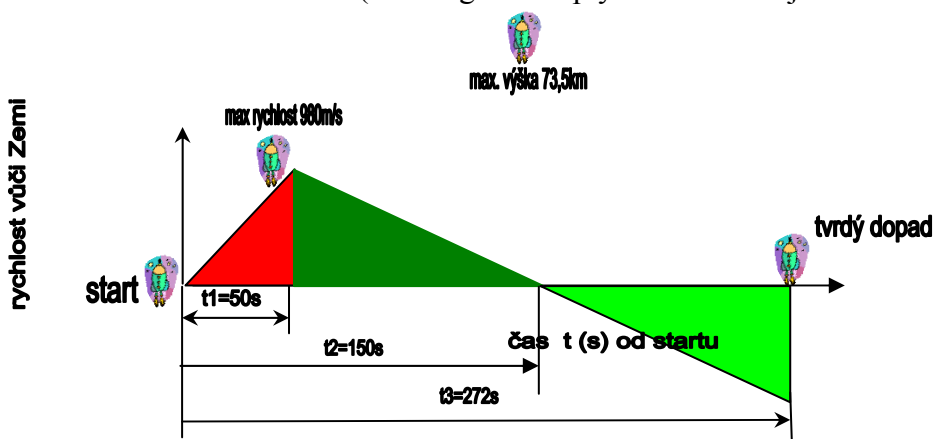


Raketa vypuštěná vertikálně (svisle) se celých $t_1=50$ s chodu motorů pohybuje se zrychlením $a_1=2g$. Pak se motory vypnou a na raketu působí pouze tíhové zrychlení g (opačná orientace než a_1).

- Nakreslete graf závislosti rychlosti rakety na čase po celou dobu letu (do dopadu na Zem).
- Určete maximální výšku, které raketa dosáhne.
- Vypočítejte celkovou dobu letu (start pád). Pasivní odpory zanedbejte.

Řešení: Raketa v první fázi zvyšuje svou rychlost rovnoměrně s časem a pak rovnoměrně s časem svou rychlost snižuje. Při řešení nesmíme zapomenout, že rychlost i po dosažení v_{\max} je kladná a raketa pořád stoupá a to až do doby kdy v_2 dosáhne hodnoty nula (v té chvíli je raketa nejvýše) a teprve od té doby začne padat. Na zemi dopadne až se celková dráha bude rovnat nule. (čísla v grafu už plynou z následujících bodů řešení).



Maximální výška je výška které raketa dosáhne do té doby než se její rychlost po vypnutí motorů sníží na nulu. Skládá se z dráhy s_1 (odpovídá obsahu červeného trojúhelníka), kterou raketa urazí při zapnutých motorech a z dráhy s_2 (odpovídá obsahu tmavě zeleného trojúhelníka), kterou urazí při vypnutých motorech než začne klesat. Pro určení s_2 (obsah tmavě zeleného trojúhelníka) je nutno např. určit maximální rychlost a čas do doby než začne raketa klesat. V této době je rychlost v_1 nulová. (pozn. také lze využít obsah trojúhelníků)

$$s_1 := \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot g \cdot t_1^2 \quad s_1 = 24,52 \text{ km} \quad v_{\max} = a_1 \cdot t_1, \quad v_{\max} = 980,7 \text{ m/s}$$

průběh rychlosti při klesání $v_2(t-t_1) = -g \cdot (t-t_1) + v_{\max}$ pro $v_2=0$ vyjde $t_2=150$ s

$$s_2 := \left[\frac{-1}{2} \cdot g \cdot (t_2 - t_1)^2 \right] + v_{\max}(t_2 - t_1) \quad s_2 = 49,03 \text{ km. Celková je jejich součet } s = s_1 + s_2 = 73,55 \text{ km}$$

Celkový čas (vychází z úvahy, že celková dráha je rovna nule) $s_1 + s_3 = 0$. Kde s_3 (odpovídá obsahu plus tmavě zeleného trojúhelníka minus obsahu světle zeleného trojúhelníka) je dráha od počátku klesání a obsahuje v sobě i s_2 (s_3 a s_2 mají stejnou rovnici a je to kvadratická rovnice pro t_3).

$$s_3 := \left[\frac{-1}{2} \cdot g \cdot (t_3 - t_1)^2 \right] + v_{\max}(t_3 - t_1) \quad \left[\frac{-1}{2} \cdot g \cdot (t_3 - t_1)^2 \right] + v_{\max}(t_3 - t_1) + s_1 = 0 \cdot \text{m}$$

tato rovnice má řešení $t_3=272,5$ s a $t_3=27,5$ s (pro druhý kořen by to znamenalo, že raketa dopadne ještě před vypnutím motorů a nemá tedy fyzikální smysl).

Odpověď: Maximální výška do které raketa vystoupá je $s=73,55$ km, čas, který uběhne od startu do dopadu je $t_3=272,5$ s. Graf závislosti rychlosti v závislosti na čase se skládá ze dvou úseček a je nakreslen výše.