



ШИФР

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

1107

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИпо ФИЗИКЕ Дата проведения 09.02.2020
(наименование общеобразовательного предмета)Фамилия И.О. участника Борина Ирина АндреевнаСерия и номер паспорта

2	2	1	5
---	---	---	---

4	6	9	6	9	8
---	---	---	---	---	---

Дата рождения 18.02.2002 Класс 11Школа № 2 район _____ город Саров**Особые отметки** (Заполняется представителем оргкомитета)
о добавлении листов, о смене цвета пасты, о нарушении правил поведения и т.д.**Правила поведения**

Участник очного тура олимпиады обязан:

- занять место, которое ему указано представителями оргкомитета;
- соблюдать тишину;
- использовать для записей только листы установленного образца;
- работать самостоятельно и не оказывать помощь в выполнении задания другим участникам.

Внимание. Если во время проверки письменных работ, жюри обнаружит идентичный текст (или цитаты с одинаковыми грамматическими, речевыми или смысловыми (фактическими) ошибками) в двух, или более работах, то за эти работы баллы не начисляются.

Участнику олимпиады запрещается:

- разговаривать с другими участниками;
- использовать какие-либо справочные материалы (учебные пособия, справочники, словари, записные книжки, в том числе и электронные, и т.д., а также любого вида шпаргалки);
- пользоваться средствами мобильной связи;
- покидать пределы территории, которая установлена организаторами для проведения очного тура олимпиады.

Внимание. За нарушение правил поведения участник удаляется с очного тура олимпиады с выставлением нуля баллов за выполнявшуюся работу независимо от числа правильно выполненных заданий. Все виды

шпаргалок изымаются и выдаются по письменному заявлению после истечения времени, предусмотренного на подачу и рассмотрение апелляций по данному предмету.

Оформление работы

Участник аккуратно заполняет титульный лист папки «Письменная работа», ставит дату и подпись (другие записи на папке делать запрещено).

На вложенных листах, как для чистовых, так и для черновых записей, можно писать или синей, или фиолетовой, или черной пастой (чернилами), одинаковой во всей работе (при необходимости смены цвета пасты (чернил), следует обратиться за разрешением к представителю оргкомитета олимпиады).

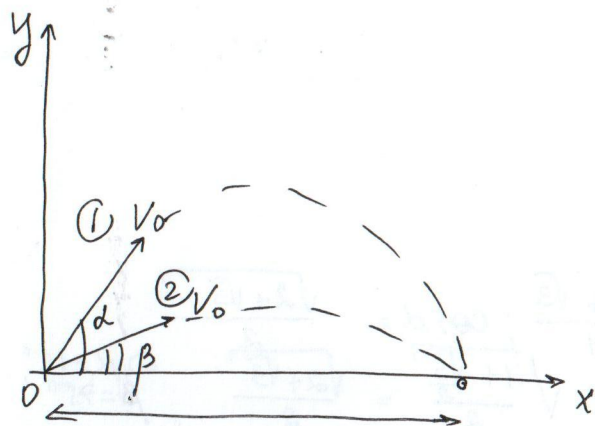
Задания (или часть задания), выполненные на листах, на которых имеются рисунки или записи, не относящиеся к выполняемому заданию, а также записи не на русском языке, и любые другие пометки, которые могут идентифицировать участника, на проверку не поступают и претензии по этим заданиям (задачам) не принимаются. На проверку не поступают также листы, подписанные участником, листы, на которых имеются записи карандашом (кроме рисунков, необходимых для пояснения сути ответа), и рваные (надорванные) листы. Нельзя делать исправления карандашом.

Внимание! Если в работе ошибки исправлены карандашом, то при шифровке работы карандашные исправления будут стерты и на проверку поступит работа без исправлений.

С правилами поведения на олимпиаде и правилами оформления работы ознакомлен

(подпись участника олимпиады)

№1.



Введем прямоугол. систему координат Oxy . Обозначим ^{ког.} два вектора ① и ②, возведем углы α и β к горизонту.

