

הולכת חום ע"י קונדנציה

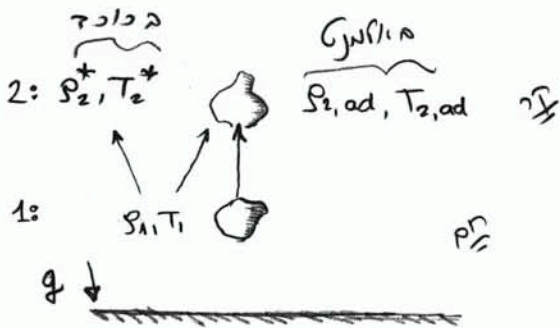
כאילו בהרצאות הקודמות טחמנו וכו' ל"גלגל" מאינרציה חמים לאינרציה קרים ע"י קרינה - דהיינו הולכה אדסוקה מיקרוסקופית (קרינה) של המהפך החופשי הממוצע של פוטונים. בזרימה דומה חום יכול לזרום ע"י הולכה של אלקטרונים (כמו במתכות ונשם רפנים), ע"י פולונים במוצקים או ע"י התנשאות בין מוליכות במבודדים (רמט באוויר). כל התהליכים האלו הם מיקרוסקופיים - על סקלה של מרחק חופשי של התקדמות נשג האנרגיה (פוטונים, מולקולות, אלקטרונים או פולונים).

להבדיל, קונדנציה היא תהליך שהוא מקרוסקופי הייבוא. בתהליך זה הסעת החום נעשית ע"י תנועה מקרוסקופית של אטומים - אטומים חמים עוזים טמפרטורה נמוכה ואלו קרים זריח נפלים, דהיינו ע"י הסעה (advection) של חומר המולי אנרגיה.

כדי להבין אתי קונדנציה מתמדת נסתם אדמונד פשוט יתן לנו את התהליך הדרוש לתוצרת קרינה.

קריטיקון שוויטילוב קונדנציה

נסתם אדמונד עם "סטרטיפיקציה" (Stratification), דהיינו, שהצפיפות נהלחד אינם קדימיה ע"י הקודה.



- נבין כעת אטומים בא צפיפות P_1 וטמפרטורה T_1 שהם כמו הטמפרטורה באותו קודה.
- נראה ואתי קודה 2, הו אסביבה יש טמפרטורה וצפיפות T_2^+, P_2^+ שונים.

- נבדוק קודה הכי חשבה - נקדם את המנוחה של האטומים מסביב ראט כך שהיו יוצגו אטומים דינמיקים עם הסביבה. הנחה ע"י פונקטור גנורט שון איטור ההבה יתח ממחילת הקול, אולם נוסה זאת מסביב מהי כך שהאטומים יתנו יוכלו להחיל חום עם הסביבה - דהיינו, התפלג

הרוב תהליך זוביאקט. אטם $P_{2,element} = P_{2,ad}$ תהליך אדיאטי. מהו התבואי אלק שהמציבה תהיה אילו זריחה?

התמו. לכן למערכת תפידה היא שהתמונתם שואפה יהיה קו יותר מהסביבה
 כך שהיא ורצה להמשיך קפואר!
 $S_{2,ad} - S_{2,*} < 0$ [אני יוצרות.

אלוה, הנחנה שלהם אסתויה רמן התמו. היוו שהולתני יהיה חם יותר מהסביבה (אליה אם
 הנוצא למטווח עם הטמפ' - תפידה קצ נכונה יוך קוינת - קמטא לים בין $10^{\circ} - 4^{\circ}$.)

התמו. קו. יוצרות היוו: $T_{2,ad} > T_{2,*}$ (עדין $\left. \frac{d \ln T}{d \ln T} \right|_p < 0$!)

רחלופין, נמתן אכתוד אור התמו. קקונדן ציד כ- $\left. \frac{dT}{dT} \right|_* > \left. \frac{dT}{dT} \right|_{adiabatic}$
 סביב

זוהר יפני שהנצגור שלוא - דדיל' - זוג, אם הטמפי יוצרת אם הקודה יגם מבר מישו
 הוכיזה האפיגודט עם הקודה, המערכת היא יוצרה.

- תנו. נוסף להתפתחות קונקציה היא שהולתני יכול קשמה על החום שלו הנשן יתרי
 זמן מהדדיוש על מנת להגיע קטלו לשון היזולטלי. (הו נסה קביתר (quantify) תטאו
 זי, יק נצין שהיוו לתקום כולד התקיים שבזשים באכטלופיסיה, כיש לתוך החיצוני
 של נכבים בהינים ב.א.א.צ).

