

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр 3-052

(заполняется секретарём)

Вариант 09-03

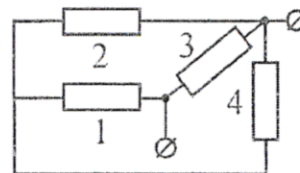
1 Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за $\tau_1 = 1$ с, а второй - за $\tau_2 = 1,5$ с. Длина каждого вагона $L = 12$ м. Найдите скорость V_0 поезда в начале наблюдения. Поезд движется по прямой равнозамедленно.

2 Начальная скорость камня, брошенного под углом к горизонту, равна $V_0 = 10$ м/с, а через $\tau = 0,5$ с величина скорости камня уменьшилась до $V = 7$ м/с. Через какое время T после старта камень находился на максимальной высоте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3 Подвешенному на нити шарiku сообщили начальную скорость в горизонтальном направлении. В тот момент, когда нить отклонилась на угол $\alpha = 30^\circ$ от вертикали, ускорение шарика направлено горизонтально. Какой угол α_{\max} с вертикалью будет образовывать нить в момент остановки шарика?

4 В очень легком калориметре находятся вода массой $M = 0,1$ кг и кусок льда массой $m = 0,05$ кг. Температура воды и льда $t_0 = 0^\circ\text{C}$, температура окружающей среды $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Из-за притока теплоты лед понемногу плавится – за $\tau = 5$ минут в воду превращается $m_1 = 1$ г льда. Какое время T пройдет (оценить) от момента полного плавления льда до увеличения температуры системы на $\Delta t = 1^\circ\text{C}$? Удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·К).

5 Цепь, схема которой показана на рисунке, подключена к источнику постоянного напряжения $U = 18$ В. Сопротивление каждого резистора равно $r = 5$ Ом. Найдите мощность P_1 , рассеиваемую на резисторе 1.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Rightarrow a^2 = |2g(1 - \cos \alpha_{\max}) - g^2|$$

$$g^2 + g^2 \alpha = |2g(1 - \cos \alpha_{\max}) - g^2|: \text{Так как направления } V \text{ и}$$

a противоположны \Rightarrow из модуля выйдет значение с минусом

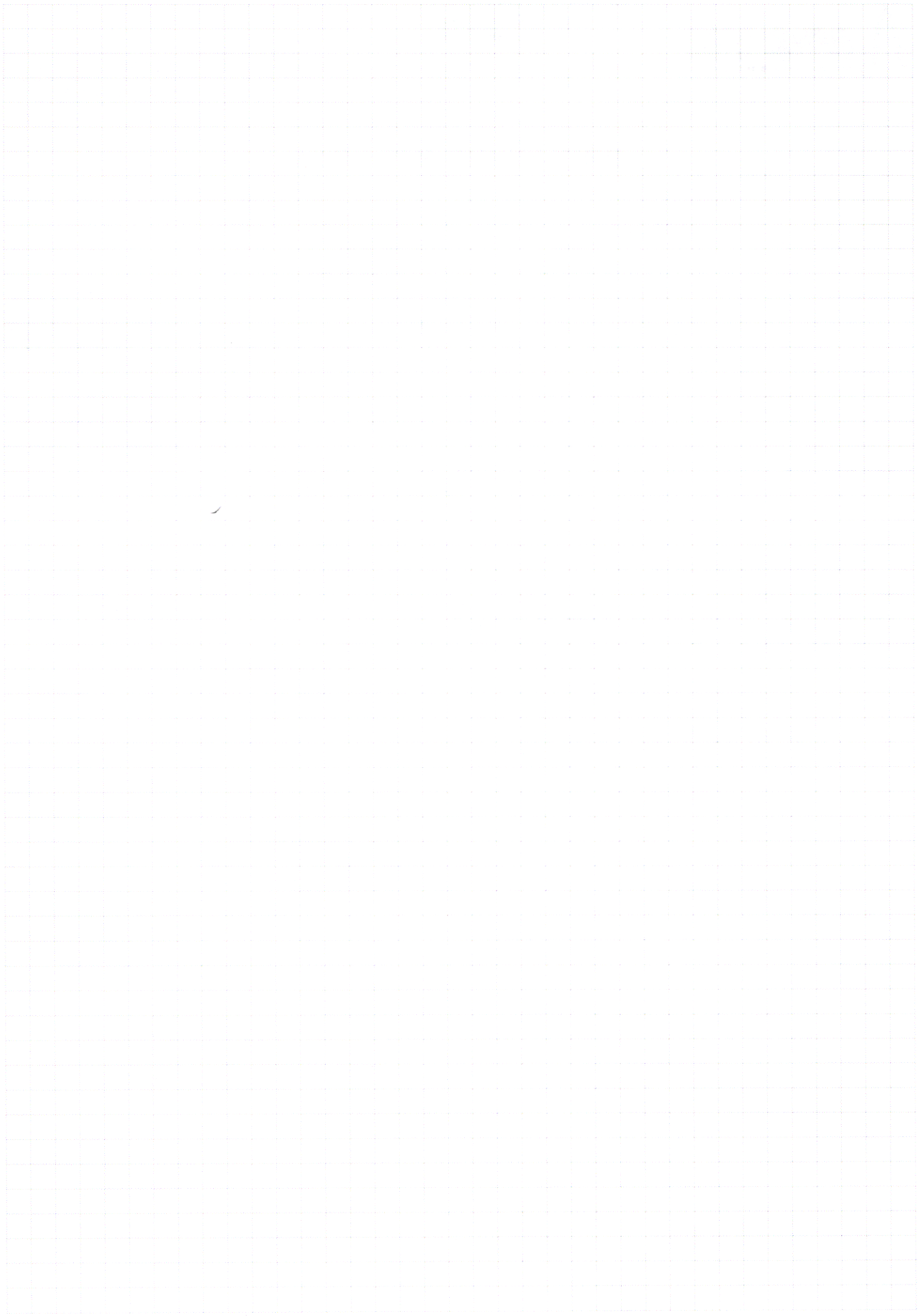
$$g^2 + g^2 \alpha = g^2 - 2g(1 - \cos \alpha_{\max}) \Leftrightarrow g + g^2 \alpha = g - 2(1 - \cos \alpha_{\max}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g + g^2 \alpha = g - 2 + 2 \cos \alpha_{\max} \Rightarrow \cos \alpha_{\max} = \frac{g + g^2 \alpha - g + 2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos \alpha_{\max} = \frac{10 \cdot \frac{1}{3} - 10 + 2}{2} =$$

