

Рег. №: Ф10-ЛЕ-0040

Класс участия: 10 класс

Место проведения: Санкт-Петербург
(ЛЭТИ)

Дата проведения: 23 февраля 2020 г.

Время начала (местное): 11:00



Олимпиада школьников «Физтех» по физике

Заключительный этап 2020 г.

Анкета участника

Данная анкета предъявляется участником вместе с документом, удостоверяющим личность, при входе на олимпиаду. По окончании написания олимпиады анкета обязательно вкладывается в работу. Работа без предоставления анкеты недействительна и не проверяется. Анкета без подписей недействительна.

<u>Забавский</u>	<u>Иван</u>	<u>Андреевич</u>	<u>21.05.2003</u>	<u>16 лет</u>
Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст
<u>Российская Федерация</u>	<u>Ленинградская обл</u>	<u>г Выборг</u>		
Страна	Регион	Населенный пункт		
<u>Паспорт гражданина РФ</u>	<u>41 17</u>	<u>832608</u>	<u>16.06.2017</u>	<u>470-014</u>
Документ, удостоверяющий личность	Серия	Номер	Дата Выдачи	Код Подразделения
<u>Российская Федерация</u>	<u>Ленинградская обл</u>	<u>г Выборг</u>		
Страна школы	Регион Школы	Населенный Пункт Школы		
<u>10 класс</u>	<u>МБОУ "ГИМНАЗИЯ"</u>			
Класс обучения	Полное название образовательного учреждения			
<u>+7 981 843 40 90</u>	<u>ivan zabavskiy@mail.ru</u>			
Мобильный телефон	E-mail			

Согласие на обработку персональных данных

Я согласен на сбор, хранение, использование, распространение (передачу) и публикацию своих персональных данных, а также олимпиадных работ, в том числе в сети "Интернет". Я согласен, что мои персональные данные будут ограничено доступны организаторам олимпиады для решения административных и иных рабочих задач. Я проинформирован, что под обработкой персональных данных понимаются действия (операции) с персональными данными в рамках выполнения Федерального закона №152 от 27 июля 2006 г., конфиденциальность персональных данных соблюдается в рамках исполнения Операторами законодательства Российской Федерации. Я согласен на получение информационных писем от организаторов олимпиады на E-mail, указанный при регистрации.

Я подтверждаю, что все указанные мной данные верны и в указанном виде будут использованы при печати диплома олимпиады в случае его получения. Я согласен на передачу данных в государственный информационный ресурс о детях, проявивших выдающиеся способности, созданный во исполнение Постановления Правительства Российской Федерации № 1239 от 17 ноября 2015 г.

Я подтверждаю, что ознакомлен с Положением и Регламентом проведения олимпиады школьников "Физтех", а также с правилами оформления и условиями проверки работы.

«21» февраля 2020 г

Подпись участника олимпиады

ФИО законного представителя

Степень родства

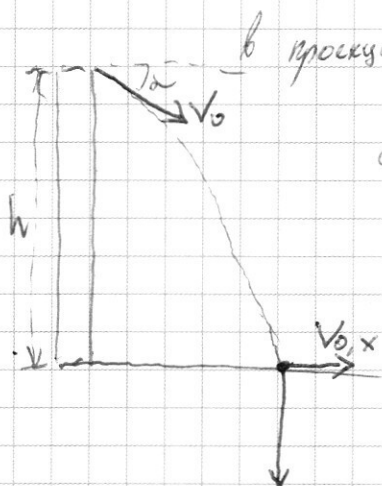
Подпись законного представителя

**Анкета без подписи недействительна.
Анкета обязательно должна быть вложена в работу!**

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

- 1) Т.к. гайка всё время ~~двигалась~~ приближалась к горизонтальной поверхности, то это значит, что вертикальная составляющая V_0 направлена вниз. Т.к. в процессе движения



в проекции на горизонтальную ось на гайку не действуют внешние силы, то

$$V_{0,x} = \text{const.}$$

Разложим скорость гайки в конце на горизонтальную и вертикальную составляющие, тогда:

$$V_{0,x}^2 + V_y^2 = 4V_0^2 \text{ по условию;}$$

из начального положения найдём $V_{0,x} = V_0 \cdot \cos \alpha$, тогда:

$$V_y = \sqrt{4V_0^2 - V_0^2 \cos^2 30^\circ} = V_0 \cdot \sqrt{4 - \frac{3}{4}} = V_0 \cdot \frac{\sqrt{13}}{2} \approx 1,8V_0 = 18 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

