

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-01

Класс 09

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

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.

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?

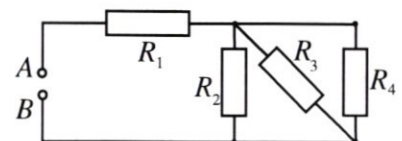
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$). 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.

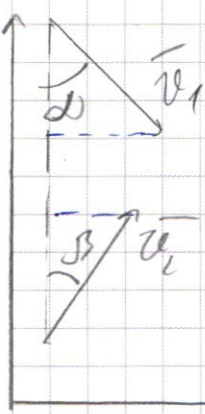
2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

y



I Чтобы выжить тебе, надо чтобы твои скорости в направлении и поперечного направления были равны.

$$v_1 \sin \alpha \cdot X = v_2 \sin \beta \cdot X$$

$$\sin \beta = \frac{v_1 \sin \alpha}{v_2} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{II} \quad \sin^2 \beta + \cos^2 \beta = 1$$

$$\cos \beta \approx 0,8$$

$$v_{\text{ток}} = \sqrt{v_{x\text{ток}}^2 + v_{y\text{ток}}^2}$$

$$v_{x\text{ток}} = v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta =$$

$$= 8,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 18 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 26,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{y\text{ток}} = |v_1 \sin \alpha - v_2 \sin \beta| =$$

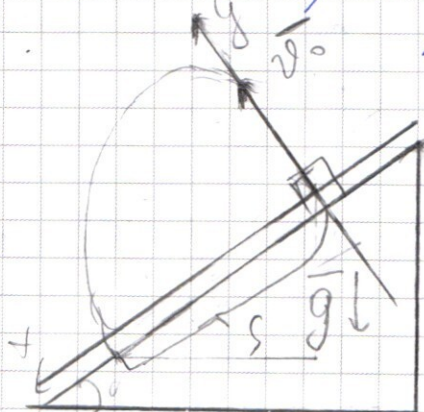
$$3,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$v_{\text{ток}} \approx 26,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Чтобы войти на крайнюю точку 40 м, нужно двигаться со скоростью не 230 м.

$$t = \frac{230 \text{ м} \cdot \text{с}}{26,5 \text{ м}} \approx 8,6 \text{ с}$$

Отсюда: $\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow$ За время $t = 8,6 \text{ с}$

№2



1) Предельная скорость будет достигнута, когда $v_{y2} = v_0$

то есть $\varphi = 90^\circ$

$$2) a_x = g \sin \alpha$$

$$a_y = -g \cos \alpha$$

$$s = \frac{a_x \cdot t^2}{2}$$

$$25 = a_x \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a_x}} = \sqrt{\frac{2S}{g \sin \alpha}} \approx 56 \text{ c} - \text{время скольжения} \Rightarrow$$

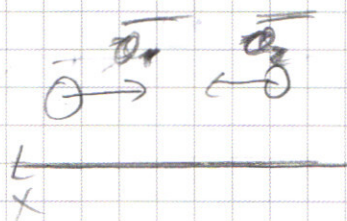
$$\Rightarrow T = 28 \text{ c} \text{ (время качения)}$$

$$0 = v_y + a_y \cdot T$$

$$0 = v_y - g \cos \alpha \cdot T$$

$$v_y = g \cos \alpha \cdot T = \frac{10 \text{ м} \cdot 284 \cdot \sqrt{3}}{\text{с}^2 \cdot 2} \approx 238 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) ког. углов $\varphi = 90^\circ$ 2) $v_0 = 238 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



$$T \text{ м } v_{1x} + m v_{2x} = 2m v_{3x}$$

$$m(v_2 - v_1) = 2m v_{3x}$$

$$v_{3x} = \frac{80 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

II Можно показать, что ^{поверхностная} энергия при ~~трении~~ ~~трении~~ идёт на нагревание тел

$$Et = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} - \frac{2m v_3^2}{2}$$