$$\alpha_{\max} = \arccos \alpha_{\max}$$

7



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

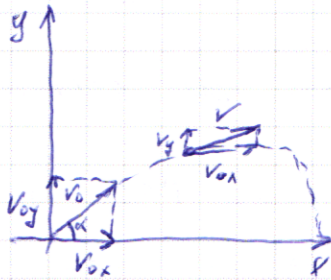
2

$$V_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$V = 7 \text{ м/с}$$

$$\tau = 0,5 \text{ с}$$

$$T = ?$$



Модуль вектора равен
прибавки проекции в $\sqrt{\quad}$ квадрате и
вычислить квадратный корень

$$V_0 = \sqrt{V_{0x}^2 + V_{0y}^2} \Rightarrow V_0^2 = V_{0x}^2 + V_{0y}^2$$

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2$$

Система координат $V_{0x} = V_0$ (потому что величина V_{0x} не меняется, меняется
величина V_{0y}), $\Rightarrow V_0^2 = V_{0x}^2 + V_{0y}^2$

$$V^2 = V_{0x}^2 + V_y^2 \Rightarrow V_0^2 - V^2 = V_{0y}^2 - V_y^2 \quad \text{с правой}$$

стороны $V_{0y} - V_y = g\tau \Rightarrow V_y = V_{0y} - g\tau \Rightarrow V_0^2 - V^2 = V_{0y}^2 - V_{0y}^2 + 2V_{0y}g\tau + g^2\tau^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow V_0^2 - V^2 = 2V_{0y}g\tau + g^2\tau^2, \quad V_{0y} = V_0 \sin \alpha, \quad \text{где } \alpha - \text{угол, под которым}$$

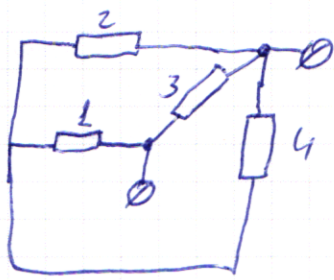
бросали камень $\Rightarrow V_0^2 - V^2 = 2V_0 \sin \alpha g\tau + g^2\tau^2 \Rightarrow 2V_0 g\tau \sin \alpha = V_0^2 - V^2 - g^2\tau^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{V_0^2 - V^2 + g^2\tau^2}{2V_0 g\tau} = 0,76$$

