

Движение по окружности

ЗАДАЧА 1. (МОШ, 2015, 7–9) Велосипедист Владислав и пешеход Ярослав участвуют в гонках, начав движение одновременно в одном направлении с отметки «Старт». Часы Владислава показывали:

- в момент старта — 11:15;
- в момент, когда Владислав проехал один круг и вновь оказался на отметке «Старт», — 11:23;
- в момент, когда Владислав обогнал Ярослава, проехав ровно на один круг больше, — 11:26.

Каким может быть отношение скорости Владислава к скорости Ярослава? Скорости движения как велосипедиста, так и пешехода считайте постоянными. При решении задачи учитывайте, что часы Владислава показывают только часы и минуты (секунды не показывают). В частности, в моменты времени от 11 ч 15 мин до 11 ч 16 мин часы показывают 11:15.

$$\frac{v_1}{v_2} \geq 2,75 \geq \frac{v_1}{v_2}$$

ЗАДАЧА 2. (МОШ, 2014, 7–11) Школьницы Алиса и Василиса участвуют в соревнованиях по бегу.

В первом состязании Алиса и Василиса стартовали одновременно в одном направлении. Василиса отстала от Алисы сразу после старта. Пробегая 3-й круг, Василиса заметила, что Алиса впервые после старта обогнала её.

Во втором состязании Алиса и Василиса бежали эстафету: 2 круга бежала Алиса и 2 круга — Василиса. Девочки очень обрадовались, что обогнали своего одноклассника Петра, бежавшего всю дистанцию эстафеты без напарника с постоянной скоростью 12 км/ч: во время финиша Василисы Пётр всё ещё бежал последний круг.

При решении задачи скорость каждой из школьниц можно считать постоянной.

- Найдите минимально возможную скорость Алисы при данных условиях.
- Найдите максимально возможную скорость Алисы при данных условиях.
- Найдите минимально возможную скорость Василисы при данных условиях.
- Найдите максимально возможную скорость Василисы при данных условиях.

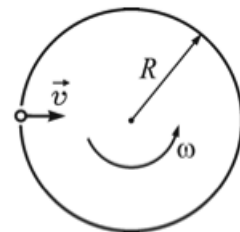
Ответ представьте в км/ч и округлите до второй значащей цифры.

$$14 \text{ (A) } 14; 20; 10; 14 \text{ (B) } 20; 10; 14 \text{ (C) } 14 \text{ (D)}$$

ЗАДАЧА 3. («Росатом», 2012, 8–11) На часах 16:00. Через какое время после этого часовая и минутная стрелки часов встретятся во второй раз?

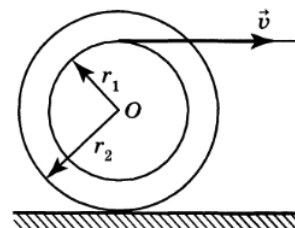
$$t = \frac{8}{\pi} \arctan\left(\frac{v_{\text{мин}}}{v_{\text{час}}}\right) = 8,3 \text{ мин}$$

ЗАДАЧА 4. («Курчатов», 2015, 9) Маленький шарик влетает со скоростью v в малое отверстие в стенке полого цилиндра, вращающегося вокруг своей оси (см. рисунок). Радиус R цилиндра много больше толщины его стенок. Скорость шарика перпендикулярна оси цилиндра. Какой должна быть угловая скорость вращения цилиндра ω для того, чтобы шарик вылетел наружу, не испытав соударений? Силу тяжести не учитывайте.



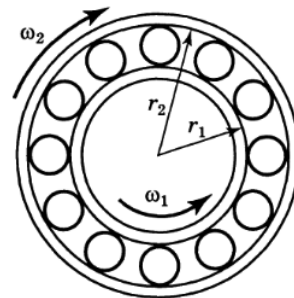
$$\mathbb{Z} \ni u \left(\frac{vz}{ax(1+uz)} = \omega \right)$$

ЗАДАЧА 5. (Всеросс., 1995, ОЭ, 9) Катушку с нитками тянут за нитку с постоянной скоростью v , как показано на рисунке. Катушка катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания. Определите угловую скорость вращения катушки.



