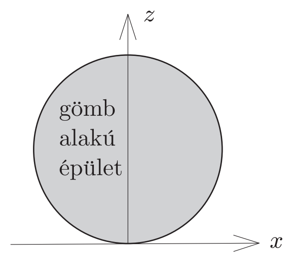
**1. feladat. Ragadd meg a lényeget! (13 pont)**[1]

***A* rész. Hajítás (4,5 pont).** Egy $v_0$ kezdősebességgel elhajított golyó homogén gravitációs térben mozog az $x-z$ síkban, ahol az $x$-tengely vízszintes, a $z$-tengely pedig függőleges, a $\boldsymbol{g}$ nehézségi gyorsulással ellentétes irányú. A közegellenállást hanyagold el!

***i* (0,8 pont).** A golyót rögzített $v_0$ nagyságú kezdősebességgel az origóból különböző irányokban elindítva azok a célpontok találhatók el, melyek a $z \le z_0 - kx^2$ egyenlőtlenséggel adott tartományban helyezkednek el (ezt a tényt bizonyítás nélkül felhasználhatod). Határozd meg a $z_0$ és $k$ konstansok értékét!

***ii* (1,2 pont).** Ebben a részben a kilövési pont szabadon választható a $z = 0$ talajszinten, és a kilövés szöge is alkalmasan választható. Célunk: a lehető legkisebb $v_0$ kezdősebességgel szeretnénk eltalálni egy $R$ sugarú, gömb alakú épület legfelső pontját (lásd az *1. ábrát*). (A célpont elérése előtt a golyó nem pattanhat az épületen.) Vázold fel a golyó optimális pályájának alakját!



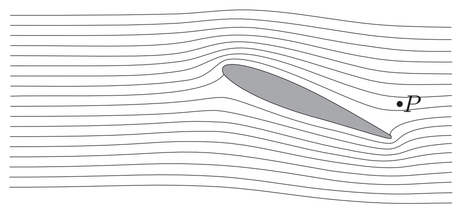

*1. ábra*

***iii* (2,5 pont).** Mekkora minimális $v_{\min}$ kilövési sebesség szükséges az $R$ sugarú, gömb alakú épület legfelső pontjának eltalálásához?

***B* rész. Légáramlás a szárny körül (4 pont).** Ebben a részben hasznosak lehetnek a következő információk: Folyadék vagy gáz csőben történő áramlása esetén egy áramvonal mentén $p + \rho g h + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{const.}$, feltéve, hogy a $v$ sebesség sokkal kisebb a hangsebességnél. Itt $\rho$ a sűrűség, $h$ a magasság, $g$ a nehézségi gyorsulás és $p$ a nyomás. Az áramvonalakat a részecskék pályájaként definiálhatjuk,amennyiben az áramlás stacionárius.

Az $\frac{1}{2}\rho v^2$ tagot dinamikus nyomásnak nevezzük.

A *2. ábrán* egy repülőgépszárny keresztmetszete látható a szárny körül áramló levegő áramvonalaival együtt, a szárnyhoz rögzített vonatkoztatási rendszerben.




*2. ábra*

Tegyük fel, hogy

*a*) az áramlás tisztán kétdimenziós (azaz a levegő sebességvektorai a 2. ábra síkjában fekszenek);

*b*) az áramvonalkép független a repülőgép sebességétől;

*c*) szél nincs;

*d*) a dinamikus nyomás jóval kisebb a $p_0 = 1{,}0 \cdot 10^5$ Pa légköri nyomásnál.

(Használj vonalzót az ábrán végezhető mérésekhez!)

***i* (0,8 pont).** Ha a repülőgép sebessége a földhöz viszonyítva $v_0 = 100$ m/s, mekkora a levegő $v_P$ sebessége a 2. ábrán jelzett $P$ pontban a földhöz képest?

