



0 749260 510002

74-92-60-51

(2.3)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

Выход 14:45
Возврат 14:47

Григорьев

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников

Ломоносов

наименование олимпиады

по

физике

профиль олимпиады

Гончарова Дарьяна Александровна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

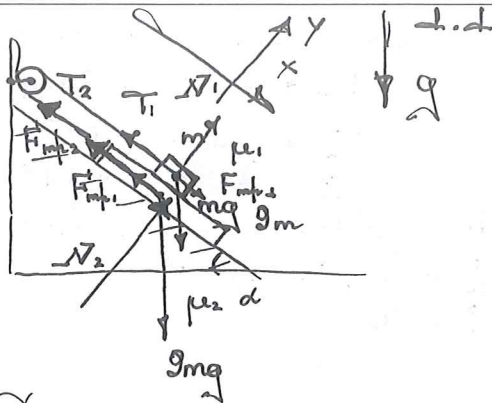
Дата

«09» февраля 2024 года

Подпись участника

Гончарова

74-92-60-51
(2.3)



Допустим, доска массой $M = 8m$ будет скатываться вниз, значит, брусок массой m будет подниматься вверх, тогда картина сил изобразится на рисунке

Сила трения скольжения, которая действует на брусок массой m при подъеме вверх, действует и на доску массой $M = 8m$ по 3-му закону Ньютона

$$x: -T + mg \sin \alpha + F_{mp1} = m a_{1x};$$

$$-T_2 - F_{mp1} - F_{mp2} + 8mg \sin \alpha = 8m a_{2x};$$

$$y: N_1 = mg \cos \alpha;$$

$$N_2 = 8mg \cos \alpha + a N_1;$$

$$+ F_{mp2} = \mu_1 \cdot N_1; \quad T_1 = T_2, \text{ т.к. есть цепь};$$

$$+ F_{mp2} = \mu_2 \cdot N_2; \quad a_{1x} = -a_{2x}, \text{ т.к. есть нерастяжимая};$$

Итого получаем,

$$\begin{cases} -T + mg \sin \alpha + \mu_1 mg \cos \alpha = -ma \\ -T - \mu_1 mg \cos \alpha - \mu_2 8mg \cos \alpha + 8mg \sin \alpha = 8ma \end{cases}$$

$$\Rightarrow 10ma = 8mg \sin \alpha - 2\mu_1 mg \cos \alpha - 10\mu_2 mg \cos \alpha$$

$$a = g(0,8 \sin \alpha - 0,2\mu_1 \cos \alpha - \mu_2 \cos \alpha)$$

Подставляя данные из условия, получаем

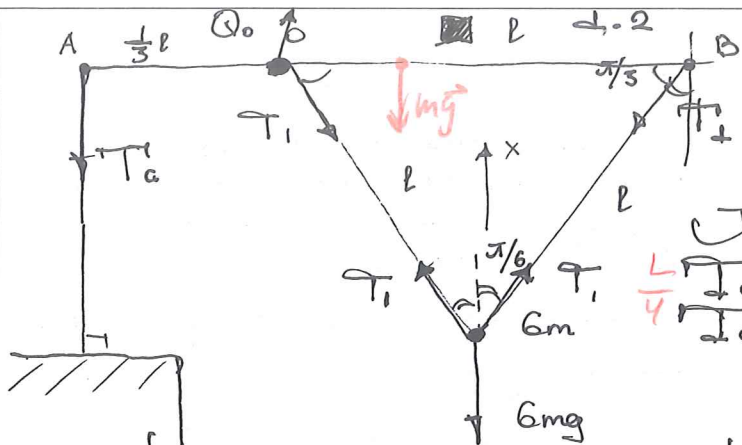
$$a = g(0,4 - 0,1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 0,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})$$

$$a = 0,4g(4 - 0,5 \cdot \sqrt{3})$$

$$a = 4(4 - 0,5 \cdot \sqrt{3}) \text{ м/с}^2 \approx 0,6 \text{ м/с}^2$$

Ответ $4(4 - 0,5 \cdot \sqrt{3}) \text{ м/с}^2 \approx 0,6 \text{ м/с}^2$

20



То 2-й закон Ньютона

$$2T_1 \cdot \cos \pi/6 = 6mg \neq$$

$$T_1 = 3mg \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$T_1 = 2mg\sqrt{3}$$

