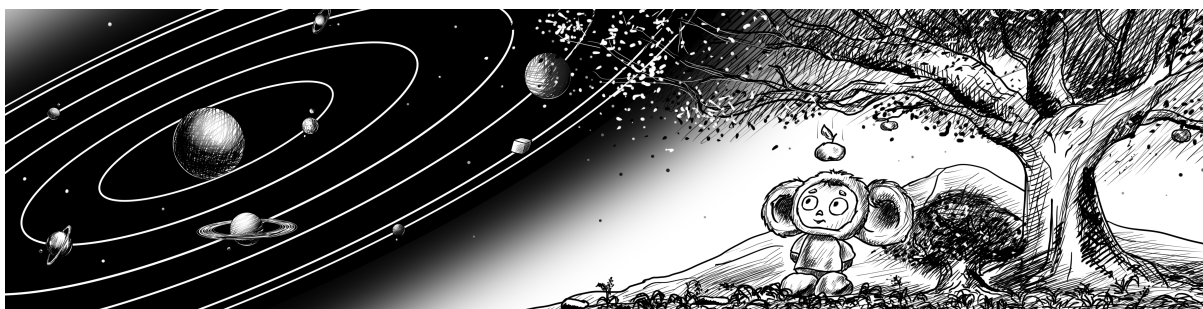
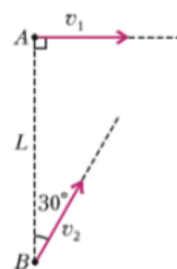




Данная подборка задач является **примером** того, что будет разбираться на смене. Здесь приведены 2–3 задачи из каждого семинара для того, чтобы вы смогли оценить уровень смены и темы, которые обсуждаются на ней. На самих семинарах будет разобрано гораздо больше задач.

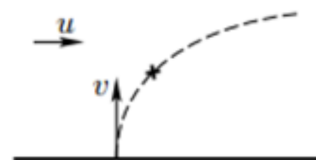
Семинар 1. Относительность движения

1. Два корабля движутся с постоянными и одинаковыми по модулю скоростями $v_1 = v_2 = v$. В некоторый момент расстояние между ними оказалось равным L , а их взаимное расположение таким, как показано на рисунке.

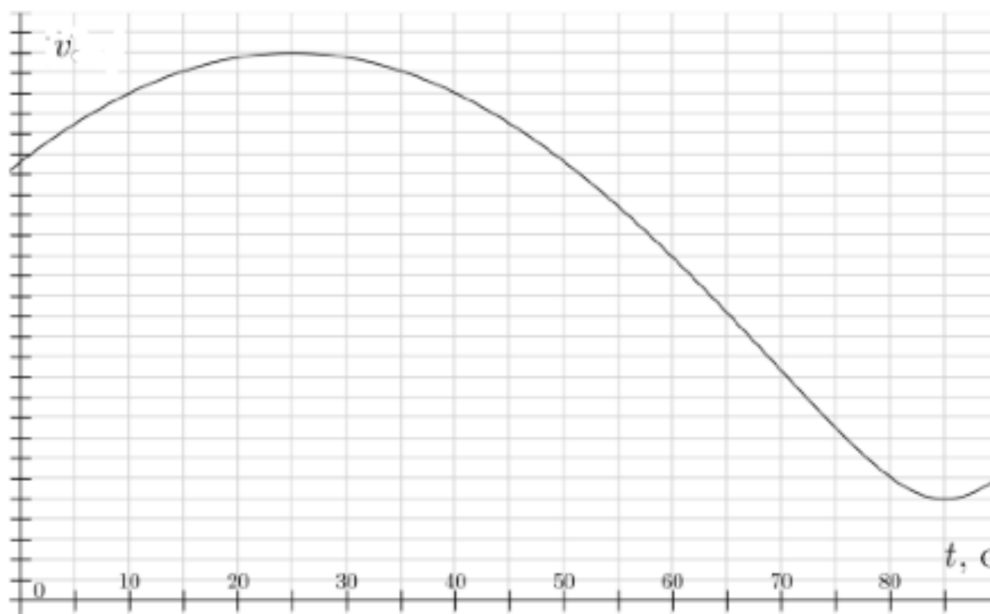


1. Определите минимальное расстояние между кораблями при их последующем движении.
2. Найдите время τ , через которое корабли окажутся на минимальном расстоянии друг от друга.
3. В момент, когда корабль B пересекает линию движения корабля A , от борта корабля A отправляется катер, который должен доставить на корабль B пакет с важным сообщением. Определите, через какое минимальное время Δt после отправки катера пакет будет доставлен на борт корабля B , если скорость u катера также равна v .

