F

Név:.................**MEGOLDÁS**...

NEPTUN kód:................................ ÜLŐHELY sorszám..............

PONTSZÁM:Σ50p / p

1. FELADAT (elmélet = 10pont = 10×1pont, csak a tökéletesen jó válasz ér 1-1 pontot)

1.1) Írja fel a Newton-féle viszkozitási törvényt a szögdeformáció-sebesség segítségével! Adja meg a kifejezésben szereplő minden mennyiség nevét és mértékegységét is!

$$\tau = \mu \cdot \frac{d\gamma}{dt}$$

τ [Pa] csúsztatófeszültség; γ [rad] szögdeformáció; t[s] idő; μ [$kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$] dinamikai viszkozitás

1.2) Sorolja fel az ideális közeg sajátosságait!

homogén
folytonos /kontinuum/
összenyomhatatlan = inkompresszibilis/ (ρ=áll.)
súrlódásmentes (μ=0)

1.3) Karikázza be a jó válasz vagy válaszok(ok) betűjelét! Egy potenciálos erőtér térerősség vektora és az erőtér skalár potenciálja között az alábbi összefüggés áll fenn:

A) $\underline{g} = gradU$

B) $\underline{g} = -gradU$

C) $\underline{g} = \frac{1}{\rho} gradU$

D) $\underline{g} = -\frac{1}{\rho} gradp$

1.4) Az alábbiak közül mely(ek) a nyomásgradiens vektor tulajdonsága(i)?Karikázza be a helyes válasz(ok) betőjelé(i)t!

A nyomásgradiens vektor…

A) …a nyomás legrohamosabb változásának irányára merőleges.

B) …merőleges U=áll. eredő erőtér potenciál szintvonalra vagy szintfelületre.

C) …a nyomás csökkenés irányába mutat.

D) …hossza arányos a nyomásváltozás rohamosságával.

1.5) Karikázza be a <u>deriválttenzor</u> helyes alakjára vonatkozó jó válasz vagy válaszok betűjelét!

A)
$$\underline{\underline{D}} = \begin{bmatrix} \frac{\partial v_x}{\partial x} & \frac{\partial v_x}{\partial y} & \frac{\partial v_x}{\partial z} \\ \frac{\partial v_y}{\partial x} & \frac{\partial v_y}{\partial y} & \frac{\partial v_y}{\partial z} \\ \frac{\partial v_z}{\partial x} & \frac{\partial v_z}{\partial y} & \frac{\partial v_z}{\partial z} \end{bmatrix}$$

B)
$$\underline{\underline{D}} = \begin{bmatrix} \frac{\partial v_x}{\partial x} & \frac{\partial v_y}{\partial y} & \frac{\partial v_z}{\partial z} \\ \frac{\partial v_x}{\partial x} & \frac{\partial v_y}{\partial y} & \frac{\partial v_z}{\partial z} \\ \frac{\partial v_x}{\partial x} & \frac{\partial v_y}{\partial y} & \frac{\partial v_z}{\partial z} \end{bmatrix}$$

C)
$$\underline{\underline{D}} = \begin{bmatrix} \frac{\partial v_x}{\partial x} & \frac{\partial v_y}{\partial x} & \frac{\partial v_z}{\partial x} \\ \frac{\partial v_x}{\partial y} & \frac{\partial v_y}{\partial y} & \frac{\partial v_z}{\partial y} \\ \frac{\partial v_x}{\partial z} & \frac{\partial v_y}{\partial z} & \frac{\partial v_z}{\partial z} \end{bmatrix}$$

1.6)Karikázza be a jó válasz vagy válaszok(ok) betűjelét!
A folytonosság tétel általános alakja:

A) $\frac{d\rho}{dt} + div(\rho\underline{v}) = 0$

B) $\frac{\partial p}{\partial t} + div(\rho\underline{v}) = 0$

C) $\boldsymbol{\frac{\partial\rho}{\partial t} + div(\rho\underline{v}) = 0}$

D) $\frac{d\mathrm{v}}{dt} + div(\rho\underline{v}) = 0$

1.7) Egy elemi folyadékrész lokális gyorsulása az alábbi összefüggéssel írható fel:

$A)\ \underline{\boldsymbol{a}}_{lok} = \frac{\partial \underline{\mathbf{v}}}{\partial \underline{\boldsymbol{r}}}\frac{\partial \underline{\boldsymbol{r}}}{\partial t}$