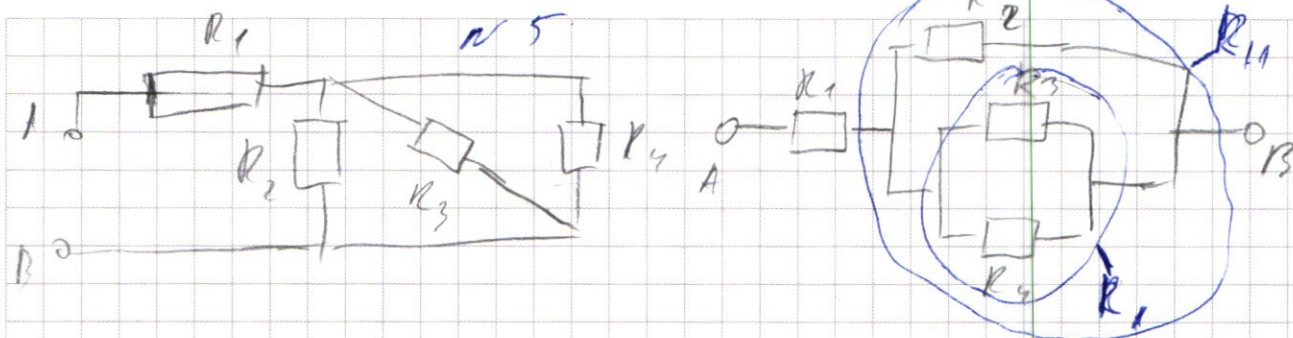
$$Et = 2m \cdot c \Delta t$$

$$2m c \Delta t = m \left(\frac{v_2^2}{2} + \frac{v_1^2}{2} - v_3^2 \right)$$

$$\Delta t = \frac{\frac{v_2^2}{2} + \frac{v_1^2}{2} - v_3^2}{2c} = \frac{4000}{2c} \approx 14,3^\circ \text{C}$$

Ответ: 1) со скоростью $v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 2) ~~на~~ $14,3^\circ \text{C}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$I \quad R_1 = \left(\frac{1}{4r} + \frac{1}{2r} \right)^{-1} = \left(\frac{3}{4r} \right)^{-1} = \frac{4r}{3}$$

$$R_{11} = \frac{4r}{3} + \left(\frac{3}{4r} + \frac{1}{2r} \right)^{-1} = \left(\frac{3+2}{4r} \right)^{-1} = \frac{4r}{5}$$

$$R_{сдвх} = R_4 + R_{11} = \frac{4r}{5} + 3r = \frac{4r + 15r}{5} = \frac{19r}{5}$$

$$II \quad r = 10 \text{ Ом} \Rightarrow R_{сдвх} = \frac{19 \cdot 10 \text{ Ом}}{5} = 38 \text{ Ом}$$

$$I_{сдвх} = \frac{38 \text{ В}}{38 \text{ Ом}} = 1 \text{ А} \Rightarrow V_1 = 1 \text{ А} \cdot 30 \text{ Ом} = 30 \text{ В} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = V_3 = V_4 = 8 \text{ В (параллельное соединение)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_4 = \frac{8 \text{ В}}{40 \text{ Ом}} = \frac{1}{5} \text{ А}$$

$$\text{Ответы: } 1) R_{сдвх} = \frac{19r}{5} \quad 2) I_4 = \frac{1}{5} \text{ А}$$

n 3

План как найти скорость марш 0,3 м:

$$0,3 \text{ м} = \frac{v_u^2 \cdot c^2}{2 \cdot 10 \text{ м}}$$

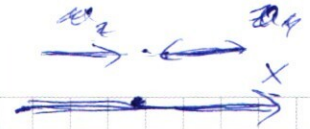
$$16 \text{ м}^2 = v_u^2 \cdot c^2$$

$$v_u^2 = \frac{16 \text{ м}^2}{c^2} \Rightarrow v_u = \frac{4 \text{ м}}{c}$$

Ответ: 1) v_2 шарика = $\frac{4m}{c}$ 2) -

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



$$\frac{mv_1^2}{2} \quad \frac{mv_2^2}{2}$$

$$p \quad p_1 + p_2$$

$$mv_1 + mv_2 = 2mv_3$$

$$v_3 = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{80 - 60}{2} = 10 \text{ м/с}$$

$$E_t = \epsilon m \Delta t$$

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

$$\epsilon m \Delta t = m \left(\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} - \frac{v_3^2}{2} \right) \quad E_t = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} + \frac{mv_3^2}{2}$$

