

760
ΜΧ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.) ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΓΡΑΜ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ.

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ:

ΟΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ

ΣΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΚΥΚΛΟ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΑΤΜΩΝ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

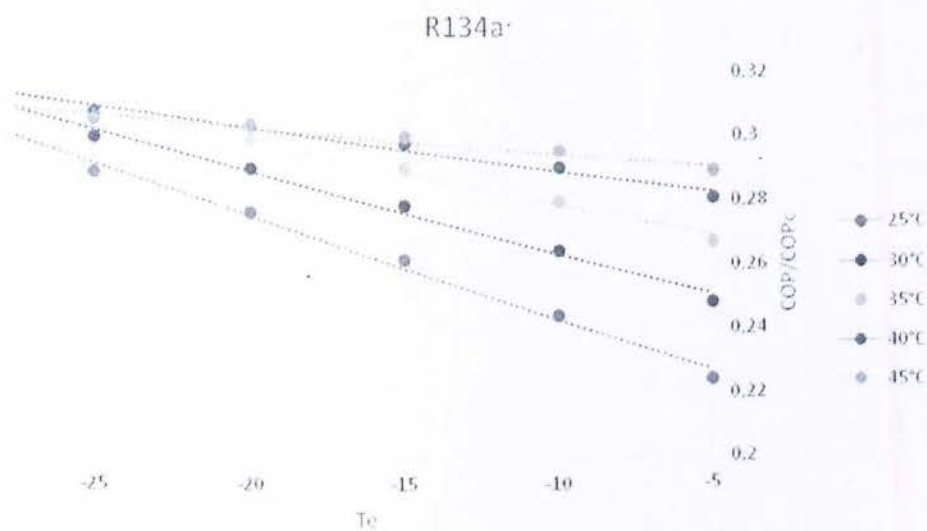
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Δρ. ΓΙΩΡΓΟΣ Κ. ΑΛΕΞΗΣ



ΑΘΗΝΑ 2013

Για το R134a έχω $f(T_e)=COP/COP_c$:

R134a						
T_c (°C)	25	30	35	40	45	
$T_e = -5^\circ\text{C}$	0.22431	0.24831	0.26714	0.2807	0.28901	
$T_e = -10^\circ\text{C}$	0.24456	0.26484	0.28011	0.29033	0.29553	
$T_e = -15^\circ\text{C}$	0.26173	0.2786	0.29062	0.2978	0.30018	
$T_e = -20^\circ\text{C}$	0.27621	0.28994	0.29898	0.30336	0.30315	
$T_e = -25^\circ\text{C}$	0.28832	0.29915	0.30544	0.30724	0.30464	

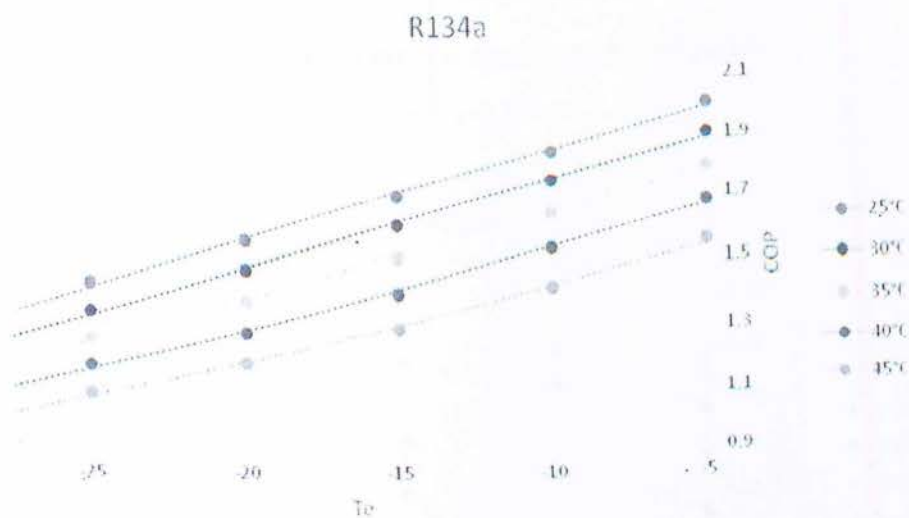


Περιεχόμενα

Περίληψη.....	σ.3
Εισαγωγή-Σκοπός Πτυχιακής Εργασίας.....	σ.4
Γενικά για τα Ψυκτικά Μέσα.....	σ.5
Ψύξη με Συμπύεση Ατμών.....	σ.6
Τα Ψυκτικά Μέσα της Εργασίας.....	σ.12
Ανάλυση Πτυχιακής Εργασίας.....	
Μέρος 1.Χαρακτηριστικές τιμές ψυκτικού μέσου.....	σ.14
Μέρος2.Υπολογισμός λανθάνουσας θερμότητας.....	σ.15
Μέρος3.Εξίσωση Soave.....	σ.17
Μέρος4.Δεδομένα προγράμματος.....	σ.18
Μέρος5. Εισαγωγή στον ψυκτικό κύκλο.....	σ.20
Μέρος6.Υπολογισμοί σε κάθε σημείο του κύκλου.....	σ.21
Αποτελέσματα για το κάθε ψυκτικό μέσο.....	
1.R12.....	σ.31
2.R22.....	σ.44
3.R134α.....	σ.57
4.R600.....	σ.70
5.R600α.....	σ.83
6.R290.....	σ.96
7.R1270.....	σ.109
Διαγράμματα.....	σ.122
Συμπεράσματα.....	σ.137
Βιβλιογραφία.....	σ.140

Για το R134a έχω $COP = f(T_e)$:

R134a - COP					
T _c (°C)	25	30	35	40	45
Te= -5°C	2.00493	1.90241	1.79081	1.67263	1.54994
Te= -10°C	1.83875	1.74232	1.63801	1.52799	1.414
Te= -15°C	1.68916	1.59825	1.50049	1.39774	1.29151
Te= -20°C	1.55385	1.46798	1.37614	1.27993	1.18066
Te= -25°C	1.43093	1.3497	1.26324	1.17295	1.07996



Περίληψη

Η εργασία αυτή θα αναφερθεί σε θεωρητικό επίπεδο στις αποδόσεις ορισμένων ψυκτικών μέσων σε απλό ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ατμών.

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Mathcad δημιουργήθηκε ένας κώδικας μαθηματικός με τον οποίο εμείς βάζουμε τα χαρακτηριστικά στοιχεία του ψυκτικού μέσου που μας ενδιαφέρει, τα οποία είναι: μοριακό βάρος, κρίσιμη θερμοκρασία, κρίσιμη πίεση και ο συντελεστής εκκεντρότητας, και αλλάζοντας τις θερμοκρασίες ατμοποιητή και συμπυκνωτή, το πρόγραμμα μας εμφανίζει τα αποτελέσματα πίεσης, ενθαλπίας, εντροπίας, βαθμού απόδοσης COP όπως επίσης και του θεωρητικού COP_c και του λόγου $\epsilon = \text{COP}/\text{COP}_c$.

Με βάση αυτά τα αποτελέσματα φτιάχνονται τα διαγράμματα $f(T_e) = \text{COP}$ και $f(T_e) = \epsilon$ για διάφορες θερμοκρασίες T_c και έτσι βγάζουμε τα συμπεράσματα που χρειαζόμαστε για τη συμπεριφορά του εκάστοτε ψυκτικού μέσου σε απλό ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ατμών.

Abstract

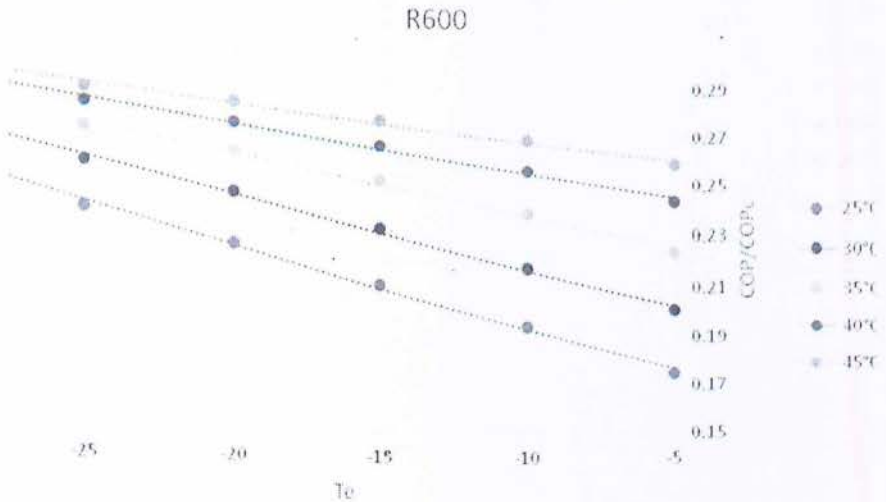
This diploma exercise is going to deal with the efficiency of certain refrigerants in a simple refrigerant vapor compression cycle at a theoretical level.

Using the program Mathcad, a mathematical code was created in which we input the unique characteristics of the refrigerant of interest, which are: molecular weight, critical temperature, critical pressure and the coefficient of performance (COP) and simply by changing temperatures evaporator and condenser, the program displays the results of pressure, enthalpy, entropy, COP as well as the theoretical COP_c and the ratio $\epsilon = \text{COP}/\text{COP}_c$.

Based on these results, the graphs $f(T_e) = \text{COP}$ and $f(T_e) = \epsilon$ were created for various temperatures T_c and thus we make the final conclusions about the behavior of each refrigerant in a simple refrigerant vapor compression cycle.

Για το R600 έχω $COP/COP_c = f(T_e)$:

		R600					
		T_c (°C)	25	30	35	40	45
COP/COP _c	$T_e = -5^\circ\text{C}$		0.17503	0.20101	0.22398	0.24338	0.25882
	$T_e = -10^\circ\text{C}$		0.19409	0.21791	0.23857	0.25556	0.26856
	$T_e = -15^\circ\text{C}$		0.21102	0.23275	0.25119	0.26589	0.27657
	$T_e = -20^\circ\text{C}$		0.22601	0.24573	0.26204	0.27455	0.28303
	$T_e = -25^\circ\text{C}$		0.23924	0.257	0.27126	0.28167	0.28806



Εισαγωγή - Σκοπός Πτυχιακής Εργασίας

Η πτυχιακή εργασία αναφέρεται στις αποδόσεις επτά διαφορετικών ψυκτικών μέσων σε ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ατμών βασισμένες σε υπολογιστικό περιβάλλον με τη χρήση του προγράμματος MathCad.

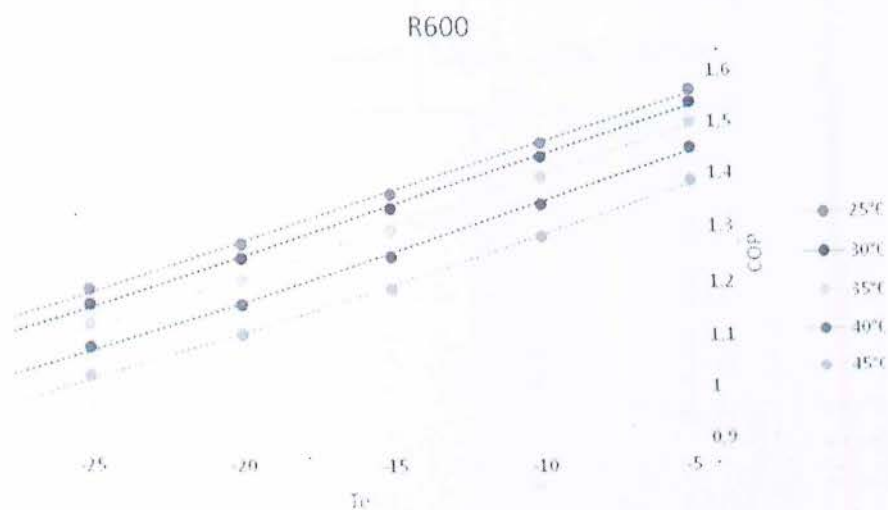
Σκοπός της εργασίας είναι να συγκρίνει αυτά τα ψυκτικά μέσα ως προς την απόδοσή τους ή αλλιώς να εκτιμηθεί ο συντελεστής συμπεριφοράς, ο οποίος συμβολίζεται ως COP (Coefficient Of Performance), όταν αυτά χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές θερμοκρασίες ψύξης από -25°C έως και -5°C , αλλά επίσης και όταν στο ίδιο ψυκτικό κύκλωμα υπάρχουν θερμοκρασιακές διαφορές της τάξης των 30°C έως και 70°C μεταξύ ατμοποιητή και συμπυκνωτή.

Το μαθηματικό πρόγραμμα MathCad μας βοηθάει να δημιουργήσουμε έναν κώδικα που εμείς θα εισάγουμε, για το κάθε ψυκτικό μέσο, τη θερμοκρασία ατμοποίησης, δηλαδή τη θερμοκρασία του προς ψύξη χώρου, και τη θερμοκρασία συμπύκνωσης, δηλαδή τη θερμοκρασία αποβολής θερμότητας προς το περιβάλλον, και θα μας δίνει ως αποτέλεσμα το βαθμό απόδοσης του ψυκτικού υγρού για την κάθε περίπτωση.

Έχοντας μετά όλους τους βαθμούς απόδοσης για όλα τα ψυκτικά υγρά σε διάφορες θερμοκρασίες, μπορούμε να δημιουργήσουμε διαγράμματα τα οποία θα δείχνουν πως συμπεριφέρεται το κάθε ψυκτικό υγρό σε κάθε περίπτωση και ποιό θα προτιμούσαμε να χρησιμοποιηθεί στο κύκλωμα για να έχουμε την καλύτερη απόδοση.

Για το R600 έχω $COP = f(T_e)$:

R600 - COP					
Tc (°C)	25	30	35	40	45
Te = -5°C	1.5645	1.54	1.50152	1.45029	1.38805
Te = -10°C	1.45926	1.43357	1.3951	1.34503	1.28493
Te = -15°C	1.36184	1.33522	1.29691	1.24801	1.18996
Te = -20°C	1.27144	1.24411	1.20609	1.15836	1.1023
Te = -25°C	1.18737	1.15952	1.12187	1.07534	1.02118



Ως ψυκτικό μέσο μπορούμε να θεωρήσουμε οποιοδήποτε ρευστό το οποίο μεταφέρει τη θερμότητα μέσα σε ένα ψυκτικό κύκλωμα και συγκεκριμένα απορροφά τη θερμότητα από τον προς ψύξη χώρο μέσω του ατμοποιητή και την απορρίπτει στο περιβάλλον μέσω του συμπυκνωτή.

Έχουν ιδιότητες οι οποίες προσφέρουν τη δυνατότητα χαμηλών θερμοκρασιών και αυτό κυρίως γιατί η θερμοκρασία ατμοποίησής τους σε κανονική ατμοσφαιρική πίεση (1atm), είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

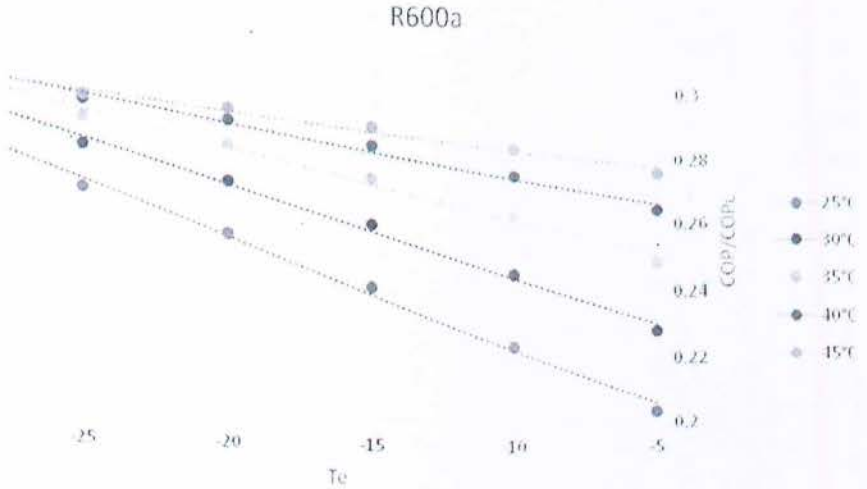
Ένα ψυκτικό μέσο για να χρησιμοποιηθεί σε μια ψυκτική εφαρμογή πρέπει να έχει τις παρακάτω βασικές ιδιότητες:

1. Χαμηλή θερμοκρασία βρασμού ή ατμοποίησης.
2. Υψηλή κρίσιμη θερμοκρασία σε σχέση με τη θερμοκρασιακή περιοχή λειτουργίας του.
3. Μικρό ειδικό όγκο ατμών.
4. Να έχει καλές θερμοδυναμικές και θερμοφυσικές ιδιότητες.
5. Να μη διαβρώνει τα μέταλλα.
6. Να έχει σταθερές φυσικοχημικές ιδιότητες κατά τη διάρκεια της χρήσης του.
7. Να μην είναι αναφλέξιμο ή εκρηκτικό.
8. Να μην είναι τοξική ουσία.
9. Να γίνεται εύκολα ανίχνευση των διαρροών του.
10. Να μην αντιδρά με το λιπαντικό του συμπιεστή.
11. Να έχει χαμηλό κόστος και να είναι διαθέσιμο στην αγορά.
12. Να είναι φιλικό με το περιβάλλον.

Τα τελευταία χρόνια επιτρέπεται η χρήση μόνο οικολογικών ψυκτικών υγρών τα οποία ως επί το πλείστον είναι μίγματα και δεν μολύνουν το περιβάλλον με χλώριο το οποίο καταστρέφει την τρύπα του όζοντος μιας και η προστασία του περιβάλλοντος έχει γίνει ο πρωτεύον στόχος.

Για το R600a έχω $COP/COP_c = f(T_e)$:

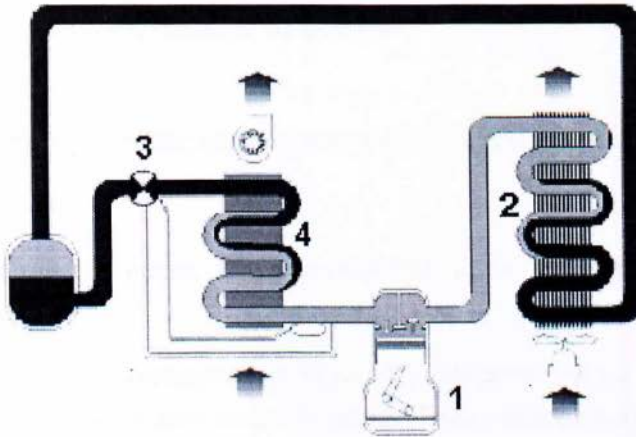
		R600a					
		T_c (°C)	25	30	35	40	45
COP/COP _c	$T_e = -5^\circ\text{C}$		0.20352	0.22814	0.24848	0.26438	0.27586
	$T_e = -10^\circ\text{C}$		0.22348	0.24498	0.26221	0.2751	0.28371
	$T_e = -15^\circ\text{C}$		0.24074	0.25932	0.27366	0.28375	0.28969
	$T_e = -20^\circ\text{C}$		0.25561	0.27144	0.28308	0.29055	0.29401
	$T_e = -25^\circ\text{C}$		0.26835	0.28158	0.29068	0.2957	0.29683



Ψύξη με Συμπύεση Ατμών

Ένας στοιχειώδης ψυκτικός κύκλος συμπύεσης ατμών αποτελείται από μια σειρά διαδοχικών διεργασιών στην οποία το ψυκτικό μέσο αφαιρεί τη θερμότητα από τον προς ψύξη χώρο και στη συνέχεια αποβάλλει αυτή τη θερμότητα στο περιβάλλον το οποίο μπορεί να είναι αέρας ή νερό.

Τα βασικά εξαρτήματα σε ένα ψυκτικό κύκλωμα είναι τα εξής:

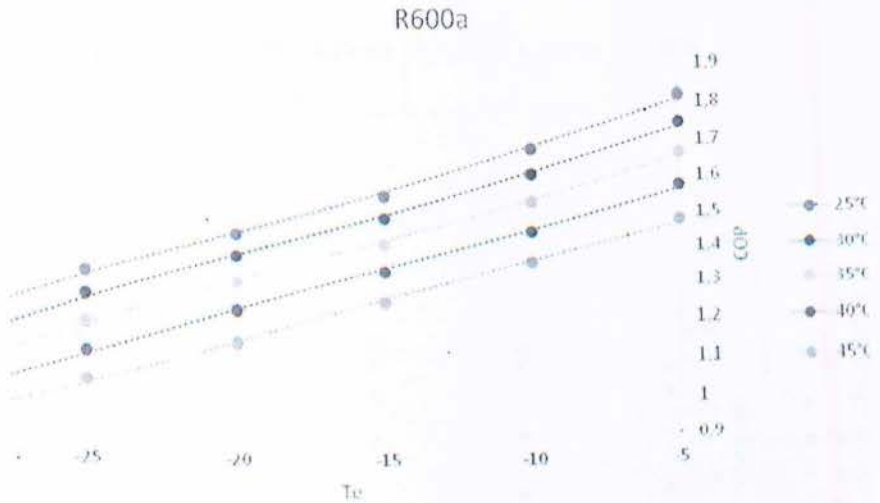


Σχήμα 1. Απλό ψυκτικό κύκλωμα

1. Ο συμπιεστής ο οποίος αναρροφά ψυκτικό αέριο (φρέον), το αυξάνει την πίεση και τη θερμοκρασία και το στέλνει στο κύκλωμα
2. Ο συμπυκνωτής βρίσκεται μετά το συμπιεστή και μέσα του εισέρχεται το υπέρθερμο ψυκτικό αέριο υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης. Εκεί το ψυκτικό αέριο αποβάλλει θερμότητα προς το μέσο ψύξης, που μπορεί να είναι νερό, αέρας ή και τα 2 και συμπυκνώνεται.

Για το R600a έχω COP =f(Te):

R600a - COP					
Tc (°C)	25	30	35	40	45
Te= -5°C	1.8191	1.74787	1.66572	1.57539	1.47943
Te= -10°C	1.68023	1.61166	1.53337	1.44787	1.35743
Te= -15°C	1.55369	1.48763	1.41293	1.33183	1.2464
Te= -20°C	1.43797	1.37431	1.30294	1.2259	1.14504
Te= -25°C	1.33181	1.27044	1.20219	1.1289	1.05225



3. Η στραγγαλιστική διάταξη η οποία σε μία μικρή εγκατάσταση μπορεί να είναι ένας τριχοειδής σωλήνας ενώ σε μεγαλύτερες είναι μια εκτονωτική βαλβίδα. Σκοπός τους είναι να μεταβάλλουν το ψυκτικό υγρό υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας σε υγρό σταθερής χαμηλής πίεσης, και επίσης να ελέγχουν την ποσότητα ψυκτικού με την οποία τροφοδοτείται ο ατμοποιητής ώστε η μονάδα να εργάζεται με τη μέγιστη δυνατή απόδοση χωρίς να υπερφορτώνεται ο συμπιεστής.
4. Το στοιχείο ατμοποίησης μέσα στον οποίο το ψυκτικό υγρό μετατρέπεται σε αέριο αφαιρώντας μεγάλα ποσά θερμότητας από το περιβάλλον του ατμοποιητή. Ο ατμοποιητής βρίσκεται στο χώρο που εμείς θέλουμε να ψύξουμε.

