

Физика. 11 класс

Шифр	ФИО	Итого балл	Статус
ФИ0001265925	Трапезников Александр Валентинович	91	Победитель
ФИ0001643925	Перов Артём Витальевич	91	Победитель
ФИ0000973625	Коренько Дмитрий Владимирович	86	Победитель
ФИ0001923325	Берсенева Степан Александрович	86	Победитель
ФИ0001458625	Баталов Павел Львович	82	Победитель
ФИ0001053525	Валишин Амир Ирекович	81	Победитель
ФИ0001431925	Швецов Иван Евгеньевич	80	Победитель
ФИ0001154525	Ошуркова Виолетта Артемовна	79	Призёр II степени
ФИ0001760725	Шевченко Арсений Александрович	79	Призёр II степени
ФИ0001041525	Коровкин Алексей Дмитриевич	78	Призёр II степени
ФИ0001894025	Плотникова Мария Андреевна	76	Призёр II степени
ФИ0000995425	Ершов Дмитрий Александрович	75	Призёр II степени
ФИ0000995525	Сидорьяк Александр Андреевич	75	Призёр II степени
ФИ0001229125	Десятчикова Дарья Денисовна	75	Призёр II степени
ФИ0001834425	Алексеев Роман Вячеславович	75	Призёр II степени
ФИ0001786925	Деревянкина Серафима Васильевна	74	Призёр III степени
ФИ0001348525	Никифоров Георгий Юрьевич	72	Призёр III степени
ФИ0001733625	Левашов Александр Владимирович	72	Призёр III степени
ФИ0001923425	Сычугов Артём Андреевич	72	Призёр III степени
ФИ0000962925	Кобленц Мария Алексеевна	71	Призёр III степени
ФИ0001063325	Кушнарёв Павел Алексеевич	71	Призёр III степени
ФИ0001649125	Лавренова Алёна Артемовна	71	Призёр III степени
ФИ0001066725	Чеперегин Иван Александрович	69	Призёр III степени
ФИ0001073025	Егоров Сергей Кириллович	67	Призёр III степени
ФИ0001414025	Сайкин Максим Дмитриевич	67	Призёр III степени

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 2 6 5 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



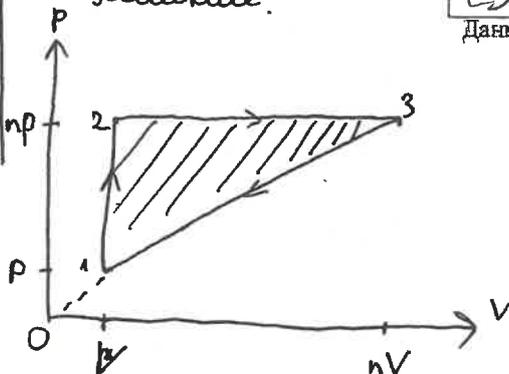
№2

Дано:

$n=2$

$\eta = ?$

Решение:



1	2	3	4	5	6	Σ
25	16	15	10	5	20	91

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

① A - площадь цикла

$$A = \frac{1}{2} (nV - V) (p_2 - p_1) =$$

$$= \frac{1}{2} (n-1)V (p_2 - p_1) =$$

$$= \frac{1}{2} (n-1)^2 pV$$

② $Q = Q_{12} + Q_{23}$

$$Q_{12} = nU_{12} = nR\Delta T_{12} = (p_2 - p_1)V = (n-1)pV$$

$U = \frac{3}{2}RT$ $pV = \frac{3}{2}RT$

③ $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$

$$\Delta U_{23} = R\Delta T_{23} = p_2(nV - V) = p_2V(n-1) = n(n-1)pV$$

$$A_{23} = p_2V(n-1) = n(n-1)pV$$

④ $\eta = \frac{A}{Q} = \frac{\frac{1}{2} (n-1)^2 pV}{(n-1)pV + 2n(n-1)pV} = \frac{(n-1)^2}{2(n-1)(2n+1)} = \frac{(n-1)}{2(2n+1)}$

$\eta = 0,1 = 10\%$

Ответ: ~~$\eta = 10\%$~~ ; ~~$\eta = \frac{n-1}{2n}$~~ $\eta = \frac{n-1}{2(2n+1)}$; $\eta = 10\% = 0,1$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 2 6 5 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

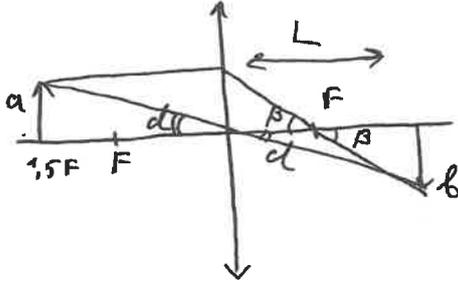
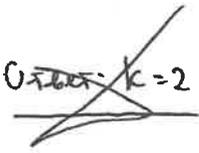
1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№5

$k = \frac{b}{a} = ?$

Решение:



$$\begin{cases} \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{1.5F} = \frac{b}{L} \\ \operatorname{tg} \beta = \frac{a}{F} = \frac{b}{L-F} \end{cases}$$

$$L = 1.5F \frac{b}{a} = 1.5kF;$$

$$\frac{a}{F} = \frac{b}{(1.5k-1)F} \Rightarrow 1.5k-1=k; 0.5k=1; k=2$$

Ответ: $k=2$

(+)

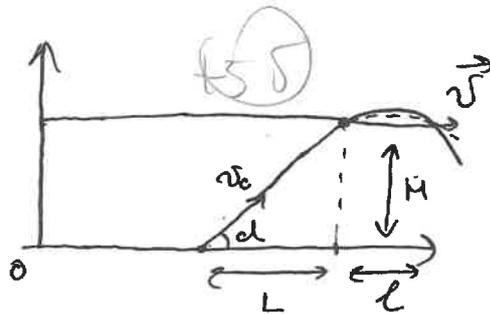
№6.

Время полёта пули:

$$t = \frac{L+l}{v_0 \cos \alpha}$$

Время полёта утки:

$$t = \frac{l}{v}$$



$$\begin{cases} t = \frac{L+l}{v_0 \cos \alpha} = \frac{l}{v} ; L = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} \end{cases}$$

(По вертикали): $y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = H$

(+50)

$$\frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} + l = l \frac{v_0}{v} \cos \alpha \Rightarrow l = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha \left(\frac{v_0}{v} \cos \alpha - 1 \right)}$$

$$t = \frac{l}{v} = \frac{H}{v_0 \sin \alpha - v \operatorname{tg} \alpha}$$

ВНИМАНИЕ! Проводятся только те, что записаны с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 2 6 5 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$M = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = \frac{M v_0 \sin \alpha}{v_0 \sin \alpha - v \operatorname{tg} \alpha} - \frac{g}{2} \left(\frac{M}{v_0 \sin \alpha - v \operatorname{tg} \alpha} \right)^2$$

$$M = \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{v_0 \sin \alpha - v \operatorname{tg} \alpha} - 1 \right) \cdot \frac{2(v_0 \sin \alpha - v \operatorname{tg} \alpha)^2}{g}$$

$$M \approx \frac{2(v_0 \sin \alpha - v \operatorname{tg} \alpha) v \operatorname{tg} \alpha}{g} \approx 490 \text{ м.}$$

Ответ: $M \approx 490 \text{ м.}$ (+)

~ 4.

Дано:

$M = 100 \text{ кг}$

$S = 20 \text{ см}^2$

$I = ?$

Ответ: $1,5 \cdot 10^{-14} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$

Решение:

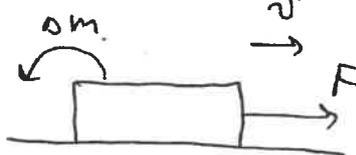
мощность: $W = IS = \frac{NE_0}{t}$

N - число фотонов; $E_0 = \rho c$ - энергия фотона
 t - время.

Если предположить приращение:

$Mg = F = \frac{Np}{t}$ - импульс сил фотонов

$Mg = \frac{NE_0}{tc} = \frac{IS}{c} \cdot I = \frac{Mgc}{S} = 1,5 \cdot 10^{-14} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$



Ответ: 20 м

~ 3.

$\frac{\Delta p}{\Delta t} = F - F_{\text{тр}}$

$\frac{\Delta m v}{\Delta t}$

Без учета: $F_0 = F_{\text{тр}} \Rightarrow \Delta F = \frac{\Delta m v}{\Delta t} \approx 20 \text{ Н.}$

Ответ: $\Delta F \approx 20 \text{ Н}$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 2 6 5 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

мл.

Дано:

$m = 0,3 \text{ кг}$

$R = 0,1 \text{ м}$

$v = 5 \text{ м/с}$

$t = ?$

$\bar{F} = ?$

$F = PS = P\pi r^2$

$r = R \sin d$

$\cos d = \frac{x}{R}$
 $\sin d = \frac{\sqrt{R^2 - x^2}}{R}$

$r = \sqrt{R^2 - x^2}$

$F = \pi P R^2 \left(1 - \frac{x^2}{R^2}\right) = \pi (R^2 - x^2) P$

$m a(t) = F(t) = \pi P (R^2 - x^2(t))$

маленькая скорость $\Rightarrow x \approx R$

$R^2 - x^2 \approx (R+x)(R-x) \approx 2R(R-x)$

$y = R - x$

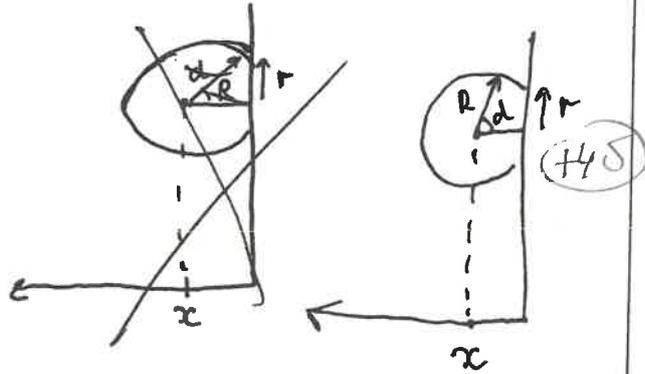
$m a_y + 2\pi P R y = 0$ - уравнение маятника

$\omega^2 = \frac{2\pi P R}{m}$

$t = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{\omega} = \pi \sqrt{\frac{m}{2\pi P R}} = \sqrt{\frac{\pi m}{2 P R}} \approx 4,9 \text{ мкс}$

$\bar{F} = \frac{\Delta p}{t} = \frac{2mv}{t} = 620 \text{ М}$

Ответ: $\bar{F} = 620 \text{ М}$; $t = 4,9 \text{ мкс}$



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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0
4
0
0
0
1
6
4
3
9
2
5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

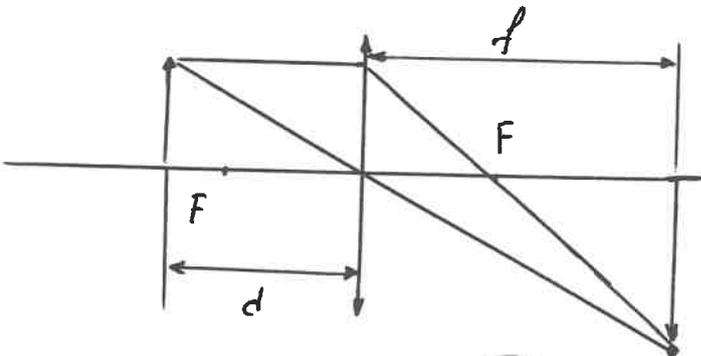
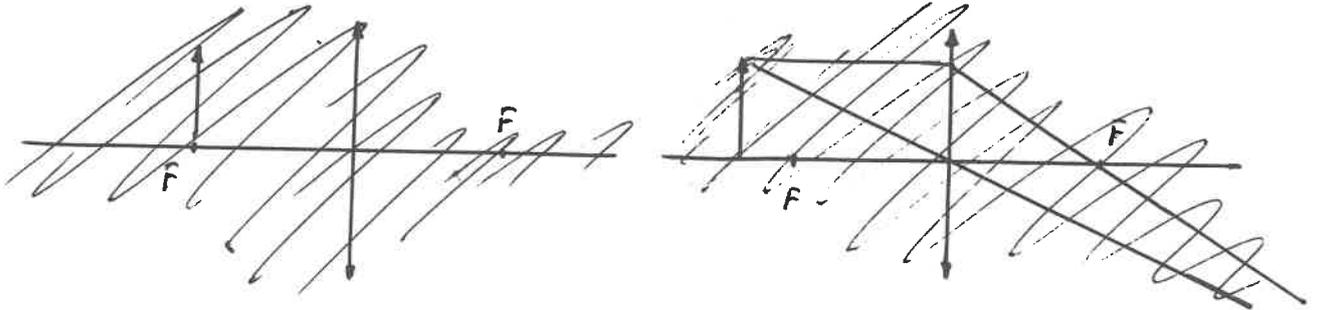
1	2	3	4	5	6	Σ
25	25	15	1	5	20	91

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



5.

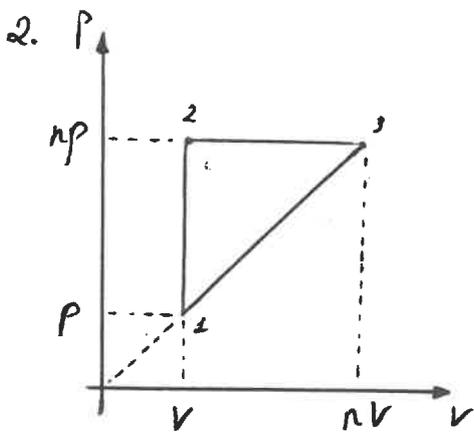


$$\frac{1}{F} = d \frac{1}{f} + \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{Fd}{d-F}$$

Из подобия углов segue k :

$$k = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F} = 5 \oplus$$



$$\eta = \frac{A}{Q_n}; \quad A = \frac{(np - P)(nV - V)}{2} = \frac{P}{2} V (n-1)^2$$

$$Q_n = Q_{12} + Q_{23} = \cancel{npV} + npU_{12} + A_{23} + npU_{23} =$$

$$= \frac{5}{2} P V (n-1) + np V (n-1) + \frac{5}{2} np V (n-1) =$$

$$= \cancel{npV} + \cancel{npV} + \cancel{npV} + P V \left(\frac{5}{2}(n-1) + n(n-1) + \frac{5n(n-1)}{2} \right)$$

$$\eta = \frac{A}{Q_n} = \frac{\frac{P}{2} V (n-1)^2}{P V (n-1) \left(\frac{5}{2} + n + \frac{5}{2}n \right)} = \frac{n-1}{2(n+\frac{5}{2})} = \frac{\frac{1}{2}}{2 \cdot \frac{31}{4}} = \frac{1}{31}$$

~~η = 3,2%~~ η ≈ 3,2% ⊕

Вариант № 3

040001643925

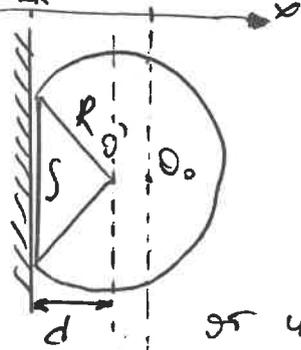
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

1 Будем считать, что во всекий момент удара мелек деформируется следующим образом:



Вогда сила реакции равна силе давления на обложку, т.к. обложка неподвижна:

$$F = pS$$

Превиуго, что $S = \pi(R^2 - d^2)$, где d - расстояние от центра мелека до стены. Введем x .

Если x - координата центра мелека, то:

$$x = d - R \Leftrightarrow d = x + R. \text{ Получим:}$$

$$a_x = \frac{F_x}{m} = \frac{p\pi(R^2 - d^2)}{m} = \frac{p\pi(R^2 - (R^2 + x)^2)}{m}$$

$$= \frac{p\pi(R^2 - R^2 - 2Rx - x^2)}{m} \approx -\frac{2\pi pR}{m}x$$

* приближенем x^2 т.к. $x \ll R$.

$$\ddot{x} = -\frac{2\pi pR}{m}x \Leftrightarrow \ddot{x} = -\omega^2 x, \text{ следовательно:}$$

$$\Delta t = \frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{m}{2\pi pR}} \approx 5,57 \text{ мс}$$

~~$\Delta p = F_{\text{сред}} \Delta t$~~

~~$\Delta p = \lambda m v$~~

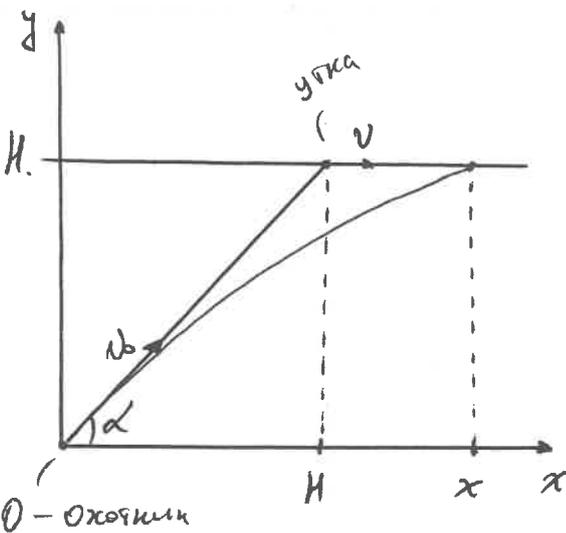
$$F_{\text{сред}} = \frac{\lambda m v}{\Delta t} = 2v \sqrt{\frac{2pRm}{\pi}} \approx 1 \text{ кН}$$

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

6. Сразу отметим, что идея замкнутого в действии на нулю силы тяжести, вследствие чего её траектория является параболой:



Пусть попадание произошло в точке $(x; H)$ через t после выстрела. Справедлива система уравнений:

$$\begin{cases} vt = x - H \\ x = v_0 t \cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t \\ H = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

~~$$vt = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t - H$$~~
~~$$H = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$~~

$$\left. \begin{matrix} vt = x - H \\ x = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t \end{matrix} \right\} \Rightarrow vt - \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t + H = 0 \Leftrightarrow t = \frac{H}{\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v}$$

$$H = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \cdot \frac{H}{\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v} - \frac{g}{2} \left(\frac{H}{\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v} \right)^2 \quad | \cdot \frac{1}{H}; H \neq 0$$

$$1 = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \frac{1}{\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v} - \frac{gH}{2 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v \right)^2} \Leftrightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \frac{1}{\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v} = \frac{gH}{2 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v \right)^2}$$

$$\frac{gH}{2 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v \right)^2} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} v_0}{\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v} - 1 \Leftrightarrow \frac{gH}{2 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v \right)^2} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 + v}{\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v}$$

$$H = \frac{2v \left(\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v \right)}{g} \approx 910 \text{ м}$$

(+)

P.S. Птичку жалко!

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 6 4 3 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

3. Будем считать, что масса (рыбка за рыбкой) после отбрасывания имеет

нулевую скорость в горизонтальной оси в СД Земли. Тогда дополнительные силы, вызванные реактивным движением ~~рыбки~~ из закона сохранения импульса:

$$\Delta F \Delta t = \Delta m v \Rightarrow \Delta F = \frac{\Delta m}{\Delta t} v = 45 \text{ Н} \quad +$$

В силу неравновесия силы трения от массы воды, которую нужно будет приподнять лодки и самим будет ~~не~~ в каждый момент времени меньше на $\Delta F = 45 \text{ Н}$.

* Допустим, масса ~~рыбки~~ сапса $M \approx 10^3 \text{ кг}$, а коэффициент трения лодки о снег $\mu \approx \frac{1}{10}$

Тогда $F_{\text{тр}} = \mu M g \approx \frac{1}{10} \cdot 10^3 \cdot 10 \approx 10^2 \text{ Н}$

$\frac{\Delta F}{F_{\text{тр}}} \approx \frac{1}{20}$, что не может быть и вправду незначительно.

4. Для преодоления силы тяжести Mg нулю, чтобы свет оказывал давление $P = \frac{Mg}{S}$

(15)

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

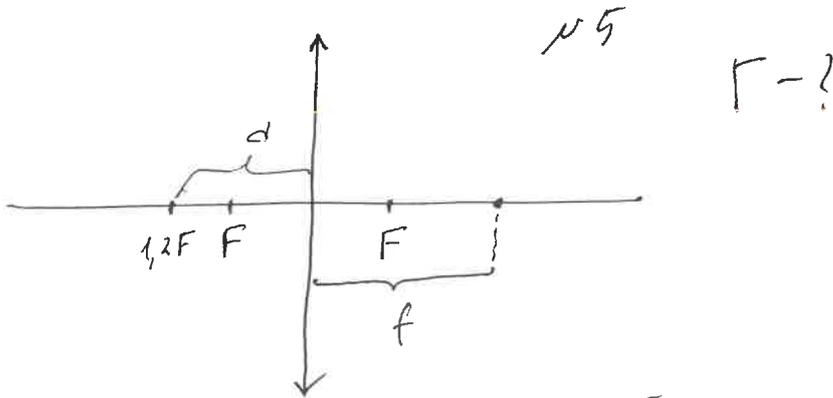
0
0
0
0
9
7
3
6
2
5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
25	20	15	2	5	19	86

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



По формуле тонкой линзы:

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

$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

$$\Rightarrow \Gamma = \frac{Fd}{(d-F)d} = \frac{1,2 \cdot F^2}{(1,2F - F) \cdot 1,2F} = 5$$

Ответ: 5 +

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

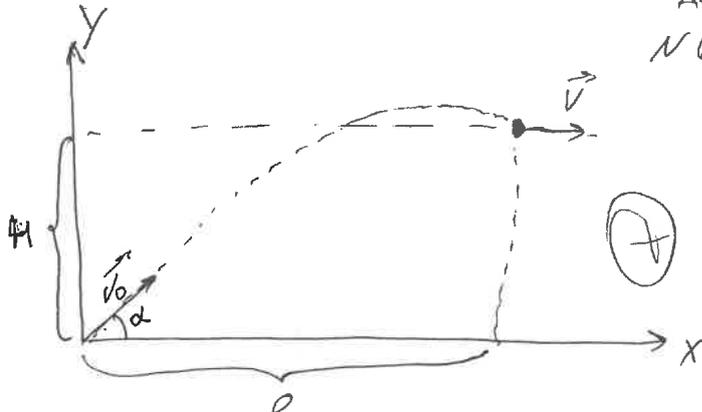
Ф И О О О О 9 7 3 6 2 5

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



N6

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Пушки:

$$x = vt$$

$$y = H$$

Пуши:

$$x = v_0 \cos \alpha t$$

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

$$t \sin \alpha = \frac{H}{v_0}$$

$$e = \frac{H}{\sin \alpha}$$

Во время полета пуши в пушку u координаты были равны:

$$\begin{cases} vt = e = \frac{H}{\sin \alpha} \Rightarrow t = \frac{H}{v \sin \alpha} \\ H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow H = v_0 \sin \alpha \frac{H}{v \sin \alpha} - \frac{gH^2}{2v^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\Rightarrow H = \frac{2v \sin \alpha (v_0 \sin \alpha - v \sin \alpha)}{g} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (800 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 8 \cdot 1)}{10}$$

$$\approx 892,3 \text{ м}$$

Ответ: 892,3 м.

195

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

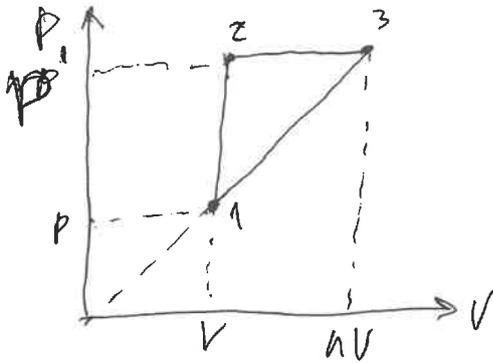
090000973625

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



$n = 2$

$i = 5$

П.к. процесс 3-1 это $p = \alpha V$, где α - некий коэффициент, но давление в

точке 3 будет равно $p' = n p$.

$$\frac{p}{p'} = \frac{\alpha V}{n \alpha V} \Rightarrow p' = n p$$

Процесс 1-2: изохора

По I з. Термодинамики:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{i}{2} V p (n-1) \quad (55)$$

A_{123} - работа газа за цикл

$$A_{123} = \frac{p V (n-1)^2}{2}$$

Процесс 2-3: изобара

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = n V p (n-1) \left(\frac{i}{2} + 1 \right) \quad (55)$$

Процесс 3-1: $p = \alpha V$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

$$\Delta U_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} = Q_x$$

П.к. в процессе 12 вид энергии идет только на изменение внутренней энергии,

но $Q_{12} = Q_{23} -$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A_{123}}{Q_{12}} = \frac{p V (n-1)^2}{2 \cdot n (n-1) \left(\frac{i}{2} + 1 \right)} \approx 9,7\%$$

(26)

Ответ: 9,7%

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

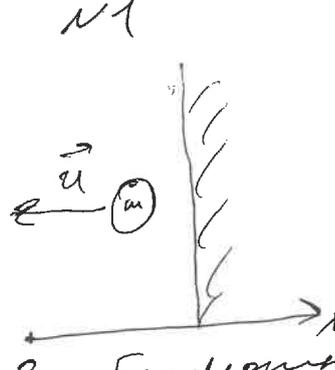
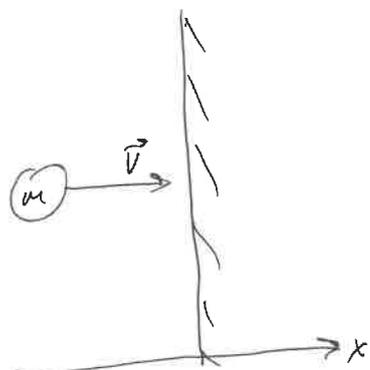
Ф 4 0 0 0 0 9 7 3 6 2 5

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



$\Delta t - ?$
 $F_{cp} - ?$
 $1 \text{ см} = 10^{-4} \text{ м}$

п.к. соударение абсолютно упругое, но
 по закону сохранения импульса

$$m v = -m u$$

$$v = -u$$

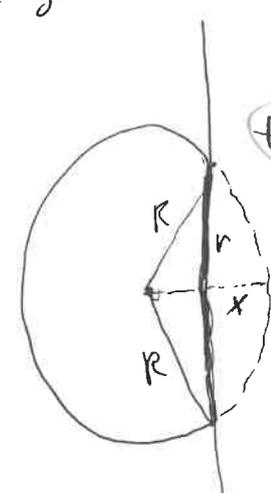
по закону сохранения импульса:

$F_{cp} \Delta t = \Delta p = 2m v$
 Чтобы найти время соударения рассмотрим

II з. Ньютона в момент удара

$$m a = -p S = -p \pi R^2$$

$$S = \pi R^2$$



450

$$v^2 = 2 R x - x^2$$

$$m a = -p \pi (2 R x - x^2)$$

В момент удара поведение мяча можно описать уравнением колебаний, где x - высота мяча над поверхностью пола, которой ба

оказались за несколько шенки.
 п.к. $x \rightarrow 0$, но x^2 можно пренебречь
 тогда: $m a = -2 p \pi R x$

/150

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0	0	0	0	0	0	9	7	3	6	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

✓5.

$$m \ddot{x} = -2 p \pi R x \quad | : m \quad \xrightarrow{\text{(умножиме)}} \quad \ddot{x} = - \frac{2 p \pi R}{m} x$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{2 p \pi R}{m}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 p \pi R}{m}}$$

$$\text{Тогда } \Delta t = \frac{T}{2} = \frac{2\pi}{2\omega} = \pi \sqrt{\frac{m}{p \pi R}} \quad (\text{=})$$

$$(\text{=}) \quad \pi \cdot \sqrt{\frac{0,2}{1,5 \cdot 10^5 \cdot \pi \cdot 0,1}} \approx 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ (с)}$$

$$F_{cp} \Delta t = 2 m v$$

$$F_{cp} = \frac{2 m v}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 15}{6,5 \cdot 10^{-3}} \approx 923,1 \text{ (Н)}$$

Ответ: 1) $6,5 \cdot 10^{-3}$ с. 2) 923,1 Н

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

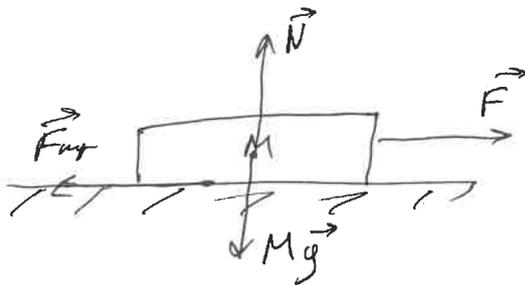
Вариант № 3

0 4 0 0 0 0 9 7 3 6 2 5

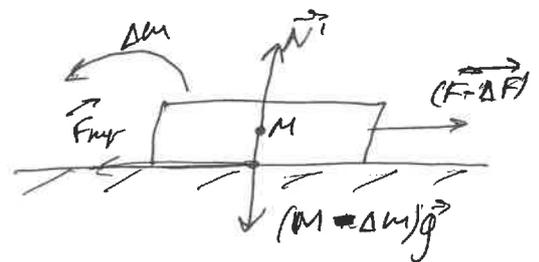
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



№3
→ Δt



В начальный момент времени, как и в промежуточные моменты движения равномерно, ~~продолжительно~~ ^{продолжительно}, а значения всех сил, действующих на тело равны нулю:

По II з. Ньютона для поперечного момента времени:

$$F = F_{тр}$$

А м.к. тела увеличился по условию задачи следовательно, по закону сохранения импульса:

$$\Delta F \Delta t = \Delta m v$$

$$\Delta F = \frac{\Delta m}{\Delta t} v = \frac{1,5}{0,5} \cdot 15 = 45 \text{ Н}$$

Ответ: 45 Н +

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

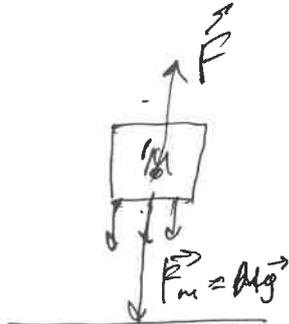
0 4 0 0 0 0 9 7 3 6 2 5

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



лч

Чтобы корабль смог преодолеть земное притяжение нужно, чтобы сила его гравитации была равна или равна его силе магнетизма.

По II з. Ньютона:

$$F \geq Mg$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$F = \mu S \sim IS \quad (10)$$

$$I = \frac{e \hbar}{2m} (g+1)$$

$$P_{\text{ф}} = \frac{h\nu}{c} - \text{энергия фотона}$$

E - энергия фотона

$$\Rightarrow IS \geq Mg$$

$$I \geq \frac{Mg}{S} = 266666,7 \text{ В}$$

$$I \geq 2,7 \cdot 10^5$$

Ответ: $I \geq 2,7 \cdot 10^5$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

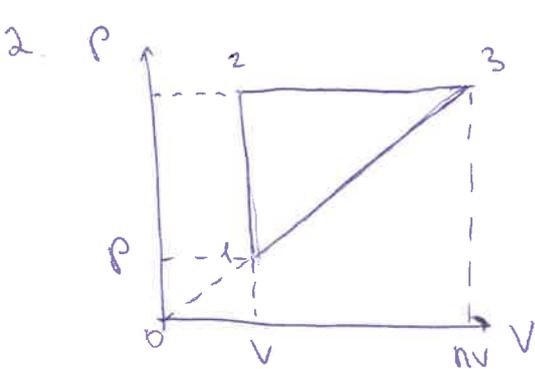
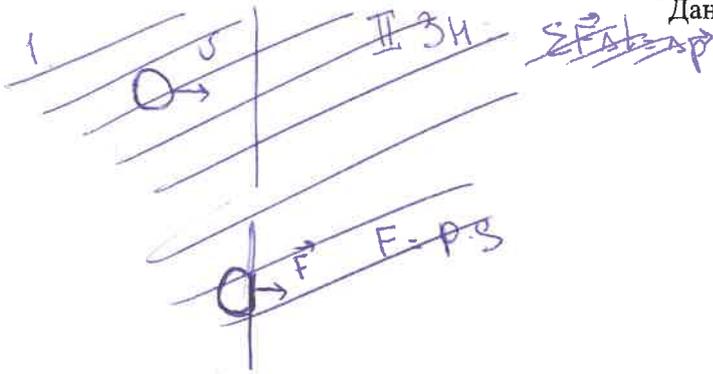
Ф И О О О 1 9 2 3 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
25	18	15	3	5	20	86

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



из подобия треугольников:

$$\frac{p}{p_2} = \frac{V}{nV} \Rightarrow p_2 = np$$

- ①: $pV = \nu RT_1$
- ②: $npV = \nu RT_2$
- ③: $n^2 pV = \nu RT_3$

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

$$A = S_{123} = (np - p)(nV - V) \cdot \frac{1}{2} = \frac{pV}{2} (n-1)^2 \quad \text{— работа цикла (85)}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{pVn^2}{\nu R} - \frac{pV}{\nu R} \right) = \frac{5}{2} pV (n^2 - 1) \quad \text{— тепло нагревателя (25+3)}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{\frac{pV}{2} (n-1)^2}{\frac{5}{2} pV (n^2 - 1)} = \frac{2}{5} \cdot \frac{(n-1)^2}{n(n-1)(n+1)} = \frac{2(n-1)}{5n(n+1)} = \frac{2 \cdot (1,5-1)}{5 \cdot 1,5(1,5+1)} = \frac{4}{75} \approx 0,053 = 5,3\%$$

Ответ: 5,3%

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 9 2 3 3 2 5

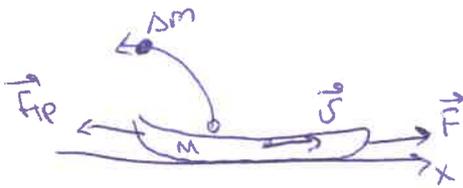
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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.



II ЗМ. $\vec{F}\Delta t = \Delta p$

Ох: $(F - F_{тр})\Delta t = Mv - (M + \Delta m)v$

$(F - F_{тр})\Delta t = -\Delta m v$

$F = F_{тр} - \frac{\Delta m}{\Delta t} v$

$F_0 = F_{тр}$

$\Delta F = F_0 - F = F_{тр} - F_{тр} + \frac{\Delta m}{\Delta t} v = \frac{\Delta m}{\Delta t} v = \frac{1,5}{0,15} \cdot 15 \text{ Н} = 150 \text{ Н}$

Ответ: 150 Н

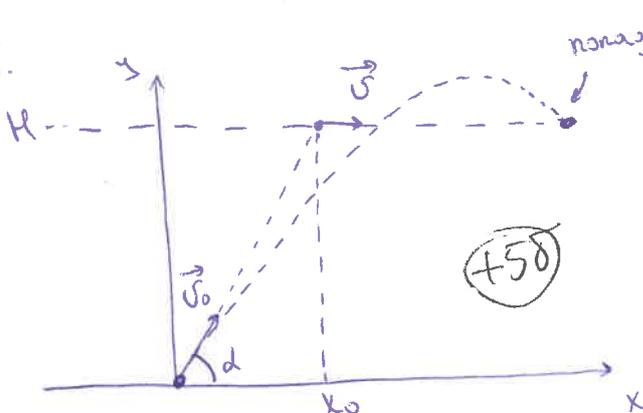
4. $Mg = F$ (with circled 1+1+1)

$F = pS$, $I = \frac{P}{S}$, $p_0 = \frac{h\nu}{c}$ - импульс фотона

$E = h\nu$

$F \cdot \Delta t = \Delta p = 2p_0 = \frac{2h\nu}{c}$

6.