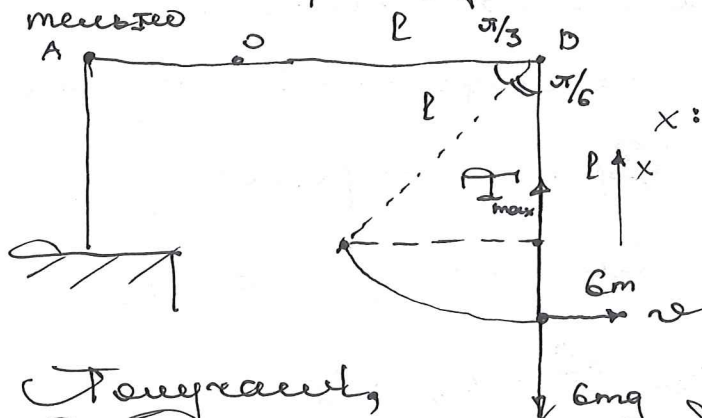
То правило моментов (0)

$$\frac{L}{4} T_1 = \frac{3}{4} T_1 \cos \pi/6 + mg \frac{L}{4}$$

$$\frac{L}{4} T_1 = 9mg$$

Максимальная и минимальная силы натяжения нити будут наблюдаться, когда шарик будет проходить положение равновесия и останавливаться в высшей точке траектории соответственно, потому что проекция силы тяжести на направление нити максимальна, когда шарик находится внизу, и минимальна, когда шарик находится в вершине траектории. Значит, чтобы сообщить шарiku необходимое центростремительное ускорение, сила натяжения нити должна быть максимальной в первом и минимальной во втором случаях и потому, что скорость шарика внизу максимальна.

Рассмотрим два этих случая последовательно



То 2-й закон Ньютона

$$x: T_{max} - 6mg = 6m \frac{v^2}{L}$$

То 3-й закон Ньютона

$$mgL(1 - \cos \pi/6) =$$

$$= \frac{1}{2}mv^2$$

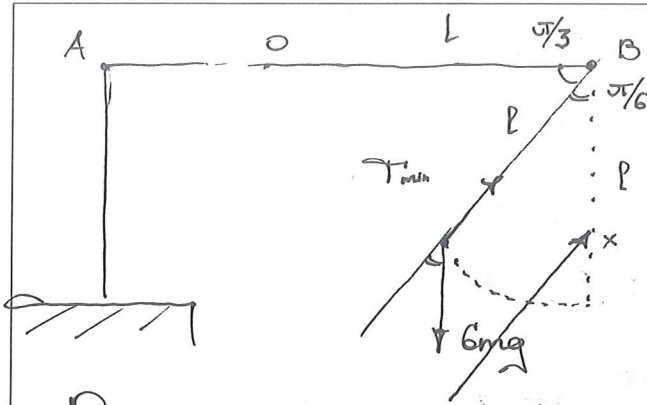
$$v = \sqrt{gL(2 - \sqrt{3})}$$

Получаем,

$$T_{max} - 6mg = 6mg(2 - \sqrt{3})$$

$$T_{max} = 6mg(3 - \sqrt{3})$$

74-92-60-51
(2.3)



$x: T_{min}^I = 6mg \cos \pi/6$
 $T_{min}^I = 3mg\sqrt{3}$
 Это 2-й Ньютона

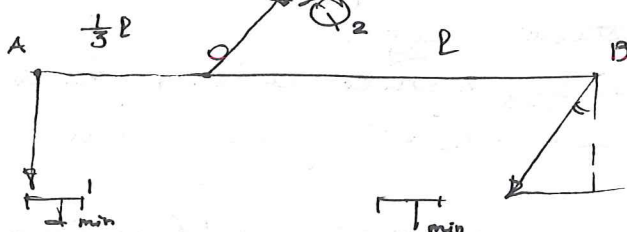
Рассмотрим стержень в двух этих случаях последовательно



