

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

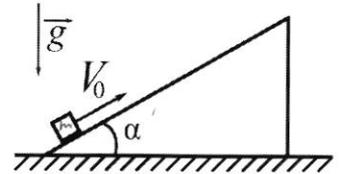
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$ м. На землю осколки падают в течение $\tau = 10$ с.

1) Найдите начальную скорость V_0 фейерверка.

2) Найдите суммарную кинетическую энергию K осколков сразу после взрыва.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают начальную скорость $V_0 = 2$ м/с (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1) На какую максимальную высоту H над точкой старта поднимется шайба на клине?

2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1,2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3,7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0,4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) С какой по величине силой P модель действует на сферу?

2) Рассмотрим модель автомобиля равномерно движущуюся по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = \frac{\pi}{6}$. Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} такого равномерного движения. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,9$.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

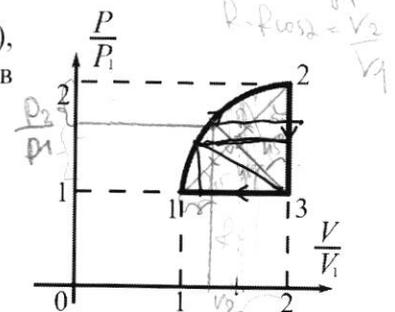
4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 — дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1 .

1) Какое количество Q теплоты подведено к газу в процессе расширения?

2) Найдите работу A газа за цикл.

3) Найдите КПД η цикла.

Универсальная газовая постоянная R .



5. Заряд $Q > 0$ однородно распределен по сфере радиуса R . В первом опыте на расстоянии $2R$ от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом $q > 0$.

1) Найдите силу F_1 , действующую на заряженный шарик.

Во втором опыте заряд q однородно распределяют по стержню длины R , стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии $2R$ от центра.

2) Найдите силу F_2 , с которой заряд сферы действует на заряженный стержень.

Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Явлениями поляризации пренебрегите.

4. Умножим обе части ур-е 3 на -1:

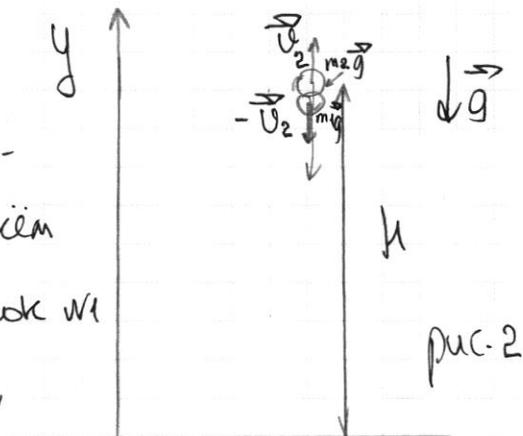
$$2gh = v_0^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$$

5. $v_0 = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{м}{с^2} \cdot 65 м} = \sqrt{1300 \frac{м^2}{с^2}} = \sqrt{13 \cdot 100 \frac{м^2}{с^2}} = 10 \sqrt{13} \frac{м}{с}$

6. $3,6 \cdot 3,6 = 12,96 \approx 13 \Rightarrow \sqrt{13} \approx 3,6$

7. $v_0 = 10 \cdot 3,6 \frac{м}{с} = 36 \frac{м}{с}$

8. Пусть v_2 - модуль скорости, с которой сразу после взрыва разлетаются осколки. (см. рис. 2 - на котором изображено только 2 осколка: осколок m_1 массой m_1 летит вертикально вниз, осколок m_2 массой m_2 летит вверх сразу после взрыва).



9. По усл-ю сказано, что $\tau = 10 с$ - время, в течение которого на землю падают осколки, а значит τ - это время движения осколка, летящего вертикально вверх, т.е. осколка массой m_2 , так как время его движения вверх наибольшее, т.к.

10. $\vec{s} = \vec{v}_2 \cdot \tau + \frac{g \tau^2}{2}$ - для осколка массой m_2

11. Проецируем ур-е 10 на ось y:

$$-h = v_2 \cdot \tau - \frac{g \tau^2}{2} \quad (5)$$

12. ~~Вывод~~ $\frac{g \tau^2}{2} - h = v_2 \cdot \tau \Rightarrow v_2 = \frac{g \tau^2}{2 \tau} - \frac{h}{\tau} = \frac{g \tau}{2} - \frac{h}{\tau}$

13. $v_2 = \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot 10 с}{2} - \frac{65 м}{10 с} = 50 \frac{м}{с} - 6,5 \frac{м}{с} = 43,5 \frac{м}{с}$

14. $K = k_1 + k_2 + \dots + k_n$, где n - кол-во осколков, k_1, k_2, \dots, k_n - кинетические энергии осколков.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

15. $K_1 = \frac{m_1 U_2^2}{2}$; $K_2 = \frac{m_2 U_2^2}{2}$; $K_3 = \frac{m_3 U_2^2}{2}$; $K_n = \frac{m_n \cdot U_2^2}{2}$

16. $K = K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n = \frac{m_1 U_2^2}{2} + \frac{m_2 U_2^2}{2} + \frac{m_3 U_2^2}{2} + \dots + \frac{m_n U_2^2}{2} = \frac{U_2^2}{2} (m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n)$

17. $m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n = m \Rightarrow K = \frac{m U_2^2}{2}$

18. $K = 2m \cdot (43,5 \frac{m}{c})^2 = 1892,25 \text{ Дж}$

Ответ: $U_0 = \sqrt{2gh}$, $U_0 = 36 \frac{m}{c}$; $K = m \frac{U_2^2}{2}$; $K = 1892,25 \text{ Дж}$

Задача 15

Дано:

k - коэф. пропорц.

