

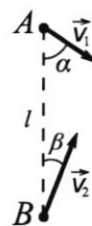
Олимпиада «Физтех» по физике, 6 класс

Вариант 09-02

Класс 09

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ км друг от друга (см. рис.) Скорость корабля $V_1 = 8$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$, угол $\beta = 30^\circ$. Скорость V_2 торпеды такова, что торпеда попадет в цель.



1) Найдите скорость V_2 торпеды.

2) На каком расстоянии S будут находиться корабль и торпеда через $T = 25$ с?

2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол α , $\sin \alpha = 0,6$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом β к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 1,8$ км от точки старта.

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

2) Найдите максимальную дальность L стрельбы из такого миномета на горизонтальной поверхности. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. Величина ускорения бруска $a = 2$ м/с². Пластиновый шарик, движущийся по вертикали, падает на брусок и прилипает к нему, а брусок останавливается. Продолжительность полета шарика до соударения $T = 0,2$ с. Начальная скорость шарика нулевая.

1) Найдите скорость V_1 шарика перед соударением.

2) Найдите скорость V_2 бруска перед соударением.

Движение шарика до соударения – свободное падение. Массы бруска и шарика одинаковы.

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

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

4. Два одинаковых шарика движутся по взаимно перпендикулярным прямым и слипаются в результате абсолютно неупругого удара. После слипания скорость шариков $V = 25$ м/с. Скорость одного из шариков перед слипанием $V_1 = 30$ м/с.

1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

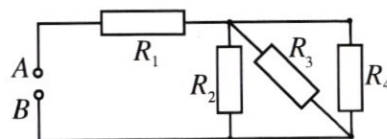
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °С. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

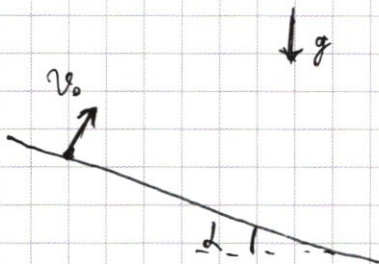
$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 , R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?

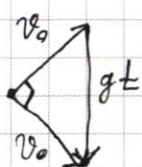


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\sin \alpha = 0.6$$

$$\cos \alpha = 0.8$$



$$\beta = 90$$

$$g t = \sqrt{2} v_0$$

$$L = \frac{v_0}{\sqrt{2}} \cdot t = \frac{v_0^2}{g}$$

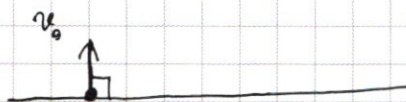
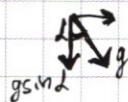
$$t = \frac{\sqrt{2} v_0}{g}$$

$$L = \frac{v_0 \cdot \sin(2\alpha) \cdot v_0^2}{g}$$

$$\text{при } \alpha = 45^\circ$$

$$L = \frac{v_0^2}{g}$$

$$\begin{array}{r} 6250 \mid 27 \\ -54 \\ \hline 85 \\ -81 \\ \hline 40 \\ -37 \\ \hline 13 \end{array}$$



