

Решения олимпиадных задач по физике с сайта *math us!*

И. И. Кравченко

2025

Набросанные решения задач по физике из листков Игоря Яковлева.
Группировка решений в соответствии с компоновкой листков на сайте
указанного автора (от механики до квантовой физики).

Этот документ на https://physfor.github.io/pfe/mu_sol.pdf.

Содержание

1	Механика	2
1.1	Равномерное движение	2

1 Механика

1.1 Равномерное движение

Листок этой темы → <https://mathus.ru/phys/ravnomer.pdf>.

1. (Всеросс., 2015, ШЭ, 7–9) Школьники Вася и Петя играли в салочки. Вася вероломно подкрался к стоящему Пете и сделал его ведущим, после чего Вася сразу же побежал со скоростью 5 м/с. Петя 2 секунды думал, что же случилось, а потом пустился в погоню со скоростью 7,5 м/с. Через сколько секунд после своего старта Петя догнал Васю?

4 с

Решение. Координата Васи в момент встречи равна:

$$x_1 = x_0 + v_1 t,$$

где $x_0 = v_1 \Delta t$ — расстояние, на которое Вася успел отбежать.

Координата Пети к моменту встречи:

$$x_2 = v_2 t.$$

При встрече $x_1 = x_2$, так что

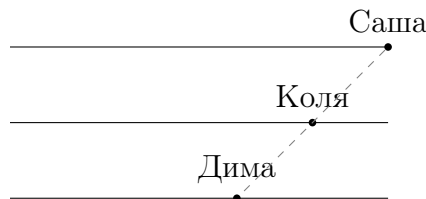
$$v_1 \Delta t + v_1 t = v_2 t.$$

Отсюда $t = 4$ с.

2. (Всеросс., 2018, ШЭ, 9) Саша, Коля и Дима приняли участие в соревнованиях по бегу на дистанцию $L = 200$ м. На старте друзья располагались на соседних дорожках. Саша, стартовавший на первой дорожке, финишировал первым через $t = 40$ с, а Дима на третьей дорожке отстал от победителя на $\Delta t = 10$ с. Определите скорость Коли на второй дорожке, если известно, что в момент финиша Саши все три бегуна располагались на одной прямой. Скорости бега спортсменов можно считать постоянными на всей дистанции, а беговую дорожку прямой.

$$v = \frac{L}{2} \left(\frac{1}{t} + \frac{1}{t + \Delta t} \right) = 4,5 \text{ м/с}$$

Решение. Ясно, что к моменту финиша Саши тела располагались схематически так, как показано ниже.

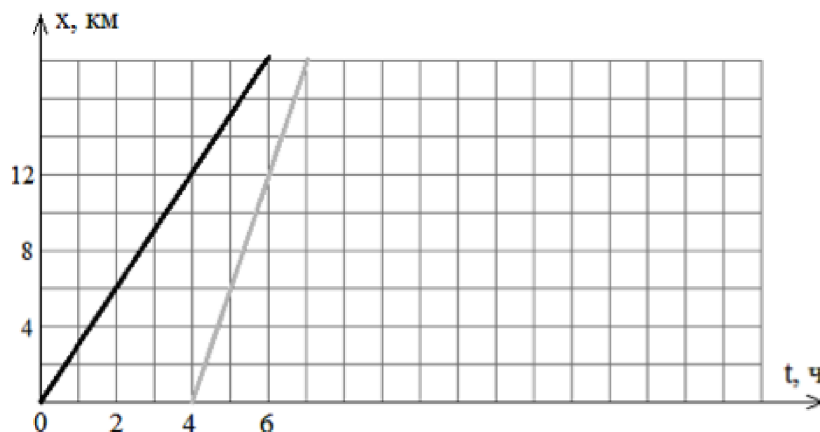


Скорость Саши $v_S = L/t = 5$ м/с. Скорость Димы $v_D = L/(t + \Delta t) = 4$ м/с.

Видно что к моменту финиша Саши Дима «не дошел» $v_D \Delta t = 40$ м. Тогда также видно из рисунка, что Коля «не дошел» половину этого расстояния, то есть 20 м.

Значит, Коля преодолел 180 м за 40 с; следовательно, его скорость $v_K = 180/40 = 4,5$ м/с.

