

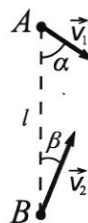
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-01

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 1$ км друг от друга (см. рис. 1) Скорость корабля $V_1 = 10$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$. Скорость торпеды $V_2 = 20$ м/с. Угол β таков, что торпеда попадет в цель.



1) Найдите $\sin \beta$.

2) Через какое время T расстояние между кораблем и торпедой составит $S = 770$ м?

2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом φ к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 0,8$ км от точки старта.

1) Под каким углом φ к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите величину V_0 начальной скорости мины.

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

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. В тот момент, когда скорость бруска равна $V_1 = 1$ м/с, на брусок падает пластилиновый шарик и прилипает к нему, а брусок останавливается. Движение шарика до соударения – свободное падение с высоты $h = 0,8$ м с нулевой начальной скоростью.

1) Найдите скорость V_2 шарика перед соударением.

2) Найдите величину a ускорения бруска перед соударением.

Массы бруска и шарика одинаковы. *учимся читать условие...*

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

Быстрые процессы торможения бруска и деформации пластилина заканчиваются одновременно. В этих процессах действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

4. Два свинцовых шарика одинаковой массы, летящие со скоростями $V_1 = 60$ м/с и $V_2 = 80$ м/с, слипаются в результате абсолютно неупругого удара. Скорости шариков перед слипанием взаимно перпендикулярны.

1) С какой по величине скоростью V движутся слипшиеся шарики?

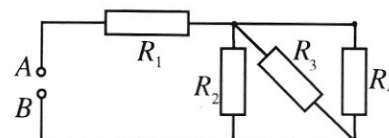
2) На сколько Δt (°C) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг·°C). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

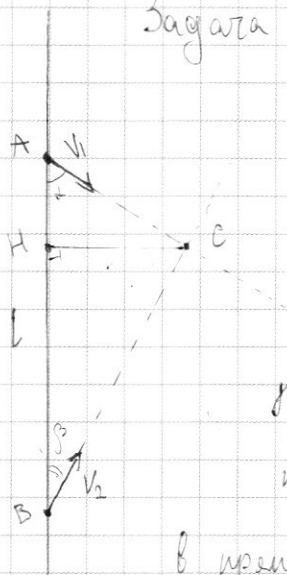
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи. *через?*

2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 15



Место отжимания карбид и горючий - топка с.

Столкование произойдет через Δ^+ после начала движения.

Потери перемагничивания керны $V_{1\Delta T}$, торoidal $V_{2\Delta T}$

~~Вектор~~ $\vec{AC}$ - направление кривая, $\vec{BC}$ - направление торцев.

В прямоугольнике ABC проводим высоту CH. Тогда в
прямоугольном $\triangle AHC$ $HC = AC \sin \alpha$, $AH = AC \cos \alpha$

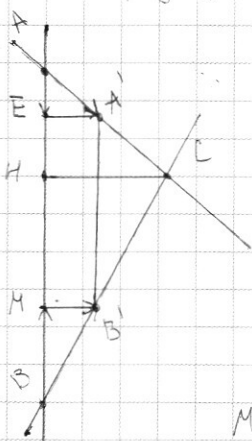
в прямоугольном $\triangle BHC$ $HC = BC \sin \beta$, $HB = BC \cos \beta$

$$HC = AC \sin \alpha, HC = BC \sin \beta \Rightarrow AC \sin \alpha = BC \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \sin \alpha \frac{AC}{BC}$$

$$AC = V_1 \Delta t, BC = V_2 \Delta t \Rightarrow \sin \beta = \sin \alpha \frac{V_1 \Delta t}{V_2 \Delta t} = \sin \alpha \frac{V_1}{V_2} = \sin 60^\circ \frac{10 \text{ m/s}}{20 \text{ m/s}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$AC \sin \alpha = BC \sin \beta \Rightarrow V_1 \Delta t \sin \alpha = V_2 \Delta t \sin \beta \Rightarrow V_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta \Rightarrow$$

проекция скорости на ось НС единична у корабля и торпеды. Это означает, что отрезок, соединяющий корабль и торпеду всегда перпендикулярен АВ.



Допустим, за время t , корабль переместится в A' , при этом в B' . Тогда их перемещение будет НС равным.

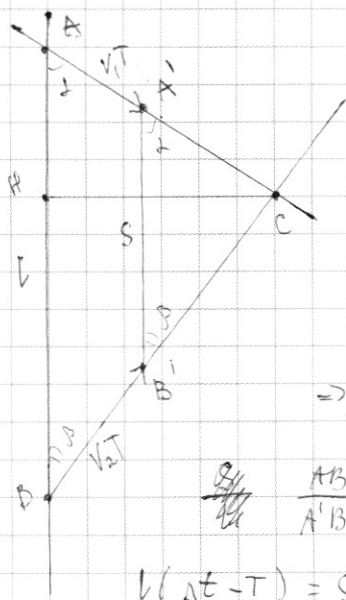
Перемещение AA' можно рассмотреть как ^{сумму} перемещений
вдоль AB и BC ~~сдвиг~~ т.е. $\overline{AA'} = \overline{AE} + \overline{EA'}$

аналогично $\overline{BB'} = \overline{BM} + \overline{MB'}$, $\overline{B'O} = \overline{BO} + \overline{OB'}$

$$MB' \parallel HC \quad \wedge \quad EA' \parallel HC \Rightarrow MB' \parallel EA' \quad \wedge \quad MB' = EA' \quad (\text{v.u. } V_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta)$$

$\Rightarrow E A' B M$ - паралелограм $\Rightarrow \text{так } EM \parallel A'B' \Rightarrow A'B' \parallel AB$

Теперь рассмотрим переключение за время T .



Снова вводим термины A' и B' . $A'B' = S$

$$\overline{AA'} = \overline{V_1 T}, \quad \overline{BB'} = \overline{V_2 T}$$

$$A'B' \parallel AB \Rightarrow \angle BAC = \angle B'A'C = \alpha, \quad \angle ABC = \angle A'B'C = \beta$$

$$\Rightarrow \triangle ABC \sim \triangle A'B'C \Rightarrow \frac{AB}{A'B'} = \frac{AC}{A'C} = \frac{BC}{B'C}$$

$$AB = L, \quad A'B' = S, \quad AC = V_1 \Delta t, \quad AA' = V_1 T, \quad BC = V_2 \Delta t, \quad BB' = V_2 T$$

$$\Rightarrow B'C = V_2 \Delta t - V_2 T = V_2 (\Delta t - T), \quad A'C = V_1 (\Delta t - T)$$

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{AC}{A'C} \Rightarrow \frac{L}{S} = \frac{V_1 \Delta t}{V_1 (\Delta t - T)} = \frac{\Delta t}{\Delta t - T}$$

$$L(\Delta t - T) = S \Delta t$$

$$L \Delta t - LT = S \Delta t$$

$$L \Delta t - S \Delta t = LT$$

$$(L - S) \Delta t = LT$$

$$T = \Delta t \frac{L - S}{L}$$

Снова проводим СН и вспомогательн, что $AN = AC \cos \alpha$, $NC = AC \sin \alpha$,

$$NB = BC \cos \beta, \quad NC = BC \sin \beta$$

$$AB = AN + NB. \quad AN = AC \cos \alpha = V_1 \Delta t \cos \alpha \quad NB = BC \cos \beta = V_2 \Delta t \cos \beta$$

$$L = V_1 \Delta t \cos \alpha + V_2 \Delta t \cos \beta = \Delta t (V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta)$$

$$\Delta t = \frac{L}{V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \left(\frac{\sqrt{3}}{4}\right)^2} = \sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \sqrt{\frac{16 - 3}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