- 2) Время полёта можно найти из $V_y = V_0 + gt$

$$t = \frac{0,8V_0}{g} = 0,8 \text{ с}$$

- 3) высота с которой брошена гайка (назовём её h)

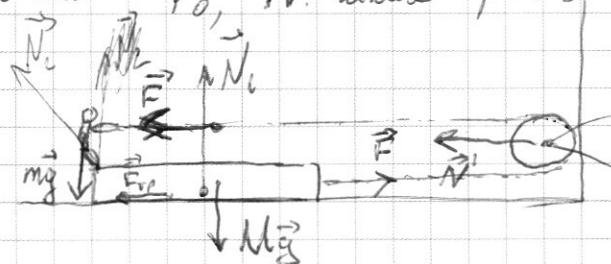
$$h = \frac{gt^2}{2} + V \cdot \sin 30^\circ \cdot t = 3,2 + 4 = 7,2 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } V_y = 18 \frac{\text{м}}{\text{с}}; t = 0,8 \text{ с}; h = 7,2 \text{ м}$$

№2

1) ~~Из~~ 2-й закон Ньютона для системы (в проекции на вертикальную ось)
(человек тянет канат с силой F_0 , N' -ная реакция опоры со стороны блока)

$F_{тр}$ - сила трения м-ду
лишнее и колесом



N_1 и N_2 - силы реакций опор со стороны земли и колеса соответственно).

$$P = (m + M)g = 3mg$$

2) в проекции на горизонтальную ось, ~~на~~ внешними силами для системы являются лишь сила трения и сила реакции ~~опоры~~ со стороны блока.

$N' = 2F_0$ (если человек тянет с силой F_0)

$F_{тр} = \mu \cdot 3mg$ (т.к. движение есть), тогда

$$2F_0 = 3\mu mg, \quad F_0 = \frac{3}{2}\mu mg$$

3) Из 2-й $2F - 3\mu mg = 3ma \Rightarrow a = \frac{2F}{3m} - \mu g$

Если в начале система покоилась, то

$$S = \frac{at^2}{2}, \quad t = \sqrt{\frac{2S \cdot 3m}{2F - 3\mu mg}} = \sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3\mu mg}}$$

Ответ: 1) $P = 3mg$; 2) $F_0 = \frac{3}{2}\mu mg$ 3) $t = \sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3\mu mg}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

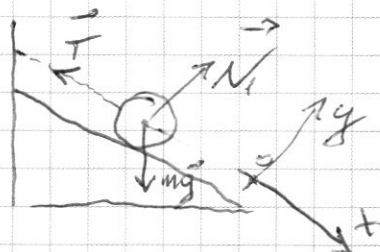
№3

- 1) Запишем 2-й 3-й Нью. для покоящегося ~~шара~~ шара
пусть T - катящееся тело

$$\vec{T} + m\vec{g} + \vec{N} = 0$$

$$Oy: N - mg \cdot \cos \alpha = 0$$

$$P_1 = N = mg \cdot \cos \alpha$$



- 2) перейдем в систему отсчета, связанную с шаром

Тут $\vec{F}_s$ - инерциальная сила

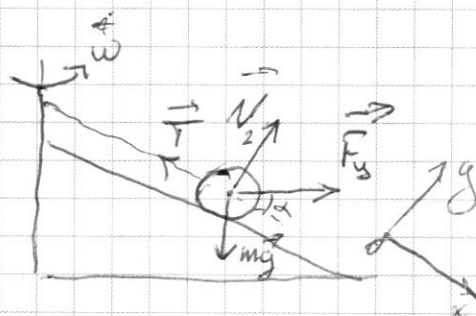
$$F_s = (L+R) \cdot \cos \alpha \cdot \omega^2$$

из проекции 2-го 3-го Нью.