$B)\ \underline{\boldsymbol{a}}_{lok} = \frac{\partial \underline{\boldsymbol{r}}}{\partial t}$

$C)\ \underline{\boldsymbol{a}}_{lok} = \frac{\partial \underline{\mathbf{v}}}{\partial t}$

$D)\ \underline{\boldsymbol{a}}_{lok} = \underline{\underline{D}} \cdot \underline{\mathbf{v}}$

1.8) Az Euler-egyenlet levezetésekor használt egyetlen feltétel:

A) összenyomhatatlan közeg

B) ideális közeg

C) súrlódásmentes közeg

D) stacioner áramlás

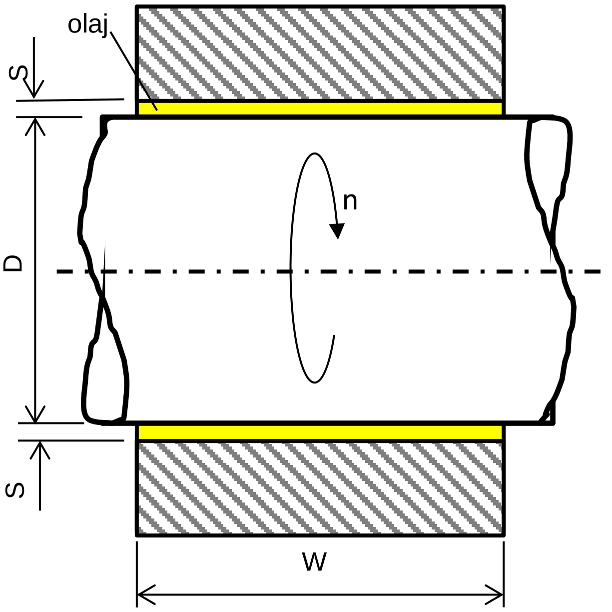
1.9) Karikázza be a jó válasz vagy válaszok betűjelét! A $\underline{g}=-g_g\underline{k}$ térerősség vektorral jellemzett potenciálos nehézségi erőtérben egy nyugalomban lévő ρ=áll. sűrűségű folyadéktér két egymástól különböző z koordinátájú $P_1(x_1;y_1;z_1)$ és $P_2(x_2;y_2;z_2)$ pontjára igaz(ak) az alábbi állítás(ok).

A) A két pont izobar szintvonalon(szintfelületen) vonalon helyezkedik el.
B) $U_1 \neq U_2$
C) $p_1 = p_2$
D) Egyik előző válasz sem helyes.

1.10) Egészítse ki a Bernoulli-egyenlet alábbi hiányos alakját helyesre! Feltételek: ideális közeg instacioner áramlása, csak a potenciálos nehézségi erőtér hat, az „1” és „2” pontok egy áramvonalon helyezkednek el. Kérem, adja meg minden Ön által beírt mennyiség nevét és mértékegységét is! (Jelölések: d$\underline{s}$ elmozdulás vektor, t idő, p nyomás, ρ sűrűség, z magasság-koordináta)

$$\int_1^2 \frac{\partial\, \underline{\mathrm{v}}}{\partial t} d\underline{s} + \left[\frac{\mathrm{p}}{\rho} + \frac{\mathrm{v}^2}{2} + g\, z \right]_1^2 = 0$$

2. FELADAT (8pont)



Egy óceánjáró hajó P=80000kW összteljesítményű motorjának ábrán látható ∅D=900mm átmérőjű főtengelyét N=28db azonos W=400mm hosszúságú álló (ábrán sraffozott) csapágyház veszi körül koncentrikusan. A tengely és a csapágyház között lévő, sugárirányban S=0,3mm vastagságú rést ismert paraméterű (800kg/m^3 sűrűségű és 1,25·10^{-5}m^2/s viszkozitású) kenőolaj tölti ki. A tengely n=120ford/perc értékű állandó fordulatszámmal forog. **FELTÉTELEK**: ρ=áll., μ=áll., newtoni közeg, stacioner állapot, a résben sugárirányban lineáris sebességprofil feltételezhető.