3. (Всеросс., 2020, ШЭ, 10) Двое туристов выходят с турбазы в разные моменты времени и идут по одной прямой дороге с постоянными скоростями (но каждый — со своей скоростью). На рисунке показаны графики зависимостей их координат x (ось OX направлена вдоль дороги) от времени t . Турбаза находится в начале координат.



1. Чему равна скорость туриста, который идёт быстрее? Ответ укажите в км/ч, округлив до целого числа.
2. Чему равна скорость туриста, который идёт медленнее? Ответ укажите в км/ч, округлив до целого числа.
3. На каком расстоянии от турбазы туристы встретятся? Ответ укажите в км, округлив до целого числа.

1) 6; 2) 3; 3) 24

Решение. Пойдем по пунктам:

1. Быстрее идет тот турист, координата которого растет вверх «круче»: подходит серый график (правый), скорость его роста 6 км/ч.

2. Соответственно, скорость роста другого графика — 3 км/ч — скорость более медленного туриста.
3. Формулы координат туристов к моменту встречи (в км и ч):

$$x_1 = 3t \quad \text{и} \quad x_2 = 6(t - 4),$$

откуда время встречи при равенстве $x_1 = x_2$ найдется из уравнения

$$3t = 6(t - 4) \quad \Rightarrow \quad t = 8 \text{ ч.}$$

Координата встречи дается подстановкой этого t в любое из уравнений координат: $x_1 = 3 \cdot 8 = 24$ км.

4. (*Всеросс., 2010, РЭ, 9*) От пристани «Дубки» экспериментатор Глюк отправился в путешествие по реке на плоту. Ровно через час он причалил к пристани «Грибки», где обнаружил, что забыл свой рюкзак на пристани в «Дубках».

К счастью, Глюк увидел на берегу своего друга — теоретика Бага, у которого была моторная лодка. На ней друзья поплыли обратно, забрали рюкзак и вернулись в «Грибки».

Сколько времени плыла моторная лодка против течения, если всё плавание заняло 32 минуты?

Мотор лодки в течение всего плавания работал на полную мощность, а время, которое потребовалось на подбор рюкзака, пренебрежимо мало.

20 минут

Решение. На плоту между пристанями пройдено относительно планеты расстояние

$$S = vt,$$

где $t = 1$ час.

На моторке в той же системе *против течения* пройдено

$$S = (V - v)t_{\text{пр}}.$$

На моторке в той же системе *по течению* пройдено

$$S = (V + v)t_{\text{по}}.$$

И по условию:

$$T = t_{\text{пр}} + t_{\text{по}},$$

где $T = 32$ мин.

Четыре этих уравнения надо решать совместно, чтобы найти $t_{\text{пр}}$ (хотя количество неизвестных превышает количество уравнений на 1, система все равно решается — что-то сокращается).

Олимпиадность задачи в том, что нахождение $t_{\text{пр}}$ в общем виде получается громоздким; если хотя бы использовать прямо указанное значение $t = 1$ час в этой системе (все времена полагать в часах), то все становится гораздо легче (подстановку $T = 32/60$ час уже сделать в самом конце для получения численного ответа)!

5. (Всеросс., 2012, РЭ, 9) Чебурашка и Крокодил Гена решили устроить забег по лестнице в доме Дружбы. Выяснилось, что Чебурашка успевает три раза добежать до четвёртого этажа и вернуться на первый этаж за время, пока Гена поднимается на шестнадцатый этаж. На какой этаж успеет подняться Чебурашка, пока Гена будет бегать с первого этажа на шестой и обратно? Считайте, что Чебурашка и Гена бегают вверх-вниз с постоянными скоростями.

На 13-й

Решение. Первому случаю отвечает равенство

$$\frac{3 \cdot 6S}{v} = \frac{15S}{V},$$

где S — расстояние между этажами, v и V — скорости Чебы и Гены.

Случаю из вопроса задачи отвечает равенство

$$\frac{10S}{V} = \frac{X}{v}$$

Решение этой системы дает $X = 12S$, что означает, что Чеба дошел до 13 этажа. Олимпиадность — составить два уравнения максимально просто, чтобы не запутаться в их совместном решении.

Литература

- [1] И. В. Яковлев. *Материалы по физике*. <https://mathus.ru/phys/index.php>.