

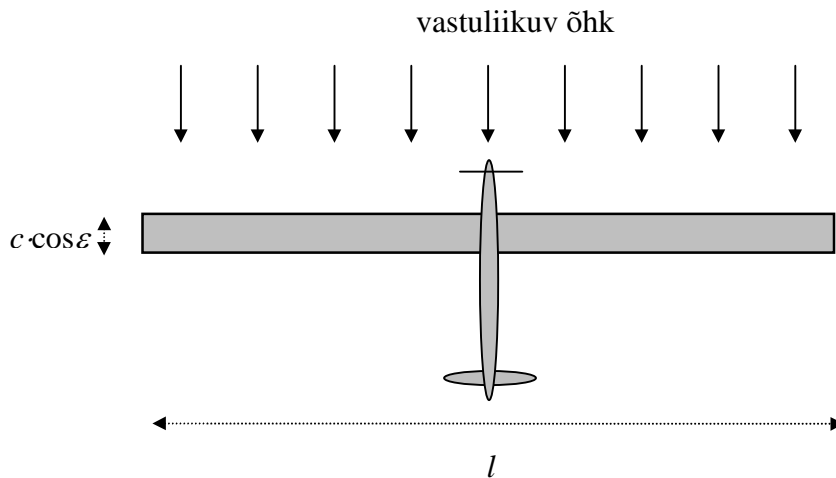
Teoreetiline ülesanne nr. 3

Päikeseenergiat töötav lennuk

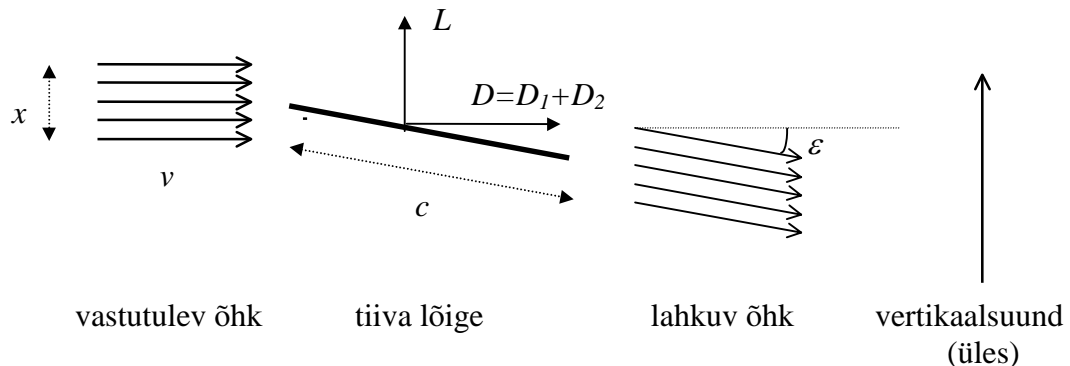
Me soovime konstrueerida lennukit, mis püsiks õhus kasutades ainult päikeseenergiat. Kõige efektiivsem on selleks konstruktsioon, kus lennuki tiiva ülemine pind on tervikuna kaetud päikeseplatadega. Platadeid toodavad elektrienergiat, mille abil lennuki mootor paneb pöörlema propelleri.

Vaatleme lennuki tiibu ristkülikukujulise tasapinnana, mille pikkus (tiibade siruulatus) on l ja laius c ; seega on tiiva pindala $S=cl$ ja tiiva pikkuse-laiuse suhe $A=l/c$. Tiibade toimet õhuvoolule võib kujutada järgmise ligikaudse mudeli abil: mõjutatud saab õhukiht paksusega x ja laiusega l , mis muudab tiiva toimel oma liikumissuunda väikese nurga ε võrra, õhu kiirus muutub seejuures väga vähe. Lennuki juhtsüsteemid võimaldavad muuta nurka ε ning saavutada lennu jaoks sobivaim väärtus. See lihtne mudel kirjeldab tegelikkust üsna hästi, kui võtta $x=\pi/4$; tehkemgi siis arvutustes vastav asendus. Lennuki kogumass on M ja ta lendab horisontaalselt, kiirus ümbritseva õhu suhtes on \vec{v} . Järgnevates arvutustes arvesta ainult kirjeldatud õhu liikumist ümber tiiva.

Lennuki pealtvaade (lennukiga seotud taustsüsteemis):



Tiiva kõrvaltvaade (lennukiga seotud taustsüsteemis):



Propelleri mõju õhuvoolule mitte arvestada.