Οι διεργασίες οι οποίες γίνονται στο ψυκτικό κύκλωμα είναι οι εξής:

Ατμοποίηση: Η οποία πραγματοποιείται μέσα στον ατμοποιητή, διεργασία 4.

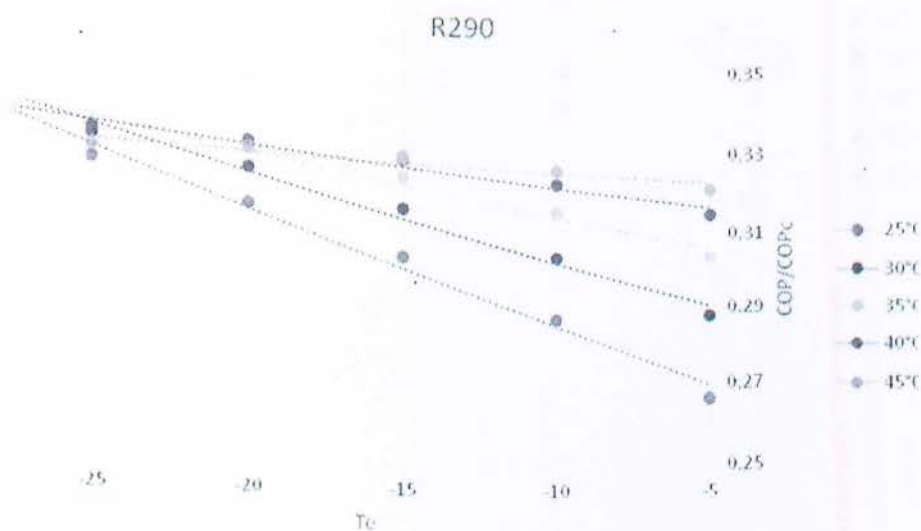
Το ψυκτικό ρευστό εισέρχεται με τη μορφή μείγματος υγρού και ατμού χαμηλής πίεσης και εξέρχεται με τη μορφή ξηρού κεκορεσμένου ατμού χαμηλής πίεσης. Η ατμοποίηση αυτή γίνεται απορροφώντας θερμότητα από τον προς ψύξη χώρο.

Συμπύκνωση: Η οποία πραγματοποιείται μέσα στο συμπυκνωτή, διεργασία 2.

Το ψυκτικό ρευστό εισέρχεται με τη μορφή υπέρθερμου ατμού υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας και εξέρχεται με τη μορφή κεκορεσμένου υγρού της ίδιας πίεσης. Η συμπύκνωση αυτή γίνεται αποβάλλοντας θερμότητας προς το περιβάλλον.

Για το R290 έχω $COP/COP_c = f(T_e)$:

R290						
T_c (°C)	25	30	35	40	45	
$T_e = -5^\circ\text{C}$	0.2662	0.2876	0.30352	0.31457	0.32115	
$T_e = -10^\circ\text{C}$	0.28646	0.30327	0.31514	0.32263	0.3261	
$T_e = -15^\circ\text{C}$	0.30299	0.31577	0.32408	0.32843	0.32913	
$T_e = -20^\circ\text{C}$	0.31638	0.32558	0.33073	0.33229	0.33052	
$T_e = -25^\circ\text{C}$	0.32707	0.33309	0.33541	0.33445	0.33046	



Συμπίεση: Η οποία πραγματοποιείται μέσα στο συμπιεστή, διεργασία 1.

Το ψυκτικό ρευστό εισέρχεται με τη μορφή ξηρού κεκορεσμένου ατμού χαμηλής πίεσης και εξέρχεται με τη μορφή υπέρθερμου ατμού υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Η διεργασία θεωρείται αδιαβατική (δηλαδή το ψυκτικό αέριο δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον) όπως επίσης και αντιστρεπτή (δηλαδή το σύστημα επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση) επομένως τη θεωρούμε ισεντροπική διεργασία σε μια πρώτη προσέγγιση.

Εκτόνωση: Η οποία πραγματοποιείται μέσα στην εκτονωτική βαλβίδα, διεργασία 3.

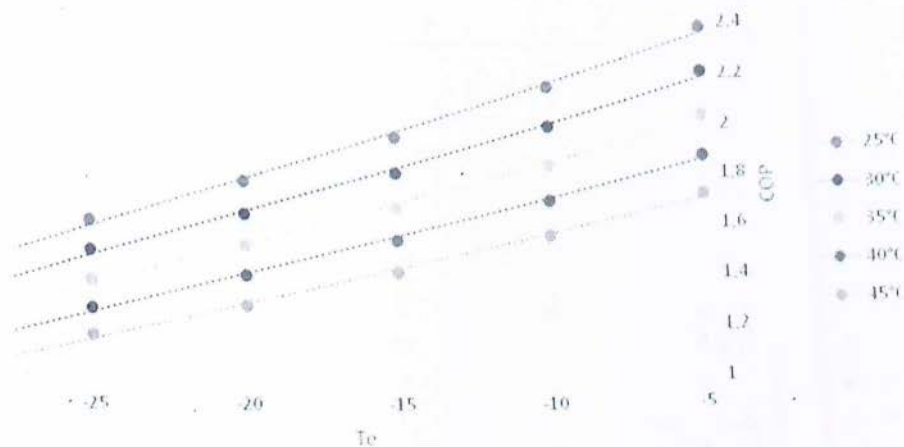
Το ψυκτικό ρευστό εισέρχεται με τη μορφή κεκορεσμένου υγρού υψηλής πίεσης και εξέρχεται με τη μορφή μείγματος υγρού και ατμού χαμηλής πίεσης. Η διεργασία αυτή είναι στραγγαλισμός και επομένως θεωρείται ισενθαλπική.

Για το R290 έχω $COP = f(T_e)$:

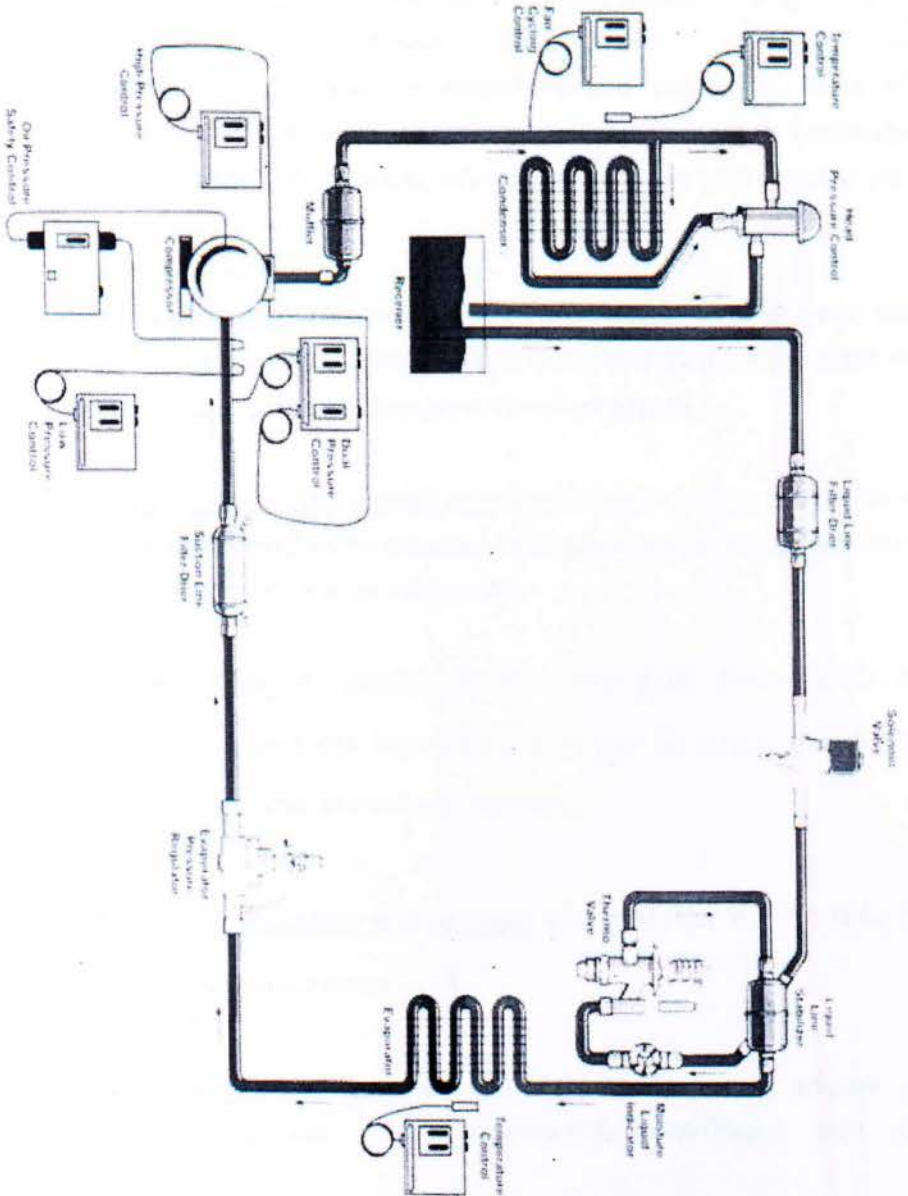
R290 - COP

Tc (°C)	25	30	35	40	45
Te= -5°C	2.37938	2.20345	2.03475	1.87446	1.72235
Te= -10°C	2.15378	1.99512	1.84286	1.69798	1.56022
Te= -15°C	1.95545	1.81146	1.67321	1.54152	1.41609
Te= -20°C	1.7798	1.64844	1.52226	1.40197	1.28724
Te= -25°C	1.62325	1.50285	1.38719	1.27684	1.17148

R290



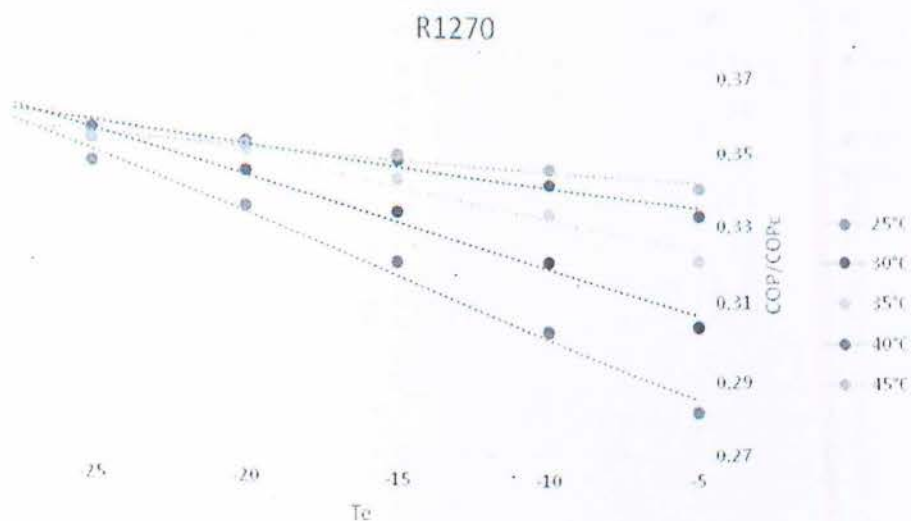
Πιο συγκεκριμένα ένα ολοκληρωμένο ψυκτικό κύκλωμα συμπίεσης ατμών με όλα του τα εξαρτήματα θεωρείται το εξής:



Σχήμα 2.Ολοκληρωμένο κύκλωμα ψύξης

Για το R1270 έχω $COP/COP_c = f(T_e)$:

R1270						
T_c (°C)	25	30	35	40	45	
$T_e = -5^\circ\text{C}$	0.28202	0.30413	0.3208	0.33266	0.34009	
$T_e = -10^\circ\text{C}$	0.30297	0.32033	0.33287	0.34116	0.34548	
$T_e = -15^\circ\text{C}$	0.32002	0.33325	0.3422	0.34736	0.34895	
$T_e = -20^\circ\text{C}$	0.33379	0.3434	0.34919	0.35159	0.35076	
$T_e = -25^\circ\text{C}$	0.34476	0.35118	0.35417	0.35411	0.35111	



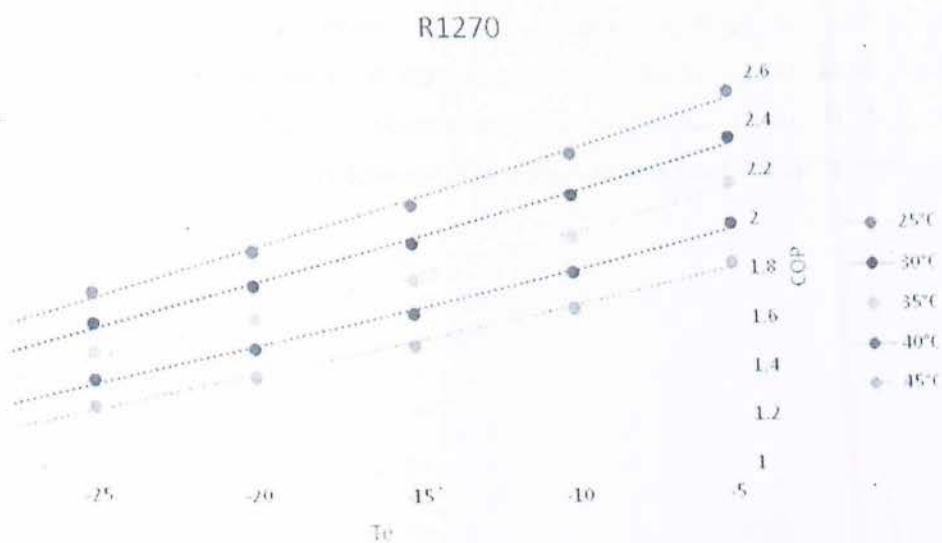
Με τα εξαρτήματα του να είναι τα πάρα κάτω:

1. **Πρεσοστάτες** οι οποίοι μπορεί να μετράνε την πίεση λαδιού, την πίεση στη γραμμή χαμηλής πίεσης ή την πίεση στην γραμμή την υψηλής πίεσης. Έχουν διαφορετικές κλίμακες και χρησιμοποιούνται για την ασφάλεια του συμπιεστή ώστε εάν κάποια πίεση ξεπεράσει κάποιο όριο να διακόψουν τη λειτουργία του ή επίσης εάν η πίεση πέσει στο κενό να μην λειτουργεί ο συμπιεστής άσκοπα.
2. **Αντικραδασμικό** το οποίο απορροφάει τυχών κραδασμούς στην αρχή της γραμμής της κατάθλιψης ώστε να μην μεταφέρονται στη λοιπά εξαρτήματα και δημιουργήσει πρόβλημα.
3. **Ελαιοδιαχωριστής** ο οποίος συγκρατεί τυχών λάδια που έχουν παρασυρθεί μαζί με το ψυκτικό υγρό μέσα στο κύκλωμα και τα ξαναστέλνει μέσα στον συμπιεστή.
4. **Δείκτης ροής** ο οποίος δείχνει την ροή λαδιού(από τον ελαιοδιαχωριστή στο συμπιεστή) ή τη ροή ψυκτικού υγρού (από τον συλλέκτη στο φίλτρο αφύγρανσης).
5. **Ρυθμιστής στροφών ανεμιστήρα** που ρυθμίζει τις στροφές του ανεμιστήρα στο συμπικνωτή.
6. **Θερμοστάτης** που μετράει τη θερμοκρασία του χώρου στο συμπικνωτή και στον ατμοποιητή κυριότερα που μας ενδιαφέρει.
7. **Ρυθμιστής πίεσης συμπύκνωσης** που διατηρεί την πίεση συμπύκνωσης σε επιθυμητά όρια.

Για το R1270 έχω $COP = f(T_e)$:

R1270 - COP

Tc (°C)	25	30	35	40	45
Te= -5°C	2.52079	2.33007	2.15056	1.9823	1.82389
Te= -10°C	2.27794	2.10736	1.94656	1.79553	1.65297
Te= -15°C	2.06534	1.91174	1.76679	1.6304	1.50136
Te= -20°C	1.87775	1.73864	1.60724	1.48343	1.36607
Te= -25°C	1.71106	1.58445	1.46477	1.35188	1.24468



8. Συλλέκτης που περιέχει κάποια ποσότητα ψυκτικού υγρού.
9. Φίλτρα (αφυγραντήρες) είναι φίλτρα που τοποθετούνται στην υγρή γραμμή του κυκλώματος ώστε να παγιδεύουν την υγρασία απο τον αέρα που τυχόν να υπήρχε στις σωληνώσεις πριν βάλουμε το ψυκτικό υγρό και είναι υπεύθυνη για: α)το φαινόμενο του παγοφραγμού όπου φράσσεται η έξοδος της εκτονωτικής βαλβίδας επειδή η θερμοκρασία πέφτει κάτω των 0οC και η υγρασία γίνεται πάγος,και β)την διάβρωση των μεταλλικών εξαρτημάτων επειδή η υγρασία απορροφάται από το ψυκτέλαιο της ψυκτικής μηχανής, χαλάει το ιξώδες του λιπαντικού με αποτέλεσμα να έχουμε χειρότερη λίπανση.
- 10.Ρυθμιστής πίεσης ατμοποιητή, βρίσκεται στην έξοδο του ατμοποιητή και φροντίζει να διατηρεί σε επιθυμητά όρια την πίεση ατμοποίησης.
- 11.Ρυθμιστής πίεσης θερμού αερίου (By pass), χρησιμοποιείται στη γραμμή θερμού αερίου (αποπάγωσης) πριν τον ατμοποιητή.
- 12.Βαλβίδες ασφαλείας, χρησιμοποιούνται για προστασία από υψηλή πίεση του συμπυκνωτή, ατμοποιητή, συλλέκτη υγρών και γενικότερα όπου αλλού θέλουμε να αποφύγουμε απότομη αύξηση πίεσης.
- 13.Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, είναι διακόπτης ο οποίος ενεργοποιείται από κάποιον θερμοστάτη ή πρεσσοστάτη του κυκλώματος για να διακόψει ή να επιτρέψει τη ροή ψυκτικού υγρού μετά από αυτήν.

Γενικά:

Απο τους πίνακες COP/COP_c βλέπουμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασιακή διαφορά των T_e με T_c, ο λόγος $\epsilon = \text{COP}/\text{COP}_c$ αυξάνεται, ενώ στις μικρότερες διαφορές ο λόγος μειώνεται.

Ο συντελεστής συμπεριφοράς του κύκλου Carnot (COP_c) παρατηρούμε ότι μειώνεται όσο οι θερμοκρασιακή διαφορά των T_e και T_c αυξάνεται. Η ίδια συμπεριφορά παρατηρείται και στο συντελεστή συμπεριφοράς COP

Έτσι όταν έχουμε μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές, δηλαδή όταν το σύστημα έχει να ψύξει έναν χώρο στους T_e = -25°C και η εξωτερική θερμοκρασία είναι υψηλή, ας πούμε T_c = 30°C ο συντελεστής συμπεριφοράς (COP) είναι μικρός γιατί υπάρχουν απώλειες θερμότητας, π.χ. θερμότητα που διαφεύγει από τις σωληνώσεις του κυκλώματος, ενώ όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι T_c = 5°C οι απώλειες λιγοστεύουν και έχουμε καλύτερο συντελεστή συμπεριφοράς για το σύστημα.

Τα Ψυκτικά Μέσα της Εργασίας

Επιλέγουμε τα ψυκτικά μέσα για τα οποία θα γίνουν οι μετρήσεις, αυτά θα πρέπει να μην είναι μείγματα ώστε να μπορούμε να κάνουμε τους υπολογισμούς των θερμοδυναμικών ιδιοτήτων με τη χρήση της εξίσωσης Soave.

Έτσι έγινε η επιλογή των παρακάτω ψυκτικών μέσων:

R12 -> **Διφθοροδιχλωρομεθάνιο** με χημικό τύπο CCl_2F_2

R22 -> **Διφθοροχλωρομεθάνιο** με χημικό τύπο CHF_2Cl

R134a -> **Τετραφλουοροαιθάνιο** με χημικό τύπο CH_2FCF_3

R290 -> **προπάνιο** με χημικό τύπο C_3H_8

R600 -> **βουτάνιο** με χημικό τύπο C_4H_{10}

R600a -> **ισοβουτάνιο** με χημικό τύπο C_4H_{10}

R1270 -> **προπυλένιο** με χημικό τύπο C_3H_6

Αυτά τα ψυκτικά μέσα έχουν ορισμένες σταθερές χαρακτηριστικές τιμές οι οποίες τα διαχωρίζουν και τους δίνουν διαφορετικές ιδιότητες και συμπεριφορές στον κύκλο της ψύξης.

Αυτές οι τιμές είναι:

M_B το μοριακό τους βάρος (g/mol)

P_c η κρίσιμη πίεση (bar)

T_c η κρίσιμη θερμοκρασία (K)

ω ο συντελεστής εκκεντρότητας

και τέλος την σταθερά **R = 8.314472 J/(K***mol**)** που είναι ίδια για το κάθε ψυκτικό μέσο και είναι η γνωστή παγκόσμια σταθερά των ξδανίων αερίων.

Ειδικότερα:

- Για κάθε ψυκτικό μέσο όσον αφορά το λόγο $\epsilon = COP/COP_c$

Παρατηρούμε σύμφωνα με τα διαγράμματα ότι το R22 έχει τον καλύτερο λόγο 'ε' ο οποίος φτάνει να είναι και πάνω απο 0,36 αλλά έχει και τη μεγαλύτερη διακύμανση με μικρότερη τιμή $\epsilon = 0,22$.

Το R1270 έχει σταθερά μεγάλο λόγο 'ε' πάνω απο 0,29 και φτάνει πάνω απο 0,34, έχει δηλαδή σχετικά μικρή διακύμανση.

Τους μικρότερους λόγους τους συναντάμε στα R600 και R600a να κυμαίνονται απο 0,18 εως και το πολύ 0,27.

Το R290 έχει τη μικρότερη διακύμανση μεταξύ 0,26 - 0,33 ενώ ακολουθεί το R12 με μια ελαυρώς μεγαλύτερη διακύμανση της τάξης του 0,24 - 0,32.