KÉRDÉSEK:

A) Határozza meg először 1db csapágyat figyelembe véve a csúsztatófeszültséget, a kerületi erőt, a veszteségnyomatékot, majd adja meg az összes csapágy motorteljesítményre vonatkoztatott relatív veszteségteljesítményét is!

B) Hányszorosára változik a veszteségteljesítmény téli indulás után, amikor a hideg olaj viszkozitása tízszer ekkora (1,25·10-4m^2/s)? (Összes többi paraméter azonos.)

MEGOLDÁS

A)

fordulatszám: n=120 ford/perc=2 ford/sec

szögsebesség: $\omega=2\pi n=4\pi=12{,}5663706\ldots$ 1/s

kerületi sebesség: $v_{ker}=R\cdot\omega$ =5,654866776…m/s, ahol R=D/2=900mm/2 = 450mm = 0,450m

csúsztatófeszültség: $\tau = \mu\frac{d\gamma}{dt} \cong \mu\frac{\partial v_{ker}}{\partial r} = \nu\rho\frac{v_{ker}}{S}$, ahol $\partial v_{ker}= v_{ker} - 0 = v_{ker}$ és ∂r=S= 0,3mm =3·10^{-4}m; illetve a dinamikai viszkozitás $\mu=\nu\cdot\rho$=1,25·10^{-5}·800= 0,01 kg/(m·s).

Ezekkel: τ=188,4955592… Pa **(≈188,5Pa)**

A nyírt folyadékfelszín a résben egy közép hengerpalást felülete N=1db csapágyra egy W=400mm széles és D_k középátmérőjű hengerpalást. A nyírt folyadék (rés)

középátmérője: D_k=D+S=900,3mm = 0,9003m

középsugara: R_k= D_k/2=450,15mm=0,45015m

palástfelülete: $A_p=D_k\cdot\pi\cdot L$=0,9003m·π·0,4m=1,131350346 m^2 **(≈1,13 m^2)**

kerületi erő: $F_{ker}=\tau\cdot A_p$ = 213,2545162… N **(≈213,3 N)**

veszteségnyomaték: $M_{veszt}=F_{ker}\cdot R_k$ = 95,99652047… Nm **(≈96 Nm)**

veszteségteljesítmény: $P_{veszt}=M_{veszt}\cdot\omega$ = 1206,327854… W **(≈1206 W)**

N=28db csapágyra: $P_{veszt}=28\cdot P_{veszt}$ = 33777,17991… W **(≈33,8 kW)**

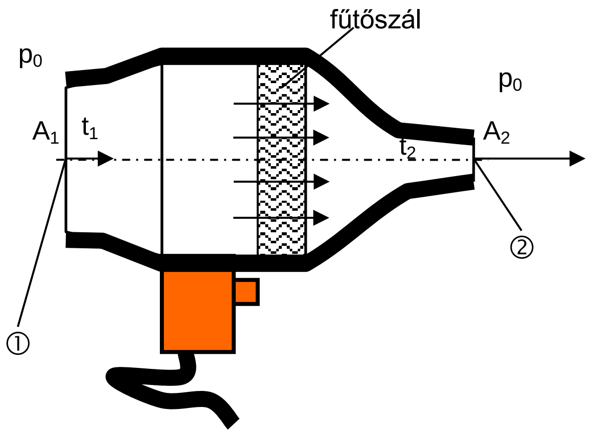
rel. veszt-teljesítmény: $\eta=\frac{P_{veszt}}{P_{motor}} = \frac{33{,}8\ kW}{80000\ kW} = 0{,}000422214$ **(≈0,042%)**

B)

A hideg olaj tízszeres viszkozitása tízszeres veszteségteljesítményt jelent. (338kW, vagy η=0,42%)

Indoklás: A P veszteségteljesítmény a viszkozitással egyenesen arányos (P~μ).

3. FELADAT (8pont)



Az ábrán látható hőlégfúvó ún. áramcsőnek tekinthető: csak az A_1=25cm^2 belépő és az A_2=5cm^2 kilépő keresztmetszetén nyitott. A hőlégfúvóban lévő fűtőszál a beszívott t_1=17°C levegőt t_2=97°C-ra fűti fel. A kiáramló levegő átlagsebessége ismert: $\bar{v}_2 = 20 m/s$. **Feltételek:** stacioner állapot, a sűrűség kiszámításának szempontjából a nyomás mindenhol $p_0 = 10^5\,Pa$ értékűnek vehető.