$Q > 0$ - заряд сферы

$R_1 = R$ - радиус сферы

$L_1 = 2R$

$q_1 = q$ - заряд шара

$q > 0$

$R_2 = R$ - радиус сферы

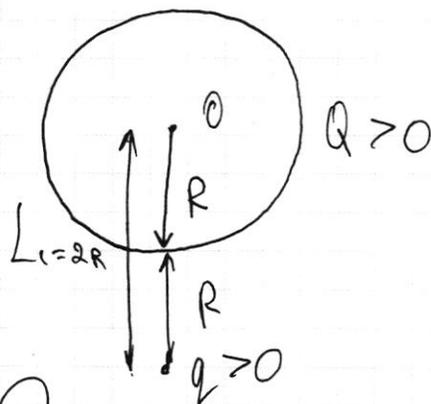
$q_2 = q$ - заряд сферы

Найти:

1) F_1 - ?

2) F_2 - ?

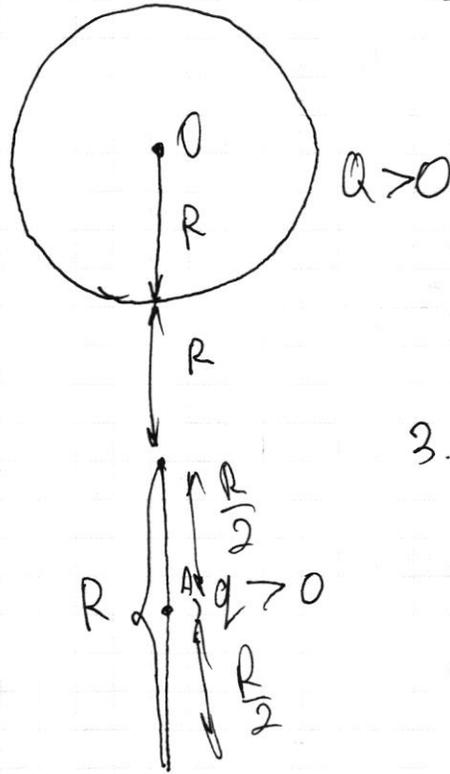
рис. 1



Решение:

1. (П.к. сфера равномерно заряжена, прот заряд $q > 0$ - т.е. сфера $\Rightarrow \Rightarrow$ при отр-ии F_1 можем заменить сферу на точечный заряд Q , находящийся в т.о. центре сф. сфер $\Rightarrow F_1 = k \cdot \frac{Q \cdot q}{2L_2^2} = \frac{k \cdot Q \cdot q}{4R^2}$

Нет смысла писать Q и q по модулю, т.к.
 $Q > 0, q > 0$. Также предположим, что
 т.к. none не равномерно заряда. Сфера - такое
 же, как и заряд Q нахо-
 дится в центре сферы.
 рис. 2



2. Заметим, как и
 при ~~этом~~ нахож-
 дении центра на пер-
 вый кончик заряду,
 сферу на точечный
 заряд Q в т.о

3. Сферический заряд q в
 т.а, т.а - делит сфер-
 ически на 2 равные
 части длиной R

4. $F_2 = \frac{k \cdot Q \cdot q}{(2,5R)^2} = \frac{k \cdot Q \cdot q}{6,25R^2}$

не ~~нужно~~ можем у
 зарядов, т.к. $Q > 0, q > 0$

~~Order: kQq~~

Order: $\frac{kQq}{4R^2}$; $F_2 = \frac{kQq}{6,25R^2}$

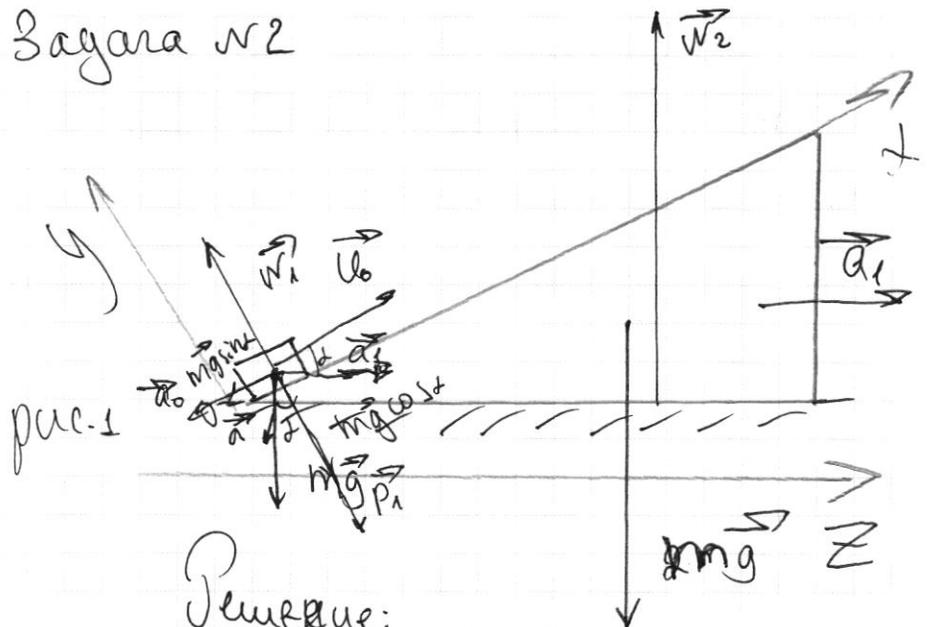
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2

Дано:
 m - масса шайбы = массе клина
 $\angle \alpha = 30^\circ$
 $v_0 = 2 \frac{m}{c}$
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$

Найти:

- 1) μ - ?
- 2) ν - ?



