



Τεχνολογικό  
Πανεπιστήμιο  
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και  
Τεχνολογίας

**Πτυχιακή εργασία**

**ΕΦΕΥΡΕΣΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΓΡΑΜΜΙΚΟ  
ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ GIBBS  
ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ**

**Παναγιώτης Χρυσοστόμου**

**Λεμεσός, Μάιος 2019**



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Πτυχιακή εργασία

**ΕΦΕΥΡΕΣΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΓΡΑΜΜΙΚΟ  
ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ GIBBS  
ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ**

του

Παναγιώτης Χρυσοστόμου

Επιβλέπων Καθηγητής  
Δρ. Νίκος Αγκαστινιώτης

Λεμεσός, Μάιος 2019

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright Παναγιώτης Χρυσοστόμου, 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Δρ. Νίκο Αγκαστινιώτη για την δυνατότητα που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την πτυχιακή μου εργασία αλλά και για τις υποδείξεις και τις συμβουλές που με κατεύθυναν σ' ένα σωστό τρόπο σκέψης. Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης, όλους τους καθηγητές του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε σταθερή θερμοκρασία η ελεύθερη ενέργεια Gibbs ενός ιδανικού αερίου είναι γραμμική συνάρτηση του λογαρίθμου της πίεσης ( $G = G^{\circ} + RT \ln P$ ). Η γραμμικότητα του συσχετισμού επιτρέπει έμμεσα στην ελεύθερη ενέργεια Gibbs να μπορεί να χρησιμοποιείται σαν κριτήριο ισορροπίας ( $dG = 0$ ) σε αντιδράσεις και μετασχηματισμούς φάσης. Η απαραίτητη προϋπόθεση όμως για τη γραμμικότητα του συσχετισμού μεταξύ της ελεύθερης ενέργειας Gibbs και του λογαρίθμου της πίεσης είναι η ιδανική συμπεριφορά του αερίου. Στην περίπτωση που το αέριο δεν συμπεριφέρεται ιδανικά η γραμμικότητα μπορεί να διασφαλιστεί μέσα από τη χρησιμοποίηση του fugacity στη θέση της πίεσης. Η τιμή της ελεύθερης ενέργειας Gibbs του μη-ιδανικού αερίου στην εξίσωση  $G = G^{\circ} + RT \ln P$  εξακολουθεί να είναι αυτή που αντιστοιχεί στην πραγματική πίεση αλλά η πίεση στην εξίσωση αντικαθίσταται με το fugacity. Η χρησιμοποίηση του fugacity επιτρέπει στην ελεύθερη ενέργεια Gibbs να χρησιμοποιείται σαν κριτήριο ισορροπίας σε αντιδράσεις και μετασχηματισμούς ακόμη και όταν τα εμπλεκόμενα αέρια δεν συμπεριφέρονται ιδανικά. Το κριτήριο ισορροπίας και όπως αυτό καθορίζεται μέσα από την ελαχιστοποίηση της ελεύθερης ενέργειας Gibbs εξακολουθεί να χρησιμοποιείται όπως θα χρησιμοποιείτο για ένα ιδανικό αέριο αλλά αντί της πίεσης χρησιμοποιείται το fugacity του μη-ιδανικού αερίου. Η φυσική ερμηνεία της αντιστοιχίας του fugacity με την πίεση του μη-ιδανικού αερίου είτε το αέριο υφίσταται από μόνο του ή αποτελεί συστατικό ενός αερίου μείγματος και ο υπολογισμός του fugacity και της αντίστοιχης τιμής της ελεύθερης ενέργειας Gibbs αποτέλεσαν το αντικείμενο αυτής της εργασίας.

**Λέξεις κλειδιά:** ιδανικό αέριο, πραγματικό αέριο, ελεύθερη ενέργεια Gibbs, fugacity

## ABSTRACT

At constant temperature the Gibbs free energy of an ideal gas is a linear function of the logarithm of the pressure ( $G = G^{\circ} + RT\ln P$ ). The linearity of the correlation allows the Gibbs free energy to be used as an equilibrium criterion ( $dG = 0$ ) in reactions and phase transformations. However, the necessary condition for the linearity of the correlation between the Gibbs free energy and the logarithm of pressure is the ideal behavior of the gas. In the case where the gas does not behave ideally, the linearity can be ensured by using fugacity in place of pressure. The value of the Gibbs free energy of the non-ideal gas in the equation  $G = G^{\circ} + RT\ln P$  is still the one that corresponds to the actual pressure but the pressure in the equation is replaced by the fugacity. By using the fugacity this allows the Gibbs free energy to be used as an equilibrium criterion for reactions and transformations even when the gases involved do not behave ideally. The equilibrium criterion as determined by the minimization of Gibbs free energy Gibbs still applies as it would apply for an ideal gas but instead of the pressure we use the fugacity of the non-ideal gas. The physical interpretation of the correspondence between the fugacity and the pressure of a non-ideal gas whether the gas exists by itself or as a component of a gaseous mixture, and the calculation of the fugacity and the corresponding value of the Gibbs free energy comprised the subject of this work.

**Key words:** ideal gas, real gas, Gibbs free energy, fugacity