попадание $x_y(t) = x_0 + vt$

$y_y(t) = H$

$x_x(t) = v_0 \cos \alpha t$

$y_y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

Из условия видно, что $x_0 = H \cdot ctg \alpha$

попадание получим, если:

$x_x(t) = x_{nl}(t)$, $y_y(t) = y_{nl}(t)$

$x_0 + vt = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{x_0}{v_0 \cos \alpha - v}$

$v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{x_0}{v_0 \cos \alpha - v} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x_0^2}{(v_0 \cos \alpha - v)^2} =$

$= \frac{v_0 \sin \alpha \cdot x_0}{v_0 \cos \alpha - v} - \frac{g x_0^2}{2(v_0 \cos \alpha - v)^2} = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot H \cdot ctg \alpha}{v_0 \cos \alpha - v} - \frac{g H^2 \cdot ctg^2 \alpha}{2(v_0 \cos \alpha - v)^2} = H \quad | : H$

$H = \frac{2v(v_0 \cos \alpha - v)}{g \cdot ctg^2 \alpha} \approx 832 \text{ м}$

Ответ: 832 м

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 9 2 3 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

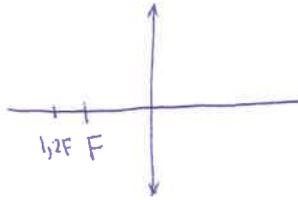
1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



5.



$d = 1/2 F$

$\Gamma = \frac{F}{d-F} = \frac{F}{1/2 F - F} = 5$

4

Ответ: 5

1. т.к. $p = \text{const}$, то F - не зависит от p .

$[F] = H = \frac{kg \cdot m}{c^2}$

$[m] = kg$

$[R] = m$

$[v] = \frac{m}{c}$

предполож. $F \sim m \cdot R \cdot v$

$[m \cdot R \cdot v] = [F]$

$[kg \cdot m \cdot \frac{m}{c}] = [\frac{kg \cdot m}{c^2}]$

$\Rightarrow \begin{cases} \alpha = 1 \\ \beta + \gamma = 1 \\ \delta = 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = 1 \\ \gamma = 2 \\ \beta = -1 \end{cases}$

$F \sim \frac{m v^2}{R}$

$F = m \frac{v^2}{R} = \frac{0,2 \cdot 15^2}{0,12} = 450 \text{ Н} \parallel 3 \text{ Н}$

$\vec{F} \Delta t = \Delta p$

$F \Delta t = m v - (-m v) = 2 m v$

$\Delta t = \frac{2 m v}{F} = \frac{2 m v}{m \frac{v^2}{R}} = \frac{2 R}{v} = \frac{2 \cdot 0,1}{15} \text{ c} \approx 0,013 \text{ c}$

Ответ: $F = 450 \text{ Н}$, $\Delta t \approx 0,013 \text{ c}$

410

415

145

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 9 2 3 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

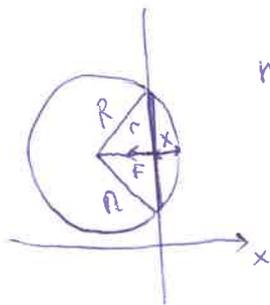
1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



1.



пусть шар касается на высоте Δl , тогда площадь соприкосновения стены и шара равна:

$$S = \pi r^2 ; \quad r^2 + (R-x)^2 = R^2 \Rightarrow r^2 = 2Rx - x^2$$

т.к. $x \ll R$, то $r^2 = 2Rx \Rightarrow S = 2\pi R x$

II закон: $m\ddot{x} = -pS = -p \cdot 2\pi R x$

$$\ddot{x} + \frac{2\pi p R}{m} x = 0 \text{ - ур-е колебаний.}$$

Тогда $\Delta t = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{\omega} = \pi \sqrt{\frac{m}{2\pi p R}} = \frac{\pi}{\sqrt{2\pi p R}} \sqrt{m} = \sqrt{\frac{\pi m}{2p R}} \approx 4,6 \cdot 10^{-3}$

II закон: $F \Delta t = \Delta p = 2mU$ - т.к. удар упругий

$$F = \frac{2mU}{\Delta t} = \frac{2mU}{\pi \sqrt{\frac{m}{2\pi p R}}} = 2U \sqrt{\frac{2m p R}{\pi}} \approx 1311 \text{ Н}$$

Ответ: 1311 Н; $4,6 \cdot 10^{-3}$ с

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф Ц О О О 1 4 5 8 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

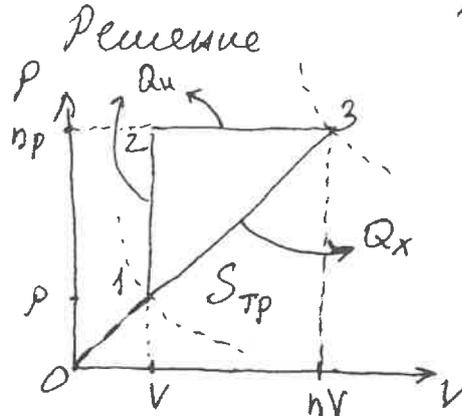
1	2	3	4	5	6	Σ
7	25	15	10	5	20	82

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

№ 2
 Дано:
 $\nu = 1$ моль
 двухатомный газ
 $n = 1,5$

$\eta = ?$



- $p \sim V \Rightarrow$ при nV давление составит np
- Проведем 2 ~~из~~ адиабаты и узнаем, что на участке 31 газ отдает тепло холодильнику

$Q_x = Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$ по I началу термодинамики

- $\Delta U_{31} = U_1 - U_3 = \frac{5}{2} pV - \frac{5}{2} np \cdot nV = \frac{5}{2} pV (1 - n^2)$
- $A_{31} = -S_{тр} = -(S_{сон} - S_{мон}) = -(\frac{1}{2} np \cdot nV - \frac{1}{2} pV) = -\frac{1}{2} pV (n^2 - 1) = \frac{1}{2} pV (1 - n^2)$

Отсюда $Q_x = Q_{31} = \frac{5}{2} pV (1 - n^2) + \frac{1}{2} pV (1 - n^2) = 3pV (1 - n^2)$

4) Найдем работу за весь цикл:

$A_{ц} = \frac{1}{2} (np - p) \cdot (nV - V) = \frac{1}{2} pV (n-1) \cdot (n-1) = \frac{1}{2} pV (n-1)^2$

5) $\eta = \frac{A_{ц}}{Q_{н}} = \frac{A_{ц}}{A_{ц} + |Q_{х1}|} = \frac{\frac{1}{2} pV (n-1)^2}{\frac{1}{2} pV (n-1)^2 + |3pV (1 - n^2)|} = \frac{\frac{1}{2} pV (n-1)^2}{\frac{1}{2} pV (n-1)^2 + 3pV (n^2 - 1)} =$

$$= \frac{\frac{1}{2} pV (n-1)^2}{pV (n-1) (\frac{1}{2} (n-1) + 3(n+1))} = \frac{\frac{1}{2} (n-1) \cdot 2}{(\frac{1}{2} (n-1) + 3(n+1)) \cdot 2} = \frac{n-1}{(n-1) + 6(n+1)} = \frac{1,5-1}{(1,5-1) + 6(1,5+1)} =$$

$$= \frac{0,5}{0,5+15} = \frac{0,5}{15,5} = \frac{5}{155} = \frac{1}{31} \approx 0,032 = 3,2\%$$

Ответ: 3,2%
 ф

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф 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)

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

№3
Дано:
 $\vec{v} = 15\% c = \text{const}$
 $\Delta t = 0,5 \text{ с}$
 $\Delta m = 1,5 \text{ кг}$

F-?

Решение:
1) $\vec{p} = m\vec{v}$ — начальной импульс с системы, с каждой новой выброшенной рыбой импульс будет понижаться при меньшей скорости:

$\Delta \vec{p} = \Delta m \vec{v} \quad /: \Delta t$, найдем как изменяется импульс за малый промежуток Δt

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \vec{v}, \quad \text{при } \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F} \text{ по II з.Н}$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \vec{v} = \frac{1,5}{0,5} \cdot 15 = 3 \cdot 15 = 45 \text{ Н}$$

Ответ: $F = 45 \text{ Н}$ — меньшая сила для $v = \text{const}$.

№4
Дано:
 $M = 40 \text{ кг}$
 $S = 15 \text{ см}^2$

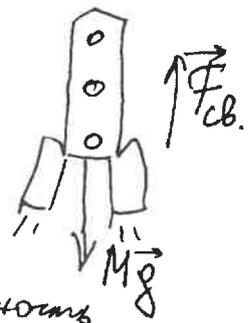
I-?

Решение:
1) Для преодоления земного притяжения нужно, чтобы сила давления света была больше силы тяжести:

$$F_{\text{св.}} \geq Mg.$$

$$F_{\text{св.}} = pS, \quad \text{где } p \text{ — давление света, } S \text{ — площадь зеркала соул.}$$

2) $p = \frac{I}{c}$, где I — интенсивность света, c — скорость света
это давление света, создаваемое светом на черную поверхность



Отсюда:

$$\frac{I}{c} \cdot S \geq Mg \Rightarrow I \geq \frac{Mg \cdot c}{S} \approx \frac{40 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10^8}{15 \cdot 10^{-4}} \approx 8 \cdot 10^{13} \text{ Вт/м}^2$$

Ответ: $I_{\text{min}} = 8 \cdot 10^{13} \text{ Вт/м}^2$

(т.к в задаче не сказано конкретное кол-во соул и организаторы не пояснили условие, я взял только одно соул для решения задачи)

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф 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)

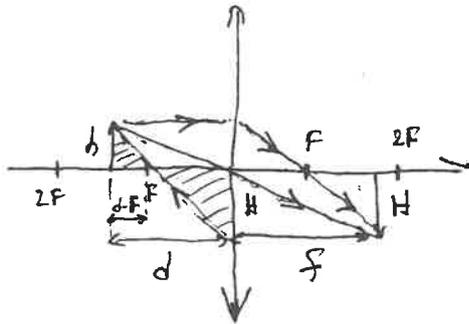
ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что написано с этой стороны листа в рамке справа

Дано:

$d = 1,2 F$

$\Gamma = ?$

№5
Решение



1) Построим изображение предмета на рисунке.

• Воспользуемся обратимостью лучей, чтобы провести лучи от предмета до изображения до предмета.

2) $\Gamma = \frac{H}{h}$

Из подобия ~~на~~ заштрихованных треугольников найдем отношение:

$$\frac{H}{h} = \frac{F}{d-F} = \frac{F}{1,2F-F} = \frac{1}{0,2} = \frac{10}{2} = 5 = \Gamma$$

Ответ: $\Gamma = 5$ (+)

Дано:

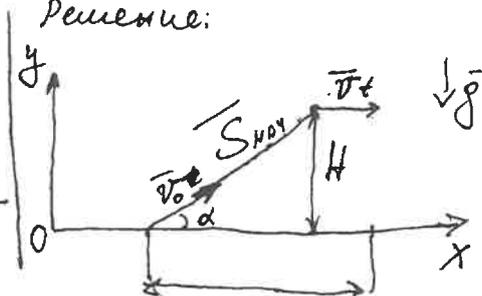
$v = 8 \text{ м/с}$

$\alpha = 45^\circ$

$v_0 = 2800 \text{ м/с}$

$H = ?$

№6
Решение:



1) $v_x = v_0 \cos \alpha$

$L = v_0 \cos \alpha \cdot t$ —

путь пули по ОХ.

$v_y t$ — путь птицы по ОХ

• Встретились бы пуля и птица без упреждения, т.е. скорость пули направлена прямо на птицу под углом α к горизонту.

2) $\text{tg} \alpha = \frac{H}{L - vt} = \frac{H}{v_0 \cos \alpha \cdot t - vt} = \frac{H}{(v_0 \cos \alpha - v)t} \Rightarrow H = (v_0 \cos \alpha - v)t \cdot \text{tg} \alpha$ (2)

3) Из ур-я движения по ОУ: $H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$. Приравняем (2) и (3)

$(v_0 \cos \alpha - v)t \cdot \text{tg} \alpha = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$

$2(v_0 \cos \alpha - v) \text{tg} \alpha = 2v_0 \sin \alpha - g t$

$t = \frac{2v_0 \sin \alpha - 2 \text{tg} \alpha (v_0 \cos \alpha - v)}{g} = \frac{2v_0 \sin^2 \alpha - 2v_0 \sin \alpha \cos \alpha + 2v \text{tg} \alpha}{g} = \frac{2v \text{tg} \alpha}{g}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

9 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)

$$t = \frac{2 \cdot 8 \cdot 1}{10} = 1,6 \text{ с}$$

4) Подставляем t в (2):

$$H = (v_0 \cos \alpha - v) t \cdot \tan \alpha = (800 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 8) \cdot 1,6 \cdot 1 = (400\sqrt{2} - 8) \cdot 1,6 = 8 \cdot 1,6 (50\sqrt{2} - 1) = 12,8 (50\sqrt{2} - 1) \approx 892,3 \text{ м.}$$

Ответ: 892,3 м.

(+)

Дано:

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

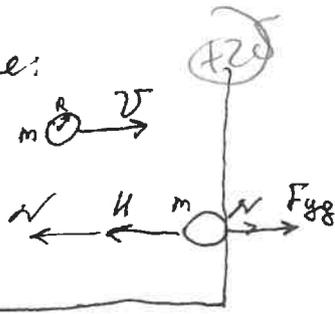
$$R = 0,1 \text{ м}$$

$$v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\rho = 1,5 \text{ атм.} = \text{const}$$

№1

Решение:



1) По ЗСИ:

$$m \vec{v} = m \vec{u} = \vec{p}$$

$$\vec{v} = \vec{u}$$

(удар упругий)

(15)

2) По II з.д.: $\frac{\Delta p}{\Delta t} = \Sigma F$, где $\Sigma F = N - N + F_{гг} = F_{гг}$

$F_{гг}$ вызвано силой давления воздуха в мяче на стенку мяча, $F_{гг} = \rho S$, где S — площадь поверхности мяча, которая взаимодействует со стенкой

• В среднем будем считать, что со стенкой взаимодействовала половина мяча, т.е. $S = \frac{S_{\text{верх}}}{2} = \frac{4\pi R^2}{2} = 2\pi R^2$

$$S = \frac{4\pi R^2}{2} = 2\pi R^2$$

$$3) \text{ Отсюда: } \frac{m v}{\Delta t} = 2\pi R^2 \cdot \rho \Rightarrow \Delta t = \frac{m v}{2\pi R^2 \cdot \rho} = \frac{0,2 \cdot 15}{2\pi \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 10^5} = \frac{1}{\pi \cdot 10^3} \text{ с} = \pi^{-1} \cdot 10^{-3} \text{ с} = \pi^{-1} \text{ мс.}$$

$$4) F_{гг} = 2\pi R^2 \cdot \rho \approx 9420 \text{ Н}$$

Ответ: $t = \pi^{-1} \text{ мс}$, $F_{гг} \approx 9420 \text{ Н}$

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



Вариант № 4

9 1 0 0 0 1 0 5 3 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
6	25	15	10	5	20	71

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проследите только то, что написано с той стороны листа в разрезе строк

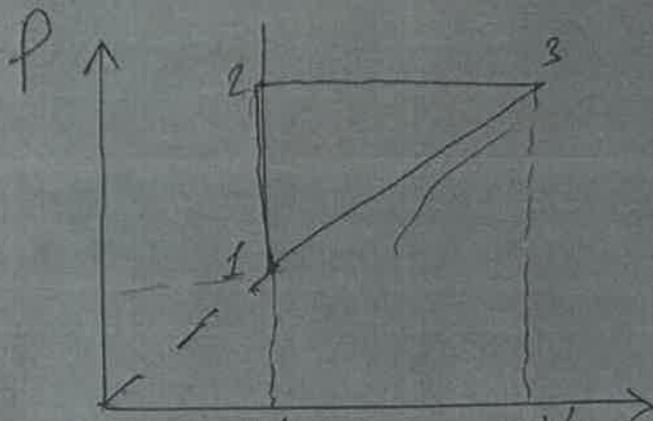
Дано:

$V = 1 \text{ моль}$

$n = 1,1$

$\eta = ?$

Решение: №2



$$1) A_{31} = \int_V^{nV} p \, dV = -P_2(nV - V) = -\frac{1}{2}(P_2 - P_1)(nV - V) = -\frac{1}{2}(n-1)V(P_2 + P_1)$$

$$2) Q_{31} = -\frac{1}{2}((P_1 + P_2) \cdot V(n-1) + 5(P_2 \cdot n - P_1) \cdot V) = -\frac{1}{2}V(P_1 \cdot 0,1 + 0,1P_2 + 5,5P_2 - 5P_1) = -\frac{1}{2}V(5,6P_2 - 4,9P_1)$$

$$3) A = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = \frac{1}{2}(P_2V - 5P_1V + 7P_2V \cdot 0,1 - 5,6P_2V + 4,9P_1V) = \frac{1}{2}V(5P_2 - 5P_1 + 0,7P_2 - 5,6P_2 + 4,9P_1) = \frac{1}{2}V(0,1P_2 - 0,1P_1) = 0,05(P_2 - P_1)V$$

$$4) \eta = \frac{A}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{0,1(P_2 - P_1)V}{\frac{1}{2}(5V(P_2 - P_1) + 7P_2 \cdot 0,1V)} = \frac{0,1(P_2 - P_1)}{5,7P_2 - 5P_1}$$

см следующий лист

Вариант № 4Ф И О О О 1 0 5 3 5 2 5
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№2
продолжение:5) Т.к. зависимость $P(V)$ линейная с

$$k=1: \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{nV}{V} = n$$

$$P_2 = n P_1 \Rightarrow \eta = \frac{0,1 \cdot P_1 (n-1)}{P_1 (5,7n-5)} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 0,1}{5,7 \cdot 1,1 - 5} \approx 0,0079.$$

Ответ: $\eta = 0,0079.$

Дано:

$$m = 140 \text{ кг}$$

$$S = 200 \text{ см}^2$$

I - ?

Решение: нч.

1) $F_g = mg$ (по II закону Ньютона)

2) $F_{\text{света}} = \frac{I S}{c}$ $P = I \left(\frac{1+k}{c} \right); k=0.$

$$F_{\text{света}} = \frac{I S}{c}$$

$$3) F_{\text{света}} \geq F_g \Rightarrow \frac{I S}{c} \geq mg \Rightarrow I = \frac{F_{\text{света}} \cdot c}{S} =$$

$$= \frac{mgc}{S} = \frac{140 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{0,02 \text{ м}^2} = 2,1 \cdot 10^{13} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

Ответ: $I = 2,1 \cdot 10^{13} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}.$

Вариант № 4

Ф И О О О 1 0 5 3 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВАЖНО! Проверьте, пожалуйста, что задание с этой стороны листа в рамке справа

Дано:

$V = 8 \text{ м/с}$

$\Delta t = 0,2 \text{ с}$

$\Delta m = 1,2 \text{ кг}$

F - ?

Решение

1) $P = \Delta m V$ (каждое Δt)

$\Delta p = m_1 V - m_2 V = \Delta m V$ (1)

2) $\Delta p = F \Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ (2)

3) (1) \rightarrow (2):

$$F = \frac{\Delta m V}{\Delta t} = \frac{1,2 \text{ кг} \cdot 8 \text{ м/с}}{0,2 \text{ с}} = 48 \text{ Н}$$

Ответ: $F = 48 \text{ Н}$ +

Дано:

$d = 5F$

 Γ - ?

Решение: N5.

1. Ур. тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; d = 5F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{5F} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{5F \cdot F}{5F - F} = \frac{5F}{4}$$

2. $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{5F}{4 \cdot 5F} = \frac{1}{4} = 0,25$

Ответ: $\Gamma = 0,25$ +

Вариант № 4

Ф И О О О 1 0 5 3 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

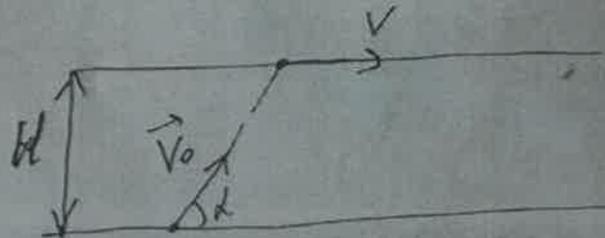
1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№6.

Дано:
 $V = 5 \text{ м/с}$
 $\alpha = 45^\circ$
 $V_0 = 60 \text{ м/с}$

Решение:



И. - ?

I Время полета:

$$H = V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \quad (1) \quad + \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} + \frac{2H}{g} = 0$$

$$t_{1,2} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \pm \sqrt{\frac{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}{g^2}}$$

Возможны 2 разные случая g.

1) $t_1 = t_2 = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$;

$$V_0^2 \sin^2 \alpha = 2gh$$

$$h = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (2)$$

$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$ Уч. что камень доходит

утку: по горизонтали

$$V_0 \cos \alpha \cdot t = h \cdot \text{ctg} \alpha + V t$$

$$\frac{V_0 \cos \alpha V_0 \sin \alpha}{g} = h \text{ctg} \alpha + V \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$V_0 \cos \alpha = 2V$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с трех сторон листа



Вариант № 4

Ф И О О О 1 0 5 3 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

2) Второй случай:

$$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} + \frac{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g}$$

$$V_0 \cos \alpha > 2V$$

$$V_0 \cos \alpha \cdot t - H \cdot \operatorname{ctg} \alpha + Vt$$

$$t = \frac{H \operatorname{ctg} \alpha}{V_0 \cos \alpha - V} \quad (3)$$

(3) → (1):

$$H = \frac{2V}{g} \operatorname{tg}^2 \alpha (V_0 \cos \alpha - V) \quad (4)$$

3) Третий случай: $t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} + \frac{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g}$
 $V_0 \cos \alpha < 2V$ Траектория камня
будет такой же

$$H = \frac{2V}{g} \operatorname{tg}^2 \alpha (V_0 \cos \alpha - V)$$

Подставим числовые значения:

$$1) \text{ Для первого случая: } H = \frac{(600 \text{ м/с})^2 \cdot \sin^2 45^\circ}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 9000 \text{ м}$$

2) Для второго и третьего случаев:

$$H = \frac{2 \cdot 5 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} \cdot \operatorname{tg}^2 45^\circ (600 \cdot \cos 45^\circ - 5 \text{ м/с}) = 419,26 \text{ м}$$

Ответ: 1) $H = 9000 \text{ м}$; 2) $H = 419,26 \text{ м}$.

Вариант № Н

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

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

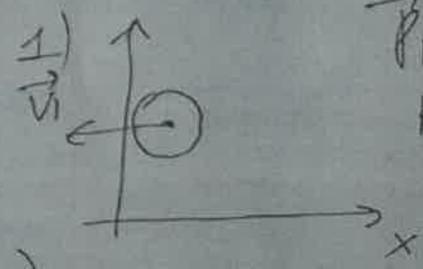
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что написано в этой стороне листа в правой группе

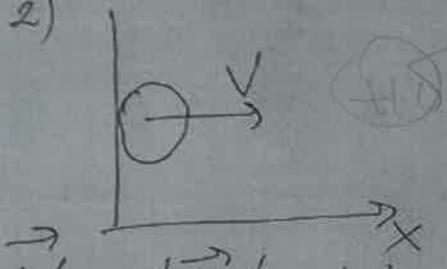
Дано:
 $m = 0,4 \text{ мкг}$
 $L = 9 \text{ мВ}$
 $V = 12 \text{ м/с}$
 $R = 2,5 \text{ Ом}$

$\Delta t = ?$
 $F_{\text{гав ср}} = ?$

Решение:



$\vec{p}_1 = m \vec{v}_1 \quad |\vec{v}_1| = V$
 $p_{1x} = -mV$



$\vec{p}_2 = m \vec{v}_2 \quad |\vec{v}_2| = V$

$\Delta p_x = p_{2x} - p_{1x} = 2mV$

И закон Ньютона в импульсной форме: $F \Delta t = \Delta p$, где $F = F_{\text{гав}}$

$\Delta t F_{\text{гав}} = 2mV$

$\Delta t = \frac{2mV}{F_{\text{гав}}}$

$\Delta t = \frac{19,2}{\pi \cdot 10^{-4} \cdot 1,5 \cdot 10^1}$

$\approx 0,0024 \text{ с}$

Найдем силу $\Delta p = 2mV$
 $F_{\text{гав}} = P_{\text{гав}} S$
 в нашем случае средняя мощность $P_{\text{гав}} = \frac{P R^2}{2}$
 $F_{\text{гав ср}} = P_{\text{гав}} S_{\text{ср}} = \frac{P R^2}{2}$
 $= P_{\text{гав}} \cdot \frac{\pi R^2 S}{2} = \frac{P R^2}{2} \cdot \frac{\pi R^2}{\pi R^2} = \frac{P R^2}{2}$
 $F_{\text{гав ср}} = \left(\frac{2}{2,5 \cdot 10^1 \cdot 10^3} \cdot \frac{\pi \cdot 10^{-2}}{2} \right) = 4 \text{ кН}$

Ответ: $\Delta t = 0,0024 \text{ с}$; $F_{\text{гав ср}} = 4 \text{ кН}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

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

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

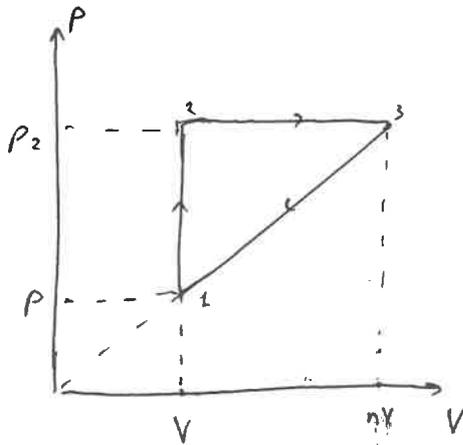
1	2	3	4	5	6	Σ
8	25	13	9	5	20	80

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№2) Дано: $\nu=1, i=5, n=1,5$

Найти: $\eta = ?$

Решение:



лучи 1-2-3-1

процесс 3-1 - прямая зависимость $p(V) = V$

$p \propto V$, тогда $V \propto \sqrt{p}$ или nV

$$p_2 = p(nV) = n p$$

Работа может быть посчитана как площадь под графиком функции,

$$A_{12} = \int_1^2 p dV = \int_1^2 p dV = \int_1^2 p_2 dV = \int_1^2 n p dV = \frac{1}{2} p_2 (nV - V) = \frac{1}{2} (n^2 p V - n p V)$$

это, напомним Q_{12}, Q_{23} и Q_{31} (1-2 - изохора, $A_{12} > 0$, 2-3 - изобара, 3-1 - ли. зависимость $p(V)$):

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = A_{12} = \frac{1}{2} (n^2 p V - n p V) = \frac{1}{2} p V (n^2 - 1)$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = n p (nV - V) + \frac{5}{2} (n^2 p V - n p V) = \frac{7}{2} n p V (n - 1)$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = - \frac{(p+n p)}{2} (nV - V) + \frac{5}{2} (pV - n^2 p V) = -3 p V (n^2 - 1)$$

$$Q_{12} > 0, Q_{23} > 0, Q_{31} < 0 : Q_{12} = -Q_{31}, Q_{12} = Q_{23} + Q_{31}$$

$$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\frac{1}{2} p V (n^2 - 1) + \frac{7}{2} p V n (n - 1) - 3 p V (n^2 - 1)}{\frac{1}{2} p V (n^2 - 1) + \frac{7}{2} n p V (n - 1)}$$

$$= \frac{5(n-1) + 7n(n-1) - 6(n^2-1)}{5(n-1) + 7n(n-1)} = \frac{(n-1)(5+7n-6n+6)}{(n-1)(5+7n)} = \frac{11-6n+7n}{5+7n}$$

$$= \frac{5+7 \cdot 1,5 - 6 \cdot 1,5 - 6}{5+7 \cdot 1,5} = \frac{0,5}{15,5} \approx 0,032 = 3,2\%$$

Ответ: $\eta \approx 3,2\%$

Примечание: Если цикл будет 1-3-2-1, то

$A_{12} < 0$ и $\eta < 0$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 4 3 1 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№5) Дано: $d = 1,2F$, F

Найти: $\Gamma = ?$

Решение:

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

$$\Gamma = \frac{F}{1,2F-F} = \frac{1}{0,2} = 5$$

Ответ: $\Gamma = 5$ ⊕

№6) Дано:

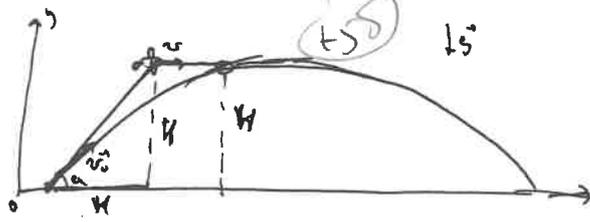
$$v = 300 \frac{m}{s}$$

$$v_0 = 300 \frac{m}{s}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$H = ?$

Решение:



Г.ч. скорости выстрела в точку, по момент начала выстрела она направлена на ось Ox с линией

выстрела → ~~на~~ на линии под углом α к горизонту.

Пусть поездами прозвучало на высоте H . Тогда в какой-то момент она направлена на расстоянии H от орудия (по Ox). За время полета пуля прошла L : $L = v_0 \cos \alpha t$, высота: $L - H = vt$

$$H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}, \text{ при } \alpha = 45^\circ \sin \alpha = \cos \alpha :$$

$$H = L - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow L - H = \frac{gt^2}{2} = vt \Rightarrow t = \frac{2v}{g}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \frac{2v}{g} - \frac{g \left(\frac{2v}{g}\right)^2}{2} = \frac{2v(v_0 \sin \alpha - v)}{g} = \frac{2 \cdot 300 \left(300 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - 300\right)}{10} \approx 892,3 \text{ м.}$$

Макс. высота пули: $h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$; ~~или~~ $0 = v_0 \sin \alpha t_{\max} - \frac{gt_{\max}^2}{2}$

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{300^2 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 10} = 16000 \text{ м} \Rightarrow H < h_{\max}, \text{ значит такая высота возможна}$$

Ответ: $H \approx 892,3 \text{ м.}$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф 4 0 0 0 1 4 3 1 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№3) Дано: $v = 15 \frac{m}{s}$, $t = 0,5 c$, $m = 1,5 m$

Найти: $\Delta F = ?$

Решение:

Из зад.

Пусть $\lambda = \frac{dm}{dt}$ - скорость расхода массы.

~~$A = \lambda E_k$~~ ; ~~$\lambda E_k =$~~

Возьмем маленький промежуток dt в который

шла сила F_T const.

В этот момент, чтобы скорость была равна 0:

$$F_0 = F_T, \text{ где } F_0 - \text{какая-то сила тяги.}$$

$$A = \lambda E_k; \lambda E_k = \frac{(m - dm)v^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = -\frac{dmv^2}{2}$$

$$A = F_T v dt - F_{TP} \cdot v dt = (F_T - F_{TP})v dt.$$

$$(F_T - F_{TP}) \lambda dt = -\frac{dmv^2}{2} \Rightarrow F_{TP} - F_T = F_0 - F_T = \Delta F = \frac{dmv}{2dt} = \frac{\lambda v}{2} =$$

$$= \frac{\lambda m v}{2 \cdot 0,5} = \frac{1,5 \cdot 15}{2 \cdot 0,5} = 22,5 \text{ Н.}$$

Ответ: $\Delta F = 22,5 \text{ Н}$ (138)

№4) Дано:

$M = 40 \text{ кг}$

$S = 15 \text{ см}^2 = 15 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

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

$I = ?$

Решение:

$$I = \frac{P}{S}, \text{ где } P - \text{мощность света.}$$



$$\vec{F} + M\vec{g} = M\vec{a} \Rightarrow F \geq Mg$$

$$P = Fv = Fc, \text{ где } c - \text{скорость света}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{c}$$

$$I = \frac{F \cdot c}{S} \geq \frac{Mg \cdot c}{S} = \frac{40 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10^8}{15 \cdot 10^{-4}} = 80 \cdot 10^4 = 8 \cdot 10^5 \frac{Вт}{м^2}$$

Ответ: $I \geq 8 \cdot 10^5 \frac{Вт}{м^2}$

96

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0
0
0
1
4
3
1
9
2
5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1) Дано:

$$v = 15 \frac{m}{c}$$

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

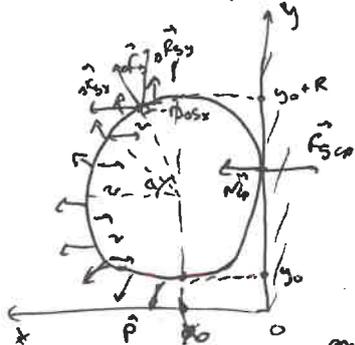
$$R = 0,1 \text{ м}$$

$$\rho = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$\Delta t = ?$

$F_{ср} = ?$

Решение:



+30

Рассмотрим левую половину мяча
Импульс левой половины

останавливается ии моментально

за счёт давления (пузыри мн.

Из второго 3. Ньютона вимпульсной
форме:

$$\vec{F}_{ср} \cdot \Delta t = \frac{m}{2} \vec{v} - \left(\frac{m}{2} \vec{v} \right) = \frac{2m\vec{v}}{2} \quad \text{Получим по оси } O_y \text{ вычитается,}$$

~~и по оси O_x следовательно~~ Выделим маленькую пластинку Δs на
мече, давление на которую будет равно: $\Delta F_y = \rho \cdot \Delta s$ Дл. - Дел O_x:

$$\Delta F_{yx} = \rho \cdot \Delta s \cdot \cos \alpha = \rho \cdot \Delta s_y \quad \text{Дл. дел } O_y: \quad \Delta F_{yy} = \rho \Delta s \sin \alpha = \rho \Delta s_y$$

~~$F_{yx} = \rho \Delta s_y$~~ Суммируя такие силы по оси O_y и O_x получаем:

$$F_{yy} = 0, \quad F_{yx} = \rho \pi R^2 \Rightarrow F_{yx} \cdot \Delta t = \frac{2m\vec{v}}{2} = m\vec{v}$$

$$\Delta t = \frac{m\vec{v}}{F_{yx}} = \frac{m\vec{v}}{\rho \pi R^2} = \frac{0,2 \cdot 15}{1,5 \cdot 10^5 \cdot 3,14 \cdot 0,1^2} \approx 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

Из 2-го 3. Ньютона вимпульсной буде же всего выведем:

$$O_x: N_{ср} \Delta t = 2m\vec{v}, \quad \text{где } N_{ср} - \text{среднее сила реакции стены, } N_{ср} = F_{ср}.$$

$$F_{ср} = \frac{2m\vec{v}}{\Delta t} = \frac{2m\vec{v}}{m\vec{v}} \cdot \rho \pi R^2 = 2\rho \pi R^2 = 2 \cdot 1,5 \cdot 10^5 \cdot 3,14 \cdot 0,1^2 \approx 9,42 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Ответ: $\Delta t = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ с.}, \quad F_{ср} = 9,42 \cdot 10^3 \text{ Н}$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 4 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
7	25	15	10	4	18	79

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 1

Дано: $m = 0,4 \text{ кг}$
 $R = 0,1 \text{ м}$
 $v = 12 \text{ м/с}$
 $p = 2,5 \text{ атм} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

СИ:

$F_{cp} - ?$
 $\Delta t - ?$

Решение:

1) Т.к. удар абсолютно упругий \Rightarrow
 \Rightarrow скорость отскока равна по модулю v и противоположна по направлению:
 $v = -v$

2) Запишем ЗСИ: (на Ox)

Импульс до удара: $p_{до} = mv$

Импульс после удара: $p_{после} = -mv$

$$v_p = 2mv$$

3) Рассчитаем среднюю силу давления мячика на стенку: k - время контакта.

$$F_{cp} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta p}{F_{cp}}$$

Тогда: $F_{cp} = p \cdot S$, где S - площадь контакта мячика со стеной:

$S \approx \pi \cdot r^2$, где r - приближенный радиус области контакта мяча со стеной: $r = \frac{R}{2}$

$$\Rightarrow S = \frac{\pi R^2}{4}$$

$$= 3,14 \cdot 0,1^2 \text{ м}^2$$

$$\approx 1962,5 \text{ Н}$$

$$F_{cp} = pS = \frac{p\pi R^2}{4} = \frac{2,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot \pi \cdot 0,1^2 \text{ м}^2}{4}$$



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4 Ф И О О О 1 1 5 4 5 2 5
 Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 1. продолжение.