По правилу моментов

$I_{max}^I = 3 T_{max}^I$

$I_{max}^I = 18mg(3-\sqrt{3})$ max T



По правилу моментов от осе O

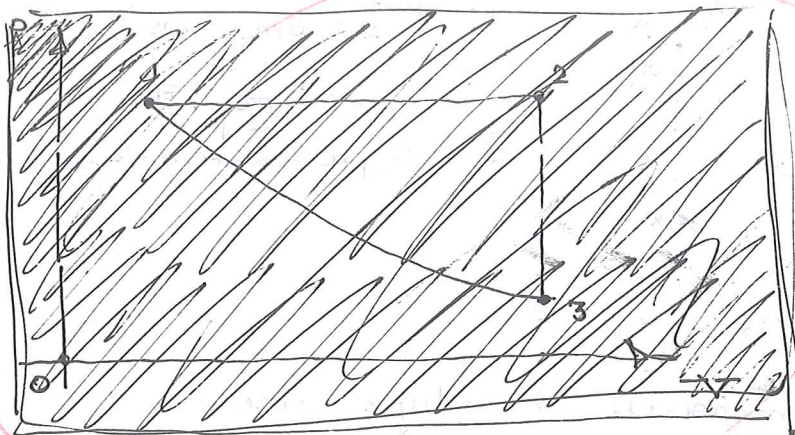
$T_{min}^I = 3 T_{min}^I \cos \pi/6$

$I_{min}^I = \frac{27}{2} mg$ max T

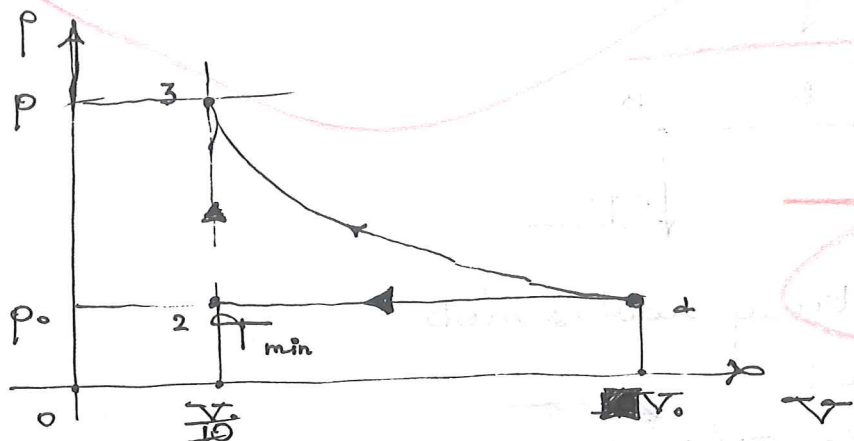
В обоих случаях $I_{max}^I \equiv T_{a max} \Rightarrow$

$T_{a max} / T_a = 2(3-\sqrt{3}) \approx 2,6$

Ответ $2(3-\sqrt{3}) \approx 2,6$



листок



- 1 - начальное состояние газа
- 2 - конечное состояние газа
- 12 - изохорный процесс, тепло отводится от газа, т.к. $\delta Q_{12} = c_p \sqrt{dT_{12}} < 0$ для всего процесса
- 23 - изохорный процесс, тепло подводится к газу, т.к. $\delta Q_{23} = c_p \sqrt{dT_{23}} > 0$ для всего процесса

Рассмотрим процесс 123

То первую началу термодинамики

$$Q_{123} = \int_{123} \delta Q + \Delta H_{123}$$

$$Q = -\int_{10}^0 p_0 dV_0 + \int_{10}^0 p_0 dV_0 + \Delta H_{123}$$

Рассмотрим процесс 13, он - адиабатический

То первую началу термодинамики

$$Q_{13} = \int_{13} \delta Q + \Delta H_{13}$$

$$\int_{13} \delta Q = -\Delta H_{13}, \text{ т.к. } Q_{13} = 0$$

$$\int_{13} \delta Q = \Delta H_{13}, \text{ т.к. } \Delta H_{13} = \Delta H_{123} = \Delta H$$

$$\text{и } \int_{13} \delta Q = -\int_{13} \delta Q$$

74-92-60-51
(2.3)

