

14-23-39-47  
(190.4)



Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ  
ОГРН 1037/00258694  
119234, Москва, Ленинские горы, ФНМ МГУ  
тел.: (495) 939-4551, факс: 939-0998  
www.fnm.msu.ru  
№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Нанотехнологии — прорыв в  
будущее!!!  
по физике

Карташнина Анна Александровна

фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

Вышел: 11<sup>38</sup> - 11.45

Дата

«26» марта 2016 года

Подпись участника

[Подпись]

ЛИСТ УЧАСТНИКА  
олимпиады школьников

2015/16 учебный год  
**НАНОТЕХНОЛОГИИ  
ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ**



**КАРТОШКИН  
АНТОН  
АЛЕКСАНДРОВИЧ**

11 класс  
14.02.1998 г.  
дата рождения

Время и место проведения  
заключительного этапа олимпиады:

**дата и время не указаны**

**Главное здание**

Ленинские горы, д. 1

запуск участников в корпус прекращается за 30 минут до начала олимпиады



0 291310 100546

подпись сотрудника оргкомитета

УРТМ МГУ НИВЦ МГУ АИС "ОЛИМПИАДА" 24.03.2016 22:48:20



0 142339 470007

**14-23-39-47**  
(190.4)

14-23-39-47  
(190-4)

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ  
ОГРН 1037700258694  
119234, Москва, Ленинские горы, ФНМ МГУ  
тел.: (495) 939-4551, факс: 939-0998  
www.fnm.msu.ru

числа ар 1

$T = 2485 \text{ К}$

$E = \frac{m v^2}{2}$

$m \cdot g = 1,4 \cdot 10^{-20} \text{ кг}$

$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

$E_e = 40 \text{ В}$

$E_{эл} = \frac{70 \cdot 8 \cdot e}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 4345 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

$E_{дг} = 2485 \text{ К} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} =$

$= 3429,3 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} = 0,34293 \cdot 10^{-19}$

$\frac{E_e}{E_{дг}} = \frac{4345 \cdot 10^{-19}}{0,34293 \cdot 10^{-19}} = 124,6 \text{ раз}$

$E_{эл} = \frac{m_e v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 E_{эл}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4345 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 9,61 \cdot 10^6 \text{ м/с}$

$\rho = m \cdot v = m_{эл} \cdot v_{эл} = \rho_{эл} \cdot v_{эл}$

$\rho_{эл} = \frac{m_{эл}}{V_{эл}} = \frac{m_{эл}}{\frac{4}{3} \pi R^3}$

$\rho_{эл} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\frac{4}{3} \pi (5 \cdot 10^{-9})^3} = 2,2 \cdot 10^{25} \text{ кг/м}^3$

$\rho = \rho_{эл} \cdot v_{эл} = 2,2 \cdot 10^{25} \cdot 9,61 \cdot 10^6 = 2,11 \cdot 10^{32} \text{ кг/м}^3$

$\rho = m \cdot v = m_{эл} \cdot v_{эл} = \rho_{эл} \cdot v_{эл}$

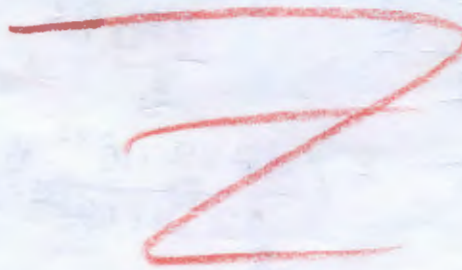
$= \rho_{эл} \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot v_{эл} = 2300 \text{ кг/м}^3 \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (5 \cdot 10^{-9})^3 \cdot 9,61 \cdot 10^6$

$= \frac{2300 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 125 \cdot 10^{-24}}{3} = 60483,333 \cdot 10^{-24}$

$= 6,05 \cdot 10^{-14} \text{ кг/м}^3$

$v_{средн} = \frac{\rho}{m_{эл}} = \frac{6,05 \cdot 10^{-14} \text{ кг/м}^3}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} = 6,65 \cdot 10^{16} \text{ м/с}$

$= 6,65 \cdot 10^{16} \text{ м/с}$



1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  
 7 | 1,5 | 0 | 7 | 0 | 3 | 18,5 | 26 (в воздухе)

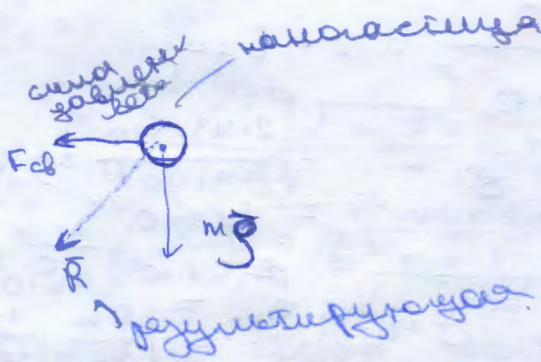
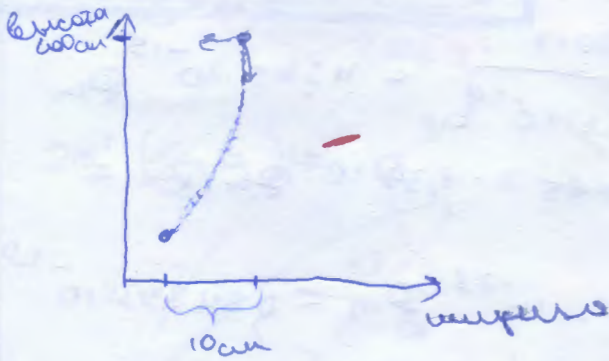
1 шаг  
 2 шаг  
 3 шаг

Мат  
 Мат  
 Мат

3.