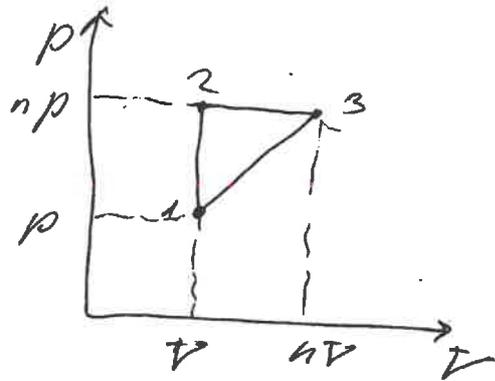
Тогда, $\Delta t = \frac{\Delta p}{F_{ср}} = \frac{2m v \cdot 4}{\rho \pi R^2} = \frac{8m v^2}{\rho \pi R^2}$

$= \frac{8 \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot 12 \text{ м/с}^2}{2,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 3,14 \cdot 0,1^2 \text{ м}^2} \approx 0,0049 \text{ с.}$

Ответ: 1962,5 Н; 0,0049 с. 10

Задача 2:

$n = 1,1$; $\eta = ?$



1) КПД машины:

$$\eta = \frac{A_{ц}}{Q_{н}} \cdot 100\%$$

~~рассчитать работу газа за цикл:~~

2) Определим процессы:

1-2: изохорич. процесс ($V = \text{const}$).

2-3: изобарический процесс

Обозначу: $p_1 = p$; $p_3 = np$; $p_2 = np$;

$V_1 = V$; $V_2 = V$; $V_3 = 4V$.

3) Посчитаю работу газа за цикл:
 работа газа - это площадь графика \Rightarrow

\Rightarrow ~~площадь~~ площадь треугольника:

$A_{ц} = S_{\Delta} = \frac{1}{2} ab$, где:

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 4 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 2. продолжение:

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$a = V_3 - V_2 = nV - V = V(n-1)$$

$$b = p_2 - p_1 = np - p = p(n-1)$$

$$\downarrow$$

$$A_2 = \frac{1}{2} pV(n-1)^2$$

4) Теперь посчитано подводимое тепло за цикл:

$$Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{23}, \text{ т.к. тепло подводится только в процессах } 1-2 \text{ и } 2-3.$$

Тогда:

$$Q_{12} = C_V(T_2 - T_1) = C_V \cdot V(p_2 - p_1) = C_V \cdot V \cdot (np - p) = C_V \cdot V \cdot p(n-1)$$

т.к. из уравнения $C_V = \frac{5}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow Q_{12} = \frac{5}{2} (n-1) pV$$

Теперь посчитано Q_{23} :

$$Q_{23} = C_p(T_3 - T_2) = C_p(p_3 V_3 - p_2 V_2) = C_p(np \cdot nV - np \cdot V) = C_p \cdot npV(n-1),$$

где $C_p = \frac{7}{2} \Rightarrow Q_{23} = \frac{7}{2} pV n(n-1)$

Тогда:

$$Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{5}{2} (n-1) pV + \frac{7}{2} pV n(n-1) =$$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 4 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 2. продолжение:

$$= pV(n-1) \left(\frac{5}{2} + \frac{7}{2}n \right) = \frac{(5+7n)(n-1)pV}{2}$$

5) Подставим всё в КПД:

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} pV(n-1)^2 \cdot 100\%}{\frac{1}{2} (5+7n)(n-1)pV} = \frac{n-1}{5+7n} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{1,1-1}{5+7 \cdot 1,1} \cdot 100\% \approx 0,79\%$$

Ответ: 0,79%. +

Задача 3:

Дано:
 $v = 8 \text{ м/с}$
 $\Delta t = 0,2 \text{ с}$
 $\Delta m = 1,2 \text{ кг}$
 $\Delta F = ?$



Решение:

1) Рассмотрим систему, состоящую из сапёй и рыбки.

2) По 3ЗУ:

Выбрасывание рыбки из сапёй приводит к изменению импульса системы. Таким, для сохранения постоянной скорости нужно компенсировать выброс рыбки.

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 4 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



Задача 3. продолжение:

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

3) Рассмотрим со связанным с самодвижущимся:

начальная скорость ~~рыбы~~ рыбы = скорости самодвижущегося,
а после выбрасывания, $v_{рыбы} = 0$.

В момент выброса рыбы:

$$p_{до} = (M + \Delta m) v; \quad p_{после} = M v.$$

по ЗСД:

$(M + \Delta m) v = M v$, т.е. при выбросе рыбы v не изменяется, но уменьшается масса, которую нужно передать \Rightarrow

\Rightarrow сила уравнивается $F_{тр} \Rightarrow$

т.е. $F_{тр} = \text{const}$ (по усл.) $\Rightarrow F_{тяги} = \text{const}$.

Тогда, изменение силы тяги:

$$\Delta F = \frac{\Delta p}{\Delta t}, \quad \text{где } \Delta p = \Delta m v \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta F = \frac{\Delta m v}{\Delta t} = \frac{1,2 \text{ кг} \cdot 8 \text{ м/с}}{0,2 \text{ с}} = \boxed{48 \text{ Н}}$$

Ответ: 48 Н

Задача 4:

Дано: $m = 140 \text{ кг}$ $S = 200 \text{ см}^2 = 0,02 \text{ м}^2$	Найти: $I = ?$
--	-------------------

Решение:

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 4 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 4. продолжение

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1) Чтобы преодолеть земное притяжение,
 $F_{тяги} = F_{тяж} = mg$.

2) Давление света на стенки сосуда:

$$p = \frac{I}{c}, \text{ где } I - \text{интенсивность света.}$$

$c - \text{скорость света} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

3) Сила, создаваемая давлением:

$$F_{тяги} = p \cdot S = \frac{I}{c} \cdot S$$

$$\left[I = \frac{F_{тяги} \cdot c}{S} = \frac{mg \cdot c}{S} \right] = \frac{140 \text{ м} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{0,02 \text{ м}^2}$$

$$= 205800 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}^3} \quad \uparrow$$

Ответ: $205800 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}$

Задача 5

Дано:
 Расстояние от предмета до линзы;
 $f = 5F$.

Найти:
 во сколько раз увеличился
 изображение.

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Р	И	0	0	0	1	1	5	4	5	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



Задача 5. продолжение

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Решение:

1) Запишу формулу тонкой линзы:

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

Подставлю: $f = 5F$:

$$\begin{aligned} \frac{1}{F} &= \frac{1}{5F} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{5F} - \frac{1}{F} = \frac{F - 5F}{5F^2} \\ &= -\frac{4}{5F} \Rightarrow d = -\frac{5F}{4} \end{aligned}$$

Тогда:

$$\frac{f}{d} = -\frac{5F \cdot 4}{5F} = 4$$

↑ 4
↓ изображение увеличилось в 4 раза, а

знак минус указывает на то, что изображение получилось перевернутым.

Ответ: 4

Задача 6

Дано:

$v = 5 \text{ м/с}$

$\alpha = 45^\circ$

$v_0 = 600 \text{ м/с}$

Найти:

$H = ?$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 4 5 2 5

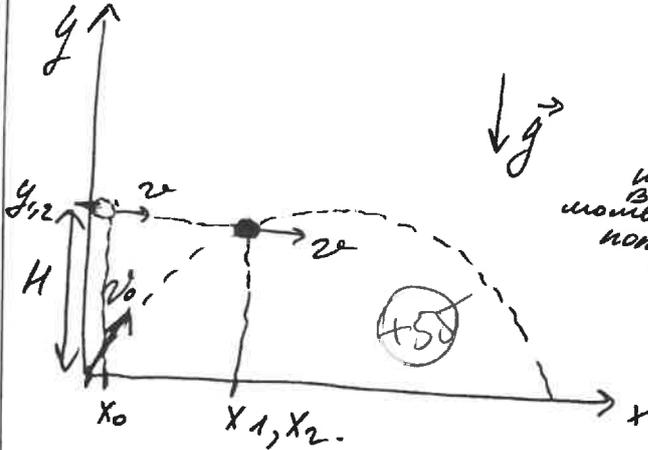
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 6. продолжение:

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Решение:



1) Запишу

уравнение движения;

в проекции на Ox, Oy .

Для птицы: (улитки, рачки, крачки)

координата в момент попадания $\left\{ \begin{aligned} x_1 &= x_0 + v_0 t_1, \text{ где:} \\ y_1 &= H. \end{aligned} \right.$

$x_0 = H \cdot \text{ctg} \alpha$

(из рисунка)

это координата

птицы, когда

охотник произвел

выстрел.

Для пули: (движение по параболе)

$$\begin{cases} x_2 = v_0 \cos \alpha t_2 \\ y_2 = v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \end{cases} \quad (+50)$$

В момент попадания пули в птицу:

координаты и времена равны:

$$\Rightarrow x_1 = x_2; y_1 = y_2 \text{ и } t_1 = t_2.$$

Получу систему:

$$\begin{cases} H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \quad (2) \\ H \cdot \text{ctg} \alpha + v_0 t = v_0 \cos \alpha t \quad (1) \end{cases} \quad (+50)$$

Из (1) выразим t :

$$t = \frac{H \cdot \text{ctg} \alpha}{v_0 \cos \alpha - v} \Rightarrow \text{подставим в (2):}$$

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

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 1 5 4 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 6. продолжение

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$H = \frac{v_0 H \cos \alpha}{v_0 \cos \alpha - v} - \frac{g H^2 \cos^2 \alpha}{2 \sin^2 \alpha (v_0 \cos \alpha - v)^2}$$

$$H^2 (g \cos^2 \alpha) + H (2 \sin^2 \alpha (v_0 \cos \alpha - v)) - H (v_0 \cos \alpha \cdot 2 \sin^2 \alpha (v_0 \cos \alpha - v)) = 0 \quad | : H$$

$$H = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot 2 \sin^2 \alpha \cdot (v_0 \cos \alpha - v) - 2 \sin^2 \alpha (v_0 \cos \alpha - v)}{g \cos^2 \alpha}$$

$$H = \frac{2 (v_0 \cos \alpha - v) (v_0 \cos \alpha - v) \cdot \frac{1}{2} g^2 \alpha}{g} \quad (+35)$$

$$= \frac{2 \left(600 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 5 \text{ м/с} \right) \left(600 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 1 \right) \cdot 1}{9,8 \text{ м/с}^2}$$

$$\approx 36216,2 \text{ м} \approx 36,2 \text{ км}$$

Ответ: 36,2 км.

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

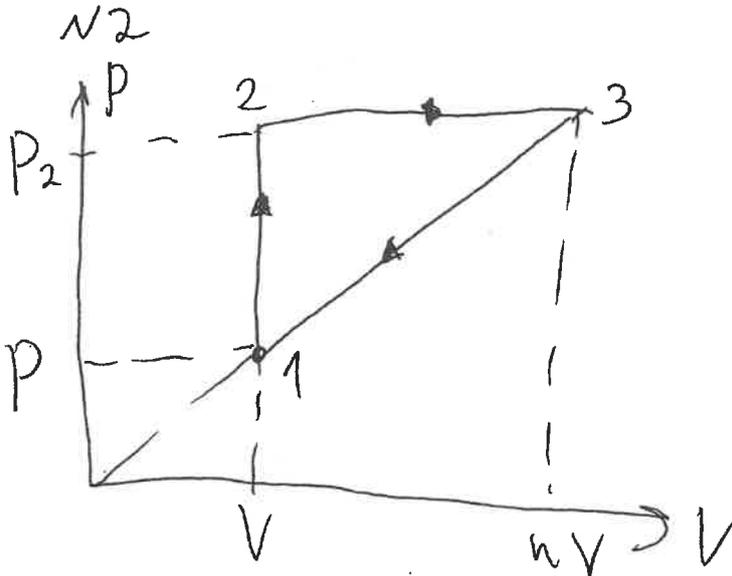
9 4 0 0 0 1 7 6 0 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
5	25	15	10	5	19	79

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



Процесс 31:
проходит из начала
координат $p \sim V$
 $p = kV$, то
есть тогда
 $p = kV$
 $p_2 = knV \Rightarrow$

$$\frac{p_2}{p} = \frac{knV}{kV} = k$$

$p_2 = kp$. Работа газа за цикл

это площадь треугольника "123"

то есть $A_{123} = \frac{(p_2 - p)(nV - V)}{2} =$

$$= \frac{(kp - p)(nV - V)}{2} = \frac{p(k-1)V(k-1)}{2}$$

$$= \frac{pV(k-1)^2}{2}$$

Тогда получим что
(предложить 1/2 балла)

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

9 4 0 0 0 1 7 6 0 7 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



По определению, $\eta = \frac{A_{цикла} \cdot 100\%}{Q_{in}} = \frac{A_{123} \cdot 100\%}{Q_{in}}$

$Q_{in} = Q_{12} + Q_{23}$ на участке 31 $A_{31} < 0$

т.к. $\Delta U < 0$, $\Delta U_{31} < 0$, т.к. $\Delta U_{31} = \frac{5}{2} \int R(T_1 - T_2)$

$= \frac{5}{2} \int R T_1 - \frac{5}{2} \int R T_2 = \frac{5}{2} pV - \frac{5}{2} \mu pV$

< 0 т.к. $\mu > 1$, тогда $Q_{31} = \frac{A_{31} + \Delta U_{31}}{< 0} < 0$

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12}$, $A_{12} = 0$, т.к. $V = const$

$\Delta U_{12} = \frac{5}{2} \int R(T_2 - T_1) = \frac{5}{2} (\int R T_2 - \int R T_1)$

из уравнения Менделеева - Клапейрона:

$$\int R T_2 = p_2 V = \mu p V$$

$$\int R T_1 = p V$$

тогда

$$\Delta U_{12} = \frac{5}{2} (\mu p V - p V) = \frac{5}{2} p V (\mu - 1)$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_2 (\mu V - V) + \frac{5}{2} \int R(T_3 - T_2)$$

$$= p_2 V (\mu - 1) + \frac{5}{2} (p_2 \mu V - p_2 V) = \frac{7}{2} p_2 V (\mu - 1)$$

из уравн. М.-К.

$$= \frac{7}{2} \mu p V (\mu - 1)$$

$$Q_{in} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{5}{2} p V (\mu - 1) + \frac{7}{2} \mu p V (\mu - 1)$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

9 4 0 0 0 1 7 6 0 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

предложение №2

$$\eta = \frac{A_{12} \cdot 100\%}{a_{12} + a_{23}} = \frac{A_{123} \cdot 100\%}{a_{12} + a_{23}} =$$

$$= \frac{pV(n-1)^2}{2} \cdot 100\% \quad (85)$$

$$\frac{\frac{5}{2} pV(n-1) + \frac{7}{2} pVn(n-1)}{5(n-1) + 7n(n-1)} =$$

$$= \frac{(n-1)^2 \cdot 100\%}{5(n-1) + 7n(n-1)} =$$

$$= \frac{(2-1)^2 \cdot 100\%}{5(2-1) + 7 \cdot 2(2-1)} =$$

$$\approx 5,26\%$$

Ответ: 5,26% +

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



Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 2

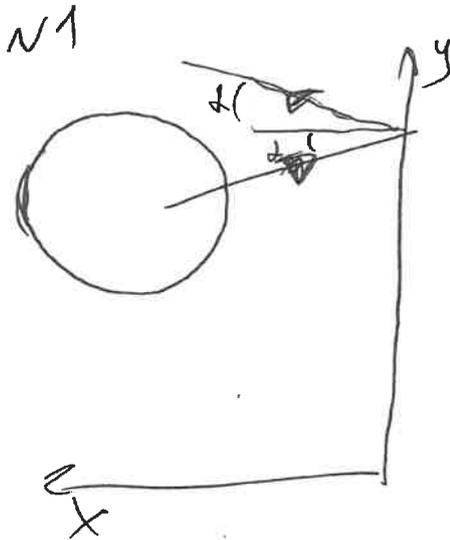
Ф И О О О 1 7 6 0 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

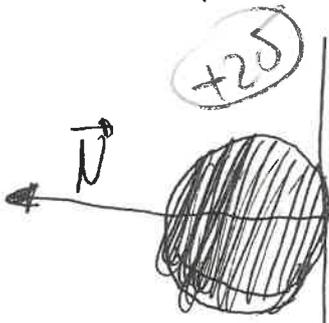
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

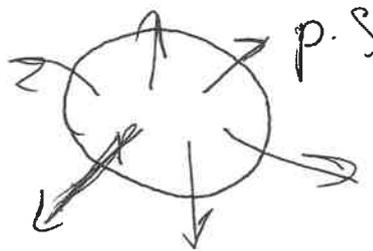


при упругом соударении v_x лишь меняет свой знак, а v_y нигде не меняется \Rightarrow изменение импульса есть только вдоль оси Ox

$$\Delta p_x = m v_x - (-m v_x) = 2 m v_x$$



$N \Delta t = \Delta p_x$
 Если эта величина очень мала по сравнению с pS или $p_{atm} S$



Ответ:
 12566 Н
 $2,39 \cdot 10^{-4}$ с

(вероятно, что $v_x = v_0$ - то есть ~~шар~~ летит горизонтально)

Сила растекания шара

$F \gg mg$ (where $F = 25133 \text{ Н}$ and $mg \approx 3 \text{ Н}$)

$F_{atm} = p_{atm} S$

Чтобы $p = \text{const}$, нужно, чтобы

$$(-p + p) \cdot 4\pi R^2 = N_{cf} = (2 \cdot 10^{-5}) \cdot 4 \cdot \pi \cdot 0,1^2 \approx 25133 \text{ Н} = 12566 \text{ Н}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta p_x}{N} = \frac{2 m v_0}{N} = \frac{2 \cdot 0,35}{25133} \approx 2,78 \cdot 10^{-5} \text{ с}$$

Final answer: 12566 Н and $2,39 \cdot 10^{-4} \text{ с}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

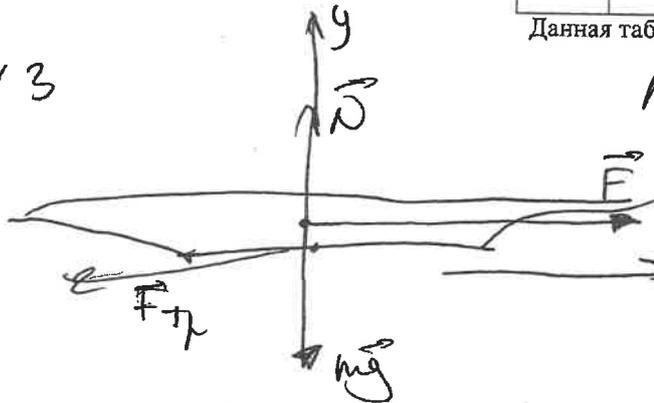
Ф 4 0 0 0 1 7 6 0 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N 3



массовый переход $\mu = \frac{\Delta m}{\Delta t}$
 изменение
 импульса только
 за счёт изменения
 массы

Пусть M - изначальная масса системы.

Тогда за некоторое время τ масса станет

$$M - \mu \tau, \quad \mu = \text{const} = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

~~Сила трения ^{скольз} $F_{тр} = \mu N$, где $N = (M - \mu \tau)$
 (2 закон Ньютона по Oy) $F_{тр} = \mu g (M - \mu \tau)$~~

II закон Ньютона в импульсной форме на Ox :

$$(F - F_{тр}) \tau = \Delta p, \quad \Delta p - \text{изм. в импульсе}$$

$$\Delta p = (M - \mu \tau) v - Mv = -\mu v \tau$$

$$\text{Тогда } F = \frac{\Delta p}{\tau} + F_{тр} = F_{тр} - \frac{\mu v \tau}{\tau}$$

$$= F_{тр} - \mu v, \quad F_{тр} = \text{const} - \text{поус}$$

В первом случае, когда $\mu = 0$ (роба не выбр.): $F_2 = F_{тр}$, тогда
 $F = F_2 - \mu v$, то есть $F_2 - F = \mu v = \frac{\Delta m}{\Delta t} v = \frac{1}{0,5} \cdot 10 = 20 \text{ Н}$
 Ответ: 20 Н - на столько меньшую силу нужно приложить

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



(+)

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

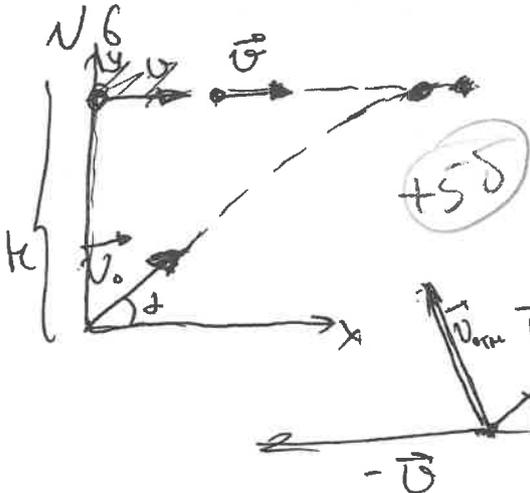
940001760725

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

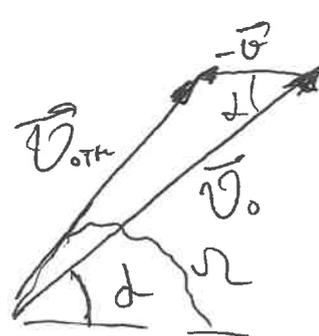
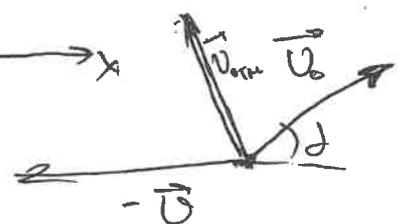
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



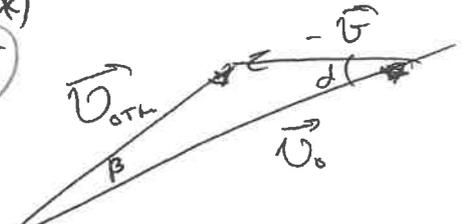
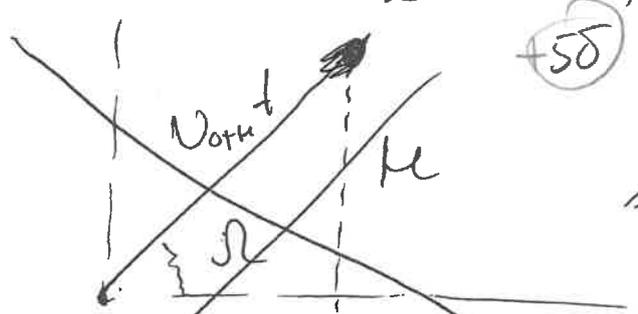
переходим в систему отсчёта птицы. Оси-исл ($v = \text{const}$)
 $a = 0$

$$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_0 - \vec{v}$$



Теперь птица неподвижна, а мы движемся со скоростью $v_{отн}$ под углом α к горизонту

$$y: v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = h \quad (*)$$



По теореме косинусов:

$$\sin \alpha = \frac{h}{v_{отн} t} \quad v_{отн}^2 = v_0^2 + v^2 - 2v_0 v \cos \alpha$$

$$v_{отн}^2 = 700^2 + 5^2 - 2 \cdot 700 \cdot 5 \cdot \cos 45^\circ$$

$$v_{отн}^2 = 485075,2525 \frac{m^2}{s^2}$$

$$v_{отн} \approx 696,47 \frac{m}{s}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 7 6 0 7 2 5

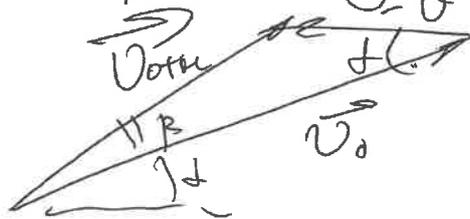
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

продолжение № 1

по теореме синусов в Δ скоростей:



$$\frac{v}{\sin \beta} = \frac{v_0 \sin \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\sin \beta = \frac{v \sin \alpha}{v_0 \sin \alpha}$$

$$= \frac{5 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{696,47} \approx 5,08 \cdot 10^{-3}$$

$$\beta \approx 0,29^\circ$$

Тогда $\Omega = \alpha + \beta = 45^\circ + 0,29^\circ = 45,29^\circ$

Время t нахождения из (х):

$$v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = h; \quad \frac{gt^2}{2} - v_0 \sin \alpha t + h = 0$$

$$D = v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g}$$

~~$$t = \frac{700 \cdot \sin 45^\circ \pm \sqrt{700^2 \sin^2 45^\circ - 2gh}}{g}$$~~

~~$$\sin \Omega = \frac{h}{v_0 t} \quad (3) \quad \text{Тогда:}$$~~

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

9 4 0 0 0 1 7 6 0 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Уб про движение

Тогда $h = v_0 t \sin \alpha$

$$\frac{h}{v_0 t \sin \alpha} = t = \frac{v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g}$$

$$\frac{gh}{v_0 t \sin \alpha} = v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}$$

Теперь подставим числа для удобства:

$$\frac{10 \cdot h}{696,47 \sin 45,39^\circ} = \frac{700 \cdot \sin 45^\circ \pm \sqrt{(700 \sin 45^\circ)^2 - 2gh}}{g}$$

$$0,02 h = \frac{\sqrt{245000}}{2 \cdot 70} \pm \sqrt{245000 - 2gh}$$

$$0,02 h - \frac{\sqrt{245000}}{2 \cdot 70} = \pm \sqrt{245000 - 2gh}$$

$$\frac{h^2}{2500} + 245000 - \frac{198}{0,04 \sqrt{245000}} = 245000 - 20h$$

$$\frac{h^2}{2500} + 20h - \frac{198}{0,04 \sqrt{245000}} = 0$$

$$D = 20^2 + \frac{4 \cdot \frac{198}{0,04 \sqrt{245000}}}{2500} = 400,0316784$$

$$h = \frac{-20 \pm \sqrt{400,0316784}}{2 \cdot 2500}$$

$h = \frac{20 - \sqrt{400,0316784}}{5000} = 0,99 \text{ м}$
 Тогда рассмотрим другую ситуацию

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 6 0 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

предложение № 6

$$0,02 \text{ м} - \sqrt{245000} = \pm \sqrt{245000 - 20 \text{ м}}$$

если $\mu = 0,99 \text{ м}$, то проверим:

$$0,02 \cdot 0,99 - \sqrt{245000} = \pm \sqrt{245000 - 20 \cdot 0,99}$$

— действительно подходит если взять знак ~~+~~ " - " перед корнем.

если взять знак "+", то получится то же самое, ведь мы то же уравнение возводим в квадрат. Тогда $\mu = 0,99 \text{ м}$ — это ответ.

Применяем $\mu = t_1 = \frac{700 \cdot \sin 45^\circ + \sqrt{700^2 \sin^2 45^\circ - 2g \mu}}{g}$
 $= 99 \text{ с}$ — тоже не подходит.
 $t_2 = \frac{700 \cdot \sin 45^\circ - \sqrt{700^2 \sin^2 45^\circ - 2g \mu}}{g}$

Тогда вспомним, что

$$\mu = v_0 \mu t \cdot \sin \alpha$$

$$0,99 = 0,96,47 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin 45,29^\circ$$

$$0,99 \approx 0,99 \quad \checkmark$$

Ответ: 0,99 м

$$= 2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

предложение № 6
на месте 12

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

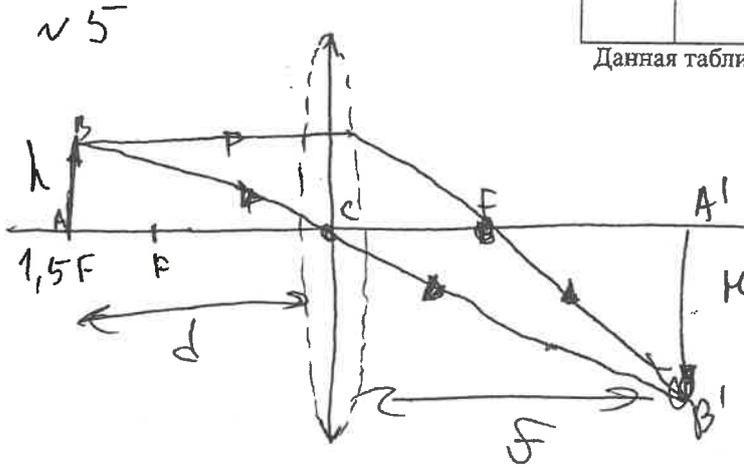
Ф И О О О 1 7 6 0 7 2 5

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



Т.к. линза тонкая
То справедлива
Ф-ла тонкой
линзы

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

$$d = 1,5 F$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} - \text{увеличение}$$

$$\Gamma = \frac{k}{h} \text{ из подобия } \triangle ABC \text{ и } A'B'C$$

$$\Rightarrow f = \Gamma d = 1,5 F \Gamma$$

$$\text{Тогда } \frac{1}{F} = \frac{1}{1,5 F} + \frac{1}{1,5 F \Gamma}$$

$$\frac{1}{1,5 \Gamma} = 1 - \frac{1}{1,5} = \frac{1}{3}$$

$$1,5 \Gamma = 3$$

$$\Gamma = 2$$

Изображение
отвратно действи-
тельное (т.е. тут это
также доказывает)

Γ - увеличение

Ответ: 2 ⊕

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

9 0 0 0 1 7 6 0 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№ 4



$I = \frac{P}{S}$ - по определению

Уравнение Менделеева: $m \frac{dv}{dt}$

$P = \frac{dA}{dt} = F \cdot \frac{ds}{dt} = F \cdot v$, $v = c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{c}$

F - сила тяги корабля

$F \cdot v = P$
 $I = \frac{F \cdot v}{S}$, тогда



то же самое соотношение

2 закон Ньютона
 $F - Mg = M a$

a - ускор. корабля

$P = I \cdot S$

$F \cdot v = P$

$\Rightarrow F = \frac{P}{v} = \frac{I S}{v}$

$v = c$ - скорость света

$\frac{M \cdot v}{dt} \geq 0$ - чтобы преодолеть

земное притяжение (движется вверх)

Тогда $\frac{I S}{c} - Mg \geq 0$
 $I \geq \frac{M g v}{S} = \frac{100 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10^8}{20 \cdot 10^{-4}} = 1,5 \cdot 10^{14} \frac{Вт}{м^2}$

Ответ: $I \geq 1,5 \cdot 10^{14} \frac{Вт}{м^2}$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

∞	4	0	0	0	1	7	6	0	7	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

предположим u

возведём последн. равенство в квадрат

$$245000 + 245000 - 20u + 2\sqrt{\dots} = 495^2 + 4(\dots) + 990\sqrt{\dots}$$

$$245000 - 20u + 2\sqrt{245000(245000 - 20u)} = 4(245000^2 - 245000 \cdot 20u) + 990$$

$$\sqrt{245000^2 - 245000 \cdot 20u}$$

$$2,4 \cdot 10^{11} - 19599980u = \begin{matrix} \nearrow 992\sqrt{\dots} \\ \searrow -988\sqrt{\dots} \end{matrix}$$

$$241935484 - 19758u = \sqrt{245000^2 - 245000 \cdot 20u} = 6 \cdot 10^{10} - 490000u$$

~~241935484~~

$$5,85 \cdot 10^{10} + 390378564u^2 - 9,56 \cdot 10^{12} = 6 \cdot 10^{10} - 490000u$$

$$0,04u^2 + 49 \cdot 10^{-4}u - 956 + 5,85 \cdot 10^6$$

Не будет большой ошибкой предположить $(u_0 \gg v)$
 что $\theta \approx 45^\circ$. Тогда:

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

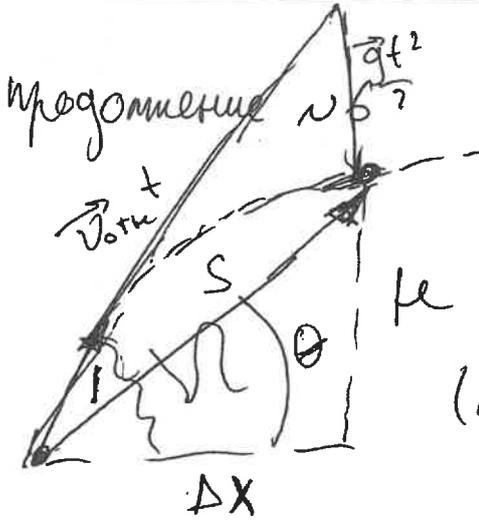
Вариант № 2

40001760725

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



$$\vec{s} = \vec{v}_0 t \sin \alpha + \frac{gt^2}{2}$$

$$(A) v_0 t \sin \alpha = \frac{gt^2}{2} + h$$

$$2g t = v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2g h}$$

$$\Delta x = t \cdot (v_0 \cos \alpha - v) \quad +45$$

~~2g h~~ в (A) подставим числа:

$$2 \cdot 9,8 \cdot 47 \sin(45,29) \cdot \left(\frac{700 \sin 45^\circ \pm \sqrt{700^2 \sin^2 45^\circ - 2 \cdot 9,8 \cdot 100}}{10} \right)$$

$$= \frac{10}{2} \cdot \left(\frac{700 \sin 45^\circ \pm \sqrt{700^2 \sin^2 45^\circ - 2 \cdot 10 \cdot 10}}{10} \right)^2 + h$$

$$495 \cdot \left(\frac{\sqrt{245000} \pm \sqrt{245000 - 20h}}{10} \right) = \frac{5 \cdot (\sqrt{245000} \pm \sqrt{245000 - 20h})^2}{100} + h$$

$$\frac{495}{10} \cdot (\sqrt{245000} + \sqrt{245000 - 20h}) = \frac{1}{20} (245000 + 245000 - 20h + 2\sqrt{245000(245000 - 20h)} + h)$$

$$990(\sqrt{245000} + \sqrt{245000 - 20h}) = 490000 - 20h + 25 \dots$$

$$\sqrt{245000} + \sqrt{245000 - 20h} = 495 \pm 2 \dots$$

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 6 0 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\mu}{\Delta x} = \frac{\mu}{t(v_0 \cos \alpha - v)} \approx 1$$

$$\mu \approx t(v_0 \cos 45^\circ - v)$$

$$\mu = \frac{v_0 \sin 45^\circ \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 45^\circ - 2g\mu}}{g} \quad (v_0 \cos 45^\circ - v)$$

$$\mu = \frac{\sqrt{245000} \pm \sqrt{245000 - 20\mu}}{10} \quad \text{кгс}$$

$$\frac{\mu}{49} = \sqrt{\dots} \pm \sqrt{\dots}$$

$$\sqrt{245000} - \frac{\mu}{49} = \pm \sqrt{245000 - 20\mu}$$

$$\cancel{245000} + \frac{\mu^2}{49^2} - \frac{2\mu\sqrt{245000}}{49} = \cancel{245000 - 20\mu}$$

Отсюда $\mu = 2\sqrt{245000} - 980$

$$\approx \underline{\underline{10\text{М}}}$$

Ответ: 10М

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



Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 0 4 1 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
6	25	15	7	5	20	78

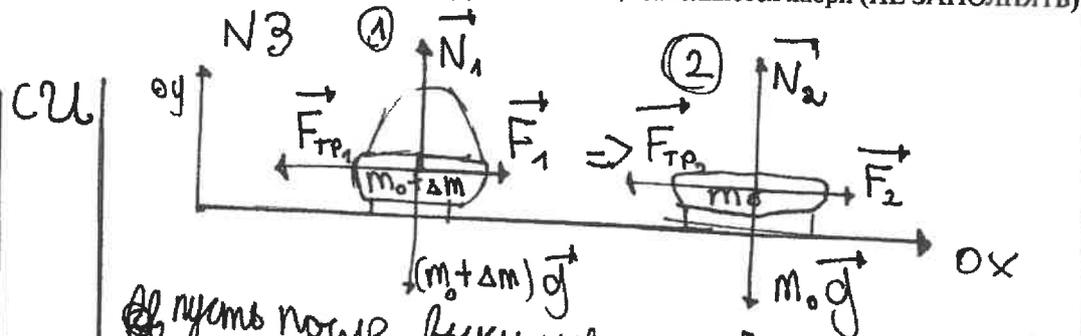
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

Дано:
 $v = 5 \text{ м/с}$
 $F_{\text{тр}} = \text{const}$
 $\Delta t = 1 \text{ с}$
 $\Delta m = 0,5 \text{ кг}$
 $\alpha = 0$

Найти:
 $\Delta F = ?$

Ответ:
 $2,5 \text{ Н}$



Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$
 Вспомогательные вычисления: $\Delta F = \mu \Delta m g$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 4 1 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