Τέλος το R134a είναι σε γενικές γραμμές το πιο σταθερό χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις και χωρίς να έχει το μεγαλύτερο ή το μικρότερο λόγο και κυμαίνεται απο 0,22 - 0,30.

- Για κάθε ψυκτικό μέσο όσον αφορά το συντελεστή συμπεριφοράς COP

Σύμφωνα με τα διαγράμματα το R22 φαίνεται να έχει το μεγαλύτερο συντελεστή συμπεριφοράς ο οποίος είναι απο 1,3 έως και 2,5

Μετά ακολουθεί το R1270 επίσης με μεγάλο βαθμό απόδοσης απο 1,2 - 2,5 με πολύ απότομες κλίσεις στο διάγραμμα.

Επίσης υψηλό βαθμό απόδοσης έχουν και τα R290 και R12 με απόδοση να κυμαίνεται απο 1,1 - 2,4 και 1,1 - 2,2 αντίστοιχα και στο R290 παρατηρούμε τις πιο απότομες κλίσεις και διακυμάνσεις στο διάγραμμα απο όλα τα υπόλοιπα μέσα

Χαμηλούς βαθμούς απόδοσης παρατηρούμε στα R600 με 0,9 - 1,6 και R600a με 1 - 1,8 με τις μικρότερες κλίσεις και διακυμάνσεις

Τέλος και πάλι το πιο σταθερό μέσο με μέσο βαθμό απόδοσης απο 1 εως και 2 είναι το R134a χωρίς να έχει μεγάλες διακυμάνσεις.

Έτσι έχουμε τον πίνακα με τις τιμές τους:

	MB (g/mol)	Pc (bar)	Tc (K)	ω
R12	120.09	41.5	385	0.204
R22	86.48	49.7	369	0.22082
R134a	102.03	40.6	374.1	0.3266
R290	44.094	42.5	369.8	0.153
R600	58.124	38	425.2	0.199
R600a	58.124	36.5	408.2	0.183
R1270	42.081	46	364.9	0.144

Έπειτα βρίσκουμε με βάση ποιός εξίσωσης θα ξεκινήσουμε να γράφουμε τον υπολογιστικό κώδικα στο πρόγραμμα Mathcad ώστε να κάνουμε τη σύγκριση των ψυκτικών μέσων,

Αυτή η εξίσωση είναι η εξίσωση Soave και είναι η εξής:

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a\alpha}{V_m(V_m + b)}$$

$$a = \frac{0.427 R^2 T_c^2}{P_c}$$

$$b = \frac{0.08664 RT_c}{P_c}$$

$$\alpha = \left(1 + \left(0.48508 + 1.55171\omega - 0.15613\omega^2\right) \left(1 - T_r^{0.5}\right)\right)^2$$

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω, αντιλαμβανόμαστε ότι ένα πολύ καλό ψυκτικό μέσο για να χρησιμοποιείται στα ψυκτικά κυκλώματα είναι το R134a το οποίο προσφέρει σταθερότητα, ικανοποιητικό βαθμό απόδοσης και είναι φιλικό με το περιβάλλον.

Εάν χρειαζόμαστε καλύτερη απόδοση ή έχουμε μεγαλύτερο ψυκτικό κύκλωμα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα R22 ή R1270 που έχουν και τις υψηλότερες τιμές στο συντελεστή συμπεριφοράς απο τα υπόλοιπα.

Το R12 και το R290 παρουσιάζουν μία ενδιάμεση κατάσταση των παρα πάνω παραμέτρων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αντίστοιχες εγκαταστάσεις, αν και το R12 έχει πλέον αποσυρθεί από το χώρο.

Τα R600 και R600a σύμφωνα με τα διαγράμματα δεν ενδείκνυνται να χρησιμοποιηθούν σε κάποια εγκατάσταση αφού υπάρχουν τα υπόλοιπα που τα καλύπτουν σε απόδοση σε μεγαλύτερο εύρος.

Ανάλυση Πτυχιακής Εργασίας

➤ Μέρος 1. Χαρακτηριστικές τιμές ψυκτικού μέσου

Ξεκινάμε με το πρόγραμμα Mathcad στο οποίο αρχικά γράφουμε τα χαρακτηριστικά του ψυκτικού μέσου, για την ανάλυση της εργασίας θα χρησιμοποιηθεί το ψυκτικό R22 ως παράδειγμα.

R22

$$T_c := 369.2 \quad P_c := 49.7 \quad \omega := 0.2208 \quad MB := 86.48 \quad \tilde{R} := 83.14$$

$$T_o := 273.15 \quad H_o := 200 \quad S_o := 1$$

$$V\alpha(T) := R \cdot T$$

T_c =κρίσιμη θερμοκρασία (K)

P_c = κρίσιμη πίεση (bar)

ω =συντελεστής εκκεντρότητας

MB =μοριακό βάρος (g/mol)

R =παγκόσμια σταθερά αερίων [J/(K*mol)]

T_o, H_o και S_o = αρχικές τιμές για να λειτουργήσει το πρόγραμμα

Επίσης με δεδομένα απο βιβλιογραφία έχουμε κάποιους συντελεστές για τον υπολογισμό των C_p και V_p , οι οποίοι χρησιμεύουν στα αντίστοιχα πολυώνυμα.

$$C_p := \begin{pmatrix} 17.30 \\ 1.618 \cdot 10^{-1} \\ -1.170 \cdot 10^{-4} \\ 3.058 \cdot 10^{-8} \end{pmatrix} \quad V_p := \begin{pmatrix} -6.99913 \\ 1.23014 \\ -2.49377 \\ -2.21052 \end{pmatrix}$$

$$C_p(T) := C_{p_0} + C_{p_1} \cdot T + C_{p_2} \cdot T^2 + C_{p_3} \cdot T^3$$

$$\tilde{J}(T) := \left[1 - \left(1 - \frac{T}{T_c} \right) \right]^1 \cdot \left[V_{p_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_c} \right) + V_{p_1} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_c} \right)^{1.5} + V_{p_2} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_c} \right)^3 + V_{p_3} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_c} \right)^6 \right]$$

$$P_s(T) := P_c \cdot e^{J(T)}$$

- “Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΨΥΞΗΣ”
(Γιώργος Κ. Αλέξης)
- ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ
(Εργασία 1 – Θέρμανση Ψύξη Κλιματισμός)
- http://www.cres.gr/kape/education/ODHGOS_PSIKSIS.pdf
- <http://www.chem.mtu.edu/~tbco/cm3450/McadBasics.pdf>
- <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%8D%CE%BB%CE%B7:%CE%9A%CF%8D%CF%81%CE%B9%CE%B1>
- <http://www.wikipedia.org/>
- “The properties of gases & liquids”
R.C. Reid
J.M. Prausnitz
B.E. Poling

Το Vp χρησιμεύει στο να βρούμε την τάση ατμών Ps ως προς τη θερμοκρασία και οι τύποι J(T) και Ps(T) δίδονται απο βιβλιογραφία.

➤ Μέρος 2. Υπολογισμός λανθάνουσας θερμότητας

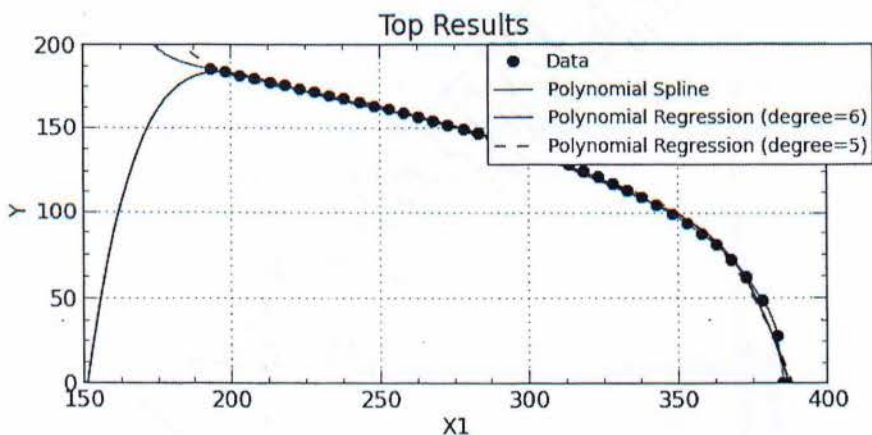
Στη συνέχεια επιλέγουμε έναν τύπο, ένα πολυώνυμο 5^{ου} βαθμού συγκεκριμένα, με το οποίο δίνοντας εμείς κάποια θερμοκρασία να μας δίνει αυτό τη λανθάνουσα θερμότητα του ψυκτικού της αυτής θερμοκρασίας.

Ως λανθάνουσα θερμότητα ορίζεται το ποσό της θερμικής ενέργειας που απορροφάται ή εκλύεται όταν μια ουσία αλλάζει κατάσταση.

Για να βρεθεί το πολυώνυμο λανθάνουσας θερμότητας χρειαζόμαστε πολλά σημεία αντιστοίχισης της θερμοκρασίας με τη λανθάνουσα θερμότητα ώστε να χαράξουμε την καμπύλη και να βρούμε το πολυώνυμο που την χαρακτηρίζει.

Για να το κάνουμε αυτό χρησιμοποιούμε 2 διαφορετικά προγράμματα, το Coolpack για να πάρουμε δεδομένα σημεία, αντιστοιχίες θερμοκρασίας και λανθάνουσας θερμότητας, και το CurveExpert στο οποίο εισάγουμε τα σημεία και αυτό μας χαράσει την καμπύλη.

Το ίδιο πρόγραμμα προσφέρει την επιλογή να μας υπολογίσει και το πολυώνυμο του βαθμού που χρειαζόμαστε και να μας δώσει τους συντελεστές με βαθμό συσχέτισης πάνω απο 99.7%.



```

1 x Messages
Final Result [Linear Regressions/Polynomial Regression (degree=5)]:
Equation      : a + b*x + c*x^2 + ...
a = 1.037582592102023E+04
b = -1.922849115217078E+02
c = 1.439563068228001E+00
d = -5.339642914639500E-03
e = 9.799839725207523E-06
f = -7.129289775579116E-09
Standard Error : 3.375808982661829E+00
Correlation Coefficient : 9.975454049289294E-01
Run time      : 0.0040 seconds
  
```

Σχήμα 3. Το πολυώνυμο λανθάνουσας θερμότητας με το Curve Expert

Έτσι έχουμε τους συντελεστές για το πολυώνυμο της λανθάνουσας θερμότητας:

$$L_p := \begin{pmatrix} 5.3000320309751330^3 \\ -1.0848872513312810^2 \\ 9.2270229408930830^{-1} \\ -3.8627772765580940^{-3} \\ 7.9376582189497230^{-6} \\ -6.4261706022751470^{-9} \end{pmatrix}$$

$$L_{xx}(T) := L_{p_0} + L_{p_1} \cdot T + L_{p_2} \cdot T^2 + L_{p_3} \cdot T^3 + L_{p_4} \cdot T^4 + L_{p_5} \cdot T^5$$

➤ Μέρος 3. Εξίσωση Soave

Στη συνέχεια εισάγουμε στο πρόγραμμα την εξίσωση του Soave όπως επίσης και ορισμένες δεδομένες εξισώσεις που χρησιμοποιούνται παρα κάτω στο πρόγραμμα για της εύρεση της ενθαλπίας και εντροπίας για την κάθε φάση λειτουργίας του ψυκτικού κύκλου.

$$m := 0.48 + 1.574\omega - 0.176\omega^2$$

$$a(T) := 0.42748 \frac{R^2 \cdot T_c^2}{P_c} \left[1 + m \left(1 - \sqrt{\frac{T}{T_c}} \right) \right]^2 \quad b := 0.08664 \frac{R \cdot T_c}{P_c}$$

$$P(T, V) := \frac{R \cdot T}{V - b} - \frac{a(T)}{V \cdot (V + b)}$$

$$A(T, P) := 0.42748 \frac{P \cdot T_c^2}{P_c \cdot T} \left[1 + m \left(1 - \sqrt{\frac{T}{T_c}} \right) \right]^2 \quad B(T, P) := 0.08664 \frac{T_c}{T} \frac{P}{P_c}$$

$$DS(T, P, Z) := -R \cdot \ln \left(\frac{Z - B(T, P)}{Z} \right) - R \cdot \ln \left(\frac{Z}{P} \right) - 0.42748 R^2 \cdot \frac{T_c}{P_c \cdot b} \left[1 + m \left(1 - \sqrt{\frac{T}{T_c}} \right) \right] \cdot \frac{m}{\sqrt{\frac{T}{T_c}}} \cdot \ln \left(\frac{Z}{Z + B(T, P)} \right)$$

$$DH(T, P, Z) := \frac{-a(T)}{b} \cdot \ln \left(\frac{Z}{Z + B(T, P)} \right) - 0.42748 R^2 \cdot \frac{T_c}{P_c \cdot b} \left[1 + m \left(1 - \sqrt{\frac{T}{T_c}} \right) \right] \cdot \frac{m}{\sqrt{\frac{T}{T_c}}} \cdot \ln \left(\frac{Z}{Z + B(T, P)} \right) - R \cdot T \cdot$$

$$H(T, P, Z) := H_0 + \frac{\int_{T_0}^T C_p(T) dT}{MB} - \frac{DH(T, P, Z)}{10 \cdot MB}$$

$$S(T, P, Z) := S_0 + \frac{\int_{T_0}^T \frac{C_p(T)}{T} dT}{MB} - \frac{DS(T, P, Z)}{10 \cdot MB}$$

➤ Μέρος 4. Δεδομένα προγράμματος

Έπειτα εισάγονται στο πρόγραμμα τα δεδομένα (DATA) τα οποία είναι ο ισεντροπικός βαθμός απόδοσης (η) του συμπιεστή, η θερμοκρασία ατμοποίησης (t_c) και η θερμοκρασία συμπύκνωσης (t_e) σύμφωνα με τις οποίες θα τρέχει το πρόγραμμα και θα δίνει τα αποτελέσματα. Οι θερμοκρασίες αυτές μπορούν να αλλαχθούν για να έχουμε διαφορετικά τελικά αποτελέσματα.

DATA

$$\eta := 0.80$$

$$t_c := 30 \quad T_c := 273.15 + t_c$$

$$t_e := -5 \quad T_e := 273.15 + t_e$$

Ός άμεσα αποτελέσματα έχουμε την πίεση συμπύκνωσης (P_c) και την πίεση ατμοποίησης (P_e) οι οποίες δίδονται απο την εξίσωση τάσης ατμών.

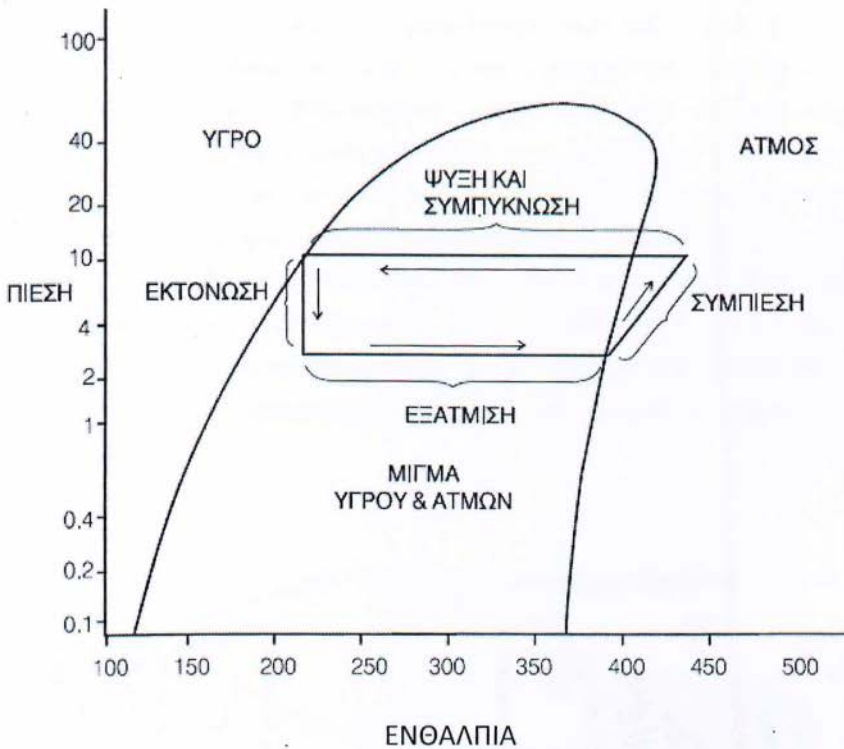
$$P_c := P_s(T_c) \quad P_c = 11.87922$$

$$P_e := P_s(T_e) \quad P_e = 4.20733$$

Τέλος αρχίζουμε να γράφουμε τον κώδικα για να βρούμε τα αποτελέσματα (T , P , H , S) σε κάθε σημείο της διαδικασίας του ψυκτικού κύκλου.

Πάρα κάτω ακολουθεί μια εξήγηση για το τι σημαίνει το κάθε σημείο του κύκλου.

➤ Μέρος 5. Εισαγωγή στον ψυκτικό κύκλο



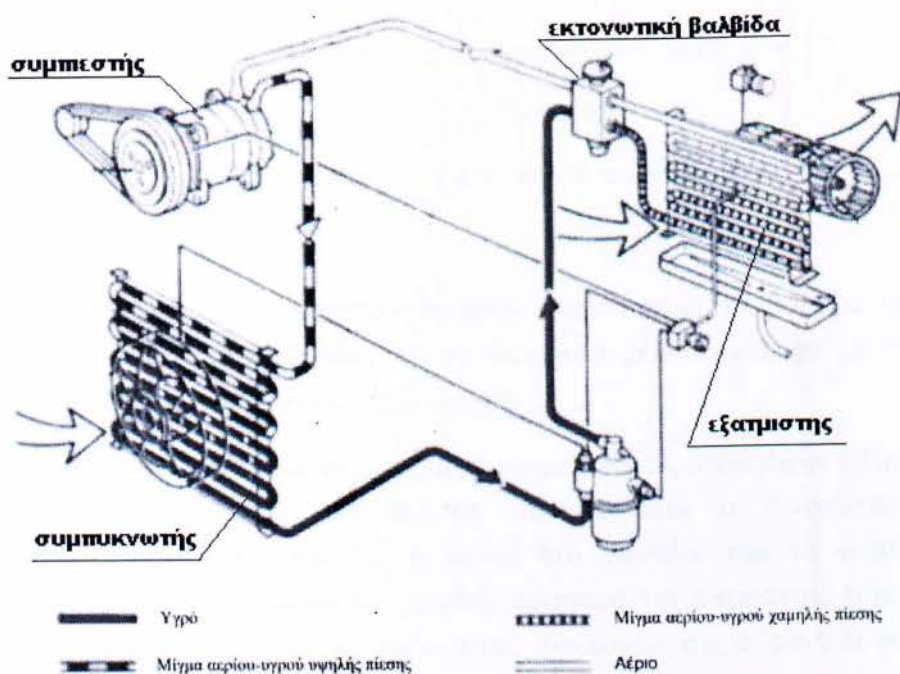
Σχήμα 4. Ψυκτικός κύκλος συμπίεσης ατμών σε διάγραμμα πίεσης-ενθαλπίας.

Το ψυκτικό μέσο μπαίνει στον συμπιεστή με χαμηλή πίεση και σε μία θερμοκρασία μερικών βαθμών υψηλότερη από το σημείο ατμοποίησης στην ίδια πίεση. Αυτή η διαφορά θερμοκρασίας είναι πολύ σημαντική για την λειτουργική απόδοση των συστημάτων.

Μέσα στον συμπιεστή το ψυκτικό αέριο αυξάνει τόσο τη θερμοκρασία όσο και τη πίεση του. Για τον ίδιο βαθμό συμπίεσης ένας λιγότερο αποδοτικός συμπιεστής θα χρησιμοποιήσει περισσότερη ισχύ και θα παρέχει θερμότερο αέριο. Το αέριο από τον συμπιεστή πηγαίνει στον συμπυκνωτή. Το αέριο πρώτα κρυώνει από την θερμοκρασία

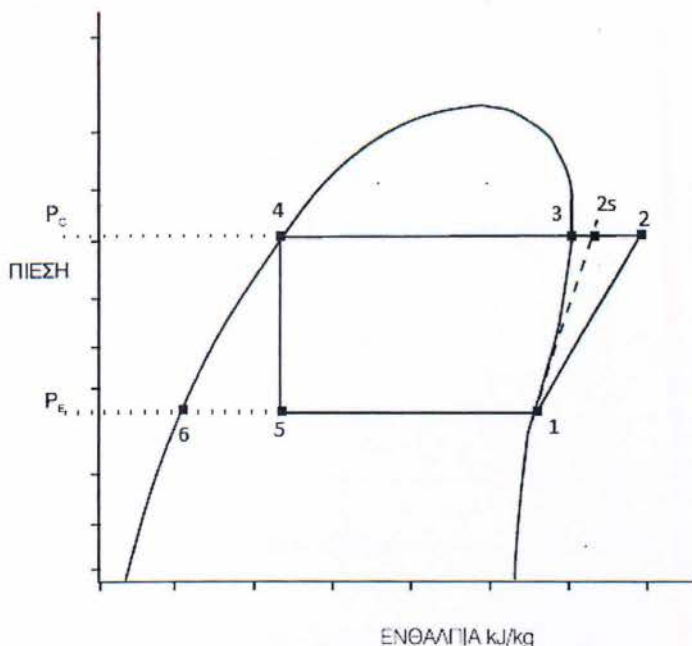
κατάθλιψη του συμπιεστή στην θερμοκρασία κορεσμού συμπύκνωσης αποδίδοντας την αισθητή θερμότητα.

Το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας που μεταφέρεται (λανθάνουσα θερμότητα) στον συμπυκνωτή εμφανίζεται όταν το ψυκτικό μέσο μετατρέπεται από αέριο σε υγρό. Το υγρό μπορεί στη συνέχεια να "υποψυχθεί" σε μία θερμοκρασία κάτω από την θερμοκρασία συμπύκνωσης. Συνήθως η υπόψυξη μέσα στον συμπυκνωτή είναι μόνο μερικούς βαθμούς. Όταν το υγρό ψυκτικό μέσο περνά από την ψηλή στη χαμηλή πίεση μέρος από το υγρό σχηματίζει ένα μίγμα από υγρό και ατμό χαμηλής θερμοκρασίας. Συνεχίζοντας το μηχανικό ανάλογο με το κύκλωμα ατμού ο ατμοποιητής είναι ο λέβητας όπου το υγρό ψυκτικό μέσο ατμοποιείται σε σταθερή θερμοκρασία. Ο ψυκτικός ατμός επιστρέφει τότε στον αναροφητικό συμπιεστή και έτσι ολοκληρώνεται το κύκλωμα.