2. Деревянный плот оттолкнули от берега реки так, что в начальный момент его скорость была равной v и направлена перпендикулярно берегу. Траектория плота показана на рисунке. Крестиком на траектории отмечено место, в котором плот находится через время T после начала движения. Считая скорость реки постоянной и равной u , найдите графически точки траектории, в которых плот находился в моменты времени $2T$, $3T$, $4T$.



3. Два автомобиля двигаются с постоянными по величине скоростями по круговой дороге длины $L = 600$ м в одном направлении. На рисунке представлен график зависимости модуля разности их скоростей от времени (масштаб по оси ординат неизвестен). Используя график, определите модули скоростей автомобилей.



Семинар 2. Равноускоренное движение

4. Товарный поезд, двигаясь с постоянным ускорением, въезжает в туннель со скоростью v_1 . Известно, что первый вагон пробыл в туннеле в два раза дольше, чем последний. Какую скорость имел поезд в тот момент, когда целиком выехал из туннеля, если известно, что его длина равна длине туннеля? Длиной вагона по сравнению с длиной всего поезда пренебречь.

5. Из вертикальной трубки высыпается песок, причем диаметр его струи остается равным диаметру трубки. Скорость песчинок у конца трубки 1 м/с. Во сколько раз средняя плотность песка в струе на расстоянии 2,4 м от конца трубки будет меньше, чем внутри трубки у ее конца? Считайте, что каждая песчинка падает свободно с ускорением $g = 10 \text{ м/с}^2$.

6. Тело брошено вертикально вверх. В какое максимальное число раз путь, пройденный телом за первую секунду полета, может превышать путь, пройденный за вторую секунду? При какой начальной скорости это достигается? Время полета не меньше двух секунд.

Семинар 3. Неравномерное движение.

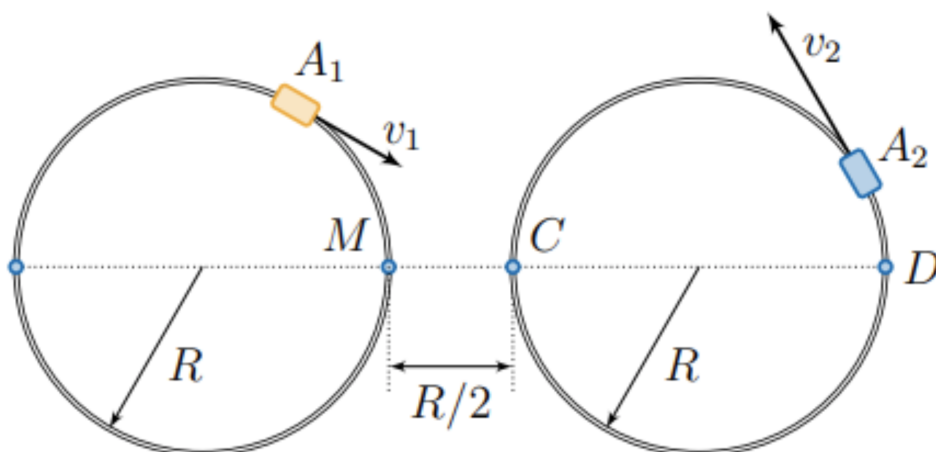
Движение по окружности

7. С линии старта одновременно в момент времени $t = 0$ ушли две гоночные машины с ускорениями $a_1(t) = a_0 \left(1 + \sqrt{2 - t/t_1}\right)$ и $a_2(t) = a_0 \sqrt{2 - t/t_1}$ соответственно. Начиная с момента времени t_1 скорость первой машины не изменялась, а вторая машина продолжила разгоняться с постоянным ускорением, пока в момент t_2 ее скорость не сравнялась со скоростью первой машины. Каково расстояние ΔS между автомобилями в этот момент времени?