Adatok: R = 287 J/(kgK))

KÉRDÉSEK: Határozza meg a hőlégfúvó be- ill. kilépő keresztmetszeteiben a térfogatáramokat, a belépő levegő átlagsebességét, valamint a hőlégfúvón átáramló levegő tömegáramát!

MEGOLDÁS

Folytonosság tétele nem állandó sűrűségű közegáramlásra:

q_m=állandó= $\rho_1 v_1 A_1 = \rho_2 v_2 A_2$

A sűrűség kiszámításának szempontjából a nyomás mindenhol $p_0 = 10^5\,Pa$.

$\rho_1 = p_0/(R\cdot T_1) = 1{,}2015$ kg/m^3
$\rho_2 = p_0/(R\cdot T_2) = 0{,}9417$ kg/m^3

keresztmetszetek
A_1=25cm^2=25·10^{-4} m^2
A_2=5cm^2=5·10^{-4} m^2

Adat:

v_2=20m/s

Keresett mennyiségek, behelyettesítések után

$q_{V,2} = v_2 A_2 = 10^{-2}$ m^3/s

$q_m = \rho_2 v_2 A_2 = 9{,}42\cdot10^{-3}$ kg/s

$q_{V,1} = q_m/\rho_1 = 7{,}85\cdot10^{-3}$ m^3/s

$v_1 = q_{V,1}/A_1 = 3{,}14$m/s

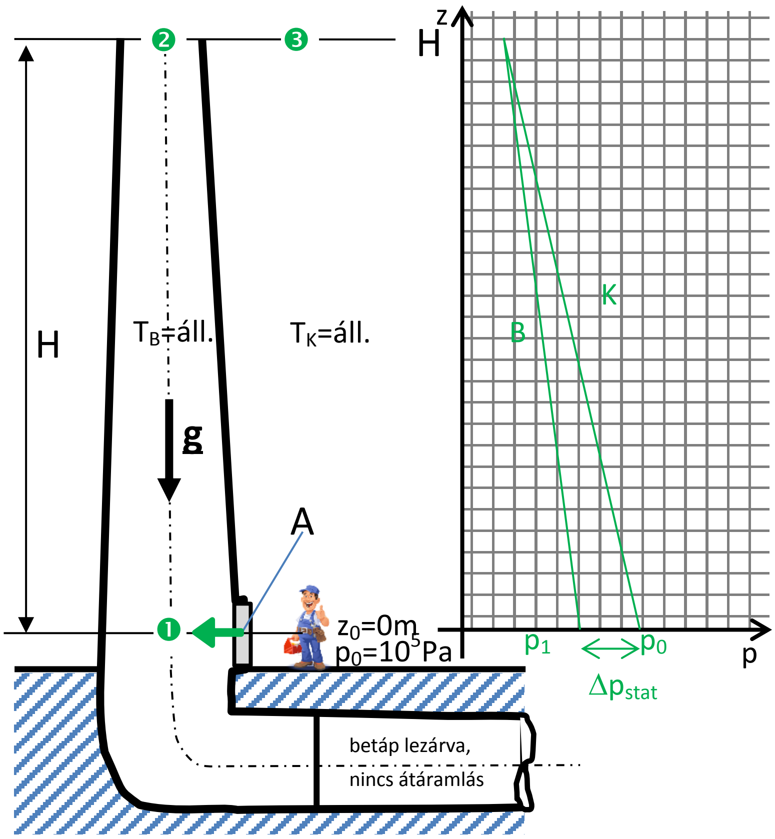
4. FELADAT (8pont) /

A H=200m, nyitott tetejű kémény z_0=0m földszinti szerelőajtajának *A*=0,5m^2 *a* keresztmetszete. A kémény alsó betápláló szakasza zárva van, a T_B=450K=áll. forró füstgázoszlop a kéményben nyugalomban van. A szintén nyugalomban lévő külső levegő T_K=260K=áll. hőmérsékletű, és z_0=0m szinten a külső nyomás p_0=10^5Pa. **Feltételek**: A sűrűség kiszámításához mindenhol p_0=10^5Pa vehető. *g*=10N/kg, R=287J/(kg·K). **KÉRDÉSEK*:***

A)Határozza meg a kémény ún. statikus huzatát, azaz a szerelőajtón kialakuló Δp_{stat} nyomáskülönbséget! Δp_{stat}=?