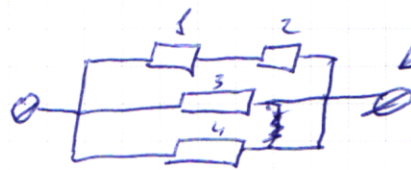
$$T = \frac{V_{0y}}{g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow T = \frac{10 \cdot 0,76}{10} = 0,76 \text{ (с)}$$

Отв: $T = 0,76 \text{ сек.}$

5
 $U = 180 \text{ В}$
 $r = 5 \text{ Ом}$
 $P_1 = ?$



Цепь можно поменять на



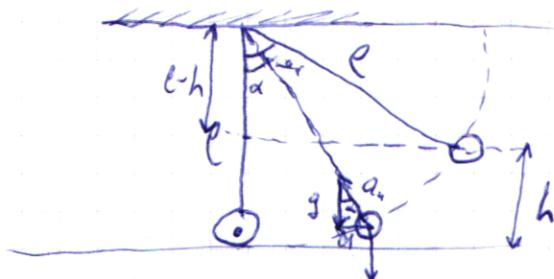
На каждой линии U одинаково, \Rightarrow

\Rightarrow на первой линии резисторы 1 и 2 соединены последовательно $\Rightarrow U_1$ на первом резисторе равен $\frac{U}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_1 = \frac{U_1^2}{r} = \frac{U^2}{4r} = \frac{81}{5} = 16,2 \text{ Вт}$$

Ответ: 16,2 Вт

3
 $\alpha = 30^\circ$
 $h_{\text{max}} = ?$



Длина нити - l
 max высота - h

центростремительное ускорение - $a_{\text{цс}}$

общее ускорение - a

из рисунка видно, что $|a| = g \sin \alpha$, и

$$\text{что } a^2 = |a_{\text{цс}}^2 - g^2| \quad \Rightarrow \quad a^2 = \left| \frac{v^2}{l} - g^2 \right|$$

$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{l}$$

С другой стороны, из закона сохранения энергии \Rightarrow

$$\Rightarrow E_n = E_{n_{\text{max}}} = \frac{mv^2}{2}$$

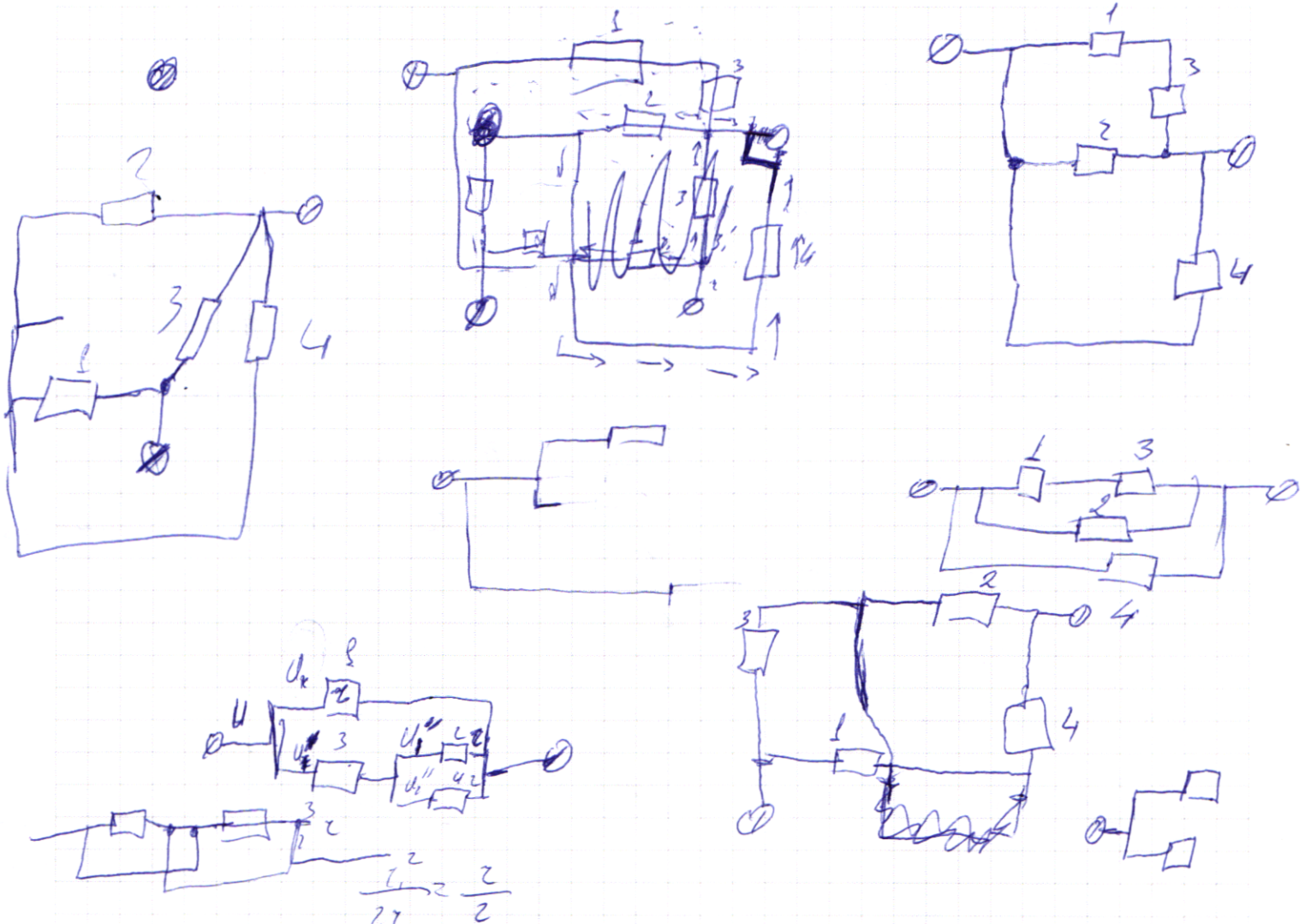
$$E_n = E_{n_{\text{max}}} = mgh \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v^2}{2} = gh$$