Σχήμα 5. Αναλυτικό κύκλωμα ψυκτικών γραμμών

Μέρος 6. Υπολογισμοί σε κάθε σημείο του κύκλου



Σχήμα 6. Διάγραμμα (p-h) ψυκτικού κύκλου

Αυτό που μας ενδιαφέρει στο κάθε σημείο είναι να βρούμε τον συντελεστή συμπίεσότητας (Z) του ψυκτικού μέσου ανάλογα με την κατάσταση που βρίσκεται, αέριο ή υγρό.

Εάν το σημείο βρίσκεται προς τη μεριά του ατμού, δεξιά όπως είδαμε στην καμπάνα του διαγράμματος mollier, τότε ο συντελεστής συμπίεσότητας θα κυμαίνεται κοντά στη μονάδα, εάν το σημείο βρίσκεται προς τη μεριά του υγρού, αριστερά της καμπάνας, τότε ο συντελεστής θα τείνει να μηδενιστεί. Τονίζουμε ότι ο συντελεστής συμπίεσότητας υπάρχει μόνο για σημεία που βρίσκονται πάνω στην γραμμή κορεσμού.

- Σημείο 1

T1 := Te

P1 := Pe

$$Z := \begin{pmatrix} -A(T1, P1) \cdot B(T1, P1) \\ A(T1, P1) - B(T1, P1) - B(T1, P1)^2 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{polyroots}(Z) = \begin{pmatrix} 0.01399 \\ 0.06782 \\ 0.91819 \end{pmatrix}$$

Z1 := polyroots(Z)₂

H1 := H(T1, P1, Z1) H1 = 327.58691

S1 := S(T1, P1, Z1) S1 = 2.45166

Χρησιμοποιούμε τη κυβική εξίσωση για την εύρεση του συντελεστή συμπίεσότητας Z, και έχουμε ως δεδομένα ότι η πίεση και η θερμοκρασία είναι ίση με του εξατμιστή, δηλαδή Te και Pe. Με την εντολή polyroots το πρόγραμμα Mathcad μας δίνει τις 3 ρίζες του συντελεστή, εμείς για το σημείο 1 παίρνουμε αυτή κοντά της μονάδας **γιατί βρισκόμαστε στο δεξί μέρος της καμπάνας.**

Έπειτα βρίσκουμε την ενθαλπία και την εντροπία στο σημείο 1 με τη χρήση των πάρα πάνω τύπων του μέρους 3.

• Σημείο 2s

$$P_{2s} := P_c$$

$$S_{2s} := S_1$$

$$T_c := 300 \quad Z := 0.5$$

Given

$$P_{2s} = \frac{R \cdot T}{\frac{R \cdot T \cdot Z}{P_{2s}} - b} - a \cdot \frac{\left[1 + m \left(1 - \sqrt{\frac{T}{T_c}} \right) \right]^2}{\frac{R \cdot T \cdot Z}{P_{2s}} \cdot \left(\frac{R \cdot T \cdot Z}{P_{2s}} + b \right)}$$

$$S_{2s} = 2.61601 + \frac{\int_{T_0}^T \frac{C_p(T)}{T} dT}{\text{MB}} - \frac{\left[-R \cdot \ln \left(\frac{Z - 0.08664 \frac{T_c}{T} \frac{P_{2s}}{P_c}}{Z} \right) - R \cdot \ln \left(\frac{Z}{P_{2s}} \right) - 0.42748 R^2 \cdot \frac{T_c}{P_c \cdot b} \cdot \left[1 + m \left(1 - \sqrt{\frac{T}{T_c}} \right) \right] \right]}{10 \cdot \text{MB}}$$

$$\left(T_{2s} \right) := \text{Find}(T, Z) \quad T_{2s} = 356.70062 \quad Z_{2s} = 0.92338$$

$$H_{2s} := H(T_{2s}, P_{2s}, Z_{2s}) \quad H_{2s} = 383.63763$$

$$S_{2s} = 2.45166$$

Στο σημείο 2s είναι ισηντροπική μεταβολή οπότε παίρνουμε ως δεδομένο ότι η εντροπία είναι ίση με το σημείο 1.

Η πίεση είναι η πίεση συμπίκνωσης.

Με την εντολή Given το πρόγραμμα Mathcad φτιάχνει ένα σύστημα στην προκειμένη περίπτωση 2 εξισώσεων για 2 γνωστούς και 2 άγνωστους αριθμούς.

Τις εξισώσεις πίεσης και εντροπίας οι οποίοι είναι οι γνωστοί αριθμοί, και ψάχνουμε για τη θερμοκρασία (T) στο σημείο 2 και για τον συντελεστή συμπίεσιμότητας (Z)

Με την εντολή Find εκτελεί το σύστημα και μας δίνει το αποτέλεσμα των 2 αγνώστων που του ζητάμε.

Με δεδομένη θερμοκρασία, εντροπία και συντελεστή συμπίεσότητας μπορούμε εύκολα να βρούμε την ενθαλπία στο σημείο 2s

• Σημείο 2

$$H2 := \frac{\eta \cdot H1 - H1 + H2s}{\eta} \quad H2 = 397.65031$$

$$P2 := Pc$$

$$S2 := S1$$

$$T_w := 300 \quad Z_w := 0.5$$

Given

$$P2 = \frac{R \cdot T}{\frac{R \cdot T \cdot Z}{P2} - b} - a \cdot \frac{\left[1 + m \left(1 - \sqrt{\frac{T}{Tc}} \right) \right]^2}{\frac{R \cdot T \cdot Z}{P2} \cdot \left(\frac{R \cdot T \cdot Z}{P2} + b \right)}$$

$$S2 = 2.61601 + \int_{T_o}^T \frac{Cp(T)}{T} dT - \left[-R \cdot \ln \left(\frac{Z - 0.08664 \frac{Tc}{Pc} \frac{P2}{H1} - \frac{H2s}{H1}}{Z} \right) - R \cdot \ln \left(\frac{Z}{P2} \right) - 0.42748 R^2 \cdot \frac{Tc}{Pc \cdot b} \left[1 + m \left(1 - \sqrt{\frac{T}{Tc}} \right) \right] \right]$$

MB 10-MB

$$\begin{pmatrix} T2 \\ Z2 \end{pmatrix} := \text{Find}(T, Z) \quad T2 = 356.70062 \quad Z2 = 0.92338$$

$$S2 := S(T2, P2, Z2) \quad S2 = 2.53601$$

Στο σημείο 2 χρησιμοποιούμε τον ισηντροπικό βαθμό απόδοσης για να βρούμε την ενθαλπία απο τον τύπο

Έπειτα έχουμε ως δεδομένο ότι η πίεση στο σημείο 2 είναι ίση με την πίεση συμπύκνωσης P_c και θεωρούμε έστω ότι και στο σημείο 2 η εντροπία είναι ίση με το σημείο 1 ($S_2=S_1$) για να φτιάξουμε ένα σύστημα 2 εξισώσεων με 2 αγνώστους, τη θερμοκρασία (T) και την συμπιεστότητα (Z)

Πάλι με την εντολή Given δίνω το σύστημα των 2 εξισώσεων και με την εντολή Find ορίζω ως προς ποιούς αγνώστους θέλω να λυθεί το σύστημα, έτσι όταν βρώ τη θερμοκρασία και τη συμπιεστότητα, μπορώ να τα βάλω στην εξίσωση της εντροπίας και να έχω το αποτέλεσμα της πραγματικής εντροπίας στο σημείο 2.

- Σημείο 3

Το σημείο 3 γίνεται ακριβώς όπως και το σημείο 1

$$T3 := T_c$$

$$P3 := P_c$$

$$Z_w := \begin{pmatrix} -A(T3, P3) \cdot B(T3, P3) \\ A(T3, P3) - B(T3, P3) - B(T3, P3)^2 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{polyroots}(Z) = \begin{pmatrix} 0.03963 \\ 0.13575 \\ 0.82461 \end{pmatrix}$$

$$Z3 := \text{polyroots}(Z)_2$$

$$H3 := H(T3, P3, Z3)$$

$$H3 = 343.34156$$

$$S3 := S(T3, P3, Z3)$$

$$S3 = 2.40879$$

- Σημείο 4

Στο σημείο 4 έχουμε πίεση και θερμοκρασία συμπύκνωσης και μπορούμε να βρούμε την ενθαλπία και εντροπία ως εξής:

$$T4 := Tc$$

$$P4 := Pc$$

$$H4 := H3 - I(T4)$$

$$H4 = 164.85071$$

$$S4 := S3 - \frac{I(T4)}{T4}$$

$$S4 = 1.82001$$

Αυτό γιατί μέσα στον συμπυκνωτή το ψυκτικό μέσο κρατάει τη θερμοκρασία και πίεση συμπύκνωσης αλλά η ενθαλπία και η εντροπία του αλλάζουν γιατί υπάρχει η λανθάνουσα θερμότητα που απορροφάται ώστε να περάσει στην υγρή κατάσταση και έτσι το ψυκτικό μέσο απορροφάει θερμότητα απο τον προς ψύξη χώρο.

- Σημείο 5

Το σημείο 5 είναι ισενθαλπική μεταβολή και αρα έχει ίση ενθαλπία με το σημείο 4, επίσης βρίσκεται μέσα στην καμπάνα του διαγράμματος mollier, αυτό σημαίνει οτι το ψυκτικό μέσο είναι μίγμα υγρού και αερίου οπότε ο μόνος τρόπος να βρούμε το βαθμό συμπίεσότητας είναι να δημιουργήσουμε ενα ακόμη βοηθητικό σημείο, το σημείο 6 το οποίο βρίσκεται στην ίδια πίεση και θερμοκρασία με το σημείο 5 αλλά βρίσκεται πάνω στην αριστερή μεριά της καμπάνας.

Βοηθητικό σημείο 6

T6 := Te

P6 := Pe

$$Z := \begin{pmatrix} -A(T6, P6) \cdot B(T6, P6) \\ A(T6, P6) - B(T6, P6) - B(T6, P6)^2 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{polyroots}(Z) = \begin{pmatrix} 0.01399 \\ 0.06782 \\ 0.91819 \end{pmatrix}$$

Z6 := polyroots(Z)₀

H6 := H(T6, P6, Z6)

H6 = 210.73293

S6 := S(T6, P6, Z6)

S6 = 1.65534

Έτσι έχοντας και το σημείο 1 στην ίδια πίεση και θερμοκρασία με το σημείο 5 και να βρίσκεται στη δεξιά μεριά πάνω στην καμπάνα, μπορούμε να βρούμε μια ποιότητα (X) με την οποία θα υπολογίσουμε την εντροπία στο σημείο 5.

$$H5 := H4$$

$$P5 := P_e$$

$$T5 := T_e$$

$$X5 := \frac{H5 - H6}{H1 - H6} \quad X5 = -0.39265$$

$$S5 := X5 \cdot S1 + (1 - X5) \cdot S6 \quad S5 = 1.34267$$

$$H5 = 164.85071$$

$$T_w := 30 \text{C} \quad Z := 0.5$$

Given

$$P5 = \frac{R \cdot T}{\frac{R \cdot T \cdot Z}{P5} - b} - a \cdot \frac{\left[1 + m \left(1 - \sqrt{\frac{T}{T_e}} \right) \right]^2}{\frac{R \cdot T \cdot Z}{P5} \left(\frac{R \cdot T \cdot Z}{P5} + b \right)}$$

$$S5 = 2.61601 + \frac{\int_{T_0}^T \frac{Cp(T)}{T} dT}{\text{MB}} - \frac{\left[-R \cdot \ln \left(\frac{Z - 0.08664 \frac{T_e}{T} \frac{P5}{P_e}}{Z} \right) - R \cdot \ln \left(\frac{Z}{P5} \right) - 0.42748 R^2 \frac{T_e}{P_e \cdot b} \left[1 + m \left(1 - \sqrt{\frac{T}{T_e}} \right) \right] \right]}{10 \cdot \text{MB}}$$

$$\begin{pmatrix} T5 \\ Z5 \end{pmatrix} := \text{Find}(T, Z) \quad T5 = 178.02196 \quad Z5 = 0.75114$$

$$H5 = 164.85071 \quad S5 = 1.34267$$

Το σημείο 5 έχει θερμοκρασία ατμοποίησης (T_e) και πίεση ατμοποίησης (P_e) όπως επίσης και ενθαλπία ίση με το σημείο 4 ($H_5=H_4$).

Έτσι βρίσκουμε την ποιότητα X στη σημείο 5 με τη βοήθεια των ενθαλπιών και μετά υπολογίζουμε και την εντροπία με τύπο βασισμένο στην ποιότητα.

Τέλος χρησιμοποιούμε πάλι σύστημα 2 εξισώσεων για να βρούμε το βαθμό συμπιεστότητας.

- Τελικά αποτελέσματα

Μετά το πρόγραμμα μας δίνει όλα τα τελικά αποτελέσματα απο όλα τα σημεία

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 4.20733 & 327.58691 & 2.45166 \\ 356.70062 & 83.55062 & 11.87922 & 397.65031 & 2.53601 \\ 356.70062 & 83.55062 & 11.87922 & 383.63763 & 2.45166 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 343.34156 & 2.40879 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 164.85071 & 1.82001 \\ 178.02196 & -95.12804 & 4.20733 & 164.85071 & 1.34267 \end{pmatrix}$$

- Συντελεστές συμπεριφοράς

Υπολογίζουμε επίσης και το συντελεστή συμπεριφοράς του ψυκτικού κύκλου για τις θερμοκρασίες ατμοποίησης (t_e) και συμπύκνωσης (t_c) που είχαμε δώσει αρχικά όπως επίσης και το συντελεστή συμπεριφορά του κύκλου Carnot καθώς και το λόγο των 2 συντελεστών συμπεριφοράς.

$$Q_e := H1 - H4 = 162.7362$$

$$W_s := H2 - H1 = 70.06341$$

$$\text{COP} := \frac{Q_e}{W_s} \quad \text{COP} = 2.3227$$

$$\text{COP}_c := \frac{T_e}{T_c - T_e} \quad \text{COP}_c = 7.66143$$

$$\varepsilon_{ww} := \frac{\text{COP}}{\text{COP}_c}$$

$$\varepsilon = 0.30317$$

$$\text{COP} = 2.3227$$

$$\text{COP}_c = 7.66143$$

Αποτελέσματα για το κάθε ψυκτικό μέσο

Για το κάθε ψυκτικό μέσο πάρθηκαν μετρήσεις για συνδιασμό των εξής θερμοκρασιών:

Ατμοποίησης (T_e) : -5, -10, -15, -20 και -25°C

Συμπύκνωσης (T_c) : 25, 30, 35, 40 και 45°C

1. R12

$T_c=25^\circ\text{C}$ $T_e=-5^\circ\text{C}$

RESULTS:=

T1	T1 - 273.15	P1	H1	S1
T2	T2 - 273.15	P2	H2	S2
T2s	T2s - 273.15	P2s	H2s	S2s
T3	T3 - 273.15	P3	H3	S3
T4	T4 - 273.15	P4	H4	S4
T5	T5 - 273.15	P5	H5	S5

RESULTS=

268.15	-5	2.6221	329.47041	2.53064
345.35941	72.20941	6.53537	386.44084	2.61907
345.35941	72.20941	6.53537	375.04675	2.53064
298.15	25	6.53537	344.0924	2.52066
298.15	25	6.53537	207.77408	2.06344
186.7973	-86.3527	2.6221	207.77408	1.70651

$$\varepsilon = 0.23899$$

$$\text{COP} = 2.13613$$

$$\text{COP}_c = 8.93833$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 2.6221 & 329.47041 & 2.53064 \\ 346.91938 & 73.76938 & 7.46691 & 387.00684 & 2.61123 \\ 346.91938 & 73.76938 & 7.46691 & 375.49955 & 2.53064 \\ 303.15 & 30 & 7.46691 & 346.4101 & 2.5194 \\ 303.15 & 30 & 7.46691 & 213.10696 & 2.07967 \\ 191.29412 & -81.85588 & 2.6221 & 213.10696 & 1.74262 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.26398$$

$$\text{COP} = 2.02243$$

$$\text{COPc} = 7.66143$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 2.6221 & 329.47041 & 2.53064 \\ 348.7886 & 75.6386 & 8.49263 & 387.75006 & 2.60411 \\ 348.7886 & 75.6386 & 8.49263 & 376.09413 & 2.53064 \\ 308.15 & 35 & 8.49263 & 348.68131 & 2.51817 \\ 308.15 & 35 & 8.49263 & 218.35108 & 2.09522 \\ 195.97729 & -77.17271 & 2.6221 & 218.35108 & 1.77814 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28442$$

$$\text{COP} = 1.90666$$

$$\text{COPc} = 6.70375$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 2.6221 & 329.47041 & 2.53064 \\ 350.93183 & 77.78183 & 9.61827 & 388.63829 & 2.59761 \\ 350.93183 & 77.78183 & 9.61827 & 376.80472 & 2.53064 \\ 313.15 & 40 & 9.61827 & 350.90007 & 2.51693 \\ 313.15 & 40 & 9.61827 & 223.51486 & 2.11015 \\ 200.84884 & -72.30116 & 2.6221 & 223.51486 & 1.8131 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30052$$

$$\text{COP} = 1.79076$$

$$\text{COP}_c = 5.95889$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 2.6221 & 329.47041 & 2.53064 \\ 353.31994 & 80.16994 & 10.84982 & 389.64356 & 2.59163 \\ 353.31994 & 80.16994 & 10.84982 & 377.60893 & 2.53064 \\ 318.15 & 45 & 10.84982 & 353.05958 & 2.51566 \\ 318.15 & 45 & 10.84982 & 228.62359 & 2.12454 \\ 205.92626 & -67.22374 & 2.6221 & 228.62359 & 1.8477 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.3125$$

$$\text{COP} = 1.67594$$

$$\text{COP}_c = 5.363$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 2.20169 & 326.94989 & 2.53301 \\ 346.32543 & 73.17543 & 6.53537 & 387.86204 & 2.62092 \\ 346.32543 & 73.17543 & 6.53537 & 375.67961 & 2.53301 \\ 298.15 & 25 & 6.53537 & 344.0924 & 2.52066 \\ 298.15 & 25 & 6.53537 & 207.77408 & 2.06344 \\ 191.97738 & -81.17262 & 2.20169 & 207.77408 & 1.70554 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.26022$$

$$\text{COP} = 1.95652$$

$$\text{COP}_c = 7.51857$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 2.20169 & 326.94989 & 2.53301 \\ 347.89926 & 74.74926 & 7.46691 & 388.44462 & 2.61312 \\ 347.89926 & 74.74926 & 7.46691 & 376.14567 & 2.53301 \\ 303.15 & 30 & 7.46691 & 346.4101 & 2.5194 \\ 303.15 & 30 & 7.46691 & 213.10696 & 2.07967 \\ 196.86256 & -76.28744 & 2.20169 & 213.10696 & 1.74257 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.2814$$

$$\text{COP} = 1.85126$$

$$\text{COP}_c = 6.57875$$

$$T_c = 35^\circ\text{C} \quad T_e = -10^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS} := \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 2.20169 & 326.94989 & 2.53301 \\ 349.78065 & 76.63065 & 8.49263 & 389.20398 & 2.60604 \\ 349.78065 & 76.63065 & 8.49263 & 376.75316 & 2.53301 \\ 308.15 & 35 & 8.49263 & 348.68131 & 2.51817 \\ 308.15 & 35 & 8.49263 & 218.35108 & 2.09522 \\ 201.91501 & -71.23499 & 2.20169 & 218.35108 & 1.77898 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.29831$$

$$\text{COP} = 1.74444$$

$$\text{COP}_c = 5.84778$$

$$T_c = 40^\circ\text{C} \quad T_e = -10^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS} := \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 2.20169 & 326.94989 & 2.53301 \\ 351.93429 & 78.78429 & 9.61827 & 390.10792 & 2.59956 \\ 351.93429 & 78.78429 & 9.61827 & 377.47631 & 2.53301 \\ 313.15 & 40 & 9.61827 & 350.90007 & 2.51693 \\ 313.15 & 40 & 9.61827 & 223.51486 & 2.11015 \\ 207.13887 & -66.01113 & 2.20169 & 223.51486 & 1.81484 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.31118$$

$$\text{COP} = 1.63772$$

$$\text{COP}_c = 5.263$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 2.20169 & 326.94989 & 2.53301 \\ 354.33097 & 81.18097 & 10.84982 & 391.12843 & 2.59361 \\ 354.33097 & 81.18097 & 10.84982 & 378.29273 & 2.53301 \\ 318.15 & 45 & 10.84982 & 353.05958 & 2.51566 \\ 318.15 & 45 & 10.84982 & 228.62359 & 2.12454 \\ 212.55431 & -60.59569 & 2.20169 & 228.62359 & 1.85031 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32021$$

$$\text{COP} = 1.53207$$

$$\text{COPc} = 4.78455$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 1.83462 & 324.4143 & 2.53568 \\ 347.41614 & 74.26614 & 6.53537 & 389.38993 & 2.62301 \\ 347.41614 & 74.26614 & 6.53537 & 376.3948 & 2.53568 \\ 298.15 & 25 & 6.53537 & 344.0924 & 2.52066 \\ 298.15 & 25 & 6.53537 & 207.77408 & 2.06344 \\ 198.96209 & -74.18791 & 1.83462 & 207.77408 & 1.70497 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.27815$$

$$\text{COP} = 1.79514$$

$$\text{COPc} = 6.45375$$

$$T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=}$$

258.15	-15	1.83462	324.4143	2.53568
349.00568	75.85568	7.46691	389.99125	2.61525
349.00568	75.85568	7.46691	376.87586	2.53568
303.15	30	7.46691	346.4101	2.5194
303.15	30	7.46691	213.10696	2.07967
204.18565	-68.96435	1.83462	213.10696	1.74296

$$\varepsilon = 0.29588$$

$$\text{COP} = 1.69735$$

$$\text{COP}_c = 5.73667$$

$$T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=}$$

258.15	-15	1.83462	324.4143	2.53568
350.90089	77.75089	8.49263	390.76886	2.6082
350.90089	77.75089	8.49263	377.49795	2.53568
308.15	35	8.49263	348.68131	2.51817
308.15	35	8.49263	218.35108	2.09522
209.56362	-63.58638	1.83462	218.35108	1.7803

$$\varepsilon = 0.30959$$

$$\text{COP} = 1.59843$$

$$\text{COP}_c = 5.163$$

$$T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 1.83462 & 324.4143 & 2.53568 \\ 353.06639 & 79.91639 & 9.61827 & 391.69055 & 2.60176 \\ 353.06639 & 79.91639 & 9.61827 & 378.2353 & 2.53568 \\ 313.15 & 40 & 9.61827 & 350.90007 & 2.51693 \\ 313.15 & 40 & 9.61827 & 223.51486 & 2.11015 \\ 215.10145 & -58.04855 & 1.83462 & 223.51486 & 1.81708 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.31953$$

