

ÁRAMLÁSTAN FAKULTATÍV ZÁRTHELYI

Módosított beküldési határidő!

KÉREM, FIGYELMESEN OLVASSA EL AZ ALÁBBIAKAT!

Beküldési határidő: 2021.05.17. hétfő 12:00h

Beküldés módja: 1db PDF, emailen: „sudajenomiklos@gmail.com” címre.

A feladatok megoldásait álló A4 lapokra készítse el **önállóan**, kézírással, tollal.

Nem elég az adott pl. képlet, vagy végső kifejezés leírása és a végeredmény közlése.

A megoldás menetét és az elvégzett lépéseket is magyarázza röviden.

Törekedjen az olvasható kézírásra, és a rendezett, követhető külalakra!

Legalább az első oldalon szerepeljen:

- név, aláírás, NEPTUN kód

Kérem, hogy minden lapon szerepeljen:

- a feladat sorszáma (a feladatot és az adatokat nem kell leírni!)
- ha több oldalra dolgoz ki egy adott példát, akkor ne feledje jelölni, hogy folytatja a megoldást!
- ábrát akkor rajzoljon, ha az szükséges a megoldásának értelmezéséhez!

Beküldés előtt minden oldalt fotózzon le vagy szkenneljen be megfelelő fényben, felülről, az álló A4 lapként, minél élesebb legyen a kép stb. és egyetlen PDF fájlt hozzon létre, melyben az összes beadandó oldal megfelelő sorrendben van.

Kérem, hogy egyetlen PDF fájlt küldjön be, és csak a gmail címemre küldje el!

A beküldendő filenév:

„BMEGEATARAM_2021t_2fakZH_VEZETÉKNÉV(NEPTUNKód).pdf”

legyen!

A fakultatív zárthelyi beküldésével elfogadja, hogy a beküldés tényét egy nyilatkozatnak tekinthetem arról, hogy Ön a feladatokat önállóan oldotta meg, nem vette igénybe senki más segítségét. Ha ennek ellenkezőjéről megbizonyosodom, akkor a részben vagy teljesen azonos, másolt stb. feladatmegoldások esetén a beadott zárthelyit nem értékelem. Határidő után beküldött dolgozatot sem értékelek.

Jó munkát!

Dr. Suda Jenő Miklós adjunktus, tárgyfelelős

Áramlástan Tanszék / GPK / BME

A FAKULTATÍV ZH FELADATOKAT A KÖVETKEZŐ OLDALAKON TALÁLJA

1) FELADAT (max.5pont+3pluszpont) (Elm. tesztek: 5×1pont. Csak a teljesen jó válasz ér 1 pontot.)

Az alábbihoz hasonló saját táblázatba írja be a tesztek megoldását! Pl. jelölje X-jellel a jó válasz(oka)t.

	A	B	C	D	E
1.1.TESZT					
1.2.TESZT					
1.3.TESZT					
1.4.TESZT					
1.5.TESZT					
+1.6.TESZT					

1.1) Jelölje a visszaküldendő táblázatban a helyes válasz(ok) betűjelét! Az össznyomás, a statikus nyomás és dinamikus nyomás illetve a közeg sűrűsége és az áramlási sebesség között az alábbi összefüggés(ek) áll(nak) fenn.

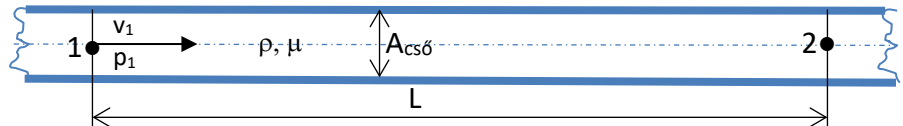
- A) $p_{din} = p_{\bar{o}} - p_{st}$
- B) $p_{din} = \frac{\rho}{2} v^2$
- C) $p_{st} = \frac{\rho}{2} v$
- D) $p_{\bar{o}} = p_{st} - p_{din}$
- E) $p_{\bar{o}} = p_{din} - p_{st}$

1.2) Jelölje a visszaküldendő táblázatban a helyes válasz(ok) betűjelét! Mely személyhez köthető leginkább az alábbi megállapítás: „Súrlódásmentes / $\mu=0$ / közegben örvényesség nem keletkezhet, és nem tűnhet el.”