Тогда как,

$$Q = -\frac{9}{10} p \sigma V_0 + \mathcal{E}$$

То закону Менделеева - Клапейрона где
составлена $\sqrt{2}$

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \nu R T_{min} i$$

Тогда как,

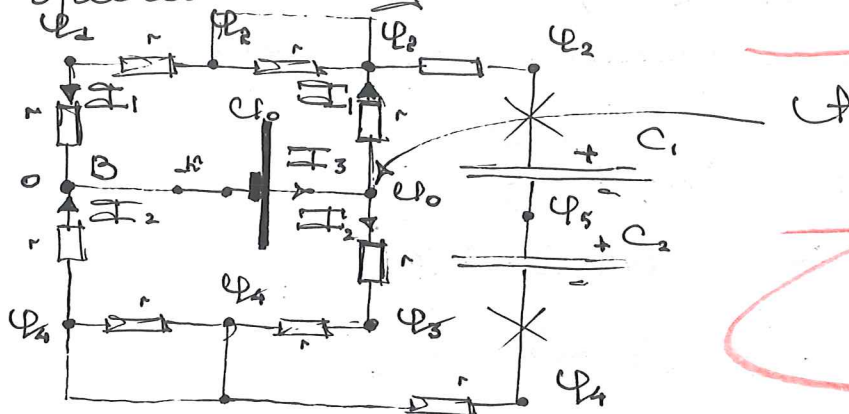
$$Q = \mathcal{E} - 9 \nu R T_{min} i$$

$$Q = (40000 - 9 \cdot 8,31 \cdot 200) \text{ Дж}$$

$$Q = 25 \cdot 0,42 \text{ Дж}$$

Объем $25 \cdot 0,42 \text{ Дж}$

Рассмотрим цепь через диетельные
время после замыкания ключа



Используем метод потенциалов ...

Допустим, ток течет так, как мы его
отметили, тогда

$$\begin{cases} \frac{C_0 - \phi_2}{r} = I_1 \\ \frac{\phi_2 - \phi_1}{r} = I_1 \\ \frac{C_1}{r} = I_1 \end{cases}$$

$$\phi_2 - \phi_1 = \phi_1 i$$

$$\phi_1 = \frac{1}{2} \phi_2 i$$

$$C_0 - \phi_2 = \phi_1 i$$

$$C_0 - \phi_2 = \frac{1}{2} \phi_2 i$$

$$\phi_2 = \frac{2}{3} C_0 \Rightarrow \phi_1 = \frac{1}{3} C_0$$

$$\begin{cases} \frac{C_0 - \phi_3}{r} = I_2 \\ \frac{\phi_3 - \phi_4}{r} = I_2 \\ \frac{C_2}{r} = I_2 \end{cases}$$

$$\phi_3 - \phi_4 = \phi_4 i$$

$$\phi_4 = \frac{1}{2} \phi_3 i$$

$$C_0 - \phi_3 = \phi_4 i$$

$$C_0 - \phi_3 = \frac{1}{2} \phi_3 i$$

$$\phi_3 = \frac{2}{3} C_0 \Rightarrow \phi_4 = \frac{1}{3} C_0$$

То первую правую Кирхгофа где +
Имея \mathcal{E}

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$I_3 = \frac{1}{3} \frac{C_0}{r} + \frac{1}{3} \frac{C_0}{r} i \quad I_3 = \frac{2}{3} \frac{C_0}{r}$$

Искашиваемый заряд конденсаторов был равен нулю. Это закону сохранения заряда для конденсаторов

$$-C_1(\varphi_2 - \varphi_5) + C_2(\varphi_5 - \varphi_4) = 0;$$

$$-\frac{2}{3}C_1\varphi_0 + C_1\varphi_5 + C_2\varphi_5 - \frac{1}{3}C_2\varphi_0 = 0;$$

$$\varphi_5(C_1 + C_2) = \frac{1}{3}\varphi_0(C_1 + C_2);$$

$$\varphi_5 = \frac{1}{3}\varphi_0 \cdot \frac{2C_1 + C_2}{C_1 + C_2};$$

$$W_1 = \frac{1}{2}C_1(\varphi_2 - \varphi_5)^2;$$

$$W_1 = \frac{1}{2}C_1 \left(\frac{2}{3}\varphi_0 - \frac{1}{3}\varphi_0 \frac{2C_1 + C_2}{C_1 + C_2} \right)^2;$$

$$W_1 = \frac{1}{2}C_1\varphi_0^2 \left(\frac{4C_1 + 3C_2}{3(C_1 + C_2)} \right)^2;$$

$$W_1 = \frac{1}{18}C_1 \left(\varphi_0 \frac{4C_1 + 3C_2}{C_1 + C_2} \right)^2;$$

Подставляя данные из условия, получаем

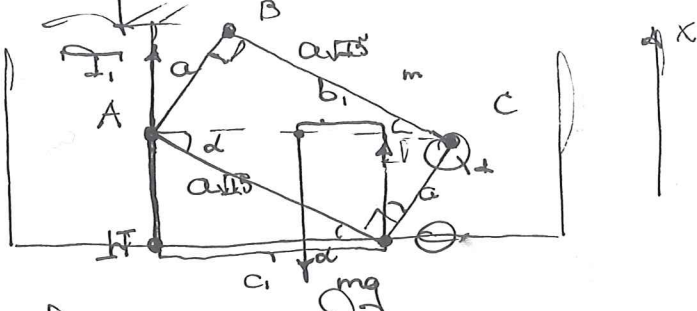
$$W_1 = \frac{1}{18} \cdot 4 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} \cdot (50 \cdot 3,4)^2$$

$$W_1 = 578 \text{ нДж} \approx 64,2 \text{ мкДж}$$

Ответ: 64,2 мкДж
исвертис

1.5

Рассмотреть однородную деталь В в сухой кубете и кубете с маслом последовательно



Однородная деталь, значит центр масс детали, а значит и центр тяжести детали находится в ее центрическом центре, поскольку мы имеем дело с однородным гравитационным полем