на Oy получаем

$$N_2 + (L+R) \cdot \cos \alpha \cdot \omega^2 \cdot \sin \alpha - mg \cdot \cos \alpha = 0$$

$$P_2 = N_2 = \cos \alpha (mg + \omega^2 \sin \alpha \cdot (L+R))$$



Ответ: 1) $P_1 = mg \cdot \cos \alpha$ 2) $P_2 = \cos \alpha (mg + \omega^2 \sin \alpha (R+L))$

№5

- 1) Из 3-го Менделеева-Клапейрона для пара

$$\rho = \frac{p_m}{RT} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} \approx 0,0254 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Пусть L - исконое

$$L = \frac{p}{p_v} = 25,7 \cdot 10^{-6}$$

- 2) Найдём объём сконденсировавшейся воды пусть J - начальное число молей водного пара.

$$pV_m = \frac{J}{8} RT$$

сконденсировалось $J_0 = J - \frac{J}{8}$ моль.

$$V_{\text{вода}} = \frac{J_0 \cdot \mu}{\rho_v} = \frac{J(8-1)\mu}{8\rho_v}$$

Пусть β - исконое

$$V_{\text{пара}} = \frac{JRT}{p} \Rightarrow \beta = \frac{V_{\text{пара}}}{V_{\text{вода}}} = \frac{JRT}{p} \cdot \frac{8\rho_v}{J(8-1)\mu}$$

$$\beta = \frac{8,31 \cdot 300 \cdot 5,6 \cdot 10^3}{(8-1) \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 3,55 \cdot 10^3} \approx 49000$$

$$\approx 49000$$

Ответ: 1) $L \approx 25,7 \cdot 10^{-6}$ 2) $\beta \approx 49000$

№4

Перейдём в ИСО, связанную с маслом.

У левого края масла есть избыточное давление

$\rho_m g(h_2 - h_1)$, где ρ_m - плотность масла, но оно

компенсируется циркулярной силой ma , где m - полная

масса масла $m = \frac{(h_1 + h_2)}{\cos \alpha} \cdot S \rho_m$, где S - площадь сечения

трубки. Получаем, что $S \rho_m g \frac{(h_2 - h_1)}{\cos \alpha} = \frac{(h_1 + h_2)}{\cos \alpha} \cdot S \rho_m a(1)$

В проекции на горизонт. ось

Уз (1) погружен

№ (продолжение)

$$gh_2 - gh_1 = a h_1 + a h_2$$

$$h_2 = \frac{h_1 (g + a)}{(g - a)} = \frac{10 \cdot 15,76}{4,24} \approx 37,1 \text{ см}$$

Уз (1) погружен

$$gh_2 - gh_1 = a h_1 + a h_2$$

$$h_2 = \frac{h_1 (g + a)}{(g - a)} = \frac{140}{6} \approx 23,3 \text{ см}$$

2) Рассмотрим движение с точки зрения колебаний.
Полная энергия этих колебаний описывается как

сумма кинетической ~~энергии~~ и потенциальной энергий.

В начальный момент $E_k = 0$, $E_n = A$, где A - работа, которую совершит возвращающая сила (сила давления воды) при движении жидкости от начального момента до положения равновесия.

$$A = \underbrace{\rho_m g \Delta h S}_{\text{сила}} \cdot \underbrace{\frac{\Delta h}{2}}_{\text{пути}}$$

т.е. Δh - разность h_2 и h_1 .
высота столба масла

Заметим, что при малом приращении Δh сила меняется линейно.

т.е. график $F(h)$ - прямая. Тогда $A = \rho_m \frac{g(h_2 - h_1)^2 S}{2}$

в тот момент, когда $E_n = 0$ ($h_1 = h_2$) $E_k = \frac{m V^2}{2} = A$

$$\frac{h_1 + h_2}{2 \cos \alpha} \cdot S \cdot \rho_m \cdot \frac{V^2}{2} = \rho_m S \cdot \frac{g(h_2 - h_1)^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{g \cos \alpha \cdot (h_2 - h_1)^2}{2(h_1 + h_2)}}$$

$$V = 13,3 \cdot \sqrt{\frac{7,2}{33,3}} \approx 6 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: $h_2 = 23,3 \text{ см}$, $V = 6 \frac{\text{см}}{\text{с}}$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$j = \frac{P_M}{RT} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 48 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} = \frac{170,4}{2493} = 0,068$$

$$P \frac{V}{\gamma} = \frac{V}{\gamma} RT$$

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{V}{V_0} = \frac{V_p}{V_0} = \frac{V_p}{V_0} = \frac{V_p}{V_0} = \frac{V_p}{V_0}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 35 \\ \hline 175 \\ 105 \\ \hline 1225 \end{array} \quad \begin{array}{r} 36 \\ \times 36 \\ \hline 216 \\ 108 \\ \hline 1296 \end{array}$$