$h = \frac{v^2}{2g}$; Если посмотреть на треугольник, $l - h = l \cos \alpha_{\text{max}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow h = l(1 - \cos \alpha_{\text{max}}) \Rightarrow l(1 - \cos \alpha_{\text{max}}) = \frac{v^2}{2g} \Rightarrow \frac{v^2}{l} = 2g(1 - \cos \alpha_{\text{max}}) \Rightarrow$$

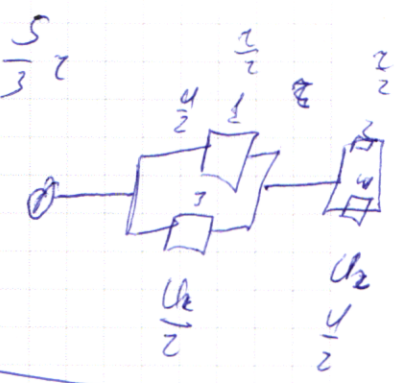
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\frac{3}{2}} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{2} + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$$

$$R = \frac{3}{5}$$

$$U = 3$$

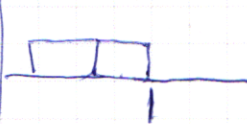


$$P_1 = \frac{81}{5} = 16,2$$

$$\frac{1}{\tau_1 = 1 \text{ с}}$$

$$\tau_2 = 1,5 \text{ с}$$

$$L = 12 \text{ м}$$

$$V_0 = ?$$


Для первого вагона

$$L = V_0 \tau_1 - \frac{a \tau_1^2}{2}, \text{ где } a - \text{ ускорение поезда}$$

Для второго вагона

$$L = V_0' \tau_2 - \frac{a \tau_2^2}{2}, \text{ где } V_0' - \text{ это скорость}$$

поезда после
первого вагона.

$$V_0' = V_0 - a \tau_1$$

$$\begin{cases} L = V_0 \tau_1 - \frac{a \tau_1^2}{2} \\ L = V_0 \tau_2 - a \tau_1 \tau_2 - \frac{a \tau_2^2}{2} \end{cases}, \text{ если ставить значения } \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 12 = V_0 \cdot 1 - \frac{a \cdot 1^2}{2} \\ 12 = V_0 \cdot 1,5 - a \cdot 1 \cdot 1,5 - \frac{a \cdot 1,5^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 2V_0 - 24 \\ 12 = V_0 \cdot 1,5 - (2V_0 - 24) \cdot 1,5 - \frac{2,25(2V_0 - 24)^2}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 12 = V_0 \cdot 1,5 - 3V_0 + 36 - \frac{4,5V_0 - 54}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 7,5V_0 = -24 + 72 + 54$$

$$V_0 = 13,6 \text{ (м/с)}$$

Ответ: $V_0 = 13,6 \text{ м/с}$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР (заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)