8. Самолет, летящий горизонтально со скоростью v_0 , начинает подниматься вверх, описывая окружность, лежащую в вертикальной плоскости. Скорость самолета при этом меняется с высотой h над первоначальным уровнем движения по закону $v^2 = v_0^2 - 2a_0h$. В верхней точке траектории его скорость оказывается равной $v_1 = v_0/2$. Определите ускорение a самолета в тот момент, когда его скорость направлена вертикально вверх.

9. По двум кольцевым дорогам радиуса R , лежащим в одной плоскости, движутся автомобили A_1 и A_2 со скоростями $v_1 = v = 20$ км/ч и $v_2 = 2v$ (см. рисунок). В некоторый момент автомобили находились в точках M и C на расстоянии $R/2$ друг от друга. Размеры автомобилей малы по сравнению с R .

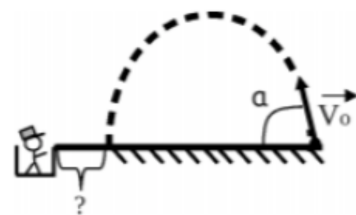
1. Найдите скорость автомобиля A_2 в системе отсчёта, связанной с автомобилем A_1 в этот момент.
2. Найдите скорость автомобиля A_2 в системе отсчёта, связанной с автомобилем A_1 в тот момент, когда A_2 окажется в точке D .



Семинар 4. Баллистика 1. Координатный метод

10. В солдата, сидящего в окопе, неприятель выстрелил из мортиры. Снаряд летел ровно на него, но до окопа не долетел. С точки зрения солдата снаряд поднимался в течение t_1 секунд, а опускался быстрее, за t_2 секунд. Солдат находится в окопе на уровне земли. Известно, что неприятельские мортиры стреляют под углом α к горизонту, а модуль начальной скорости снаряда равен v_0 .

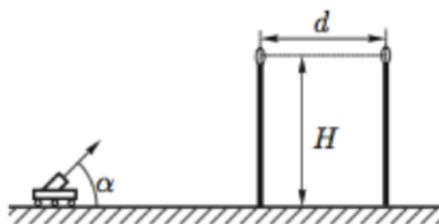
Найдите, на каком расстоянии от окопа упал снаряд? Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения равно g .



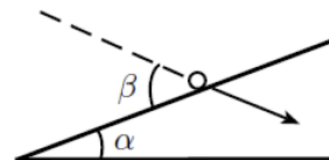
11. Снаряд разорвался на несколько осколков, полетевших во все стороны с одинаковыми начальными скоростями. Осколок, полетевший вертикально вниз, достиг земли за время t_1 . Осколок, полетевший вертикально вверх, упал на землю через время t_2 . Сколько времени падали осколки, полетевшие горизонтально? Сопротивление воздуха не учитывать.

Семинар 5. Баллистика 2. Уравнение траектории. Радиус кривизны

12. На ровном гладком полу установлены два шеста высоты H с небольшими кольцами наверху. Расстояние между кольцами d (см. рисунок), а их плоскости перпендикулярны линии, соединяющей вершины шестов. По полу может перемещаться маленький робот, функция которого — запускать небольшие мячики с фиксированной скоростью v_0 под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Скорость v_0 подобрана так, что $v_0^2 > 4gH$. При каком минимальном $d \neq 0$ робот может выполнить бросок так, чтобы мячик пролетел сквозь оба кольца? Удар мяча о пол считайте абсолютно упругим. Отдельно рассмотрите случай $gH \ll v_0^2$.



13. На гладкую неподвижную наклонную плоскость с углом наклона α налетает стальной шарик под углом β к плоскости. При каких значениях β шарик сможет вернуться в точку его первого удара о плоскость? Все соударения считать упругими.