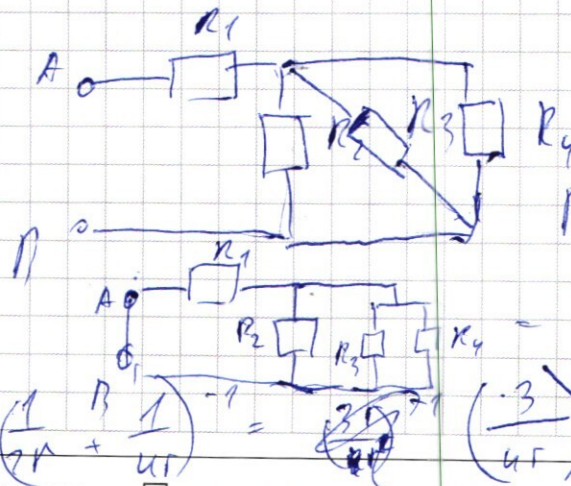
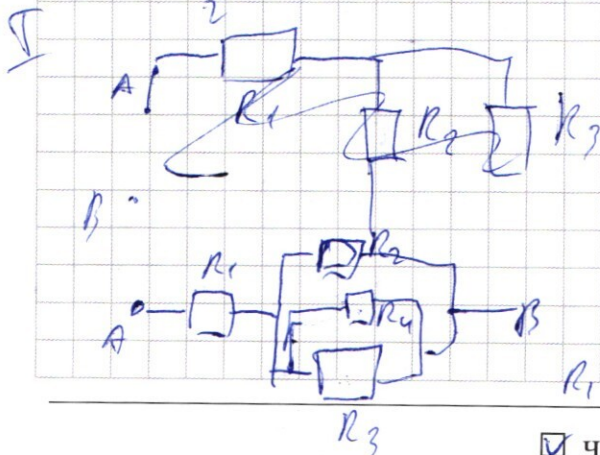
$$2 \epsilon \Delta t = \frac{5400}{2} + \frac{3600}{2} - \frac{100}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_3^2}{2}$$

$$2 \epsilon \Delta t = 7200 + 1800 - 100 = 3100 + 1800 = m \left(\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} - \frac{v_3^2}{2} \right)$$

$$2 \epsilon \Delta t = 4900$$

$$\Delta t = \frac{4900}{2\epsilon} = \frac{2450}{\epsilon} \approx 14,3^\circ \text{C}$$

$$\frac{4900}{\epsilon} = \frac{2450}{\epsilon} \approx 14,3^\circ \text{C}$$



$$R_1 = \left(\frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{4\Omega} \right)^{-1} = \frac{4}{3} \Omega$$

$$R_{11} = \left(\frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{2\Omega} \right)^{-1} = \frac{4}{3} \Omega$$

$$I = 10 \quad R_{\text{св}} = \frac{19 \cdot 10^2}{5} = 38 \text{ Ом}$$

$$I = 1 \text{ А} \Rightarrow U_{12} V_1 = 1 \text{ А} \cdot 30 \text{ Ом} = 30 \text{ В} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_2 = 8 \text{ В} = V_4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_4 = \frac{8 \text{ В}}{40 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ А}$$

$$\frac{1 \text{ А}}{2}$$

$$\begin{array}{r} 46000 \\ \times 46000 \\ \hline 156000000 \\ + 104 \\ \hline 156000000 \end{array}$$

$$\sin \beta = \frac{3}{4}$$

$$\cos \beta \approx 0,8$$



$$S_x = 1000 - U_1 \cdot \cos \alpha \cdot t - U_2 \cdot \cos \beta \cdot t =$$

$$= 1000 - 5t - 18t = 1000 - 23t$$

$$S_y = U_1 \sin \alpha \cdot t - U_2 \sin \beta \cdot t =$$

$$= \frac{0,5}{4} \cdot 10 \cdot t - 20 \cdot \frac{3}{4} \cdot t =$$

$$1,25t - 15t = -13,75t$$

$$\begin{array}{r} 410 \\ \times 410 \\ \hline 53900 \\ + 410 \\ \hline 168100 \end{array}$$