$$\text{COP} = 1.49978$$

$$\text{COP}_c = 4.69364$$

$$T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 1.83462 & 324.4143 & 2.53568 \\ 355.47289 & 82.32289 & 10.84982 & 392.72832 & 2.59585 \\ 355.47289 & 82.32289 & 10.84982 & 379.06552 & 2.53568 \\ 318.15 & 45 & 10.84982 & 353.05958 & 2.51566 \\ 318.15 & 45 & 10.84982 & 228.62359 & 2.12454 \\ 220.82121 & -52.32879 & 1.83462 & 228.62359 & 1.85346 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32591$$

$$\text{COP} = 1.40221$$

$$\text{COP}_c = 4.3025$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 1.51631 & 321.8666 & 2.53869 \\ 348.64905 & 75.49905 & 6.53537 & 391.03844 & 2.62537 \\ 348.64905 & 75.49905 & 6.53537 & 377.20407 & 2.53869 \\ 298.15 & 25 & 6.53537 & 344.0924 & 2.52066 \\ 298.15 & 25 & 6.53537 & 207.77408 & 2.06344 \\ 207.72241 & -65.42759 & 1.51631 & 207.77408 & 1.70483 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.2932$$

$$\text{COP} = 1.64941$$

$$\text{COPc} = 5.62556$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 1.51631 & 321.8666 & 2.53869 \\ 350.25644 & 77.10644 & 7.46691 & 391.66098 & 2.61765 \\ 350.25644 & 77.10644 & 7.46691 & 377.7021 & 2.53869 \\ 303.15 & 30 & 7.46691 & 346.4101 & 2.5194 \\ 303.15 & 30 & 7.46691 & 213.10696 & 2.07967 \\ 213.25433 & -59.89567 & 1.51631 & 213.10696 & 1.74381 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30778$$

$$\text{COP} = 1.55829$$

$$\text{COPc} = 5.063$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 1.51631 & 321.8666 & 2.53869 \\ 352.16737 & 79.01737 & 8.49263 & 392.45926 & 2.61064 \\ 352.16737 & 79.01737 & 8.49263 & 378.34072 & 2.53869 \\ 308.15 & 35 & 8.49263 & 348.68131 & 2.51817 \\ 308.15 & 35 & 8.49263 & 218.35108 & 2.09522 \\ 218.93158 & -54.21842 & 1.51631 & 218.35108 & 1.78213 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.31859$$

$$\text{COP} = 1.46638$$

$$\text{COPc} = 4.60273$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 1.51631 & 321.8666 & 2.53869 \\ 354.3464 & 81.1964 & 9.61827 & 393.40104 & 2.60424 \\ 354.3464 & 81.1964 & 9.61827 & 379.09415 & 2.53869 \\ 313.15 & 40 & 9.61827 & 350.90007 & 2.51693 \\ 313.15 & 40 & 9.61827 & 223.51486 & 2.11015 \\ 224.76046 & -48.38954 & 1.51631 & 223.51486 & 1.81987 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32587$$

$$\text{COP} = 1.37489$$

$$\text{COPc} = 4.21917$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 1.51631 & 321.8666 & 2.53869 \\ 356.76416 & 83.61416 & 10.84982 & 394.45835 & 2.59836 \\ 356.76416 & 83.61416 & 10.84982 & 379.94 & 2.53869 \\ 318.15 & 45 & 10.84982 & 353.05958 & 2.51566 \\ 318.15 & 45 & 10.84982 & 228.62359 & 2.12454 \\ 230.76448 & -42.38552 & 1.51631 & 228.62359 & 1.85721 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32981$$

$$\text{COP} = 1.28448$$

$$\text{COP}_c = 3.89462$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 1.24232 & 319.30964 & 2.54207 \\ 350.04319 & 76.89319 & 6.53537 & 392.82288 & 2.62803 \\ 350.04319 & 76.89319 & 6.53537 & 378.12023 & 2.54207 \\ 298.15 & 25 & 6.53537 & 344.0924 & 2.52066 \\ 298.15 & 25 & 6.53537 & 207.77408 & 2.06344 \\ 218.29309 & -54.85691 & 1.24232 & 207.77408 & 1.70515 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30571$$

$$\text{COP} = 1.51722$$

$$\text{COP}_c = 4.963$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 1.24232 & 319.30964 & 2.54207 \\ 351.67085 & 78.52085 & 7.46691 & 393.46946 & 2.62036 \\ 351.67085 & 78.52085 & 7.46691 & 378.6375 & 2.54207 \\ 303.15 & 30 & 7.46691 & 346.4101 & 2.5194 \\ 303.15 & 30 & 7.46691 & 213.10696 & 2.07967 \\ 224.11673 & -49.03327 & 1.24232 & 213.10696 & 1.74516 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.31741$$

$$\text{COP} = 1.43208$$

$$\text{COPc} = 4.51182$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 1.24232 & 319.30964 & 2.54207 \\ 353.59969 & 80.44969 & 8.49263 & 394.29114 & 2.61339 \\ 353.59969 & 80.44969 & 8.49263 & 379.29484 & 2.54207 \\ 308.15 & 35 & 8.49263 & 348.68131 & 2.51817 \\ 308.15 & 35 & 8.49263 & 218.35108 & 2.09522 \\ 230.07891 & -43.07109 & 1.24232 & 218.35108 & 1.78451 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32556$$

$$\text{COP} = 1.34645$$

$$\text{COPc} = 4.13583$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 1.24232 & 319.30964 & 2.54207 \\ 355.79419 & 82.64419 & 9.61827 & 395.25569 & 2.60704 \\ 355.79419 & 82.64419 & 9.61827 & 380.06648 & 2.54207 \\ 313.15 & 40 & 9.61827 & 350.90007 & 2.51693 \\ 313.15 & 40 & 9.61827 & 223.51486 & 2.11015 \\ 236.18654 & -36.96346 & 1.24232 & 223.51486 & 1.82326 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.3304$$

$$\text{COP} = 1.26135$$

$$\text{COPc} = 3.81769$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 1.24232 & 319.30964 & 2.54207 \\ 358.22488 & 85.07488 & 10.84982 & 396.33513 & 2.6012 \\ 358.22488 & 85.07488 & 10.84982 & 380.93003 & 2.54207 \\ 318.15 & 45 & 10.84982 & 353.05958 & 2.51566 \\ 318.15 & 45 & 10.84982 & 228.62359 & 2.12454 \\ 242.46428 & -30.68572 & 1.24232 & 228.62359 & 1.86159 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33212$$

$$\text{COP} = 1.17735$$

$$\text{COPc} = 3.545$$

2. R22

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 4.20733 & 327.58691 & 2.45166 \\ 353.86937 & 80.71937 & 10.40584 & 396.19004 & 2.54543 \\ 353.86937 & 80.71937 & 10.40584 & 382.46942 & 2.45166 \\ 298.15 & 25 & 10.40584 & 341.30329 & 2.41454 \\ 298.15 & 25 & 10.40584 & 158.74113 & 1.80223 \\ 175.0115 & -98.1385 & 4.20733 & 158.74113 & 1.30104 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.27535$$

$$\text{COP} = 2.4612$$

$$\text{COPc} = 8.93833$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 4.20733 & 327.58691 & 2.45166 \\ 356.70062 & 83.55062 & 11.87922 & 397.65031 & 2.53601 \\ 356.70062 & 83.55062 & 11.87922 & 383.63763 & 2.45166 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 343.34156 & 2.40879 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 164.85071 & 1.82001 \\ 178.02196 & -95.12804 & 4.20733 & 164.85071 & 1.34267 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30317$$

$$\text{COP} = 2.3227$$

$$\text{COPc} = 7.66143$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 4.20733 & 327.58691 & 2.45166 \\ 359.83762 & 86.68762 & 13.50139 & 399.29228 & 2.5274 \\ 359.83762 & 86.68762 & 13.50139 & 384.95121 & 2.45166 \\ 308.15 & 35 & 13.50139 & 345.28226 & 2.40301 \\ 308.15 & 35 & 13.50139 & 171.05377 & 1.83761 \\ 181.31793 & -91.83207 & 4.20733 & 171.05377 & 1.38495 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32564$$

$$\text{COP} = 2.183$$

$$\text{COPc} = 6.70375$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 4.20733 & 327.58691 & 2.45166 \\ 363.24195 & 90.09195 & 15.28161 & 401.07879 & 2.51947 \\ 363.24195 & 90.09195 & 15.28161 & 386.38041 & 2.45166 \\ 313.15 & 40 & 15.28161 & 347.11157 & 2.39713 \\ 313.15 & 40 & 15.28161 & 177.45803 & 1.85536 \\ 184.96235 & -88.18765 & 4.20733 & 177.45803 & 1.42859 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.34281$$

$$\text{COP} = 2.0428$$

$$\text{COPc} = 5.95889$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 4.20733 & 327.58691 & 2.45166 \\ 366.8812 & 93.7312 & 17.22956 & 402.97712 & 2.51213 \\ 366.8812 & 93.7312 & 17.22956 & 387.89908 & 2.45166 \\ 318.15 & 45 & 17.22956 & 348.81293 & 2.39106 \\ 318.15 & 45 & 17.22956 & 184.19792 & 1.87365 \\ 189.05111 & -84.09889 & 4.20733 & 184.19792 & 1.47452 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.35464$$

$$\text{COP} = 1.90196$$

$$\text{COPc} = 5.363$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 3.53905 & 325.12486 & 2.4588 \\ 356.52238 & 83.37238 & 10.40584 & 399.25995 & 2.55107 \\ 356.52238 & 83.37238 & 10.40584 & 384.43293 & 2.4588 \\ 298.15 & 25 & 10.40584 & 341.30329 & 2.41454 \\ 298.15 & 25 & 10.40584 & 158.74113 & 1.80223 \\ 176.73732 & -96.41268 & 3.53905 & 158.74113 & 1.29555 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.29851$$

$$\text{COP} = 2.24433$$

$$\text{COPc} = 7.51857$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 3.53905 & 325.12486 & 2.4588 \\ 359.39504 & 86.24504 & 11.87922 & 400.78472 & 2.54177 \\ 359.39504 & 86.24504 & 11.87922 & 385.65275 & 2.4588 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 343.34156 & 2.40879 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 164.85071 & 1.82001 \\ 180.32676 & -92.82324 & 3.53905 & 164.85071 & 1.33826 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.322$$

$$\text{COP} = 2.11835$$

$$\text{COPc} = 6.57875$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 3.53905 & 325.12486 & 2.4588 \\ 362.56825 & 89.41825 & 13.50139 & 402.49018 & 2.53327 \\ 362.56825 & 89.41825 & 13.50139 & 387.01711 & 2.4588 \\ 308.15 & 35 & 13.50139 & 345.28226 & 2.40301 \\ 308.15 & 35 & 13.50139 & 171.05377 & 1.83761 \\ 184.17845 & -88.97155 & 3.53905 & 171.05377 & 1.38163 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.34055$$

$$\text{COP} = 1.99147$$

$$\text{COPc} = 5.84778$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 3.53905 & 325.12486 & 2.4588 \\ 366.00354 & 92.85354 & 15.28161 & 404.33914 & 2.52546 \\ 366.00354 & 92.85354 & 15.28161 & 388.49628 & 2.4588 \\ 313.15 & 40 & 15.28161 & 347.11157 & 2.39713 \\ 313.15 & 40 & 15.28161 & 177.45803 & 1.85536 \\ 188.36385 & -84.78615 & 3.53905 & 177.45803 & 1.4264 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.3542$$

$$\text{COP} = 1.86414$$

$$\text{COPc} = 5.263$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 3.53905 & 325.12486 & 2.4588 \\ 369.6684 & 96.5184 & 17.22956 & 406.29894 & 2.51822 \\ 369.6684 & 96.5184 & 17.22956 & 390.06413 & 2.4588 \\ 318.15 & 45 & 17.22956 & 348.81293 & 2.39106 \\ 318.15 & 45 & 17.22956 & 184.19792 & 1.87365 \\ 192.98768 & -80.16232 & 3.53905 & 184.19792 & 1.47353 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.36286$$

$$\text{COP} = 1.73611$$

$$\text{COPc} = 4.78455$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 2.95469 & 322.62908 & 2.46637 \\ 359.36037 & 86.21037 & 10.40584 & 402.51702 & 2.55708 \\ 359.36037 & 86.21037 & 10.40584 & 386.53943 & 2.46637 \\ 298.15 & 25 & 10.40584 & 341.30329 & 2.41454 \\ 298.15 & 25 & 10.40584 & 158.74113 & 1.80223 \\ 180.98865 & -92.16135 & 2.95469 & 158.74113 & 1.29032 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.31787$$

$$\text{COP} = 2.05147$$

$$\text{COP}_c = 6.45375$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 2.95469 & 322.62908 & 2.46637 \\ 362.27774 & 89.12774 & 11.87922 & 404.11087 & 2.5479 \\ 362.27774 & 89.12774 & 11.87922 & 387.81452 & 2.46637 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 343.34156 & 2.40879 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 164.85071 & 1.82001 \\ 185.03859 & -88.11141 & 2.95469 & 164.85071 & 1.33416 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33754$$

$$\text{COP} = 1.93636$$

$$\text{COP}_c = 5.73667$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 2.95469 & 322.62908 & 2.46637 \\ 365.49024 & 92.34024 & 13.50139 & 405.88428 & 2.53953 \\ 365.49024 & 92.34024 & 13.50139 & 389.23324 & 2.46637 \\ 308.15 & 35 & 13.50139 & 345.28226 & 2.40301 \\ 308.15 & 35 & 13.50139 & 171.05377 & 1.83761 \\ 189.33794 & -83.81206 & 2.95469 & 171.05377 & 1.37867 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.35263$$

$$\text{COP} = 1.82061$$

$$\text{COP}_c = 5.163$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 2.95469 & 322.62908 & 2.46637 \\ 368.95935 & 95.80935 & 15.28161 & 407.80007 & 2.53182 \\ 368.95935 & 95.80935 & 15.28161 & 390.76587 & 2.46637 \\ 313.15 & 40 & 15.28161 & 347.11157 & 2.39713 \\ 313.15 & 40 & 15.28161 & 177.45803 & 1.85536 \\ 193.96444 & -79.18556 & 2.95469 & 177.45803 & 1.42463 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.36314$$

$$\text{COP} = 1.70447$$

$$\text{COP}_c = 4.69364$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 2.95469 & 322.62908 & 2.46637 \\ 372.65248 & 99.50248 & 17.22956 & 409.82562 & 2.52469 \\ 372.65248 & 99.50248 & 17.22956 & 392.38631 & 2.46637 \\ 318.15 & 45 & 17.22956 & 348.81293 & 2.39106 \\ 318.15 & 45 & 17.22956 & 184.19792 & 1.87365 \\ 199.02964 & -74.12036 & 2.95469 & 184.19792 & 1.47299 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.36899$$

$$\text{COP} = 1.58758$$

$$\text{COP}_c = 4.3025$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 2.44709 & 320.10484 & 2.47442 \\ 362.41131 & 89.26131 & 10.40584 & 405.98762 & 2.5635 \\ 362.41131 & 89.26131 & 10.40584 & 388.81107 & 2.47442 \\ 298.15 & 25 & 10.40584 & 341.30329 & 2.41454 \\ 298.15 & 25 & 10.40584 & 158.74113 & 1.80223 \\ 187.49533 & -85.65467 & 2.44709 & 158.74113 & 1.28537 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33399$$

$$\text{COP} = 1.87888$$

$$\text{COP}_c = 5.62556$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 2.44709 & 320.10484 & 2.47442 \\ 365.37719 & 92.22719 & 11.87922 & 407.65581 & 2.55446 \\ 365.37719 & 92.22719 & 11.87922 & 390.14562 & 2.47442 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 343.34156 & 2.40879 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 164.85071 & 1.82001 \\ 191.93163 & -81.21837 & 2.44709 & 164.85071 & 1.33039 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.35025$$

$$\text{COP} = 1.7733$$

$$\text{COPc} = 5.063$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 2.44709 & 320.10484 & 2.47442 \\ 368.6325 & 95.4825 & 13.50139 & 409.50229 & 2.5462 \\ 368.6325 & 95.4825 & 13.50139 & 391.6228 & 2.47442 \\ 308.15 & 35 & 13.50139 & 345.28226 & 2.40301 \\ 308.15 & 35 & 13.50139 & 171.05377 & 1.83761 \\ 196.6105 & -76.5395 & 2.44709 & 171.05377 & 1.3761 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.36224$$

$$\text{COP} = 1.66729$$

$$\text{COPc} = 4.60273$$

Tc=40°C Te=-20°C

RESULTS:=
$$\begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

RESULTS=
$$\begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 2.44709 & 320.10484 & 2.47442 \\ 372.13867 & 98.98867 & 15.28161 & 411.48992 & 2.53862 \\ 372.13867 & 98.98867 & 15.28161 & 393.2129 & 2.47442 \\ 313.15 & 40 & 15.28161 & 347.11157 & 2.39713 \\ 313.15 & 40 & 15.28161 & 177.45803 & 1.85536 \\ 201.61459 & -71.53541 & 2.44709 & 177.45803 & 1.42329 \end{pmatrix}$$

$\epsilon = 0.36996$

COP = 1.56094

COPc = 4.21917

Tc=45°C Te=-20°C

RESULTS:=
$$\begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

RESULTS=
$$\begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 2.44709 & 320.10484 & 2.47442 \\ 375.86312 & 102.71312 & 17.22956 & 413.58612 & 2.5316 \\ 375.86312 & 102.71312 & 17.22956 & 394.88987 & 2.47442 \\ 318.15 & 45 & 17.22956 & 348.81293 & 2.39106 \\ 318.15 & 45 & 17.22956 & 184.19792 & 1.87365 \\ 207.06105 & -66.08895 & 2.44709 & 184.19792 & 1.47296 \end{pmatrix}$$

$\epsilon = 0.3733$

COP = 1.45384

COPc = 3.89462

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.00932 & 317.55712 & 2.48303 \\ 365.70576 & 92.55576 & 10.40584 & 409.70106 & 2.57039 \\ 365.70576 & 92.55576 & 10.40584 & 391.27227 & 2.48303 \\ 298.15 & 25 & 10.40584 & 341.30329 & 2.41454 \\ 298.15 & 25 & 10.40584 & 158.74113 & 1.80223 \\ 196.12476 & -77.02524 & 2.00932 & 158.74113 & 1.28074 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.34728$$

$$\text{COP} = 1.72356$$

$$\text{COPc} = 4.963$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.00932 & 317.55712 & 2.48303 \\ 368.72445 & 95.57445 & 11.87922 & 411.44956 & 2.56149 \\ 368.72445 & 95.57445 & 11.87922 & 392.67107 & 2.48303 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 343.34156 & 2.40879 \\ 303.15 & 30 & 11.87922 & 164.85071 & 1.82001 \\ 200.90153 & -72.24847 & 2.00932 & 164.85071 & 1.32699 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.36047$$

$$\text{COP} = 1.6264$$

$$\text{COPc} = 4.51182$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.00932 & 317.55712 & 2.48303 \\ 372.02656 & 98.87656 & 13.50139 & 413.37496 & 2.55337 \\ 372.02656 & 98.87656 & 13.50139 & 394.21139 & 2.48303 \\ 308.15 & 35 & 13.50139 & 345.28226 & 2.40301 \\ 308.15 & 35 & 13.50139 & 171.05377 & 1.83761 \\ 205.91745 & -67.23255 & 2.00932 & 171.05377 & 1.37395 \end{pmatrix}$$

$\epsilon = 0.36969$
 $\text{COP} = 1.52898$
 $\text{COPc} = 4.13583$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.00932 & 317.55712 & 2.48303 \\ 375.57352 & 102.42352 & 15.28161 & 415.44013 & 2.54591 \\ 375.57352 & 102.42352 & 15.28161 & 395.86353 & 2.48303 \\ 313.15 & 40 & 15.28161 & 347.11157 & 2.39713 \\ 313.15 & 40 & 15.28161 & 177.45803 & 1.85536 \\ 211.25932 & -61.89068 & 2.00932 & 177.45803 & 1.42243 \end{pmatrix}$$

