Jméno a příjmení: ....Jan Horáček
Třída: ....4.F Zaměření: - Kategorie: C
Škola: ....Gymnázium, Brno, Vídeňská 47
Učitel fyziky: ....RNDr. Dagmar Bradáčová
Posudek: Posuzovali:
Úloha č.: 4

Zadání:

m .... $1600\ kg$
v .... $25\ m * s^{-1}$
R .... $\frac{0{,}65}{2} = 0{,}325\ m$
P_{max} .... $40\ kW$
ε_1 .... $0{,}003\ m$
C .... $0{,}35$
S .... $2{,}4\ m^2$
ρ_1 .... $1{,}22\ kg * m^{-3}$
ε_2 .... $0{,}0016\ m$
ρ_2 .... $1{,}02\ kg * m^{-3}$

Řešení:

a) Jelikož se automobil pohybuje rovnoměrným pohybem, platí:

$$F_{tah} = F_t$$

kde F_{tah} je tahová síla motoru a F_t je celková třecí síla, která je rovna:

$$F_t = F_{val} + F_p$$

kde F_{val} je třecí síla valivého odporu a F_p je třecí síla prostředí.
Nyní si vyjádřeme sílu valivého tření podle známého vztahu:

$$F_{val} = \epsilon * \frac{F_n}{R}$$

Jelikož se automobil pohybuje po vodorovné silnici, platí:

$$F_n = F_g = mg$$

Třecí sílu prostředí si pak vyjádříme vztahem:

$$F_p = \frac{1}{2} C\rho S v^2$$

Dosadíme do původního vztahu:

$$F_{tah} = F_{val} + F_p$$
$$F_{tah} = \epsilon * \frac{mg}{R} + \frac{1}{2} C\rho S v^2$$

Pro konkrétní hodnoty:

1) v zimě:

$$\underline{\underline{F_{tah1} \doteq 464{,}99\ N}}$$

2) v létě:

$$\underline{\underline{F_{tah2} \doteq 344{,}94\ N}}$$

Výkon motoru automobilu určíme podle vztahu:

$$P = F_{tah} * v$$

Pro konkrétní hodnoty:

1) v zimě:

$$\underline{\underline{P_1 \doteq 11624{,}71\ W}}$$

2) v létě:

$$\underline{\underline{P_2 \doteq 8623{,}60\ W}}$$

---

b) Podle vztahů definovaných v části a) určíme výkony pro rychlost $v = 150\ km * h^{-1}$.

a) v zimě:

$$\underline{\underline{P_1 \doteq 43096{,}74\ W}}$$

b) v létě:

$$\underline{\underline{P_2 \doteq 34205{,}99\ W}}$$

Závěr:

$$P_1 > P_{max}$$
$$P_2 < P_{max}$$

Z těchto výsledků plyne, že není technicky možné, aby automobil v zimě jel, nýbrž v létě to možné je.

---

c) Automobil se pohybuje po nakloněné rovině, tudíž je výsledná tahová síla F_{tah} tvořena nejen opačnými silami ke dvěma třecím silám (tření prostředí, valivé tření), ale také opačnou silou ke složce tíhové síly rovnoběžné s nakloněnou rovinou. Označme tuto sílu F_1 a druhou složku (sílu kolmou na nakloněnou rovinu) jako F_2. Dále zaveďme úhel α jako úhel, který svírá nakloněná rovina s vodorovnou rovinou. Pro výpočet síly F_1 platí vztah:

$$\sin\alpha = \frac{F_1}{F_G}$$
$$F_1 = \sin\alpha * F_G$$

Předpokládejme, že stoupání 4 % je definováno tak, že pokud auto ujede $s = 1\ m$ dráhy, na tomto 1 metru nastoupá $b = 4\ cm$. Pokud si stoupání představíme jako trojúhelník, je strana s přeponou a strana b stranou svislou vůči tíhovému poli Země. Platí tedy:

$$\sin\alpha = 4\ \%$$

Sílu F_1 tedy vyjádříme jako:

$$F_1 = 0{,}04 * F_G$$
$$F_1 = 0{,}04 * mg$$

Pro výpočet celkové tahové síly použijeme vztah, který uvede do součtu všechny 3 síly F_{val}, F_p a F_1. Bohužel, je zde ještě jeden problém: u třecí síly valivého tření neplatí, že $F_n = F_G$, protože se pohybujeme na nakloněné rovině. Normálová síla F_n je pak rovna velikosti druhé složky tíhové síly F_G, tedy nedávno zmiňované síle F_2. Její velikost vypočteme jako:

$$F_2 = \cos\alpha * F_g$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - sin^2(\alpha)}$$
$$\cos\alpha = \sqrt{1 - 0{,}04^2}$$

$$F_2 = \sqrt{1 - 0{,}04^2} * F_g$$

Sestavme nyní rovnici pro výpočet tahové síly F_{tah}:

$$F_{tah} = F_{val} + F_p + F_1$$

$$F_{tah} = \epsilon * \frac{\sqrt{1 - 0,04^2} * mg}{R} + \frac{1}{2} C\rho S v^2 + 0,04 * mg$$

Za předpokladu, že automobil jede v létě, dostáváme konkrétní tažnou sílu:

$$\underline{\underline{F_{tah} \doteq 972,08\ N}}$$

Výpočet výkonu:

$$P = F * v$$
$$P = \left(\epsilon * \frac{\sqrt{1 - 0,04^2} * mg}{R} + \frac{1}{2} C\rho S v^2 + 0,04 * mg\right) * v$$

Pro konkrétní hodnoty:

$$\underline{\underline{P \doteq 24302,05\ W}}$$

---

d) Vyjdeme ze vztahu pro výpočet valivého tření:

$$F_{val} = \epsilon * \frac{F_n}{R}$$

Vzhledem k tomu, že normálová síla F_n a poloměr kola R je konstantní, musí se snížením F_{val} o 10 % nutně také snížit rameno valivého odporu ε o 10 %.

Spotřeba benzínu je úměrná výkonu, tedy počítejme nový výkon, nejlépe absolutně:

$$P = \left(0,9 * \epsilon * \frac{mg}{R} + \frac{1}{2} C\rho S v^2\right) * v$$
$$\underline{P = 8430,61\ W}$$

Pro srovnání: původní výkon byl $P_2 \doteq 8623,60\ W$, tedy:

$$\triangle P = P_1 - P_2$$
$$\underline{\underline{\triangle P = -192,99\ W}}$$

tzn.: výkon se sníží o cca 193 W.