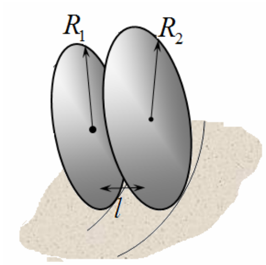
$$\Delta t_{СУММ1} = 0{,}85^o C \qquad (17),$$

поэтому вода закипит через время:



$$t_1 = \frac{300c}{80^o C} \cdot 0{,}85^o C \approx 3c \qquad (18).$$

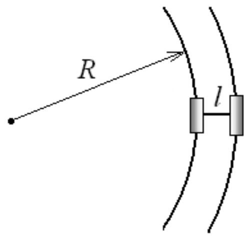
Для $m_{C2} = 300г$:

$$\Delta t_{СУММ2} = 8{,}9^o C \qquad (19),$$

поэтому вода закипит через время:

$$t_1 = \frac{300c}{80^o C} \cdot 8{,}9^o C \approx 33c \qquad (20).$$

Задача 10-1 «Такие разные колеса»



1. Если угловая скорость вращения игрушки при качении без проскальзывания равна ω, то линейные скорости вращения колес различны

$$\upsilon_1 = \omega R_1$$
$$\upsilon_2 = \omega R_2 .$$

Пусть радиус поворота игрушки R, тогда можем записать

$$\upsilon_1 = \Omega R$$
$$\upsilon_2 = \Omega(R + l),$$

где Ω – угловая скорость вращения игрушки вокруг центра описываемой окружности. Выражая отношения скоростей, находим

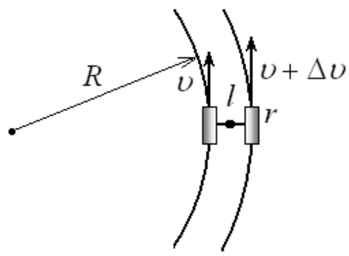
$$\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R + l}{R}.$$

Из последнего равенства

$$R = \frac{R_1}{R_2 - R_1} l = 100\,см = 1{,}00\,м .$$

2. При повороте автомобиля справедливы равенства: для ближнего (к центру поворота) колеса

$$\upsilon = \Omega R = \omega_1 r ,$$



для дальнего

$$\upsilon + \Delta\upsilon = \Omega(R + l) = \omega_2 r ,$$

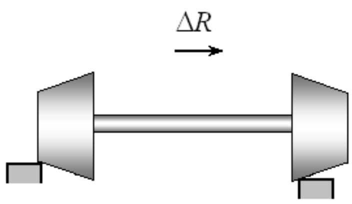
где Ω – угловая скорость вращения оси колеса вокруг центра описываемой окружности.

Из последнего равенства находим

$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = \frac{\Omega(R + l)}{r} - \frac{\Omega R}{r} = \Omega\frac{l}{r} = \frac{\upsilon}{R} \cdot \frac{l}{r}.$$

Расчет дает

$$\Delta\omega = 1{,}3\,\frac{рад}{c}.$$

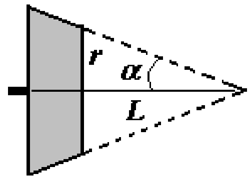


3. Поскольку угловая скорость вращения колес поезда одинакова, то, используя результаты п.1 задачи получаем

$$\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R + l}{R} = 1 + \frac{l}{R},$$

где R_1 и R_2 различные опорные радиусы колес после смещения колесной пары (в сторону от радиуса поворота).

При смещении колес на расстояние ΔR относительно симметричного положения отношение опорных радиусов станет равным



$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{(L+\Delta R)tg\alpha}{(L-\Delta R)tg\alpha} \approx 1 + 2\frac{\Delta R}{L},$$

где L - расстояние до вершины соответствующего конуса. В нашем случае

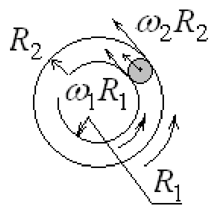
$$L = \frac{r}{\alpha}.$$

Следовательно

$$\Delta R = \frac{r}{2\alpha} \cdot \frac{l}{R} = 3{,}4\,\text{мм}.$$

Как следует из полученного выражения, смещение колесной пары обратно пропорционально радиусу закругления железной дороги. Следовательно, для уменьшения величины смещения (реборда ограничивает), на железной дороге делают повороты с большим радиусом.

4. Поскольку проскальзывание малого цилиндра отсутствует, то его линейные скорости в точках касания должны быть равны соответствующим линейным скоростям цилиндров. При вращении в одном направлении имеем



$$\omega_2 R_2 = \omega r + \Omega\frac{R_1+R_2}{2}$$

$$\omega_1 R_1 = \Omega\frac{R_1+R_2}{2} - \omega r,$$

где $r = \dfrac{R_2-R_1}{2}$ – радиус малого цилиндра.

Решая систему, получаем

$$\omega = \frac{\omega_2 R_2 - \omega_1 R_1}{2r} = \frac{\omega_2 R_2 - \omega_1 R_1}{R_2 - R_1} = 28\frac{рад}{с}.$$

Выражение для Ω:

$$\Omega = \frac{\omega_2 R_2 + \omega_1 R_1}{R_2 + R_1} = 6{,}5\frac{рад}{с}.$$

Направление вращения в данном случае будет совпадать с направлением вращения внешнего цилиндра.

При вращении в разных направлениях в одном из уравнений системы следует поменять знак:

$$\omega_2 R_2 = \Omega\frac{R_1+R_2}{2} + \omega r$$

$$\omega_1 R_1 = \omega r - \Omega\frac{R_1+R_2}{2}.$$

Решение в этом случае имеет вид

$$\omega = \frac{\omega_2 R_2 + \omega_1 R_1}{2r} = \frac{\omega_2 R_2 + \omega_1 R_1}{R_2 - R_1} = 1{,}4\cdot 10^2\frac{рад}{с}.$$

Искомая угловая скорость

$$\Omega = \frac{\omega_2 R_2 - \omega_1 R_1}{R_2 + R_1} = 1{,}3\frac{рад}{с}.$$

Направление вращения в этом случае также будет совпадать с направлением вращения внешнего цилиндра.