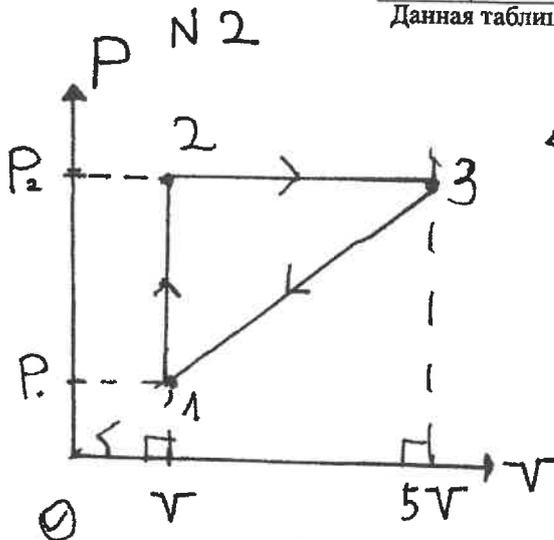
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

Дано: $C \cup$

$n=5$
 $i=5$
 $v_2=5V$

Найти:
 $\eta=?$



$\triangle \theta V_1$ и $\triangle \theta 5V_3$

$5V_3 \parallel V_1$

и $\angle \theta V_1 = \angle \theta 5V_3 = 90^\circ$

$\triangle \angle \theta 5V = \text{общий}$

$\triangle \theta V_1 \sim \triangle \theta 5V_3$

$$\text{и. } \frac{35V}{1V} = \frac{5V}{V} = 5$$

$$35V = 5 \cdot 1V$$

при этом $1V = P$

$$35V = P_2$$

$$\text{и. } P_2 = 5P$$

процесс 12 - Изохорный, $P \uparrow$; газ получает теплоту

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{i}{2} \Delta(pV) = \frac{5}{2} (p_2 V - p_1 V) = \frac{5}{2} V (5P - P) = \frac{5 \cdot 4}{2} P V = 10 P V$$

процесс 23 - Изобарный, $V \uparrow$; газ получает теплоту

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \frac{i}{2} \Delta(pV) + p \Delta V = \frac{5}{2} (5P \cdot 5V - 5P \cdot V) + 5P \cdot (5V - V) = 5 \cdot \frac{20}{2} P V + 20 P V = 70 P V$$

процесс 31 - адиабатный, $P \downarrow$, $V \downarrow$, и. газ отдает теплоту

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \frac{5}{2} (P \cdot V - 5P \cdot 5V) + \frac{5}{2} (P V - 5V \cdot 5P) = -\frac{24}{2} V \cdot 6P - \frac{24 \cdot 5}{2} P V = -12 P V (6 \cdot 5 + 1) = -72 P V$$

$$Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{23} = 10 P V + 70 P V = 80 P V$$

$$|Q_{\text{х}}| = |Q_{31}| = 72 P V$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}} - |Q_{\text{х}}|}{Q_{\text{н}}} \cdot 100\% = \frac{80 P V - 72 P V}{80 P V} \cdot 100\% = \frac{8 P V}{80 P V} \cdot 100\% = 0,1 \cdot 100\% = 10\%$$

Ответ: 10%

Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 4 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



Дано:

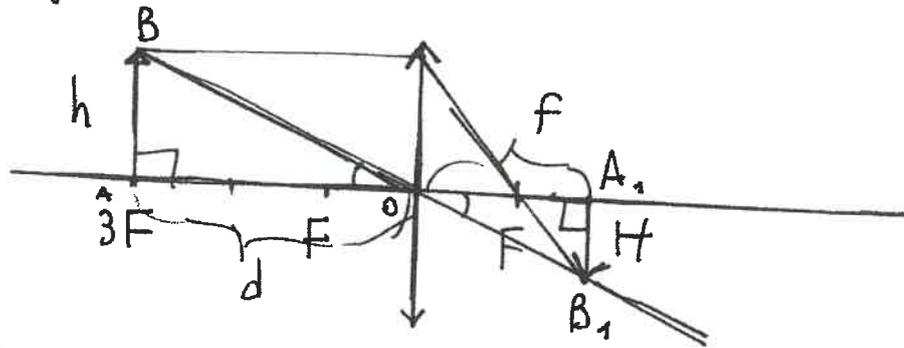
F
 $d = 3F$

Найти:

Γ

СИ

N5
 Γ = увеличение изображения



h = высота предмета, H = изображение

по закону тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{3F} = \frac{2}{3F}$

и. $f = \frac{3F}{2} = 1,5F$

$\triangle OAB$ и $\triangle OA_1B_1$ (см. чертёж)

$\angle BOA = \angle A_1OB_1$ как вертикальные

$\angle BAO = \angle OA_1B_1 = 90^\circ$

$\triangle ABO \sim \triangle OA_1B_1$

$\frac{AO}{AB} = \frac{OA_1}{A_1B_1}$

$OA_1 \perp A_1B_1$

$\frac{h}{H} = \frac{d}{f} \Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$

$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{1,5F}{3F} = 0,5$

ОТВЕТ: 0,5

+

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 4 1 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



N6

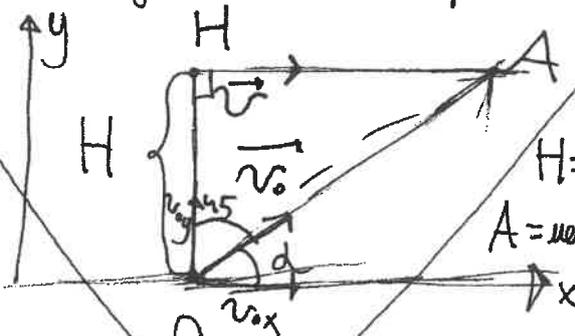
Дано:
 $v = 10 \text{ м/с}$
 $\alpha = 0$
 $\angle \alpha = 45^\circ$
 $v_0 = 500 \text{ м/с}$

Найти:

$H = ?$

СУ

т.к. в задании необходимо указать высоту не в определенное время, можно предположить, что утка летела параллельно земле



O = положение отом =
 = нуль
 H = утки в момент выстрела
 A = место попадания

$\triangle AHO$ $\angle AHO = 90^\circ$ $\angle AOH = 90 - \alpha = 90 - 45 = 45^\circ$

прямая от выстрела до попадания проинтегрирована
 за это время утка проинтегрирована $AH = vt$

~~пути проинтегрированы $A_0 = v_0 t = \sqrt{AH^2 + OH^2} = \sqrt{v^2 t^2 + H^2}$~~

~~т.к. $\triangle AHO$ р.с. $\angle AOH = 45^\circ$~~

~~$OH = AH$~~

~~т.е. $v_0 t = \sqrt{2} v t = 2 \times \sqrt{2}$~~

нужно двигаться по параболической траектории

$v_{x0} = v_{0x} = v_0 \cos \alpha = \frac{500\sqrt{2}}{2} = 250\sqrt{2}$

$v_{y0} = v_0 \sin \alpha = \frac{500\sqrt{2}}{2} = 250\sqrt{2}$

$v_y = v_0 \sin \alpha - gt = 250\sqrt{2} - 10t$

$H_{ути} = v_0 \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = 250\sqrt{2} - 5t^2$

т.к. $\triangle AHO$ - равност., можно считать, что $OH = AH$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

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

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

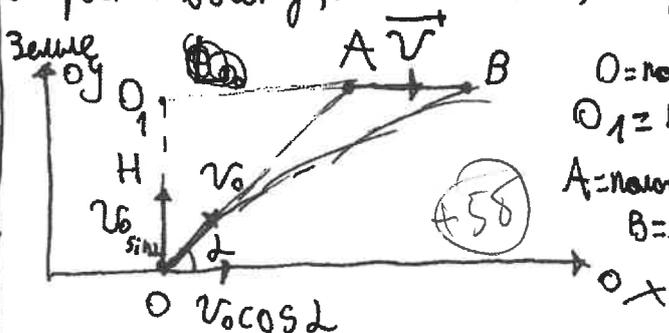
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N6

Дано:
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $V = 10 \text{ м/с}$
 $\angle \alpha = 45^\circ$
 $V_0 = 500 \text{ м/с}$

Найти:
 $H = ?$

т.к. требуется найти не высоту в определенный момент времени, а просто высоту, можно считать, что угол летела посылать



O = положение отомыка
 $O_1 = \text{пр. O по траектории точки}$
 A = положение точки в момент высоты
 B = место попадания

$\angle O O_1 A = 90^\circ$ $\angle A O O_1 = 90 - \alpha = 45^\circ$ (т.к. стороны угла без углубления)

$\Delta A O_1 O = \text{прямоу. } \angle \alpha = 45^\circ \Rightarrow A O_1 = O_1 O = H$

в момент попадания x и y пути и пути совпадут

$x_{\text{пути}} = A O_1 + V t = H + V t$ (t - время попадания)

$y_{\text{пути}} = H$

$v_{0x \text{ пути}} = V_0 \sin \alpha \cos \alpha$

$x_{\text{пути}} = 0 + v_{0x \text{ пути}} t = V_0 \sin \alpha \cos \alpha t$

$v_{0y \text{ пути}} = V_0 \sin \alpha$; $a_{\text{пути}} = -g$

$y_{\text{пути}} = 0 + v_{0y \text{ пути}} t - \frac{g t^2}{2} = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$

$\begin{cases} x_{\text{пути}} = x_{\text{пути}} \\ y_{\text{пути}} = y_{\text{пути}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} H + V t = V_0 \cos \alpha t \\ H = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$

$\frac{g t^2}{2} + t (V_0 \cos \alpha - V - V_0 \sin \alpha) = 0$

$t (\frac{g t}{2} + V_0 \cos \alpha - V - V_0 \sin \alpha) = 0$

$t \neq 0$ $\text{и. } \frac{g t}{2} + V_0 \cos \alpha - V - V_0 \sin \alpha = 0$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 4 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

№6 (продолжение)

$$\frac{gt}{2} + v_0 \cos \alpha - v - v_0 \sin \alpha = 0$$

$$\frac{gt}{2} = v_0 \sin \alpha + v - v_0 \cos \alpha$$

$$t = \frac{2(v_0 \sin \alpha + v - v_0 \cos \alpha)}{g} = \frac{2(500 \sin 45^\circ + 10 - 500 \cos 45^\circ)}{10} =$$

$$= \frac{2(10 + \frac{500\sqrt{2}}{2} - \frac{500\sqrt{2}}{2})}{10} = \frac{20}{10} = 2 \text{ с}$$

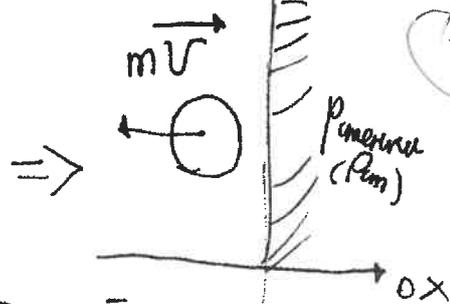
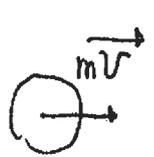
$$H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 500 \sin 45^\circ \cdot 2 - \frac{10 \cdot 4}{2} = \frac{500\sqrt{2} \cdot 2}{2} - 20 \approx 687,1 \text{ м}$$

ОТВЕТ: 687,1 м (+)

Дано:
 $m = 0,5 \text{ кг}$
 $R = 0,15 \text{ м}$
 $v = 10 \text{ м/с}$
 $P = \text{const} = 3 \cdot 10^5$

Найти:
 $F_p = ?$
 $t = ?$

З(У)



Введя УСЛ, и в с Землей
 и как твердое тело м.к. ст не вращается
 действуют з. П.

м.к. вдоль оси ОХ на систему "мдм-стенка" не
 действуют внешние силы, выполняется З(У)

$$m \vec{v} = -m \vec{v} + P_m$$

$$\text{ОХ: } P_m = 2mV = 2 \cdot 0,5 \cdot 10 = 10 \text{ кН/с}$$

$$\text{по 2 з. П. } F \Delta t = \Delta p$$

$$\text{ОХ: } F_p \cdot \Delta t = P_m = 10 \text{ кН/с}$$

(+)

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 4 1 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№1 (продолжение)

Силой поверхности лотка = $4\pi^2 R^2$ (+1)

На $\frac{1}{2} S$ (часть, обращенную к стенке) действует и F_p , причем внутреннее и внешнее P равны

$P_{\text{на стенку}} = 3 \text{ атм} = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$

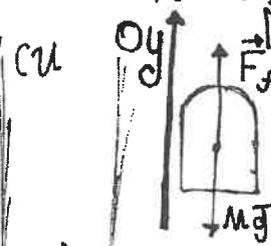
$F_p = P S = 4\pi^2 R^2 = 2\pi^2 R^2$

$F_p = 2\pi^2 R^2 P = 2 \cdot 0,15^2 \cdot 3 \cdot 10^5 \pi^2 = 13500 \pi^2 \approx 133104,6$

$\Delta t = \frac{P_{\text{от}}}{F_p} = \frac{10}{13500 \pi^2} \approx \frac{1}{1350 \cdot 3,14^2} \approx 7,513 \cdot 10^{-5}$

Ответ: $133104,6 \text{ Н}; 7,513 \cdot 10^{-5} \text{ с}$

Решение:
 $M = 10 \text{ кг}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $\alpha = 0$
 $S = 10 \text{ см}^2 = 10^{-3} \text{ м}^2$



Условие: $F_f + Mg = 0$
 Между УГО, об. с землей; Действуют 3. Н
 как капля как мб. мб, т.к. она не вращается,
 поэтому 2 3. Н.
 $h\nu = mc^2$

$0y: F_f - Mg = 0$
 $F_f - Mg = 10 \cdot 10 = 100 \text{ Н} = P_f S$
 $P_f = \frac{F_f}{S} = \frac{100}{10^{-3}} = 10^5 \text{ Па}$

Фотонная энергия $E_{\text{фотон}} = \frac{h\nu}{\lambda}$
 $F_{\text{Нф}} = \frac{N \cdot m_f \cdot v}{t} = \frac{N \cdot c \cdot m_f}{t} = \frac{N \cdot h \cdot \nu}{h \lambda t}$
 $N = \frac{P_f S c t}{h \nu} = \frac{P_f \cdot (S \cdot c \cdot t)}{h \nu}$
 $\approx 3,03 \cdot 10^{48}$

Ответ: $3,03 \cdot 10^{48}$ фотонов на м^2

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

Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 8 9 4 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
19	25	15	2	5	20	86

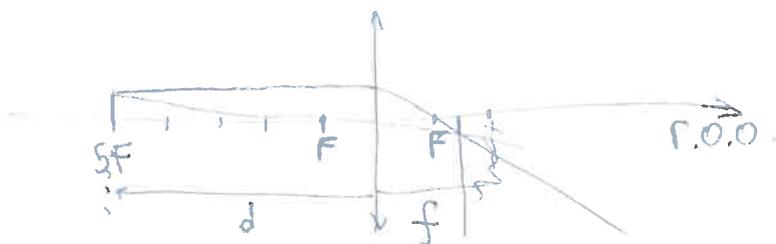
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



Задача №5
 Дано:
 $d = 5F$
 Г - ?

Решение:
 Изобразим лучи:



По формуле тонкой собирающей линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{5F} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{f + 5F}{5Ff} \quad \text{откуда:}$$

$$f = \frac{5F}{4}$$

Тогда увеличение линзы равно:

$$Г = \frac{f}{d} = \frac{5F}{4} : 5F = \frac{1}{4} = 0,25 \quad (+)$$

Ответ: 0,25

Задача №1 $m = 0,4 \text{ кг}$

Дано: $R = 0,1 \text{ м}$

$v = 12 \text{ м/с}$

$P = 2,5 \text{ атм}$

Найти: $t - ?$

$F_{\text{дав. средн}} - ?$

Решение по следующей странице ↓

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 8 9 4 0 2 5

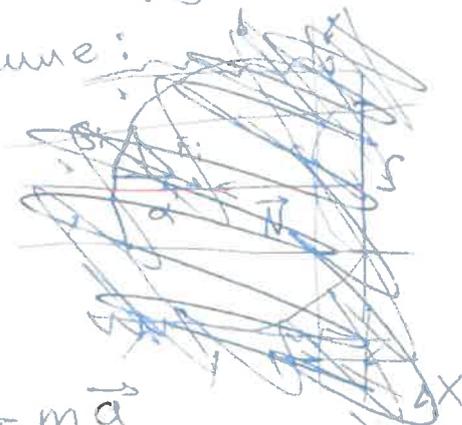
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



Задача №1. продолжите

Решение:



$\vec{F}_p = m\vec{a}$
(II закон Ньютона)

$\vec{N} - \vec{F}_g = 0$

Тогда:

$\vec{N} = \vec{F}_g$

2. Пусть S - площадь сферического сегмента меча со сечением, тогда

$|\vec{N}| = |\vec{F}_g| = pS = p\pi r^2$

Разобьем поверхность на участки S_i (на рис.), тогда; (сила давления на каждом таком участке);

$F_i = p_0 S_i$ (Пусть p_0 - атмосферное давление)

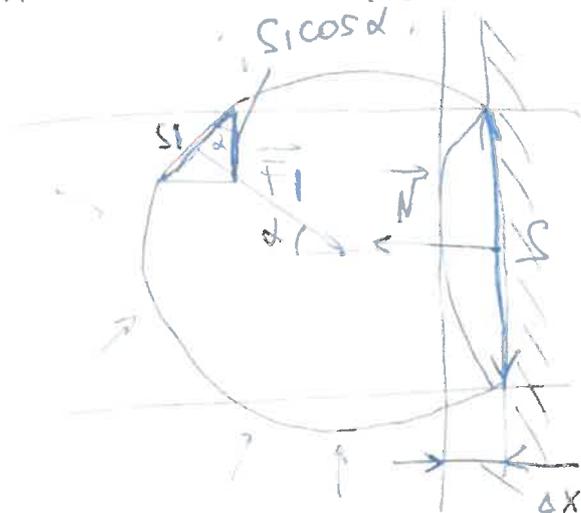
Сумма проекций сил (из симметрии меча) = 0, следовательно:

$F_a = \sum F_i \cos \alpha \cdot p_0 = \sum S_i \cos \alpha \cdot p_0 = \pi r^2 \cdot p_0$

Тогда результирующая всех сил равна:

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 8 9 4 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

$$|\vec{F}_p| = |\vec{N}| - |\vec{F}| =$$

$$= (p - p_0) \pi r^2 =$$

$$= \pi (p - p_0) (R^2 - (R - x)^2), \text{ так как}$$

$x \ll R$, то, можем утверждать: /15Б

$$|\vec{F}_p| = 2\pi R x (p - p_0) \Rightarrow k = 2\pi R (p - p_0)$$

А так же:

$$|\vec{F}_p| = kx$$

В данном случае удариле мяча
будет колебательным \Rightarrow в котором период:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, \text{ а тогда:}$$

$$t = \frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \pi \sqrt{\frac{m}{2\pi R (p - p_0)}} =$$

$$= \pi \sqrt{\frac{0,4 \text{ кг}}{2\pi \cdot 0,1 \text{ м} \cdot (2,5 \cdot 10^5 \text{ Па} - 1 \cdot 10^5 \text{ Па})}} \approx$$

$$\approx \pi \sqrt{0,000000424628} \approx 0,00206 \text{ с} \approx 0,00647 \text{ (с)}$$

2.) Тогда ~~мат~~ средняя сила давления (при $x \ll R$)

$$F_{\text{сред. давл}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2m\delta}{\Delta t} =$$

$$\approx \frac{2 \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot 12 \frac{\text{ч}}{\text{с}}}{0,00647 \text{ с}} \approx \frac{9,6}{6,47 \cdot 10^{-3}} \approx 1483,77 \text{ (н)}$$

Ответ: 1) $\approx 0,00647 \text{ с}$ 2) $\approx 1483,77 \text{ н}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

00001894025

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

Задача № 3

Дано:
 $v = 8 \text{ м/с}$
 $\Delta t = 0,2 \text{ с}$
 $\Delta m = 1,2 \text{ кг}$

Найти:
 $\Delta F = ?$

Решение:
 1) Определим изменение импульса гелекми:
 $\Delta p = \Delta m v = 1,2 \text{ кг} \cdot 8 \text{ м/с} = 9,6 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$

2.) По условию, скорость не меняется,

т.е. $\Delta v = 0$, тогда:

$$\Delta F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{9,6 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}}{0,2 \text{ с}} = 48 \text{ Н}$$

~~48 Н~~
 прикладывать за каждый промежуток времени.
 на столе необходимо приложить меньшую силу (от промежуток)

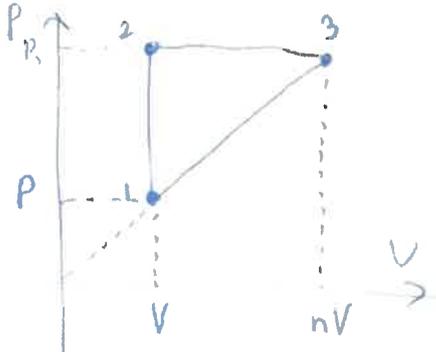
Ответ: 48 Н.

Задача № 2

Дано: $n = 1,1 \text{ рад}$
 $D = 1 \text{ моль}$

Найти:
 $i = ?$

Решение:



По условию, газ двухатомный

$\Rightarrow i = 5$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф 4 0 0 0 1 8 9 4 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

Задача №2 продолжение

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Прямая проходит через 0 (начало координат), следовательно:

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{V_3}{V_1} = \frac{nV_1}{V_1} = n$$

Рассмотрим каждый участок:

1. Участок 12:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}, \quad A_{12} = 0,$$

$$\Delta U_{12} = \frac{\Sigma}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{\Sigma}{2} P_1 V_1 (n-1)$$

$$Q_{12} = \frac{\Sigma}{2} P_1 V_1 (n-1) > 0 \quad \text{— раз получает тепло}$$

2. Участок 23:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$$

$$A_{23} = P_2 (V_3 - V_2) = n (P_1 V_1) (n-1)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{\Sigma}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = \frac{\Sigma}{2} P_1 V_1 n (n-1)$$

$$Q_{23} = n P_1 V_1 (n-1) \left(1 + \frac{\Sigma}{2}\right) = \frac{7}{2} n P_1 V_1 (n-1)$$

3. Участок 31: отдаёт тепло, так как, $\Delta V < 0$, $\Delta T < 0$, $A_2 < 0$, $\Delta U_{31} < 0$

$A_{\text{цикла}} = \text{площадь внутри цикла}$

$$\text{в осей } PV, \text{ тогда } A_{\text{цикла}} = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} P_1 V_1 \left(\frac{P_2}{P_1} - 1\right) \left(\frac{V_3}{V_1} - 1\right) = \frac{1}{2} P_1 V_1 (n-1)^2$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 8 9 4 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

$$A_{ушла} = \frac{1}{2} P, V, (n-1)^2$$

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Найдём КПД:

$$\eta = \frac{A_{ушла}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\frac{1}{2} P, V, (n-1)^2}{\frac{5}{2} P, V, (n-1) + \frac{7}{2} n P, V, (n-1)}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} (n-1)^2}{\frac{5}{2} (n-1) + \frac{7}{2} n (n-1)} = \frac{\frac{1}{2} (n-1)}{\frac{5}{2} + \frac{7}{2} n}$$

$$= \frac{(n-1)}{5 + 7n} \approx \frac{0,1}{5 + 7,7} \approx 0,007874$$

Ответ: $\approx 0,007874$ +

Задача №6 Решение:

Дано:

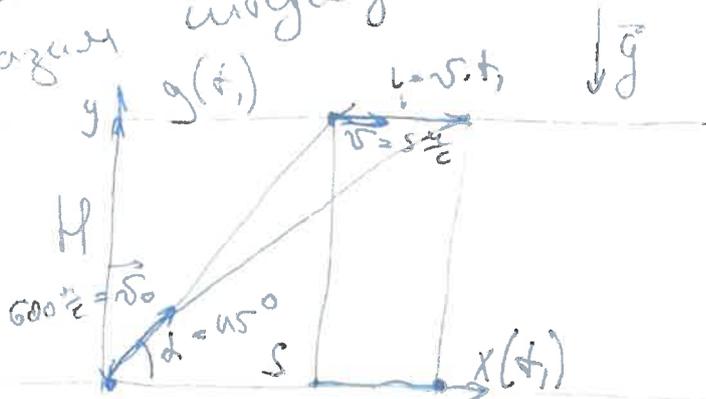
$$v = 5 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$v_0 = 600 \text{ м/с}$$

H - ?

Изобразим ситуацию:



Пусть пуга и охотник материальными точками, их размерами мы пренебрежем.

В момент выстрела угол наших прицеливания.

$$S = H \quad (\text{одно расстояние, т.е. } \alpha = 45^\circ)$$

S - расстояние по земле (на рис)

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 8 9 4 0 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

2. $x(t_1) = v_x t_1$

$y(t_1) = v_y t_1 - \frac{gt^2}{2}$

(нога)

(т.к. нога после выстрела движется параболы вверх горизонтально с учетом скорости g)

$(v_x = v_0 \cos \alpha, v_y = v_0 \sin \alpha)$

$x(t_1) - H = \cancel{v_x t_1} = v \cdot t_1$

$\cancel{v_x t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{H}{v_x - v}$

$H = v_y t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$ - подставим t_1 :

$H = \frac{v_y \cdot H}{v_x - v} - \frac{g}{2} \cdot \frac{H^2}{(v_x - v)^2}$

$1 = \frac{v_y}{v_x - v} - \frac{gH}{2(v_x - v)^2}$

$1 - \frac{v \sin \alpha}{v \cos \alpha - v} = \frac{gH}{2(v \cos \alpha - v)^2}$

~~$H = \frac{2v^2 \sin \alpha (v \cos \alpha - v)}{g}$~~

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 1 8 9 4 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

Задача №6. продолжение

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$H = \frac{2}{g} (v_y + v - v_x) (v_x - v)$$

$$H = \frac{2}{g} (v_0 \cos \alpha + v - v_0 \cos \alpha) (v_0 \cos \alpha - v)$$

$$H = \frac{2}{g} (v) (v_0 \cos \alpha - v)$$

$$H = \frac{2v (v_0 \cos \alpha - v)}{g} = \frac{2 \cdot 5 \frac{m}{c} (600 \frac{m}{c} \frac{\sqrt{2}}{2} - 5 \frac{m}{c})}{9,8 \frac{m}{c^2}}$$

$$= \frac{600\sqrt{2}}{2} - 5 \approx 419,2 \approx 420 \text{ м}$$

Ответ: 420 м.

Задача №4 Решение:

Дано:

$$m = 140 \text{ кг}$$

$$S = 200 \text{ см}^2$$

(II закон Ньютона)

$$\vec{F}_p = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_p - m\vec{g} = 0 \quad (0g)$$

$$|\vec{F}_p| = \frac{I}{t}$$

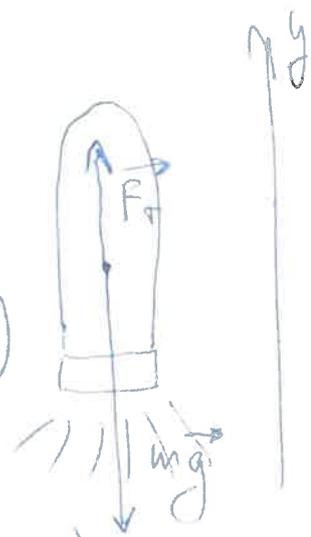
(интенсивность на время)

J - ?

1+1

Интенсивность во время отстоять равна:

$$J = \frac{N h \nu}{S} \Rightarrow |\vec{F}_p| = \frac{N h \nu}{S t}$$



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф Ц О О О 1 8 9 4 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



Годда:

$$mg = \frac{N h \nu}{S \cdot t}$$



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

р	4	0	0	0	0	9	9	5	4	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№2	1	2	3	4	5	6	ε
	5	25	15	5	5	20	75

Дано: $i = 5$ $\nu = 1$ миль

Найти: η

Решение:

1) точки 1 и 3 лежат на 1 прямой, узловод.
через 0 $\Rightarrow \frac{p_1}{v_1} = \frac{p_3}{v_3} \Rightarrow p_3 = 5p_1 = 5p$

2) 12 - узловод
23 - узловод

$$\Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12} + 0 = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}; p_2 = p_3 = 5p_1 \Rightarrow T_2 = 5T_1 = 5T$$

$$Q_{12} = \frac{5}{2} \nu R 4T = 10 \nu R T = 10 pV$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A'_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T + 5p(5V - V) = \frac{5}{2} \nu R 20T + 20pV = 50pV + 20pV = 70pV$$

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}; V_3 = 5V_2 \Rightarrow T_3 = 5T_2 = 25T_1 = 25T$$

$$Q_n = Q_{12} + Q_{23} = 10pV + 70pV = 80pV$$

$$A' = \frac{(5p - p)(5V - V)}{2} = 8pV$$

$$\eta = \frac{A'}{Q_n} = \frac{8pV}{80pV} =$$

$$= 0,1 = 10\%$$

Ответ: 10%

+

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



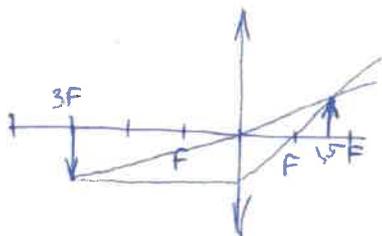
Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	У	0	0	0	0	9	9	5	4	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



№5

Дано: $d = 3F$

Найти: Γ

Решение:

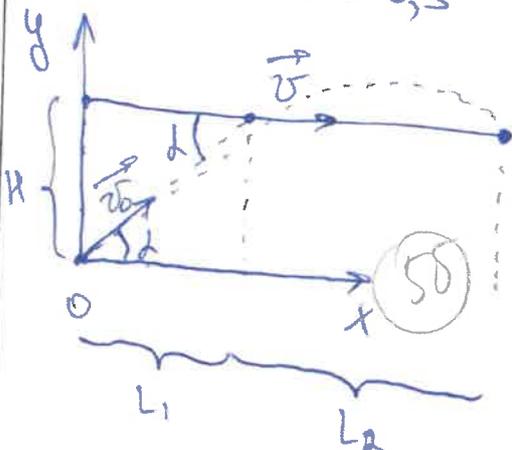
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{3F} = \frac{3-1}{3F} = \frac{2}{3F}$$

$$f = \frac{3}{2}F$$

$$\Gamma = \frac{|f|}{d} = \frac{\frac{3}{2}F}{3F} = \frac{1}{2} = 0,5$$

Ответ: 0,5 (+)



№6

Дано: $\alpha = 45^\circ$ $v_0 = 500 \text{ м/с}$
 $v = 10 \text{ м/с}$

Найти: H

Решение:

$$\begin{cases} L_1 = H \cdot \text{ctg} \alpha \\ L_2 = vt \\ OX: L_1 + L_2 = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ OY: H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \quad (+40)$$

$$\alpha = 45^\circ \Rightarrow \text{ctg} \alpha = 1 \\ \sin \alpha = \cos \alpha \Rightarrow L_1 = H$$

$$v_0 \cos \alpha t = v_0 \sin \alpha t \Rightarrow$$

$$H = H + L_2 - \frac{gt^2}{2}$$

$$L_2 = \frac{gt^2}{2} = vt$$

$$t = \frac{2v}{g} \quad (+)$$

См. 3 БЛАНК

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	О	О	О	О	9	9	5	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



№6

$$H = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v}{g} - g \frac{\left(\frac{2v}{g}\right)^2}{2}$$

$$H = \frac{2v}{g} \cdot v_0 \cos \alpha - \frac{2v}{g} \cdot v = \frac{2v}{g} (v_0 \cos \alpha - v) =$$

$$= \frac{2 \cdot 10 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} (500 \text{ м/с} \cdot \cos 45^\circ - 10 \text{ м/с}) = 687,1 \text{ м} \quad (+)$$

Ответ: 687,1 м (✓)

№3

Дано: $v = 5 \text{ м/с}$

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = 0,5 \text{ кг/с}$$

Найти: ΔF

Решение:

2 ЗН:

$$F_{TP2} = \Delta F + F_{N2}$$

$$F_{TP1} = F_{N1}$$

$$\Delta F = F_{N1} - F_{N2}$$

$$F_{TP1} = F_{TP2} \quad \boxed{\text{по уcu.}} \quad (M_1 = M_2) \Rightarrow \Delta F - \text{иск. едкая разность в силах}$$

$$\Delta p = F_{\Delta t} = \Delta m v$$

$$\Delta m v = (M + \Delta m)v - Mv = p_0 - p$$

$$F = \Delta F \Rightarrow \Delta F = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v = 0,5 \text{ кг/с} \cdot 5 \text{ м/с} = 2,5 \text{ Н}$$

Ответ: 2,5 Н (+)

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

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

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



№04

Дано: $e = 3 \cdot 10^3 \text{ м/с}$ $g = 10 \text{ м/с}^2$

$M = 10 \text{ кг}$
 $S = 10 \text{ см}^2$
 $R_3 = 6400 \text{ км}$

Найти: σ

Решение: $M \frac{V_1^2}{R_3} = G \frac{M_3 M}{R_3^2} = Mg$

ЗБК: $V_1 = \sqrt{g R_3}$

$\Delta m = M V_1 = M \sqrt{g R_3}$

Δm - масса мом.