$$t = \frac{v_0}{g \sin \alpha} = \frac{v_0}{6 \text{ м/с}^2}$$

$$S = 1800 = \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2} =$$

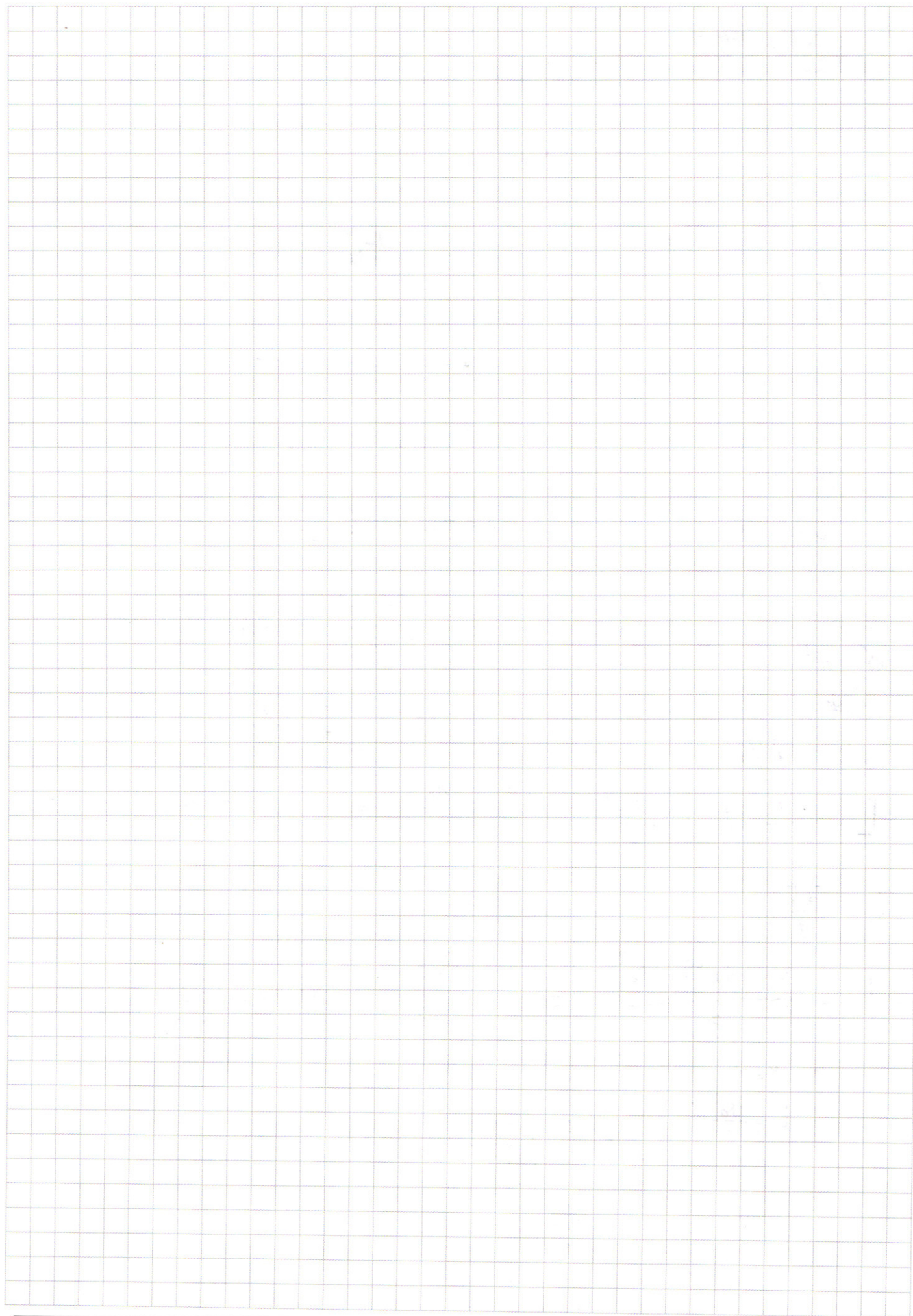
$$= \frac{8 \cdot v_0^2}{2 \cdot 3 \cdot g} = 1800$$

$$v_0^2 = \frac{1800 \cdot g}{8} = 200$$

$$v_0^2 = 1800 \cdot g = g^2 \cdot 200$$

$$L = \frac{g^2 \cdot 200}{10} = 81 \cdot 20 = \boxed{1620 \text{ м}}$$

$$\begin{array}{r} \times 810 \\ 2 \\ \hline 1620 \end{array}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

с



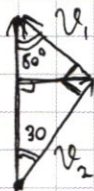
$$v_1 \cdot \sin 60 = v_2 \cdot \sin 30$$

$$v_2 = \frac{8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{0.5} = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$\boxed{\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}} = \cos 30$$

$$\cos 60 = \frac{1}{2}$$

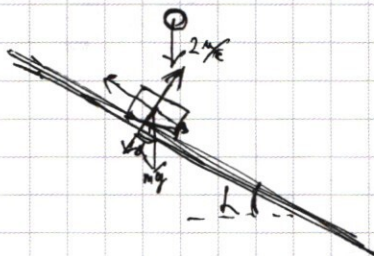
$$\frac{1}{4} + \frac{3}{4} = 1$$



$$v_{\text{сдв}} = v_1 \cdot \cos 60 + v_2 \cdot \cos 30 = 4 + 8\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 4 + 4 \cdot 3 = 16 \text{ м/с}$$

$$S = 800 \text{ м} - 16 \cdot 25 = \underline{400 \text{ м}}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 25 \\ \hline 15 \\ 150 \\ 25 \\ \hline 400 \end{array}$$