הור וטנו מהטבים אור הנצגור סביב אולם טמפי T_2 , נמתן רחלון כיה וקבל :

$$\left| \frac{d \ln T}{dT} \right|_* > \left| \frac{d \ln T}{dT} \right|_{ad}$$

הור רחלון בשני התקיים זכה, נמתן רחלון כ- $\frac{d \ln p}{dT}$ וקבל :

$$\left| \frac{d \ln T}{d \ln p} \right|_* > \left| \frac{d \ln T}{d \ln p} \right|_{ad}$$

$$\left| \frac{d \ln p}{d \ln T} \right|_* < \left| \frac{d \ln p}{d \ln T} \right|_{ad} \quad \text{אור רחלון:}$$

$$P \propto \rho^\gamma$$

התנאי הוא אדיאבטי. (ניתן ראוני.)

$$P \propto \rho^\gamma \Rightarrow \rho \propto P^{1/\gamma}$$

כמו כן, $\rho \propto \frac{1}{T}$ (אדיאבטי):

$$\rho \propto P^{1/\gamma} T^{-\gamma} \Rightarrow P^{1/\gamma} \propto T^\gamma \Rightarrow P \propto T^{\gamma/\gamma}$$

לפיכך:

$$\frac{d \ln P}{d \ln T} \Big|_{ad} = \frac{\gamma}{\gamma-1}$$

עם זאת:

$$(*) \frac{d \ln P}{d \ln T} \Big|_* < \frac{\gamma}{\gamma-1}$$

התנאי הוא אדיאבטי, יוצא שגודל האם הוא:

$$c_p - c_v = \frac{k}{\mu m_p}$$

התנאי הוא אדיאבטי, יוצא שגודל האם הוא:

$$\frac{\gamma}{\gamma-1} = \frac{c_p/c_v}{c_p/c_v - 1} = \frac{c_p}{c_p - c_v} = \frac{c_p \mu m_p}{k} \quad (*)$$

כעת נרצה לראות, נשתמש במשוואה ההידרוסטטית:

$$\frac{dp}{dr} = -g\rho$$

$$\frac{d \ln p}{dr} = -g \frac{\rho}{p}$$

עם זאת, נרצה לראות (א) את התנאי:

$$\left| \frac{d \ln p}{dr} \frac{dr}{d \ln T} \right|_* < \frac{\gamma}{\gamma-1}$$

$$\left| \frac{d \ln T}{dr} \right|_* > \frac{(\gamma-1)}{\gamma} \frac{d \ln p}{dr} = \frac{(\gamma-1)}{\gamma} \underbrace{g \frac{\rho}{p}}_{\text{אדיאבטי}} = \frac{k}{c_p \mu m_p} g \frac{\mu m_p}{kT} = \frac{g}{c_p T}$$

$$\left| \frac{dT}{dr} \right|_* > \frac{g}{c_p}$$

התנאי הוא אדיאבטי, יוצא שגודל האם הוא g/c_p (א) את התנאי:

מה קורה בתוך כוכבים?

בתוך כוכבים ישנם עוצמת הארה (L) כולל אותם יש להקביר החלצה. מצגה לוי צויסטר גרביטציה סטטי מסים על מנת שטסר הקנים יוצרי: $\left. \frac{dT}{dr} \right|_{rad}$.

אם גרביטציה זה קטן יותר ג- $\left. \frac{dT}{dr} \right|_{ad}$ אזי אין בעיה - כל הקנים ניתנים להקבירי זמא קונקציה. אם רצוננו זאת $\left. \frac{dT}{dr} \right|_{rad}$ עבור יחס ג- $\left. \frac{dT}{dr} \right|_{ad}$ אזי הקבירי החום ע"י קרנה צויסטר גרביטציה סטטי המצויה קונקציה, בתטום החום, הקונקציה מאז יוצרי כך שבפועל הגרביטציה ניהי מסע יורט זפול ליה גרביטציה האוציגטי. והקונקציה אורכה אחר על האינדיה הנוסטר שבהקניה אונים כולל קונקציה. במקרה זה:

$$\frac{L_{rad}}{L_{tot}} = \frac{\left| \frac{dT}{dr} \right|_{ad}}{\left| \frac{dT}{dr} \right|_{rad}} < 1$$

