Задание №9-03 КИНЕМАТИКА. Движение по окружности

*° - задачи с рисунком, * - задачи для решения дома*

Задачи простые

А1*. Тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью ***10 м/с***. Определите изменение скорости тела за четверть периода; полупериод; период.

А2*. Вокруг неподвижной оси с постоянной угловой скоростью вращается колесо радиуса ***R***. Как соотносятся между собой линейные скорости точек колеса, отстоящие от оси на ***0.1R***, ***0.3R***, ***0.5R***, ***0.8R*** и ***R***. Сформулируйте общий вывод.

А3*. Минутная стрелка часов в ***1.5 раза*** длиннее часовой. Во сколько раз линейная скорость конца минутной стрелки больше линейной скорости конца часовой? Во сколько раз угловая скорость минутной стрелки больше угловой скорости часовой? Каково отношение их периодов?

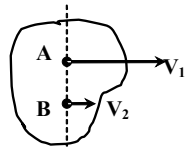
А4*. Каким будет ускорение, и как будет двигаться тело, если имеет место условие: а) вектор скорости тела постоянный, б) модуль скорости постоянный?

А5*. Определите траекторию движения материальной точки имеющей начальную скорость, если под влиянием внешнего воздействия (силы) ускорение точки: а) постоянно по модулю и направлению; б) направленно всегда перпендикулярно к скорости точки.

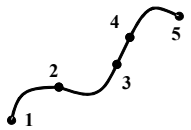
А6*. Приведите примеры, когда: а) нормальное ускорение тела отлично от нуля, а тангенциальное ускорение отсутствует; б) тангенциальное ускорение отлично от нуля, а нормальное ускорение отсутствует.

Задачи средние

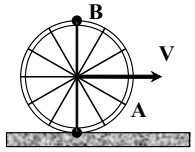
Б1°*. Как движется тело, если две его точки ***A*** и ***B*** имеют неодинаковые скорости, направленные так, как показано на рисунке.



К задаче Б1



К задаче Б5



К задаче Б8

Б2*. По краю вращающейся карусели радиусом ***R = 4.5 м*** шагает мальчик, перемещаясь при этом со скоростью ***V = 1.8 м/с*** относительно Земли. Повернув в обратную сторону, мальчик перестал перемещаться по отношению к Земле, шагая по карусели с прежней по модулю скоростью. Определите угловую скорость вращения карусели, а также скорость V_0 движения мальчика относительно карусели до поворота.

Б3*. Через блок радиусом ***R = 50 мм***, вращающийся вокруг закрепленной горизонтальной оси, перекинута нерастяжимая нить с грузами на концах. Грузы движутся с постоянной скоростью ***V = 20 см/с*** относительно друг друга. Определите угловую скорость вращения блока **ω**. Нить не проскальзывает по желобу блока.

Б4*. Найдите линейную скорость вращения точек земной поверхности на широте Санкт-Петербурга (**φ = 60°**).

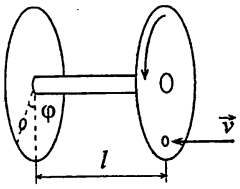
Б5°*. На рисунке изображена траектория частицы. Известно, что на участке ***1-2*** модуль скорости убывал, на участке ***2-3*** возрастал, на прямолинейном участке ***3-4*** возрастал, а на участке ***4-5*** не изменялся. Покажите направление полного ускорения на каждом из участков.

Б6*. Тело двигается по окружности радиуса ***R*** равномерно ускоряясь из состояния покоя. К концу первого оборота оно приобретает скорость ***V***. Определите тангенциальное, нормальное и полное ускорения тела в момент поворота на угол: а) ***2π***; б) ***π***; в) ***π/2***; г) ***π/3*** и д) в момент начала движения.

Б7. Материальная точка двигается по окружности радиуса ***18 см*** равноускоренно с тангенциальным ускорением ***4 м/с²*** из состояния покоя. Через какое время после начала движения нормальное ускорение будет больше тангенциального вдвое?

Б8°*. Велосипедист катится без проскальзывания колёс по горизонтальному шоссе со скоростью ***V =15 км/ч***. Чему равны скорости нижней ***A*** и верхней ***B*** точек обода колеса относительно а) шоссе; б) оси колеса?

Б9°. Ось с двумя дисками, расположенными на расстоянии ***l = 0.5 м*** друг от друга, вращается с частотой ***n = 1600 об/мин***. Пуля, летящая вдоль оси, пробивает оба диска, при этом отверстие от пули во втором диске смещено относительно отверстия в первом диске на угол **φ = 12°**. Найдите скорость пули.



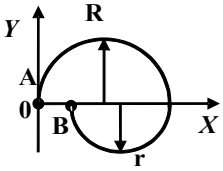
К задаче Б9

Б10*. Колесо, вращаясь равноускоренно, достигло угловой скорости ***20 с⁻¹*** через ***10 оборотов*** после начала движения. Найти угловое ускорение колеса.

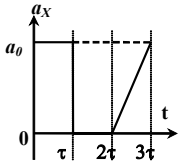
Задачи сложные

В1*. Стержень длиной ***l = 50 см*** вращается с угловой скоростью **ω = 30 об/мин** вокруг перпендикулярной к нему оси, при этом один его конец движется вокруг оси с линейной скоростью $V_1 = 57$ ***см/с***. Найдите линейную скорость V_2, с которой движется другой конец стержня.

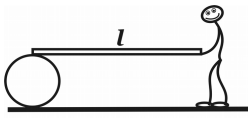
В2°. Заряженная частица движется в плоскости ***(x,y)*** из точки ***A*** в точку ***B*** так, как показано на рисунке. Радиусы полуокружностей равны ***R*** и ***r***. Определите средне путевую скорость и модуль средней скорости по перемещению частицы, если время движения по каждой из полуокружностей одинаково и равно ***τ***.