М.р.:

$$L = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$L = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g}$$

$$\Rightarrow 2\sin\alpha\cos\alpha = 2\sin\beta\cos\beta \Rightarrow$$

$$\tan\alpha = \tan\beta \Rightarrow \alpha + \beta = 90^\circ$$

$$\sin\alpha = \cos\beta, \cos\alpha = \sin\beta$$

координаты $(L; 0)$,
 τ_1 - время на полете для
 1-го, $\tau_1 + \Delta\tau$ - время полета
 2-го:

$$\begin{cases} x_1 = V_0 \cos\alpha t_1 \\ y_1 = V_0 \sin\alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \\ x_2 = V_0 \cos\beta t_2 \\ y_2 = V_0 \sin\beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} L = V_0 \cos\alpha \tau_1 \\ 0 = V_0 \sin\alpha \tau_1 - \frac{g\tau_1^2}{2} \\ L = V_0 \sin\alpha (\tau_1 + \Delta\tau) \\ 0 = V_0 \cos\alpha (\tau_1 + \Delta\tau) - \frac{g(\tau_1 + \Delta\tau)^2}{2} \end{cases}$$

$$V_0 \cos\alpha = \frac{L}{\tau_1} \quad (1)$$

$$V_0 \sin\alpha = \frac{L}{\tau_1 + \Delta\tau} \quad (2)$$

$$V_0 \sin\alpha = \frac{g\tau_1^2}{2} \quad (3)$$

$$V_0 \cos\alpha = \frac{g(\tau_1 + \Delta\tau)}{2} \quad (4)$$

$$\tan\alpha = \frac{\tau_1}{\Delta\tau + \tau_1}$$

$$(1) = (4) \Rightarrow \frac{L}{\tau_1} = \frac{g(\tau_1 + \Delta\tau)}{2}; \quad 2L = (g\tau_1 + g\Delta\tau)\tau_1$$

$$2L = g\tau_1^2 + g\Delta\tau\tau_1$$

$$g\tau_1^2 + g\Delta\tau\tau_1 - 2L = 0$$

$$\tau_1^2 + \Delta\tau \cdot \tau_1 - \frac{2L}{g} = 0$$

$$\Delta = \Delta\tau^2 + \frac{8L}{g}$$

$$\tau_1 = \frac{1}{2} \left(-\Delta\tau + \sqrt{\Delta\tau^2 + \frac{8L}{g}} \right)$$

$$\tau_1 = -\frac{\Delta\tau}{2} + \sqrt{\frac{\Delta\tau^2}{4} + \frac{2L}{g}}$$

$$\Delta\tau = 10\text{с}, L = 250\text{м} \Rightarrow$$

$$\tau_1 = -5 + \sqrt{25 + 50} = 5(\sqrt{3} - 1) \quad (\text{с})$$

$$\tan\alpha = \frac{5(\sqrt{3} - 1)}{5(\sqrt{3} - 1) + 10} = \frac{\sqrt{3} - 1}{\sqrt{3} + 1} = \frac{(\sqrt{3} - 1)^2}{2} = \frac{4 - 2\sqrt{3}}{2} = 2 - \sqrt{3}$$

$$\tan\beta = 2 + \sqrt{3}$$

1	2	3	4	Σ
25	5	20	5	55

(второй корень отриц., поэтому не подходит)

След., $\alpha = \arctg(2-\sqrt{3})$, $\beta = \arctg(2+\sqrt{3})$

$$\operatorname{tg} \alpha = 2 - \sqrt{3}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \operatorname{tg}^2 \alpha$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + 4 - 4\sqrt{3} + 3$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{8(2-\sqrt{3})}; \quad \cos^2 \alpha = \frac{2+\sqrt{3}}{4}; \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{2+\sqrt{3}}}{2}$$

$$\cos 15^\circ = \sqrt{\frac{1+\cos 30^\circ}{2}} = \sqrt{\frac{1+\frac{\sqrt{3}}{2}}{2}} = \frac{\sqrt{2+\sqrt{3}}}{2} \Rightarrow \alpha = 15^\circ, \beta = 75^\circ$$