$\epsilon = 0.37491$
 $\text{COP} = 1.43129$
 $\text{COPc} = 3.81769$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.00932 & 317.55712 & 2.48303 \\ 379.33273 & 106.18273 & 17.22956 & 417.61257 & 2.53902 \\ 379.33273 & 106.18273 & 17.22956 & 397.60148 & 2.48303 \\ 318.15 & 45 & 17.22956 & 348.81293 & 2.39106 \\ 318.15 & 45 & 17.22956 & 184.19792 & 1.87365 \\ 217.04909 & -56.10091 & 2.00932 & 184.19792 & 1.47346 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.37598$$

$$\text{COP} = 1.33285$$

$$\text{COP}_c = 3.545$$

3. R134a

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 2.43413 & 328.27993 & 2.51919 \\ 344.25625 & 71.10625 & 6.65259 & 406.51544 & 2.64397 \\ 344.25625 & 71.10625 & 6.65259 & 390.86834 & 2.51919 \\ 298.15 & 25 & 6.65259 & 348.6228 & 2.50927 \\ 298.15 & 25 & 6.65259 & 171.42297 & 1.91494 \\ 191.82934 & -81.32066 & 2.43413 & 171.42297 & 1.34057 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon_{ww} := \frac{\text{COP}}{\text{COPc}}$$

$$\varepsilon = 0.22431$$

$$\text{COP} = 2.00493$$

$$\text{COPc} = 8.93833$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 2.43413 & 328.27993 & 2.51919 \\ 345.07451 & 71.92451 & 7.70058 & 406.56051 & 2.63193 \\ 345.07451 & 71.92451 & 7.70058 & 390.9044 & 2.51919 \\ 303.15 & 30 & 7.70058 & 351.89066 & 2.50816 \\ 303.15 & 30 & 7.70058 & 179.35831 & 1.93903 \\ 197.10072 & -76.04928 & 2.43413 & 179.35831 & 1.4002 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.24831$$

$$\text{COP} = 1.90241$$

$$\text{COPc} = 7.66143$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 2.43413 & 328.27993 & 2.51919 \\ 346.27209 & 73.12209 & 8.86822 & 406.9271 & 2.62103 \\ 346.27209 & 73.12209 & 8.86822 & 391.19766 & 2.51919 \\ 308.15 & 35 & 8.86822 & 355.10185 & 2.50707 \\ 308.15 & 35 & 8.86822 & 187.4379 & 1.96297 \\ 202.78168 & -70.36832 & 2.43413 & 187.4379 & 1.46091 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.26714$$

$$\text{COP} = 1.79081$$

$$\text{COPc} = 6.70375$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 2.43413 & 328.27993 & 2.51919 \\ 347.80654 & 74.65654 & 10.16404 & 407.55844 & 2.6111 \\ 347.80654 & 74.65654 & 10.16404 & 391.70274 & 2.51919 \\ 313.15 & 40 & 10.16404 & 358.24572 & 2.50593 \\ 313.15 & 40 & 10.16404 & 195.67609 & 1.98679 \\ 208.9141 & -64.2359 & 2.43413 & 195.67609 & 1.52281 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.2807$$

$$\text{COP} = 1.67263$$

$$\text{COPc} = 5.95889$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 2.43413 & 328.27993 & 2.51919 \\ 349.643 & 76.493 & 11.59694 & 408.40521 & 2.60198 \\ 349.643 & 76.493 & 11.59694 & 392.38015 & 2.51919 \\ 318.15 & 45 & 11.59694 & 361.30979 & 2.50469 \\ 318.15 & 45 & 11.59694 & 204.09091 & 2.01053 \\ 215.54857 & -57.60143 & 2.43413 & 204.09091 & 1.58604 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28901$$

$$\text{COP} = 1.54994$$

$$\text{COPc} = 5.363$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 2.00732 & 324.8274 & 2.52186 \\ 345.00974 & 71.85974 & 6.65259 & 408.25591 & 2.64604 \\ 345.00974 & 71.85974 & 6.65259 & 391.57021 & 2.52186 \\ 298.15 & 25 & 6.65259 & 348.6228 & 2.50927 \\ 298.15 & 25 & 6.65259 & 171.42297 & 1.91494 \\ 199.03566 & -74.11434 & 2.00732 & 171.42297 & 1.33804 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.24456$$

$$\text{COP} = 1.83875$$

$$\text{COPc} = 7.51857$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS :=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS =} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 2.00732 & 324.8274 & 2.52186 \\ 345.83879 & 72.68879 & 7.70058 & 408.31907 & 2.63404 \\ 345.83879 & 72.68879 & 7.70058 & 391.62074 & 2.52186 \\ 303.15 & 30 & 7.70058 & 351.89066 & 2.50816 \\ 303.15 & 30 & 7.70058 & 179.35831 & 1.93903 \\ 204.75162 & -68.39838 & 2.00732 & 179.35831 & 1.39928 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.26484$$

$$\text{COP} = 1.74232$$

$$\text{COPc} = 6.57875$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS :=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS =} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 2.00732 & 324.8274 & 2.52186 \\ 347.04535 & 73.89535 & 8.86822 & 408.7031 & 2.62318 \\ 347.04535 & 73.89535 & 8.86822 & 391.92796 & 2.52186 \\ 308.15 & 35 & 8.86822 & 355.10185 & 2.50707 \\ 308.15 & 35 & 8.86822 & 187.4379 & 1.96297 \\ 210.86438 & -62.28562 & 2.00732 & 187.4379 & 1.46163 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28011$$

$$\text{COP} = 1.63801$$

$$\text{COPc} = 5.84778$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 2.00732 & 324.8274 & 2.52186 \\ 348.58689 & 75.43689 & 10.16404 & 409.35121 & 2.61329 \\ 348.58689 & 75.43689 & 10.16404 & 392.44645 & 2.52186 \\ 313.15 & 40 & 10.16404 & 358.24572 & 2.50593 \\ 313.15 & 40 & 10.16404 & 195.67609 & 1.98679 \\ 217.41664 & -55.73336 & 2.00732 & 195.67609 & 1.5252 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.29033$$

$$\text{COP} = 1.52799$$

$$\text{COPc} = 5.263$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 2.00732 & 324.8274 & 2.52186 \\ 350.42844 & 77.27844 & 11.59694 & 410.21405 & 2.6042 \\ 350.42844 & 77.27844 & 11.59694 & 393.13672 & 2.52186 \\ 318.15 & 45 & 11.59694 & 361.30979 & 2.50469 \\ 318.15 & 45 & 11.59694 & 204.09091 & 2.01053 \\ 224.45974 & -48.69026 & 2.00732 & 204.09091 & 1.59014 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.29553$$

$$\text{COP} = 1.414$$

$$\text{COPc} = 4.78455$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 1.6413 & 321.37162 & 2.52496 \\ 345.88721 & 72.73721 & 6.65259 & 410.14286 & 2.64844 \\ 345.88721 & 72.73721 & 6.65259 & 392.38861 & 2.52496 \\ 298.15 & 25 & 6.65259 & 348.6228 & 2.50927 \\ 298.15 & 25 & 6.65259 & 171.42297 & 1.91494 \\ 208.32289 & -64.82711 & 1.6413 & 171.42297 & 1.33604 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.26173$$

$$\text{COP} = 1.68916$$

$$\text{COPc} = 6.45375$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 1.6413 & 321.37162 & 2.52496 \\ 346.72887 & 73.57887 & 7.70058 & 410.22713 & 2.6365 \\ 346.72887 & 73.57887 & 7.70058 & 392.45603 & 2.52496 \\ 303.15 & 30 & 7.70058 & 351.89066 & 2.50816 \\ 303.15 & 30 & 7.70058 & 179.35831 & 1.93903 \\ 214.41765 & -58.73235 & 1.6413 & 179.35831 & 1.39895 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.2786$$

$$\text{COP} = 1.59825$$

$$\text{COPc} = 5.73667$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 1.6413 & 321.37162 & 2.52496 \\ 347.94595 & 74.79595 & 8.86822 & 410.6315 & 2.62568 \\ 347.94595 & 74.79595 & 8.86822 & 392.77953 & 2.52496 \\ 308.15 & 35 & 8.86822 & 355.10185 & 2.50707 \\ 308.15 & 35 & 8.86822 & 187.4379 & 1.96297 \\ 220.90145 & -52.24855 & 1.6413 & 187.4379 & 1.46302 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.29062$$

$$\text{COP} = 1.50049$$

$$\text{COPc} = 5.163$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 1.6413 & 321.37162 & 2.52496 \\ 349.49583 & 76.34583 & 10.16404 & 411.29919 & 2.61583 \\ 349.49583 & 76.34583 & 10.16404 & 393.31368 & 2.52496 \\ 313.15 & 40 & 10.16404 & 358.24572 & 2.50593 \\ 313.15 & 40 & 10.16404 & 195.67609 & 1.98679 \\ 227.81733 & -45.33267 & 1.6413 & 195.67609 & 1.52834 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.2978$$

$$\text{COP} = 1.39774$$

$$\text{COPc} = 4.69364$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 1.6413 & 321.37162 & 2.52496 \\ 351.34342 & 78.19342 & 11.59694 & 412.1808 & 2.60679 \\ 351.34342 & 78.19342 & 11.59694 & 394.01896 & 2.52496 \\ 318.15 & 45 & 11.59694 & 361.30979 & 2.50469 \\ 318.15 & 45 & 11.59694 & 204.09091 & 2.01053 \\ 235.21698 & -37.93302 & 1.6413 & 204.09091 & 1.59506 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30018$$

$$\text{COP} = 1.29151$$

$$\text{COPc} = 4.3025$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 1.32987 & 317.91731 & 2.52855 \\ 346.90591 & 73.75591 & 6.65259 & 412.19585 & 2.65123 \\ 346.90591 & 73.75591 & 6.65259 & 393.34014 & 2.52855 \\ 298.15 & 25 & 6.65259 & 348.6228 & 2.50927 \\ 298.15 & 25 & 6.65259 & 171.42297 & 1.91494 \\ 219.63212 & -53.51788 & 1.32987 & 171.42297 & 1.3346 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.27621$$

$$\text{COP} = 1.55385$$

$$\text{COPc} = 5.62556$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 1.32987 & 317.91731 & 2.52855 \\ 347.76226 & 74.61226 & 7.70058 & 412.30467 & 2.63934 \\ 347.76226 & 74.61226 & 7.70058 & 393.4272 & 2.52855 \\ 303.15 & 30 & 7.70058 & 351.89066 & 2.50816 \\ 303.15 & 30 & 7.70058 & 179.35831 & 1.93903 \\ 226.06293 & -47.08707 & 1.32987 & 179.35831 & 1.39927 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28994$$

$$\text{COP} = 1.46798$$

$$\text{COP}_c = 5.063$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 1.32987 & 317.91731 & 2.52855 \\ 348.99163 & 75.84163 & 8.86822 & 412.73273 & 2.62858 \\ 348.99163 & 75.84163 & 8.86822 & 393.76964 & 2.52855 \\ 308.15 & 35 & 8.86822 & 355.10185 & 2.50707 \\ 308.15 & 35 & 8.86822 & 187.4379 & 1.96297 \\ 232.87769 & -40.27231 & 1.32987 & 187.4379 & 1.46512 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.29898$$

$$\text{COP} = 1.37614$$

$$\text{COP}_c = 4.60273$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 1.32987 & 317.91731 & 2.52855 \\ 350.55129 & 77.40129 & 10.16404 & 413.42319 & 2.61878 \\ 350.55129 & 77.40129 & 10.16404 & 394.32201 & 2.52855 \\ 313.15 & 40 & 10.16404 & 358.24572 & 2.50593 \\ 313.15 & 40 & 10.16404 & 195.67609 & 1.98679 \\ 240.11953 & -33.03047 & 1.32987 & 195.67609 & 1.53227 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30336$$

$$\text{COP} = 1.27993$$

$$\text{COPc} = 4.21917$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 1.32987 & 317.91731 & 2.52855 \\ 352.40605 & 79.25605 & 11.59694 & 414.32665 & 2.60979 \\ 352.40605 & 79.25605 & 11.59694 & 395.04478 & 2.52855 \\ 318.15 & 45 & 11.59694 & 361.30979 & 2.50469 \\ 318.15 & 45 & 11.59694 & 204.09091 & 2.01053 \\ 247.84022 & -25.30978 & 1.32987 & 204.09091 & 1.60085 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30315$$

$$\text{COP} = 1.18066$$

$$\text{COPc} = 3.89462$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 1.0671 & 314.46896 & 2.53269 \\ 348.08431 & 74.93431 & 6.65259 & 414.43617 & 2.65445 \\ 348.08431 & 74.93431 & 6.65259 & 394.44273 & 2.53269 \\ 298.15 & 25 & 6.65259 & 348.6228 & 2.50927 \\ 298.15 & 25 & 6.65259 & 171.42297 & 1.91494 \\ 232.97503 & -40.17497 & 1.0671 & 171.42297 & 1.33377 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28832$$

$$\text{COP} = 1.43093$$

$$\text{COPc} = 4.963$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 1.0671 & 314.46896 & 2.53269 \\ 348.95773 & 75.80773 & 7.70058 & 414.57346 & 2.64263 \\ 348.95773 & 75.80773 & 7.70058 & 394.55256 & 2.53269 \\ 303.15 & 30 & 7.70058 & 351.89066 & 2.50816 \\ 303.15 & 30 & 7.70058 & 179.35831 & 1.93903 \\ 239.71362 & -33.43638 & 1.0671 & 179.35831 & 1.40027 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.29915$$

$$\text{COP} = 1.3497$$

$$\text{COPc} = 4.51182$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 1.0671 & 314.46896 & 2.53269 \\ 350.20141 & 77.05141 & 8.86822 & 415.02898 & 2.63193 \\ 350.20141 & 77.05141 & 8.86822 & 394.91698 & 2.53269 \\ 308.15 & 35 & 8.86822 & 355.10185 & 2.50707 \\ 308.15 & 35 & 8.86822 & 187.4379 & 1.96297 \\ 246.83233 & -26.31767 & 1.0671 & 187.4379 & 1.46799 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30544$$

$$\text{COP} = 1.26324$$

$$\text{COP}_c = 4.13583$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 1.0671 & 314.46896 & 2.53269 \\ 351.77253 & 78.62253 & 10.16404 & 415.74586 & 2.62219 \\ 351.77253 & 78.62253 & 10.16404 & 395.49048 & 2.53269 \\ 313.15 & 40 & 10.16404 & 358.24572 & 2.50593 \\ 313.15 & 40 & 10.16404 & 195.67609 & 1.98679 \\ 254.37421 & -18.77579 & 1.0671 & 195.67609 & 1.53704 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30724$$

$$\text{COP} = 1.17295$$

$$\text{COP}_c = 3.81769$$

$$T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS} := \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 1.0671 & 314.46896 & 2.53269 \\ 353.63576 & 80.48576 & 11.59694 & 416.67468 & 2.61325 \\ 353.63576 & 80.48576 & 11.59694 & 396.23353 & 2.53269 \\ 318.15 & 45 & 11.59694 & 361.30979 & 2.50469 \\ 318.15 & 45 & 11.59694 & 204.09091 & 2.01053 \\ 262.39095 & -10.75905 & 1.0671 & 204.09091 & 1.60757 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30464$$

$$\text{COP} = 1.07996$$

$$\text{COPc} = 3.545$$

4. R600

$$T_c = 25^\circ\text{C} \quad T_e = -5^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS} := \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 0.85347 & 324.74501 & 2.60232 \\ 360.41961 & 87.26961 & 2.43958 & 526.55966 & 2.9689 \\ 360.41961 & 87.26961 & 2.43958 & 486.19673 & 2.60232 \\ 298.15 & 25 & 2.43958 & 370.15645 & 2.61407 \\ 298.15 & 25 & 2.43958 & 9.00516 & 1.40276 \\ 229.69162 & -43.45838 & 0.85347 & 9.00516 & 0.38902 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.17503$$

$$\text{COP} = 1.5645$$

$$\text{COP}_c = 8.93833$$

$$T_c = 30^\circ\text{C} \quad T_e = -5^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS} := \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 0.85347 & 324.74501 & 2.60232 \\ 358.91327 & 85.76327 & 2.84181 & 522.07022 & 2.93709 \\ 358.91327 & 85.76327 & 2.84181 & 482.60518 & 2.60232 \\ 303.15 & 30 & 2.84181 & 377.88344 & 2.61826 \\ 303.15 & 30 & 2.84181 & 20.86358 & 1.44055 \\ 234.94174 & -38.20826 & 0.85347 & 20.86358 & 0.47215 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.20101$$

$$\text{COP} = 1.54$$

$$\text{COP}_c = 7.66143$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 0.85347 & 324.74501 & 2.60232 \\ 357.9178 & 84.7678 & 3.29245 & 518.73659 & 2.9086 \\ 357.9178 & 84.7678 & 3.29245 & 479.93828 & 2.60232 \\ 308.15 & 35 & 3.29245 & 385.64049 & 2.62291 \\ 308.15 & 35 & 3.29245 & 33.4626 & 1.48003 \\ 240.57045 & -32.57955 & 0.85347 & 33.4626 & 0.56047 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.22398$$

$$\text{COP} = 1.50152$$

$$\text{COP}_c = 6.70375$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 0.85347 & 324.74501 & 2.60232 \\ 357.37222 & 84.22222 & 3.79511 & 516.39219 & 2.88305 \\ 357.37222 & 84.22222 & 3.79511 & 478.06275 & 2.60232 \\ 313.15 & 40 & 3.79511 & 393.42123 & 2.62798 \\ 313.15 & 40 & 3.79511 & 46.80018 & 1.5211 \\ 246.60936 & -26.54064 & 0.85347 & 46.80018 & 0.65396 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.24338$$

$$\text{COP} = 1.45029$$

$$\text{COP}_c = 5.95889$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 0.85347 & 324.74501 & 2.60232 \\ 357.22326 & 84.07326 & 4.35345 & 514.89278 & 2.86008 \\ 357.22326 & 84.07326 & 4.35345 & 476.86323 & 2.60232 \\ 318.15 & 45 & 4.35345 & 401.21892 & 2.63341 \\ 318.15 & 45 & 4.35345 & 60.81103 & 1.56345 \\ 253.07038 & -20.07962 & 0.85347 & 60.81103 & 0.75218 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.25882$$

$$\text{COP} = 1.38805$$

$$\text{COP}_c = 5.363$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 0.69766 & 317.38344 & 2.60326 \\ 360.54382 & 87.39382 & 2.43958 & 528.70803 & 2.96959 \\ 360.54382 & 87.39382 & 2.43958 & 486.44311 & 2.60326 \\ 298.15 & 25 & 2.43958 & 370.15645 & 2.61407 \\ 298.15 & 25 & 2.43958 & 9.00516 & 1.40276 \\ 242.91915 & -30.23085 & 0.69766 & 9.00516 & 0.38695 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.19409$$

$$\text{COP} = 1.45926$$

$$\text{COP}_c = 7.51857$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 0.69766 & 317.38344 & 2.60326 \\ 359.03989 & 85.88989 & 2.84181 & 524.22405 & 2.93779 \\ 359.03989 & 85.88989 & 2.84181 & 482.85593 & 2.60326 \\ 303.15 & 30 & 2.84181 & 377.88344 & 2.61826 \\ 303.15 & 30 & 2.84181 & 20.86358 & 1.44055 \\ 248.38294 & -24.76706 & 0.69766 & 20.86358 & 0.47218 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.21791$$

$$\text{COP} = 1.43357$$

$$\text{COPc} = 6.57875$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 0.69766 & 317.38344 & 2.60326 \\ 358.04663 & 84.89663 & 3.29245 & 520.89578 & 2.90932 \\ 358.04663 & 84.89663 & 3.29245 & 480.19331 & 2.60326 \\ 308.15 & 35 & 3.29245 & 385.64049 & 2.62291 \\ 308.15 & 35 & 3.29245 & 33.4626 & 1.48003 \\ 254.22761 & -18.92239 & 0.69766 & 33.4626 & 0.56272 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.23857$$

$$\text{COP} = 1.3951$$

$$\text{COPc} = 5.84778$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 0.69766 & 317.38344 & 2.60326 \\ 357.50304 & 84.35304 & 3.79511 & 518.55659 & 2.88378 \\ 357.50304 & 84.35304 & 3.79511 & 478.32196 & 2.60326 \\ 313.15 & 40 & 3.79511 & 393.42123 & 2.62798 \\ 313.15 & 40 & 3.79511 & 46.80018 & 1.5211 \\ 260.48417 & -12.66583 & 0.69766 & 46.80018 & 0.65858 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.25556$$

$$\text{COP} = 1.34503$$

$$\text{COP}_c = 5.263$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 0.69766 & 317.38344 & 2.60326 \\ 357.35584 & 84.20584 & 4.35345 & 517.06224 & 2.86082 \\ 357.35584 & 84.20584 & 4.35345 & 477.12648 & 2.60326 \\ 318.15 & 45 & 4.35345 & 401.21892 & 2.63341 \\ 318.15 & 45 & 4.35345 & 60.81103 & 1.56345 \\ 267.16329 & -5.98671 & 0.69766 & 60.81103 & 0.75928 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.26856$$

$$\text{COP} = 1.28493$$

$$\text{COP}_c = 4.78455$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 0.56519 & 310.09384 & 2.60525 \\ 360.80684 & 87.65684 & 2.43958 & 531.18283 & 2.97104 \\ 360.80684 & 87.65684 & 2.43958 & 486.96503 & 2.60525 \\ 298.15 & 25 & 2.43958 & 370.15645 & 2.61407 \\ 298.15 & 25 & 2.43958 & 9.00516 & 1.40276 \\ 258.00374 & -15.14626 & 0.56519 & 9.00516 & 0.38571 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.21102$$

$$\text{COP} = 1.36184$$

$$\text{COPc} = 6.45375$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 0.56519 & 310.09384 & 2.60525 \\ 359.30803 & 86.15803 & 2.84181 & 526.71044 & 2.93928 \\ 359.30803 & 86.15803 & 2.84181 & 483.38712 & 2.60525 \\ 303.15 & 30 & 2.84181 & 377.88344 & 2.61826 \\ 303.15 & 30 & 2.84181 & 20.86358 & 1.44055 \\ 263.6768 & -9.4732 & 0.56519 & 20.86358 & 0.47313 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.23275$$

$$\text{COP} = 1.33522$$

$$\text{COPc} = 5.73667$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 0.56519 & 310.09384 & 2.60525 \\ 358.31944 & 85.16944 & 3.29245 & 523.39351 & 2.91083 \\ 358.31944 & 85.16944 & 3.29245 & 480.73358 & 2.60525 \\ 308.15 & 35 & 3.29245 & 385.64049 & 2.62291 \\ 308.15 & 35 & 3.29245 & 33.4626 & 1.48003 \\ 269.73286 & -3.41714 & 0.56519 & 33.4626 & 0.56601 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.25119$$

$$\text{COP} = 1.29691$$

$$\text{COPc} = 5.163$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 0.56519 & 310.09384 & 2.60525 \\ 357.78006 & 84.63006 & 3.79511 & 521.06537 & 2.88532 \\ 357.78006 & 84.63006 & 3.79511 & 478.87106 & 2.60525 \\ 313.15 & 40 & 3.79511 & 393.42123 & 2.62798 \\ 313.15 & 40 & 3.79511 & 46.80018 & 1.5211 \\ 276.20236 & 3.05236 & 0.56519 & 46.80018 & 0.66433 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.26589$$

$$\text{COP} = 1.24801$$

$$\text{COPc} = 4.69364$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 0.56519 & 310.09384 & 2.60525 \\ 357.6366 & 84.4866 & 4.35345 & 519.58174 & 2.86239 \\ 357.6366 & 84.4866 & 4.35345 & 477.68416 & 2.60525 \\ 318.15 & 45 & 4.35345 & 401.21892 & 2.63341 \\ 318.15 & 45 & 4.35345 & 60.81103 & 1.56345 \\ 283.09474 & 9.94474 & 0.56519 & 60.81103 & 0.76761 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.27657$$

$$\text{COP} = 1.18996$$

$$\text{COPc} = 4.3025$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 0.4535 & 302.8807 & 2.60838 \\ 361.2218 & 88.0718 & 2.43958 & 534.01614 & 2.97333 \\ 361.2218 & 88.0718 & 2.43958 & 487.78905 & 2.60838 \\ 298.15 & 25 & 2.43958 & 370.15645 & 2.61407 \\ 298.15 & 25 & 2.43958 & 9.00516 & 1.40276 \\ 275.09166 & 1.94166 & 0.4535 & 9.00516 & 0.38537 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.22601$$

$$\text{COP} = 1.27144$$

$$\text{COPc} = 5.62556$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 0.4535 & 302.8807 & 2.60838 \\ 359.73107 & 86.58107 & 2.84181 & 529.56206 & 2.94162 \\ 359.73107 & 86.58107 & 2.84181 & 484.22579 & 2.60838 \\ 303.15 & 30 & 2.84181 & 377.88344 & 2.61826 \\ 303.15 & 30 & 2.84181 & 20.86358 & 1.44055 \\ 280.97249 & 7.82249 & 0.4535 & 20.86358 & 0.47507 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.24573$$