Траектория движения ослеца в масс-спектрометре.

ср 2



таким образом:

$$\frac{100 \text{ см}}{10 \text{ см}} = \frac{mg}{F_{cb}}$$

$$F_{cb} = \frac{mg \cdot 10 \text{ см}}{100 \text{ см}}$$

$$F_{cb} = \frac{mg}{20}$$

$$F_{cb} = \frac{2,6 \cdot 10^{-22} \text{ Н} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{20} = 1,274 \cdot 10^{-22} \text{ Н}$$

$$P = \frac{F}{S} = \frac{1,274 \cdot 10^{-22} \text{ Н}}{27 \cdot R^2} = \frac{1,274 \cdot 10^{-22} \text{ Н}}{27 \cdot R^2}$$

$$= \frac{1,274 \cdot 10^{-22} \text{ Н}}{27 \cdot (3 \cdot 10^{-3} \text{ м})^2} = \frac{1,274 \cdot 10^{-22} \text{ Н}}{27 \cdot 9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = \frac{1,274 \cdot 10^{-4}}{27 \cdot 9}$$

$= 0,0225 \cdot 10^{-9} \text{ Па}$

$\rho_{\text{мин}} = 0,125 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$

- $1 \text{ м} = 10^{-3}$
- $10 \text{ м} = 10^{-2}$
- $100 \text{ м} = 10^{-1}$

5.  $Q = E = c m \Delta t + \lambda m =$

$= c \cdot \rho_2 \cdot V_2 \cdot \Delta t + \lambda \cdot \rho_2 \cdot V_2 = \rho_2 \cdot V_2 (c \Delta t + \lambda) =$

$= 19300 \text{ кг/м}^3 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (1 \cdot 10^{-4} \text{ м})^3 \left( 129 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot (1334,5 - 300) + 6 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \right)$

$= 19300 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot 10^{-21} \cdot (129 \cdot 10^3 \cdot 1034,5 + 6 \cdot 10^4) =$

$= 19300 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot 10^{-21} \cdot 133904,5 =$

$= 1081984,0648 \cdot 10^{-21} = 1,08 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$

НЕ УЧТЕНЫ  
плавление + нагрев  
область

→ жидкая небывшая  
слои по мере остыва  
дошла до небывшей  
температуры

Теперь необходимо найти энергию, которую  
необходимо сообщить, чтобы достичь  
масса предельного расстояния от поверхности  
с длиной пленки до предельной поверхности

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_0 - 0}{\Delta t} = \frac{v_0}{\Delta t}$

$S = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$

$S = v_0 \cdot \frac{a}{a} + \frac{a \cdot \left(\frac{a}{a}\right)^2}{2}$

$\Delta t = t = \frac{a}{v_0}$

сер 4

$$s = at + \frac{a^3}{2v_0^2}$$

$$s - at = \frac{a^3}{2v_0^2}$$

$$2v_0^2(s - at) = a^3$$

$$2v_0^2 = \frac{a^3}{s - at}$$

$$v_0 = \frac{a^3}{(s - at)^2}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{a^3}{(s - at)^2}} = \left( \frac{a^3 \cdot 4}{(s - at)^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Для того чтобы частица достигла  
необходимой скорости, сила, толкающая её  
вперед превышает силу тяжести

$$F_{\text{тяги}} \geq mg$$

$$ma \geq mg$$

$$a \geq g$$

14-23-39-47  
(190.4)

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ  
ОГРН 1037700258694  
119234, Москва, Ленинские горы, ФНМ МГУ  
тел.: (495) 939-4551, факс: 939-0998  
www.fnm.msu.ru

4. условия максимумов

$$2n \cos \beta = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$$

для минимума формулой 10 мм.

ср 5

$$n \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot \cos(0,5) = (2 \cdot 1 + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$n \cdot 1 \cdot \cos(0,5) = 3 \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$0,99 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot \frac{\lambda \cdot 10^{-9}}{2}$$

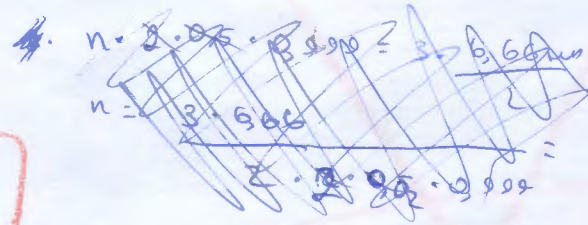
$$\frac{9900 \cdot 10^{-4}}{3} = \lambda$$

$$10^{-8} \cdot 1 \cdot 0,999 = 3 \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = \frac{2}{3} \cdot 10 \cdot 2 \cdot 0,902 \cdot 0,999$$

$$\lambda = \frac{10^{-8} \cdot 0,999 \cdot 2}{3} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-8} \text{ м} \approx 6,66 \text{ нм.}$$

формулы II миним



$$n \cdot 2 \cdot 0,02 \cdot 0,999 = 3 \cdot \frac{6,66 \text{ нм}}{2}$$

$$n = 250 \text{ нм}$$

минимум формулы минимума будет  
(шмеринки датчик спектра)

достигать в том случае, когда координата отражения будет равняться 1. в этом случае методика перестает быть достаточно точной.

таким образом минимума равно

$$n_{\text{мин}} = \frac{(2k+1) \lambda}{2 \cdot 2 \cdot \cos \beta \cdot d}$$

стр 6

$$\lambda_{\text{мин}} = \frac{30,666 \text{ нм}}{4 \cdot 0,999 \cdot 1} = 7,666 \text{ нм}$$

7,666 нм — минимальная толщина  
 рассредоточивающей пленки.