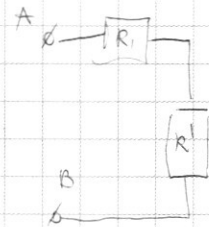
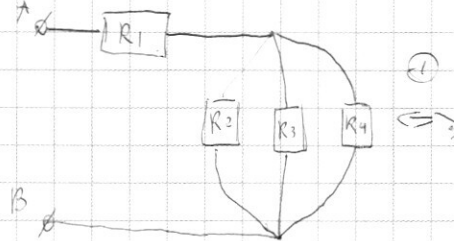
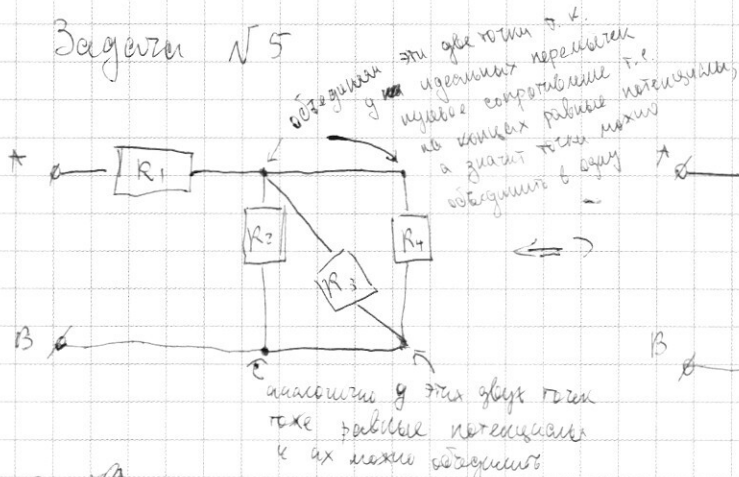
$$T = \Delta t \frac{L - S}{L} = \frac{L - S}{V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta} \cdot \frac{L - S}{L} = \frac{L - S}{V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta} = \frac{230 \text{ м}}{5 \text{ м/с} + 5 \sqrt{13} \text{ м/с}}$$

$$= \frac{230}{5(1 + \sqrt{13})} = \frac{46}{1 + \sqrt{13}} = \frac{46(1 - \sqrt{13})}{(1 - \sqrt{13})(1 + \sqrt{13})} = \frac{46(1 - \sqrt{13})}{1 - 13} = \frac{(\sqrt{13} - 1)46}{12} = \frac{(\sqrt{13} - 1)23}{6}$$

$$\text{Ответ: } \sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}, \quad T = \frac{23}{6} (\sqrt{13} - 1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5



①

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

т.к. резисторы R_2 , R_3 и R_4 соединены параллельно

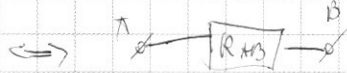
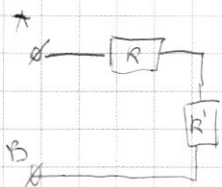
$$R' = \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4}$$

R' — эквивалентное сопротивление параллельных резисторов R_2 , R_3 и R_4

$$\frac{1}{R'} = \frac{R_2 R_3}{R_2 R_3 R_4} + \frac{R_2 R_4}{R_2 R_3 R_4} + \frac{R_3 R_4}{R_2 R_3 R_4}$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4}{R_2 R_3 R_4}$$

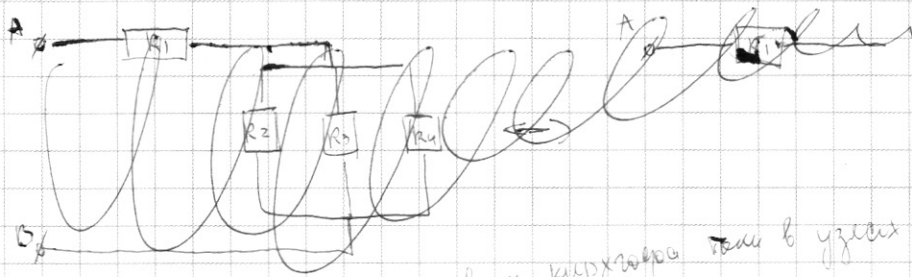
$$R' = \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4} = \frac{2r \cdot 2r \cdot 4r}{2r \cdot 2r + 2r \cdot 4r + 2r \cdot 4r} = \frac{16r^3}{4r^2 + 8r^2 + 8r^2} = \frac{16r^3}{20r^2} = \frac{4}{5}r$$