$$L = V_0 \cos \alpha \tau_1$$

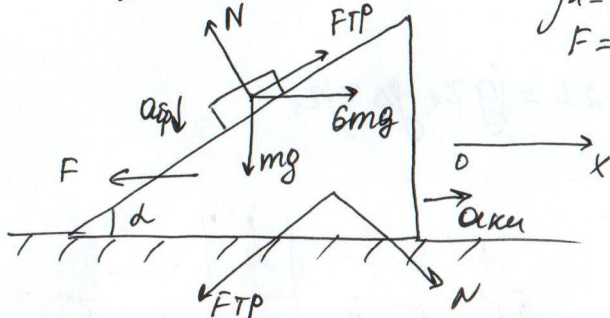
$$V_0 = \frac{250 \cdot 2}{\sqrt{2+\sqrt{3}} \cdot 5(\sqrt{3}-1)} = \frac{50 \cdot 2}{\sqrt{(2+\sqrt{3})(4-2\sqrt{3})}} = \frac{50 \cdot 2}{\sqrt{8-4\sqrt{3}+4\sqrt{3}-2\cdot 3}} = 50\sqrt{2} \text{ (м/с)}$$

$$L_{\max} = R - \text{при } \alpha = 45^\circ, \text{ т.к. } L = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

$$R = \frac{V_0^2}{g}; \quad R = \frac{50^2 \cdot 2}{10} = \frac{50 \cdot 50 \cdot 2}{10} = 500 \text{ (м)}$$

Ответ: 15° и 75° ; $R = 500 \text{ м}$. 25

н2. в СО земли:

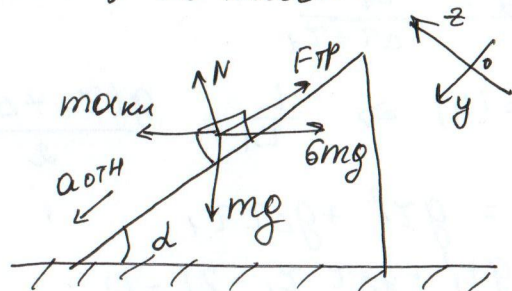


$$\alpha = 45^\circ$$

$$\mu = 0,5$$

$$F = ?$$

в СО клина:



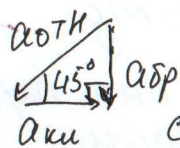
Запишем II закон Ньютона в проекции на ОХ где клина, ОУ и ОZ — где бруска с учетом того, что $\alpha = 45^\circ$, т.е. $\sin \alpha = \cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$$\begin{cases} \text{ОХ: } m a_{\text{кл}} = N \frac{\sqrt{2}}{2} - F - F_{\text{тр}} \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \text{ОУ: } m a_{\text{отн}} = m a_{\text{кл}} \frac{\sqrt{2}}{2} + m g \frac{\sqrt{2}}{2} - 6 m g \frac{\sqrt{2}}{2} - F_{\text{тр}} \\ \text{ОZ: } N + m a_{\text{кл}} \frac{\sqrt{2}}{2} = m g \frac{\sqrt{2}}{2} + 6 m g \frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases}$$

$F_{\text{тр}} = \mu N$, т.к. брусок скользит

т.к. ускорение бруска направлено вертикально, в со земли

то (вертикально вверх оно не может быть направлено):



~~а из а_кр~~ $\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{a_{кр}}{a_{отн}}; a_{отн} = a_{кр} \sqrt{2}$

с учетом того, что $\mu = \frac{1}{2}$:

$$\begin{cases} m a_{кр} = N \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{4} \right) - F & (1) \\ m a_{кр} \sqrt{2} = m a_{кр} \frac{\sqrt{2}}{2} + m g \frac{\sqrt{2}}{2} - 6 m g \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2} N & (2) \\ N + m a_{кр} \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{7\sqrt{2}}{2} m g & (3) \end{cases}$$

