1. Dobrý deň moje meno je ... a rád by som Vám odprezentoval úlohu Magnusov klzák.

2. Zadanie znie:Zlepte dná dvoch ľahkých pohárikov – vznikne klzák. Oviňte elastický prúžok okolo jeho stredu, chyťte ho za voľný koniec a natiahnite. Preskúmajte pohyb klzáka po jeho vypustení.

3. Tak, čo sme pri tomto experimente použili. Boli to rôzne plastové poháriky a kelímky. Elastickú gumu, ktorú sme obmotávali okolo samotného vznášadla + neelastickú stužku, s ktorou sme taktiež vykonávali tento experiment. Poháriky boli zlepené sekundovým lepidlom, a to preto, že sekundové lepidlo iba veľmi málo ovplyvní hmotnosť pohárikov a taktiež nezmení ich aerodynamiku.

4. Pri tejto úlohe nás zaujímalo hneď niekoľko parametrov. Menili sme klzáky, ich hmotnosti, klzáky mali rôzne povrchy(hladké, drsné), použili sme elastický aj neelastický prúžok na dodanie energie. Zaujímali sme sa o takzvaný topspin, bacskspin a sidespin, kde sme primárne analyzovali trajektóriu letu klzáka.

5. Ďalej nás zaujímalo ako „vystreliť“ takéto vznášadlo. Je to veľmi jednoduché stačí obmotať elastický prúžok okolo klzáku, ale musíme ho obmotávať v strede, pretože ak by sme ho obmotávali na niektorom kraji vznášadlo by nevykonalo pohyb, o ktorý v tejto úlohe ide. Zistili sme, že na zmenu smeru spinu nám stačí namotať prúžok v opačnom smere. V smere hod. ručičiek pre topspin a v protismere pre backspin.

6. Čo to tie spiny vlastne sú? Top spin, čiže horná rotácia spôsobí pôsobenie magnusovej sily nadol, backspin – dolná rotácia – magnusova sila nahor a sidespin – bočná rotácia – magnusova sila pôsobí do strán.

7. Na glider počas letu pôsobia primárne tieto tri sily: tiažová, aerodynamická odporová a magnusova sila. Tiažová sila pôsobí v gravitačnom poli Zeme zvislo nadol. Fg=m\*g

8. Aerodynamický odpor vzduchu(AOV) pôsobí proti smeru letu glidera. Podľa rovnice Fo=1/2\*C\*“ró“\*S\*v\*v vieme, že AOV sa vypočíta ako rýchlosť glidera na druhú \* plocha priečneho prierezu glidera \* hustota vzduchu\* jedna polovica z koeficientu odporu, ktorý by mal pre naše vznášadlá byť približne 1,2.

9.Magnusova sila (MS) je sila, ktorá pôsobí takmer kolmo k dráhe pohybu glidera. Spolu s aerodynamickou odporovou silou vytvárajú silu, ktorá vychyľuje glider z jeho normálnej trajektórie ako je pri vodorovnom vrhu. Môžeme si všimnúť, že vzorec je rovnaký ako predošlý, s tým rozdielom, že počíta MS a namiesto C je Cm, čo je koeficient vztlaku – je to komplexná veličina, ktorá sa určuje experimentálne.

10. Ak by sme tento glider hodili pred seba bez zarotovania išlo by o vodorovný vrh, kde by nepôsobila magnusova sila, ktorá vychyľuje telesá z tejto trajektórie, ktorú by mali pri vodorovnom vrhu opísať. Taktiež magnusova sila vie spôsobiť to, že glider doletí ďalej a to pri backspine. Pri topspine dopadne glider za nás, za miesto „vystrelenia“.

11. Predstavme si, že na glider fúka z ľava doprava vietor a glider sa točí v smere hodinových ručičiek. Rotácia spôsobuje, že vzduch je z vrchnej strany strhávaný na spodnú, čím vzniká nad gliderom miesto nízkeho tlaku vzduchu. Nad ním je taktiež rýchlejšie prúdenie vzduchu. Na spodnej strane sa naopak hromadí vzduch z hornej časti + vietor, ktorý fúka pod glider je brzdený jeho rotáciou a tým pádom sa pod ním hromadí vzduch , čo vyústi vo vyšší tlak pod gliderom a taktiež pomalšie prúdenie vzduchu. Tieto rozdiely tlaku sa prejavia ako Magnusova sila, kde bude glider „ťahaný“ do miesta s nižším tlakom. Šípka predstavuje smer pôsobenia Magnusovej sily.