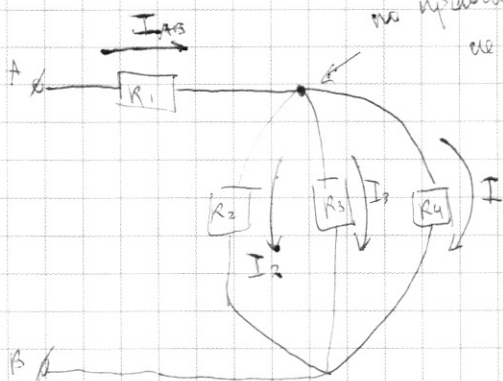
$R_{AB} = R + R'$ т.к. резисторы соединены последовательно

$$R_{AB} = 3r + \frac{4}{5}r = 3,8r$$

$$I_{AB} = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{38В}{3,8 \cdot 100\Omega} = \frac{38В}{380\Omega} = 1А - \text{так через всю цепь}$$



по правилу Кирхгофа ток в узлах не изменяется $\Rightarrow I_{AB} = I_2 + I_3 + I$



резисторы R_2 , R_3 и R_4 соединены

параллельно $\Rightarrow U_2 = U_3 = U_4$

(напряжения на резисторах одинаковы)

$$U_2 = R_2 I_2, \quad U_3 = R_3 I_3, \quad U_4 = R_4 I$$

U_2, U_3, U_4 — напряжения на резисторах 2, 3, 4 соотв.,

I_2, I_3, I — ток через эти резисторы.

$$R_2 I_2 = R_3 I_3 = R_4 I$$

$$I_2 = I \frac{R_4}{R_2}, \quad I_3 = I \frac{R_4}{R_3}$$

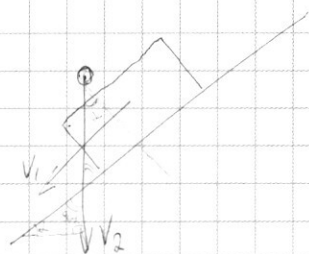
$$I_{AB} = I_2 + I_3 + I = I \frac{R_4}{R_2} + I \frac{R_4}{R_3} + I = I \left(1 + \frac{R_4}{R_2} + \frac{R_4}{R_3} \right)$$

$$I = I_{AB} \frac{1}{1 + \frac{R_4}{R_2} + \frac{R_4}{R_3}} = I_{AB} \frac{1}{1 + \frac{4r}{2r} + \frac{4r}{2r}} = I_{AB} \frac{1}{1+2+2} = \frac{1}{5} I_{AB} = 0,2 \text{ A}$$

$$\text{Ответ: } R_{AB} = 3,8 \text{ r}, \quad I = 0,2 \text{ A}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3

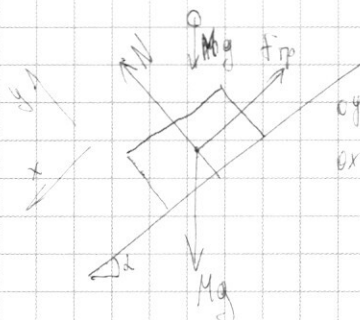


Из закона сохранения энергии следует, что
при падении с высоты h тело массой m без
потерь энергии

$$mgh = \frac{mV^2}{2}$$

$$\text{откуда } mV^2 = 2mgh \Rightarrow V^2 = 2gh \Rightarrow V = \sqrt{2gh}$$

$$V_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,8 \text{ м}} = \sqrt{16 \text{ м}^2/\text{с}^2} = 4 \text{ м/с}$$



$$N = Mg \cos \alpha$$

$$M a = F_{\text{тр}} - Mg \sin \alpha = \mu N - Mg \sin \alpha = \mu Mg \cos \alpha - Mg \sin \alpha$$

$$a = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

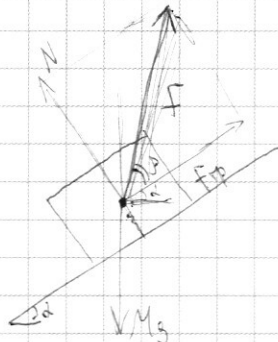
Добавьте закон Ньютона в проекции на ось X т.к. в проекции на
эту ось изменяющаяся реакция опоры N равна нулю.

