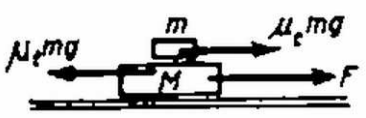
Jelöljük a gépkocsi tömegét M-mel, a ládáét m-mel, a tapadási súrlódási együtthatót μ_t-vel, a csúszásit μ_{cs}-vel. Legyen $T = 3$s. A megcsúszás előtti pillanatban a gépkocsi és a láda között a tapadási súrlódási erő maximuma hat. A gépkocsit F erő és a tapadási súrlódási erő eredője, a ládát pedig a tapadási súrlódási erő gyorsítja. Ebben a pillanatban a láda még együtt mozog a kocsival, így gyorsulásuk megegyezik (l. az 1. ábrát).



1. ábra

A mozgásegyenletek:

$$F - \mu_t mg = Ma;$$
$$\mu_t mg = ma.$$

Innen $F = \mu_t(m + M)g$, a számadatokkal $F = 8880$ N.

Amikor a láda már csúszik, a gépkocsira az F erő és a csúszási súrlódási erő eredője hat, a ládára pedig a csúszási súrlódási erő. A kocsi és a láda gyorsulása most különböző (l. a 2. ábrát).



2. ábra

A mozgásegyenletek:

$$F - \mu_{cs} mg = Ma_1, \quad \mu_{cs} mg = ma_2.$$

Innen a gépkocsi gyorsulásának nagysága:

$$a_1 = \frac{F - \mu_{cs} mg}{M}, \quad \text{a ládáé} \quad a_2 = \mu_{cs} g.$$

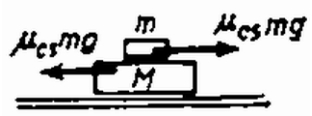
A számadatokkal: $a_1 = 3{,}8$ m/s^2, $a_2 = 3$ m/s^2.

A láda gyorsulása a kocsihoz képest $a_1 - a_2$, így T idő alatt a láda

$$s = \frac{(a_1 - a_2)T^2}{2},$$

azaz 3,6 m utat tesz meg a gépkocsi rakfelületén. A láda sebessége a T időpillanatig $v_t(t) = a_2 t = 3$ m/s$^2 \cdot t$, a gépkocsi sebessége a T időpillanatig $v_g(t) = a_1 t = 3{,}8$ m/s$^2 \cdot t$.

T idő eltelte után megszüntetjük az F erőt, így a gépkocsira és a ládára is csak a csúszási súrlódási erő hat (l. a 3. ábrát).



3. ábra

A mozgásegyenletek:

$$-\mu_{cs} mg = Ma_3, \quad \mu_{cs} mg = ma_4.$$

Innen

$$a_3 = \frac{-\mu_{cs} m}{M} g. \quad a_4 = \mu_{cs} g.$$

A számadatokkal: $a_3 = -0{,}6$ m/s^2, $a_4 = 3$ m/s^2.

A láda gyorsulása tehát változatlan.

A csúszási súrlódási erő addig hat a láda és a gépkocsi között, amíg a láda és a gépkocsi közös sebességet el nem ér. A láda és a gépkocsi sebessége az F erő megszűnése után:

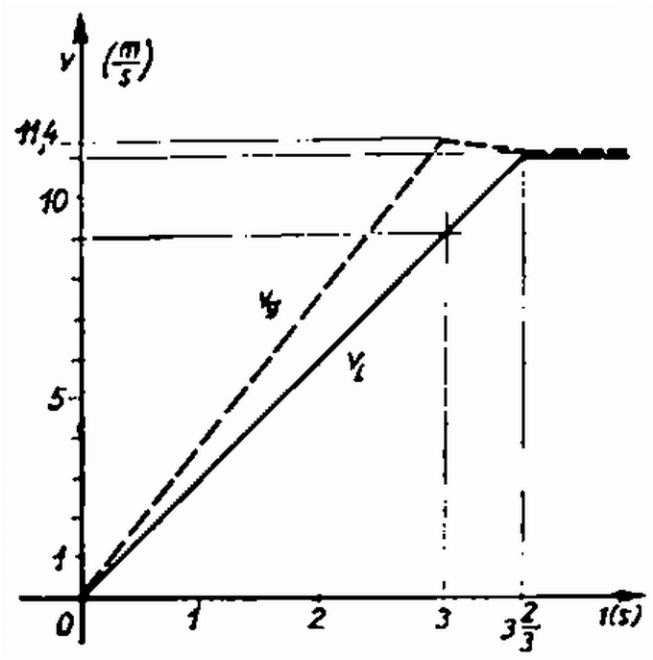
(1) $$v_t(t) = v_t(T) + a_4 t,$$

(2) $$v_g(t) = v_g(T) + a_3 t.$$

A számadatokkal:

$$v_t(t) = 9\ \mathrm{m/s} + 3\mathrm{m/s}^2 \cdot t, \quad v_g(t) = 11{,}4\ \mathrm{m/s} - 0{,}6\ \mathrm{m/s}^2 \cdot t.$$

A $v_t(t) = v_g(t)$ feltételből $t = (2/3)$s adódik. Tehát összesen $3'40''$ idő múlva a gépkocsi és a láda együtt mozog, közös sebességük $v = 11$ m/s, amit a $t = 2/3$ s (1) vagy (2) képletbe való behelyettesítésével kapunk.



4. ábra

Újfalussy Balázs (Pannonhalma, Bencés Gimn. II. o. t.)