~~$N \frac{\sqrt{2}}{4}$~~ (1) $\Rightarrow m a_{кр} = \frac{\sqrt{2}}{4} N - F; N = 2\sqrt{2}(m a_{кр} + F)$

$$(2) m a_{кр} \sqrt{2} = m a_{кр} \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{5\sqrt{2}}{2} m g - \sqrt{2} m a_{кр} - F \sqrt{2}$$

$$2 m a_{кр} = m a_{кр} - 5 m g - 2 m a_{кр} - 2 F$$

$$3 m a_{кр} = -2 F - 5 m g (*)$$

$$(3) 2\sqrt{2}(m a_{кр} + F) + m a_{кр} \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{7\sqrt{2}}{2} m g$$

$$4 m a_{кр} + 4 F + m a_{кр} = 7 m g; (*)$$

$$\frac{5}{3}(-2 F - 5 m g) + 4 F = 7 m g$$

$$- \frac{10 F}{3} + 4 F - \frac{25}{3} m g = 7 m g$$

$$\frac{2}{3} F = 7 m g + \frac{25}{3} m g$$

$$2 F = (21 + 25) m g$$

$$2 F = 46 m g$$

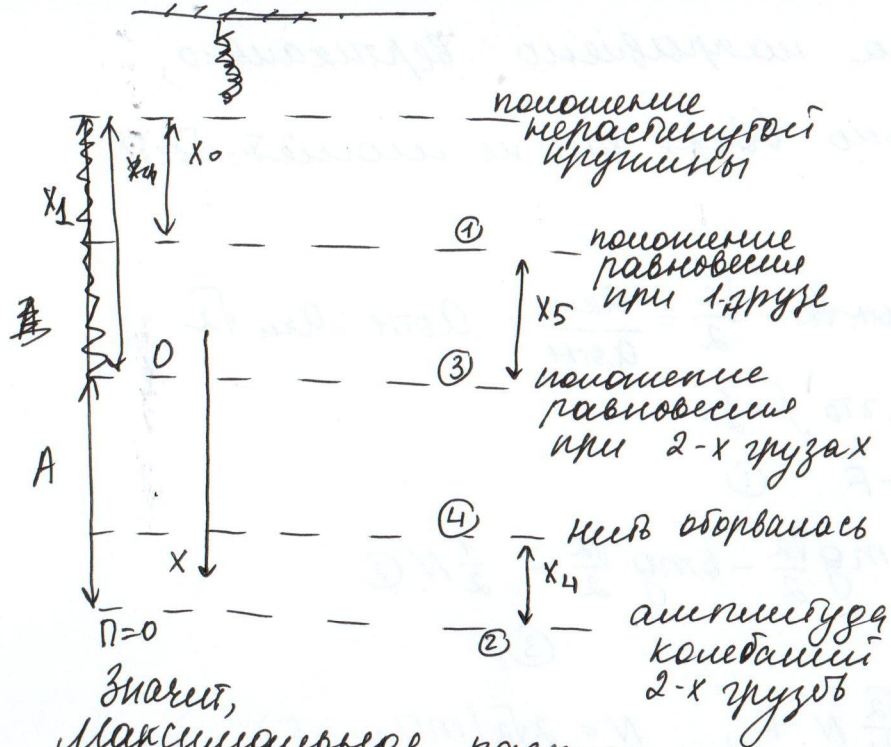
$$F = 23 m g$$

Ответ: ~~23 m g~~

5

н 4.