$$MV_1 + MV_2 \sin \alpha = 2MV_k = 0 \quad \text{Получить было не может, т.к. } MV_1 > 0 \text{ и } MV_2 > 0$$

закон Ньютона примените силы трения тоже было можно.

$$\text{Получить } \text{реакция опоры всегда равна } F = \sqrt{N^2 + F_{\text{тр}}^2} = \sqrt{N^2 + \mu^2 N^2} = N \sqrt{\mu^2 + 1}$$

($F_{\text{тр}} = \mu N$ всегда)



$$M a = F \cos \beta$$

$$M a = F \cos \beta$$

$$M a = F \cos \beta$$

проекции на ось X

$$M g \cos \alpha = F \sin \beta$$

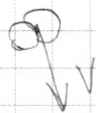
$$F = \frac{M g \cos \alpha}{\sin \beta}$$

$$M g = F \sin(\alpha + \beta)$$

$$F = \frac{M g}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$M a = M g \frac{\cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

Задача №4

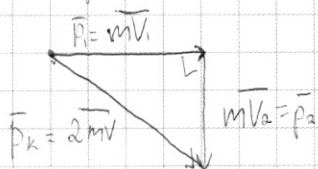


Из закона сохранения импульса

$$m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{V}$$

и

Рисуем треугольник импульсов. $v_1 \perp v_2 \Rightarrow \vec{p}_1 = m\vec{v}_1$ и $\vec{p}_2 = m\vec{v}_2$ перпендикулярны



$$p_K^2 = p_1^2 + p_2^2$$

$$4(mV)^2 = (mv_1)^2 + (mv_2)^2$$

$$4m^2V^2 = m^2v_1^2 + m^2v_2^2$$

$$4V^2 = v_1^2 + v_2^2$$

$$V = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2} = \frac{\sqrt{60^2 + 80^2}}{2} = 50 \text{ м/с}$$

Из закона сохранения энергии

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mV^2}{2} + Q$$

$$Q = c 2m \Delta t$$

$$mv_1^2 + mv_2^2 = 2mV^2 + 4cm\Delta t = 2Q$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 2V^2 + 4c\Delta t$$

$$4c\Delta t = v_1^2 + v_2^2 - 2V^2$$

$$\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2V^2}{4c} = \frac{3600 + 6400 - 2 \cdot 2500}{4 \cdot 130} = \frac{5000}{520} = \frac{500}{52} = \frac{250}{26} = \frac{125}{13} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ответ: 50 м/с и $\frac{125}{13} \text{ } ^\circ\text{C}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

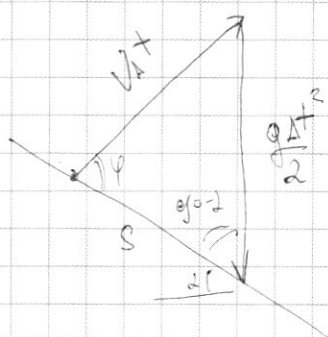
~~$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_3^2}{2} + 2m\Delta t$$~~

~~$$mv_1^2 + mv_2^2 = 2mv_3^2 + 4m\Delta t$$~~

~~$$6400 + 6400 = 2500 \cdot 2 + 4m\Delta t$$~~

~~$$12800 = 5000 + 4m\Delta t$$~~

~~$$10000 = 5000 + 4m\Delta t$$~~



$$\frac{V\Delta t}{\sin 90^\circ} = \frac{g\Delta t}{2 \sin \varphi}$$

$$\frac{V\Delta t}{\cos \varphi} = \frac{g\Delta t}{2 \sin \varphi}$$

~~$$V^2 \Delta t^2 = g^2 \Delta t^2 + S^2 - 2g\Delta t S \cos 90^\circ - L$$~~

~~$$V^2 \Delta t^2 = \frac{g^2 \Delta t^4}{2} + S^2 - 2g\Delta t S \sin \varphi$$~~

~~$$\Delta t^2 \sim \Delta t^2$$~~

$$\frac{V}{\cos \varphi} = \frac{g\Delta t}{2 \sin \varphi}$$

$$g\Delta t \cos \varphi = 2V \sin \varphi$$

$$\Delta t = \frac{2V \sin \varphi}{g \cos \varphi}$$

$$V^2 \Delta t^2 = S^2 + \frac{g^2 \Delta t^4}{4} - \frac{2g\Delta t^2 S}{2} \cos 90^\circ - L$$