Семинар 6. Баллистика 3. Векторный метод

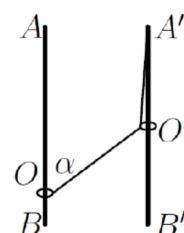
14. Мальчик бросил камень под некоторым углом α к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, при каких значениях угла бросания α камень всё время (до падения на землю) будет удаляться от мальчика.

15. С вершины полусферы радиусом R запускают камешки с одинаковой скоростью. Ударяясь о сферу, камешки не отскакивают. Оказалось, что наибольшее удаление камешков от центра полусферы равно $2R$.

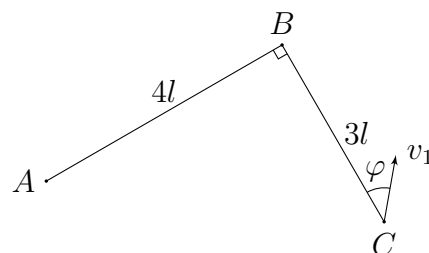
1. Найдите начальную скорость камешка.
2. Найдите угол под которым был брошен камешек, упавший на расстоянии $2R$ от центра полусферы.
3. Во сколько раз отличаются радиусы кривизны в точке броска и в точке падения камешка.

Семинар 7. Плоское движение твердого тела

16. Колечки O и O' надеты на вертикально закреплённые стержни AB и $A'B'$. Нерастяжимая нить привязана к кольцу O , пропущена через кольцо O' и закреплена в точке A' . В тот момент, когда $\angle AOO' = \alpha$, кольцо O' движется вниз со скоростью V . Найти скорость кольца O в этот момент.

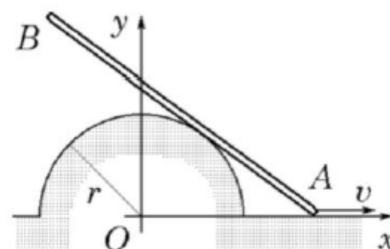


17. Твёрдая деталь в виде прямого угла движется по гладкой горизонтальной поверхности. Сторона AB имеет длину $4L$, сторона BC — $3L$. В некоторый момент скорость точек A и C равна v . Известно, что скорость точки C направлена под углом $\varphi = \arcsin 24/25$ к стороне BC (см. рисунок).



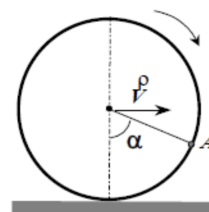
1. Определите вектор скорости точки B в этот момент.
2. Определите угловую скорость вращения твёрдого тела

18. Стержень AB движется в неподвижной плоскости Oxy так, что его конец A скользит по оси Ox со скоростью величины v . Во время движения стержень опирается на неподвижную окружность радиуса r , касающуюся оси Ox . Найдите положение мгновенного центра скоростей стержня, угловую скорость стержня и скорость его точки C , которой он в данный момент опирается на окружность, в зависимости от OA .

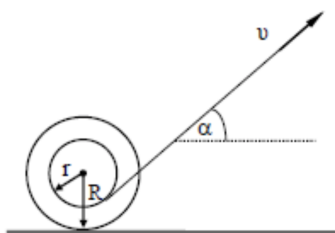


Семинар 8. Движение без проскальзывания

19. По горизонтальной поверхности без проскальзывания катится обруч радиуса R со скоростью V . Найти скорость и ускорение точки A обруча относительно поверхности, а также радиус кривизны траектории в данный момент времени. Радиус, проведённый к точке A образует угол α с вертикалью (см. рис.).



20. Нить, намотанную на катушку, тянут со скоростью v под углом α к горизонту. Катушка при этом катится по горизонтальной плоскости без проскальзывания (см. рис.). Нить так длинна, что угол α не меняется при движении. Внешний и внутренний радиусы катушки равны R и r соответственно.



21. Колесо катится без проскальзывания по горизонтальной плоскости. Ускорение центра колеса в момент времени, когда ускорение точки C становится равным по модулю a_0 .