Решение:

1. N_1 - сила реакции, действующая на шайбу со стороны клина, тогда по II з-ну Ньютона: шайба действует на клин с силой P_1 , $P_1 = N_1$, $P_1 \perp N_1$ (противоп. друг другу направления).
2. Запишем II з-н Ньютона для клина:
 $P_1 = ma_1$, где a_1 - ускор-е клина
3. Проецируем II з-н Ньютона для клина, записавши в гр-и \perp на ось Z:
 $P_1 \cdot \sin \alpha = ma$, P_1 заменим на $N_1 \Rightarrow N_1 \sin \alpha = ma$ (2)
4. Запишем II з-н Ньютона для шайбы:
 $\vec{mg} + \vec{N}_1 = m\vec{a}$, где $|\vec{a}| = a$ - ускор-е шайбы
5. В проекции на ось y:
 $-mg \cos \alpha + N_1 = ma_y$
6. $\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{a}_0$ - з-н слож-е ускорений в суммаре

распределенного движения, \vec{a}_0 - ускор-е шайбы относительно камня,
 \vec{a} - абсолютное ускорение шайбы, \vec{a}_1 - ускор-е
 камня. 3-и спох-е ускор-ти в данном случае зависят,
 когда камень - система отсчета, т.е. \vec{a}_1 - горизонтальное ускор-е
 \vec{a}_0 - направлено вдоль поверхности камня. \Rightarrow оно не дает
 вклада в проекцию полного ускор-е на ось y, тогда $a_{yx} = a_y =$

$$= a_{1y} = -a_1 \cdot \sin \alpha$$

8. II закон Ньютона для тела в проекции на ось y:

$$-mg \cos \alpha + N_1 = -ma_1 \sin \alpha \quad | \cdot (-1)$$

$$9. \begin{cases} mg \cos \alpha - N_1 = ma_1 \sin \alpha & (1) \\ N_1 \sin \alpha = ma_1 & (2) \end{cases}$$

$$10. N_1 \sin \alpha = ma_1$$

$$11. mg \cos \alpha - \frac{ma_1}{\sin \alpha} = ma_1 \sin \alpha$$

$$12. mg \cos \alpha = \frac{ma_1}{\sin \alpha} + ma_1 \sin \alpha \quad | \cdot \frac{1}{m}$$

$$13. g \cos \alpha = a_1 \left(\sin \alpha + \frac{1}{\sin \alpha} \right)$$

$$14. a_1 = \frac{g \cos \alpha}{\sin \alpha + \frac{1}{\sin \alpha}} = \frac{g \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{\sin^2 \alpha + 1} = \frac{g \sin \alpha \cos \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}$$

~~15. II закон Ньютона для шайбы в проекции~~

~~на ось x:~~

~~$15. \vec{a}_x = \vec{a}_1 \cos \alpha + \vec{a}_0$. Так тело остается в покое макс.
 $\Rightarrow \vec{a}_x$ направлено против оси x; $a_1 \cos \alpha$ - вдоль оси \Rightarrow
 $\Rightarrow \vec{a}_0$ - против оси x~~

~~15. \vec{a}_0 - относительное ускор-е шайбы (отн. камня) $\Rightarrow \vec{a}_0$ направлено
 вдоль поверхности камня III. Тело остается в покое макс.
 относ. камня. Опред. \vec{a}_0 , а затем как скал-е с \vec{a}_1 \Rightarrow
 $\Rightarrow \vec{a}_x$ - против оси x.~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

16. В со клина, майда движ-е с \vec{a}_0 вдоль поверхности клина, т.е. вдоль оси Ox. ~~Переносим в O земли.~~ (П.к.)

18. Рассмотрим движ-е майда в O земли: она доскает отв. вком, а затем спад-е вниз $\Rightarrow \vec{a}_x$ - προςь оси Ox.

17. $\vec{a}_x = \vec{a}_0 + \vec{a}_1 \cdot \cos \alpha$, где $\vec{a}_1 \cos \alpha$ - вдоль оси Ox.

18. ~~$-a_x = -a_0 + a_1 \cos \alpha \cdot (-1)$~~ $a_x = -a_0 + a_1 \cos \alpha$

19. ~~$a_x = a_0 - a_1 \cos \alpha$~~ $a_x = a_1 \cos \alpha - a_0$

20. Запишем II з-н Ньютона для майда в направлении на ось Ox:

$$-mg \sin \alpha = m(a_1 \cos \alpha - a_0) \quad | \cdot (-1)$$

$$mg \sin \alpha = m(a_0 - a_1 \cos \alpha) \quad | \cdot \frac{1}{m}$$

$$21. g \sin \alpha = a_0 - a_1 \cos \alpha \Rightarrow g \sin \alpha + a_1 \cos \alpha = a_0$$

22. $a_0 = g \sin \alpha + \frac{g \sin \alpha \cos^2 \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}$ - ~~всп-е майда оси. клина.~~