$$\text{COP} = 1.24411$$

$$\text{COPc} = 5.063$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 0.4535 & 302.8807 & 2.60838 \\ 358.74985 & 85.59985 & 3.29245 & 526.26304 & 2.91323 \\ 358.74985 & 85.59985 & 3.29245 & 481.58657 & 2.60838 \\ 308.15 & 35 & 3.29245 & 385.64049 & 2.62291 \\ 308.15 & 35 & 3.29245 & 33.4626 & 1.48003 \\ 287.23813 & 14.08813 & 0.4535 & 33.4626 & 0.57038 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.26204$$

$$\text{COP} = 1.20609$$

$$\text{COPc} = 4.60273$$

$$T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 0.4535 & 302.8807 & 2.60838 \\ 358.2171 & 85.0671 & 3.79511 & 523.95235 & 2.88776 \\ 358.2171 & 85.0671 & 3.79511 & 479.73802 & 2.60838 \\ 313.15 & 40 & 3.79511 & 393.42123 & 2.62798 \\ 313.15 & 40 & 3.79511 & 46.80018 & 1.5211 \\ 293.91841 & 20.76841 & 0.4535 & 46.80018 & 0.67127 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.27455$$

$$\text{COP} = 1.15836$$

$$\text{COP}_c = 4.21917$$

$$T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 0.4535 & 302.8807 & 2.60838 \\ 358.07954 & 84.92954 & 4.35345 & 522.48564 & 2.86487 \\ 358.07954 & 84.92954 & 4.35345 & 478.56466 & 2.60838 \\ 318.15 & 45 & 4.35345 & 401.21892 & 2.63341 \\ 318.15 & 45 & 4.35345 & 60.81103 & 1.56345 \\ 301.02155 & 27.87155 & 0.4535 & 60.81103 & 0.77725 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28303$$

$$\text{COP} = 1.1023$$

$$\text{COP}_c = 3.89462$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 0.36015 & 295.74834 & 2.61276 \\ 361.8031 & 88.6531 & 2.43958 & 537.24367 & 2.97654 \\ 361.8031 & 88.6531 & 2.43958 & 488.9446 & 2.61276 \\ 298.15 & 25 & 2.43958 & 370.15645 & 2.61407 \\ 298.15 & 25 & 2.43958 & 9.00516 & 1.40276 \\ 294.36229 & 21.21229 & 0.36015 & 9.00516 & 0.38597 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.23924$$

$$\text{COP} = 1.18737$$

$$\text{COPc} = 4.963$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 0.36015 & 295.74834 & 2.61276 \\ 360.32369 & 87.17369 & 2.84181 & 532.81527 & 2.9449 \\ 360.32369 & 87.17369 & 2.84181 & 485.40188 & 2.61276 \\ 303.15 & 30 & 2.84181 & 377.88344 & 2.61826 \\ 303.15 & 30 & 2.84181 & 20.86358 & 1.44055 \\ 300.45092 & 27.30092 & 0.36015 & 20.86358 & 0.47806 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.257$$

$$\text{COP} = 1.15952$$

$$\text{COPc} = 4.51182$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 0.36015 & 295.74834 & 2.61276 \\ 359.35279 & 86.20279 & 3.29245 & 529.54138 & 2.91657 \\ 359.35279 & 86.20279 & 3.29245 & 482.78277 & 2.61276 \\ 308.15 & 35 & 3.29245 & 385.64049 & 2.62291 \\ 308.15 & 35 & 3.29245 & 33.4626 & 1.48003 \\ 306.92567 & 33.77567 & 0.36015 & 33.4626 & 0.57591 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.27126$$

$$\text{COP} = 1.12187$$

$$\text{COP}_c = 4.13583$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 0.36015 & 295.74834 & 2.61276 \\ 358.82933 & 85.67933 & 3.79511 & 527.25517 & 2.89117 \\ 358.82933 & 85.67933 & 3.79511 & 480.9538 & 2.61276 \\ 313.15 & 40 & 3.79511 & 393.42123 & 2.62798 \\ 313.15 & 40 & 3.79511 & 46.80018 & 1.5211 \\ 313.81571 & 40.66571 & 0.36015 & 46.80018 & 0.67948 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28167$$

$$\text{COP} = 1.07534$$

$$\text{COP}_c = 3.81769$$

$$T_c = 45^\circ\text{C} \quad T_e = -25^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS} := \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 0.36015 & 295.74834 & 2.61276 \\ 358.70002 & 85.55002 & 4.35345 & 525.8122 & 2.86834 \\ 358.70002 & 85.55002 & 4.35345 & 479.79943 & 2.61276 \\ 318.15 & 45 & 4.35345 & 401.21892 & 2.63341 \\ 318.15 & 45 & 4.35345 & 60.81103 & 1.56345 \\ 321.12802 & 47.97802 & 0.36015 & 60.81103 & 0.78829 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28806$$

$$\text{COP} = 1.02118$$

$$\text{COP}_c = 3.545$$

5. R600a

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 1.30278 & 323.89129 & 2.53889 \\ 343.29164 & 70.14164 & 3.4866 & 482.55847 & 2.81668 \\ 343.29164 & 70.14164 & 3.4866 & 450.82504 & 2.53889 \\ 298.15 & 25 & 3.4866 & 367.75831 & 2.55515 \\ 298.15 & 25 & 3.4866 & 35.26039 & 1.43994 \\ 205.3113 & -67.8387 & 1.30278 & 35.26039 & 0.57339 \end{pmatrix}$$

$$\epsilon = 0.20352$$

$$\text{COP} = 1.8191$$

$$\text{COPc} = 8.93833$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 1.30278 & 323.89129 & 2.53889 \\ 343.1605 & 70.0105 & 4.02368 & 481.16604 & 2.793 \\ 343.1605 & 70.0105 & 4.02368 & 449.71109 & 2.53889 \\ 303.15 & 30 & 4.02368 & 375.20079 & 2.55982 \\ 303.15 & 30 & 4.02368 & 48.99492 & 1.48377 \\ 211.06553 & -62.08447 & 1.30278 & 48.99492 & 0.66692 \end{pmatrix}$$

$$\epsilon = 0.22814$$

$$\text{COP} = 1.74787$$

$$\text{COPc} = 7.66143$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s = 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 1.30278 & 323.89129 & 2.53889 \\ 343.3983 & 70.2483 & 4.62023 & 480.51368 & 2.77177 \\ 343.3983 & 70.2483 & 4.62023 & 449.1892 & 2.53889 \\ 308.15 & 35 & 4.62023 & 382.66235 & 2.56489 \\ 308.15 & 35 & 4.62023 & 63.0029 & 1.52754 \\ 217.14612 & -56.00388 & 1.30278 & 63.0029 & 0.76231 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.24848$$

$$\text{COP} = 1.66572$$

$$\text{COPc} = 6.70375$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 1.30278 & 323.89129 & 2.53889 \\ 343.96034 & 70.81034 & 5.28019 & 480.48477 & 2.75268 \\ 343.96034 & 70.81034 & 5.28019 & 449.16607 & 2.53889 \\ 313.15 & 40 & 5.28019 & 390.13501 & 2.57028 \\ 313.15 & 40 & 5.28019 & 77.19605 & 1.57096 \\ 223.54154 & -49.60846 & 1.30278 & 77.19605 & 0.85896 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.26438$$

$$\text{COP} = 1.57539$$

$$\text{COPc} = 5.95889$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 1.30278 & 323.89129 & 2.53889 \\ 344.80884 & 71.65884 & 6.0076 & 480.97912 & 2.73545 \\ 344.80884 & 71.65884 & 6.0076 & 449.56155 & 2.53889 \\ 318.15 & 45 & 6.0076 & 397.61007 & 2.57595 \\ 318.15 & 45 & 6.0076 & 91.49061 & 1.61376 \\ 230.23645 & -42.91355 & 1.30278 & 91.49061 & 0.9563 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.27586 \\ \text{COP} &= 1.47943 \\ \text{COPc} &= 5.363 \end{aligned}$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 1.07878 & 316.76903 & 2.5388 \\ 343.27965 & 70.12965 & 3.4866 & 484.31029 & 2.81661 \\ 343.27965 & 70.12965 & 3.4866 & 450.80204 & 2.5388 \\ 298.15 & 25 & 3.4866 & 367.75831 & 2.55515 \\ 298.15 & 25 & 3.4866 & 35.26039 & 1.43994 \\ 214.9151 & -58.2349 & 1.07878 & 35.26039 & 0.57341 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.22348 \\ \text{COP} &= 1.68023 \\ \text{COPc} &= 7.51857 \end{aligned}$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 1.07878 & 316.76903 & 2.5388 \\ 343.14834 & 69.99834 & 4.02368 & 482.91738 & 2.79293 \\ 343.14834 & 69.99834 & 4.02368 & 449.68771 & 2.5388 \\ 303.15 & 30 & 4.02368 & 375.20079 & 2.55982 \\ 303.15 & 30 & 4.02368 & 48.99492 & 1.48377 \\ 220.93594 & -52.21406 & 1.07878 & 48.99492 & 0.6693 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.24498$$

$$\text{COP} = 1.61166$$

$$\text{COPc} = 6.57875$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 1.07878 & 316.76903 & 2.5388 \\ 343.38599 & 70.23599 & 4.62023 & 482.26455 & 2.7717 \\ 343.38599 & 70.23599 & 4.62023 & 449.16544 & 2.5388 \\ 308.15 & 35 & 4.62023 & 382.66235 & 2.56489 \\ 308.15 & 35 & 4.62023 & 63.0029 & 1.52754 \\ 227.27606 & -45.87394 & 1.07878 & 63.0029 & 0.7671 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.26221$$

$$\text{COP} = 1.53337$$

$$\text{COPc} = 5.84778$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 1.07878 & 316.76903 & 2.5388 \\ 343.9479 & 70.7979 & 5.28019 & 482.23519 & 2.75261 \\ 343.9479 & 70.7979 & 5.28019 & 449.14196 & 2.5388 \\ 313.15 & 40 & 5.28019 & 390.13501 & 2.57028 \\ 313.15 & 40 & 5.28019 & 77.19605 & 1.57096 \\ 233.92264 & -39.22736 & 1.07878 & 77.19605 & 0.86619 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.2751$$

$$\text{COP} = 1.44787$$

$$\text{COP}_c = 5.263$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 1.07878 & 316.76903 & 2.5388 \\ 344.7963 & 71.6463 & 6.0076 & 482.72911 & 2.73538 \\ 344.7963 & 71.6463 & 6.0076 & 449.53709 & 2.5388 \\ 318.15 & 45 & 6.0076 & 397.61007 & 2.57595 \\ 318.15 & 45 & 6.0076 & 91.49061 & 1.61376 \\ 240.85928 & -32.29072 & 1.07878 & 91.49061 & 0.96599 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28371$$

$$\text{COP} = 1.35743$$

$$\text{COP}_c = 4.78455$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 0.8859 & 309.71581 & 2.53967 \\ 343.40038 & 70.25038 & 3.4866 & 486.36321 & 2.81729 \\ 343.40038 & 70.25038 & 3.4866 & 451.03373 & 2.53967 \\ 298.15 & 25 & 3.4866 & 367.75831 & 2.55515 \\ 298.15 & 25 & 3.4866 & 35.26039 & 1.43994 \\ 226.19545 & -46.95455 & 0.8859 & 35.26039 & 0.57431 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.24074$$

$$\text{COP} = 1.55369$$

$$\text{COP}_c = 6.45375$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 0.8859 & 309.71581 & 2.53967 \\ 343.27082 & 70.12082 & 4.02368 & 484.97514 & 2.79362 \\ 343.27082 & 70.12082 & 4.02368 & 449.92327 & 2.53967 \\ 303.15 & 30 & 4.02368 & 375.20079 & 2.55982 \\ 303.15 & 30 & 4.02368 & 48.99492 & 1.48377 \\ 232.46136 & -40.68864 & 0.8859 & 48.99492 & 0.67267 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.25932$$

$$\text{COP} = 1.48763$$

$$\text{COP}_c = 5.73667$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s = 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 0.8859 & 309.71581 & 2.53967 \\ 343.51 & 70.36 & 4.62023 & 484.327 & 2.7724 \\ 343.51 & 70.36 & 4.62023 & 449.40476 & 2.53967 \\ 308.15 & 35 & 4.62023 & 382.66235 & 2.56489 \\ 308.15 & 35 & 4.62023 & 63.0029 & 1.52754 \\ 239.0409 & -34.1091 & 0.8859 & 63.0029 & 0.77298 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.27366$$

$$\text{COP} = 1.41293$$

$$\text{COPc} = 5.163$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 0.8859 & 309.71581 & 2.53967 \\ 344.07321 & 70.92321 & 5.28019 & 484.30216 & 2.75332 \\ 344.07321 & 70.92321 & 5.28019 & 449.38489 & 2.53967 \\ 313.15 & 40 & 5.28019 & 390.13501 & 2.57028 \\ 313.15 & 40 & 5.28019 & 77.19605 & 1.57096 \\ 245.92001 & -27.22999 & 0.8859 & 77.19605 & 0.87461 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28375$$

$$\text{COP} = 1.33183$$

$$\text{COPc} = 4.69364$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 0.8859 & 309.71581 & 2.53967 \\ 344.92267 & 71.77267 & 6.0076 & 484.80041 & 2.7361 \\ 344.92267 & 71.77267 & 6.0076 & 449.78349 & 2.53967 \\ 318.15 & 45 & 6.0076 & 397.61007 & 2.57595 \\ 318.15 & 45 & 6.0076 & 91.49061 & 1.61376 \\ 253.08128 & -20.06872 & 0.8859 & 91.49061 & 0.97697 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28969$$

$$\text{COP} = 1.2464$$

$$\text{COP}_c = 4.3025$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 0.72108 & 302.7369 & 2.5416 \\ 343.66662 & 70.51662 & 3.4866 & 488.74695 & 2.81879 \\ 343.66662 & 70.51662 & 3.4866 & 451.54494 & 2.5416 \\ 298.15 & 25 & 3.4866 & 367.75831 & 2.55515 \\ 298.15 & 25 & 3.4866 & 35.26039 & 1.43994 \\ 239.2271 & -33.9229 & 0.72108 & 35.26039 & 0.57615 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.25561$$

$$\text{COP} = 1.43797$$

$$\text{COP}_c = 5.62556$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 0.72108 & 302.7369 & 2.5416 \\ 343.54094 & 70.39094 & 4.02368 & 487.36957 & 2.79514 \\ 343.54094 & 70.39094 & 4.02368 & 450.44304 & 2.5416 \\ 303.15 & 30 & 4.02368 & 375.20079 & 2.55982 \\ 303.15 & 30 & 4.02368 & 48.99492 & 1.48377 \\ 245.72476 & -27.42524 & 0.72108 & 48.99492 & 0.67708 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.27144$$

$$\text{COP} = 1.37431$$

$$\text{COPc} = 5.063$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 0.72108 & 302.7369 & 2.5416 \\ 343.78349 & 70.63349 & 4.62023 & 486.73177 & 2.77395 \\ 343.78349 & 70.63349 & 4.62023 & 449.9328 & 2.5416 \\ 308.15 & 35 & 4.62023 & 382.66235 & 2.56489 \\ 308.15 & 35 & 4.62023 & 63.0029 & 1.52754 \\ 252.5312 & -20.6188 & 0.72108 & 63.0029 & 0.78001 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28308$$

$$\text{COP} = 1.30294$$

$$\text{COPc} = 4.60273$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 0.72108 & 302.7369 & 2.5416 \\ 344.34957 & 71.19957 & 5.28019 & 486.71689 & 2.7549 \\ 344.34957 & 71.19957 & 5.28019 & 449.9209 & 2.5416 \\ 313.15 & 40 & 5.28019 & 390.13501 & 2.57028 \\ 313.15 & 40 & 5.28019 & 77.19605 & 1.57096 \\ 259.63118 & -13.51882 & 0.72108 & 77.19605 & 0.8843 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.29055$$

$$\text{COP} = 1.2259$$

$$\text{COP}_c = 4.21917$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 0.72108 & 302.7369 & 2.5416 \\ 345.20137 & 72.05137 & 6.0076 & 487.22471 & 2.73769 \\ 345.20137 & 72.05137 & 6.0076 & 450.32715 & 2.5416 \\ 318.15 & 45 & 6.0076 & 397.61007 & 2.57595 \\ 318.15 & 45 & 6.0076 & 91.49061 & 1.61376 \\ 267.00628 & -6.14372 & 0.72108 & 91.49061 & 0.98934 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.29401$$

$$\text{COP} = 1.14504$$

$$\text{COP}_c = 3.89462$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 0.58138 & 295.83741 & 2.54469 \\ 344.09232 & 70.94232 & 3.4866 & 491.49437 & 2.82118 \\ 344.09232 & 70.94232 & 3.4866 & 452.36297 & 2.54469 \\ 298.15 & 25 & 3.4866 & 367.75831 & 2.55515 \\ 298.15 & 25 & 3.4866 & 35.26039 & 1.43994 \\ 254.12419 & -19.02581 & 0.58138 & 35.26039 & 0.57899 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.26835$$

$$\text{COP} = 1.33181$$

$$\text{COP}_c = 4.963$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 0.58138 & 295.83741 & 2.54469 \\ 343.97284 & 70.82284 & 4.02368 & 490.13409 & 2.79758 \\ 343.97284 & 70.82284 & 4.02368 & 451.27475 & 2.54469 \\ 303.15 & 30 & 4.02368 & 375.20079 & 2.55982 \\ 303.15 & 30 & 4.02368 & 48.99492 & 1.48377 \\ 260.84605 & -12.30395 & 0.58138 & 48.99492 & 0.68259 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28158$$

$$\text{COP} = 1.27044$$

$$\text{COP}_c = 4.51182$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 0.58138 & 295.83741 & 2.54469 \\ 344.22079 & 71.07079 & 4.62023 & 489.51283 & 2.77643 \\ 344.22079 & 71.07079 & 4.62023 & 450.77775 & 2.54469 \\ 308.15 & 35 & 4.62023 & 382.66235 & 2.56489 \\ 308.15 & 35 & 4.62023 & 63.0029 & 1.52754 \\ 267.87223 & -5.27777 & 0.58138 & 63.0029 & 0.78827 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.29068$$

$$\text{COP} = 1.20219$$

$$\text{COPc} = 4.13583$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 0.58138 & 295.83741 & 2.54469 \\ 344.79145 & 71.64145 & 5.28019 & 489.5139 & 2.75741 \\ 344.79145 & 71.64145 & 5.28019 & 450.7786 & 2.54469 \\ 313.15 & 40 & 5.28019 & 390.13501 & 2.57028 \\ 313.15 & 40 & 5.28019 & 77.19605 & 1.57096 \\ 275.18633 & 2.03633 & 0.58138 & 77.19605 & 0.89533 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.2957$$

$$\text{COP} = 1.1289$$

$$\text{COPc} = 3.81769$$

$$T_c = 45^\circ\text{C} \quad T_e = -25^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS} = \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 0.58138 & 295.83741 & 2.54469 \\ 345.64701 & 72.49701 & 6.0076 & 490.03703 & 2.74024 \\ 345.64701 & 72.49701 & 6.0076 & 451.1971 & 2.54469 \\ 318.15 & 45 & 6.0076 & 397.61007 & 2.57595 \\ 318.15 & 45 & 6.0076 & 91.49061 & 1.61376 \\ 282.76893 & 9.61893 & 0.58138 & 91.49061 & 1.00317 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.29683$$

$$\text{COP} = 1.05225$$

$$\text{COP}_c = 3.545$$

6. R290

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 4.07139 & 318.1071 & 2.29173 \\ 330.02546 & 56.87546 & 9.54113 & 441.34805 & 2.46865 \\ 330.02546 & 56.87546 & 9.54113 & 416.69986 & 2.29173 \\ 298.15 & 25 & 9.54113 & 355.62143 & 2.26852 \\ 298.15 & 25 & 9.54113 & 24.87042 & 1.15917 \\ 178.61671 & -94.53329 & 4.07139 & 24.87042 & 0.41496 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.2662$$

$$\text{COP} = 2.37938$$

$$\text{COPc} = 8.93833$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 4.07139 & 318.1071 & 2.29173 \\ 332.41483 & 59.26483 & 10.81143 & 444.32747 & 2.45262 \\ 332.41483 & 59.26483 & 10.81143 & 419.08339 & 2.29173 \\ 303.15 & 30 & 10.81143 & 361.65201 & 2.26582 \\ 303.15 & 30 & 10.81143 & 39.9872 & 1.20475 \\ 182.62715 & -90.52285 & 4.07139 & 39.9872 & 0.51171 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.2876$$

$$\text{COP} = 2.20345$$

$$\text{COPc} = 7.66143$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 4.07139 & 318.1071 & 2.29173 \\ 335.00658 & 61.85658 & 12.20126 & 447.54562 & 2.43788 \\ 335.00658 & 61.85658 & 12.20126 & 421.65791 & 2.29173 \\ 308.15 & 35 & 12.20126 & 367.56979 & 2.26318 \\ 308.15 & 35 & 12.20126 & 54.73187 & 1.24796 \\ 187.00246 & -86.14754 & 4.07139 & 54.73187 & 0.60608 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30352$$

$$\text{COP} = 2.03475$$

$$\text{COPc} = 6.70375$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 4.07139 & 318.1071 & 2.29173 \\ 337.78189 & 64.63189 & 13.7175 & 450.94244 & 2.42421 \\ 337.78189 & 64.63189 & 13.7175 & 424.37537 & 2.29173 \\ 313.15 & 40 & 13.7175 & 373.34924 & 2.26045 \\ 313.15 & 40 & 13.7175 & 69.1126 & 1.28891 \\ 191.71502 & -81.43498 & 4.07139 & 69.1126 & 0.69812 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.31457$$

$$\text{COP} = 1.87446$$

$$\text{COPc} = 5.95889$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 4.07139 & 318.1071 & 2.29173 \\ 340.72722 & 67.57722 & 15.36733 & 454.46577 & 2.41143 \\ 340.72722 & 67.57722 & 15.36733 & 427.19403 & 2.29173 \\ 318.15 & 45 & 15.36733 & 378.95973 & 2.2575 \\ 318.15 & 45 & 15.36733 & 83.24936 & 1.32803 \\ 196.77373 & -76.37627 & 4.07139 & 83.24936 & 0.7886 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32115$$

$$\text{COP} = 1.72235$$

$$\text{COPc} = 5.363$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 3.46216 & 311.76527 & 2.29774 \\ 330.87705 & 57.72705 & 9.54113 & 444.97025 & 2.47368 \\ 330.87705 & 57.72705 & 9.54113 & 418.32926 & 2.29774 \\ 298.15 & 25 & 9.54113 & 355.62143 & 2.26852 \\ 298.15 & 25 & 9.54113 & 24.87042 & 1.15917 \\ 179.427 & -93.723 & 3.46216 & 24.87042 & 0.41547 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28646$$

