

## מבוא לדינמיקה של האטמוספירה – שעורי בית 1: מועד הגשה: בשיעור של ה- 31/10.

שעורי בית אלו עוסקים במבנה האנכי של האטמוספירה. הם לקוחים מהספר של מרשל ופלמב, פרקים 1 ו-3 ומהולטון פרק 2.

יש שאלה אחת הדורשת מטלב ומכיוון שלא כולכם יודעים מטלב, הדרישות החישוביות קטנות יחסית, והוספתי הערות בתוכנית עצמה המפרטות מה כל פקודה עושה. למטלב יש help מצויין- העזרו בו לכל פקודה שאינכם מכירים. למשל, כתבו: help plot כדי להבין את הפקודה plot.

את השיעורים יש להגיש לי במייל – נא לסרוק אם אתם עושים בכתב יד. צרפו את תכנית המטלב עם התוספות שלכם. נא להוסיף מלל המסביר מה עשיתם (הוספת % בתחילת שורה מאפשר לכתוב הערות). תוכנית המטלב צריכה לרוץ בלי להתקע, ולייצר לי על המסך את הגרפים שביקשתי, עם סימון כל הצירים. אין צורך לצרף הגרפים בנוסף. תוכנית שתתקע תוחזר לכותבה. הסבירו את התוצאות הנומריות בכתב ביחד עם שאר התרגיל.

בכל מקרה רונן ואני פנויים לענות על שאלות.

### 1. הלחץ האטמוספרי ומסה

- א. חשבו את הלחץ האטמוספרי בקרקע של כדור הארץ בהינתן המסה הכוללת של האטמוספירה  $(Ma=5.26 \times 10^{18} \text{kg})$ , התאוצה הגרביטציונית  $(g=9.81 \text{m/sec}^2)$  ורדיוס כדור הארץ  $(a=6.37 \times 10^6 \text{m})$ .
- ב. הניחו אטמוספירה אחידה בכוון האופקי, הנמצאת במאזן הידרוסטאטי, ואיזותרמית עם טמפרטורה של  $-10^\circ \text{C}$ , ולחץ קרקעי של  $1000 \text{hPa}$ . מצאו את הגובה שמחלק את האטמוספירה לשני חלקים שווים מסה (כלומר חצי מהמסה מעל וחצי מתחת לגובה זה). מה הגובה, הלחץ והצפיפות של משטח זה?
- ג. חיזרו על החישוב של סעיף ב רק עבור הגובה שמחלק את האטמוספירה כך ש-90% מהמסה נמצאת מתחתיו.

### 2. השפעת מפל טמפרטורה על פרופיל הלחץ:

- א. מצאו את הביטוי עבור הלחץ ההידרוסטאטי בגובה  $z$  מעל הקרקע במונחים של הלחץ והטמפרטורה בקרקע  $p_s$  ו- $T_s$ , עבור אטמוספירה עם מפל טמפרטורה קבוע  $\gamma = -dT/dz$ .
- ב. הניחו מפל טמפרטורה של  $\gamma = -10 \text{K/km}$  וטמפרטורת קרקע של  $290^\circ \text{K}$ . חשבו את הגובה שבו הלחץ הוא  $0.1$  מערכו בקרקע.
- ג. השתמשו בסעיף א. למצוא למה שווה הגיאופוטנציאל  $\phi(p)$  כפונקציה של הלחץ.

### 3. השפעת שינוי תאוצת הכובד $g$ עם הגובה:

- א. בהינתן שתאוצת הכובד משתנה עם הגובה ממרכז כדור הארץ לפי ההופכי של המרחק בריבוע, מהו אחוז השינוי של  $g$  מפני כדור הארץ לגובה של  $100 \text{km}$ ?
- ב. השתמשו בביטוי שלמדנו בכיתה עבור פרופיל הלחץ עם הגובה באטמוספירה איזותרמית כדי להעריך את גודל השגיאה בלחץ בגובה  $100 \text{km}$  אם מניחים  $g$  קבוע.
- ג. השתמשו בתוכנית המטלב HW1\_Tprof.m כדי לחשב ביתר דיוק את גודל השגיאה בלחץ ובגובה משטח הלחץ, הנובעת משנוי כוח הכובד עם הגובה. ציירו גרף של הפרש הלחץ היחסי כפונקציה של הגובה, ושל הפרשי הגובה לוג-לחץ כפונקציה של הגובה. האם הלחץ והגובה לוג-לחץ גדלים או קטנים בעקבות שנוי כוח הכובד? השתמשו בפרופילים של הגובה לוג-לחץ  $z_p$  ושל הלחץ  $p_{res}$  כדי למצוא את הגובה של משטחי הלחץ של  $1, 10, 100, 500$  הקטו-פסקל. האם הם יותר או פחות גבוהים כשכוח הכובד משתנה עם הגובה? כיצד זה מתיישב עם השינוי ב- $z_p$  שציירתם?

4. השפעת מפל טמפרטורה על פרופיל אדי המים: השתמשו במשוואה המקורבת המקשרת בין לחץ אדים ברוויה לטמפרטורה ובמשוואת הגזים האידיאליים עבור אדי מים כדי לחשב את הכמות אדי המים המרבית ליחידת נפח שאויר יכול להכיל בקרקע, שם הטמפרטורה היא  $288 \text{K}$ , ובגובה  $10 \text{km}$ , שם הטמפרטורה היא  $220 \text{K}$ . בטאו את התשובה ב- $\text{kg/m}^3$ . מה ההשלכות על התפלגות המים האנכית באטמוספירה?  $e_s = Ae^{\beta T}$  כאשר  $T$  במעלות צלסיוס,  $\beta = 0.067^\circ \text{C}^{-1}$ ,  $A = 6.11 \text{hPa}$ .