$E = mc^2$

$\Delta E = \Delta m c^2 = \frac{M \sqrt{g R_3}}{c} \cdot c^2 = M c \sqrt{g R_3}$

$\Delta m = \frac{M \sqrt{g R_3}}{c}$

$\sigma = \frac{\Delta E}{S} = \frac{M c \sqrt{g R_3}}{S} = \frac{10 \text{ кг} \cdot 3 \cdot 10^3 \text{ м/с} \cdot \sqrt{10 \text{ м/с}^2 \cdot 6400 \cdot 10^3 \text{ м}}}{10 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}$

$= 2,4 \cdot 10^{16} \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$ — 58

Ответ: $2,4 \cdot 10^{16} \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$

Дано: $m = 0,5 \text{ кг}$
 $R = 0,15 \text{ м}$
 $v = 10 \text{ м/с}$
 $p = 3 \text{ атм}$

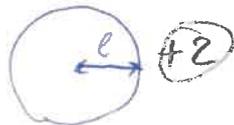
Найти: Δt ; F

$v_0 = \frac{at}{2} = v$

см. 5 бланк

№01

Решение: (+1)
 $\Delta p = +2p_0 = +2mv = Fat$

$F = \frac{2mv}{\Delta t}$ (+1) 

$l(t) = R - v_0 t + \frac{at^2}{2}$ при $t = \frac{\Delta t}{2}$ $l=0$ (+1)

$v_0 \frac{\Delta t}{2} - \frac{a \frac{\Delta t^2}{4}}{2} = R = \frac{v_0 \Delta t}{2} - \frac{v_0 \Delta t}{4} = \frac{v_0 \Delta t}{4}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

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

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



№1

$$\Delta t = \frac{4R}{v} = \frac{4 \cdot 0,15 \text{ м}}{10 \text{ м/с}} = 0,06 \text{ с}$$

$$F = \frac{2m\upsilon}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 0,3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}}{0,06 \text{ с}} = 166,7 \text{ Н}$$

Ответ: 0,06 с; 166,7 Н

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О О 9 9 5 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

$d = 3F$ | Пусть d - расстояние от предмета до линзы, f - расстояние от изображения до линзы

$\Gamma = ?$

По оп-ке тонкой линзы

1	2	3	4	5	6	Σ
5	25	15	5	5	20	73

$$\frac{1}{3F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow$$

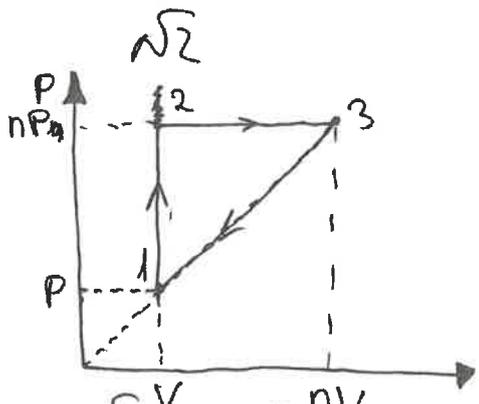
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{3F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{3F} \Rightarrow f = \frac{3}{2}F$$

$$\Gamma = \frac{|f|}{d} = \frac{\frac{3}{2}F}{3F} = \frac{1}{2}$$

Ответ: 0,5 (+)

$n = 5 \text{ раз}$
 $v = 1 \text{ моль}$
 $i = 5 \text{ - фазовый раз}$

$\eta = ?$



Решение:

В точках 2 и 3 давление будет равно $n \cdot P$, т.к. точка 3 лежит на прямой, выходящей из начала координат и имеющей коэффициент наклона $k=1$

Участок 1-2: $\gamma = \infty$ (изотермический процесс)
 Участок 2-3: $\gamma = 1$ (адиабатический процесс)

$$PV = \text{const} \Rightarrow \Delta(PV) = \Delta(PV) \Rightarrow P \Delta V + V \Delta P = \Delta(PV) \text{ (м.к.) } = \text{const}, R = \text{const}$$

A - работа газа равна площади под графиком $P(V)$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О О 9 9 5 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

Участок 1-2:

$$A'_{1-2} = 0, \text{ т.к. } V = \text{const}$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{i}{2} \Delta R \Delta T_{1-2} = \frac{5}{2} \Delta R \Delta T_{1-2} \left(\text{из } \gamma\text{-из Менделеева-Клапейера} \right) =$$

$$= \frac{5}{2} (nPV - PV) = \frac{5}{2} PV (n-1) = \frac{5}{2} PV \cdot (5-1) = 10PV \quad (+)$$

I 3-й Термодинамики:

$$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + A'_{1-2} = 10PV > 0$$

Аналогично первой участку 1-2 рассмотрим участки 2-3 и 3-1

Участок 2-3

$$A'_{2-3} = n \cdot P \cdot (nV - V) = 5P \cdot (5V - V) = 20PV - \text{работа по графику}$$

$$\Delta U_{2-3} = \frac{i}{2} \Delta R \Delta T_{2-3} = \frac{5}{2} (n^2 PV - nPV) = \frac{5}{2} (25PV - 5PV) = 50PV$$

Участок 3-1:

$$A'_{3-1} = - \frac{(P+nP)}{2} \cdot (nV - V) = - \frac{(P+5P)}{2} \cdot (5V - V) = - \frac{6P}{2} \cdot 4V =$$

$$= -12PV \quad \text{т.к. } \Delta Q < 0, \text{ т.к. газ сжимается}$$

$$\Delta U_{3-1} = \frac{i}{2} \Delta R \Delta T_{3-1} = \frac{5}{2} (PV - n^2 PV) = \frac{5}{2} \cdot (PV - 25PV) =$$

$$= -60PV$$

$$Q_{3-1} = A'_{3-1} + \Delta U_{3-1} = -12PV - 60PV = -72PV < 0$$

$$* Q_{2-3} = A'_{2-3} + \Delta U_{2-3} = 20PV + 50PV = 70PV > 0$$

$$\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{получ.}}} = \frac{A'_{1-2} + A'_{2-3} + A'_{3-1}}{Q_{1-2} + Q_{2-3}} \quad (Q_{1-2}, Q_{2-3} > 0) = \frac{20PV - 12PV}{10PV + 70PV} =$$

$$= \frac{8PV}{80PV} = 0,1 \quad \text{Ответ: } \eta = 0,1$$

ВНИМАНИЕ!

Проверяется только то, что записано с этой стороны листа



~~$v = 10 \text{ м/с}$~~

~~$v_0 = 500 \text{ м/с}$~~

~~$\alpha = 45^\circ$~~

$M = 10 \text{ кг}$

$S = 10 \text{ см}^2$

$R_3 = 6400 \text{ км}$

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Пусть γ - интенсивность света

$\gamma = \frac{\Delta E}{\Delta t S}$

~~$\gamma [\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}]$~~ $\gamma [\frac{\text{кг}}{\text{с}^2}]$

~~$g = \frac{M_3 \cdot G}{R_3^2}$~~

Найдём скорость, необходимую для преодоления
земного притяжения:

II закон Ньютона:

~~$M \frac{v^2}{R_3} = m a = m g$~~ ~~$M a = M g$~~ $M a = G \cdot \frac{M \cdot M_3}{R_3^2}$

~~$M \frac{v^2}{R_3} =$~~ $\frac{v^2}{R_3} = \frac{G \cdot M_3}{R_3^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_3}{R_3}}$

Т.к. корабль движется реактивно

~~$M v = \Delta m \cdot c$~~ $\Delta m = \frac{M}{c} \sqrt{\frac{G \cdot M_3}{R_3}}$ (или $\sqrt{\frac{G \cdot M_3 \cdot R_3}{R_3^2}}$)

ЗСЭ: $\Delta m c^2 = \Delta E$

или $\frac{M}{c} \cdot \sqrt{\frac{G \cdot M_3}{R_3}} \cdot c^2 = \Delta E \Rightarrow \gamma = \frac{M c \cdot \sqrt{g \cdot R_3}}{S} =$

~~или~~ $2,4 \cdot 10^{16} \text{ кг/с}^2$

Ответ: $2,4 \cdot 10^{16} \text{ кг/с}^2$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

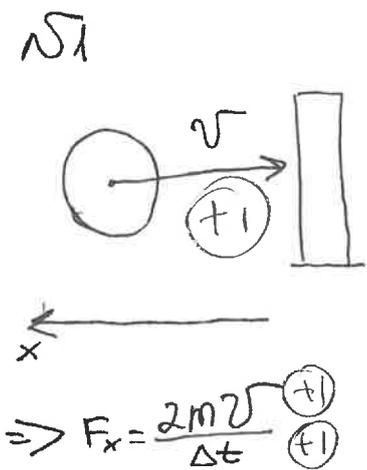
Ф 4 0 0 0 0 9 9 5 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

0,5 кг
 $v = 10 \text{ м/с}$
 $P = 3 \text{ атм} = 10^5 \cdot 3 \text{ Па}$

 $\Delta t = ?$ $F_x = ?$



$\Delta p_x = m v - m v = -2 m v = F_x \Delta t \Rightarrow$
 изменение импульса шара после упругого соударения

По II 3-му Ньютона:
 $\text{О}_x: m a_x = F_x \Rightarrow a_x = \frac{2v}{\Delta t}$ - в это же время соударения
 Когда шар ударится об стену его объём будет увеличатся до половины начального, после чего вернётся в начальное значение и отскокнет \Rightarrow центр масс шарика придёт расстояние, равное $2R$, после соприкосновения со стеной:
 Из кинематики: $R = \frac{v \Delta t}{2} - \frac{a_x \Delta t^2}{2} \Rightarrow R = \frac{v \Delta t}{2} - \frac{2v \Delta t^2}{4 \Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{4R}{v} = 0,06 \text{ с} \Rightarrow F_x \Delta t = \frac{2m v}{\Delta t} \approx 166,67 \text{ Н}$
 Ответ: $\Delta t = 0,06 \text{ с}; F_x = 166,67 \text{ Н}$

$\Delta t = 1 \text{ с}$
 $v = 5 \text{ м/с}$
 $\Delta m = 0,5 \text{ кг}$

 $F_u = ?$

$F_{\text{уп}} = \text{const}$ Пусть $M \text{ кг}$ - масса саней
 $F_{\text{уп}} = \mu M g$
 ЗСУ: $(M + \Delta m) v = M v + \Delta m v$
 $\Delta p = F_u \cdot \Delta t = (M + \Delta m) v - M v = \Delta m v \Rightarrow$

$\Rightarrow F_u = \frac{\Delta m v}{\Delta t} = 2,5 \text{ Н}$
 Ответ: 2,5 Н +
 изменение импульса саней так сильно меньше силы нужно приложить

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

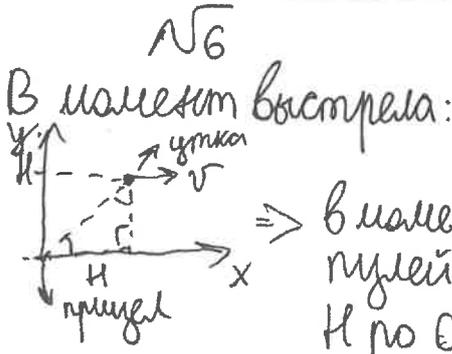
Вариант № 1

Ф И О О О О 9 9 5 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

$v = 10 \text{ м/с}$
 $v_0 = 500 \text{ м/с}$
 $\alpha = 45^\circ$
 $H = ?$



В момент выстрела:
 \Rightarrow в момент выстрела между пулей и уткой было расстояние H по Ox

$v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin \alpha - gt$
 $v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$



$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$
 $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$
 Начальные скорости пули по Ox

Скорость сближения утки и пули по Ox : $v_{сб} = v_x - v = v_0 \cos \alpha - v \Rightarrow$ по Ox пуля и утка встретятся через $t = \frac{H}{v_0 \cos \alpha - v} = \frac{H}{\frac{500}{\sqrt{2}} - 10} = \frac{\sqrt{2}H}{500 - 10\sqrt{2}}$

за время t пуля пройдёт H по Oy :
 $H = 0 + v_y t - \frac{g}{2} t^2 \Rightarrow 5t^2 - \frac{500}{\sqrt{2}}t + H = 0 \Rightarrow \frac{5 \cdot 2H^2}{(500 - 10\sqrt{2})^2} - \frac{500\sqrt{2}H}{\sqrt{2}(500 - 10\sqrt{2})} + H = 0$

$+H = 0 \Rightarrow 40H^2 - 500H \cdot (500 - 10\sqrt{2}) + H(500 - 10\sqrt{2})^2 = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow H = \frac{(500 - 10\sqrt{2})(500 - 500 + 10\sqrt{2})}{10} = \frac{(500 - 10\sqrt{2}) \cdot 10\sqrt{2}}{10} =$
 $= 500\sqrt{2} - 2000 \text{ м} \approx 687,1 \text{ м}$

Ответ: $687,1 \text{ м}$ 178

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

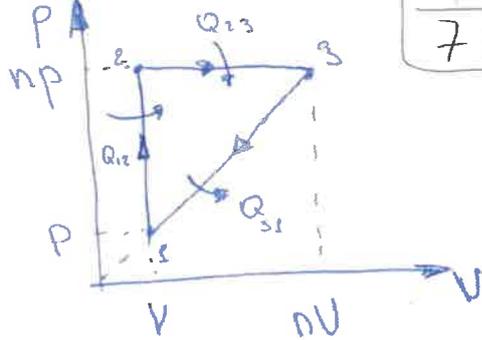
Вариант № 1

Ф И О О О 1 2 2 9 1 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
7	25	15	3	5	20	75

ν_2 $\nu = 1$ моль
 $i = 5$
 $n = 5$



$$1) \quad \eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} - Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{A_{23}}{Q_{12} + Q_{23}} \quad (0)$$

2) A_{23} можно найти из площади под графиком.

Поскольку p от V зависит прямо пропорционально (видно из графика, выходит из начала координат)

В состоянии 2 и 3 $p_2 = p_3 = nP$

$$\Rightarrow A_{23} = \frac{1}{2} \cdot (nV - V) \cdot (nP - P) = \frac{1}{2} pV(n-1)^2 \quad (1)$$

$$3) \quad Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{13} + A_{23}$$

$$\Delta U_{13} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{5}{2} pV(n^2 - 1) \quad (2)$$

из Менделеева-Клапейрона $pV = \nu R T_1$
 $nP \cdot nV = \nu R T_3$

$$4) \quad A_{23} = nP \cdot (nV - V) = pV n(n-1) \quad (3)$$

Подставляем в 0:

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} pV(n-1)^2}{pV \frac{5}{2}(n^2-1) + pV \cdot n(n-1)} =$$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 2 2 9 1 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 слева



$$\eta = \frac{(n-1)^2}{2 \cdot 8 \cdot (n-1) \cdot \left(\frac{1}{2}(n+1) + n\right)}$$

$$= \frac{(n-1)}{(7n+5)} = \frac{5-1}{35+5} = \frac{4}{40} = 0,1 \Rightarrow \eta = 10\%$$

Ответ: $\eta = \frac{n-1}{7n+5} \Rightarrow \eta = 10\%$

03) $v = 5 \text{ м/с}$

$\Delta t = 1 \text{ с}$
 $\Delta m = 0,5 \text{ кг}$
 $F = ?$

1) ~~Уменьшение~~ $\Delta v = 0$ можно найти как изменение импульса.

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{(m + \Delta m) \cdot (v + \Delta v) - m v}{\Delta t} = \frac{m v + \Delta m v + m \Delta v + \Delta m \Delta v - m v}{\Delta t}$$

$$= \frac{\Delta m v + m \Delta v + \Delta m \Delta v}{\Delta t}$$

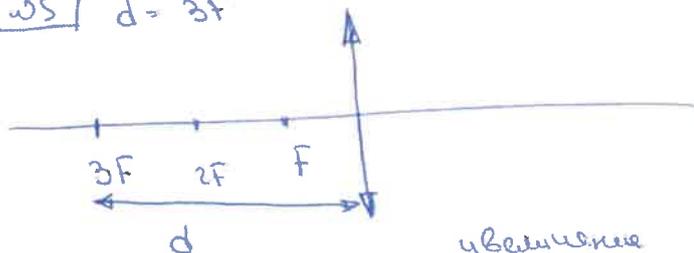
2) Т.к. $\Delta v = 0 \Rightarrow \Delta v = 0$

$\Rightarrow F = \frac{\Delta m v}{\Delta t}$ или $F = \mu v$
 ↑ скорость изменения массы.
 реактивная сила.

$F = \frac{\Delta m v}{\Delta t} = \frac{0,5 \cdot 5}{1} = 2,5 \text{ Н}$

Ответ: $F = \frac{\Delta m v}{\Delta t} = 2,5 \text{ Н}$

05) $d = 3F$



1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{p}$

$f = \frac{F \cdot d}{d - F}$

увеличение изображения 2) $f = \frac{p}{d} = \frac{F \cdot d}{(d - F)d} = \frac{F}{d - F}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	О	О	О	1	2	2	9	1	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

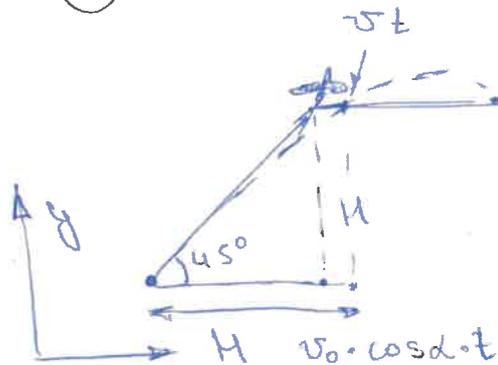
$$r = \frac{F}{d-F} = \frac{F}{3F-F} = \frac{F}{2F} = \frac{1}{2}$$

Ответ: $r = \frac{1}{2}$ (+)

326 $v = 10 \text{ м/с}$

$\alpha = 45^\circ$

$v_0 = 500 \text{ м/с}$



1) Поскольку угол выстрела $= 45^\circ \Rightarrow$ по x расстояние до утки тоже равно H.

2) Пуля попала в утку \Rightarrow их координаты по x и y равны

по x:

$$v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = H + vt \Rightarrow H = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t - vt$$

по y: (+50)

$$H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t - vt$$

$t_1 = 0 \quad t_2 = \frac{2v}{g}$ (учитывая $\sin \alpha = \cos \alpha$)

соотв. нач. моменты времени

$$t_2 = \frac{2}{g} (v_0 (\sin \alpha + \cos \alpha) + v)$$

3) Подставляем t_2 в H $H = (v_0 \cos \alpha - v) \cdot \frac{2}{g} (v_0 (\sin \alpha + \cos \alpha) + v)$

$H = (v_0 \cdot \cos \alpha - v) \frac{2v}{g} = \left(\frac{500 \cdot \sqrt{2}}{2} - 10 \right) \cdot \frac{2 \cdot 10}{10} \approx 687 \text{ м}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	О	О	О	1	2	2	9	1	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

~~Ответ: $H = 150$~~

Ответ: $(V_0 \cdot \cos \alpha - V) \cdot \frac{2}{g} (V_0 (\sin \alpha - \cos \alpha) + V) =$
 $= \frac{2V}{g} (V_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - V) = 687 \text{ м}$

24

$M = 10 \text{ кг}$

$S = 10 \text{ см}^2$

$N = ?$

1) Сила, которую нужно приложить, чтобы преодолеть земное притяжение

$F = Mg$

2) Реактивная сила (сила двигателя) должна

её компенсировать

$P = \frac{\Delta F}{\Delta t}$

(2 + 1)

$F = v_{\text{св}} \cdot \rho \cdot S = NS$

скорость света $v_{\text{св}} = 300 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

$v_{\text{св}} \rho \cdot S = Mg$

$\rho = \frac{Mg}{v_{\text{св}} \cdot S} = \frac{10 \cdot 10}{300 \cdot 10^8 \cdot 10^{-4}} = \frac{1}{3} \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$

$N = \frac{Mg}{S} = \frac{10 \cdot 10}{10 \cdot 10^{-4}} = 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$

⊙

Ответ: $N = 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 2 2 9 1 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

01

Дано:
 $P = 3 \text{ атм}$
 $m = 0,5 \text{ кг}$

$R = 0,15 \text{ м}$

$v = 10 \text{ м/с}$

$\Delta t = ?$

$N = ?$

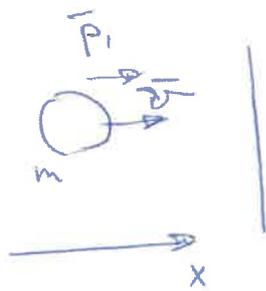
В начальный момент импульс мяча равен.

0x: $p_1 = mv$

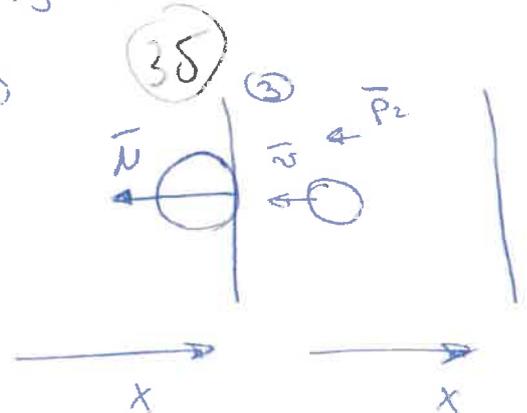
В конечный

0x: $p_2 = -mv$ (скорость не меняется по модулю т.к. удар абсолютно упругий).

1



2



2) При ударе об стену на мяч действует сила N . Запишем закон изменения импульса:

$\vec{p}_1 \Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$ (+1)

$\Rightarrow \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{N} \Delta t$

0x: $N \Delta t = 2mv \Rightarrow \Delta t = \frac{2mv}{N}$

$S_{\text{пов}} = 4\pi R^2$

$P = \frac{F}{S}$ (+10)

$V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$\Delta P = P - P_{\text{атм}} = 2 \text{ атм}$

3) Минимальная площадь соприкосновения $\Rightarrow 0$, максимальная $S_{\text{н}} = \frac{S_{\text{пов}}}{2} = 2\pi R^2$

(+10)

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

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

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$F_{cp} = \frac{P}{S_{cp}} = \frac{P}{\frac{S_m}{2}} = \frac{P}{\pi R^2} = \frac{3 \cdot 10^5}{3,14 \cdot 0,15^2} = 6386,943,7 \text{ Н}$$

$$\Rightarrow \cancel{\Delta t = \frac{2mV}{F_{cp}}} \quad \Delta t = \frac{2mV}{F_{cp}} = \cancel{2 \cdot 10 \cdot 10^{-2}} \text{ с}$$

$$\textcircled{4} \Delta t = \frac{eR}{v} = \frac{0,3}{10} = 0,03 \text{ с.}$$

$$F_{cp} = \frac{2mV}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10}{0,03} = 333 \text{ Н} \quad (\text{Из III Закона Ньютона}$$

сила давления мяча
на стену = силе давл
стены на мяч)

Ответ: $\Delta t = 0,03 \text{ с}$

$F_{cp} = 333 \text{ Н}$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ф и 0 0 0 1 8 3 4 4 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

Задача 1.

Дано:

$m = 0,5 \text{ кг};$

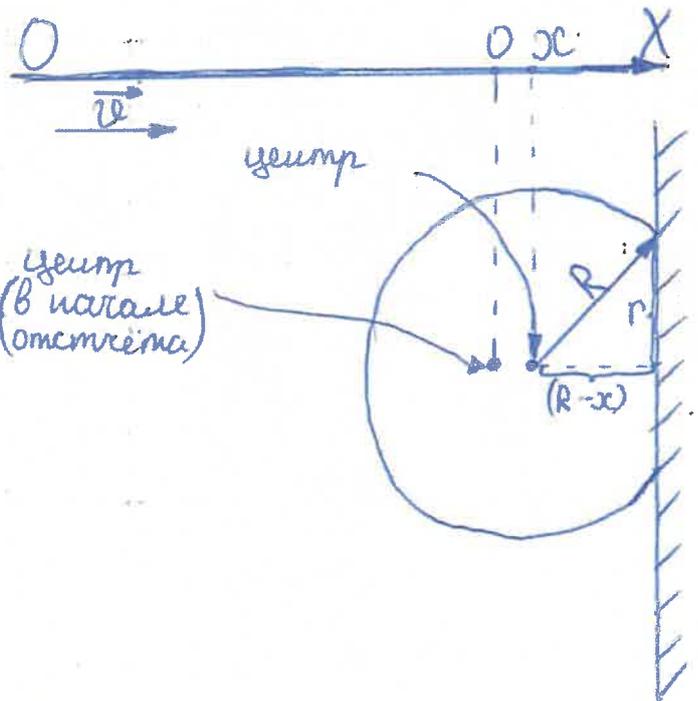
$R = 0,15 \text{ м}$

$v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$p = 3 \text{ атм} = 3 \cdot 10^5 \text{ Па};$

$t^* - ?$

$F_{\text{сп}} - ?$



Задачу начнем координат —
 - положение центра мячика в момент отсчёта.
 За момент отсчёта примем момент соприкосновения мячика и стены.

\vec{F} — сила, с которой мячик давит на стену;

S — площадь соприкосновения мячика и стены.

$S = \pi r^2 = \pi (R^2 - (R-x)^2) = \pi (R^2 - R^2 + 2Rx - x^2) = \pi (2Rx - x^2);$

Поскольку давление постоянно, то $F = p \cdot S;$

Мячик упругий, а значит деформируется незначительно $x \ll R \Rightarrow S \approx \pi \cdot 2Rx; F = p \cdot 2\pi R x = 2\pi p R x.$

По третьему закону Ньютона: $\vec{F} = -\vec{N}; (F = N)$
 \vec{N} — сила реакции стены.

По второму з. Ньютона: $m\vec{a} = +\vec{N};$

$0x: m \cdot ax = -N \Rightarrow m\ddot{x} = -2\pi p R x; (1)$

1	2	3	4	5	6	Σ
25	25	-	-	5	20	75

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 9 3 4 4 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

Поскольку $F_{\text{тяги}} \sim x$, то можно считать, что мячик совершает гармонические колебания:

$$x = A \cdot \sin(\omega t)$$

$$\dot{x} = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$$

$$\ddot{x} = A \cdot \omega^2 \cdot (-\sin(\omega t)) = -A \cdot \omega^2 \sin(\omega t)$$

Из (1) $\ddot{x} = -\frac{2\pi p R}{m} x = -\frac{2\pi p R}{m} \cdot A \cdot \sin(\omega t)$:

$$-\frac{2\pi p R}{m} \cdot A \cdot \sin(\omega t) = -\omega^2 \cdot A \cdot \sin(\omega t)$$

$$\omega^2 = \frac{2\pi p R}{m}; \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2\pi p R}{m}}$$

Угол происходит за половину периода:

$$t^* = \frac{T}{2} = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{\omega} = \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{2\pi p R}}$$

$$t^* = \sqrt{\frac{\pi m}{2\pi p R}}; t^* = 13,2 \text{ мс} \approx 13 \text{ мс}$$

Погда: ~~$F_{\text{сп}} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$~~ F з. Ньютона в мин форме $F = \frac{dp}{dt}$

ОХ: $F_{\text{сп}} = N_{\text{сп}} = \frac{mv - (-mv)}{t^*} = \frac{2mv}{t^*} = 2mv \cdot \sqrt{\frac{2\pi p R}{\pi m}}$

$$F_{\text{сп}} = 2v \sqrt{\frac{2\pi p R m}{\pi}}; F_{\text{сп}} = 240 \text{ Н} \approx 240 \text{ Н};$$

Ответ: $t^* = 13 \text{ мс};$
 $F_{\text{сп}} = 240 \text{ Н};$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

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

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 2 Дано: $n=5$ $\eta=?$

1 → 2 - изохорический:

$$Q = \Delta U + A \quad - \text{I закон термодинамики};$$

$$U = \frac{i}{2} \nu R T; \quad \text{Из уравнения Менделеева:}$$

$$pV = \nu R T$$

Значит $U = \frac{i}{2} pV$;
В нашем случае $i=5$ (газ гелиоцианид)

$$A_{12} = 0 \text{ (изохора)}; \quad \Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{5}{2} (p \cdot V - pV) = \frac{5}{2} pV(n-1)$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{5}{2} pV(n-1); (>0)$$

2 → 3 - изобарический:

$$A_{23} = n p \cdot (nV - V) = pV \cdot n(n-1)$$

$$\Delta U_{23} = U_3 - U_2 = n \frac{5}{2} (np \cdot nV - np \cdot V) = \frac{5}{2} pV(n^2 - n);$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = pV \cdot n(n-1) + \frac{5}{2} pV \cdot n(n-1) = \frac{7}{2} pV(n^2 - n); (>0)$$

3 → 1 - политропический ($\frac{p}{V} = \text{const}$)

$$A_{31} = - \frac{(p+np)}{2} \cdot (nV - V) = - pV \cdot \frac{(n+1)}{2} \cdot (n-1) = - \frac{pV \cdot (n^2 - 1)}{2}; <0$$

$$\Delta U_{31} = U_1 - U_3 = \frac{5}{2} (pV - np \cdot nV) = - \frac{5}{2} pV(n^2 - 1) < 0$$

$$Q_{31} < 0$$

* - индекс всего процесса;

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 8 3 4 4 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

$$A^* = A_{12} + A_{23} + A_{31} = \frac{5}{2} p V n n \cdot 0 + p V (n^2 - n) + \frac{p V}{2} (n^2 - 1) =$$

$$= p V (25 - 5) - p V \left(\frac{25 - 1}{2} \right) = 20 p V - 12 p V = 8 p V;$$

$$Q^* = Q_{12} + Q_{23} \text{ (т.к. } Q_{31} < 0 \text{)}$$

$$Q^* = \frac{5}{2} p V (n - 1) + \frac{7}{2} p V (n^2 - n) = \frac{5}{2} p V (4) + \frac{7}{2} p V (25 - 5) =$$

$$= 10 p V + 70 p V = 80 p V;$$

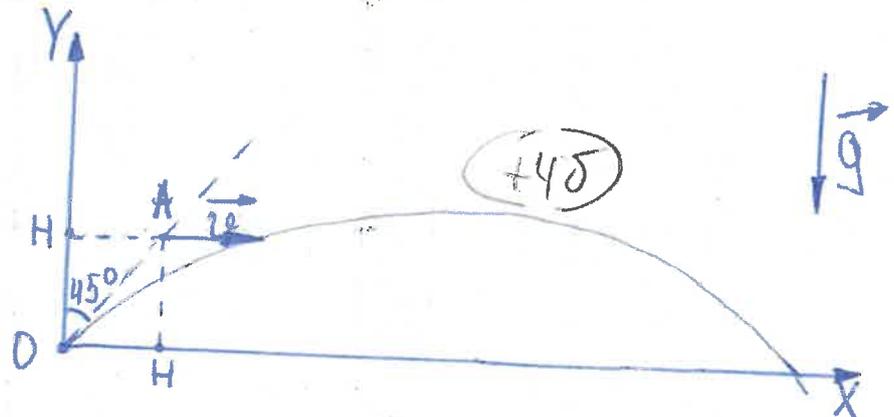
по определению $\eta = \frac{A^*}{Q^*} = \frac{8 p V}{80 p V} = 0,1;$

Ответ: $\eta = 0,1$ +

Задача 6.

Дано:
 $v = 10 \frac{м}{с};$
 $\alpha = 45^\circ;$
 $v_0 = 500 \frac{м}{с}$

H - ?



Т.А - начальное положение птицы

Зададим положение сачтика как начало координат.

Поэтому из геометрии точка А имеет координаты x и y равные H . $\Rightarrow x_0' = H; y_0' = H;$

* - индекс пули; ' - индекс птицы.

Запишем уравнения координат:

$$x^* = v_x^* \cdot t = v_0 \cdot \cos 45^\circ \cdot t = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \cdot t; \quad (+35)$$

$$y^* = v_y^* t - \frac{g t^2}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot v_0 \cdot t - \frac{g t^2}{2}; \quad (+55) \quad (+)$$

$$x^0 = x_0^0 + v_x t = H + v t; \quad (+15)$$

⊖

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	0	0	0	1	8	3	4	4	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



- индекс ~~в~~ момента столкновения
 в момент столкновения $x^* = x'$, $y^* = y'$:

$$v \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \cdot t^\# = H + v t^\#;$$

$$H = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t^\# - v t^\#; (1)$$

$$y^* = y': H = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t^\# - g \frac{(t^\#)^2}{2}; (2)$$

Подставим H из (1) в (2):

$$\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t^\# - v t^\# = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t^\# - g \frac{(t^\#)^2}{2};$$

$$v t^\# = g \frac{(t^\#)^2}{2}; \Rightarrow t^\# = \frac{2v}{g}; (3)$$

Подставим (3) в (1):

$$H = \left(\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v \right) t^\# = \frac{2v}{g} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 - v \right);$$

в условии дана 1 значащая цифра $\Rightarrow g = 10 \frac{м}{с^2};$

$$H \approx \frac{20 \frac{м}{с}}{10 \frac{м}{с^2}} \cdot (0,7 \cdot 500 - 10) \frac{м}{с} = 340 \frac{м}{с} \cdot 2с = 680 м;$$

Ответ: $H = 700 м;$ +

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

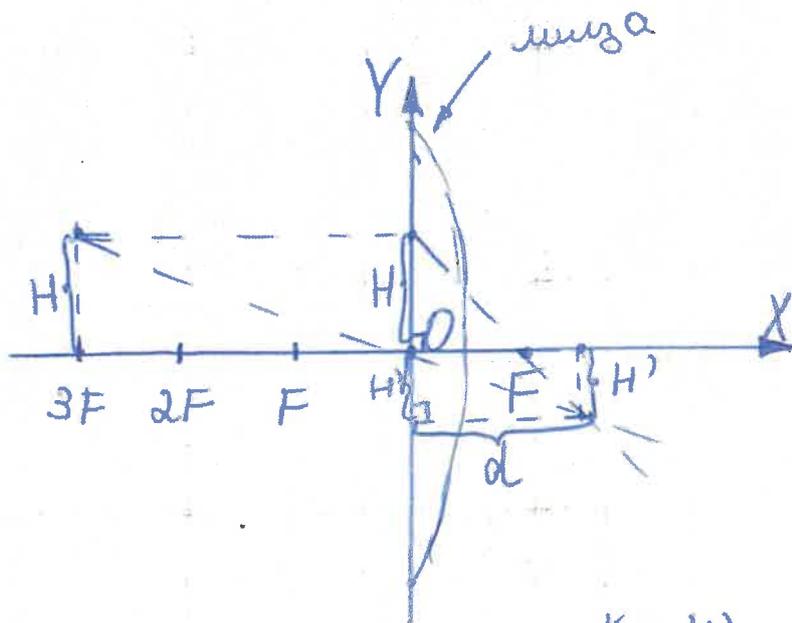
Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 8 3 4 4 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

~~Задача~~ Задача 5

~~Дано:~~ Найти K ?



$$K = \frac{H'}{H}$$

По подобию:

$$\frac{H'}{H} = \frac{d}{3F}, \text{ где } d - \text{расстояние от изображения до линзы.}$$

$$\frac{d}{F} = \frac{3H'}{H}; \text{ (1) По формуле подобия:}$$

$$\frac{H}{F} = \frac{H+H'}{d} \Rightarrow \frac{d}{F} = \frac{H+H'}{H}; \text{ (2)}$$

Приравняем (1) и (2):

$$\frac{3H'}{H} = \frac{H+H'}{H}; \quad 3H' = H+H'; \quad \frac{H'}{H} = \frac{1}{2};$$

$$K = \frac{1}{2};$$

Ответ: $K = \frac{1}{2} = 0,5$ (7)

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



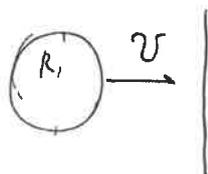
Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Ф	У	0	0	0	1	7	8	6	9	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1.



$$V_0 = \pi R^2 l = 0,07 \text{ м}^3 \text{ (объем мала)}$$

1	2	3	4	5	6	Σ
19	19	15	3	5	13	74

$p \cdot \Delta V$ — работа

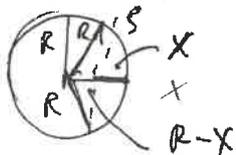
$$A = p \Delta V$$

$$A = \frac{m v^2}{2} \text{ (го 0 уменьшилась скорость)}$$

$$p \Delta V = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow \Delta V = \frac{m v^2}{2 p} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3 \cdot 10^5} \cdot \frac{1}{4 \cdot 5 \cdot 10^3} =$$

$$F_{\text{взаим}} = p \cdot S \quad (x \text{ — это расстояние между поршнями мала}) \quad p,08 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$m a = -p \cdot S$$



$$S = \pi r^2$$

$$r = \sqrt{R^2 - (R-x)^2} = \sqrt{2Rx + x^2} = \sqrt{x^2 + 2Rx}$$

$$S = \pi (x^2 + 2Rx) = \pi$$

$$x^2 \ll 2Rx$$

$$m a = -p \cdot 2Rx \pi$$

$$m \ddot{x} + 2pR \pi x = 0$$

$$\omega^2 = \frac{2pR \pi}{m}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2pR\pi}}$$

$$t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2pR\pi}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{0,5}{2 \cdot 3 \cdot 915 \cdot 10^5}} =$$

$$0,7 \cdot 10^{-2} \text{ с.} \quad 0,208 \cdot 10^{-2} \text{ с.} = \frac{0,208 \cdot 10^{-2} \text{ с.}}{(2 \cdot 10^{-3} \text{ с.})} \cdot 15$$

$$x_{\text{max}} = \frac{v}{\omega} = v \sqrt{\frac{m}{2pR\pi}}$$

$$P_{\text{ср}} = p \cdot S \left(\frac{x_{\text{max}}}{2} \right) = p \cdot \pi \cdot \frac{2Rx_{\text{max}}}{2} = p \pi \frac{2R}{2} \sqrt{\frac{m}{2pR\pi}} = p \pi \sqrt{\frac{p m}{2R}}$$

15 + 20 + 25

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

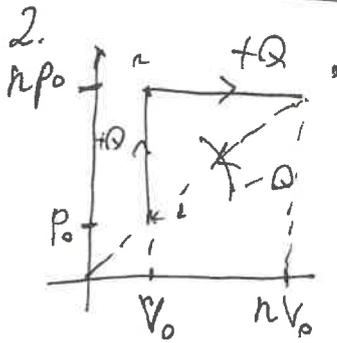


Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф	И	О	О	О	1	7	8	6	9	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



найдем ~~KT~~ теплоемкость

и числа ΔS

$$C_{13} = C_V + \frac{R}{2}$$

т.к. $p \sim V$, то при $V = nV_0 \Rightarrow$

$$P = nP_0$$

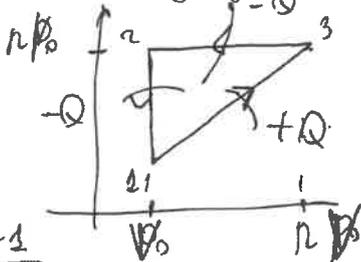
$$Q_{23} = \Delta U + A = \frac{5}{2} P_0 V_0 + V_0 \Delta P = \frac{7}{2} V_0 \Delta P = \frac{7}{2} (n-1) V_0 P_0$$

$$Q_{43} = \frac{5}{2} P_0 V_0 = \frac{5}{2} (n-1) V_0 P_0$$

$$A = S_{\text{area}} = \frac{\Delta P \cdot \Delta V}{2} = \frac{(n-1)^2 P_0 V_0}{2}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{23} + Q_{43}} = \frac{(n-1)^2 P_0 V_0}{2 \cdot 2 \cdot (n-1) P_0 V_0} = \frac{(n-1)^2}{4(n-1)} = \frac{n-1}{4}$$

или другое направление:



$$\eta_2 = \frac{n-1}{3(n+1)}$$

$$Q_{13} = \Delta U_{13} + A$$

$P = KV$ — муш. и прямолинейная

$$KV^2 = \nu RT$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu RT + A$$

$$A = \int P dV = \frac{KV^2}{2}$$

$$Q_{13} = \frac{5}{2} \nu R (V_0^2 - V_0^2) + \frac{5}{2} \nu R \Delta T + \frac{KV^2}{2} =$$

$$\frac{5}{2} \nu R \Delta T + \frac{\nu R \Delta T}{2} = (C_V + \frac{R}{2}) \nu R \Delta T$$

$$Q_{13} = (\frac{5}{2} + \frac{1}{2}) R \nu \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{-P_0 V_0}{\nu V R} - \frac{n^2 P_0 V_0}{\nu R}$$

Q_{13} $3(n^2-1) P_0 V_0$ — работа накал че

$$\eta_2 = \frac{(n-1)^2 P_0 V_0}{3(n^2-1) P_0 V_0} = \frac{(n-1)^2}{3(n^2-1)} = \frac{n-1}{3(n+1)} \cdot \frac{4}{3 \cdot 6} = \frac{2}{9}$$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф
И
0
0
0
1
7
8
6
9
2
5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

3. найти ΔF

$\mu = \frac{\Delta m}{\Delta t}$, массовый расход

$F - F_{\text{тяг}} = \mu m(t) \cdot g$, $F_{\text{тяг}} = \text{const}$

$\Delta F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta m \cdot v}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v = \mu \cdot v = 0,5 \cdot 5 = 2,5 \text{ Н}$

$F_0 = \mu m_0 g = \frac{A_{\text{тяг}}}{\Delta S}$

$F = F_0 - \Delta F$ $\Rightarrow \Delta F$ - ответ

$\Delta F = 2,5 \text{ Н}$ ✕

мощность

4. пусть изменившись - это количество фотонов на единицу площади $(\frac{\text{п.к.м}}{\Delta S})$, а $\frac{\Delta N \cdot m}{\Delta S \cdot t}$ в единицу времени. каждый фотон движется со скоростью c , где c - скорость света. (2+1)

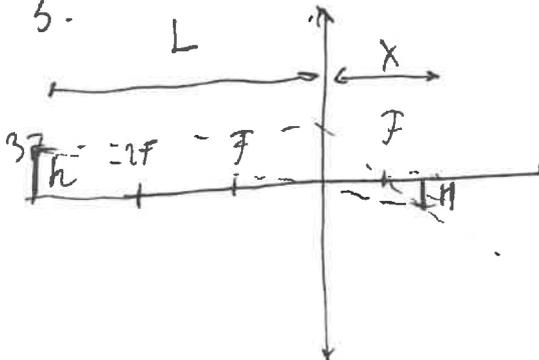
Mg - максимальная сила тягести. пусть масса c фотона m , тогда

$\Delta P = \frac{\Delta N \cdot v \cdot m \cdot S \cdot \Delta t}{\Delta S \cdot \Delta t} \cdot c$

$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta N \cdot m}{\Delta S \cdot \Delta t} \cdot v \cdot S = Mg$

$\frac{\Delta N \cdot m}{\Delta S \cdot \Delta t} = \frac{Mg}{cS} = \frac{10}{2 \cdot 10^8} = 0,33 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$

5.



