

ШИФР **а34**

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

## Письменная работа

### Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИ

ПО физике В 11 классе  
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Рыкин Илья Дмитриевич

ШИФР 034

(заполняется сотрудником секретариата)

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
25	05	5	25	60

Заполняется проверяющим!

Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать! Все листы вложить в папку «Письменная работа»!

Решение:

№1

Дальность полета вычисляется по формуле:  
 $L = v_x \cdot t_z$ , где  $t_z$  - время, за которое тело  
окажется в наивысшей точке.  $t_1$  и  $t_2$  по условию  
моменты, при которых скорость под одним  
и тем же углом к горизонту. Это значит,  
что  $t_z - t_1$  и  $t_z - t_2$  равны, а значит  $t_z = \frac{t_1 + t_2}{2}$ .

В момент времени, когда  $\alpha = 45^\circ$ , проекция  
скорости на ось  $Ox$  равна:  $v_x = v_0 \cdot \sin 45^\circ$ .  
Т.к. ~~нам известно~~ что данная проекция  
постоянна по величине. Т.к. нам известно  
время в которое тело находится в наивысш.  
точке, то проекция скорости на ось  $Ox$   
в момент  $t_1$  вычислим по формуле:

$v = g(t - \frac{1}{2})$ , которая в нашем случае примет  
вид:  $v_0 \cdot \sin 45^\circ = g \cdot \frac{(t_2 - t_1)}{2}$ . Подставляя вместо  
неизвестных в (1) формулу, получаем:

$$L = \cos 45^\circ \cdot g \cdot \frac{(t_2 - t_1)}{2 \sin 45^\circ} \cdot 2 \left( \frac{t_1 + t_2}{2} \right) = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2}$$

$$\text{Отсюда: } L = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2}$$

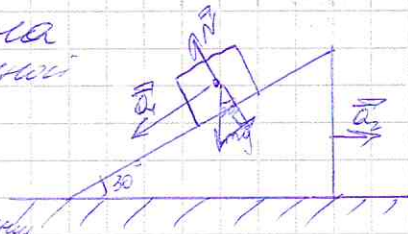


N°2

Решение

Запишем 2 закон Ньютона на ось параллельную наклонной клина для бруска:

$$ma_1 = mg \cdot \sin 30^\circ, \text{ где } m - \text{масса бруска, } a - \text{ускорение}$$



$$a_1 = \frac{1}{2}g$$

Клин движется вправо и получает ускорение из-за силы, с которой брусок действует на клин. Ускорение  $a_2$  направлено горизонтально вправо. Запишем для клина 2 закон Ньютона на горизонтальную плоскость:

$Ma_2 = F \cdot \sin 30^\circ$ , где  $M$  - масса клина,  $F$  сила, с которой брусок давит на клин, равная силе реакции клина на брусок:  $F = N = mg \cdot \cos 30^\circ$

$Ma_2 = mg \cdot \cos 30^\circ \cdot \sin 30^\circ$ . Т.к.  ~~$a_1 = a_2$~~  ускорения равны, ~~тогда~~ подставляем вместо  $a_2$   $a_1$  получаем:

$$M \cdot \frac{1}{2}g = mg \cdot \cos 30^\circ \sin 30^\circ$$

$$\frac{M}{m} = \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,87$$

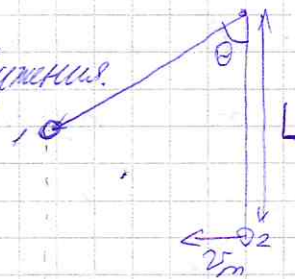
Ответ:  $\frac{M}{m} = 0,87$

N°4

Решение: Запишем ур-е движения тел.

+5  $x_1 = x_m - \cos(\omega t + \varphi_1)$ , где

$$x_m = L \cdot \sin \theta_0; \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$



+5  $x_2 = \frac{v_m}{\omega} \cdot \sin(\omega t + \varphi_2)$ , где

$v_m$  - начальная скорость,  $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$

Т.к. тела столкнулись в какой-то момент  $t_1$  и координаты равны; ~~тогда~~ приравняем:

$$x_m \cdot \cos(\omega t_1 + \varphi_1) = \frac{v_m}{\omega} \cdot \sin(\omega t_1 + \varphi_2)$$

$$L \cdot \sin \theta_0 \cdot \cos(\omega t_1) = \frac{v_m}{\omega} \cdot \sin(\omega t_1) \cdot \sqrt{\frac{L}{g}} \quad v_m = \frac{L \cdot \sin \theta_0 \cdot \cos(\omega t_1) \cdot \sqrt{g}}{\sin(\omega t_1)}$$

$$= \sqrt{Lg} \cdot \sin \theta_0 \cdot \cotg(\sqrt{\frac{g}{L}} t_1) \quad (2)$$



Запишем ур-ие изменения угла между нисходящим плем и вертикалью:

$$\theta_x = \theta_0 \cdot \cos(\sqrt{\frac{g}{L}} t_1). \text{ Т.к. при } t_1 \theta_x = \frac{\theta_0}{2}, \text{ получаем}$$

$$\frac{\theta_0}{2} = \theta_0 \cdot \cos(\sqrt{\frac{g}{L}} t_1).$$

$$\frac{1}{2} = \cos(\sqrt{\frac{g}{L}} t_1) \Rightarrow \sqrt{\frac{g}{L}} t_1 = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t_1 = \frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{L}{g}} + 5$$

Подставим во (2) ур-ие, получаем:

$$v_m = \sqrt{Lg} \cdot \sin \theta_0 \cdot \operatorname{ctg}(\sqrt{\frac{g}{L}} t_1) = \frac{\sqrt{3Lg}}{3} \cdot \sin \theta_0 + 10$$

№3

Решение:

Заряженная частица получает энергию от электрического поля. Поэтому это можно записать так:  $\frac{mv_B^2}{2} = q \cdot \Delta \varphi$ , где  $\Delta \varphi$  - разность потенциалов в точках А и В. Потенциал в точке, принадлежащей сфере, т.е.

точке А, будет равен:  $\varphi = E \cdot r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ , где  $r$  - АВ.

Т.к. у нас полусфера заряженная равномерно, то потенциал в точке В будет

равен  $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ , но противоположен по знаку,

потому (?)  $\frac{mv_B^2}{2} = \frac{q \cdot Q}{2\pi\epsilon_0 r} \Rightarrow v_B = \sqrt{\frac{q \cdot Q}{\pi\epsilon_0 r \cdot m}}$ . Во втором

случае частица из точки В переместится в С.

Потому её новая скорость ~~равна~~ <sup>составит</sup> равна

в точке В и С.  $\frac{mv_C^2}{2} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = q \cdot (\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r})$

$$= q \cdot \frac{Q}{\pi\epsilon_0 r} \Rightarrow v_C = \sqrt{\frac{Q \cdot q}{\pi\epsilon_0 r \cdot m}} \Rightarrow v_C = \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot v_B = 0,5 v_B.$$