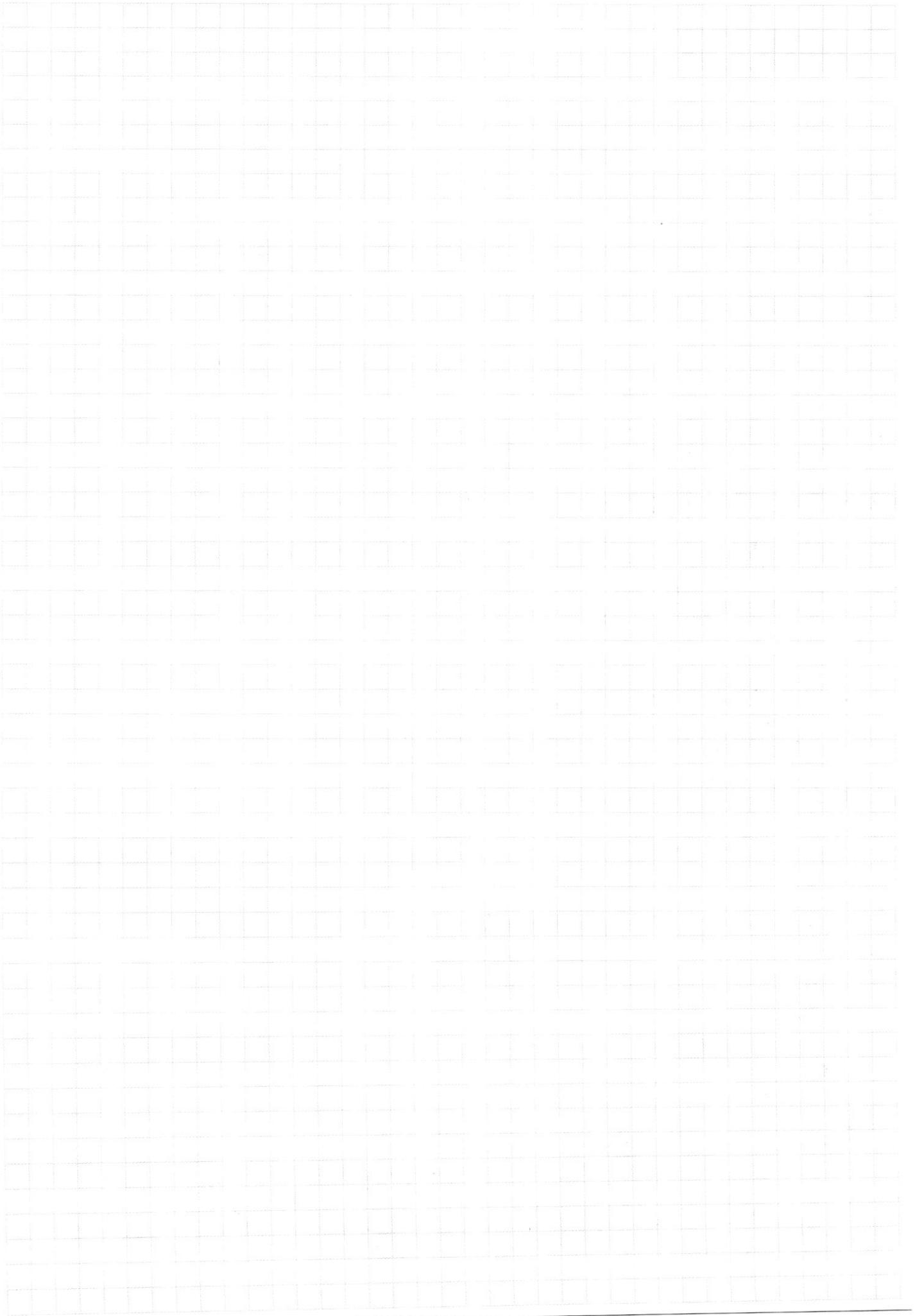
23. Переносим в O клина: ~~запишем~~

$2\vec{a}_0 \cdot \vec{s} = v^2 - v_0^2$ - $v=0$, т.к. рассматриваем движ-е тело до осе-Альфи:

$$-2a_0 \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = -v_0^2 \quad | \cdot (-1)$$

$$2a_0 h = v_0^2 \Rightarrow h = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{2a_0} = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{2(g \sin \alpha + \frac{g \sin \alpha \cos^2 \alpha}{1 + \sin^2 \alpha})}$$

$$24. h = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cdot (1 + \sin^2 \alpha)}{2(g \sin \alpha (1 + \sin^2 \alpha) + g \sin \alpha \cos^2 \alpha)} = \frac{v_0^2 (1 + \sin^2 \alpha)}{2(g \sin \alpha + g \sin^3 \alpha + g \sin \alpha \cos^2 \alpha)}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 8
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

25.
$$H = \frac{V_0^2 \sin \alpha + V_0^2 \sin^3 \alpha}{2(g \sin \alpha + g \sin^3 \alpha + g \sin \alpha \cos^2 \alpha)}$$
 (*). Поделим числитель и знаменатель ур-я (*) на $\sin \alpha$.

26. ~~$$H = \frac{V_0^2 + V_0^2 \sin^2 \alpha}{2(g + g \sin^2 \alpha + g \cos^2 \alpha)}$$~~
$$H = \frac{V_0^2 + V_0^2 \sin^2 \alpha}{2(g + g \sin^2 \alpha + g \cos^2 \alpha)}$$

27.
$$H = \frac{V_0^2 (1 + \sin^2 \alpha)}{2(g + g(\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha))}$$

28. $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ - по осн. тригоном. тождеству \Rightarrow
 $\Rightarrow H = \frac{V_0^2 (1 + \sin^2 \alpha)}{2(g + g)} = \frac{V_0^2 (1 + \sin^2 \alpha)}{4g}$

29.
$$H = \frac{V_0^2 (1 + \frac{1}{4})}{4g} = \frac{5V_0^2}{4 \cdot 4g} = \frac{5V_0^2}{16g} = \frac{5 \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{16 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{1}{8} \text{ м}$$

30. $g = 0,125 \text{ м}$

30. П.к. сил, действующих на шарик ^{в нисп} не меняются \Rightarrow
 $\Rightarrow \vec{a} = \text{const} \Rightarrow$ время движения до верхней точки
 равно времени движения до ступки $\Rightarrow t$ - время
 движения шарика от начала движения до возвращения
 в ст. старта на нисп = $2t$, где t - время до H от старта
 и t - время от H до старта.

31. $V = a \cdot t = 2at$

32. Перейдем в Ω нисп:

33. $\vec{v}_0 + \vec{a}_0 \cdot t = \vec{v}$, где $\vec{v} = \vec{0}$, — и берем формулу

x: $v_0 - a_0 t = 0 \Rightarrow v_0 = a_0 t \Rightarrow t = \frac{v_0}{a_0}$

34. $V = a_1 \cdot \frac{2v_0}{a_0} = \frac{2a_1 v_0}{a_0}$

35. ~~$V = \frac{2 \cdot v_0 \cdot g \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{(1 + \sin^2 \alpha) \cdot (g \sin \alpha + \frac{g \sin \alpha \cos^2 \alpha}{1 + \sin^2 \alpha})}$~~

36. $V = \frac{2v_0 g \sin \alpha \cos \alpha \cdot (1 + \sin^2 \alpha)}{(1 + \sin^2 \alpha) \cdot (g \sin \alpha (1 + \sin^2 \alpha) + g \sin \alpha \cos^2 \alpha)}$

37. $V = \frac{2v_0 g \sin \alpha \cos \alpha}{g \sin \alpha (1 + \sin^2 \alpha) + g \sin \alpha \cos^2 \alpha} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$

38. Подставим и численно, и заменим уравнение на $\sin \alpha$:

$$V = \frac{2v_0 g \cos \alpha}{g(1 + \sin^2 \alpha) + g \cos^2 \alpha} = \frac{2v_0 g \cos \alpha}{g + g(\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)} = \frac{v_0 g \cos \alpha \cdot 2}{2g} =$$

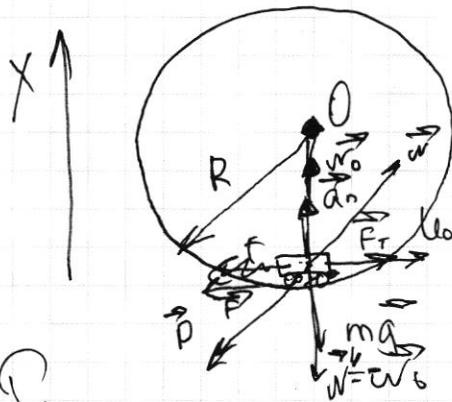
$$= v_0 \cdot \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 \frac{m}{c} = \sqrt{3} \frac{m}{c} \approx 1,7 \frac{m}{c}$$

Итак: $u = \frac{v_0^2 (1 + \sin^2 \alpha)}{4g} = 0,125 m; V = v_0 \cos \alpha = 1,7 \frac{m}{c}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3

Дано:
 $v_0 = 3,7 \frac{m}{c}$
 $R = 1,2 m$
 $m = 0,4 kg$
 $\angle \alpha = \frac{\pi}{6}$
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$
 Найти:
 ρ ?
 v_{min} ?



- Зафиксирована
сфера.

Решение:

1. Путь N_0 - сила нормальной реакции опоры со стороны поверхности.
2. $N_0 = N_1 + N_2 + N_3 + N_4$ - сумма сил норм. реакции опор, действующих со стороны поверхности на колесо
3. $F_{тр} = \mu(N_1 + N_2 + N_3 + N_4) = \mu N_0$ - направл. в сторону движения.
4. III-к. по модулю скорости не меняется $\Rightarrow \vec{a}_t = \vec{0} \Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t = \vec{a}_n + \vec{0} = \vec{a}_n$
5. $a_n = \frac{v_0^2}{R}$ - центрострем. ускор.
6. Тогда по III закону Ньютона на поверхность действует \vec{F}_t , т.е. сила $F = F_t$ по направлению

ей по направлению.

7. P - это сила = W - нормальная сила реакции опоры, всегда
 всегда на тело.

8. Запишем II з-н Ньютона для шарика на ось
 x: $W_0 - mg = \frac{mU_0^2}{R} \Rightarrow m \left(\frac{U_0^2}{R} + g \right) = W_0$

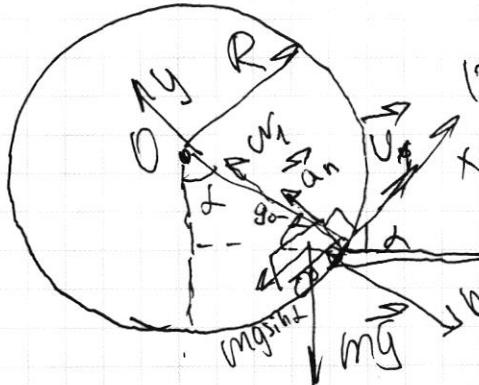
9. $|\vec{W}_0| = |-\vec{W}_0| = m \left(\frac{U_0^2}{R} + g \right)$, $(F) = (F_{тр}) = \mu W_0$

10. ~~$P = \sqrt{W_0^2 + F^2}$ - по т. Пифагора~~

10. $P = \sqrt{(W')^2 + (F)^2}$, где $W' = W_0$, $F = F_{тр} = \mu W_0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow P = \sqrt{W_0^2 + \mu^2 W_0^2} = \sqrt{(1 + \mu^2) \cdot W_0^2} = W_0 \sqrt{1 + \mu^2}$

11. $P = m \left(\frac{U_0^2}{R} + g \right) \cdot \sqrt{1 + \mu^2} = 0,4 \text{ кг} \cdot \left(\frac{(3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{1,2 \text{ м}} + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) \times$
 $\times \sqrt{1 + (0,9)^2} \approx (21,4 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{1,81}) \text{ н} \approx 1,4 \cdot 8,56 \text{ н} =$
 $\approx 11,984 \text{ н}$

12. рис. 2



13. $a_n = \frac{U_1^2}{R}$

14. ~~$W_1 - mg \cos \alpha = \frac{mU_0^2}{R}$~~

15. ~~$W_1 = m \left(\frac{U_0^2}{R} + g \cos \alpha \right)$~~

14. y: $W_1 - mg \cos \alpha = \frac{mU_1^2}{R}$ - II з-н на ось y

15. x: $\mu W_1 = F_{тр} = mg \sin \alpha$ - II з-н на ось x
 $W_1 = \frac{mg \sin \alpha}{\mu}$

16. $\frac{mg \sin \alpha}{\mu} - mg \cos \alpha = \frac{mU_1^2}{R}$

17. $mg (\frac{\sin \alpha}{\mu} - \cos \alpha) = \frac{mU_1^2}{R} \Rightarrow U_1 = \sqrt{2g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$ -
 минимальная скорость шарика для начала движения $\vec{a}_0 = 0 \Rightarrow \sum \vec{F} = 0$

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 4
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$18. U_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 10}{0,9} \cdot \left(0,5 - 0,9 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\right)} \frac{M}{C}$$

$$19. U_1 \approx \sqrt{22 \cdot 0,75} \frac{M}{C} = \sqrt{16,5} \frac{M}{C} \approx 4 \frac{M}{C}$$

Ответ: 11,084 н; $U_1 = \sqrt{22 \cdot 0,75} \frac{M}{C}$. $U_1 = 4 \frac{M}{C}$

Задача 4

23- узокоритный нр-сс, 31- узобар. нр-се.

$$\eta = \frac{A}{Q_+}, \text{ где } A = A_{12} + A_{31}; A_{31} = -pV = -jR\Gamma_1$$

$$Q_+ = Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} jR (\Gamma_2 - \Gamma_1)$$

$$\begin{cases} p_1 V_1 = jR\Gamma_1 \\ 2p_1 \cdot 2V_1 = jR\Gamma_2 \end{cases} \Rightarrow \Gamma_2 = 4\Gamma_1 \Rightarrow \Delta U_{12} = \frac{3}{2} jR \cdot 3\Gamma_1 = \frac{9jR\Gamma_1}{2}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}}$$

$$A = A_{12} - jR\Gamma_1$$

Дано:

$$\bar{I} = 3$$

$\delta = 1$ моль

капп.

- 1) $Q = ?$
- 2) $A = ?$
- 3) $\eta = ?$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

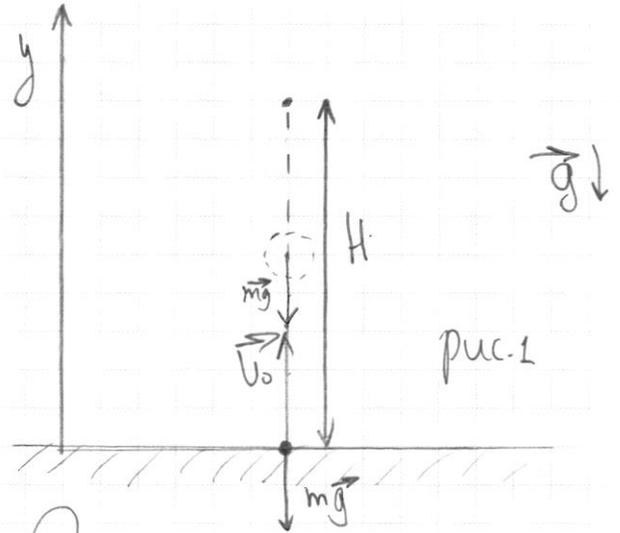
$$H = 65 \text{ м}$$

$$t = 10 \text{ с}$$

Найти:

$$v_0 - ?$$

$$k - ?$$



Решение:

1. В процессе движения вверх на фрежертерк действует только сила тяжести - $m\vec{g}$ (на рис. 1 положение тела в произвольной точке траектории обозначено пунктиром).

2. Запишем II з-н Ньютона для тела:

$$m\vec{g} = m\vec{a} \quad (1)$$

Разделим обе части ур-е (1) на m :

$$\vec{g} = \vec{a} = \text{const} = \text{движение с постоянным}$$

ускор-ем, движение фрежертерка вверх св-е равнозамедленным \Rightarrow можно применить формулы кинематики для равн. движ-я.

$$3. \quad 2\vec{a} \cdot \vec{s} = v^2 - v_0^2 \quad (2)$$

4. Спроецируем ур-е (2) на ось y :

$$\frac{2 \cdot 9.8}{16 \cdot 10^2} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{19.6}{1600} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{19.6}{1600} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{19.6}{1600} = \frac{1}{8}$$

$$20$$

$$y: -2gh = v^2 - v_0^2 (*)$$

$$\begin{array}{r} \times 120 \\ 120 \\ \hline 14400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 65 \\ 65 \\ \hline 1300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 650 \\ 650 \\ \hline 1300 \end{array}$$

$$5. \vec{v} = \vec{a}t + \vec{v}_0 (3)$$

6. Проецируем ур-е 3 на ось y, рассматривая тело в инерциальной системе отсчета:

$$y: 0 = -gt + v_0 \Rightarrow v_0 = gt (4) \text{ (скорость тела в инерциальной системе отсчета будет равна 0)}$$

7. Подставим значение v_0 из ур-е 4 в ур-е *:

$$-2gh = 0 - (gt)^2$$

$$-2gh = -g^2 t^2$$

$$8. -2gh = -v_0^2 \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow v_0^2 = 2gh \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 65m} =$$

$$\sqrt{1300 \frac{m^2}{s^2}} = \sqrt{13 \cdot 100} = 10\sqrt{13} \frac{m}{s^2} \approx 10 \cdot 3,6 = 36 \frac{m}{s}$$

$$\vec{v}_1 = \vec{v} + \vec{g}t$$

$$\begin{array}{r} 216 \\ \times 16 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 36 \\ \hline \end{array}$$

$$= 900$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 35 \\ \hline 175 \\ 105 \\ \hline 1225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 36 \\ \hline 216 \\ 216 \\ \hline 1296 \end{array}$$

$$\sqrt{9} = 3$$

$$\sqrt{16} = 4$$

$$\sqrt{36} = 6$$

$$\sqrt{108} = 10,8$$

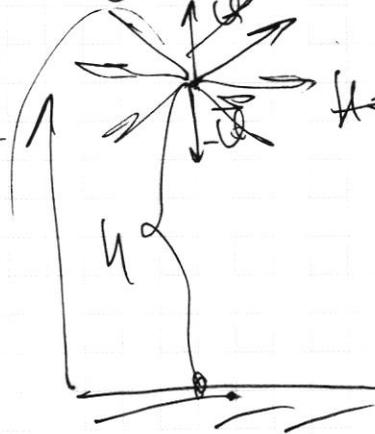
$$\vec{v} \uparrow \cdot \frac{h + gt^2}{2} = v$$

$$\frac{h + gt^2}{2} = vt$$

Т - разность высот между ними. v - верх. Пусть v - скор.

