



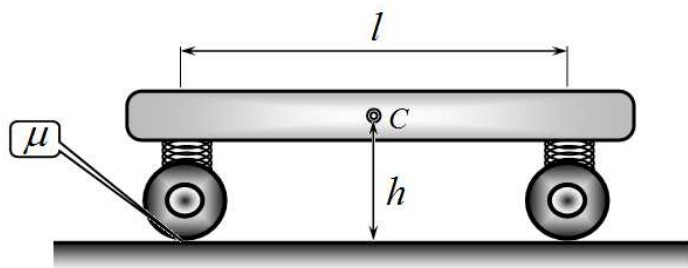
### Задача 1. Лихач (не задирай носа)

Автомобили бывают разные – большие и маленькие, красные и черные, дорогие и поддержанные. Но у всех их есть нечто общее, например, двигатель, кузов, колеса, подвеска.

Рассматриваемый в данной задаче автомобиль понравится не многим автолюбителям, поэтому будем его считать некоторой моделью – «идеальным автомобилем». Подобно тому как в модели идеального газа пренебрегают многими важными свойствами, например, запахом, так и в нашей модели мы оставим только наиболее существенные для нашей задачи характеристики.

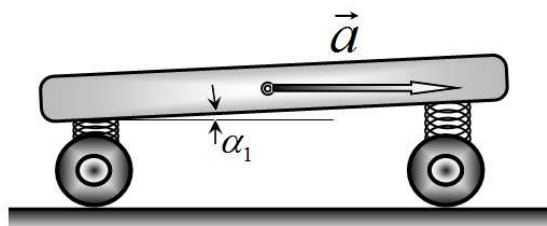
Итак, рассматриваем следующую модель автомобиля:

- автомобиль передвигается только по горизонтальной поверхности, трением качения можно пренебречь;
- корпус автомобиля – однородный параллелепипед;
- колеса соединены с корпусом посредством пружин подвески;
- жесткость всех пружин одинакова и такова, что у неподвижного автомобиля на горизонтальной дороге их деформация равна  $x_0 = 10 \text{ см}$ ;
- центр масс корпуса находится на равных расстояниях от осей передних и задних колес;
- расстояние между осями равно  $l = 3,5 \text{ м}$ ;
- в состоянии покоя центр масс автомобиля находится на высоте  $h = 0,40 \text{ м}$ ;
- масса колес, подвески и заднего моста пренебрежимо мала;
- ведущими является задняя пара колес автомобиля (передняя пара колес не взаимодействует с двигателем);
- коэффициент трения скольжения между колесами автомобиля и дорогой  $\mu_c = 0,80$ , максимальный коэффициент трения покоя между колесами автомобиля и дорогой  $\mu_n = 0,90$  (наверно, вы слышали, что коэффициент трения покоя превышает коэффициент трения скольжения).



#### Часть 1. Поехали - старт и разгон.

Разгоняться хочется быстро! Тщательно рассмотрите движение автомобиля при его разгоне – силы, моменты сил, ускорение, все так, как вас учили! Сначала рассмотрите «аккуратный» разгон, когда водитель бережет



колеса и при старте колеса не проскальзывают.

**1.1** Известно, что при разгоне автомобиля с задними ведущими колесами передок (передняя часть) автомобиля приподнимается. На какой угол  $\alpha_1$  «задерет нос» автомобиль при старте с максимально возможным ускорением?

**1.2** Определите модуль максимального ускорения  $a_{\max}$ , с которым автомобиль может начать движение.

**1.3** Чему равен модуль скорости  $v_1$  автомобиля через промежуток времени  $\Delta t = 5,0$  с после начала движения с максимально возможным ускорением?

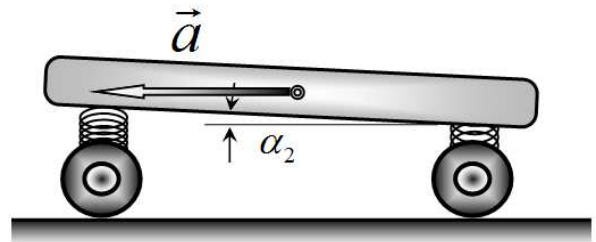
Часто можно наблюдать, как водители «рвут с места», включая двигатель на максимальную мощность, при которой колеса прокручиваются при еще неподвижном автомобиле. Насколько эффективен такой старт?

**1.4.** Чему равно максимальное ускорение при таком старте при заданных значениях коэффициентов трения?

*Нужные Вам дополнительные характеристики автомобиля задайте самостоятельно.*

## Часть 2 Приехали – торможение и остановка.

Тормозить тоже желательно аккуратно, но иногда возникает необходимость в резком торможении. Считайте, что при таком торможении вращение колес прекращается практически мгновенно.



**2.1** Определите тормозной путь  $s$  автомобиля, движущегося со скоростью  $v = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ , при резком торможении.

**2.2** Известно, что при резком торможении, когда вращение всех колес резко прекращается, автомобиль «клюет носом». На какой угол  $\alpha_2$  наклонится автомобиль при таком торможении?

Можно ли уменьшить тормозной путь, применяя другую стратегию торможения?

**2.3** Каким может быть минимальный тормозной путь  $s'$  автомобиля, движущегося со скоростью  $v = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ , при торможении опытным водителем, знающим основы физики?

## Задача 2. Две трубы, два поршня, две части...

Два цилиндра поперечными сечениями  $S_1 = 20 \text{ см}^2$  и  $S_2 = 80 \text{ см}^2$  сварены так, что их оси совпадают. В цилиндры вставлены легкоподвижные поршни массами