← הגרביטציה בפועל
 ← הגרביטציה בגזים
 אף מנת קונקציה אחר מסע
 בצורה של קנים

במקרה זה, שטסר האינדיה הקונקציה יהיה: $L_{conv} = L_{tot} - L_{rad}$

המבא. קונקציה בכוכב הוא אם כן:

$$\left| \frac{dT}{dr} \right|_{rad} = \frac{3gK_m L}{16\pi ac r^2 T^3} > \left| \frac{dT}{dr} \right|_{ad} = \frac{g\mu_p}{k} \left(\frac{\alpha-1}{\alpha} \right)$$

$$\frac{3}{16\pi} \frac{K_m g L(r)}{ac T^3} > \frac{GM(r)\mu_p}{k} \left(\frac{\alpha-1}{\alpha} \right) \quad g = \frac{GM}{r^2}$$

אולם כך שמתקבל:

$$\frac{1}{\mu} \frac{g}{T^3} \left(\frac{\alpha}{\alpha-1} \right) K_m \frac{L}{M} > \frac{16\pi ac G}{3} \frac{\mu_p}{k}$$

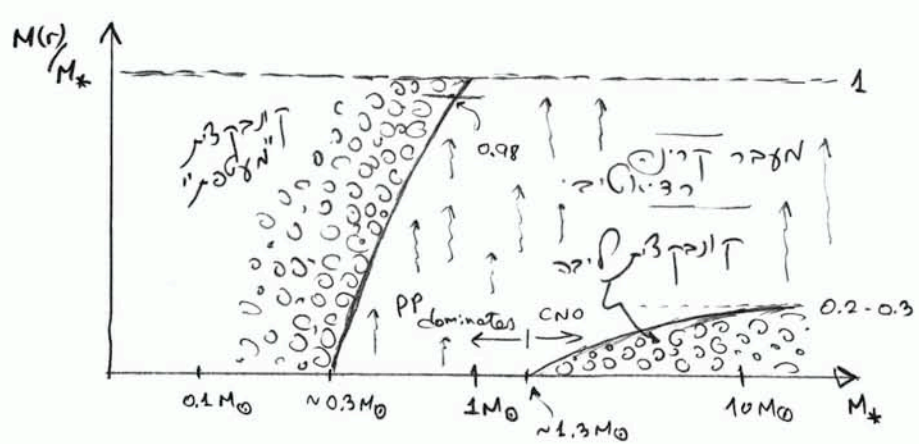
או בצורה אחרת:
 קבוצים של הטבע!

שינוי זה כי S/T זהו בעצם ST/T בעתו, זהו כפי קיוצ היחס בין קרני הטבע אלחף הקנים האינו שדמוצו אפניטאלן לכוכבים, יחס זה הטוקציוצ חמשה, האורא מסתרי אר מצ. בתוך כוכבים, עסן, נסן אפליה אר הגרביטציה בהם תסתרי קונקציה גרביטציה.

* המקרים בהם $1 \rightarrow \alpha$ (בהם העוצמת האנרגיה מתקרבת לזו האנטינוקליארית), נקרא
 שוק מגזע לפני ההתנגשות המגזעית. ואז קוראים להם "שוק מגזע" או "שוק אנטינוקליארית".
 החום גדול מגודל התוצאה מפיקת חום פנימית - כתוצאה מניון - כגון תומה (נצוא)
 התנוק סמבטורה בו היא מתנין עינו קטן באמצע גזר עינו שכלו בתוך ולכן צורה
 תכבה אנרגיה.

* אם האנטינוקליארית ממא גרפה מאב, קשה להעדיף את האנטינוקליארית על קטנה כי יצורם
 הניצוגט טמפ' גבוה מפי. התוצאה - קורק ליה. אס'מית גפוליה גופעה בפרט בטמפ'
 נמוכה יחסית כגור חץ ניכר מהחומר לא נוימן כך לתהליכים אטומיים חשובים. זו
 הסבה העיקרית מצוע לכביב "קרים" (צהיני, אפומים יתר מהשמש) הם בעלי מעטפת
 דונוקליארית.

* סבה שלישית להיבט דונוקליארית היא $\frac{L(r)}{M(r)}$ שכל מגזע. בכוכבים בהם יצור
 האנטינוקליארית מתכנס במרכז כי היא רזה מגזע בטמפ', ניתן לקבל את חום
 הקרינה של הכוכב מאינר נמטע עכא מסה. בכוכבים של הסדרה הראשית שמשיותיים
 יתרי מהשמש, באקצור-מטע מסה (לכפר מניון צ"י מסה כקטלוצאר) נהיה חלוקת
 ועדיין הריגשית בטמפ' גבוהה מאב (αT^2 ולא αT כיון קק בשמש).



דונוקליארית בכוכבים על הסדרה הראשית.
 גמלית קטנה - אנטינוקליארית גדולה המעטפת
 במסלול גבוה יותר - M/L גבוה כתוצאה מ- CNO.