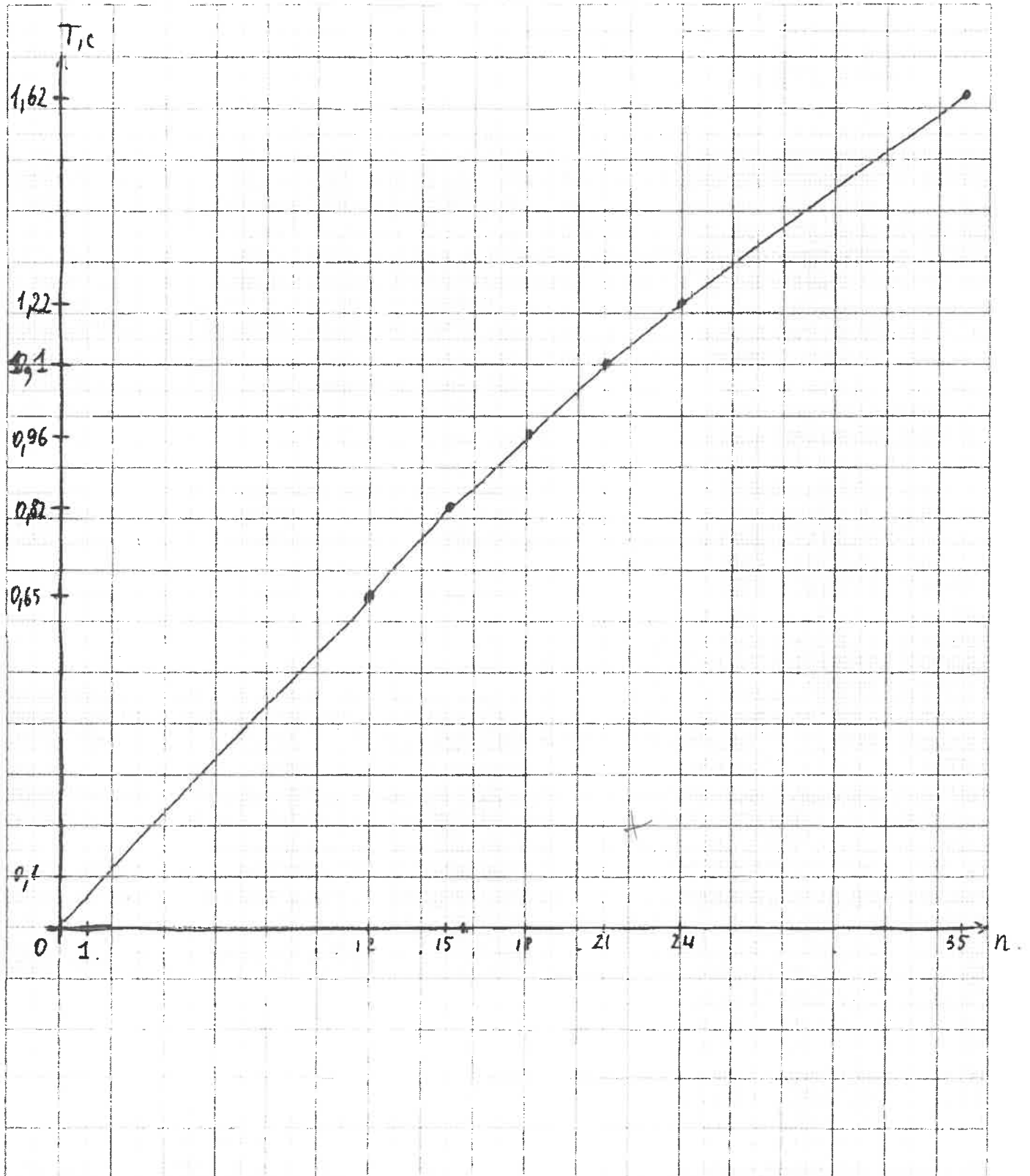
# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 4 6 6 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

На данном листе миллиметровой бумаги вам необходимо построить график зависимости периода колебаний пружины от числа витков.





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф	И	0	0	0	1	4	6	6	3	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

График 1 к задаче 5. Вариант 3.  
Зависимость длины 10 витков от количества витков под ними