Нарисуй картинку:



При движении двух грузов нить не может порваться, т.к.

$$\frac{5mg}{4} > mg. \quad +$$

Значит, она порвалась, когда грузы движутся вверх. 2-й груз вниз.

$$ma = \frac{5mg}{4} - mg$$

$$a = \frac{g}{4} \quad (\text{вверх}) \quad (*)$$

Значит, Максимальное растяжение пружины будет, когда грузы будут в амплитуде: $x_1 + A$

Запишем ЗСЭ от ① до ②, ведь, когда грузы только-только отпустили, пружина не успела сильно деформироваться, а грузы — приобрели скорости:

$$\frac{kx_0^2}{2} + 2mg(A + x_1 - x_0) = \frac{k(x_1 + A)^2}{2}$$

$$\text{из 2 З.М.: } kx_0 = mg \rightarrow x_0 = \frac{mg}{k}$$

$$kx_1 = 2mg \rightarrow x_1 = \frac{2mg}{k}$$

$$\frac{k m^2 g^2}{2k^2} + 2mg(A + \frac{mg}{k}) = \frac{k(\frac{2mg}{k} + A)^2}{2}$$

$$\frac{m^2 g^2}{k} + 4mgA + \frac{4m^2 g^2}{k} = \frac{4m^2 g^2}{k} + 4mgA + kA^2$$

$$A = \frac{mg}{k} \rightarrow \boxed{x_{\text{MAX}} = \frac{2mg}{k} + \frac{mg}{k} = \frac{3mg}{k}}$$

Время $t_{32} = \frac{T}{4}$ (из положения ③ в положение ②)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}; \quad t_{32} = \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{2m}{k}}$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$v = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$a_{\text{MAX}} = \frac{mg}{k} \cdot \frac{k}{2m} = \frac{g}{2}$$

$$\left| \frac{a}{a_{\text{MAX}}} \right| = \left| \frac{x_4}{A} \right|$$

$$x_4 = \frac{1}{2} A \Rightarrow$$

$$t_{54} = \frac{T}{12}$$

$$x_5 = x_1 - x_0 = x_0 = \frac{mg}{k} = A \Rightarrow$$

$$t_{13} = \frac{T}{4} \text{ (из соотношений ① и ③)}$$

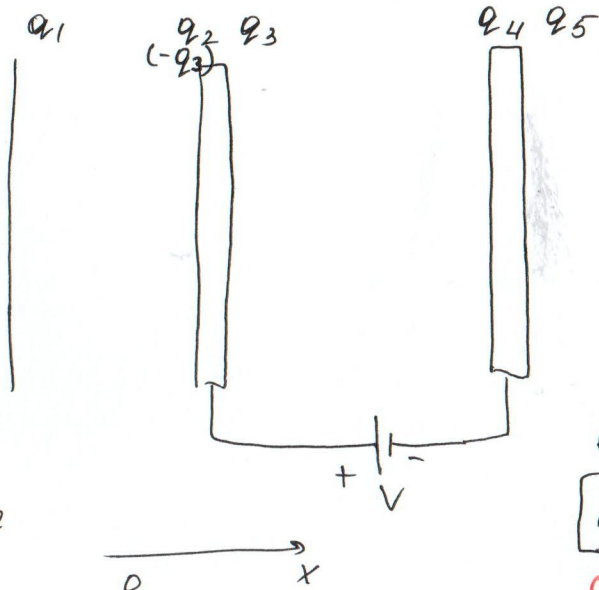
$$\tau = \frac{T}{4} + \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{T}{2} + \frac{T}{12} = \frac{141}{24} T = \frac{7}{12} T = \frac{7 \cdot 2\pi}{12} \sqrt{\frac{2m}{k}} = \frac{7\pi}{6} \sqrt{\frac{2m}{k}}$$

Ответ: $x_{\max} = \frac{3mg}{k}$; $\tau = \frac{7\pi}{6} \sqrt{\frac{2m}{k}}$. 55

№ 3.

до поднятия пластины: $q = CV$

после: q_1



равенство полей:

$$\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_4}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_5}{2\epsilon_0 S} = 0$$

$$= \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_4 + q_5}{2\epsilon_0 S}$$

$$2q_2 + 2q_3 = 0$$

$$q_2 = -q_3$$

вначале $q_{\text{конд}} = CV$,
в конце $q = 0 \Rightarrow$

$$\boxed{A_{\text{бат}} = -CV^2} +$$

q-?

20