B)Mekkora és milyen irányú F erő hat ekkor a szerelőajtóra? F=?

C)Rajzolja fel jellegre helyesen a mellékelt diagramba a kéményen belüli és a külső térben a nyomás változását a magasság függvényében! p_B=*f*(*z*) és p_K=*f*(*z*)



MEGOLDÁS

A H=**200**m magasságban a kémény kilépő keresztmetszetében („2" pontban) és kívül a "3" pontban azonos a nyomás: $p_2=p_3$

A „3" pontban a nyomás a talajszinti külső p_0 ismeretében számítható:

$p_3=p_0-\rho_K \cdot g \cdot H$

A z_0=0 szinten, de a kéményen belüli „1" pontban: $p_1=p_2-\rho_B \cdot g \cdot H$

Rendezve fentieket a statikus huzatra kapjuk: $\Delta p_{stat}=p_0-p_1=(\rho_K-\rho_B)\cdot g \cdot H=$**1132**Pa

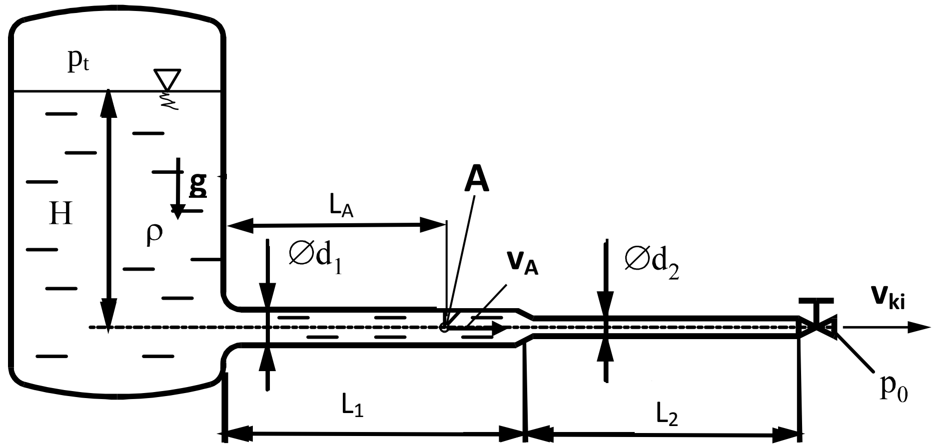
Mivel az ajtó külső oldalán nagyobb a nyomás, mint belsőn, az ajtóra ható erő

$F=\Delta p_{stat}\,A=$ **566**N

értékű erő iránya a kéménybe befelé mutató.

5. FELADAT (8p)

A vízzel töltött, ismeretlen p_t nyomású zárt tartályhoz vízszintes tengelyű egyenes csőszakaszok csatlakoznak. Az „A” pontbeli sebesség $\mathbf{v_A}$=**5m/s** ismert. **FELTÉTELEK**: stacioner állapot, μ=0, ρ=áll., $A_{tartály}$>>$A_{cső}$. A csővégi gömbcsap teljesen nyitott, a be- és kiáramlási keresztmetszete d_2 csőével azonos.



ADATOK: $p_0=10^5$Pa; g=10N/kg; **H=10m**; $\rho_{víz}=10^3$kg/m^3 L_1=10m; L_2=10m; L_A=7m; d_1=100mm; d_2=50mm

KÉRDÉSEK: A) Határozza meg a víz csővégi v_{ki} kiáramlási sebességet, v_{ki}=?

B) a p_t tartálynyomást, p_t=?

C) és az „A” pontbeli p_A nyomást! p_A=?

MEGOLDÁS

A)Inkompresszibilis közegre vonatkozó folytonosság tétel alapján negyedakkora keresztmetszeten a sebesség négyszeres: v_{ki}=**20**m/s.