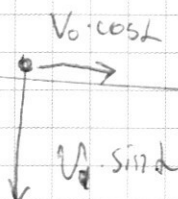
$$\begin{array}{r} 10650 \\ - 8830 \\ \hline 28200 \\ - 20575 \\ \hline 7625 \end{array}$$

$$V_0^2 \cos^2 \alpha + (V_0 \sin \alpha)^2 = V^2$$

$$V_0^2 \frac{3}{4} + \frac{V^2}{4} = 4 V_0^2$$

$$\frac{V^2}{4} = 3 \frac{13}{4} V_0^2$$

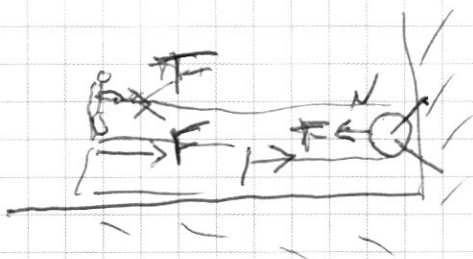
$$\begin{array}{r} 14375 \\ - 1009 \\ \hline 3335 \\ - 3212 \\ \hline 1230 \end{array}$$



$$V = V_0 \sqrt{13}$$

$$V = V_0 + g t = V_0 \sqrt{13} \cdot 5$$

$$g t = V_0 (\sqrt{13} - 1)$$

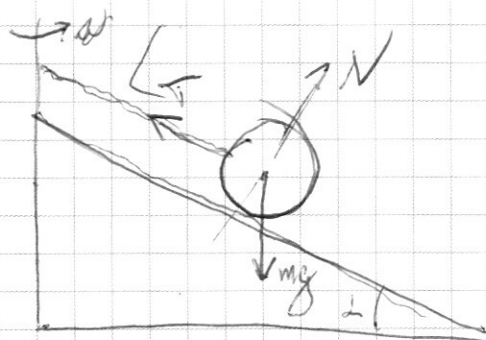


$$3mg$$

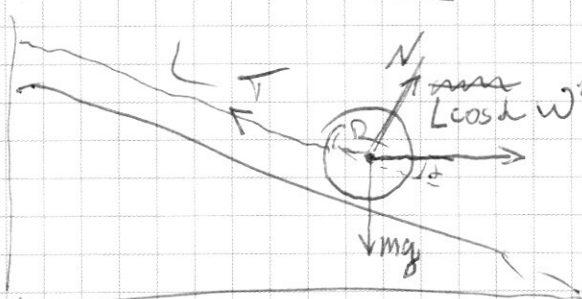
$$3mg \mu = 2F_0 \quad T = \frac{3}{2} mg \mu$$

$$2F = 2ma$$

$$s = \frac{at^2}{2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2sm}{F}}$$



$$P = N = mg \cos \alpha$$



$$P = N = mg \cos \alpha - L \cos \alpha \sin \alpha \omega^2 = \cos \alpha (mg + L \sin \alpha \omega^2)$$

$$\begin{array}{r} 13 \ 5 \ 2 \\ 18 \ 8 \ 4 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

15460/424 = 36.46
1272/371 = 3.43
3040/2968 = 1.02
8720/1000 = 8.72

$a \left(\frac{h_2}{\cos \alpha} + \frac{h_1}{\cos \alpha} \right) = pg \sin \alpha (h_2 + h_1)$

$\frac{a}{\cos \alpha} (h_2 + h_1) = g(h_2 - h_1)$

$h_2 = \frac{(\sqrt{2}a + g)h_1}{(g - \sqrt{2}a)}$

$= \frac{1076 \cdot 10}{5.4} \approx 30$

$1.66 \cdot 4 = 5.76$

$$\begin{array}{r} 72 \overline{) 333} \\ \underline{666} 13 \\ 14 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 133 \overline{) 22} \\ \underline{180} 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 540 \\ - 353 \\ \hline 1070 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 333 \overline{) 72} \\ \underline{288} 464 \\ \hline 450 \\ \underline{432} \\ 180 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 333 \overline{) 1} \\ \underline{12,2} 64 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,2 \\ \times 2,2 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 0,9 \end{array}$$