- (a) Vaatleme tiiva juurest mööduva õhu impulsi muutust eeldusel et ta kiiruse absoluutväärtus *ei muutu* (kuigi tegelikult ta seda teeb). Tuleta valemid vertikaalse tõstejõu L ja horisontaalse takistusjõu D_1 jaoks suuruste v , ε , õhu tiheduse ρ ja tiiva mõõtmete kaudu. Võite eeldada, et õhuvool on kõikjal ja alati paralleelne eelpooltoodud kõrvaltvaate joonise tasandiga. (3 punkti)
- (b) Tegelikult on olemas ka täiendav horisontaalne takistusjõud D_2 , mis on tingitud õhu hõõrdumisest tiiva vastu. Selle tulemusel õhu liikumine aeglustub pisut, kiiruse muutus Δv ($\ll 1\%$ v väärtusest) on antud valemiga:

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{f}{A}$$

Selles valemis f ei sõltu ε -st.

Leia avaldis (suuruste M , f , A , S , ρ ja raskuskiirenduse g kaudu) sellise lennukiiruse v_0 jaoks, mille puhul konstantse lennukiiruse ja kõrguse hoidmiseks vajalik võimsus on minimaalne. (3 punkti)

Oma arvutustes ära arvesta Δv ja ε^2 võrreldes kõrgemat järku väikesi suurusi. Muuhulgas võib kasutada järgmist väikeste nurkade puhul kehtivat lähendust:

$$1 - \cos \varepsilon \approx \frac{\sin^2 \varepsilon}{2}.$$

- (c) Visanda vastuselehel graafikuna lennuki võimsuse P sõltuvus lennukiirusest v . Näita ära takistusjõu kahest eri komponendist tingitud panused. Leia avaldis (suuruste M , f , A , S , ρ ja g kaudu) minimaalse võimsuse P_{min} jaoks. (2 punkti)
- (d) Olgu päikesepatareidelt saadav energia nii suur, et elektrimootorid ja propellerid suudavad arendada mehaanilist võimsust $I=10$ vatti tiiva pinna ühe ruutmeetri kohta. Arvuta sellisel eeldusel maksimaalselt võimalik tiiva koormatus $M \cdot g/S$ (N/m^2) ja vastav lennukiirus v_0 (m/s). Kasuta järgmisi arvvärtusi $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$, $f=0,004$, $A=10$. (2 punkti)

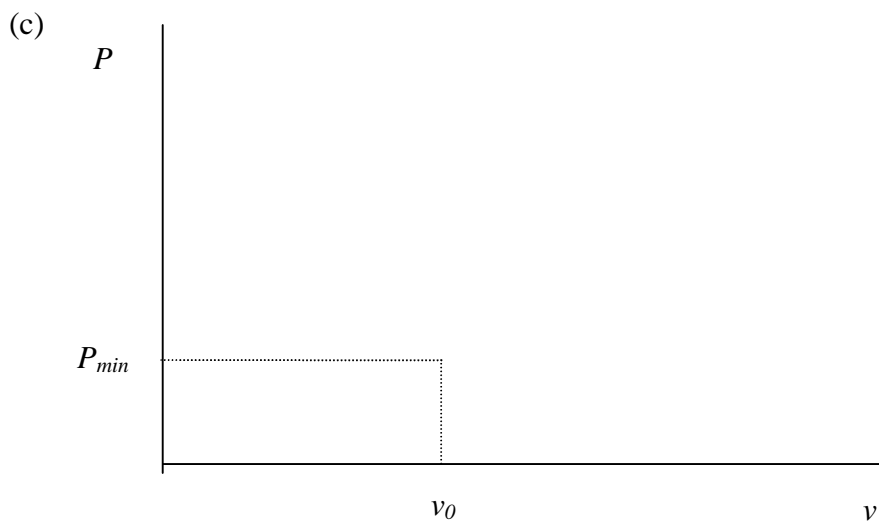
Ülesanne 3: Vastustelet

(a) L avaldis:

(a) D_1 avaldis:

(b) D_2 avaldis:

(b) v_0 avaldis:



ESTONIA

Nimi: Võistleja number:.....

(c) P_{min} avaldis:

(d) $M \cdot g/S$ maksimaalne väärtus:

(d) v_0 numbriline väärtus: