

תרמודינאמיקה – תרגיל מספר 7

1. א. הוכיחו את הקשרים הבאים בעזרת הגדרת dU ו dA :

$$\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_V = C_V \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V ; \quad \left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_{V,N} = -\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_{S,N} ; \quad \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_{T,N} = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_{V,N}$$

(רמז: U ו A הן פונקציות מצב)

ב. חשבו את $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_V$ עבור גז המקיים את משוואת ון-דר-וולס : $P = \frac{nRT}{V-nb} - \frac{an^2}{V^2}$

2. מהו מקדם גיאול תומסון $\mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H = \frac{1}{C_P} \left[T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - V \right]$ של

א. גז אידיאלי.

ב. גז המקיים את משוואת המצב הבאה : $\bar{V} = \frac{RT}{P} + \frac{a}{R^2 T^2}$ כאשר a קבוע אשר אינו תלוי בלחץ

ובטמפרטורה של הגז. (הניחו ש C_P נתון).

3. א. השתמשו מצאו את מקדם גיאול-תומסון את סימנו עבור גז ואן-דר-וולס : $P = \frac{nRT}{V-nb} - a\left(\frac{n}{V}\right)^2$, ואת

הטמפרטורה בה משנה מקדם זה את סימנו.

ב. העריכו את הטמפרטורה בה H_2 ו- CO_2 יעברו מקרור לחימום בהתפשטות אדיאבטית מלחץ 50

אטמוספרות, הניחו כי $nb/V \ll 1$, מה משמעות ההנחה ?

נתון:

	a ($10^6 \text{cm}^6 \text{atm mol}^{-2}$)	b ($10 \text{cm}^3 \text{mol}^{-1}$)
CO ₂	3.592	4.267
H ₂	0.244	2.661

4. חשבו את השינוי באנרגיה החופשית של גיבס עבור דחיסה של מים בטמפרטורה קבועה ללחץ של

1000bar. (הזניחו לחץ התחלתי והזניחו שינוי בנפח המים).

רמז: השתמשו בפתרון בצפיפות המים ובמסה המולרית שלהם.

5. מול טולואן (מסה מולרית 92 g/mole, חום אידיוי 361.9J/g) רותח ב- 111°C ולחץ אטמוספרי. חשבו את

העבודה (W), החום (ΔQ) והשינוי באנרגיה הפנימית, השינוי באנתלפיה, השינוי באנטרופיה, והשינוי

באנרגיה החופשית של גיבס ושל הלמהולץ.

6. השתמשו בדיפרנציאל השלם של H ובקשרי מקסוול בכדי להוכיח כי מתקיים הקשר הבא:

$$\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

7. חשבו את $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T$ עבור גז אידאלי ועבור גז ואן-דר-ואלס. בטאו את התוצאה באמצעות המשתנים

התרמודינמיים η , V , T והפרמטרים של פונקציית המצב הרלוונטית.