Сила реакции со стороны шарнира направлена вертикально, т.к. на деталь не действуют касовые силы

~~т.к. реакция есть она на некоторый угол к вертикали, что следует из условия равновесия, динамики и т.д. Векторной динамики, если бы сила реакции была направлена вертикально вниз, то не было бы равновесия.~~

Допустим, сила реакции со стороны шарнира направлена вверх, тогда

по 2-м Ньютона

$$T_1 + Q_1 - mg$$

То правило моментов отн. оси O

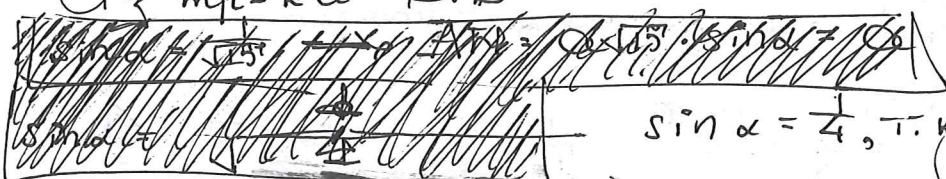
$$mg b_1 = T_1 c_1$$

Из тр-ка ~~ABC~~ $\angle HCO$

То т. Пифагора

$$c_1 = \sqrt{15a^2 - 4a^2}$$

Из тр-ка $\angle ABC$



$$\sin \alpha = \frac{4}{5}, \text{ т.к. } \angle C = 4a \text{ (т. Пифагора)}$$

$$\Rightarrow \angle H = a \sqrt{5} \cdot \sin \alpha = a \frac{\sqrt{5}}{4}$$

$$c_1 = a \sqrt{5 - \frac{15}{16}} = \frac{15}{4} a$$

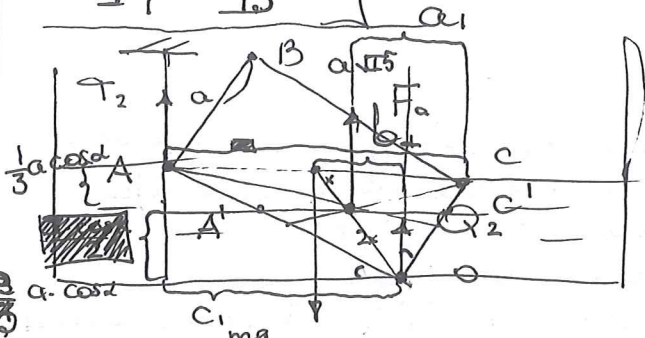
$$b_1 = \frac{AC}{2} = a \cdot \sin \alpha;$$

$$b_1 = 2a - \frac{1}{4}a;$$

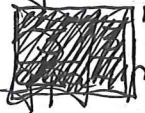

$$b_1 = \frac{7}{4}a \Rightarrow$$

$$mg \cdot \frac{7}{4}a = T_1 \cdot \frac{15}{4}a;$$

$$T_1 = \frac{7}{15}mg$$



Сила Архимеда, действующая на деталь, будет приложена к геометрическому центру ее погруженной в масло части. Содей точка приложения силы Архимеда — точка пересечения медиан треугольника $\triangle O C$. Это следует из того, что если \triangle опустить погруженную часть детали в масло на масло, сила Архимеда не изменится ни по модулю, ни по направлению. А раз масло покоится, значит сила Архимеда может на прямой, проходящей через центр действия силы тяжести на масло, но есть так называемый борозок, что точка приложения силы Архимеда может совпасть с любой из точек этой прямой.