К задаче В2



К задаче В3



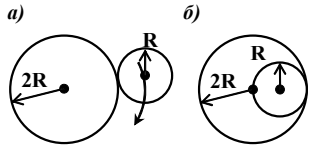
К задаче В4

В3°*. Тело движется по окружности радиуса ***R***, при этом зависимость тангенциального ускорения тела от времени имеет вид, представленный на рисунке. Нарисуйте график зависимости нормального ускорения от времени, если начальная скорость тела равна нулю.

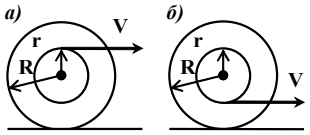
В4°. Человек держит один конец доски, а другой её конец лежит на цилиндре. Доска при этом горизонтальна. Затем человек начинает двигать доску вперёд, катя цилиндр без проскальзывания. Доска тоже не проскальзывает по цилиндру. Какой путь должен пройти человек, чтобы достичь цилиндра, если длина доски ***l***?

В5*. Цилиндрический каток радиусом ***R*** помещён между двумя параллельными рейками. Рейки двигаются со скоростями V_1 и V_2. Определите угловую и линейную скорости центра катка, если проскальзывание отсутствует. Рассмотреть случаи сонаправленного и противонаправленного движений реек.

В6°. Цилиндр радиуса ***R*** обкатывает: а) неподвижный цилиндр с внешним радиусом ***2R*** снаружи; б) неподвижный полый цилиндр с внутренним радиусом ***2R*** изнутри и делает всего один оборот. Сколько раз он оборачивается вокруг своей оси за это время?



К задаче В6

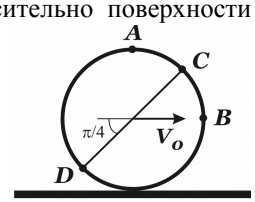


К задаче В7

В7°. С какой скоростью движется по столу (без проскальзывания) катушка, когда конец горизонтальной нити, намотанной на катушку, перемещают со скоростью ***V***. Рассмотреть случаи а) и б).

В8*. По горизонтальной поверхности катится без проскальзывания колесо. Скорость поступательного движения колеса - ***V***. Укажите геометрическое место точек на колесе, скорости которых относительно поверхности также равны ***V***, $\sqrt{2}\,V$.

В9°*. Найдите модули и направления скоростей точек ***A***, ***B***, ***C*** и ***D***, если радиус колеса ***R***, и оно катится без проскальзывания по горизонтальной плоскости со скоростью V_0.



К задачам В9 и В10

В10°. Найдите радиус кривизны траекторий точек ***A*** и ***B*** обода колеса, если радиус колеса ***R***, и оно катится без проскальзывания по горизонтальной плоскости со скоростью V_0.

В11. Гайку накручивают на болт за время τ. Длина болта ***l***, резьба составляет угол α с плоскостью гайки. Найдите угловую скорость гайки, если радиус болта равен ***R***.

В12. Найдите угловое ускорение колеса, если известно, что через ***2 с*** после начала равноускоренного вращения вектор полного ускорения точки, лежащей на ободе, составляет угол в ***60°*** с вектором её линейной скорости.

В13*. Колесо вращается с постоянным угловым ускорением ***2 с⁻²***. Через время ***0.5 с*** после начла движения полное ускорение точек колеса составляет ***13.6 м/с²***. Найдите радиус колеса.

Теория

1. Г.Я. Мякишев - Механика. §§ 1.26-1.31.
2. Б.М. Яворский, А.А. Пинский - Основы физики Т.1. §§ 3.1-3.6., 4.7.-4.8.
3. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев - Физика для углублённого изучения. Т.1. Механика. §§ 7-14.
4. Г.С. Ландсберг - Элементарный учебник физики Т.1. §§ 23-29.
5. Д.В. Сивухин - Общий курс физики. Т.1. Механика. §§ 1-7.

ОТВЕТЫ

А1. 14.15 м/с; 20 м/с; 0 м/с.
А3. В 18 раз; 12; 1/12.

Б2. 0.2 с, 0.9 м/с.
Б3. 2 $с^{-1}$.
Б4. ≈ 231 м/с.
Б6. а) $V^2/4\pi R$, V^2/R, $\frac{V^2}{4\pi R}\sqrt{1+16\pi^2}$; д) $V^2/4\pi R$, 0, $V^2/4\pi R$.
Б7. 0.3 с.
Б8. а) 0 км/ч, 30 км/ч; б) 15 км/ч, 15 км/ч.
Б9. 400 м/с.
Б10. 3.2 $с^{-2}$.

В1. 32 см/с, 82 см/с.
В2. $\pi(R+r)/2\tau$, $(R-r)/\tau$.
В4. $2l$.
В5. $\omega = (V_1-V_2)/2R$, $V = (V_1+V_2)/2$;
$\omega = (V_1+V_2)/2R$, $V = (V_1-V_2)/2$.
В6. а) 3; б) 1.
В7. а) $VR/(R+r)$; б) $VR/(R-r)$.
В9. $V_A = 2V_0$, $V_B=\sqrt{2}\,V_0$, $V_C=V_0\sqrt{2+\sqrt{2}}$, $V_D=V_0\sqrt{2-\sqrt{2}}$.
В10. $R_A = 4R$, $R_B = 2R$.
В11. $\omega=\frac{l\,ctg\,\alpha}{R\tau}$.
В12. $\sqrt{3}/4\approx 0.43\,c^{-2}$.
В13. 6 см.