$$410^2 = (1,25t)^2 + 1000000 - 46000t + 528t$$

$$5,2 531,25t^2 - 46000t + 404100 = 0$$

$$D = 1196000000 - 4 \cdot 5,2 404100$$

$$\text{Числ} \quad S_x = 1 - U_1 \cdot \cos \alpha \cdot t - U_2 \cdot \cos \beta \cdot t =$$

$$= 1 - \frac{0,28}{2} t - 0,56 \cdot 0,8t =$$

$$S_y = U_1 \sin \alpha \cdot t - U_2 \sin \beta \cdot t = 1 - 0,14t - 0,5t = 1 - 0,64t$$

$$= \left| \frac{0,28 \cdot 1,4t}{2} - \frac{0,56 \cdot \sqrt{3}}{4} \cdot t \right| \approx \frac{0,51t}{2} - \frac{0,24t}{2} = \frac{0,27t}{2}$$

$$S^2 = S_y^2 + S_x^2 \approx 0,14^2$$

$$(0,015t)^2 + (1 - 0,64t)^2 = (0,14)^2$$

$$1 - 1,28t + 0,4t^2 = 0,6$$

$$0,4t^2 - 1,28t + 0,4 = 0$$

$$\begin{array}{r} 0,64 \\ \times 0,64 \\ \hline 0,256 \\ + 0,4 \\ \hline 0,64 \\ \times 0,64 \\ \hline 0,256 \\ + 0,4 \\ \hline 0,64 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten solution for a physics problem involving vector addition and trigonometry.

Diagram 1: A vector $\vec{v}_1$ is shown at an angle α to the horizontal. Its horizontal component is $v_1 \cos \alpha$ and its vertical component is $v_1 \sin \alpha$.

Diagram 2: A vector $\vec{v}_2$ is shown at an angle β to the horizontal. Its horizontal component is $v_2 \cos \beta$ and its vertical component is $v_2 \sin \beta$.

Equations:

$$v_1 \sin \alpha = v_2 \sin \beta$$

$$v_2 \sin \beta = v_1 \sin \alpha$$

$$v_2 \sin \beta = \frac{10 \text{ m/s} \sin \alpha}{5.20 \text{ m}} = \frac{5 \sin \alpha}{2.6} = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{9}}{4}$$

$$\cos \beta = 1$$

$$\cos^2 \beta = \frac{13}{16}$$

$$\cos \beta \approx \frac{3.6}{4} = 0.9$$

$$S_x = (1000 - v_1 \cos \alpha - v_2 \cos \beta)$$

$$S_y = v_1 \sin \alpha + v_2 \sin \beta$$

$$S = \sqrt{(1000 - v_1 \cos \alpha - v_2 \cos \beta)^2 + (v_1 \sin \alpha + v_2 \sin \beta)^2}$$

$$\textcircled{I} = 1000 - 5t - 13t = 1000 - 23t$$

$$\textcircled{II} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10 \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t = 5t$$

$$v_1 \sin \alpha = 10t$$

$$v_2 \sin \beta = 10t$$

$$S = \sqrt{(1000 - 23t)^2 + (10t)^2} = \sqrt{1000000 - 46000t + 589t^2}$$

$$S = (1000 - 23t)^2 + (10t)^2$$

Diagram 3: A vector triangle with vertices A, B, and C. Vector AB is horizontal, vector BC is vertical, and vector AC is the hypotenuse.



$$F_{\text{тяг}} = 1000 - U_1 \cos \alpha + -U_2 \cos \beta +$$

$$F_x = (U_1 \sin \alpha + -U_2 \sin \beta +)$$

$$S = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$S^2 = F_x^2 + F_y^2$$

$$S^2 = (1000 - 137)^2 + (1,67)^2$$

$$S^2 = 100000 - 46000 + 0,279 + 2,26 +$$

$$S^2 = 100000 - 46000 + 5,3 + 531,25 +$$

$$531,25 + (-46000)$$

(N)