Рассмотрим подобные треугольники $\triangle O C$, $\triangle O C'$  три вторых
Высота одного из них в  раз а
больше высоты другого, значит

$$A'C' = \frac{2}{3}AC;$$

$$a_1 = \frac{1}{2}A'C' = \frac{1}{3}AC = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4}a = \frac{1}{12}a = \frac{1}{3}a$$

треугольника по свойству медиан

То правилим моментов откл. осей O

$$T_2 \cdot c_1 + F_a \cdot (a_1 - a \cdot \sin \alpha) = mg \cdot b_+$$

$$F_a = \rho g \cdot \frac{a^3 \cdot \sqrt{15}}{2}, \text{ где } \rho - \text{плотность}$$

~~масса~~
масса

$$T_2 \cdot \frac{15}{4} a + \rho g \frac{a^3 \sqrt{15}}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} a - \frac{1}{4} a \right) = mg \cdot \frac{7}{4} a$$

$$T_2 \cdot 15a + 2 \rho g a^3 \sqrt{15} \cdot \frac{1}{4} a = 7mg a$$

$$T_2 \cdot 15a + 2 \rho g a^3 \sqrt{15} \cdot \frac{13}{12} a = 7 \cdot 3 \rho a^4 \cdot \sqrt{15}$$

$$T_2 \cdot 15a = \rho g a^4 \left(21\sqrt{15} - \frac{26}{12}\sqrt{15} \right)$$

$$T_2 = \rho g a^3 \frac{21 \cdot 12 - 26}{12\sqrt{15}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\rho g a^3}{mg} \cdot \frac{226}{12\sqrt{15}} \cdot \frac{15}{7}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\rho g a^3}{3\rho g \cdot a^3 \sqrt{15}} \cdot \frac{226 \cdot 15}{12\sqrt{15} \cdot 7}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{113}{126} \approx 0,9$$

Ответ $\frac{113}{126} \approx 0,9$

$$\frac{+3}{-2} = 169$$

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ 144 \\ + 18 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$17^2 = 279$$

$$4(1 - 0,5 \cdot 1,7)$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 17 \\ \hline 51 \\ \hline 85 \end{array}$$

2

$$\begin{array}{r} \times 21 \\ 12 \\ \hline 42 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 119 \\ + 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 113 \overline{) 17} \\ \underline{7} \\ 43 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 174 \\ 1174 \\ + 174 \\ \hline 1318 \\ + 174 \\ \hline 31206 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 8,31 \\ 19 \\ \hline 7479 \\ \hline 14958 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 128 \\ 7 \\ \hline 882 \\ + 24 \\ \hline 1008 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 21 \\ 252 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 279 \overline{) 0} \\ 27 \\ \hline 09 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 32 \\ 9 \\ \hline 278 \end{array}$$

$$40 - 9 - 8,31 \cdot 2$$

$$40000 - 14958 = 25042$$

$$\begin{array}{r} 226 \cdot 15 \\ 3 \cdot 7 \cdot 126 \\ \hline 113 \\ \hline 126 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 288 \overline{) 0} \\ 27 \\ \hline 19 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$5 \cdot 3,4 = 17^2 = 279$$

$$\frac{8}{9} \cdot 4 \cdot 10^{-9} \cdot 289 = \frac{8}{9} \cdot 4 \cdot 10^{-9} \cdot 32 \cdot \frac{1}{9}$$

$$289 = 9 \cdot 32 + 1$$

$$32 \cdot \frac{1}{9}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ + 5 \\ \hline 170 \end{array}$$

289

$$\begin{array}{r} \times 21 \\ 12 \\ \hline 42 \\ + 21 \\ \hline 252 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1024 \\ \times 289 \cdot 10^{-9} \\ \hline 289 \\ \hline 189 \\ \hline 189 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 32 \\ 4 \\ \hline 128 \\ \hline 924 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 28 \\ 8 \\ \hline 1024 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 16 \\ 15 \\ \hline 80 \\ + 16 \\ \hline 240 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 578 \overline{) 0} \\ 54 \\ \hline 38 \\ \hline 36 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 21 \\ 12 \\ \hline 42 \\ + 21 \\ \hline 252 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 642 \\ 9 \\ \hline 5678 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 289 \\ 2 \\ \hline 578 \\ \hline 9 \\ \hline 64202 \\ \hline 577808 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 175 \\ 175 \\ + 175 \\ \hline 31625 \end{array}$$

$$16 \cdot 15 - 15$$

$$\begin{array}{r} \times 15 \\ 15 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$252 - 26 = 226$$

$$\begin{array}{r} 578 \overline{) 0} \\ 54 \\ \hline 38 \\ \hline 36 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\frac{1}{18} \cdot 4$$

$$\frac{2}{9} \cdot 289$$