

Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 10

Вариант 10-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без в

1. Гайку бросают с вышки со скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. В полете гайка все время приближалась к горизонтальной поверхности Земли и упала на нее со скоростью $2V_0$.

1) Найти вертикальную компоненту скорости гайки при падении на Землю.

2) Найти время полета гайки.

3) С какой высоты была брошена гайка?

Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 2m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в оси блока можно пренебречь. Коэффициент трения между ящиком и полом μ .



1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?

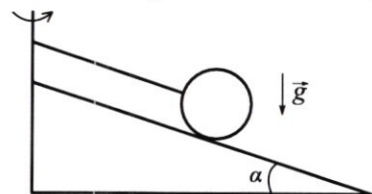
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

3) За какое время человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.

1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.

2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

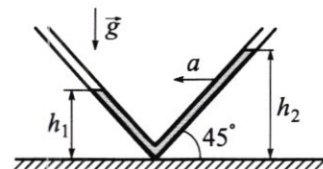


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с² уровень масла в одном из колен трубки устанавливается на высоте $h_1 = 10$ см.

1) На какой высоте h_2 установится уровень масла в другом колене?

2) С какой скоростью V будет двигаться жидкость в трубке относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет») и когда уровни масла будут находиться на одинаковой высоте?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.



5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27°C и давлении $P = 3,55 \cdot 10^3$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

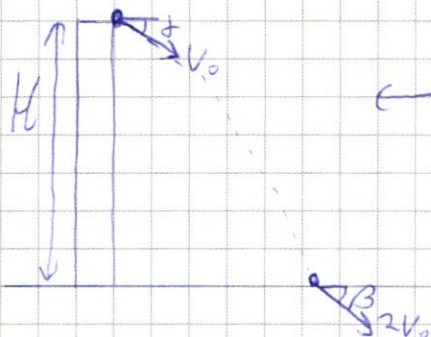
1) Найти отношение плотности пара к плотности воды в условиях опыта.

2) Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в $\gamma = 5,6$ раза.

Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. задача



$V_{x0} \rightarrow$ начальная ср. по оси "x"

$V_{xf} \rightarrow$ конечная ср. по оси "x"

$V_{y0} \rightarrow$ начальная ср. по оси "y"

$V_{yf} \rightarrow$ конечная ср. по оси "y"

$$V_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

для начала рассмотрим движение по оси X:

$$V_{x0} = V_0 \cos \alpha = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$V_{xf} = 2V_0 \cos \beta = 20 \cos \beta \text{ м/с}$$

$$V_{xf} = V_{x0} + a_{xf} t$$

$$V_{xf} = V_{x0}$$



$$5\sqrt{3} = 20 \cos \beta$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

ось y:

$$2V_0 \sin \beta = V_{yf}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

$$V_{yf} = 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} = \boxed{5\sqrt{13} \text{ м/с}} \rightarrow \text{ответ}$$

2) ось y:

$$V_{y0} = 10 \cdot \sin 30^\circ = 5 \text{ м/с}$$

$$V_{yf} = 5\sqrt{13} \text{ м/с}$$

$$V_{yf} = V_{y0} + g t$$

$$t = \frac{V_{yf} - V_{y0}}{g} = \frac{5(\sqrt{13} - 1)}{10} = \boxed{\frac{\sqrt{13} - 1}{2} \text{ сек}} \rightarrow \text{ответ}$$

3)

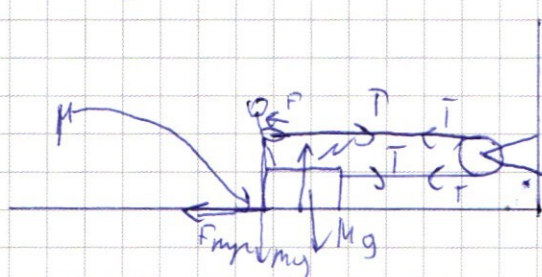
$$V_{yf}^2 = V_{y0}^2 + 2gH$$

$$\frac{V_{yf}^2 - V_{y0}^2}{2g} = H$$

$$H = \frac{25 \cdot 13 - 25}{2 \cdot 10} = \frac{25 \cdot 12}{20} = \frac{300}{20} = \boxed{15 \text{ м}} \rightarrow \text{ответ}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2. Задача:



$T \rightarrow$ сила натяжения веревки

1) $M = 2m$

и ось y :

$$Mg + mg = N$$

$$N = (M + m)g = 3mg \rightarrow \text{ответ}$$

2) $T = F_0$

$$T + F_0 \cdot 4 = F_{\text{тр}} = 2F_0$$

$$F_{\text{тр}} = N\mu = 3mg\mu$$

$\Downarrow$

$$3mg\mu = 2F_0$$

$$F_0 = \frac{3mg\mu}{2} \rightarrow \text{ответ}$$

3) $T = F$

$$T + F - F_{\text{тр}} = 3ma$$

$$a = \frac{2F - 3mg\mu}{3m}$$

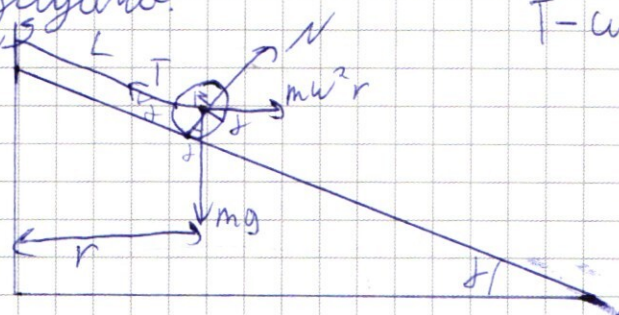
$$S = \frac{at^2}{2}$$



$$\sqrt{\frac{2S}{a}} = t = \sqrt{\frac{2S \cdot 3m}{2F - 3mg\mu}} = \sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3mg\mu}} \rightarrow \text{ответ}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. Задача.



T — сила натяжения ^{для} веревки

1) $mg \sin \alpha = T$

$$N \cos \alpha + T \sin \alpha = mg$$

$$N \cos \alpha = mg(1 - \sin^2 \alpha)$$

$$N \cos \alpha = mg \cos^2 \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha \rightarrow \text{ответ}$$

2) $N + m\omega^2 r \sin \alpha = mg \cos \alpha$

$$r = (L + R) \cos \alpha$$

$$N = m(g \cos \alpha - \omega^2 \sin \alpha (L + R) \cos \alpha)$$

$$N = m \cos \alpha (g - \omega^2 (L + R) \sin \alpha) \rightarrow \text{ответ}$$

$$\frac{39,5}{3} = 11 + \frac{2,5}{3} = 11,833333$$

$$\begin{array}{r|l} 2,50 & 3,0 \\ 240 & 0,83333 \\ \hline 100 & \\ 90 & \\ \hline 100 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 8310,00 \\ \hline 1,02 \\ \hline 1662000 \\ 831000 \\ \hline 84462000 \end{array}$$

$$125 \quad 3200$$

$$1662$$

$$\begin{array}{r|l} 11,83 & 8,31 \\ 831 & \\ \hline 3520 & 1,5623 \\ 3324 & \\ \hline 1960 & \\ 1662 & \\ \hline 2980 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ \hline 0,025614 \cdot 4,6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \cdot 300 \cdot 7000 \\ \hline 3,55 \cdot 7000 \cdot 4,6 \cdot 0,018 \end{array}$$

$$284 + 4800 = 5064$$

$$1,423 \cdot 0,018$$

$$\begin{array}{r} \times 3,55 \\ 4,60 \\ \hline 000 \\ 2130 \\ 1420 \\ \hline 1613300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,423 \\ 0,018 \\ \hline 11384 \\ 1423 \\ \hline 0000 \\ 0000 \\ \hline 0,025614 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 16,330 \\ 0,018 \\ \hline 130640 \\ 16330 \\ \hline 0,293940 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \cdot 300 \\ \hline 0,29394 \approx 8310 \\ 8310 \cdot 0,30000 \\ \hline 0,29394 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,025614 \\ \times 4,600000 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 0,30000 & 0,29394 \\ 29394 & \\ \hline 0,0006 & 1,02 \end{array}$$

$$60600$$

$$\begin{array}{r} 153684 \\ 102456 \\ \hline 0,1178244 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 1,000000 & 0,1178244 \\ 9425952 & \\ \hline 05740480 & 8,48 \\ 4412976 & \\ \hline 10245040 & \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4. Задача

$$\alpha = 45^\circ$$

$$h_1 = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$\sigma = 4 \text{ м/с}^2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