$\Gamma = \frac{h}{\lambda}$

$\frac{h}{\lambda} = \frac{x}{L}$ по подобию

треугольников. $\Delta P = \rho_a$ волны μ 35

$\frac{L}{\lambda} + \frac{1}{\lambda} = \frac{L}{F}$

$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{F} - \frac{L}{3F} = \frac{2}{3F}$

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



Доп. лист №2.
Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 7 8 6 9 2 5
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

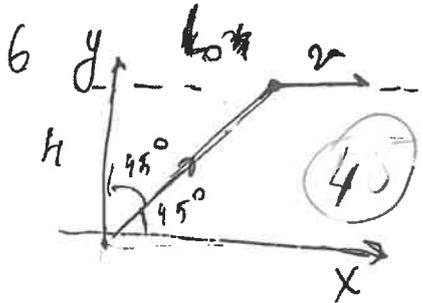
1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

5.

$$X = \frac{3F}{2}$$

$$\Gamma = \frac{8F}{2 \cdot 8F} = \frac{1}{2} +$$



пути L_0 — это расстояние от вертикали до точки в начале волнового.
 $L_0 = H$, т.к. $\alpha = 45^\circ$ (треугольник равнобедренный)

Введем оси x и y :

пути координаты точки будут $x_1, y_1 = H$, а координаты пути — x_2, y_2

$$x_1(t) = L_0 + vt = H + vt \quad (+45)$$

$$x_2(t) = v_0 \cos \alpha t \quad +55$$

$$y_2(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = H \text{ в момент столкновения}$$

$$x_1 = x_2; \quad y_1 = y_2$$

$$H + vt = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t \text{ (cancel)}$$

$$t(v_0 \cos \alpha - v) = H \Rightarrow t = \frac{H}{v_0 \cos \alpha - v}$$

$$H = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot H}{v_0 \cos \alpha - v} - \frac{g H^2}{2(v_0 \cos \alpha - v)^2} \quad (H \neq 0)$$

$$\frac{g H}{2(v_0 \cos \alpha - v)^2} = \frac{v_0 \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha - v} - 1$$

$$H = \frac{2 v_0 \sin \alpha (v_0 \cos \alpha - v)}{g} - \frac{2(v_0 \cos \alpha - v)^2}{g}$$

$$24,205,45 - 23,598,45 = 687 \text{ м}$$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 3 4 8 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
19	16	12	-	5	20	72

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№2

Пусть p_2 и V_2 зависят на протяжении 6 ноль,

$$p_2 = kV_2 = 5kV; p = kV; \text{ тогда } p_2 = 5p$$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}} \cdot \eta = \frac{5}{2} \Delta RT; \text{ где } \eta = \frac{pV}{\Delta RT}; \text{ тогда } \eta = \frac{5}{2} pV$$

Процесс 1-2: $V = \text{const} \rightarrow A_{12} = 0$; $Q_{12} = \Delta U = \frac{5}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{5}{2} (5pV - pV) = 20pV$

Процесс 2-3: $A_{23} = p_2 \Delta V = 5p(9V - V) = 40pV$; $Q_{23} = A + \Delta U = 40pV + \frac{5}{2} (25pV - 5pV) = 40pV + 50pV = 90pV$

В процессе 3-1 p, V м.е. газ не совершает работы и отдает тепло. Процесс 3-1 не влияет на η и η цикла; тогда $\eta = \frac{40 + 20}{90 + 40} = 0,25$ (25%)

Ответ: $\eta = 25\%$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

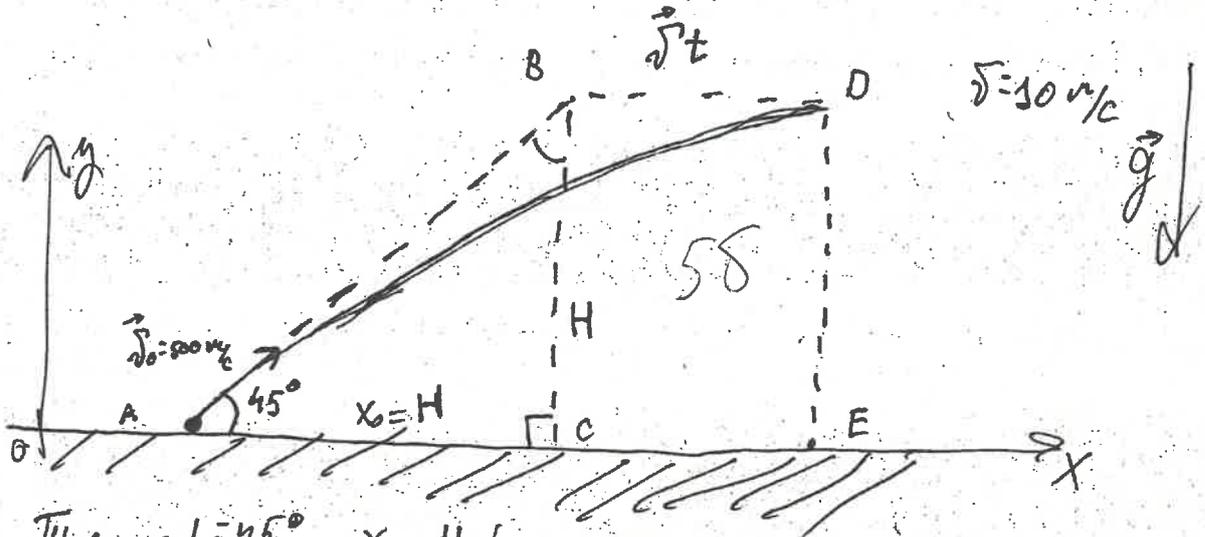
040001348525

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№6



П.р. $\alpha = 45^\circ$, $X_0 = H$ ($\triangle ABC$ равноб.)

Пусть путь параллельна X и время по Ox .

$X = H + \sqrt{g}t$, t - время от начала до попадания;

$H = X - \sqrt{g}t$; $X = v_0 \cos 45^\circ \cdot t = \frac{500}{\sqrt{2}}t$; $H = \left(\frac{500}{\sqrt{2}} - 10\right)t$

По Oy : $H = v_0 \sin 45^\circ \cdot t - \frac{gt^2}{2}$; $H = \frac{500}{\sqrt{2}}t - 5t^2$

$H = \frac{500}{\sqrt{2}}t - 10t = \frac{500}{\sqrt{2}}t - 5t^2$; $5t^2 = 10t$; $t = 2c$

$H = \frac{500 \cdot 2}{\sqrt{2}} - 20 \approx 687,11 \text{ м}$ Ответ: 687,11 м

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № _____

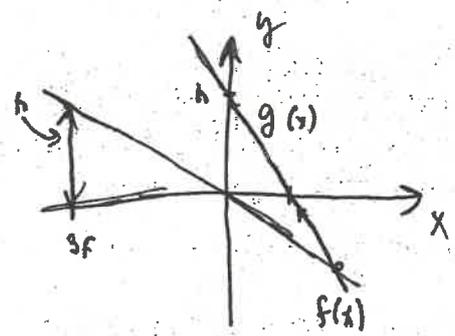
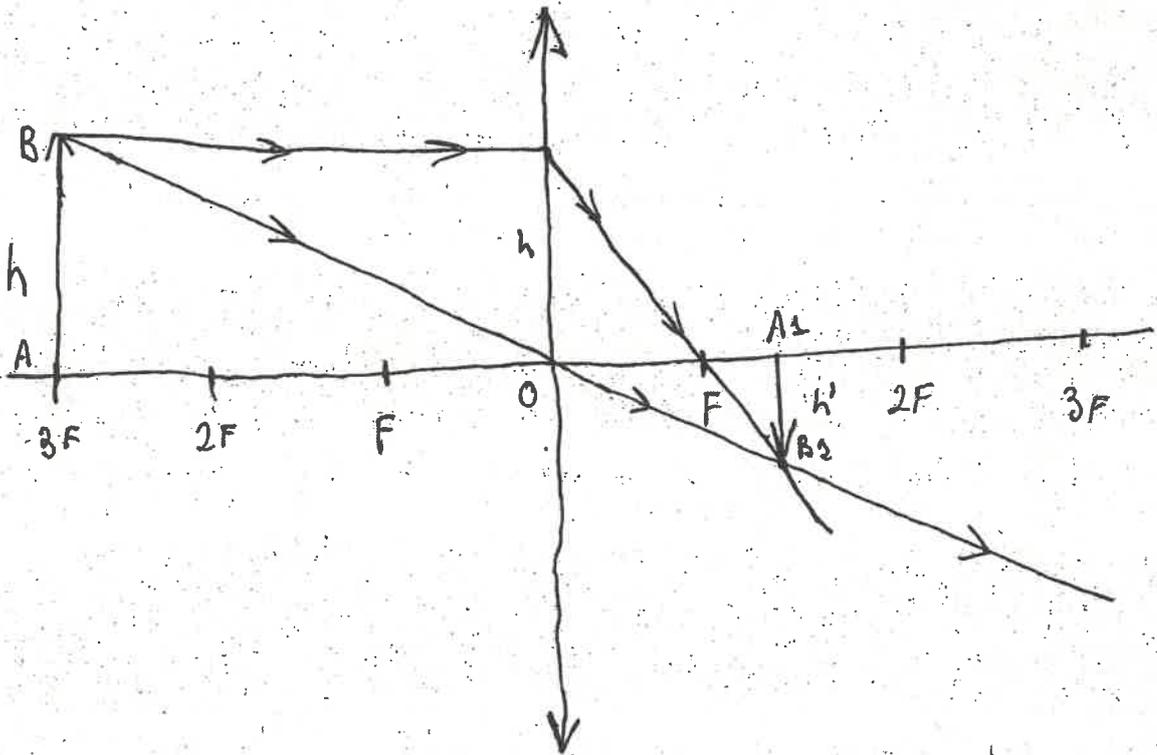
09 40 00 13 48 52 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

√5



Рассмотрим прямые справа от рисунка:

$$f(x): y = \frac{h}{3F}x$$

$$g(x): y = -\frac{h}{F}x + h \quad \text{т. пересечения:}$$

$$-\frac{h}{3F}x = -\frac{h}{F}x + h$$

$$\frac{2h}{3F}x = h; \quad x = \frac{h \cdot 3F}{2h} = \frac{3}{2}F = 1,5F.$$

$$A_1 = 1,5F.$$

$\triangle ABO \sim \triangle A_1B_1O$

$$\frac{h}{h'} = \frac{OA}{OA_1} = \frac{3F}{1,5F} = 2$$

линия увеличивается в 2 раза, и.е. уменьшается в 0,5 раза.
 Ответ: 0,5 $\sqrt{5}$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

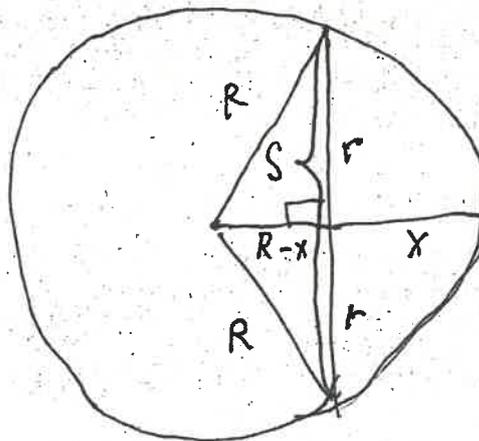
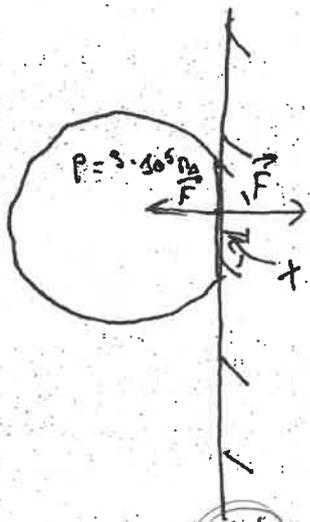
0 4 0 0 0 1 3 4 8 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N1



+5

$F = P \cdot S; S = \pi r^2 = \pi(R^2 - (R-x)^2) = \pi(2Rx - x^2)$

$F = P\pi(2Rx - x^2) = m \ddot{x}$ (II закон Ньютона)

$\ddot{x} = \frac{P\pi}{m}(2Rx - x^2) \rightarrow \dot{x} = \frac{P\pi}{m}(2Rx - x^2) \cdot t \rightarrow x = \frac{P\pi}{m} \sqrt{2Rx - x^2} t$

Рассмотрим малую ступеньку ширины dx со скоростью v (процесс \dot{x} изм. скорость от v до 0)

$\frac{1}{2} \dot{x} = x(2R-x) \frac{P\pi \dot{x}}{2m} \cdot \frac{1}{2R-x} = \frac{P\pi \dot{x}^2}{2m}, 2R-x = \frac{2m}{P\pi \dot{x}^2}$

$x = 2R - \frac{2m}{P\pi \dot{x}^2}; \dot{x} = 0$ при $x = \max$, т.е. в $x_{\max} E_k = 0$

Тогда сила сделает работу $A = F_{\text{ср}} \cdot x_m = \Delta E_k = \frac{m v^2}{2}$

Следовательно $x_m = dA = F_{\text{ср}} dx$; $A = \int_0^{x_m} P\pi(2Rx - x^2) dx = P\pi \int_0^{x_m} 2Rx - x^2 = P\pi (Rx_m^2 - \frac{x_m^3}{3})$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

0 4 0 0 0 1 3 4 8 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N2 (программисты)

$$p\pi \left(R x_m^2 - \frac{x_m^3}{3} \right) = \frac{m\bar{v}^2}{2}, \text{ тогда } -\frac{x_m^3}{3} p\pi + p\pi R x_m^2 - \frac{m\bar{v}^2}{2} = 0$$

$$-\frac{x_m^3}{3} \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot \pi + 3 \cdot 10^5 \cdot 0,15 \cdot \pi \cdot x_m^2 - \frac{0,5 \cdot 10^2}{2} = 0$$

$$x_m = 5,15 \cdot 10^{-3} \text{ м}, \quad A = F_{cp} \cdot 5,15 \cdot 10^{-3} = \frac{0,5 \cdot 10^2}{2}$$

$$F_{cp} = \frac{25}{5,15 \cdot 10^{-3}} \approx 4854,37 \text{ Н}$$

ЗСН: $\Delta p = m\bar{v} - (-m\bar{v}) = 2m\bar{v}$

$$F_{cp} = \frac{\Delta p}{t_{зам.}}; \quad t_{зам.} = \frac{\Delta p}{F_{cp}}$$

$$= \frac{10}{4854,37} \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

Ответ: $F_{cp} = 4854,37 \text{ Н}; \quad t_{зам.} \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № _____

0 4 0 0 0 1 3 4 8 5 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N3

~~$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, $\Delta p = \Delta m \cdot v$, при $v = \text{const}$~~

$F = F_{\text{тр.}} + \frac{\Delta p}{\Delta t}$, $F_{\text{тр.}} = \text{const}$, $\Delta t = \text{const} = \Delta t_1$

$S + S + 2$

$\Delta p = \Delta m v$, $\Delta m = \text{const} = 0,5 \text{ кг}$,
 $v = \text{const} = 5 \text{ м/с}$

Поскольку $F = \text{const}$ тогда
 движение груза будет равно-
 ускоренным и постоянную силу.
~~Вывод:~~
 (Вывод, это выводится
 при этих величинах при
 условии равномерности потерь
 массы и постоянности
 $F_{\text{тр.}}$)

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

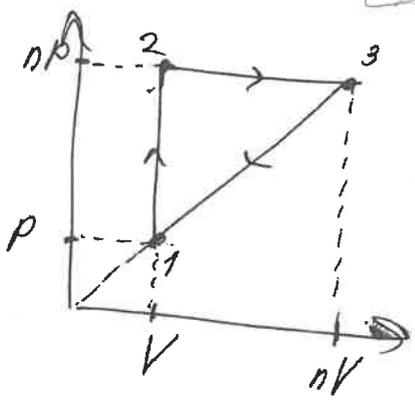
Ф 4 0 0 0 1 7 3 3 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
11	25	15	2	5	4	72

N2

Дано:
 $Q = 1 \text{ моль}$
 $i = 5$
 $n = 5$
 $\eta = ?$



$P_2 = P_3 = nP \text{ т.к.}$
 13 выходов из 0, а
 значит $\frac{P_1 V_1}{V} = \text{const}$

$Q_{\text{кал}} = Q_{12} + Q_{23}$
 $Q_{\text{охл}} = Q_{31}$

$PV = \nu RT_1$
 $nPV = \nu RT_2$
 $n^2PV = \nu RT_3$

$Q_{12} = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R \cdot \frac{nPV - PV}{\nu R} = PV \cdot 4 \cdot \frac{5}{2} = 10PV$

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) + nP(nV - V) = \frac{5}{2} \nu R \frac{n^2PV - nPV}{\nu R} + PV(n-1) =$
 $= PV(\frac{5}{2} \cdot 20 + 5 \cdot 4) = 20PV$

$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{5}{2} \nu R \cdot \frac{PV - n^2PV}{\nu R} + P(V_n - V) = PV(\frac{5}{2} \cdot 20 + 5 \cdot 4) = 20PV$
 $= \frac{5}{2} (1 - n^2) PV + PV(n-1) = \frac{1}{2} PV (n-1)^2 = PV(\frac{-60}{2} - 4 - \frac{-128}{2}) =$
 $= -32PV$

$\eta = 1 - \frac{|Q_{\text{охл}}|}{|Q_{\text{кал}}|} = 1 - \frac{|Q_{31}|}{|Q_{12} + Q_{23}|} = 1 - \frac{32PV}{10PV + 20PV} = 1 - \frac{32}{30} = 0,1$
 Ответ: 0,1 +

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



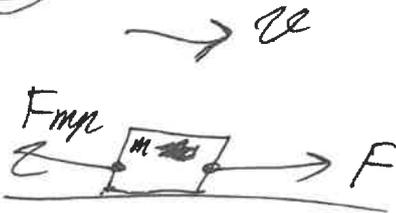
Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 7 3 3 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

(N3)

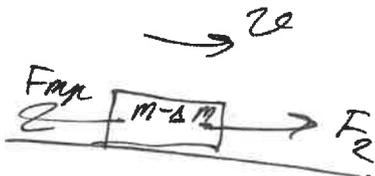


Дано:
 $\Delta t = 1\text{c}$
 $\Delta m = 0,5\text{кг}$
 $19,55 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

До начала:

$$F = F_{\text{тр}}$$

Заметим, когда колесо увеличивает удельную массу:



$$\Delta P_{\text{тр}} = -F_{\text{тр}} \cdot \Delta t$$

$$\Delta P_{F_2} = F_2 \cdot \Delta t$$

$$\Delta P = (m - \Delta m)v - mv = -\Delta m v +$$

$$\Delta P = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{F_2}$$

$$-\Delta m v = \Delta t (F_2 - F_{\text{тр}})$$

$$F_2 = F_{\text{тр}} - 2,5\text{Н}$$

Ответ: каждую секунду сила уменьшается на 2,5Н

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 7 3 3 8 2 5
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N 4

Дано: m
 $\rho = 300000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $M = 10 \text{ кг}$
 $S = 10 \text{ см}^2$
 $j = ?$



$$Mg \cdot l = \Delta P = \rho \cdot v_c \cdot S \cdot l$$

$$V = v_c \cdot \Delta t \cdot S$$

$$m_{\text{до}} = V \cdot \rho = v_c \cdot \Delta t \cdot S \cdot \rho$$

$$\frac{Mg \cdot \Delta t}{\rho} = v_c \cdot \Delta t \cdot S \cdot \rho$$

25

$$j = \frac{Mg}{\rho^2 \cdot S \cdot m_{\text{до}}} = \frac{10 \cdot 10}{300000^2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot m_{\text{до}}} = 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

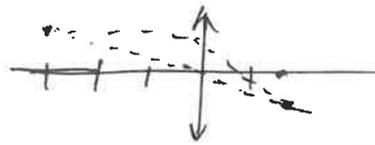
N 5

Дано:
 F
 $d = 3F$
 $G = ?$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{3F} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{2}{3F}$$

$$x = \frac{3F}{2} = 1,5F$$



$$G = \frac{x}{d} = \frac{1,5}{3} = \frac{1}{2} = 0,5$$

Ответ: 0,5 (+)

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



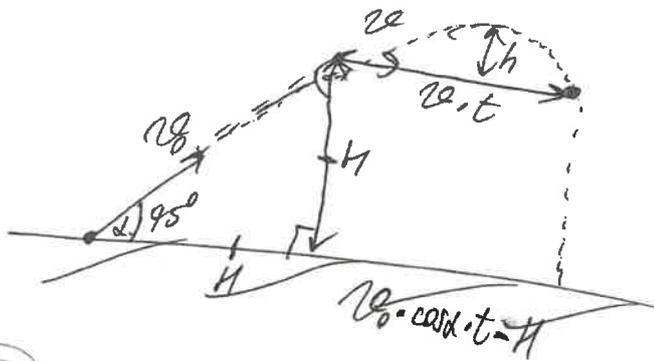
Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 7 3 3 6 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N6



Дано:

$$\begin{aligned} v_0 &= 500 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ v &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ \alpha &= 45^\circ \\ H &=? \end{aligned}$$

45+ $v \cdot t = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t - H$

58

$$H + h = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

+58

$$t_2 = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$t_2 + t_3 = t$$

$$h = \frac{g t_3^2}{2}$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = mg(h+H) + \frac{m v_0^2 \cos^2 \alpha}{2}$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2} = g(h+H)$$

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - H$$

$$t = \sqrt{\frac{2}{g} \cdot \left(\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - H \right)} + \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 7 3 3 6 2 5
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

$$t (v_0 \cdot \cos \alpha - v) = H$$

$$g \left(\frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 2gH}{g} + v_0 \cdot \sin \alpha \right) (v_0 \cdot \cos \alpha - v) = H$$

$$\sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 2gH} = gH - v_0 \cdot \sin \alpha (v_0 \cdot \cos \alpha - v)$$

$$v_0 \cdot \cos \alpha - v$$

$$v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 2gH = g^2 H^2 - 2gH \cdot v_0 \cdot \sin \alpha (v_0 \cdot \cos \alpha - v) + (v_0 \cdot \sin \alpha (v_0 \cdot \cos \alpha - v))^2$$

~~$$100H^2 - 2 \cdot 10 \cdot H (500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 10) + (500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} (500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 10))^2 = (500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 10)^2$$~~

$$500^2 \cdot \frac{1}{4} - 20H = 100H^2 - 20H \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 500 (500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 10) + (500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} (500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 10))^2$$

$$(500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 10)^2$$

~~$$250000 \cdot \frac{1}{4} - 20H = 100H^2 - 20 \cdot 58H + 125000$$~~

~~$$8,44 \cdot 10^4 H = 0,58$$~~

$8,44 \cdot 10^4 H = 0,58$ $H = 684,28 \mu$ Ответ: $684,28 \mu$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

09 00 00 17 33 62 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

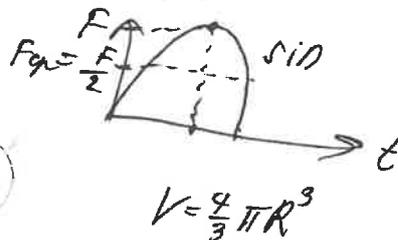
(N1)

Дано:
 $m = 0,5 \text{ кг}$
 $R = 0,15 \text{ м}$
 $\vartheta = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $P = 300 \text{ Н}$
 $\Delta t = ?$
 $F_{cp} = ?$

(+) $F_{cp} \Delta t = 2m\vartheta$ (+1)

S - площадь касания

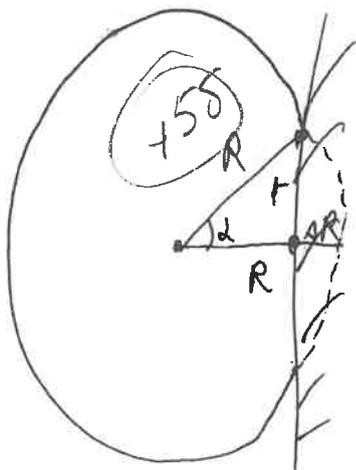
(+) $F = P \cdot S$ (+1)



(+1)

$F_{cp} = m a_{cp}$

В тело входит поле E, т.к. $\Delta V \ll V$



(+) $S = \pi r^2$

$\Delta R \ll R$ т.к. $P = \text{const}$

$\Delta R = R(1 - \cos \alpha)$

$r = R \sin 10^\circ$

~~$A_{cp} = F_{cp} \cdot \Delta R$~~

~~$m \vartheta^2 = A_{cp}$~~

(+) $F_{cp} = \frac{F}{2} = \frac{P \cdot \pi \cdot R \cdot \sin^2 10^\circ}{2}$
 $= 10^3 \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot \sin^2 10^\circ =$

~~300 Н~~ 300 Н

т.к. α угол $\leq 10^\circ$ считается малым, то

~~$\Delta R = R(1 - \cos 10^\circ)$~~

$\Delta t = \frac{2m\vartheta}{F_{cp}} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10}{300} = \frac{1}{30} \approx 0,0333 \text{ (с)}$

Ответ: $F_{cp} = 300 \text{ Н}$; $\Delta t \approx 0,0333 \text{ с}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф 4 0 0 0 1 9 2 3 4 2 5

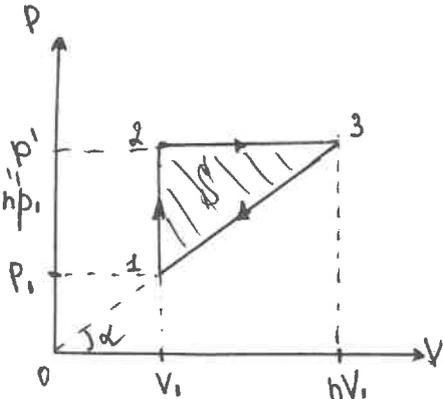
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
5	25	15	2	5	20	72

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

N2 $\gamma = 1$ моль
 $\bar{v} = 5'$
 $n = 1,5$



разные точки на графике:

- ① P_1, V_1
- ② P', V_1
- ③ P', nV_1

прямая 1-3: $p = \frac{P_1}{V_1} V$ $k = \frac{P_1}{V_1} = \tan \alpha \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{P_1}{V_1} = \frac{P'}{nV_1} \Rightarrow P' = nP_1$

процесс: 1-2: $A_{\Gamma} = 0, \text{ т.к. } V = \text{const}$
 $Q = \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (n-1) p_1 \cdot V_1 > 0$
 нагрев

3-2: $Q = \Delta U + A_{\Gamma}$
 $A_{\Gamma} = \frac{P_1(n-1)}{2} \cdot V_1(n-1) =$
 $= \frac{P_1 V_1 (n^2 - 1)}{2}$

$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (p_1 V_1 - n^2 p_1 V_1) =$
 $= \frac{i}{2} p_1 V_1 (1 - n^2)$

~~$Q = \frac{i}{2} p_1 V_1 (1 - n^2) + \frac{1}{2} p_1 V_1 (n^2 - 1)$~~

$Q = \frac{i}{2} p_1 V_1 (1 - n^2) - \frac{1}{2} p_1 V_1 (n^2 - 1) =$
 $= \frac{i}{2} p_1 V_1 (1 - n^2) + \frac{1}{2} p_1 V_1 (1 - n^2) \Rightarrow$
 $\Rightarrow Q_{3-2} - \text{отвод тепла}$

2-3: $Q = \Delta U + A_{\Gamma} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + P' \Delta V =$
 $= \frac{i}{2} P' (n-1) V_1 + P' (n-1) V_1 = \frac{i+2}{2} P' (n-1) V_1 =$
 $= \frac{i+2}{2} (n^2 - n) p_1 V_1 > 0$ нагрев
 $Q_{\text{нагрев}} \text{ уклон} = \frac{i}{2} p_1 V_1 (n-1) + \frac{i+2}{2} (n-1) n p_1 V_1 =$
 ~~A_{Γ}~~
 $= p_1 V_1 (n-1) \left(\frac{i}{2} + \frac{i+2}{2} n \right) =$
 $= p_1 V_1 (n-1) \left(\frac{i+i n + 2n}{2} \right)$

$A_{\Gamma \text{ уклон}} = \int = \frac{P_1(n-1) \cdot V_1(n-1)}{2} =$
 $= \frac{P_1 V_1 (n-1)^2}{2}$

$\eta = \frac{A_{\Gamma \text{ уклон}}}{Q_{\text{нагрев}}} = \frac{\frac{1}{2} P_1 V_1 (n-1)^2}{\frac{1}{2} P_1 V_1 (n-1) (i + i n + 2n)} = \frac{n-1}{i + i n + 2n} = \frac{1,5-1}{5+5 \cdot 1,5+2 \cdot 1,5} =$
 $= \frac{0,5}{15,5} = \frac{1}{31} \approx 0,03$

Ответ: 3% +

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф Ц О О О 1 9 2 3 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

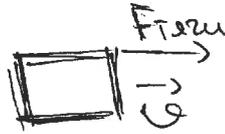
N3

$$v = 15 \text{ м/с}$$

$$\Delta t = 0,5 \text{ с}$$

$$\Delta m = 1,5 \text{ кг}$$

ΔF



$$\Delta m \sim \Delta F \text{ (за } \Delta t)$$

$$mv = Fat$$

$$v = \frac{Fat}{m} = \frac{\Delta F}{\Delta m} \cdot \Delta t, \text{ т.к. } v = \text{const}$$

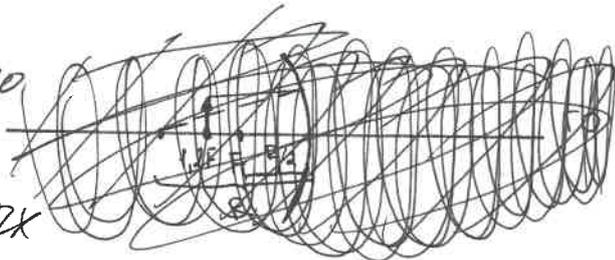
$$\Delta F = \frac{\Delta m v}{\Delta t} = \frac{1,5 \cdot 15}{0,5} = 45 \text{ Н} \Rightarrow$$

\Rightarrow через канатной трапециевидной Δt сила $F_{тяги}$ лошади будет уменьшаться на ΔF

Ответ: через канатной трапециевидной Δt лошади должна прикладывать силу на $\Delta F = 45 \text{ Н}$ меньше, чем до этого

N5

$d = 1,2F$ для сферического зеркала
 r применяемой формулы для обычных линз.