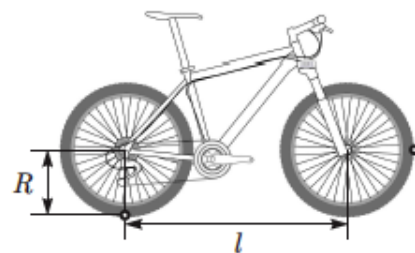
$$\frac{v_1 + v_2}{a} = \omega$$

ЗАДАЧА 6. (Всеросс., 1996, ОЭ, 9) Внутреннее кольцо шарикоподшипника, имеющее радиус r_1 , вращается с угловой скоростью ω_1 против часовой стрелки; наружное кольцо, радиус которого равен r_2 , вращается по часовой стрелке с угловой скоростью ω_2 . Сам шарикоподшипник неподвижен (рис.). Определите скорость движения центров шариков. Считайте, что шарики катятся без проскальзывания и не соприкасаются между собой.



$$(v_1 \omega_1 - v_2 \omega_2) \frac{r_1}{r_2} = a$$

ЗАДАЧА 7. (Всеросс., 2016, финал, 9) Колёса велосипеда имеют одинаковый радиус R , а расстояние между центрами колёс $l = 3R$. В протекторе покрышек переднего и заднего колёс застряли два маленьких камня. В начальный момент камень на заднем колесе касается земли, а камень на переднем колесе находится в крайнем переднем положении (см. рисунок). Велосипед едет прямолинейно со скоростью v , колёса не скользят по дороге, камни не отрываются от покрышек.

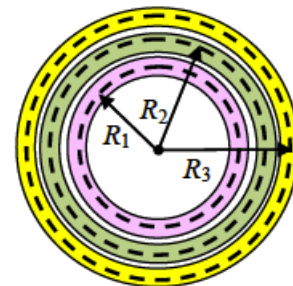


1) Найдите максимальное L_{\max} и минимальное L_{\min} расстояния между камнями в процессе движения велосипеда.

2) Через какое минимальное время t после начала движения расстояние между камнями достигает максимального значения?

$$\frac{a^2}{v^2} = t \left(\frac{v}{R} \left(\frac{v}{R} - \varepsilon \right) \right) = \frac{v^2}{R^2} t \left(\frac{v}{R} + \varepsilon \right) = \frac{v^2}{R^2} t \left(\frac{v}{R} + \varepsilon \right)$$

ЗАДАЧА 8. («Покори Воробьёвы горы!», 2015, 7–9) Юные техники собрали трек для испытания своих моделей. Круглый трек состоит из трёх дорожек. Внутренняя дорожка покоится, средняя движется по часовой стрелке со скоростью 1 м/с, а внешняя движется в ту же сторону, что и средняя, со скоростью 1,9 м/с. Когда по треку по часовой стрелке запустили модель автомобильчика, оказалось, что наименьшее время понадобилось автомобилю для совершения круга по средней дорожке, а наибольшее — по внутренней дорожке. Определить скорость модели с ошибкой не более 0,2 м/с, если радиусы дорожек $R_1 = 5$ м, $R_2 = 7$ м, $R_3 = 9$ м. Какова наилучшая возможная точность?



$$\boxed{0,2 \text{ м/с} \pm 0,12 \text{ м/с} = a}$$

ЗАДАЧА 9. (МОШ, 2011, 9) Самолёт ТУ–160 в безветренную на всей Земле погоду стартовал с аэродрома в Санкт-Петербурге. В течение всего времени 27-часового полета самолёт находился на одной и той же высоте и держал одну и ту же по величине скорость 1000 км/час, сделав несколько дозаправок в воздухе. Сначала он 6 часов летел на юг, затем 10 часов на восток, потом 6 часов на север, и в последние 5 часов полета его скорость была направлена на запад. Сколько ещё времени потребуется самолёту, чтобы с такой же по величине скоростью долететь до родного аэродрома по кратчайшему пути? Санкт-Петербург находится на широте 60° , а радиус Земли равен примерно 6400 км.

$$\boxed{0,109,2 \approx}$$

ЗАДАЧА 10. (МОШ, 2016, 10) Самолёт в новогоднюю ночь в безветренную погоду стартовал с аэродрома Санкт-Петербурга (60° северной широты) и летит на постоянной высоте $h = 5$ км с постоянной по величине скоростью $V = 1000$ км/час, держа всё время курс на северо-восток (по звёздам). С каким по модулю ускорением относительно Земли (в системе отсчета Птолемея) движется самолёт ровно через время T , равное четырём часам полёта? Землю можно считать шаром с радиусом $R = 6400$ км.

$$\boxed{2^2 \text{ м/с}^2 \approx}$$

ЗАДАЧА 11. («Росатом», 2011, 11) В некоторой планетной системе вокруг центральной звезды в одной плоскости и в одну сторону вращаются две планеты — Атлант и Кариатида. Период обращения Атланта меньше периода обращения Кариатиды. Между двумя моментами времени, когда Атлант и Кариатида находятся на одном и том же радиусе, проведённом к ним из центральной звезды, проходит минимальный интервал времени, равный 1,2 кариатидным годам. Сколько атлантских лет проходит между этими моментами?

$$\boxed{2,2}$$

