Why inflate tyres with Nitrogen instead of Oxygen?

Introduction

Usually we fill our car and (motor) cycle tyres with Air. Nowadays there are several discussions in magazines and internet on whether it would be better to fill tyres with 100% Nitrogen instead of Air. Realize that ambient Air consists of 20% Oxygen, 79% Nitrogen and 1% of other species. If Nitrogen would permeate slower than Oxygen through the diffusion resistance layer of the tyre, it could give a difference in loss of pressure. However, the difference in physical permeation rate between Nitrogen and Oxygen must be significant to give a noticeable effect. This is because the difference in Oxygen content of the two mixtures is only 20%!

The diffusion resistance layer of modern tyres are made from Polyisobutylene (also called Butyl rubber) containing a few percent of Isoprene. Although Nitrogen has a lower molecular weight than Oxygen, the Van der Waals diameter of Nitrogen is larger. Worded differently; Nitrogen has the ability to keep their chemical neighbours on a larger distance. Hence the diffusion rate of Nitrogen in Polyisobutylene is lower.

Furthermore, the solubility of Nitrogen in Polyisobutylene is lower. This is again remarkable: solubility of gases usually increases as a function of their size, their Van der Waals diameter. However, solubility also depends on the chemical compatibility of the species which are mixed. Nitrogen has significantly less chemical compatibility with Polyisobutylene than Oxygen, and therefore solubility is lower.

Below we will make a calculation for the pressure loss of a tyre filled with Air and 100% Nitrogen. Our physical assumptions are: the gases and their mixtures are ideal, the solubility is governed by Henry’s law, the mass transfer can be calculated using Maxwell-Stefan theory, and the cycle is used in ambient conditions.

Our assumptions on the tyre are:

- Thickness Polyisobutylene: 3 mm
- Internal tyre volume: 16 litre
- Internal diffusion area: 0.65 $m^2$
- Initial tyre pressure: 2.9 bar

In the section below the loss of pressure is visualised in case the tyre is filled with Air and 100% Nitrogen.
Graphical Analysis

From the graph it becomes obvious that the internal pressure drop in the tyre goes slower if the tyre is filled with 100% Nitrogen. The difference during the first years is 40%. Tyres are usually refilled after 0 to 15% loss of pressure, so we may assume that during normal operation the advantage is a stationary 40%.

Find more information on the solubility of chemicals in polymer in the section “solubility parameters table” and “solubility cases”. More physical data on diffusion rates can be found in the “gas diffusion table” of the website.

Dutch Newspaper “De Telegraaf”

The Nitrogen subject was raised in the midst of 2006 on the American “All Things Motorcycle” discussion forum. Evidently, the issue arrived around 6 months later in The Netherlands. Via the Delft University of Technology, the agency was approached by reporter Dick Hussaarts of “De Telegraaf” to give a scientific based opinion on the subject. This resulted in the calculations described above and the article (see next page) in “De Telegraaf” on Saturday the 6th of January 2007.
Buitenlucht loopt langzaam autoband in

Stikstof als vullend materiaal voor de Juiste tijd

Dat zei Jan, Stijn van de

Wall. Zijn turn

adjunct is een

organisatie die

kunststoffen

van de

Wand, zoals

lijntjes voor de Juiste
tien

te vullen. Eerst met

en daarna, vliesdicht

vouwen, bij het

koken, en later met

plastic als vulling. De

er voor een

kunststofplaat

bepaalt. Van de

wand heeft hij

een gladde

kurk in de

wand, met

zijn

speling bij

en

zijn

speling. Hij

zijn

speling

en

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zijn

zij