Φ - тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \text{ т.к. все действительное}$$

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{6F}{1,2F} = \frac{60}{12} = 5$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,2F} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{6 \cdot 1,2F} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 6F$$

Ответ:
увеличение в 5 раз

(+)

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 1 9 2 3 4 2 5

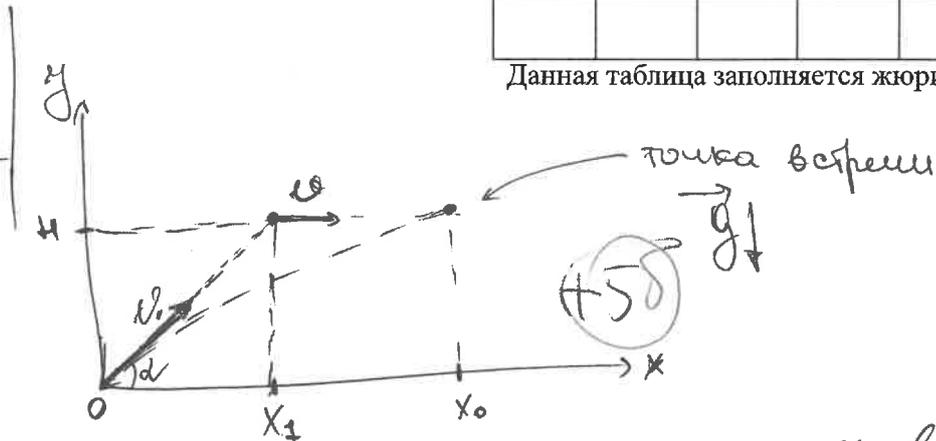
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

N6
 $v = 8 \text{ м/с}$
 $v_0 = 800 \text{ м/с}$
 $\alpha = 45^\circ$



1) $t_1 = t_2 = t$ время движения птиц и пули после встречи

2) $x_0 - x_1 = v \cdot t$
 $x_0 = v_0 \cos \alpha \cdot t$

$\Rightarrow v_0 \cos \alpha \cdot t - H = v \cdot t$
 $(v_0 \cos \alpha - v) \cdot t = H$

3) $H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$

$(v_0 \cos \alpha - v) \cdot t = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \quad | : t$

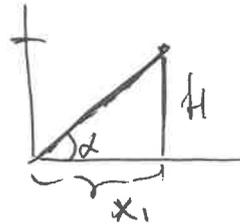
$v_0 \cos \alpha - v = v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2}$

$v_0 (\cos \alpha - \sin \alpha) - v = -\frac{gt}{2} \quad | \Rightarrow$

$\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} = 0$

$\Rightarrow v = \frac{gt}{2} \Rightarrow t = \frac{2v}{g}$

3)



$\tan \alpha = \frac{H}{x_1}$

$x_1 = \frac{H}{\tan \alpha} = \frac{H}{\tan 45^\circ} = H$

$(v_0 \cos \alpha - v) \cdot \frac{2v}{g} = H$
 $\frac{800 \cdot \sqrt{2}}{2} - 8 \cdot \frac{2 \cdot 8}{9.8} = \frac{(400\sqrt{2} - 8) \cdot 8}{5} \approx 892,3 \text{ м}$

Ответ: 892,3 м

	/		/
	/		/

Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О О 9 6 2 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

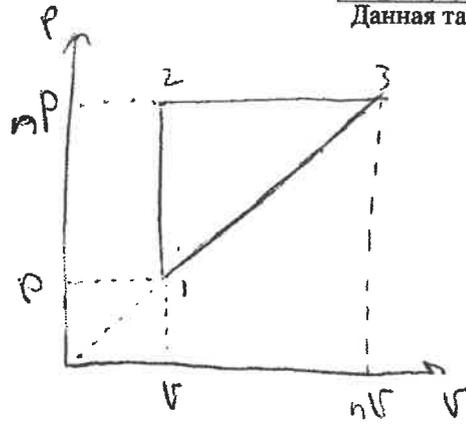
1	2	3	4	5	6	Σ
23	19	5	-	4	20	71

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№2

Дано $v=1$
 $i=5$
 $n=5$

$\eta=?$



① Заметим, что состояния 1 и 2 состоят из 3 молекул на одной прямой, проходящей через центр. Это значит, что $\frac{p}{v} = \frac{p_3}{nv} \Rightarrow p_3 = np = p_2$

② $\eta = \frac{A}{Q}$, где A - работа газа
 Q - подведенное тепло.

$$A = (np - p)(nv - v) \cdot \frac{1}{2} = \frac{p v (n-1)^2}{2}$$

- как площадь под графиком.

$$Q = A + \Delta U$$

ΔU_{1-2} $\left. \begin{array}{l} p \uparrow \\ v = \text{const} \end{array} \right\} \Rightarrow T \uparrow$
 ΔU_{2-3} $\left. \begin{array}{l} p = \text{const} \\ v \uparrow \end{array} \right\} \Rightarrow T \uparrow$
 ΔU_{3-1} $\left. \begin{array}{l} p v \\ v \downarrow \end{array} \right\} \Rightarrow T \downarrow$

$$\Delta U = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$$

③ Заметим закон для всех состояний

1) $p v = \nu R T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{p v}{\nu R}$
 2) $np v = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{np v}{\nu R}$
 3) $np n v = \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{np n v}{\nu R}$

$$\begin{aligned}
 \Delta U_{12} &= \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \\
 &= \frac{1}{2} \nu R \frac{np v}{\nu R} (n-1) = \frac{1}{2} np v (n-1) \\
 \Delta U_{23} &= \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{1}{2} np v n (n-1)
 \end{aligned}$$

см. лист 2

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Р U 0 0 0 0 9 6 2 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$\textcircled{3} \quad \eta = \frac{A}{Q} = \frac{A}{A + \Delta U}$$

$$\Delta U = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} = \frac{1}{2} \rho V (n-1)(n+1)$$

~~$$Q = A + \Delta U = \rho V (n-1)^2 + \rho V (n-1)(n+1) = \rho V (n-1)(n-1 + n+1)$$~~

$$Q = A + \Delta U = \rho V (n-1)^2 + \rho V (n-1)(n+1) = \rho V (n-1)(n-1 + n+1)$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{\rho V (n-1)^2 \cdot 2}{2 \rho V (n-1)(n-1 + n+1)} = \frac{n-1}{n-1 + n+1} = \frac{4}{4+25+5}$$

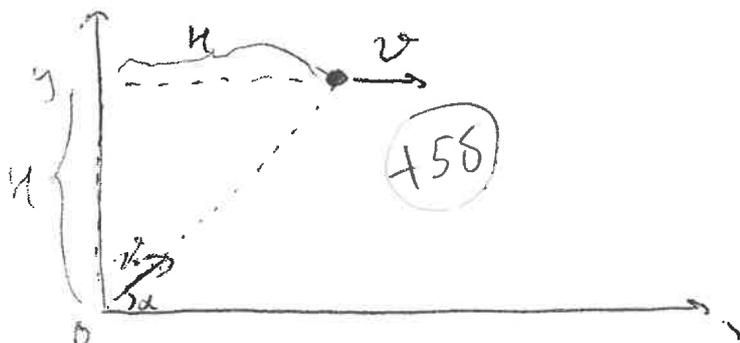
$$= \frac{4}{34} = \frac{2}{17}$$

Это вылетело кгп не в процентах, поэтому в процентах $\eta = \frac{2}{17} \cdot 100\% \approx 11,76\%$

Ответ: $\eta = 11,76\%$

5°6
 $v = 10 \text{ м/с}$
 $\alpha = 45^\circ$
 $v_0 = 500 \text{ м/с}$

 $n = ?$



① Так выстрел был выполнен без упрощения, в начальном

см лист 3

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О О 9 6 2 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

момент времени скорость была направлена ровно на птицу. Тогда, если она была на высоте H , то, по оси Ox , она была также на расстоянии H от орудия (так $\alpha = 45^\circ \Rightarrow$ катеты n/y \Leftarrow равны)

Ⓒ Тогда Σt - время, после выстрела, через которое пуля попадет в птицу.

Когда пуля попадет в птицу, их ~~расстояние~~ ^{расстояние} (и пули, и птицы) по оси Oy будет равно, и их высота будет равна.

Тогда $\begin{cases} Ox: v_{0x}t = H + vt \\ Oy: v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = H \end{cases}$ Решу эту систему

$$\begin{cases} H = t(v_{0x} - v) \\ H = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} t(v_{0x} - v) = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \\ t = \frac{(v_{0y} - v_{0x} + v)}{g} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_{0y} = v_0 \sin \alpha \\ \sin 45^\circ = \cos 45^\circ \end{cases} \Rightarrow v_{0x} = v_{0y} \Rightarrow t = \frac{2v}{g}$$

$$H = \frac{2v}{g} (v_0 \cos \alpha - v) = \frac{2 \cdot 10}{10} \left(\frac{250}{\sqrt{2}} - 10 \right) = 687,4$$

↑
Это если $g = 10 \text{ м/с}^2$

Если $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, то $H = 701 \text{ м}$

Ⓓ $H = 701 \Rightarrow$ высота человека \Rightarrow H можно приобрести, и считать, что человек стрелял ровно с земли. (как и предполагалось и сделала см лист 4)

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О О 9 6 2 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

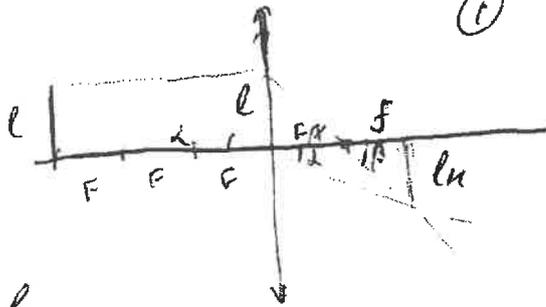
1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Ответ: $H = 40 \text{ см}$

№5

Дано: $3F$
 Δl



① $3l$ - высота предмета

$$\textcircled{2} \tan \beta = \frac{l}{F} = \frac{l_n}{f}$$

$$\tan \alpha = \frac{l}{3F} = \frac{l_n}{F+f}$$

где l_n - высота изображения,

f - расстояние от фокуса до основания предмета.

$$f = \frac{l_n \cdot F}{l}$$

$$\frac{l}{3F} = \frac{l_n}{F + \frac{l_n}{l} F} \quad | \cdot F$$

$$\frac{l}{3} = \frac{l_n}{1 + \frac{l_n}{l}}$$

$$l + l_n = 3l_n$$

$$l = 2l_n \Rightarrow$$

$\Downarrow 40$

Полученное изображение в два раза меньше.

Увеличили равно по высоте предметной высоты.

Ответ: ~~увеличили~~ полученное изображение меньше в два раза, высота ее сам предмет.

см лист 5



Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

Р И О О О О 9 6 2 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№ 1

Дано: $m = 0,5 \text{ кг}$
 $v = 10 \text{ м/с}$
 $R = 0,15 \text{ м}$
 $P = 3 \text{ атм} = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$t = ?$

1) Будем считать, что деформация шара мала и равна x , тогда

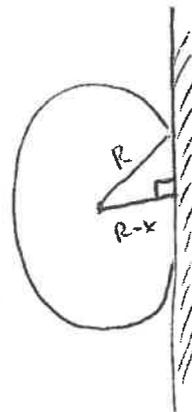
$$r = \sqrt{R^2 - (R-x)^2} =$$

$$= \sqrt{R^2 - R^2 + 2Rx - x^2} =$$

$$\approx \sqrt{2Rx - x^2} \text{ - радиус}$$

круга касания шара и стены, но так как $x \ll R$, то x^2 можно пренебречь, тогда

$$r = \sqrt{2Rx} \quad +2,5$$



(+3,5)

2) F - сила, с которой стена действует на шар

$$F = (P - P_{атм}) S_{кон} = (P - P_{атм}) \pi r^2 = 2\pi R x (P - P_{атм})$$

3) Время соприкосновения шара с поверхностью будет равно периоду одного колебания. ★

1,5 балла

4) Из $F = k = 2\pi R (P - P_{атм})$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2\pi R (P - P_{атм})}}$$

★ (подсказки и 3) Колебание кончается, когда шар только коснется стены, когда левая часть шара потеряет скорость - $\frac{T}{4}$, шар примет свою обычную форму - $\frac{T}{2}$ и колебание было бы полным, если шар "приклеился" бы к стене.

(и еще 6 балла →)

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О О 9 6 2 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

5) Таким образом,

$$t = \frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{m}{2\pi R(P-P_{atm})}} =$$

$$= 3,14 \sqrt{\frac{0,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,15 \cdot (3-1) \cdot 10^5}} = \frac{3,14}{10^3} \sqrt{\frac{5 \cdot 100}{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 2}} =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 10}{2 \cdot 10^3} \sqrt{\frac{5}{3,14 \cdot 15}} = \frac{3,14}{2 \cdot 10^2} \sqrt{3,14 \cdot 3} \approx \frac{3,14}{2 \cdot 10^2 \cdot 3,07} \approx$$

$\approx 0,0051 \text{ с}$

6) Сила давления масла на стенку равна силе давления

стенки на мяч F

$$F = 2\pi R \cdot x (P - P_{atm}) \quad \text{т.к. } x \text{ - мяч } \Rightarrow \text{ тогда } F_{cp} = \frac{F}{2} =$$

$$= \pi R x (P - P_{atm})$$

За $t_1 = \frac{t}{2}$ ^{краски} мяч пройдет этот x и полностью потеряет

свою скорость $v = at_1$ } формулы также, т.к. можно

$$x = \frac{at_1^2}{2} \quad \text{рассмотреть движение мяча}$$

крат мяча в обратную сторону.

$$a = \frac{v}{t_1}$$

$$x = \frac{vt_1}{2} = \frac{v^2 t}{4}$$

$$F_{cp} = \frac{\pi R v t (P - P_{atm})}{2} = \frac{3,14 \cdot 0,15 \cdot 10 \cdot 51 \cdot 10^{-4} \cdot 10^5 (3-1)}{2}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 10^2 \cdot 51 \cdot 2}{2} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 51}{2} \approx 1201,05 \text{ Н}$$

см мет 7

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О О О О 9 6 2 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Ответ: \neq

время касания мела стенки - $0,0051 \text{ с}$
 средняя сила давления - $1201,05 \text{ Н}$

Р3

Дано: $v = 5 \text{ м/с}$
 $\Delta t = 1 \text{ с}$
 $\Delta m = 0,5 \text{ кг}$

1) начальная масса саней с лядой M
 Тогда до того, как мэр выбросила хоть
 одну ляду
 (тк $v = \text{const}$, $a = 0$)

$$F_{\text{тр}} = F_A$$

$$F_{\text{тр}} = \mu M g$$

$$\mu M g = F_A$$

Оценить ΔF



2) Δ первую секунду выбрасывали мэр ляды.

(В условии сказано, что сила трения саней о дорогу не зависит
 почему это так то, но коэффициент трения всегда
 одинаковый. Так если считать, что $F_{\text{тр}} = \text{const}$, то мэр,
 скотной лядой надо гнуть тыче должна быть постоянна,
 а тогда уже нет уменьшения)

$$\begin{cases} F_1 = \mu M g \\ F_2 = \mu (M - \Delta m) g \end{cases}$$

$$F_1 - F_2 = \mu g \Delta m = \Delta F \text{ за } \Delta t$$

3) Оценить ΔF за Δt

м мэр \rightarrow

50

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О О 9 6 2 9 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1) Самые легкие тащить, чем поднимать $\Rightarrow \mu < 1$. При оценке возьми $\mu = 1$.

2) Чтобы оценить сверху $g = 10$, тогда

$$\Delta F = \mu m g = 1 \cdot 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ Н} \quad \textcircled{1}$$

То есть за секунду ~~или~~ изменение силы, с которой лошади касат сани не превышает 5 Н.

4) ~~Железа которого больше, чем, чтобы вы~~

Предположим, что мушкетер выловил рыбок 50 кг рыбы, это уже очень много. Тогда же подорбилось $\frac{50}{0,5} = 100 \text{ с}$, чтобы выкинуть всю рыбку.

За эти 100с $\Delta F = 500 \text{ Н}$ - максимум

Тогда масса саней и мушкетера минимальна, и в сумме = 50 кг, тогда только, чтобы тащить их лошади должны иметь силу 500 Н + вес наездника и рыбы: 1000 Н.

То есть если брать такие соотношения масс, то за все время лошади должны будут почти прикладывать силу в два раза меньше.

Ответ: по оценке сверху за секунду лошади должны ~~при~~ терять 5 Н силы ~~или~~ по оценке снизу $F_{тр} \rightarrow 0$ и лошади вообще не надо прилагать усилий, чтобы тащить сани.

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 6 3 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

Задача 1

1	2	3	4	5	6	Σ
6	25	15	3	5	17	71

Рассмотрим взаимодействие мола и стенки.



м.а. столкновение абсолютно упругое, то после столкновения мол будет двигаться со скоростью $-v$ относительно стенки, тогда по 2.3.4.

$$\Delta P = F \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta P}{F} \quad (+)$$

взаимодействия мола и стенки.

$$F = P \cdot S, \text{ где } S - \text{площадь контакта, } P - \text{давление}$$

$$\Delta t = \frac{P_0 - P_1}{PS} = \frac{mV - (-mV)}{PS} = \frac{2mV}{PS} \quad (+)$$

$$= \frac{2 \cdot 1 \cdot 10}{3 \cdot 10^5 \cdot \pi \cdot 0,15^2} = 0,94 \text{ нс} = 0,94 \cdot 10^{-9} \text{ с.}$$

В процессе контакта площадь взаимодействия мола и стенки будет менять в зависимости от деформации мола, поэтому среднюю площадь взаимодействия равна площади поперечного сечения $S = \pi R^2$

$$F_{cp} = P \cdot S = P \pi R^2 = 3 \cdot 10^5 \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 = 21195 \text{ Н}$$

Ответ: 0,94 нс
21195 Н

Задача 2

III. и. продел 1-3 проходят через начало координат, для него верно выполняется $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_3}{V_3} = P_3 = \frac{V_3}{V_1} \cdot P_1 = \frac{D V_1 \cdot P_1}{V_1} = D P_1$

Тогда по закону Менделеева - Клапейрона и уравнению состояния Т. А,

$$Q_{13} = \frac{i}{2} (\nu R T_3 - \nu R T_1) + \frac{(P_1 + D P_1) \cdot (D V_1 - V_1)}{2}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 0 6 3 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Продолжите задание 2.

$$Q_{13} = \frac{i}{2} (P_1 V - P_1 V n^2) + P_1 V \left(\frac{n+1}{2} \right) (n-1) =$$

$$= \frac{i}{2} P_1 V (1 - n^2) + P_1 V \frac{(n-1)^2}{2}; \quad Q_{13} < 0 \Rightarrow Q_{13} = Q_x$$

i -кол-во степеней свободы у эл в двухстороннего уровня

$$i=5 \Rightarrow |Q_x| = \frac{5}{2} P_1 V (n^2 - 1) + P_1 V \cdot \frac{(n-1)^2}{2} =$$

$$= P_1 V \left(\frac{5}{2} (n^2 - 1) + \frac{(n^2 - 1)}{2} \right) = 3 P_1 V (n^2 - 1)$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{13}; \quad 1-2 \text{ - узловая } Q_{12} = \frac{5}{2} (V R_{12}^2 - V R_{11}^2) =$$

$$= \frac{5}{2} (P_1 V - P_1 V) = \frac{5}{2} P_1 V (n-1)$$

$$Q_{13} = \frac{5}{2} (P_1 V n^2 - P_1 V) + P_1 V (V_n - V) = \frac{5}{2} P_1 V (n^2 - n) + P_1 V (n^2 - n) =$$

$$= P_1 V \left(\frac{5}{2} (n^2 - n) + (n^2 - n) \right) = \frac{7}{2} P_1 V (n^2 - n)$$

$$Q_H = \frac{5}{2} P_1 V (n-1) + \frac{7}{2} P_1 V (n^2 - n); \quad Q_x = 3 P_1 V (n^2 - 1)$$

$$\mu = \frac{Q_H - Q_x}{Q_H} = \frac{P_1 V \left(\frac{5}{2} (n-1) + \frac{7}{2} (n^2 - n) \right) - 3 P_1 V (n^2 - 1)}{P_1 V \left(\frac{5}{2} (n-1) + \frac{7}{2} (n^2 - n) \right)} =$$

$$= \frac{\frac{5}{2} (n-1) + \frac{7}{2} (n^2 - n) - 3(n^2 - 1)}{\frac{5}{2} (n-1) + \frac{7}{2} (n^2 - n)} = 1 - \frac{4n}{3.5 \cdot 20 + 2.5 \cdot 4} = 0,1 \text{ (при } n=5)$$

$$\mu \cdot 100\% = 10\%$$

Ответ: 10% +

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 0 6 3 3 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



Задача 3

П.к. мы преобразим исходную силу трения и массой шара (по усл. задачи), то запишем з.з.ч. для системы: $\Sigma F \cdot \Delta t = \Delta p$

$$(F_{тр} + F_{кас} - \Delta F) \cdot \Delta t = (m - \Delta m)(v - \Delta v), \text{ где}$$

$F_{тр}$ - исходная сила трения, $F_{кас}$ - касательная приращиваемая сила, ΔF - изменение силы, Δm - изменение массы, $\Delta v = 0$ (по усл.)

$$(F_{тр} + F_{кас} - \Delta F) \cdot \Delta t = mv - \Delta mv (*)$$

Для начального состояния системы $mv = (F_{тр} + F_{кас}) \cdot \Delta t \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{F_{тр} + F_{кас}}{\Delta t} = \frac{mv}{\Delta t} \rightarrow (*) \quad mv - \Delta F \Delta t = mv - \Delta mv =$$

$$= \Delta F = \frac{\Delta mv}{\Delta t} = \frac{0,5 \cdot 5}{1} = 2,5 \text{ Н}$$

Ответ: 2,5 Н. +

№ 4

Рассмотрим треугольный шарик, когда сила, вызванная фотоэлементами облучения, равна Mg ; $M\vec{g} + \vec{F}_g = 0$

Оч: $Mg = F_g$; $Mg = PS$, где P - давление излучения фотоэлем.

$$\therefore S - площадь шара.$$

$$P = \frac{Mg}{S} = \frac{100}{10 \cdot 10^{-4}} = 100 \cdot 10^3 = 10^5 \text{ Па} - \text{давление излучения фотоэлем.}$$

$$P = \frac{F_g}{S} = \frac{Mg}{S}$$

Ответ: 10^5 Па

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ср и 0001063325

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 5

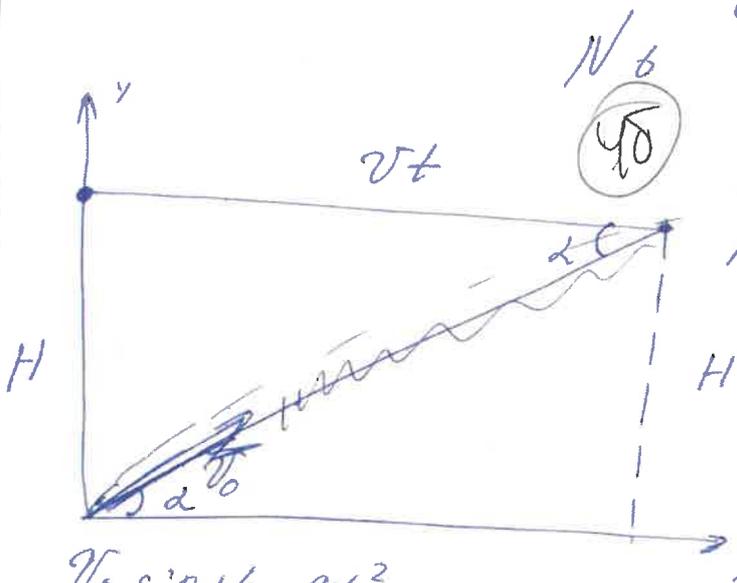
Для данной ситуации: фазы - действительной, изображение - действительное, поэтому формула принимает вид

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \text{ где } d = 3F (\text{по условию}) \Rightarrow \frac{3-f}{3F} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{3F}{2}$$

$$\Gamma = \frac{h}{H}; \text{ из подобия треугольников } \Delta \frac{h}{H} = \frac{f}{d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Gamma = \frac{h}{H} = \frac{f}{d} = \frac{3F}{2} \cdot \frac{1}{3F} = 0,5$$

Ответ: 0,5 (+)



Пусть t - время полета.

П.к. формулы в поле памяти земли

$$H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{H}{v_0 t} \Rightarrow ?$$

$$\Rightarrow H = \text{tg} \alpha v_0 t$$

$$v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = v_0 t \text{tg} \alpha; \quad v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2} = v_0 \text{tg} \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{2(v_0 \sin \alpha - v_0 \text{tg} \alpha)}{g}$$

$$\frac{10}{9,8} = 68,4 \text{ с.} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = v_0 t \text{tg} \alpha = 10 \cdot 68,4 \cdot 1 = 684 \text{ м}$$

Ответ: 684 м.

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

Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 6 4 9 1 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

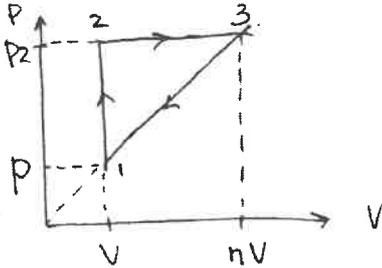
1	2	3	4	5	6	Σ
3	25	15	3	5	20	71

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№ 2

Дано:
 $n=5$
 $\eta=?$
 $\gamma=5$

двухатомн. газ



1) Рассм. учесть процесс 3-1
 p зависит от V при изобр. ($p \sim V$)
 $p = kV$ (к какой-то коэф?)

тогда $p_2 = k \cdot nV$.

тогда $p_2 = n p$.

2) $A_{\Gamma} = S_{\text{фигуры}}$ (в коор. pV)

$$S_{\text{фигуры}} = (p_2 - p)(nV - V) \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= (n-1)^2 pV \cdot \frac{1}{2} \rightarrow$$

$$A_{\Gamma} = \frac{(n-1)^2}{2} pV \quad \text{— работа газа всего процесса}$$

3) $Q_{\text{пол}} = Q_{12} + Q_{23}$ — получ. тепло

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \Rightarrow Q_{12} = \frac{i}{2} pV (n-1) \quad \uparrow$$

$$A_{12} = 0, \text{ т.к. } V = \text{const.} \quad \left. \begin{array}{l} \textcircled{1} pV = \nu RT_1 \\ \textcircled{2} npV = \nu RT_2 \end{array} \right\} \Delta U_{12} = \frac{i}{2} pV (n-1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} \Rightarrow Q_{23} = n(n-1)pV + n(n-1) \frac{i}{2} pV +$$

$$A_{23} = p_2 (nV - V) = n(n-1)pV$$

$$\Delta U_{23} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_{23} \quad \left. \begin{array}{l} \textcircled{2} npV = \nu RT_2 \\ \textcircled{3} n^2 pV = \nu RT_3 \end{array} \right\} \Delta U_{23} = \frac{i}{2} pV (n^2 - n)$$

$$\Rightarrow Q_{23} = \left(\frac{i}{2} + 1\right) (n-1)n \cdot pV$$

$$\Rightarrow Q_{\text{пол}} = \frac{i}{2} pV (n-1) + \left(\frac{i}{2} + 1\right) (n-1)n \cdot pV$$

$$Q_{\text{пол}} = pV (n-1) \left(\frac{i}{2} + \left(\frac{i}{2} + 1\right)n\right)$$

$$\eta = \frac{A_{\Gamma}}{Q_{\text{пол}}} \cdot 100\% ; \quad \eta = \frac{(n-1)^2 pV \cdot \frac{1}{2}}{pV (n-1) \left(\frac{i}{2} + \left(\frac{i}{2} + 1\right)n\right)} \cdot 100\% ;$$

$$\eta = \frac{n-1}{2\left(\frac{i}{2} + n\left(\frac{i}{2} + 1\right)\right)} \cdot 100\% ; \quad \eta = \frac{n-1}{i + n(i+2)} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{5-1}{5+5 \cdot (5+2)} \cdot 100\% ; \quad \eta = 10\%$$

Ответ: 10% +

с листа 2

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 8 4 9 1 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№ 3
 Дано:
 $v = 5 \frac{m}{c}$
 $\Delta t = 1c$
 $\Delta m = 0,5kr$
 $\Delta F = ?$



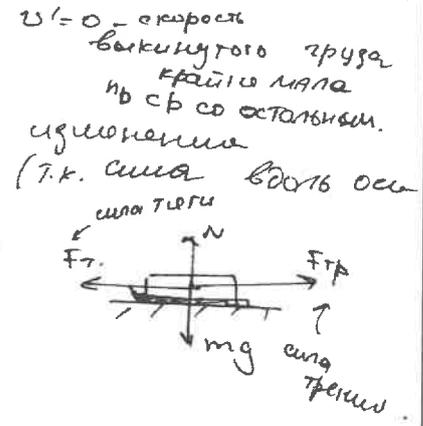
Решение: Воспользуемся 3-им законом Ньютона для оси X (т.к. сила вдоль оси уменьшается со временем).

$$\Delta F \cdot \Delta t = (m - \Delta m)v - mv$$

$$\Delta F \cdot \Delta t = -\Delta m v$$

$$\Delta F = \frac{-\Delta m v}{\Delta t}$$

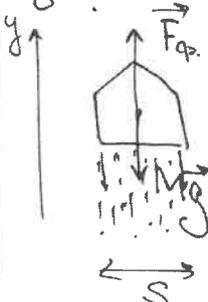
$$\Delta F = \frac{-0,5kr \cdot 5 \frac{m}{c}}{1c} = -2,5kr \frac{m}{c}$$



$\Delta F = -2,5 H$ ("-" озн., что сила уменьшается.)

Ответ: на меньше сила на 2,5H, за каждую выброш. массу Δm за Δt .

№ 4
 Дано:
 $M = 10kr$
 $S = 10cm^2$
 $\sigma = ?$



σ - интенсивность света
 Чтобы преодолеть земное притяжение:
 $F_g = Mg$
 $a = \frac{v^2}{R_g}$
 $F_g = \frac{GM^2}{R_g^2}$
 $v_k = \sqrt{\frac{GM}{R_g}}$
 Поток фотонів, вылетая, сообщает некую силу $F_{ф}$, которая и поднимает корабль.
 Преодолеть земное притяжение $\rightarrow N = 0$

$$\sigma = \frac{E_{ф}}{S}$$

$$E_{ф} = Nh\nu$$

$$\sigma = \frac{Nh\nu}{S}$$



см лист 3

дополнительной бланк № 1

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

Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 6 4 9 1 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

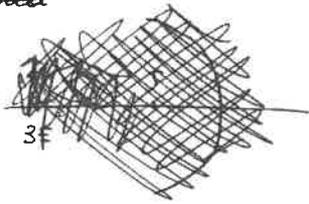
ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что зависимо с этой стороны листа в рамке справа

№ 5

Дано: *Ана*

$d = 3F$

$\Gamma = ?$



Аналогично с

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F} + \frac{1}{\Gamma}$$

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{3-1}{3F}$$

точкой совер. линзой (обычной)

$$f = \frac{3}{2} F$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{\frac{3}{2} F}{3F} = \frac{1}{2}$$

⇒ изображение уменьшено в 2 раза

Ответ: 0,5 (изобр. уменьшается) (+)

№ 6

Дано:

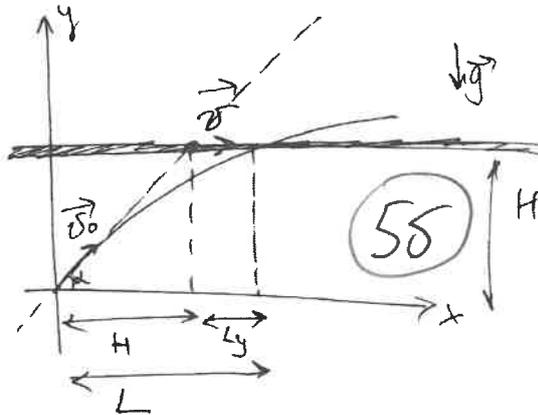
$v = 10 \frac{m}{c}$

$\alpha = 45^\circ$

$v_0 = 500 \frac{m}{c^2}$

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

$H = ?$



Оказав когда утка
1) оказалась по пункт.
прямой отлетик вверх.
Из-за ускор g, пуля
двигалась равноускор.
под углом alpha к гориз.

За время t от выстрела
до попадания утка
пролетела: $L_y = vt$.

За это же время пуля прошла расстояние $L = v_0 \cos \alpha t$. (+)

Тогда из геометрии рис. (-) $L = H + L_y$ ($\alpha = 45^\circ$).

Тогда: $v_0 \cos \alpha t = H + vt$; $t(v_0 \cos \alpha - v) = H$.

2) Пуля в осях Oy :

$H = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$ (-50)

т.к. $\alpha = 45^\circ$, то $v_0 \cos \alpha = v_0 \sin \alpha$

$t(v_0 \cos \alpha - v) = t(v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2})$ (-40)

$t = \frac{2v}{g}$ (+) ⇒ $H = \frac{2v}{g} (v_0 \cos \alpha - v)$; $H = \frac{2 \cdot 10}{10} (500 \cos 45^\circ - 10)$

$t = \frac{2 \cdot 10}{10} = 2 c$

$H \approx 687 m$

Ответ: 687m

сильч 4

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 1 6 4 9 1 2 5

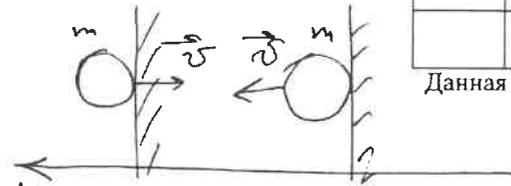
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№ 1

Дано:
 $m = 0,5 \text{ кг}$
 $R = 0,15 \text{ м}$
 $v = 10 \text{ м/с}$
 $p = 3p_0$
 $p_0 - \text{атм. давл.}$
 $\Delta t = ?$
 $F_{\text{сп}} = ?$



Вспользуемся 3-им изменением импульса на ось x

$$\Delta F \cdot \Delta t = m v - (-m v)$$

$$\Delta F \cdot \Delta t = 2 m v$$

$$\Delta t = \frac{2 m v}{\Delta F}$$

$\Delta F = p \cdot \Delta S$
 Давл. мяча не меняется
 площадь соприкосновения мяча со стеной изменится.

т.к. воздух в мяче можно считать идеальным газом

$$p \cdot \Delta S \cdot \Delta t = 2 m v$$

$$\Delta S \cdot \Delta t = \frac{2 m v}{p}$$

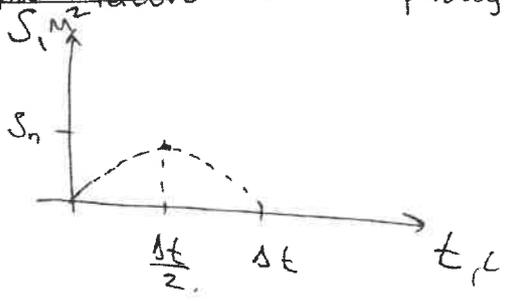
Const, т.к. давление внутри мяча не меняется

~~$p = \frac{F}{S}$~~ +

$$p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = p \cdot S$$

30

~~Для такого мяча радиусом R ΔS составит не более 1 мм² т.к. 10~~



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

Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

Ф Ч О О О 1 0 6 6 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
7	25	15	5	5	12	69

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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



$\sqrt{5}$

$$\frac{d=3F}{\Gamma=?}$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{3F} = \frac{3F-F}{3F^2}$$

$$f = \frac{3}{2}F$$

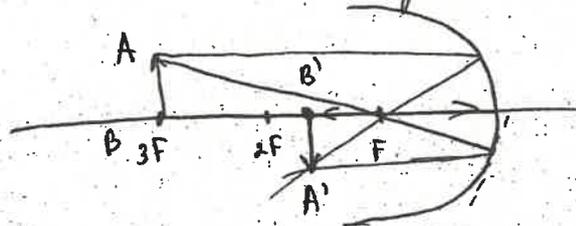
$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

$$\Gamma = \frac{\frac{3}{2}F}{3F} = \frac{3F}{6F} = \frac{1}{2}$$

где Γ - увеличение предмета.



Ответ: $\Gamma = \frac{1}{2}$ (+)



$\sqrt{1}$

$m = 0,5 \text{ кг}$

$R = 0,15 \text{ м}$

$v = 10 \text{ м/с}$

$P = 3 \text{ атн} = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$P = \text{const.}$

Сколько моча - ?

$F_{\text{сп}} = ?$

$S_{\text{сеч. моча}} = \pi R^2 = \frac{9}{400} \pi$ (+1)

$F_{\text{сп}} = P \cdot S = 3 \cdot 10^5 \cdot \frac{9}{400} \pi$ (+1)

$\pi \cdot \text{к. удар упругий, мо}$

$\Delta F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ (+1)

$\Delta t = \frac{\Delta P}{\Delta F}$

$\Delta p = m \cdot \Delta v$



(+2)

↑
Сколько моча и стени

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 0 6 6 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№1 (предложение)

$$F_{cp} = P \cdot S = 3 \cdot 10^5 \frac{9}{400} \pi \approx 6750 \pi \approx 21205,75 \text{ Н.}$$

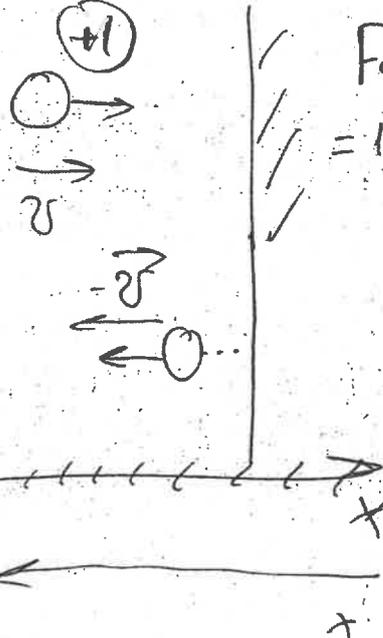
$$F_{cp} = P \cdot S_{cp} \quad S_{cp} = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} \quad (+1)$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \Delta F \quad S_{max} = \pi R^2$$

$$\Delta t = \frac{\Delta p}{\Delta F}$$

$$S_{min} = 0$$

$$F_{cp} = \frac{P \cdot \pi R^2}{2}$$



$$\Delta p_x = -m v_x - m v_x$$

$$\Delta p_x =$$

ЗСЦ на ось:

$$\Delta p_x = m v + m v = 2m v$$

$$\Delta t = \frac{2m v}{\Delta F} = \frac{2m v}{F_{cp}} = \frac{2m v}{\frac{P \cdot S_{max}}{2}} = \frac{2m v}{\frac{P \cdot \pi \cdot R^2}{2}} \quad (=)$$

$$\Delta F = F_k - F_0 = F_{cp}$$

$$= \frac{4m v}{P \cdot \pi R^2} \approx 0,001 \text{ с.}$$

$\approx 0,0005 \text{ с}$ ← время контакта молотка и стержня.