12. Na demonštrovanie toho, že na jednej strane sa hromadí vzduch sme pripravili experiment kde sme do vody nasypali cornflakes, zboku sme na nich fúkali s fénom a do vody sme ponorili „mixér“ vyrobený z modelu lietadla s gumovým motorom. Experimentom sme zistili, že sa potvrdili naše predpoklady, cornflakes sa hromadili na mieste, kde bolo pomalšie prúdenie, musel tam vznikať vyšší tlak. Dokazuje to Magnusov efekt podľa predchádzajúceho slide-u.

13. Tento efekt môže popisovať aj Bernouliho rovnica. Z ktorej vieme vyčítať, že na jednej strane bude vyššia rýchlosť, nižšia hustota a nižší tlak pričom na opačnej strane bude nižšia rýchlosť, vyššia hustota a tým pádom aj vyšší tlak. Čo je aj naozaj pravda.

14. Pri experimentoch sme vystreľovali glider a neskôr jeho trajektóriu približne nakreslili do grafu pre vodorovný vrh aby bolo vidieť aký je v tom rozdiel. Tento experiment bol robený s elastickým prúžkom gumy a robili sme backspin.

15. Topspin dosiahneme ak natočíme gumičku v smere hodinových ručičiek. Pod gliderom vznikne vrstva nízkeho tlaku, kde bude Magnus ťahaný. Vďaka topspinu môže glider spadnúť až za nás.

16. Backspin dosiahneme ak natočíme gumičku v protismere hodinových ručičiek. Nad gliderom vznika vrstva nízkeho tlaku vzduchu, kde je následne glider ťahaný. Takto doletí glider ďalej aj vyletí vyššie. Pri použití neelastickej stuhy treba energiu dodať zvonka trhnutím za stuhu, kedy dodáme väčšie množstvo energie ako je schopná dodať gumička. Takto vzniká zaujímavá vec 🡺 „loop“, lebo je veľké množstvo energie z Magnusovej sily + energia dodaná trhnutím stuhy nahor.

17. Sidespin je prípad náročný na skúmanie, pretože kamera musí byť kolmo na glider takže museli by sme natáčať zo stropu. Sidespin môžeme dosiahnuť pravý alebo ľavý.

18. V praxi sa môžeme s Magnusovým efektom stretnúť v mnohých športoch napr. futbal, basketbal, golf, stolný tenis a mnohé iné. Zaujímavou aplikáciou Magnusovho efektu je Flettnerov rotor, ktorý poháňa najmä Nemecké a Dánske lode. Ide vlastne o rotujúce stĺpy, ktoré vplyvom Magnusovho efektu „ťahajú“ loď vpred. Nie je to najrýchlejší spôsob ale je lacnejší ako klasická vodná turbína keďže vzduch dáva nižší odpor ako voda. Existujú hypotézy o pôsobení Magnusovho javu aj na astronomické objekty.

19. Podarilo sa nám pozorovať Magnusov efekt. Zistili sme, že ho môžeme dosiahnuť aj za pomoci neelastického prúžku(stuha). Podarilo sa nám pozorovať 3 typy Magnusovho efektu – topspin, backspin, sidespin. Aj „loop“. Z experimentov sme zistili: Pri hladkých pohárikoch je ME menej viditeľný. Poháre s drážkami robia výraznejší ME. Ťažké glidery leteli kratšie a nižšie ako ľahšie. ME ovplyvňuje niekoľko faktorov ale podľa nášho názoru je najdôležitejší rozdiel tlakov spôsobený rozdielnymi rýchlosťami prúdenia vzduch, čo vyplýva aj z Bernouliho rovnice. Zistili sme, že spojeným odporovej a M sily vzniká sila, ktorá vychyľuje glider z normálnej trajektórie ako pri vrchu.

20. Zdroje

21. Ďakujem Vám za pozornosť.