B)A tartály vízfelszín és csővég között felírt

$$p_t + \rho \cdot g \cdot H = p_0 + \frac{\rho}{2} \cdot \mathrm{v}_{ki}^2$$

alakú Bernoulli-egyenletet rendezve kapjuk: p_t= **200 000**Pa

C)Az azonos magasságban lévő„A” pont és a csővég között felírt

$$p_A + \frac{\rho}{2} \cdot \mathrm{v}_A^2 = p_0 + \frac{\rho}{2} \cdot \mathrm{v}_{ki}^2$$

alakú Bernoulli-egyenletet rendezve kapjuk: p_A= **287 500**Pa

6. FELADAT (8p)

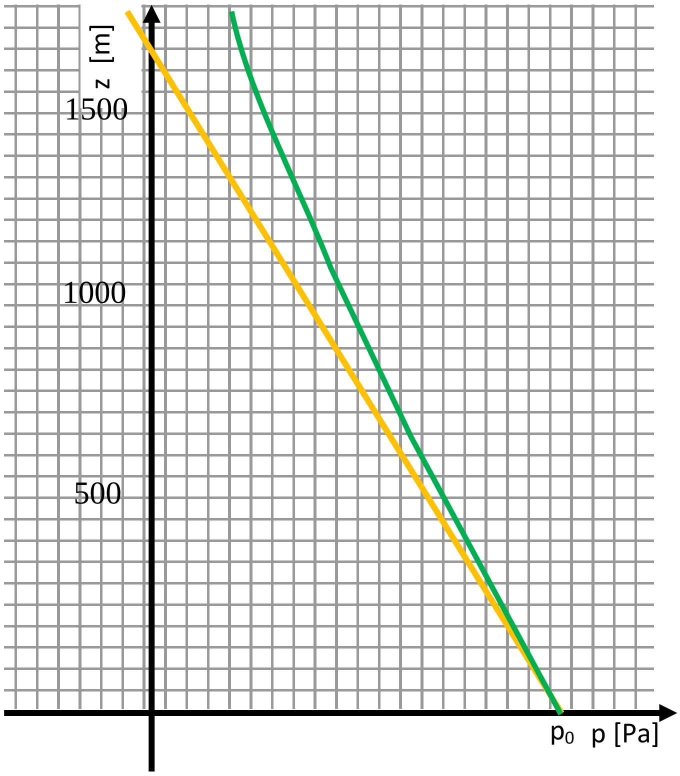
ADATOK: Az I.S.A. (International Standard Atmosphere) adatok: p_0=101325Pa; T_0=288K; R=287J/(kgK), g=9,81 N/kg.

A Mátrában a Kékes-tető magassága 1015m.

KÉRDÉSEK:

A) Rajzolja fel <u>jellegre helyesen</u> a mellékelt diagramba a p=*f*(z) függvények alakját **ρ_0=állandó** és **izoterm atmoszféra** feltételekre is a z_0=0m tengerszint feletti (0m-1500m) tartományban és jelölje a Kékes-tetőt!

B) A Kékes-tetőn építettek egy **180**m magas tornyot. **Kérdés**: Fel tudunk-e mászni olyan magasságba a tornyon, hogy a ρ_0=áll. és az izoterm atmoszféra feltételek szerint kiszámított légnyomás-értékek közötti különbség elérje a Δp=1000Pa értéket? IGEN / NEM válaszát számítással indokolja!



MEGOLDÁS

A)kérdés

A ρ_0=áll. feltétel esetén a *p*(*z*) függvény alakja egy egyenes, $p(z) = p_0 - \rho_0 \cdot g \cdot z$ (**sárga**),

míg izoterm atmoszféra feltétel esetén: $p(z) = p_0 \cdot e^{-\frac{gz}{RT_0}}$ függvény írja le (**zöld**).

A nyomás értéke z=1015m; vagy még efölött +**180**m magasságban, és akár 1500m magasságban is kiszámítható mindkét feltétel esetére, de elég volt jellegre helyesen ábrázolni a p_0 azonos talppontból egymást soha nem metsző egyenest és görbét. (lásd előadás)

B)kérdés

Legfeljebb a torony legtetejére (z_{max}) tudunk felmászni, tehát elég kiszámolni, hogy z_{max}=1015m+**180**m=**1195**m magasságba felmászva ott az állandó sűrűség feltétellel illetve az izoterm atmoszféra feltétellel számolt nyomások különbsége kisebb vagy nagyobb 1000 Pa értéknél.

	A csoport
ρ_0=áll. feltétel esetén:	p(z_{max}=1195m)=86954Pa
izoterm.atm. feltétel esetén:	p(z_{max}=1195m)=87927Pa
Ezek különbsége:	Δp=973Pa (<1000Pa)
Azaz a válasz	**NEM** tudunk felmászni.