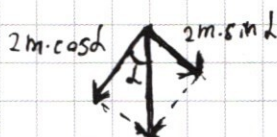


$$mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu - mg \cdot \sin \alpha = 2 \cdot m$$

$$10 (\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha) = 2$$

$$2 \cos \alpha \cdot \mu - 2 \sin \alpha = \frac{2}{5} = 0.4$$

$$p = 2 \text{ м}$$

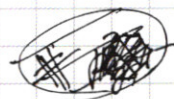
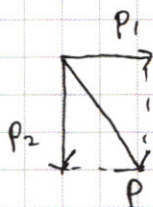
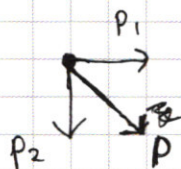


$$2m \cdot \cos \alpha \cdot \mu \approx p_0 + 2m \sin \alpha$$

$$\boxed{2 \text{ м/с}}$$

$$p_0 = m \cdot v_0$$

$$v_0 \approx 2 \cos \alpha \cdot \mu - 2 \sin \alpha = \boxed{0.4 \text{ м/с}}$$



Т. Пугачев

$$p_1 = 30 \cdot m$$

$$\sqrt{(50m)^2 - (30m)^2} = 40m$$

$$p_2 = v_2 \cdot m = 40m$$

$$v_2 = 40 \text{ м/с}$$

$$p = 25 \cdot 2m = 50m$$

$$\frac{m \cdot 30^2}{2} + \frac{m \cdot 40^2}{2} = \frac{2m \cdot 25^2}{2} + Q$$

$$\frac{30^2}{2} + \frac{40^2}{2} = 25^2 + 2 \cdot C \cdot 1,35$$

$$Q = 2m \cdot C \cdot \Delta t$$

$$900 + 1600 = 1250 + 5,4 C$$

$$2500 - 1250 = 5,4 C$$

$$625 \times 2 = 1250$$

$$\frac{1250}{5,4} = C$$

$$1,35 \times 4$$

$$4 + 1,2 + 0,2 = 5,4$$

$$C = \frac{Qm}{m \cdot \Delta t}$$

$$C = \frac{12500}{5,4} \frac{Jm}{kg \cdot ^\circ C}$$

$$54 = 2 \cdot 27$$

$$C = \frac{6250}{27}$$

$$U^2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{U^2}{R} \quad A \text{ --- } 120\Omega \text{ --- } 40\Omega \text{ --- } B$$

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R}$$

$$R_{\text{общ}} = 2 \frac{2}{3} \Omega$$

$$I = \frac{8}{16} = 0,5 A$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$0,5^2 \cdot 16 = 4 \text{ Вт}$$

$$P = I^2 \cdot R = 0,5^2 \cdot 16 = 4 \text{ Вт}$$

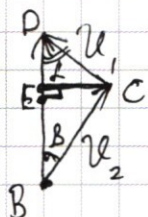
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Перейдем в СО корабля (A):

А◉

Чтобы торпеда попала в цель, BD прямая
должна совпадать с прямой AB $\Rightarrow$



$\Rightarrow$ т. A, B и D лежат на одной прямой.

CE - высота

$$u_1 \cdot \sin L = u_2 \cdot \sin \beta$$

$$8 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = u_2 \cdot 0.5$$

$$\boxed{u_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}}$$

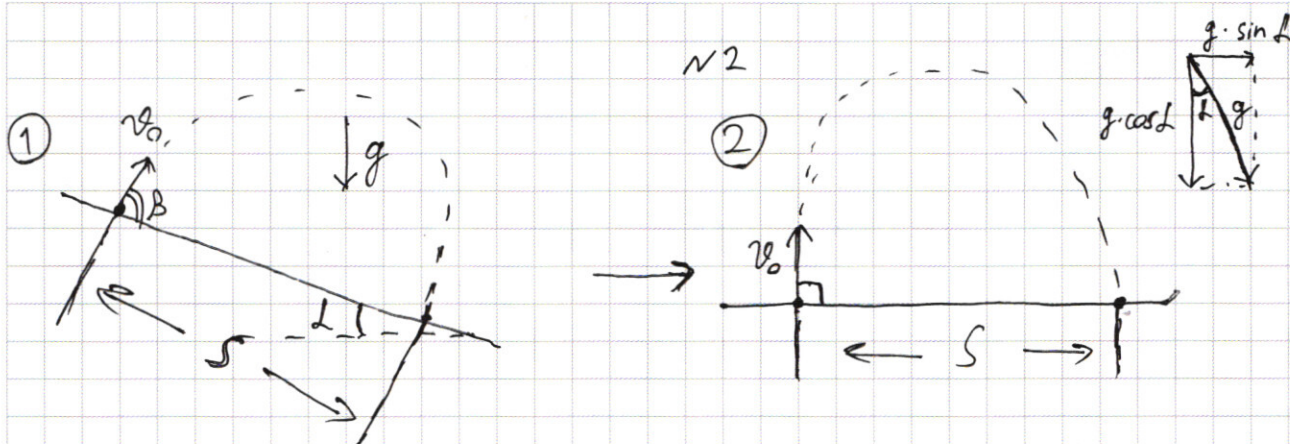
$$\overrightarrow{BD} = \vec{v}_{\text{срн}} = \frac{u_1}{\sin \beta}$$

