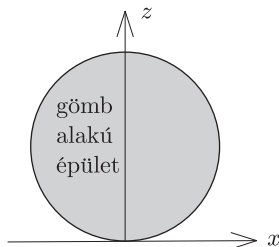


1. feladat. Ragadd meg a lényegét! (13 pont)¹

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 $\mathbf{g}$ 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 $z \leq z_0 - kx^2$ 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!



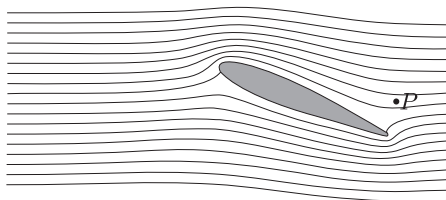
1. ábra

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 $p + \rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{const.}$, feltéve, hogy a v sebesség sokkal kisebb a hangsebességnél. Itt ρ 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?

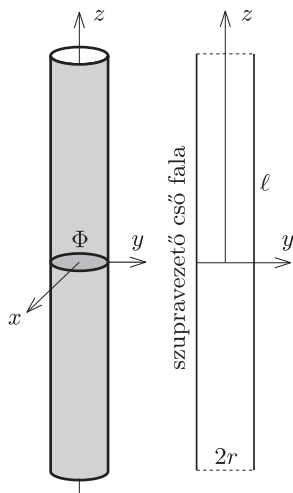
ii (1,2 pont). Nagy relatív páratartalom esetén, ha a repülőgép sebessége a földhöz képest túllép egy kritikus $v_{\text{krit.}}$ értéket, a szárny mögött páracseppek sávja keletkezik. A cseppek egy jellemző Q pontban jelennek meg. Jelöld be a 2. ábrán a Q pontot! Magyarázd meg (lehetőleg képletekkel, 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 szükség lehet a levegő állandó térfogaton mért $c_V = 0,717 \cdot 10^3$ J/(kg K)

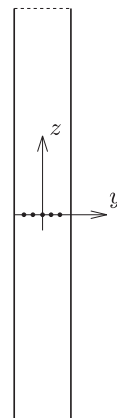
¹ A feladatokra összesen 30 pontot lehetett kapni. A különböző pontértékek az egyes feladatok és részfeladatok nehézségi fokára utalnak.

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 ℓ , belső sugara r ; $\ell \gg r$. Legyen a cső középpontja az origó, tengelye pedig a z tengely!



3. ábra



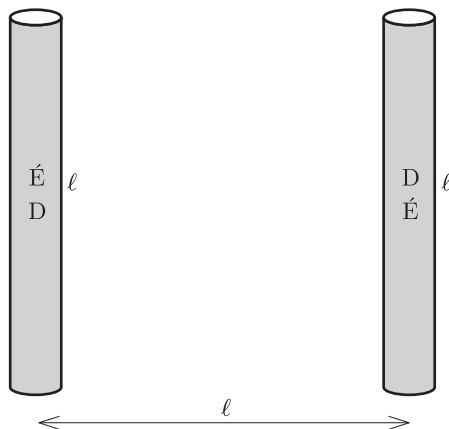
4. ábra. A szupravezető hengeres cső hossztengetőre illeszkedő keresztmetszete

A cső középső keresztmetszetén ($z = 0$, $x^2 + y^2 < r^2$) Φ 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