- A) Claude-Loise Marie Henri Navier
- B) Kelvin (of Largs) William Thomson
- C) Hermann von Helmholtz
- D) Sir Gabriel George Stokes
- E) Jean-Charles Borda

1.3) Jelölje a visszaküldendő táblázatban a helyes válasz(ok) betűjelét! Valós (μ =áll., ρ =áll.) közeg stacioner áramlási állapota: v_1 sebességgel víz áramlik egy vízszintes, $A_{cs\bar{o}}$ állandó keresztmetszetű, érdes csőben. A csőszakasz hossza L.

- A) $p_{1,st} > p_{2,st}$
- B) $p_{1,st} < p_{2,st}$
- C) $p_{1,din} < p_{2,din}$
- D) $p_{1,\bar{o}} < p_{2,\bar{o}}$
- E) $p_{1,\bar{o}} > p_{2,\bar{o}}$



1.4) Jelölje a visszaküldendő táblázatban a helyes válasz(ok) betűjelét! Egy valós test körüli áramlásban a tehetetlenségi és a viszkozus erők dominálnak. Ezt az áramlást modellezzük egy 1:5 méretarányú kisminta modell test körüli áramlással szélcsatornában. Az áramló közeg tulajdonságai megegyeznek a valós és a modell áramlásban. Jelölések: V-valós, M-modell, Re : Reynolds-szám, Fr : Froude-szám, v_0 : jellemző sebesség, l_0 : jellemző méret. A betartandó hasonlósági kritérium az alábbi:

- A) $Re_V = 5 \cdot Re_M$
- B) $Fr_V = 5 \cdot Fr_M$
- C) $v_{0,V} = v_{0,M}$
- D) $Re_V = Re_M$
- E) $l_{0,V} = l_{0,M}$

1.5) Jelölje a visszaküldendő táblázatban a helyes válasz(ok) betűjelét! A Navier-Stokes-egyenlet helyes alakja:

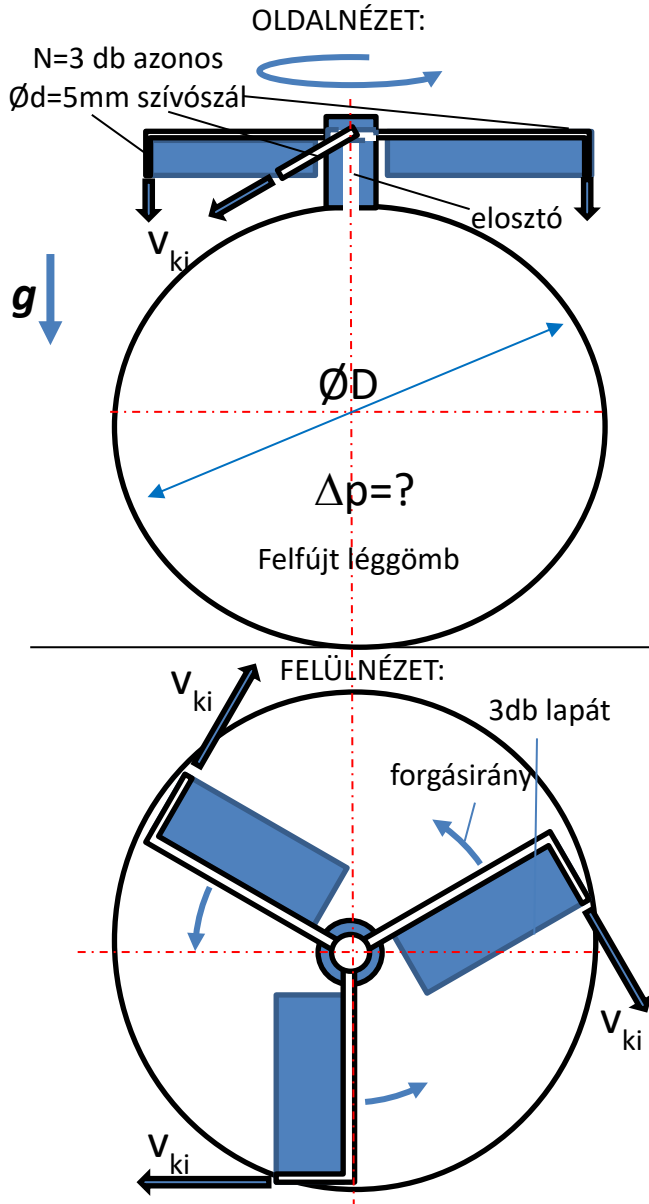
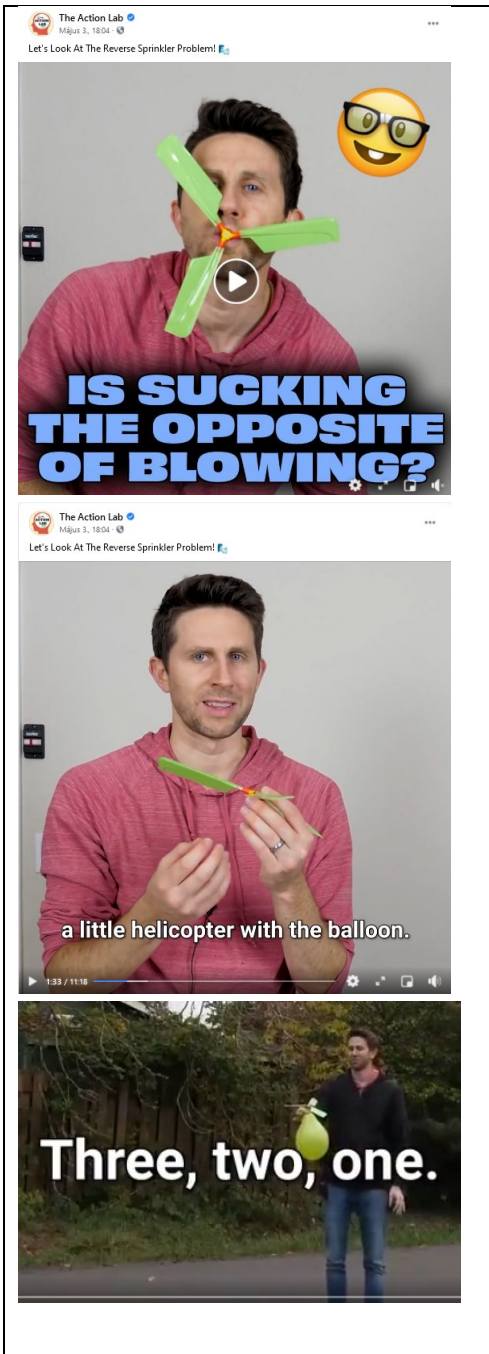
- A) $\frac{dv}{dt} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} \text{grad}p - \nu \cdot \Delta \underline{v}$
- B) $\frac{dv}{dt} = \underline{g} + \frac{1}{\rho} \text{grad}p + \mu \cdot \Delta \underline{v}$
- C) $\frac{dv}{dt} = \underline{g} + \frac{1}{\rho} \text{grad}p + \nu \cdot \Delta \underline{v}$
- D) $\frac{dv}{dt} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} \text{grad}p + \frac{\mu}{\rho} \cdot \Delta \underline{v}$
- E) $\frac{dv}{dt} = \underline{g} + \frac{1}{\rho} \text{grad}p - \nu \cdot \Delta \underline{v}$

1.6) [plusz 3 pontért] Jelölje a visszaküldendő táblázatban a helyes válasz(ok) betűjelét! Melyik együttes (vagy együttesek) nevét kapjuk a hat teszt helyes megoldásainak összeolvasásával?

- A) ABBA, EDDA
- B) DAD, CAD, BB
- C) BEAD, AC/DC
- D) DEAD, AB/CD
- E) BADD, BABE

2. FELADAT (15pont) IMPULZUSTÉTEL + AERODINAMIKA + HIDRAULIKA

A feladat előtt kérem, nézze meg ezt a [videót!](#)



A bemutatott szerkezet egy Δp túlnyomásra felfújtt, ideális gömb alakkal közelíthető, $\varnothing D=300\text{mm}$ átmérőjű felfújtt léggömbből és egy rászertelt háromlapátos légcsavarból áll. A lapátok azonos méretűek, és közelítsük azokat téglalap alakkal: egy-egy téglalap húr hossza $h=50\text{mm}$, a szárnyhossz $l=150\text{mm}$ legyen. A szárnyak állásszöge $\alpha=30$ fok.