$$U \cos \alpha = U$$

$$U \cos \alpha = U$$

$$a_x = g \sin \alpha$$

$$a_y = -g \cos \alpha$$

$$S = S = \frac{a_x t^2}{2}$$

$$0,8 \cdot 800 = \frac{a_x t^2}{2}$$

$$0 = U + t \cdot g_y = 1600 = a_x t^2$$

$$U = g \cos \alpha \cdot t^2 =$$

$$= \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot 28}{2} = 238 \text{ м/с}$$



$$U_1 \cdot m_1 + U_2 \cdot m_2 = U_1 (m_1 + m_2)$$

$$U_1 \cdot m_1 + U_2 \cdot m_2 = U_1 (m_1 + m_2)$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$D = 1,3^2 - 4 \cdot 0,4^2 = 1,69 - 4 \cdot 0,16 = 1,69 - 0,64 = 1,05 \approx 1$$

$$t = \frac{1,28 + 1}{0,8} = \frac{2,28}{0,8}$$

$$\begin{array}{r} 228 \overline{) 228180} \\ \underline{160} \\ 680 \\ \underline{540} \\ 140 \\ \underline{120} \\ 20 \\ \underline{180} \\ 20 \end{array}$$

$F_{\text{из}}$

$$S_x = 2,85 \cdot 1000 - 2,85(5 + 13) =$$

$$S^2 = (1000 - 231)^2 + 1,05^2$$

$$S_x = 1000 - 66,4$$

$$S_1 \neq U_1 \quad S_2 = U_2 +$$

$$S_x = 1 - U_1 \cdot t$$

$$U_{\text{сум}} = \sqrt{U_{x\text{сум}}^2 + U_{y\text{сум}}^2}$$

$$U_{x\text{сум}} = U_1 \cos \alpha + U_2 \cos \beta = 10 \cdot 0,4 + 18 = 26,5 \text{ м/с}$$

$$U_{y\text{сум}} = |U_1 \sin \alpha - U_2 \sin \beta| = |5 - 8,5| = 3,5 \text{ м/с}$$

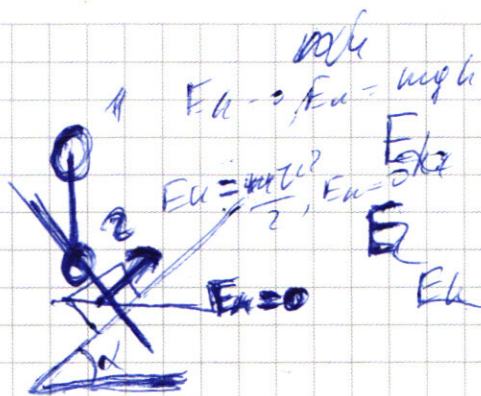
$$U_{\text{сум}} = \sqrt{9 + 12,25} \approx 4,25$$

$$\begin{array}{r} 2206 \overline{) 2206265} \\ \underline{1600} \\ 606 \\ \underline{520} \\ 86 \\ \underline{85} \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 265 \overline{) 26500} \\ \underline{265} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2309 \overline{) 2309765} \\ \underline{2140} \\ 169 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 265 \overline{) 26500} \\ \underline{265} \\ 0 \end{array}$$



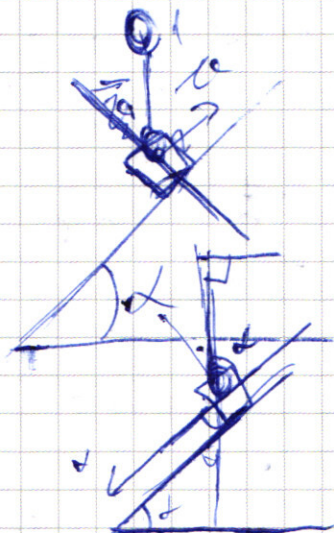
$$F_1 = E_2$$

$$A_R = a \cdot m \cdot S$$

$$E_k = 0$$

$$E_{k1} + E_{k2} - A_R = 0$$

$$S = \frac{v_2^2}{2a}$$



$$E_k = m$$

$$\Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = 2mas$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2ma \cdot v_2^2}{2a}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2ma \cdot v_2^2}{2a}$$

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = 2mas$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2ma \cdot v_2^2}{2a}$$