$$v_{\text{срн}} = \frac{8}{0.5} = 16 \text{ м/с}$$

$$S = l - v_{\text{срн}} \cdot t = 800 - 25 \cdot 16 = \boxed{400 \text{ м}}$$

Ответ: 1) $u_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$

2) $S = 400 \text{ м}$



Проверим картинку и разложим g на векторы параллельные склону и перпендикулярные ему.

t - время полёта в 1 вопросе.

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$2v_0 = g \cdot \cos \alpha \cdot t$$

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

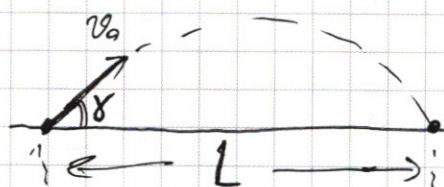
$$t = \frac{2v_0}{10 \cdot 0,8} = \frac{v_0}{4}$$

$$1800 = \frac{6 \cdot v_0^2}{2 \cdot 4^2}$$

$$v_0^2 = 300 \cdot 32$$

Т.к продолжительность полёта t максимальная, то проекция v_0 на вертикальную ось как на (2) рис должна быть максимальной, т.е.

$$\boxed{\beta = 90^\circ}$$



T - время полёта во 2 вопросе.

$$T = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot T = \frac{v_0^2 \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2\alpha)}{g} =$$

При $\alpha = 45^\circ$, $\sin(2\alpha) = 1$, что является максимумом.

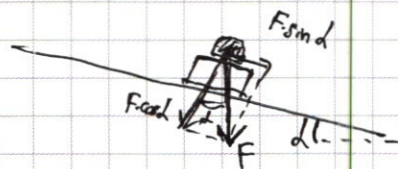
$$= \frac{300 \cdot 32 \cdot 1}{10} = 30 \cdot 32 = \boxed{960 \text{ м}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: 1) $\beta = 90^\circ$
2) $L = 960 \text{ м}$

N 3

F — сила с которой в какой-то момент времени пластина давит на брусок.



Тогда $\mu \cdot F \cdot \cos \alpha = F_T$.

Допустим на малое время (такое малое, что $F = \text{const}$), проинтегрируем получившиеся импульсы и получим:

$$\mu \cdot p \cdot \cos \alpha = p_{\text{тр}} \text{м}$$

$$\underbrace{p \cdot \mu \cdot \cos \alpha}_{\text{импульс трения}} = p_{\text{б}} + \underbrace{p \cdot \sin \alpha}_{\text{импульс, который шарик подтолкнул брусок.}}$$

$$2 \cdot \mu \cdot \cos \alpha = v_2 + 2 \cdot \sin \alpha$$

$$v_2 = 2(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$p_{\text{б}}$ — импульс бруска в момент прилёта шарика.

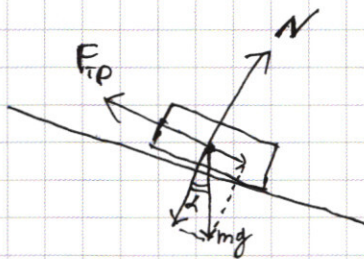
p — импульс шарика в тот же момент.

$$p = v_1 \cdot m = 2 \text{ т}$$

$$v_1 = T \cdot g = \boxed{2 \text{ м/с}}$$

$$p_{\text{б}} = v_2 \cdot m$$

Рассмотрим брусок го падежия пластилика:



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

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu \cdot mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} - mg \cdot \sin \alpha = a \cdot m$$

$$a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\mu = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\mu g \cdot \cos \alpha - g \sin \alpha = a$$

$$\mu \cdot \cos \alpha - \sin \alpha = \frac{a}{g} = 0,2$$

Подставим это выражение в формулу для v_2 .

$$v_2 = 0,2 \cdot 2 = \boxed{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

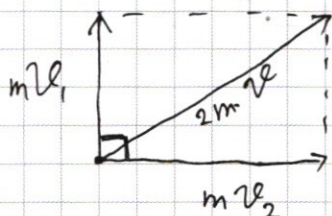
Ответ: 1) $v_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $v_2 = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

Произошло сложение импульсов: по 3СН:



По т. Пифагора:

$$4 \cdot m^2 v^2 = m^2 v_1^2 + m^2 v_2^2$$

$$4 \cdot 25^2 = 30^2 + v_2^2$$

По 3СЭ:

$$v_2 = 40 \text{ м/с}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{2m \cdot v^2}{2} + Q$$

Q — теплота, ушедшая на нагрев шариков.

$$v_1^2 + v_2^2 = 2v^2 + 2c \cdot \Delta t \cdot 2$$

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

$$900 + 1600 = 1250 + c \cdot 1,35 \cdot 2 \cdot 2$$

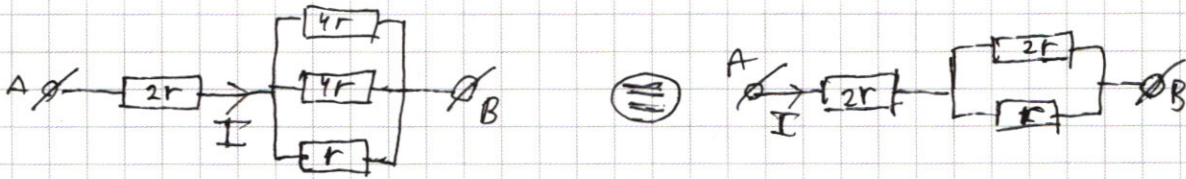
$$c = \frac{1250}{5,4} = \frac{6250}{27} \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} = 231 \frac{13}{27} \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Ответ: 1) $v_2 = 40 \text{ м/с}$

2) $c \approx 231,5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

N 5

Схему можно преобразовать:



$$R_{экв} = \frac{R_x \cdot R_y}{R_x + R_y}$$

$$R_{23} = \frac{4r \cdot 4r}{4r + 4r} = 2r$$

$$R_{234} = \frac{2r \cdot r}{2r + r} = \frac{2}{3}r$$

$$R_{общ} = 2r + \frac{2}{3}r = \boxed{\frac{8}{3}r}$$

Значит:

$$P = N_2 + N_3 + N_4 = N_{234}$$

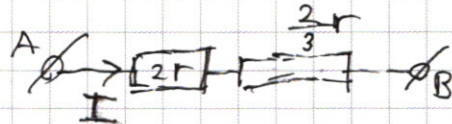
$$I = \frac{U}{R_{общ}} = \frac{8}{16} = 0,5 \text{ A}$$

$$N_{234} = I^2 \cdot R_{234} = 0,5^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 6 = \boxed{1 \text{ Вт}}$$

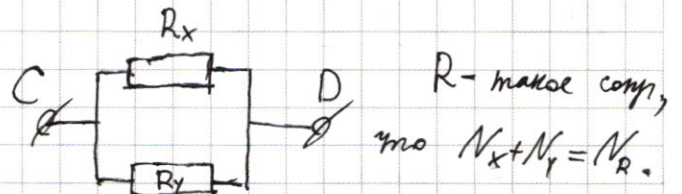
Ответ: 1) $R_{AB} = R_{общ} = \frac{8}{3}r$

2) $P = 1 \text{ Вт}$

(III)



Докажем, что мощность экв. резистора равна мощности, выделяемой на указанных резисторах:



Тогда $\frac{(U')^2}{R_x} + \frac{(U')^2}{R_y} = \frac{(U')^2}{R}$

$$\frac{1}{R_x} + \frac{1}{R_y} = \frac{1}{R} \Rightarrow R = \frac{R_x \cdot R_y}{R_x + R_y}$$

т.е. $R = R_{экв}$. ЧТД.

$$U' = U_{сд}$$

Аналогично с любой группой кол-ва резисторов.