A légcsvár mindhárom lapátjába egy-egy $\varnothing d=5\text{mm}$ átmérőjű szívószal van ügyesen beépítve úgy, hogy mindegyik a közös forgástengelybe (elosztóba / közösítőbe) csatlakozik, amelyre felhúzzható a léggömb. A szárnyvégen az L-alakban meghajlított szívószalak a szárny állásszögével azonos $\alpha=30$ fokos állásszögben állnak, tehát azok kifúvónyílásán $\alpha=30$ fokos állásszögben (lefelé!) és megforgatott lapátok forgásirányával ellentétesen érintőirányban áramlik ki a levegő a p_0 nyomású szabadba.

A légcsvavar lapátjai mint egyszerű síklap szárnyak $c_f=0,9$ értékű felhajtóerő-tényezővel jellemezhetők ezen állásszög és fordulatszám (relatív megfúvás, Reynolds-szám) esetén.

A léggömbben lévő Δp túlnyomás miatt a szívószálakon kiáramlik a levegő, a légcsvavar forgásba jön és a szerkezet felemelkedik, ahogy ez a videón is jól látszik.

A teljes szerkezet felemelendő m_0 össztömege három tagból áll: $m_0 = m_{\text{léggömb,üres}} + m_{\text{többletlevegő}} + m_{\text{légcsavar}}$

Az üres léggömb tömegére van adatunk:

$$m_{\text{léggömb,üres}} = 3 \text{ g} = \checkmark$$

A felfújtt léggömb többletlevegő tömegét ki tudja számolni:

$$m_{\text{többletlevegő}} = \text{?} \text{ g} = \checkmark$$

A légcsvavar szerkezetének tömegét pedig kérem, becsülje meg Ön! Vegyen fel egy véleménye szerint reális értéket a háromlapátos, műanyag légcsvarából, a beleépített 3 db szívószálból és a légelosztó közösítő műanyag tengelyből álló szerkezetre.

$$m_{\text{légcsavar}} = \text{?} \text{ g} = \checkmark$$

ADATOK:

$p_0=10^5 \text{ Pa}$; $\rho_{\text{lev}}=1,2 \text{ kg/m}^3$; $v_{\text{lev}}=15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$; $g=10 \text{ N/kg}$; $d=5 \text{ mm}$; $D=300 \text{ mm}$; $h=50 \text{ mm}$; $l=150 \text{ mm}$, $\alpha=30^\circ$;

KÉRDÉSEK:

A) Mekkora sebességgel kell kiáramoltatni a levegőt a szívószálakon, hogy az egész szerkezetre ható emelőerő határesetben ebben a pillanatban pont megtartsa ezt a szerkezetet? Ehhez mekkora Δp túlnyomásra szükséges felfújni a léggömböt?

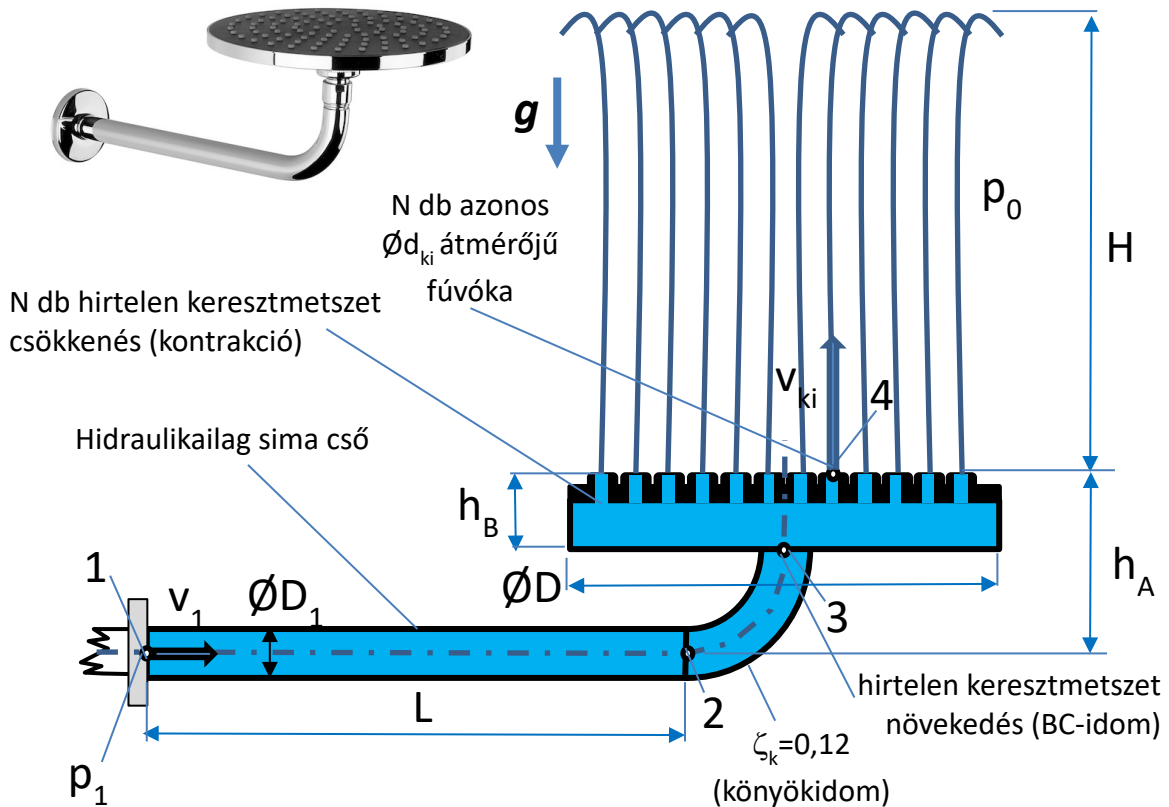
B) Számítással indokolja, hogy mi történne akkor (fel tudna-e emelkedni a szerkezet), ha eltüntetnénk a szárnylapátokat légcsvarról, és csak a 3db szívószálak maradnának (azonos helyzetben) a légcsvaron!

