



20.9.2012

## 5. Úloha

### I. Zadání

#### Car

Build a model car powered by an engine using an elastic air-filled toy-balloon as the energy source. Determine how the distance travelled by the car depends on relevant parameters and maximize the efficiency of the car.

### II. Úvod

Naším úkolem je vybudovat model autíčka, jehož motor bude využívat balónek naplněný vzduchem, následně máme vyšetřit, jak je vzdálenost ujetá autíčkem závislá na relevantních parametrech a máme maximalizovat efektivitu autíčka. Budeme, tedy hledat takovou konstrukci autíčka, která nám umožní největší množství vzduchu jako paliva a zase, aby autíčko bylo málo náročná na množství energie k uvedení do pohybu. Je možné sestrojít spoustu různých modelů autíček, které využívají komplexní systému založené na vzduchovém balónku, ale tyto modely budou těžké na středoškolskou fyziku, proto se budu zaměřovat na klasický model, který bude mít trysku a balónek.

### III. Teorie

Náš problém bude vytvořit takovou konstrukci modelu autíčka, která nám umožní nejlepší poměr mezi vstupní energií a ujetou dráhou. Nejdříve si tedy musíme určit, jakou energii jsme schopni získat z uchovaného vzduchu v balónu.

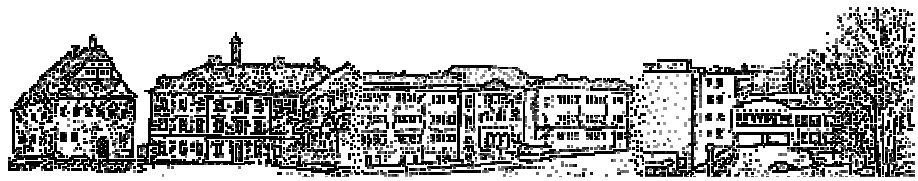
$$W = F \cdot d$$

$$F = p \cdot S$$

$$W = p \cdot S \cdot d = p \cdot V$$

Při zvyšování tlaku v baloně

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV$$



20.9.2012

Závislost energie vůči zvětšenému tlaku si vypočítáme, údaje získáme užitím tlakoměru.

Výstupní práce bude přímo určovat ujetou dráhu. Víme, že se jedná o vodorovný pohyb, čili bude celá vstupní energie převedena. Tudíž  $W = F_t \cdot s$

Tření bude záviset na rychlosti. Při malých výtocích vzduchu z trysky se autíčko nemusí pohnout a naopak, pokud je průtok moc velký ujede krátkou vzdálenost. Musíme tedy najít optimální délku a šířku trysky.

## IV. Experimenty

K sestrojení prvního modelu autíčka jsme využili karton jako karoserii, plastová víčka jako kola, brčko jako tryska. Hraniční objem pro balon, aniž by praskl, je 642 cm<sup>3</sup>. Autíčko jsme pouštěli po stole. S maximálním nafouknutím bylo schopno urazit nejvýše 2m. Problém byl asi ve špatné konstrukci autíčka. Kola tlustá, tudíž velká kontaktní plocha znamenala větší třecí sílu. Navíc byl problém třecí síla mezi osou kol a koly samotnými, aby se kola nekývala a byla přesně vycentrovaná, museli jsme je upevnit plastelínou, což zvyšovalo tření. Tento prvotní experiment nebyl adekvátní. Autíčko mělo  $m = 22,1$  g

Rozhodli jsme se tedy, že si pořídíme autíčko od profesionála. Autíčko bylo z hračkářství, takže jsme nemuseli řešit kutilské aspekty a mohli jsme se zaměřit na měnění parametrů.



Jako na první jsme se zaměřili na tloušťku kol. Snažili jsme se sehnat co nejtenčí kola, aby se co nejvíce zmenšila třecí plocha. Maximální ujetá vzdálenost byla 3m.

Dále jsme se zaměřili na balónek. Snažili jsme se použít co největší, aby pojalo co nejvíce „paliva“. Sehnali jsme balónek s maximálním objemem zhruba  $1\text{dm}^3$ . Maximální ujetá vzdálenost byla do 5m.

Průměr trysky jsme také střídali a zjistili jsme, že nevhodnější je průměr trysky  $d = 0,7\text{cm}$

Našeho autíčko mělo hmotnost  $m = 12,4\text{g}$

Po optimalizování všech parametrů jsme dosáhli vzdálenosti 6,3m.

## V. Závěr

Podle rovnice v naší teorii jsme mohli předpovědět ujetou vzdálenost. Ale po experimentech jsme zjistili, že teoretická předpověď se liší od skutečnosti. Nejspíš to bude dané tím, že rovnice vypočítáváme jen dráhu, kterou ujede pomocí „paliva“ v balonku, ale protože je autíčko velmi lehké, setrvačností ujede ještě určitou dráhu navíc. Zjistili jsme, že hlavní roli sehraje objem balónku, průměr trysky, tloušťka kol a hmotnost autíčka jako celek. Dokázali jsme optimalizovat všechny tyto parametry a dosáhli jsme naší maximální vzdálenosti. Myslím si, ale že při určitých technických modifikacích by se dalo díky setrvační síly ujet větší vzdálenost. Například kdybychom vytvořili tvar autíčka blížící se kape.