$$v \cdot t = \frac{gt^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 43,5 \\ \hline 1755 \\ 1305 \\ \hline 1740 \\ 180225 \end{array}$$



$$v = \frac{65 + 10 \cdot 10}{2}$$

$$-h = -v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad 6,5 + 50 = 56,5$$

$$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$h = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_n$$

$$\frac{mv^2}{2}$$

$$h = v_0 \sin \alpha$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ -6,5 \\ \hline 43,5 \end{array}$$

$$t_2 = t \Rightarrow \text{они на одной высоте}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2

Дано:

$\alpha = 30^\circ$

$\frac{v_2}{v_1} = 2$

$v_1 = 2 \frac{m}{c}$

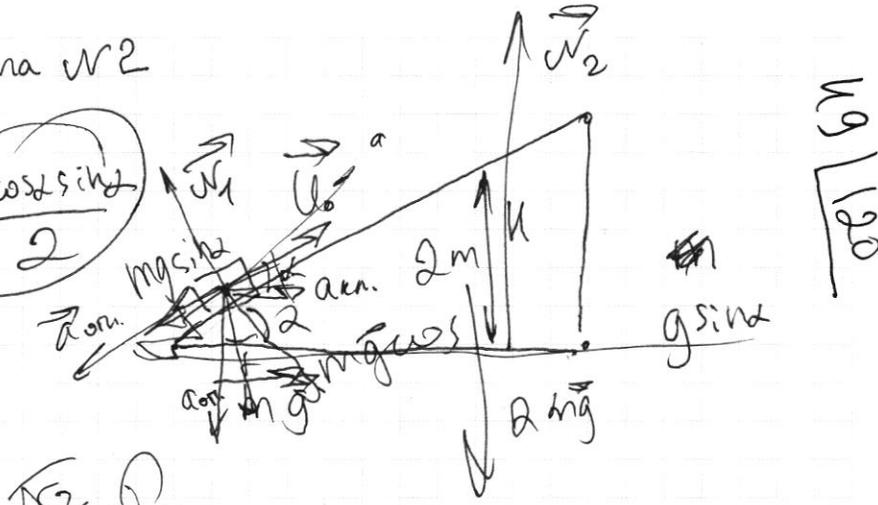
$g = 10 \frac{m}{c^2}$

Найти:

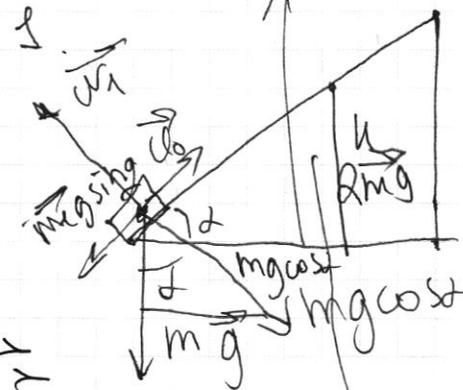
$\frac{v_2}{v_1}$

$a_{\text{мк}} = \frac{g \cos \alpha \sin \alpha}{2}$

$13,69 \sqrt{12}$
 $13,69 \sqrt{12}$



Решение:



$mg \cos \alpha \sin \alpha = 2m a_{\text{мк}}$

$g \sin \alpha$
 $mg \cos \alpha \neq v_1$
 $\frac{g \cos \alpha \sin \alpha}{2}$
 $\frac{g \cos \alpha \sin \alpha}{2}$

При одинаковой массе:

$mg \cos \alpha \sin \alpha = m a_{\text{мк}}; a_{\text{мк}} = \frac{g \cos \alpha \sin \alpha}{2}$

Сум, дейст. на шарик

$v_1 \cdot \sin \alpha = m a_{\text{мк}}$

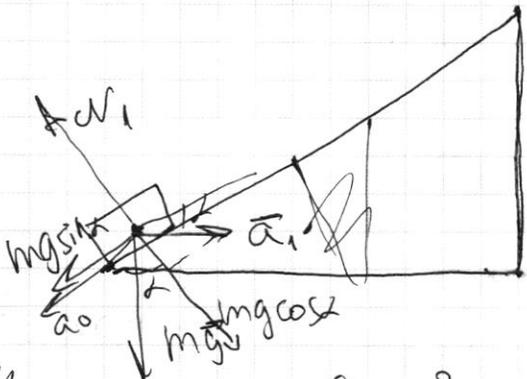
$v = a \cdot \cos \alpha$

$v_1 = m a_{\text{мк}} \cdot \sin \alpha + m g \cos \alpha$

$v \sin \alpha = m a$
 $mg \cos \alpha - v_1 = m a \sin \alpha$
 $mg \cos \alpha - m a = m a \sin \alpha$