MEGOLDÁS

Megjegyzés: Ha impulzustételt használ, kérem, rajzolja be az ábrájába az Ön által felvett koordináta-rendszert egyértelműen jelölt koordináta-tengelyekkel (pl. x, y, z), illetve jelölje be számításához használt ún. A_{ef} ellenőrző felületet! Ezek nélkül a megoldása elvi hibás, nem értelmezhető!

3. FELADAT (15pont) HIDRAULIKA + IMPULZUSTÉTEL

A feladathoz szükséges egy zuhanyrózsa. Ha van otthon Önnek, akkor a saját mért adatok alapján dolgozzon, ha nincs, akkor a feladatban felvett adatok alapján. Ezeket az adatokat piros színnel jelöltem.



Az ábrán egy felfelé fordított zuhanyrózsa látható. A vízvezeték tápnyomása ismert: $p_1=4,5\text{bar}$. Ebben az állapotban az „1” pont és a „4” pont közötti magasságkülönbség $h_A=z_4-z_1=50\text{mm}$. A bemenő cső $L=20\text{cm}$ hosszú és $\text{Ø}D_1=10\text{mm}$ átmérőjű, egyenesnek tekinthető hidraulikailag sima cső („1”-„2” szakasz). Ez után egy, a csővel azonos átmérőjű $\zeta_k=0,12$ veszteségtényezőjű könyökídom következik („2”-„3” szakasz). A „3” pont után a víz egy hirtelen keresztmetszet-növekedésen (Borda-Carnot-idomon) keresztül a $\text{Ø}D=100\text{mm}$ zuhanyfejbe áramlik. A fej vastagsága $h_B=z_4-z_3=5\text{mm}$.

A fejen $N=41\text{db}$ azonos $\text{Ø}d_{ki}=1\text{mm}$ átmérőjű fúvókán áramlik ki a víz. Minden egyes fúvóka hirtelen keresztmetszet-csökkenésnek (kontrakciónak) tekinthető, amely ζ_{hk} tervezési veszteségtényezője a $\alpha \approx 0,6$ értékű kontrakciós tényező ismeretében meghatározható. De a zuhanyrózsa már régóta üzemel, a fúvókái már kissé vízkövesek, így a tervezési veszteségtényezőjüknel a vízkő miatt nagyobb a fúvókák valós veszteségtényezője: $\zeta_{\text{fúvóka}}=\zeta_{hk}+\zeta_{\text{vízkő}}$. A fúvókák vízkő okozta többlet-veszteségtényezője ($\zeta_{\text{vízkő}}$) a meghatározandó ismeretlen.

A geometriai adatok mellett mindehhez elég annyit tudunk, hogy vízvezeték tápnyomása $p_1=4,5\text{bar}$, és hogy a csapot teljesen megnyitva a felfelé fordított zuhanyrózsán lévő függőleges tengelyű fúvókákon pontosan $H=1,25\text{m}$ magásra lövell ki a víz a $p_0=10\text{Pa}$ nyomású szabadba.