~~$$g^2 \Delta t^4 - 2gS \sin \varphi \Delta t^2$$~~

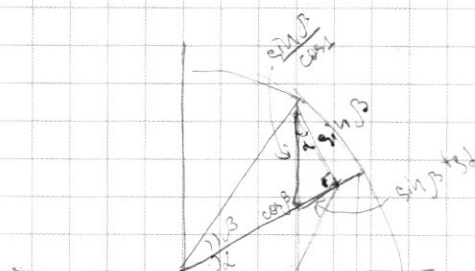
~~$$(gS \sin \varphi + V^2) \Delta t^2 + S^2$$~~

~~$$\frac{-b}{2a} = \frac{gS \sin \varphi + V^2}{2g^2}$$~~

экстремум в точке

$$\frac{g^2 \Delta t^4}{4} = V^2 \Delta t^2 + S^2 - 2SV\Delta t \cos \varphi$$

$$g^2 \Delta t^4$$



$$\frac{\sin \beta}{\cos \varphi - \cos(\varphi + \beta)} = \frac{\sin \beta}{\cos \beta - \sin \beta \tan \varphi}$$

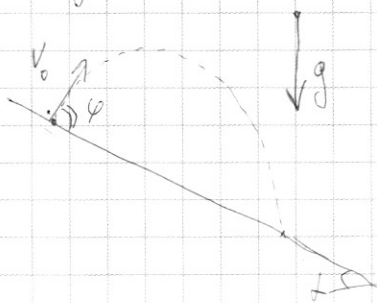
$$\frac{\sin \beta}{\cos \varphi - \cos(\varphi + \beta)} = \frac{\sin \beta}{\cos \varphi \cos \beta - \sin \varphi \sin \beta}$$

$$\cos \varphi - \cos(\varphi + \beta) = \cos \varphi \cos \beta - \sin \varphi \sin \beta$$

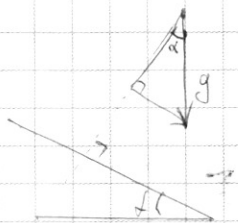
$$\cos(\varphi + \beta) = \cos \varphi \cos \beta - \sin \varphi \sin \beta = \cos \varphi$$

$$\cos(\varphi + \beta) = \cos \varphi + \sin \varphi \sin \beta - \cos \varphi \cos \beta$$

Задача 52



ускорение свободного падения g можно разложить на две составляющие, одна из которых параллельна склону, а вторая перпендикулярна.



составляющая, направленная вдоль склона равна $g \sin \alpha$, а $\perp$ ему $g \cos \alpha$

Скорость V_0 тоже раскладываем на две составляющие, одна из которых $\perp$ склону, а вторая $\parallel$ ему. Перпендикулярную склону составляющую назовем V_y , параллельную ему V_x . $V_y(t) = V_0 \sin \varphi - g \cos \alpha t$

$$V_x(t) = V_0 \cos \alpha - g \sin \alpha t$$

Это нам еще пригодится, но для начала нужно найти φ . Рассмотрим треугольник перемещений. ~~Вектор~~ g вертикально $\Rightarrow$



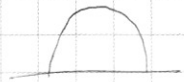
перпендикулярно горизонтальной оси.

$\vec{S}$ составит угол $\perp$ с горизонтальной $\Rightarrow$

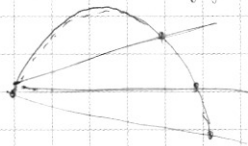
$$\alpha + \beta = 90^\circ \Rightarrow \beta = 90^\circ - \alpha.$$

Факт, что стрелы мы будем бросать ~~вниз~~ ~~вверх~~ а не вверх по склону достаточно очевидно.

Следовательно, если мы стреляем ~~вверх~~ на горизонтальной поверхности, то снаряд пролетит симметричный кусок параболы



Если стрелять под одним и тем же углом, то парабола будет одинаковой. Но если мы стреляем



вверх по склону, то φ симметричный кусок стреляем кусок, а если

вниз, то несимметричный кусок. В конце из трех случаев время полета наибольшее достаточно очевидно. Если мы стреляем вниз вдоль склона, то путь столько же, сколько и вверх + участок параболы, то есть больше.

Поэтому быстрее произведем вниз вдоль склона.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Запишем формулу скорости для переменной.

$$\frac{g \Delta t^2}{2 \sin \varphi} = \frac{V_0 \Delta t}{\sin \beta}$$

$$\frac{g \Delta t^2}{2 \sin \varphi} = \frac{V_0 \Delta t}{\sin 90^\circ - \alpha}$$

из тригонометрии мы знаем, что $\sin 90^\circ - \alpha = \cos \alpha$

$$\frac{g \Delta t^2}{2 \sin \varphi} = \frac{V_0 \Delta t}{\cos \alpha}, \quad \Delta t \neq 0$$

$$\frac{g \Delta t}{2 \sin \varphi} = \frac{V_0}{\cos \alpha}$$

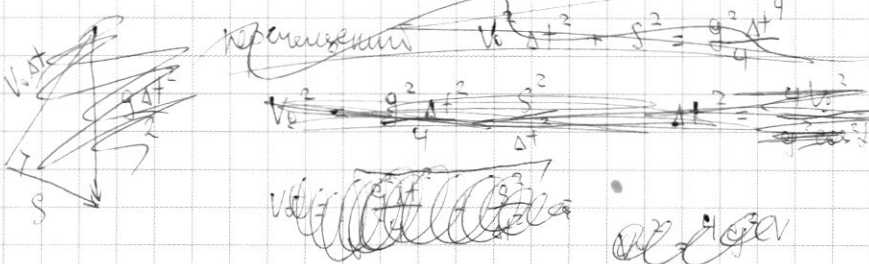
$$g \Delta t \cos \alpha = 2 V_0 \sin \varphi$$

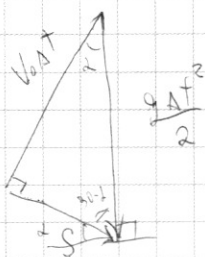
$$\Delta t = \frac{2 V_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha}$$

Во всех вариантах кроме $\sin \varphi$ — константы $\Rightarrow$ максимум Δt достигается при максимуме $\sin \varphi$. Максимальный возможный косинус угла равен 1, он достигается при угле $90^\circ \rightarrow \varphi = 90^\circ, \sin \varphi = 1$

$$\Delta t = \frac{2 V_0}{g \cos \alpha}$$

Можно сделать проще, используя теорему Пифагора в треугольнике





$$\Delta t = \frac{2V_0}{g \cos \alpha}$$

$$V_0 \Delta t = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha}$$

$$\frac{g \Delta t^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{4V_0^2}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha}$$

По теореме Пифагора в треугольнике перемещений

$$\left(\frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \right)^2 + S^2 = \left(\frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \right)^2 / \cos^2 \alpha$$

$$\left(\frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \right)^2 \cos^2 \alpha + S^2 = \left(\frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \right)^2$$

$$\frac{g \Delta t^2}{2} \sin \alpha = S$$

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

$$\cos^2 \alpha S^2 = \left(\frac{2V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \right)^2 (1 - \cos^2 \alpha)$$

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

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

$$V_0 = \sqrt{\frac{g S}{2 \sin \alpha} \cos^2 \alpha} = \sqrt{\frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,3 \text{ м}}{2 \cdot \frac{1}{2}}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3000 \text{ м}^2/\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{4500}$$

$$= 10 \sqrt{30} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20 \sqrt{20} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 10 \sqrt{60} = 20 \sqrt{15} \text{ м/с}$$