$g \cos \alpha = a_1 \left(\sin \alpha + \frac{1}{\sin \alpha} \right)$

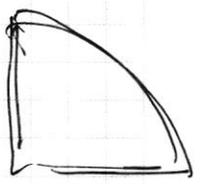
$$P_2 = 1 + P_0^{21}$$



$$a_1 \sin \alpha = mg \cos \alpha - \mu$$

$$W_1 \sin \alpha = m a_1$$

$$a_1 = \frac{g \cos^2 \alpha \sin \alpha}{\sin^2 \alpha + 1}$$



$$g \sin \alpha = a_0 - \frac{g \cos^2 \alpha \sin \alpha}{\sin^2 \alpha + 1} \Rightarrow a_0 = \frac{g \sin \alpha + g \sin \alpha \cos^2 \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}$$

$$V_0 \sin \alpha$$

$$A \cos \alpha$$

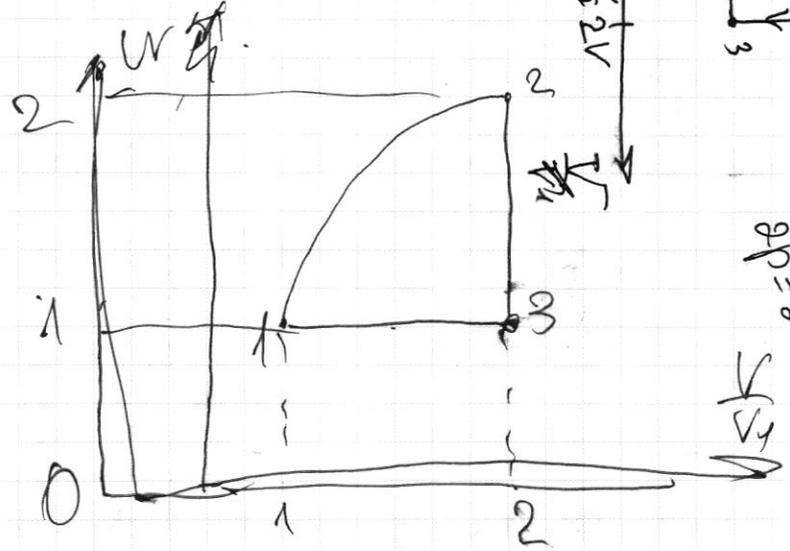
$$2 a_0 k \sin \alpha = v_0^2$$

$$k = \frac{v_0^2}{2 a_0 \sin \alpha}$$

$$\frac{a_1 \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2}$$



~~A cos alpha~~



$$P_2 = k \sin \alpha + \frac{v_0^2}{v_1} = 1 + 1 - \cos \alpha = 2 - \cos \alpha$$

$$P = kV$$

$$P_1 = kV$$

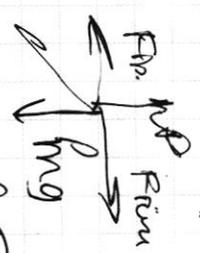
$$gP = gkV$$

$$P = kV - \text{form}$$

$$P_2 = R \cdot \sin \alpha + 1$$

$$V_2 = R - R \cos \alpha + 1$$

$$\frac{a_1 \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2}$$



$$1 + \sin \alpha$$

$$\frac{20019}{1800} \cdot \frac{1}{1.5}$$

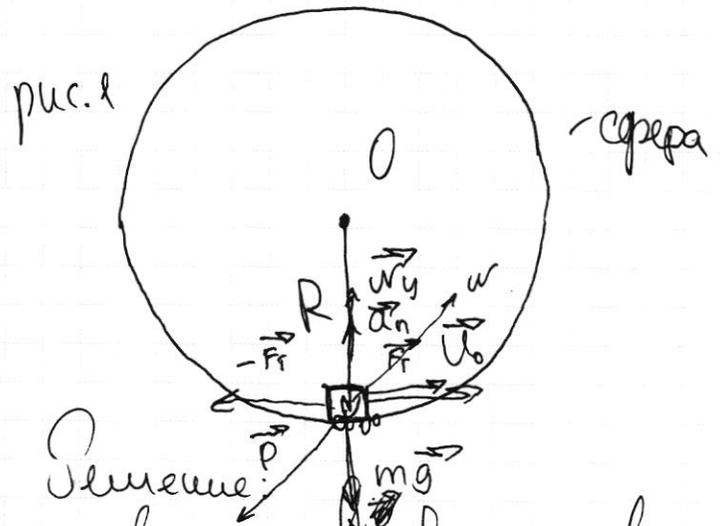
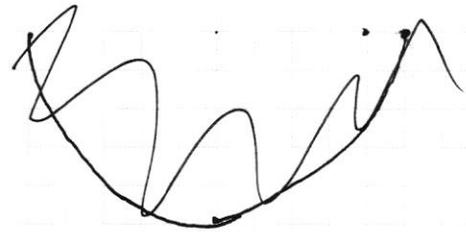
$$\frac{0.25}{1.25} \cdot \frac{1.75}{4.25}$$

$$0.15 = 0.25$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3

Дано:
 $v_0 = 3,7 \frac{m}{c}$
 $R = 1,2 m$
 $m = 0,4 m$
 $\angle h = \frac{\pi}{6}$
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$
 Найти:
 $P - ?$
 $v_{min} - ?$



1. П.н. модель приводится двух-е глаза-телем \Rightarrow есть сила телем = сумма всех сил реакции телем, действующих на колесо автомобиля, но напр-а сила телем по направлению движения.
2. $F_{торм} = mN_y + mN_z + mN_x + mN_n$, где N_y, N_z, N_x, N_n - силы норм. реакции опор, действующие на колесо со стороны поверхности.
3. $N = N_y + N_z + N_x + N_n$ - норм. сила реакции опор, действующая на все тело $\Rightarrow F_{торм} = m(N_y +$

4. $F_{\text{ам}} = \mu(N_1 + N_2 + N_3 + N_4) = \mu n r$

5. \vec{a}_n - угловая скорость углов-р.

6. $a_n = \frac{v_0^2}{R}$

7. Π_0