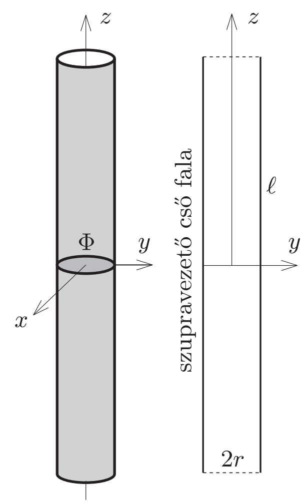
***ii* (1,2 pont).** Nagy relatív páratartalom esetén, ha a repülőgép sebessége a földhöz képest túllép egy kritikus $v_{\text{krit.}}$ értéket, a szárny mögött páracseppek sávja keletkezik. A cseppek egy jellemző $Q$ pontban jelennek meg. Jelöld be a 2. ábrán a $Q$ pontot! Magyarázd meg (lehetőleg képletekkel, a lehető legkevesebb szöveggel), hogyan határoztad meg ezt a pontot!

***iii* (2,0 pont).** Becsüld meg a $v_{\text{krit.}}$ kritikus sebesség értékét a következő adatok felhasználásával: a levegő relatív páratartalma $r = 90\%$, a levegő állandó nyomáson mért fajhője $c_p = 1{,}00 \cdot 10^3$ J/(kg K), a telített vízgőz nyomása a meg nem zavart levegő $T_a = 293$ K hőmérsékletén $p_{sa} = 2{,}31$ kPa, $T_b = 294$ K hőmérsékleten pedig $p_{sb} = 2{,}46$ kPa. Az alkalmazott közelítésektől függően szükséged lehet a levegő állandó térfogaton mért $c_V = 0{,}717 \cdot 10^3$J/(kg K)

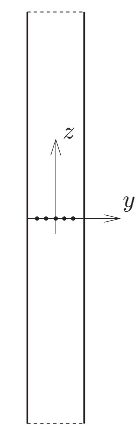
[1] A feladatokra összesen 30 pontot lehetett kapni. A különböző pontértékek az egyes feladatok és részfeladatok nehézségi fokára utalnak.

fajhőjére is. A relatív páratartalom a gőznyomás és a telítési gőznyomás hányadosa egy adott hőmérsékleten. A telítési gőznyomás az a gőznyomás, ahol a gőz egyensúlyban van a folyadékával.

***C* rész. Mágneses csövek (4,5 pont).** Tekintsünk egy szupravezető anyagból készült hengeres csövet! A cső hossza $\ell$, belső sugara $r$; $\ell \gg r$. Legyen a cső középpontja az origó, tengelye pedig a $z$ tengely!




*3. ábra*



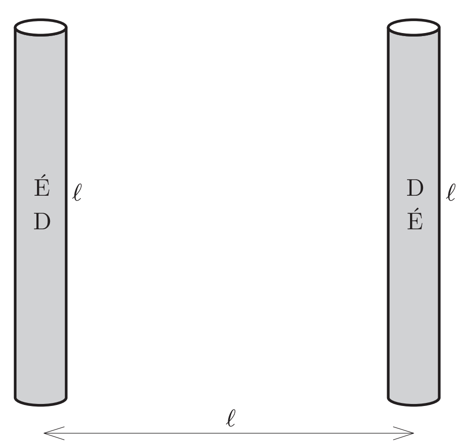

*4. ábra.* A szupravezető hengeres cső hossztengelyére illeszkedő keresztmetszete

A cső középső keresztmetszetén ($z = 0$, $x^2 + y^2 < r^2$) $\Phi$ mágneses fluxus halad át. A szupravezető minden mágneses teret kizár magából (a szupravezető anyagban nincs mágneses tér.)

***i* (0,8 pont).** Vázold fel azt az öt mágneses indukcióvonalat, amelyek átmennek a *4. ábrán* bejelölt pontokon!

***ii* (1,2 pont).** Határozd meg a cső közepén ébredő $z$ irányú $T$ erőt, amivel a cső $z > 0$ és $z < 0$ részei hatnak egymásra!

***iii* (2,5 pont).** Most tekintsünk még egy ugyanilyen csövet, amely párhuzamos az elsővel! A második csőben ellentétes irányú a mágneses mező, és a cső középpontja az $y = \ell$, $x = z = 0$ pontban helyezkedik el, azaz a csövek egy képzeletbeli négyzet szemközti oldalait alkotják (*5. ábra*). Határozd meg a csövek között ható $F$ mágneses erőt!




*5. ábra*