FELTÉTELEK: $\mu \neq 0$, $\rho = \text{áll.}$, hidraulikailag simának tekinthető a zuhanyrózsa belső fala

ADATOK: $\rho_{\text{víz}}=1000\text{kg/m}^3$; $g=10\text{N/kg}$; $v_{\text{víz}}=10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$; $p_0=10^5\text{Pa}$; $p_1=4,5\text{bar}$. A megadott átmérők a belső tér méretei. **Ha saját zuhanyrózsa adatokkal számol, ne feledje megadni ezeket a mért adatokat a beadott zh-ban!**

KÉRDÉSEK:

- 0) Ha saját zuhanyrózsa lemért adatai alapján dolgozik, akkor kérem, jegyezze fel azokat és a zuhanyrózsáról egy fotót is kérek, segít a javításban! Ha nem tud valamit pontosan lemérni, akkor mérnöki becslést alkalmazzon!
- 1) Határozza meg v_{ki} és v_1 sebességeket! $v_{ki}=?$; $v_1=?$
- 2) Határozza meg a $\Delta p'_{veszt}$ nyomásvesztés értékét a következő elemekre: egyenes csőszakasz, könyökidom, Borda-Carnot idom és a vízkő nélküli fúvókák (mint hirtelen keresztmetszet-csökkenések) tervezési nyomásvesztése! $\Delta p'_{cső}=?$, $\Delta p'_k=?$, $\Delta p'_{BC}=?$, $\Delta p'_{hk}=?$
- 3) Határozza meg a fúvókák vízkő okozta többlet-vesztégtényezőjét! $\zeta_{vízkő}=?$
- 4) Elzárt csap esetén kézben tartja az ábrán látható állapotban a zuhanyrózsát. Nem áramlik ki rajta víz. Ez az alapállapot. Határozza meg, mekkora többlet-erővel kell tartania a zuhanyrózsát, ha megnyitja a csapot, tehát az ábrán látható állapotban **N=41 db** vízszögár áramlik ki rajta függőlegesen felfelé!

MEGOLDÁS

Megjegyzés: Ha impulzustételt használ, kérem, rajzolja be az ábrájába az Ön által felvett koordináta-rendszert egyértelműen jelölt koordináta-tengelyekkel (pl. x,y,z), illetve jelölje be számításához használt ún. A_{ef} ellenőrző felületet! Ezek nélkül a megoldása elvi hibás, nem értelmezhető!

4. FELADAT (10pont) AERODINAMIKA

Szélcsendben, vízszintes, egyenes úton állandó $v=50\text{km/h}$ sebességgel halad Mr. Bean a képen látható módon: tetőre rögzített fotelben ülve vezet. A teljes konfiguráció $0,72$ értékű ellenállástényezője és a $0,4$ értékű felhajtóerő-tényezője ismert.

ADATOK:

$A_{ref}=2,5\text{m}^2$; $\rho_{lev}=1,2\text{kg/m}^3$;
 $v_{lev}=15\cdot 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$; $p_0=10^5\text{Pa}$;

KÉRDÉSEK:

A) Számítsa ki a torlóponti nyomás, az ellenálláserő, a felhajtóerő, az aerodinamikai veszteségteljesítmény, és a Reynolds-szám értékét a fent megadott adatokra! (A Reynolds-szám kiszámítása során a jellemző hossz méretnek vegye az $l_0 = \sqrt{A_{ref}}$ értékét!)

B) Mr. Bean igen merész, ki szeretné próbálni, hogy mekkora az autó végsebessége így fotellal a tetőn. Az autó maximális motorteljesítményét ismerve tudja, hogy legfeljebb 55kW áll rendelkezésére az aerodinamikai veszteségteljesítmény legyőzésére. Feltételezi, hogy az ellenállástényezője nagyobb sebéségen sem változik: $0,72$ értékű marad. Számítsa ki az autó végsebességét!

C) Mr. Bean rádöbben, hogy sajnos túl lassú ezzel a konfigurációval. Ha komoly versenyen akar indulni, akkor legalább 180km/h -val kell haladnia. Leszerelve a fotelt a jármű referencia keresztmetszete $A'_{ref}=1,65\text{m}^2$ értékűre, az ellenállástényező pedig a felére ($c_e'=0,36$) csökken. Tud-e ekkor 180km/h -val haladni? (Válaszát számítással indokolja!)



MEGOLDÁS