1) $P_1 = P_2$ $P_1 \cos \alpha = P_2 \cos \alpha$ $\sin \alpha = \cos \alpha$ ($\alpha = 45^\circ$)

$$P_1 = \frac{\rho h_1}{\cos \alpha} (g \sin \alpha + \sigma \cos \alpha)$$

$$P_2 = \frac{\rho h_2}{\cos \alpha} (g \sin \alpha - \sigma \cos \alpha)$$

||

$$h_1 (g + \sigma) = h_2 (g - \sigma)$$

$$h_1 \frac{(g + \sigma)}{(g - \sigma)} = h_2 = 0,1 \cdot \frac{14}{6} = \frac{0,7}{3} \text{ м} = \boxed{\frac{70}{3} \text{ см} \approx 23,333 \text{ см}} \rightarrow \text{ответ}$$

2) $E_o = E_r$

$$E_o = \frac{\rho h_1}{\cos \alpha} \cdot g \cdot \frac{h_1}{2} + \frac{\rho h_2}{\cos \alpha} \cdot g \cdot \frac{h_2}{2}$$

$$E_r = \frac{2 \rho h}{\cos \alpha} \cdot g \cdot \frac{h}{2} + \frac{2 \rho h}{\cos \alpha} \cdot \frac{V^2}{2}$$

$$2h = h_1 + h_2$$

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

||

$$h_1^2 + h_2^2 = 2h^2 + \frac{2V^2}{g} \Rightarrow \frac{g}{2} \left(h_1^2 + h_2^2 - \frac{h_1^2}{2} - \frac{h_2^2}{2} - h_1 h_2 \right) = V^2$$

$$V^2 = \frac{g}{4} (V_1^2 + V_2^2 h_1^2 + h_2^2 - 2h_1 h_2) = \frac{g}{4} (h_2 - h_1)^2$$

$$V = \sqrt{g} \frac{(h_2 - h_1)}{2} = \frac{\sqrt{10}}{2} \left(\frac{0,4}{3} - 0,1^3 \right) = \frac{\sqrt{10}}{2} \cdot \frac{0,4}{3} = \frac{0,2 \sqrt{10}}{3} = \frac{\sqrt{10}}{15} \text{ м/с}$$

Ответ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. Задача:

$$T = 24^{\circ}\text{C} = (24 + 273) \text{K} = 300 \text{K} \quad R = 8,31$$

$$\rho = 3,55 \cdot 10^3 \text{ кг} = 3550 \text{ кг} \quad \mu = 0,018 \text{ кг/моль} \quad \rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$1) \quad pV_0 = n_0 RT$$

$$n_0 = \frac{m}{\mu} = \frac{\rho V_0}{\mu}$$

$$p = \frac{\rho R}{\mu} T$$

$$\frac{\mu p}{RT} = \rho_n = \frac{0,018 \cdot 3550}{8,31 \cdot 300} \approx 0,025614 \text{ кг/м}^3$$

$$\frac{\rho_n}{\rho_{\text{в}}} \approx 0,000025614$$

ответ

$$2) \quad pV_0 = n_0 RT \quad n_0 = \frac{\rho V_0}{RT}$$

$$p \frac{V_0}{\gamma} = n_n RT \quad n_n = \frac{\rho V_0}{\gamma RT}$$

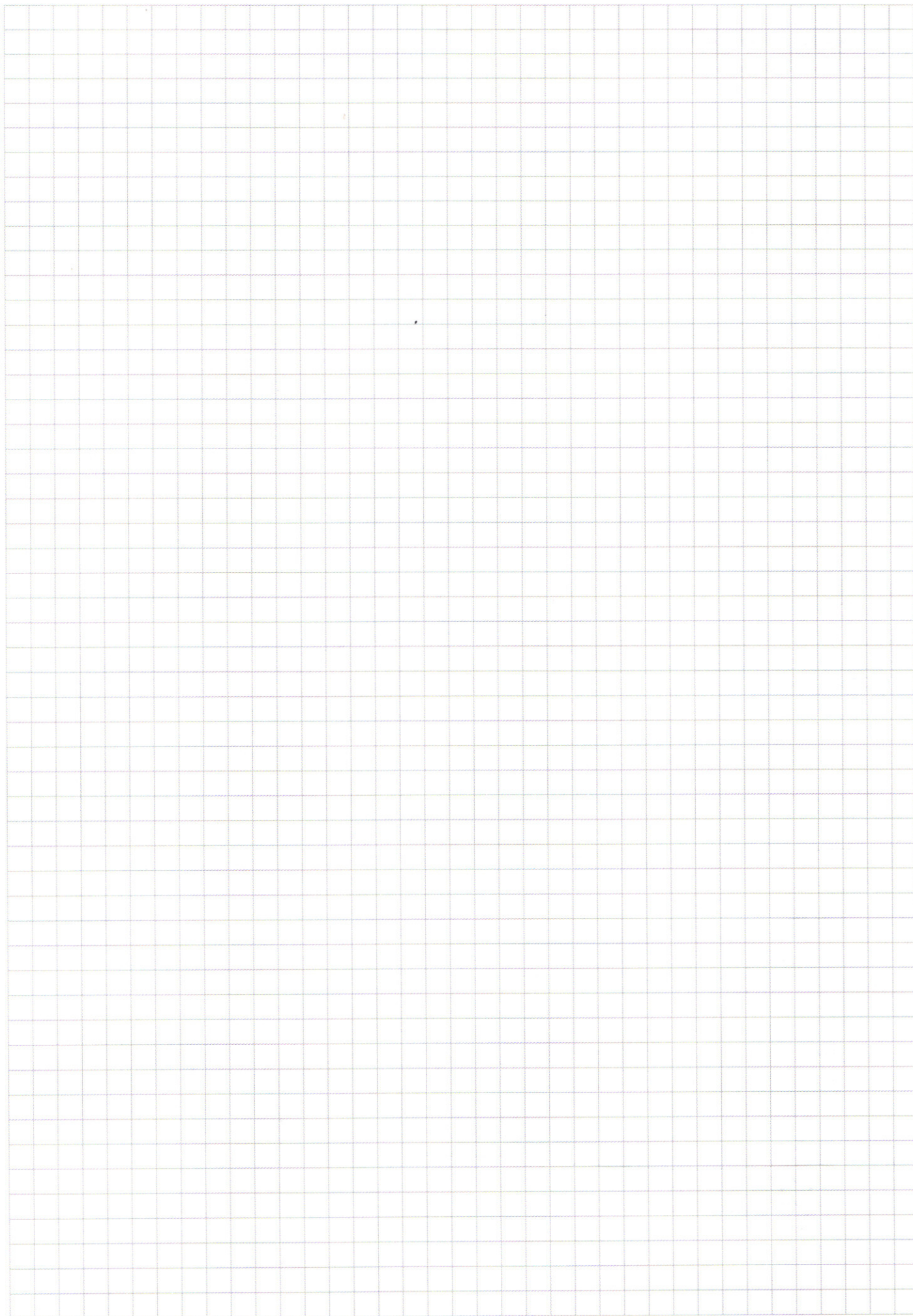
$$n_n = \frac{n_0}{\gamma}$$

$$n_{\text{в}} = n_0 - n_n = n_0 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) = n_0 \frac{\gamma - 1}{\gamma}$$

$$V_n = \frac{V_0}{\gamma} \quad V_{\text{в}} = \frac{n_{\text{в}} \mu}{\rho_{\text{в}}} = \frac{\rho V_0 (\gamma - 1)}{RT \gamma} \cdot \frac{\mu}{\rho_{\text{в}}}$$

$$\frac{V_n}{V_{\text{в}}} = \frac{\frac{V_0}{\gamma}}{\frac{\rho V_0 (\gamma - 1)}{RT \gamma} \cdot \frac{\mu}{\rho_{\text{в}}}} = \frac{RT \rho_{\text{в}}}{\rho (\gamma - 1) \mu} \approx 8310 \quad 8446,2$$

ответ



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)