$$\frac{2V_0^2}{10 \cdot \frac{3}{4}} \cdot \frac{1}{2} = 800 \leftarrow$$

$$\frac{8V_0^2}{60} = 800$$

$$V_0^2 = 6000$$

$$V_0 = \sqrt{6000} = 10\sqrt{60} = 20\sqrt{15}$$

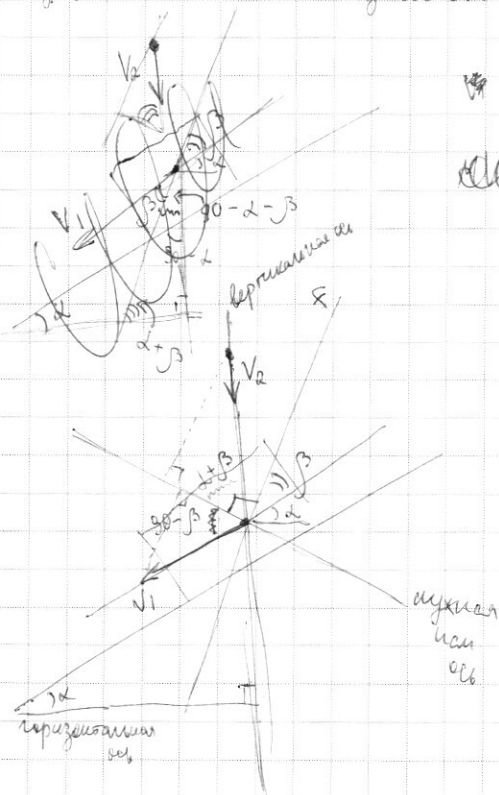
Ответ: угол $\varphi = 90^\circ$, $V_0 = 20\sqrt{15}$

$\sqrt{15} \approx 4$. т.е. скорость будет в районе 80 м/с
т.е. это уже предел прочности троса и т.д. поэтому
предельно возможная скорость будет
вычисляться в 4к, а не в 20к

3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Теперь запишем з.е.и. в проекции на ось $\frac{1}{\sqrt{2}}$ $\frac{1}{\sqrt{2}}$. П.к. $\frac{1}{\sqrt{2}}$ проекции, что линия $\frac{1}{\sqrt{2}}$ не изменяется.



$$MV_1 \sin \beta = MV_2 \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \sin \beta \frac{V_1}{V_2}$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sqrt{1 - \cos^2(\alpha + \beta)} =$$

$$= \sqrt{1 - \sin^2 \beta \frac{V_1^2}{V_2^2}} = \frac{\sqrt{V_2^2 - \sin^2 \beta V_1^2}}{V_2}$$

$$a = g \frac{\cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$a = g \frac{\cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\cos \beta = \frac{F_{\text{пр}}}{F} = \frac{mN}{\sqrt{m^2 + 1}N}$$

$$\sin \beta = \frac{1}{\sqrt{m^2 + 1}}$$

$$a = g \frac{\cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)} = g \frac{m}{\sqrt{m^2 + 1}} \cdot \frac{16}{16 - \frac{1}{m^2 + 1}} =$$

$$= g \frac{16m^2}{16(m^2 + 1) - 1} = g \frac{16m^2}{16m^2 + 15}$$

$$M V_1^2 \cos 90^\circ - \beta = M V_2^2 \cos(\alpha + \beta)$$

$$V_1^2 \sin \beta = V_2^2 \cos(\alpha + \beta)$$

~~cos 90 = 0~~

$$a \sin(\alpha + \beta) = g \cos \beta$$

$$V_2^2 \cos(\alpha + \beta) = V_1^2 \sin \beta$$

$$\cos \beta = \frac{a}{g} \sin(\alpha + \beta)$$

$$V_2 \cos(\alpha + \beta) = V_1 \sqrt{1 - \left(\frac{a}{g}\right)^2 \sin^2(\alpha + \beta)}$$

$$V_2^2 \cos^2(\alpha + \beta) = V_1^2 \left(1 - \left(\frac{a}{g}\right)^2 \sin^2(\alpha + \beta)\right)$$

$$V_2^2 \cos^2(\alpha + \beta) = V_1^2 - V_1^2 \left(\frac{a}{g}\right)^2 \sin^2(\alpha + \beta)$$

$$V_2^2 - V_2^2 \sin^2(\alpha + \beta) = V_1^2 - V_1^2 \left(\frac{a}{g}\right)^2 \sin^2(\alpha + \beta)$$

$$V_2^2 - V_1^2 = \left(V_2^2 - V_1^2 \left(\frac{a}{g}\right)^2\right) \sin^2(\alpha + \beta)$$