Ответ: $F_{cp} = 21205,75 \text{ Н}$; $\Delta t = 0,0005 \text{ с}$.

$F_{cp} = 10602,88 \text{ Н}$; $\Delta t \approx 0,001 \text{ с}$

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

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 0 6 6 4 2 5

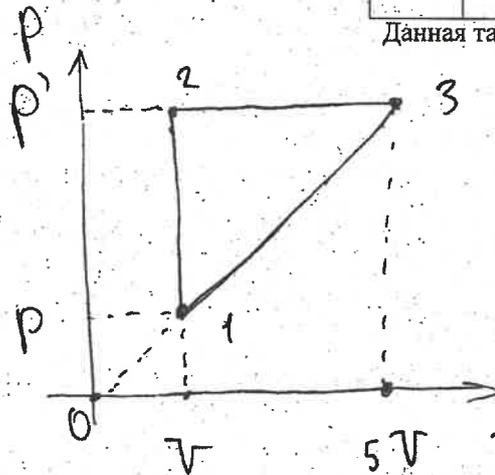
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

$\sqrt{2}$
 $n=5$
 $J=1 \text{ моль}$
 $i=5$
 $\eta=?$



$$p' \cdot V = J R T_2$$

$$p' \cdot 5V = J R T_3$$

$$5pV = J R T_2$$

$$25pV = J R T_3$$

$$20pV = J R \Delta T_{23}$$

1-2; $V = \text{const}$ изохор.

$A=0$; $\Delta U > 0 \Rightarrow Q_+$

2-3; $p = \text{const}$; $V \uparrow \Rightarrow Q_+$

3-1; $p \sim V$; $V \downarrow \Rightarrow Q_-$

Процесс 3-1; $p = kV$

$$\left. \begin{array}{l} 1) p = kV \\ 3) p' = k \cdot 5V \end{array} \right| \Rightarrow \frac{p}{p'} = \frac{1}{5}$$

$$5p = p'$$

$$\Delta U_{12} = \frac{5}{2} J R \Delta T_{12} = 10 pV$$

$$pV = J R T_1 \Rightarrow 4pV = J R T_2$$

$$5pV = J R T_3$$

$$\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_+}$$

$$A_{\text{цикл}} = S_{123}. S = \frac{1}{2} \cdot 4p \cdot 4V = 8pV$$

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{12} + A_{23} + \Delta U_{23} = 10pV + 50pV + 20pV = 80pV$$

Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

Ф Ц О О О 1 0 6 6 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$\sqrt{2}$ (продолжение)

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{80\cancel{\text{Дж}}}{800\cancel{\text{Дж}}} = \frac{1}{10}$$

$$\eta = 10\%$$

Ответ: $\eta = 10\%$ +

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 0 6 6 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№3.

Дано:

$$v = 5 \text{ м/с.}$$

$$\Delta t = 1 \text{ с.}$$

$$\Delta m = 0,5 \text{ кг.}$$

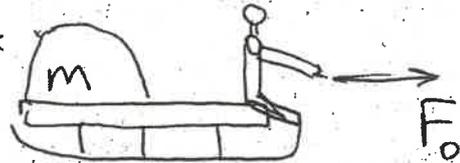
$$F = p = \text{const.}$$

$$m_0 = 0$$

$$\Delta F = ?$$

Пусть m — начальная масса рюкзачка,
 F_0 — сила скатерной лошади тянущей
 саму.

через промежуток
 времени Δt ;



$$m' = m - \Delta m, \text{ масса}$$

$m' = m - \Delta m \cdot N$, где N — кол-во
 промежутков времени.

$$\frac{\Delta F}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \Delta F; \text{ т.к. } v \text{ постоянна, но}$$

меняется масса рюкзака, меняется импульс
 системы.

$$\Delta p = v \cdot \Delta m$$

$$\Delta F = \frac{v \cdot \Delta m}{\Delta t} = \frac{5 \cdot 0,5}{1} = 2,5 \text{ Н, получается,}$$

что за каждую секунду лошади силой
 тянущей на ΔF меньше, для поддержания
 $v = \text{const} = 5 \text{ м/с}$, масса она будет постоянно уменьшаться

$$\text{Ответ: } \Delta F = 2,5 \text{ Н. } +$$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 0 6 6 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

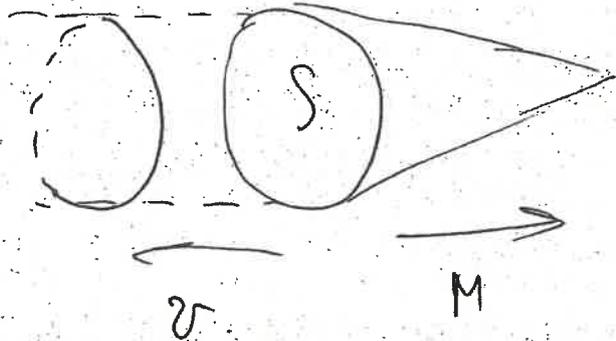
$\sqrt{4}$

$M = 10 \text{ кг}$

$S = 10 \text{ см}^2$

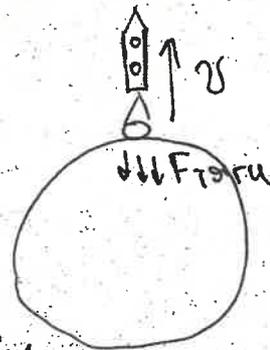
$I = ?$

I , интенсивность излучения



$$mg = G \frac{m \cdot M}{R_3^2}$$

$$g = G \frac{M}{R_3^2}$$



$S = 10 \text{ см}^2 = 0,001 \text{ м}^2$

Для того чтобы корабль преодолел земное притяжение, он должен набрать среднюю скорость v - 1-ая косм. скорость.

$$m a_{g.c} = G \frac{m M}{R_3^2}$$

$$v^2 = G \frac{M}{R_3} \quad v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_3}}$$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 0 6 6 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

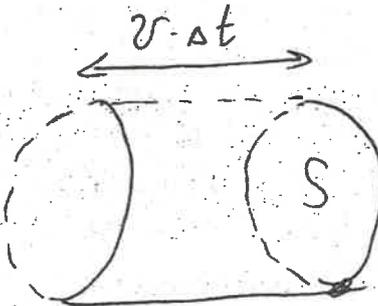
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№4. (продолжение)

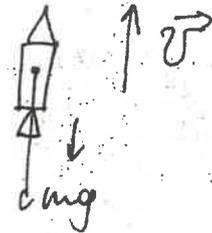
По есть необходимо, чтобы импенсивности
излучения фотонов хватило для набора
1-ой космической скорости.

$$V_{топлива} = S \cdot v \cdot \Delta t$$

$v \cdot \Delta t$ - расстояние,
которое проходит
косм. корабль.



По ЗСЧ, необходимо такое
кол-во топлива, чтобы корабль
остатывался от земли, ~~и зависит~~
~~от скорости ракеты~~



Если масса топлива, вырывающегося наружу, будет
больше или равна массе ракеты, то она полетит
(в некотором приближении).

$$\Delta F = \Delta \rho \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$\Delta F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

$$\Delta F =$$

$$A = mgH$$

↑
работа,
по пределению
силы тяжести.

$$P = S \cdot I$$

$$N = \frac{A}{\Delta t}, N - \text{мощность}$$

$$N = \frac{mgH}{\Delta t}$$

$\frac{H}{\Delta t} = v$ - скорость набора высоты

ВНИМАНИЕ! Проверьте, только до, что задано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФЧ 0001066725

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№4 (продолжение)

$$N = \frac{mgH}{\Delta t} = mgv = S \cdot I$$

$$I = \frac{mgv}{S}$$

58

v = первая космическая скорость.

$$\frac{mv^2}{R_3}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3}}$$

const

M_3 - масса земли

R_3 - радиус земли.

$$R_3 \approx 6400 \text{ км}$$

$$M_3 \approx 5,6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$I = \frac{mg \cdot \sqrt{\frac{GM_3}{R_3}}}{S} = \frac{mg}{S} \sqrt{\frac{GM_3}{R_3}} =$$

$$= 763953532,6 \approx 765 \text{ млн} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{м}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx \frac{\text{кг}}{\text{с}^3}$$

Ответ: ~~млн~~ $I \approx 765 \text{ млн} \frac{\text{кг}}{\text{с}^3}$ ⊖

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

040001066725

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№6.

$$v = 10 \text{ м/с.}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$v_0 = 500 \text{ м/с.}$$

H = ?

$$v_y = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha \quad (30)$$

$$x = v_x \cdot t$$

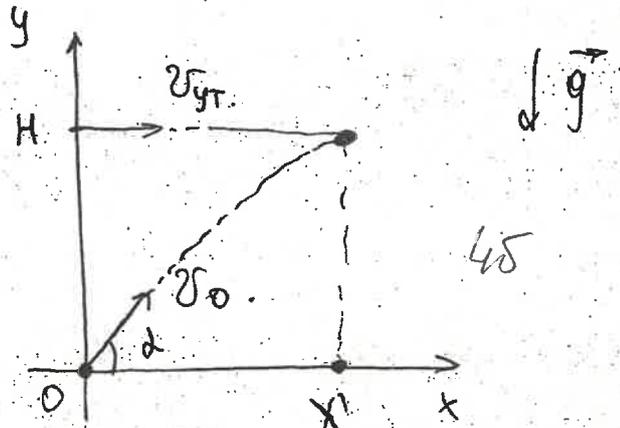
$$x = v_{\text{гг}} \cdot t$$

$$H = \frac{v_x^2 - v_{0y}^2}{2g}$$

$$H = \frac{(v_{0y} - gt)^2 - v_{0y}^2}{2g}$$

~~$$t_1 = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha - \sqrt{4v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 8gH}}{2g}$$~~

~~$$t_2 = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha + \sqrt{4v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 8gH}}{2g}$$~~



~~$$v_x - v_0 = gt$$~~

$$v_y = v_{0y} - gt$$

в наиб. точке

$$v_y = 0$$

$$t = \frac{v_{0y}}{g}$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

для нуль.

$$y(t) = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y(t) = H$$

в момент столкновения
 $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$

$$H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \quad (50)$$

$$gt^2 - 2v_0 \sin \alpha t + 2H = 0$$

$$D = v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 4 \cdot g \cdot 2H = 4v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 8gH$$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

04001066725

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№6 (продолжение)

$$y(t) = v_{0y} \cdot t - \frac{g t^2}{2} \quad x = \frac{v_{0x} t}{g}$$

$$y\left(\frac{x}{g}\right) = \frac{v_{0y}^2}{g}$$

$t = \frac{x}{v_x}$, где x - координата нуля.

$$y(x) = \operatorname{tg} \alpha \cdot x - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_x^2}$$

— ? $y(x) = ?$

$$y(x) = x - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$y(x) = x - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2}$$

$$\cos^2 \alpha = \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$y(x) = x - \frac{g x^2}{v_0^2}$$

~~$x =$~~

$$x_{yT} = v_{yT} \cdot t = v_{yT} \cdot t$$

$$v_{yT} = v$$

$$x_{нуль} = v_{0x} \cdot t = v \cdot t$$

$\pi - \alpha - \alpha = 45^\circ$, то $v_{0x} = v_{0y} = v$, где $\alpha = 45^\circ$ $\operatorname{tg} \alpha = 1$.

$$y(t) = y_0 + v_{0y} \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$1) y(x) = \operatorname{tg} \alpha \cdot x_{нуль} - \frac{g x_{нуль}^2}{2 v_0^2}$$

$$2) y(x) = \operatorname{tg} \alpha \cdot x_{утич} - \frac{g x_{утич}^2}{2 v_{yT}^2}$$

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



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 1 0 6 6 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$\frac{1}{6}$ (продолжения)
6

$$y(x) = x_{пул} - \frac{g x_{пул}^2}{2v^2}$$

$$y(x) = \frac{x_{утк}}{v} - \frac{g x_{утк}^2}{2v_{ут}^2}$$

В момент столкновения

$$x_{пул} = x_{утк} = x$$

$$y(x) = v_0y \cdot \frac{x_{утк}}{v_y} - \frac{g x_{утк}^2}{2v_{yt}^2}$$

$$y(x) = H$$

$$x - \frac{gx^2}{2v^2} = v_0y \cdot \frac{x}{v}$$

$$x - \frac{gx^2}{2v^2} = v' \cdot \frac{x}{v} - \frac{gx^2}{2v'^2}$$

$$H = x - \frac{gx^2}{2v^2}$$

$$1 - \frac{gx}{2v^2} = \frac{v'}{v} - \frac{gx}{2v'^2}$$

$$1 + \frac{v'}{v} = \frac{g}{2v^2} - \frac{g}{2v'^2}$$

$$H = \frac{2v'^2 - v^2}{g(v+v')} - \frac{g(2v'^2 - v^2)}{2v^2 \cdot \left(\frac{g(v+v')}{2v^2}\right)^2} \cdot \frac{1-v'}{v} = x \left(\frac{g}{2v'^2} - \frac{g}{2v^2} \right)$$

$$H = \frac{2v'^2 - v^2}{g(v+v')} - \frac{2v'^2 \cdot v^2}{(v+v')^2} =$$

$$x = \left(\frac{v-v'}{v} \right)$$

$$x = \left(\frac{v-v'}{v} \right) \cdot \frac{2 \cdot v'^2 \cdot v^2}{g \cdot v^2 \cdot v'^2}$$

$$= \frac{2v'^2 - v^2}{g(v+v')} \left(1 - \frac{v'}{v+v'} \right)$$

$$\frac{g}{2} \left(\frac{v^2 - v'^2}{v^2 \cdot v'^2} \right) = \frac{2v'^2 \cdot v^2}{g(v+v')} =$$

$$= \frac{2v'^2 \cdot v^2}{g(v+v')} =$$

$$H = \frac{2 \cdot 20^2 \cdot \cos^2(45) \cdot 10}{10(v + v_0 \cos(45))} \cdot \frac{10}{10}$$

$$= 687,7 \text{ м.}$$

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 6 6 7 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№6 (продолжение)

$$H = \frac{2v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)^2 \cdot v}{g(v + v_0 \cdot \cos \alpha)} \cdot \left(1 - \frac{v}{v + v_0 \cdot \cos \alpha} \right) =$$

$$= \frac{2 \cdot 500^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10}{10 \left(10 + 500 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \right)} \left(1 - \frac{10}{10 + 500 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}} \right) =$$

~~669 м~~ = 668,7 м ≈ 669 м

Ответ: H = 669 м

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



Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 1 0 7 3 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
6	25	15	2	5	14	67

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

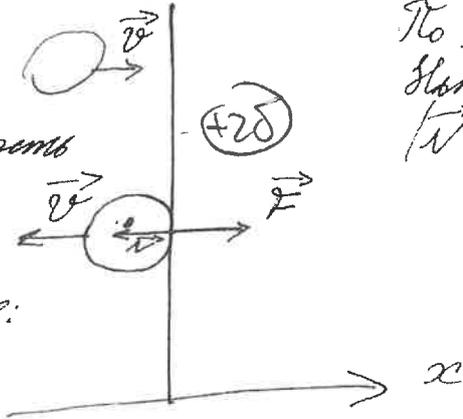
N1
 Дано:
 $m = 0,3 \text{ кг}$
 $R = 0,1 \text{ м}$
 $v = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $P = 2 \text{ атм}$
 $\tau = ?$
 $F_{\text{гр}} = ?$

Решение:

$1 \text{ атм} \approx 10^5 \text{ Па}$

Так как мяч упруго отскакивает от стены, то его скорость не меняется.

По II закону Ньютона в импульсной форме:



По III закону Ньютона $\vec{N} = -\vec{F}$

$\Sigma \vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}$ (+10)

Ох: $-N \Delta t = -m v - m v$ (+10)

$N \Delta t = 2 m v$

Δt - время контакта

$\Rightarrow \Delta t = \tau$

$\tau = \frac{2 m v}{N}$

Так как давление в шаре остаётся не изменённым, то сила давления воздуха в шаре в момент соприкосновения равна силе с которой шар действует на стену. (+10)

$\Rightarrow N = P S, S = 4 \pi R^2$ (+10)

$\Rightarrow \tau = \frac{2 m v}{4 \pi R^2 P} = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 5}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,1^2 \cdot 2 \cdot 10^5} \approx 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ с}$

Так как давление постоянно, то $F_{\text{гр}} = S P = 25132,8 \text{ Па}$

Ответ: $\tau \approx 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ с}$; $F_{\text{гр}} = 25132,8 \text{ Па}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 0 7 3 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

N2

Дано:

- $\nu = 1$
- $i = 5$
- $n = 2$
- $\eta = ?$

Решение:

В процессе 1-3 $P \sim V$,
знают и давление
увеличилось в 2 раза.

1-2 - изохора
2-3 - изобара
Так как газ идеальный:

$$\eta = \frac{A_{13}}{Q_{13}} \quad PV = \nu RT$$

A_{13} - площадь трапеции

$$\Rightarrow A_{13} = \frac{1}{2} pV; \quad Q_{13} = Q_{1-2} + Q_{2-3}$$

Чтобы понять в каком процессе газ получает тепло
проведём изотермы через его вершины, чем дальше
они от нуля, тем дальше там температура.

\Rightarrow в процессе 1-2 и 2-3 газ получает тепло.

$$Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2}; \quad A_{1-2} = 0, \text{ т.к. это изохора.}$$

$$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$T = \frac{pV}{\nu R} \Rightarrow T_2 = \frac{2pV}{\nu R}; \quad T_1 = \frac{pV}{\nu R}$$

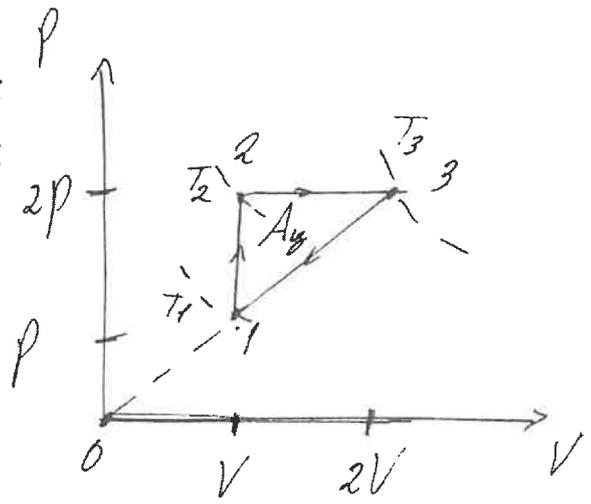
$$Q_{1-2} = \frac{5}{2} pV \quad (50)$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3}; \quad A_{2-3} - \text{площадь под трапецией.}$$

$$A_{2-3} = 2pV, \quad \Delta U_{2-3} = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{4pV}{\nu R} - \frac{2pV}{\nu R} \right) \Rightarrow \Delta U_{2-3} = 5pV$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{1}{2} pV}{\frac{5}{2} pV + 4pV} \approx 5,26\%$$

Ответ: $\eta \approx 5,26\%$



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 0 7 3 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

N5

Дано: | Решение:

$J = 1,5F$
 $\Gamma = ?$ | Так как линза собирающая, то $F > 0$.

Так как линза сферическая, то $F = \frac{R}{2}$, где R - радиус линзы.

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{J} + \frac{1}{P}$$

$$\frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{P} \Rightarrow F = 3P$$

$$\Gamma = \frac{F}{J} = 2 \quad \text{Ⓐ}$$

Ответ: $\Gamma = 2$.

N3

Дано:

$v = 10 \frac{m}{c}$
 $\Delta m = 1 \text{ кг}$
 $\Delta t = 0,5 \text{ с}$
 $\Delta F = ?$

Решение

Изначально лодка с самцами движется равномерно, значит:

По II закону Ньютона $F_{01} = F_{10}$; $F_{TP} = \text{const}$ (процеливаем)

Затем лодка стала выкидывать ящики из самца и масса стала уменьшаться.

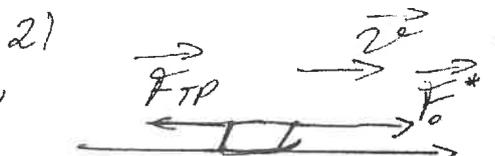
Несмотря на то, что $v = \text{const}$, $\Delta p \neq 0$, так как m уменьшается.

По II закону Ньютона в импульсной форме:

$$\Sigma \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$\text{Ох: } F_0^* - F_{TP} = \frac{(m - \Delta m)v - mv}{\Delta t} \Rightarrow F_0^* = F_{TP} - \frac{dm}{dt} v$$

$$F_0^* - F_{TP} = - \frac{dm}{dt} v$$



$p_0 = mv$ - начальная импульс

$p_0^* = (m - \Delta m)v$ - в процессе выкидывания.

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 0 7 3 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

↓

$$\Delta F = F_0^* - F$$

$$\Delta F = -\frac{\Delta m}{\Delta t} v \quad (\text{знак минус, т.к. масса со временем уменьшается}).$$

$$\Rightarrow |\Delta F| = 10 \cdot \frac{1}{0,5} = 20 \text{ Н}$$

Ответ: $\Delta F = 20 \text{ Н}$, то есть лосаде с каждой секундой нужно уменьшать силу на 20 Н, чтобы $v = \text{const}$.

N 4

Дано:

$$M = 100 \text{ кг}$$

$$S = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$v = ?$$

Решение:

Чтобы лосади мог взлететь, необходимо чтобы $F \geq Mg$.

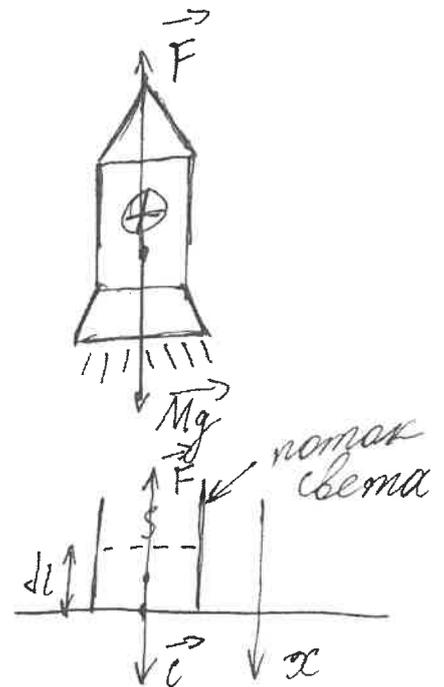
Сила тяги, которую создают потоки фотона.

$$-F \Delta t = 0 - cm \quad ; \quad E = h\nu - \text{энергия света.}$$

$$F \Delta t = c p \Delta t S \quad h\nu = A + E_k$$

$$F = c^2 \rho S \quad \lambda = c\nu$$

1+1



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 0 7 3 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

№6

Дано:

$$v = 5 \frac{м}{с}$$

$$v_0 = 400 \frac{м}{с}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$H = ?$

Решение:

По теореме косинусов:

$$BA = H$$

$$v_{отн} = \sqrt{v^2 + v_0^2 - 2vv_0 \cos 45}$$

$$v_{отн} \approx 696,5 \frac{м}{с}$$

$$DC = vt$$

$$BC = v_0 \cos \alpha t$$

$$\sin \beta = \frac{v \sin \alpha}{v_{отн}} = 9 \cdot 10^{-3}$$

$$\beta \approx 0,3$$

$$\Rightarrow \gamma \approx 44,4$$

$$BD = v_{отн} \sin \gamma t$$

$$BC = DC + BD$$

$$\tan \gamma = \frac{BD}{DC}; \tan \alpha = \frac{BC}{DC}$$

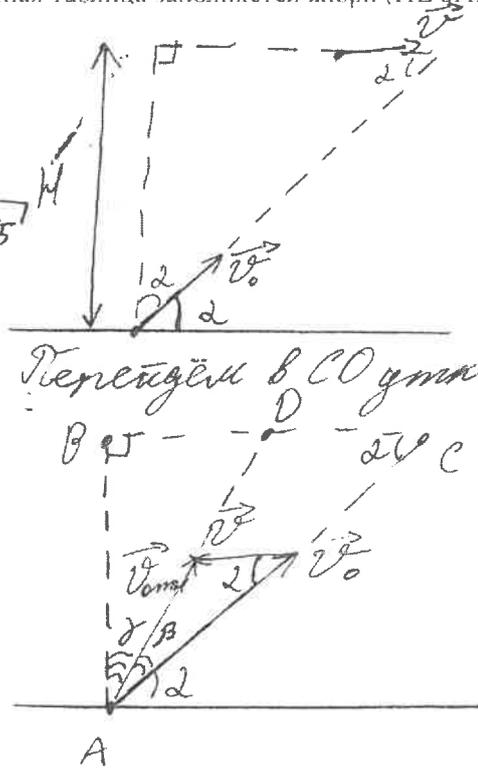
Итак как утка движется с постоянной скоростью, то её СО можно считать инерциальной, значит применим ЗСЭ:

~~$$\frac{mv_{отн}^2}{2} = mgH$$~~

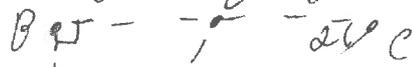
~~$$H = \frac{v_{отн}^2}{2g} = \frac{v^2 + v_0^2 - 2vv_0 \cos 45}{2g} \approx$$~~

Ответ:

$$\Omega = 90 - \gamma$$



Перенесём в СО утки:



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

↓
Рассмотрим бросок
под углом к горизонту:

$$y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \quad (+50)$$

$$x(t) = v_0 \cos \alpha t \quad (+30)$$

$\Rightarrow y(x) = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$ - парабола, траектория
тела бросаемого под углом к горизонту.

Траектория тела летящего прямолинейно -
- прямой. Так как наши тела пересекутся,
значит и их траектории пересекутся:

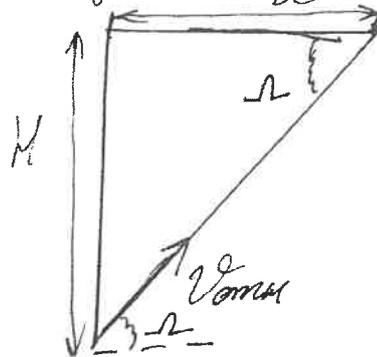
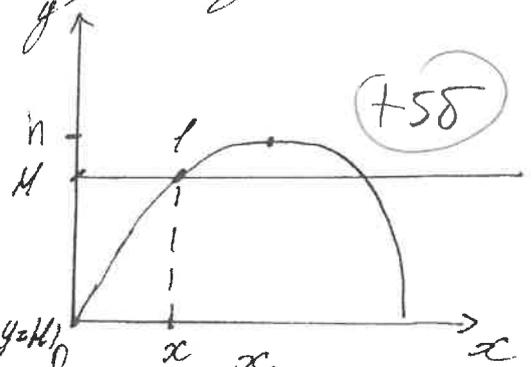
Очевидно, они пересекутся в точке
одной, так как длина полёта
пули очень велика. Так как

$v_0 \gg v$, то можно считать
отрезок от O до A прямой:

$$\tan \alpha = \frac{M}{x} \Rightarrow x = \frac{M}{\tan \alpha} \quad (\text{в малом, когда } y=H_0)$$

$$\Rightarrow M = H - \frac{g M^2}{2 v_0^2 \sin^2 \alpha} \quad (+10)$$

$$\Rightarrow M=0$$



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 1 4 0 2 5

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ
6	25	15	10	5	6	67

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

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

2.

Дано:

$m = 0,3 \text{ кг}$

$R = 0,1 \text{ м}$

$\rho = 5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

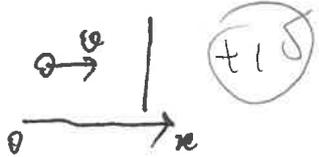
$\rho = 2 \text{ амк}$

(И:

$2 \cdot 10^5 \text{ Па}$

Решение:

Поскольку шарик отскакивает упруго от поверхности атмосферного давления достигнет максимума (пока шарик соприкасается с поверхностью), а затем придет к началу, так же будет происходить и $E_{k1} = E_{k2} \Rightarrow v_{k1} = v_{k2}$



$t = ?$
 $F_{cp} = ?$

$\Delta p = F \cdot t$

$\Delta p = -m v_1 - m v_2 = -F \cdot t$

$t = \frac{2 m v}{F}$

График силы от времени примерно так:
а график скорости от времени:



Путь шарика $S_{cp} = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} = \frac{S_{max}}{2} = \frac{F_{cp} R^2}{2}$ Значит,
 $F_{cp} = \frac{2 m v}{R^2}$

$F_{cp} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot \frac{3,14 \cdot 0,01 \text{ м}^2}{2} = 3140 \text{ Н}$

$t = \frac{2 m v}{F_{cp}}$

$t = \frac{2 \cdot 0,3 \text{ кг} \cdot 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{3140 \text{ Н}} \approx 9,55 \cdot 10^{-4} \text{ с}$. Ответ: $9,55 \cdot 10^{-4} \text{ с}; 3140 \text{ Н}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 4 1 4 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

2.

Дано:

$i=5$

$V_1 = n_1 V$

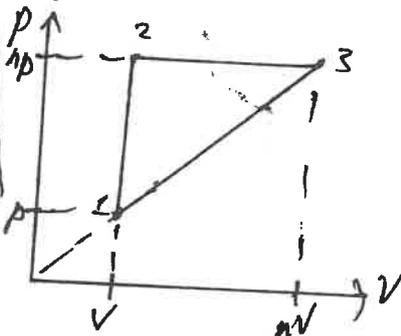
$V_2 = n V$

$n = 2$

$\eta = ?$

Решение:

По рисунку можно заметить, что трапеция вращается 1-3 при V , а значит $p_2 = p_1 = n p$. Трапеция имеет вид:



$\eta = \frac{A_{\text{трап}}}{Q_{\text{наг}}} \cdot 100\%$

Расширяем $Q_{\text{наг}}$:

Газ нагревается в процессе 1-2-3:

$Q_{12} = \Delta U_{12}$

$\Delta U_{12} = \frac{5}{2} V(p_2 - p_1) = \frac{5}{2} p V (2 - 1) = \frac{5}{2} p V, \Rightarrow Q_{12} = \frac{5}{2} p V;$

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23},$

$\Delta U_{23} = \frac{5}{2} n p (nV - V) = \frac{5}{2} n p V (n - 1) = 5 p V$

$A_{23} = (nV - V) \cdot n p = n p V (n - 1) = 2 p V (2 - 1) = 2 p V$

$Q_{23} = 2 p V + 5 p V = 7 p V.$

Значит, $Q_{\text{наг}} = Q_{12} + Q_{23} \Rightarrow Q_{\text{наг}} = \frac{5}{2} p V + 7 p V = \frac{19}{2} p V.$

~~Работа газа вычисляется как площадь под графиком:~~

Работу полную работа газа в данном случае вычисляется как площадь внутри графика:

$A_{\text{газ}} = \frac{1}{2} (n p - p) (nV - V) = \frac{1}{2} p V (n - 1) (n - 1) = \frac{1}{2} p V.$

$\eta = \frac{\frac{1}{2} p V}{\frac{19}{2} p V} \cdot 100\% = \frac{1}{19} \cdot 100\% \approx 5,26\% \text{ или же } \eta = \frac{1}{19}. \text{ Ответ: } 5,26\% \left(\frac{1}{19} \right).$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 4 1 4 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

3.

Дано:

$$F_{\text{уп}} = \text{const}$$

$$v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Delta t = 0,5 \text{ с}$$

$$\Delta m = 1 \text{ кг}$$

$F = ?$

Решение:

Минимум силу можно будет прикладывать из-за
for изменения импульса:

$$\Delta p = F \cdot \Delta t,$$

$$\Delta m \cdot v - 0 = F \cdot \Delta t,$$

$$\text{или } \Delta m \cdot v = F \cdot \Delta t,$$

$$F = \frac{\Delta m v}{\Delta t},$$

$$F = \frac{1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,5 \text{ с}} = 20 \text{ Н.} \quad +$$

Ответ: на 20 Н минимуму силу надо будет прикладывать лошади.

3.

Дано:

$$d = 1,5f$$

соотношение

$f = ?$

Решение:

По формуле тонкой линзы:

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

$$\frac{1}{1,5f} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F},$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{3f},$$

$$f = 3f.$$

$$f = \frac{f}{3},$$

$$f = \frac{3f}{3} = f.$$

Ответ: 2 (+)

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 1 4 1 4 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



~~3.~~

~~Дано:~~
 ~~$v = 5 \frac{m}{c}$~~
 ~~$\alpha = 45^\circ$~~
 ~~$v_0 = 700 \frac{m}{c}$~~
 ~~$h = ?$~~

~~Решение:~~

~~4.~~

<p>Дано:</p> <p>$M = 100 \text{ кг}$</p> <p>$S = 20 \text{ см}^2$</p> <p>$I = ?$</p>	<p>СИ:</p> <p>$2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$</p>	<p>Решение:</p> <p>По второму закону Ньютона:</p> <p>$Mg = F_{\text{амп}}; g = 9,8 \frac{m}{c^2}$</p> <p>$F_{\text{амп}} = \frac{I \cdot S}{c}; c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{c}$</p>
---	--	---

$$Mg = \frac{IS}{c},$$

$$I = \frac{Mgc}{S},$$

$$I = \frac{100 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{m}{c^2} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{m}{c}}{2 \cdot 10^{-3}} = 14,7 \cdot 10^{14} \frac{m^2}{c^3} = 1,47 \cdot 10^{14} \frac{m^2}{c^3}.$$

Ответ: $1,47 \cdot 10^{14} \frac{m^2}{c^3}.$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф
И
О
О
О
1
4
1
4
0
25

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1	2	3	4	5	6	Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

6.

Дано:

$$v = 5 \frac{м}{с}$$

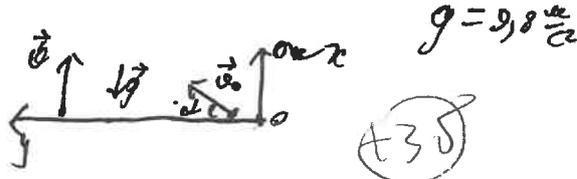
$$\alpha = 45^\circ$$

$$v_0 = 300 \frac{м}{с}$$

H - ?

Решение:

По условию задачи не указано куда направлен вектор скорости утки. Значит мы будем решать такой случай:



$$g = 9,8 \frac{м}{с^2}$$

Вспомогательная дуга является расстоянием от осеки до птицы:

$$\begin{cases} L = vt, \\ \end{cases} \quad +10$$

$$\begin{cases} L = v_0 \cos \alpha t - \frac{gt^2}{2}, \\ \end{cases} \quad - \quad +20$$

$$\begin{cases} H = v_0 \sin \alpha t; \\ \end{cases} \quad -$$

$$vt = v_0 \cos \alpha t - \frac{gt^2}{2},$$

$$\frac{gt^2}{2} + t(v - v_0 \cos \alpha) = 0,$$

$$4,9t^2 + t(5 - 493,5) = 0,$$

$$4,9t^2 - 488,5t = 0,$$

$$4,9t - 488,5 = 0,$$

$$t \approx 99,69 с.$$

$$H = 300 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 99,69 с = 49.797,075 м.$$

Ответ: 49. 797,075 м

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