$$\text{COP} = 2.15378$$

$$\text{COPc} = 7.51857$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 3.46216 & 311.76527 & 2.29774 \\ 333.27079 & 60.12079 & 10.81143 & 447.98675 & 2.45771 \\ 333.27079 & 60.12079 & 10.81143 & 420.74245 & 2.29774 \\ 303.15 & 30 & 10.81143 & 361.65201 & 2.26582 \\ 303.15 & 30 & 10.81143 & 39.9872 & 1.20475 \\ 184.15974 & -88.99026 & 3.46216 & 39.9872 & 0.51465 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30327$$

$$\text{COP} = 1.99512$$

$$\text{COPc} = 6.57875$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 3.46216 & 311.76527 & 2.29774 \\ 335.86492 & 62.71492 & 12.20126 & 451.24072 & 2.44303 \\ 335.86492 & 62.71492 & 12.20126 & 423.34563 & 2.29774 \\ 308.15 & 35 & 12.20126 & 367.56979 & 2.26318 \\ 308.15 & 35 & 12.20126 & 54.73187 & 1.24796 \\ 189.18525 & -83.96475 & 3.46216 & 54.73187 & 0.61138 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.31514$$

$$\text{COP} = 1.84286$$

$$\text{COPc} = 5.84778$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 3.46216 & 311.76527 & 2.29774 \\ 338.64054 & 65.49054 & 13.7175 & 454.67211 & 2.42943 \\ 338.64054 & 65.49054 & 13.7175 & 426.09074 & 2.29774 \\ 313.15 & 40 & 13.7175 & 373.34924 & 2.26045 \\ 313.15 & 40 & 13.7175 & 69.1126 & 1.28891 \\ 194.48417 & -78.66583 & 3.46216 & 69.1126 & 0.70573 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32263$$

$$\text{COP} = 1.69798$$

$$\text{COPc} = 5.263$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 3.46216 & 311.76527 & 2.29774 \\ 341.58399 & 68.43399 & 15.36733 & 458.22873 & 2.41671 \\ 341.58399 & 68.43399 & 15.36733 & 428.93604 & 2.29774 \\ 318.15 & 45 & 15.36733 & 378.95973 & 2.2575 \\ 318.15 & 45 & 15.36733 & 83.24936 & 1.32803 \\ 200.07585 & -73.07415 & 3.46216 & 83.24936 & 0.79848 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.3261$$

$$\text{COP} = 1.56022$$

$$\text{COPc} = 4.78455$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 2.92404 & 305.42838 & 2.30463 \\ 331.85735 & 58.70735 & 9.54113 & 448.90352 & 2.47945 \\ 331.85735 & 58.70735 & 9.54113 & 420.20849 & 2.30463 \\ 298.15 & 25 & 9.54113 & 355.62143 & 2.26852 \\ 298.15 & 25 & 9.54113 & 24.87042 & 1.15917 \\ 182.46369 & -90.68631 & 2.92404 & 24.87042 & 0.41691 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30299$$

$$\text{COP} = 1.95545$$

$$\text{COPc} = 6.45375$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 2.92404 & 305.42838 & 2.30463 \\ 334.25619 & 61.10619 & 10.81143 & 451.96273 & 2.46356 \\ 334.25619 & 61.10619 & 10.81143 & 422.65586 & 2.30463 \\ 303.15 & 30 & 10.81143 & 361.65201 & 2.26582 \\ 303.15 & 30 & 10.81143 & 39.9872 & 1.20475 \\ 187.75435 & -85.39565 & 2.92404 & 39.9872 & 0.51862 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.31577$$

$$\text{COP} = 1.81146$$

$$\text{COPc} = 5.73667$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 2.92404 & 305.42838 & 2.30463 \\ 336.85319 & 63.70319 & 12.20126 & 455.25799 & 2.44896 \\ 336.85319 & 63.70319 & 12.20126 & 425.29207 & 2.30463 \\ 308.15 & 35 & 12.20126 & 367.56979 & 2.26318 \\ 308.15 & 35 & 12.20126 & 54.73187 & 1.24796 \\ 193.28885 & -79.86115 & 2.92404 & 54.73187 & 0.61783 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32408$$

$$\text{COP} = 1.67321$$

$$\text{COPc} = 5.163$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 2.92404 & 305.42838 & 2.30463 \\ 339.62933 & 66.47933 & 13.7175 & 458.72922 & 2.43543 \\ 339.62933 & 66.47933 & 13.7175 & 428.06905 & 2.30463 \\ 313.15 & 40 & 13.7175 & 373.34924 & 2.26045 \\ 313.15 & 40 & 13.7175 & 69.1126 & 1.28891 \\ 199.0526 & -74.0974 & 2.92404 & 69.1126 & 0.71459 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32843$$

$$\text{COP} = 1.54152$$

$$\text{COPc} = 4.69364$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 2.92404 & 305.42838 & 2.30463 \\ 342.57082 & 69.42082 & 15.36733 & 462.32425 & 2.42277 \\ 342.57082 & 69.42082 & 15.36733 & 430.94507 & 2.30463 \\ 318.15 & 45 & 15.36733 & 378.95973 & 2.2575 \\ 318.15 & 45 & 15.36733 & 83.24936 & 1.32803 \\ 205.07177 & -68.07823 & 2.92404 & 83.24936 & 0.80971 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32913$$

$$\text{COP} = 1.41609$$

$$\text{COPc} = 4.3025$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 2.45155 & 299.1061 & 2.31253 \\ 332.9835 & 59.8335 & 9.54113 & 453.18856 & 2.48608 \\ 332.9835 & 59.8335 & 9.54113 & 422.37207 & 2.31253 \\ 298.15 & 25 & 9.54113 & 355.62143 & 2.26852 \\ 298.15 & 25 & 9.54113 & 24.87042 & 1.15917 \\ 187.47019 & -85.67981 & 2.45155 & 24.87042 & 0.41935 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.31638$$

$$\text{COP} = 1.7798$$

$$\text{COPc} = 5.62556$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 2.45155 & 299.1061 & 2.31253 \\ 335.38833 & 62.23833 & 10.81143 & 456.2969 & 2.47028 \\ 335.38833 & 62.23833 & 10.81143 & 424.85874 & 2.31253 \\ 303.15 & 30 & 10.81143 & 361.65201 & 2.26582 \\ 303.15 & 30 & 10.81143 & 39.9872 & 1.20475 \\ 193.20921 & -79.94079 & 2.45155 & 39.9872 & 0.52371 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32558$$

$$\text{COP} = 1.64844$$

$$\text{COPc} = 5.063$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 2.45155 & 299.1061 & 2.31253 \\ 337.98877 & 64.83877 & 12.20126 & 459.63964 & 2.45576 \\ 337.98877 & 64.83877 & 12.20126 & 427.53294 & 2.31253 \\ 308.15 & 35 & 12.20126 & 367.56979 & 2.26318 \\ 308.15 & 35 & 12.20126 & 54.73187 & 1.24796 \\ 199.15736 & -73.99264 & 2.45155 & 54.73187 & 0.6255 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33073$$

$$\text{COP} = 1.52226$$

$$\text{COPc} = 4.60273$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 2.45155 & 299.1061 & 2.31253 \\ 340.76572 & 67.61572 & 13.7175 & 463.15671 & 2.44231 \\ 340.76572 & 67.61572 & 13.7175 & 430.34659 & 2.31253 \\ 313.15 & 40 & 13.7175 & 373.34924 & 2.26045 \\ 313.15 & 40 & 13.7175 & 69.1126 & 1.28891 \\ 205.30288 & -67.84712 & 2.45155 & 69.1126 & 0.72477 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33229$$

$$\text{COP} = 1.40197$$

$$\text{COP}_c = 4.21917$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 2.45155 & 299.1061 & 2.31253 \\ 343.70522 & 70.55522 & 15.36733 & 466.79594 & 2.42973 \\ 343.70522 & 70.55522 & 15.36733 & 433.25797 & 2.31253 \\ 318.15 & 45 & 15.36733 & 378.95973 & 2.2575 \\ 318.15 & 45 & 15.36733 & 83.24936 & 1.32803 \\ 211.67661 & -61.47339 & 2.45155 & 83.24936 & 0.82237 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33052$$

$$\text{COP} = 1.28724$$

$$\text{COP}_c = 3.89462$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.03938 & 292.80763 & 2.32156 \\ 334.27386 & 61.12386 & 9.54113 & 457.86982 & 2.49366 \\ 334.27386 & 61.12386 & 9.54113 & 424.85738 & 2.32156 \\ 298.15 & 25 & 9.54113 & 355.62143 & 2.26852 \\ 298.15 & 25 & 9.54113 & 24.87042 & 1.15917 \\ 194.30714 & -78.84286 & 2.03938 & 24.87042 & 0.42285 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32707$$

$$\text{COP} = 1.62325$$

$$\text{COP}_c = 4.963$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.03938 & 292.80763 & 2.32156 \\ 336.68568 & 63.53568 & 10.81143 & 461.0345 & 2.47797 \\ 336.68568 & 63.53568 & 10.81143 & 427.38912 & 2.32156 \\ 303.15 & 30 & 10.81143 & 361.65201 & 2.26582 \\ 303.15 & 30 & 10.81143 & 39.9872 & 1.20475 \\ 200.42053 & -72.72947 & 2.03938 & 39.9872 & 0.52997 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33309$$

$$\text{COP} = 1.50285$$

$$\text{COP}_c = 4.51182$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.03938 & 292.80763 & 2.32156 \\ 339.29027 & 66.14027 & 12.20126 & 464.43172 & 2.46354 \\ 339.29027 & 66.14027 & 12.20126 & 430.1069 & 2.32156 \\ 308.15 & 35 & 12.20126 & 367.56979 & 2.26318 \\ 308.15 & 35 & 12.20126 & 54.73187 & 1.24796 \\ 206.71726 & -66.43274 & 2.03938 & 54.73187 & 0.63446 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33541$$

$$\text{COP} = 1.38719$$

$$\text{COPc} = 4.13583$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.03938 & 292.80763 & 2.32156 \\ 342.0684 & 68.9184 & 13.7175 & 468.0014 & 2.45018 \\ 342.0684 & 68.9184 & 13.7175 & 432.96265 & 2.32156 \\ 313.15 & 40 & 13.7175 & 373.34924 & 2.26045 \\ 313.15 & 40 & 13.7175 & 69.1126 & 1.28891 \\ 213.18734 & -59.96266 & 2.03938 & 69.1126 & 0.73636 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33445$$

$$\text{COP} = 1.27684$$

$$\text{COPc} = 3.81769$$

$$T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.03938 & 292.80763 & 2.32156 \\ 345.00597 & 71.85597 & 15.36733 & 471.69139 & 2.43768 \\ 345.00597 & 71.85597 & 15.36733 & 435.91463 & 2.32156 \\ 318.15 & 45 & 15.36733 & 378.95973 & 2.2575 \\ 318.15 & 45 & 15.36733 & 83.24936 & 1.32803 \\ 219.86498 & -53.28502 & 2.03938 & 83.24936 & 0.83654 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33046$$

$$\text{COP} = 1.17148$$

$$\text{COPc} = 3.545$$

7. R1270

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 5.00966 & 317.32415 & 2.2356 \\ 333.89523 & 60.74523 & 11.52554 & 436.06116 & 2.39595 \\ 333.89523 & 60.74523 & 11.52554 & 412.31375 & 2.2356 \\ 298.15 & 25 & 11.52554 & 349.16619 & 2.18901 \\ 298.15 & 25 & 11.52554 & 18.01357 & 1.07832 \\ 177.01475 & -96.13525 & 5.00966 & 18.01357 & 0.34412 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.28202$$

$$\text{COP} = 2.52079$$

$$\text{COPc} = 8.93833$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 5.00966 & 317.32415 & 2.2356 \\ 336.88596 & 63.73596 & 13.02824 & 439.61004 & 2.38066 \\ 336.88596 & 63.73596 & 13.02824 & 415.15287 & 2.2356 \\ 303.15 & 30 & 13.02824 & 354.07926 & 2.18206 \\ 303.15 & 30 & 13.02824 & 32.38977 & 1.1209 \\ 180.00529 & -93.14471 & 5.00966 & 32.38977 & 0.43497 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30413$$

$$\text{COP} = 2.33007$$

$$\text{COPc} = 7.66143$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 5.00966 & 317.32415 & 2.2356 \\ 340.07045 & 66.92045 & 14.66945 & 443.3473 & 2.36652 \\ 340.07045 & 66.92045 & 14.66945 & 418.14267 & 2.2356 \\ 308.15 & 35 & 14.66945 & 358.82051 & 2.175 \\ 308.15 & 35 & 14.66945 & 46.30372 & 1.16083 \\ 183.3769 & -89.7731 & 5.00966 & 46.30372 & 0.5229 \end{pmatrix}$$

$$\epsilon = 0.3208$$

$$\text{COP} = 2.15056$$

$$\text{COP}_c = 6.70375$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 5.00966 & 317.32415 & 2.2356 \\ 343.42918 & 70.27918 & 16.45706 & 447.21819 & 2.35334 \\ 343.42918 & 70.27918 & 16.45706 & 421.23938 & 2.2356 \\ 313.15 & 40 & 16.45706 & 363.35831 & 2.16771 \\ 313.15 & 40 & 16.45706 & 59.83535 & 1.19845 \\ 187.10631 & -86.04369 & 5.00966 & 59.83535 & 0.60841 \end{pmatrix}$$

$$\epsilon = 0.33266$$

$$\text{COP} = 1.9823$$

$$\text{COP}_c = 5.95889$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-5^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 268.15 & -5 & 5.00966 & 317.32415 & 2.2356 \\ 346.94742 & 73.79742 & 18.3993 & 451.17455 & 2.34094 \\ 346.94742 & 73.79742 & 18.3993 & 424.40447 & 2.2356 \\ 318.15 & 45 & 18.3993 & 367.65392 & 2.16 \\ 318.15 & 45 & 18.3993 & 73.19585 & 1.23447 \\ 191.21669 & -81.93331 & 5.00966 & 73.19585 & 0.69284 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.34009$$

$$\text{COP} = 1.82389$$

$$\text{COPc} = 5.363$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 4.27629 & 311.77706 & 2.24519 \\ 335.39616 & 62.24616 & 11.52554 & 440.7374 & 2.40399 \\ 335.39616 & 62.24616 & 11.52554 & 414.94533 & 2.24519 \\ 298.15 & 25 & 11.52554 & 349.16619 & 2.18901 \\ 298.15 & 25 & 11.52554 & 18.01357 & 1.07832 \\ 175.58087 & -97.56913 & 4.27629 & 18.01357 & 0.34232 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.30297$$

$$\text{COP} = 2.27794$$

$$\text{COPc} = 7.51857$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 4.27629 & 311.77706 & 2.24519 \\ 338.39559 & 65.24559 & 13.02824 & 444.35412 & 2.38881 \\ 338.39559 & 65.24559 & 13.02824 & 417.83871 & 2.24519 \\ 303.15 & 30 & 13.02824 & 354.07926 & 2.18206 \\ 303.15 & 30 & 13.02824 & 32.38977 & 1.1209 \\ 179.44866 & -93.70134 & 4.27629 & 32.38977 & 0.43544 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32033$$

$$\text{COP} = 2.10736$$

$$\text{COPc} = 6.57875$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 4.27629 & 311.77706 & 2.24519 \\ 341.5854 & 68.4354 & 14.66945 & 448.15749 & 2.37479 \\ 341.5854 & 68.4354 & 14.66945 & 420.8814 & 2.24519 \\ 308.15 & 35 & 14.66945 & 358.82051 & 2.175 \\ 308.15 & 35 & 14.66945 & 46.30372 & 1.16083 \\ 183.60359 & -89.54641 & 4.27629 & 46.30372 & 0.52557 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33287$$

$$\text{COP} = 1.94656$$

$$\text{COPc} = 5.84778$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 4.27629 & 311.77706 & 2.24519 \\ 344.94597 & 71.79597 & 16.45706 & 452.09282 & 2.36171 \\ 344.94597 & 71.79597 & 16.45706 & 424.02967 & 2.24519 \\ 313.15 & 40 & 16.45706 & 363.35831 & 2.16771 \\ 313.15 & 40 & 16.45706 & 59.83535 & 1.19845 \\ 188.03751 & -85.11249 & 4.27629 & 59.83535 & 0.61322 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.34116$$

$$\text{COP} = 1.79553$$

$$\text{COPc} = 5.263$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-10^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 263.15 & -10 & 4.27629 & 311.77706 & 2.24519 \\ 348.4624 & 75.3124 & 18.3993 & 456.112 & 2.34942 \\ 348.4624 & 75.3124 & 18.3993 & 427.24501 & 2.24519 \\ 318.15 & 45 & 18.3993 & 367.65392 & 2.16 \\ 318.15 & 45 & 18.3993 & 73.19585 & 1.23447 \\ 192.79089 & -80.35911 & 4.27629 & 73.19585 & 0.69977 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.34548$$

$$\text{COP} = 1.65297$$

$$\text{COPc} = 4.78455$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 3.62629 & 306.19579 & 2.2556 \\ 337.0324 & 63.8824 & 11.52554 & 445.72835 & 2.41273 \\ 337.0324 & 63.8824 & 11.52554 & 417.82183 & 2.2556 \\ 298.15 & 25 & 11.52554 & 349.16619 & 2.18901 \\ 298.15 & 25 & 11.52554 & 18.01357 & 1.07832 \\ 176.74934 & -96.40066 & 3.62629 & 18.01357 & 0.34134 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.32002$$

$$\text{COP} = 2.06534$$

$$\text{COP}_c = 6.45375$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 3.62629 & 306.19579 & 2.2556 \\ 340.04158 & 66.89158 & 13.02824 & 449.41904 & 2.39768 \\ 340.04158 & 66.89158 & 13.02824 & 420.77439 & 2.2556 \\ 303.15 & 30 & 13.02824 & 354.07926 & 2.18206 \\ 303.15 & 30 & 13.02824 & 32.38977 & 1.1209 \\ 181.27935 & -91.87065 & 3.62629 & 32.38977 & 0.43684 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33325$$

$$\text{COP} = 1.91174$$

$$\text{COP}_c = 5.73667$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 3.62629 & 306.19579 & 2.2556 \\ 343.23754 & 70.08754 & 14.66945 & 453.29451 & 2.38378 \\ 343.23754 & 70.08754 & 14.66945 & 423.87477 & 2.2556 \\ 308.15 & 35 & 14.66945 & 358.82051 & 2.175 \\ 308.15 & 35 & 14.66945 & 46.30372 & 1.16083 \\ 186.0348 & -87.1152 & 3.62629 & 46.30372 & 0.52926 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.3422$$

$$\text{COP} = 1.76679$$

$$\text{COPc} = 5.163$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 3.62629 & 306.19579 & 2.2556 \\ 346.60055 & 73.45055 & 16.45706 & 457.30013 & 2.37082 \\ 346.60055 & 73.45055 & 16.45706 & 427.07926 & 2.2556 \\ 313.15 & 40 & 16.45706 & 363.35831 & 2.16771 \\ 313.15 & 40 & 16.45706 & 59.83535 & 1.19845 \\ 191.01674 & -82.13326 & 3.62629 & 59.83535 & 0.61914 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.34736$$

$$\text{COP} = 1.6304$$

$$\text{COPc} = 4.69364$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-15^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 258.15 & -15 & 3.62629 & 306.19579 & 2.2556 \\ 350.11558 & 76.96558 & 18.3993 & 461.38787 & 2.35863 \\ 350.11558 & 76.96558 & 18.3993 & 430.34945 & 2.2556 \\ 318.15 & 45 & 18.3993 & 367.65392 & 2.16 \\ 318.15 & 45 & 18.3993 & 73.19585 & 1.23447 \\ 196.27718 & -76.87282 & 3.62629 & 73.19585 & 0.70789 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.34895$$

$$\text{COP} = 1.50136$$

$$\text{COPc} = 4.3025$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 3.05344 & 300.59095 & 2.26694 \\ 338.82418 & 65.67418 & 11.52554 & 451.07853 & 2.42228 \\ 338.82418 & 65.67418 & 11.52554 & 420.98102 & 2.26694 \\ 298.15 & 25 & 11.52554 & 349.16619 & 2.18901 \\ 298.15 & 25 & 11.52554 & 18.01357 & 1.07832 \\ 180.1338 & -93.0162 & 3.05344 & 18.01357 & 0.34124 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.33379$$

$$\text{COP} = 1.87775$$

$$\text{COPc} = 5.62556$$

$$T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 3.05344 & 300.59095 & 2.26694 \\ 341.84432 & 68.69432 & 13.02824 & 454.85027 & 2.40737 \\ 341.84432 & 68.69432 & 13.02824 & 423.9984 & 2.26694 \\ 303.15 & 30 & 13.02824 & 354.07926 & 2.18206 \\ 303.15 & 30 & 13.02824 & 32.38977 & 1.1209 \\ 185.18568 & -87.96432 & 3.05344 & 32.38977 & 0.43921 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.3434$$

$$\text{COP} = 1.73864$$

$$\text{COP}_c = 5.063$$

$$T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 3.05344 & 300.59095 & 2.26694 \\ 345.04741 & 71.89741 & 14.66945 & 458.80472 & 2.3936 \\ 345.04741 & 71.89741 & 14.66945 & 427.16197 & 2.26694 \\ 308.15 & 35 & 14.66945 & 358.82051 & 2.175 \\ 308.15 & 35 & 14.66945 & 46.30372 & 1.16083 \\ 190.42086 & -82.72914 & 3.05344 & 46.30372 & 0.53403 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.34919$$

$$\text{COP} = 1.60724$$

$$\text{COP}_c = 4.60273$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 3.05344 & 300.59095 & 2.26694 \\ 348.41361 & 75.26361 & 16.45706 & 462.88734 & 2.38076 \\ 348.41361 & 75.26361 & 16.45706 & 430.42807 & 2.26694 \\ 313.15 & 40 & 16.45706 & 363.35831 & 2.16771 \\ 313.15 & 40 & 16.45706 & 59.83535 & 1.19845 \\ 195.8462 & -77.3038 & 3.05344 & 59.83535 & 0.62625 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.35159$$

$$\text{COP} = 1.48343$$

$$\text{COP}_c = 4.21917$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-20^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 253.15 & -20 & 3.05344 & 300.59095 & 2.26694 \\ 351.92775 & 78.77775 & 18.3993 & 467.05021 & 2.36869 \\ 351.92775 & 78.77775 & 18.3993 & 433.75836 & 2.26694 \\ 318.15 & 45 & 18.3993 & 367.65392 & 2.16 \\ 318.15 & 45 & 18.3993 & 73.19585 & 1.23447 \\ 201.52175 & -71.62825 & 3.05344 & 73.19585 & 0.71729 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.35076$$

$$\text{COP} = 1.36607$$

$$\text{COP}_c = 3.89462$$

$$\underline{T_c=25^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.55169 & 294.97257 & 2.27934 \\ 340.79319 & 67.64319 & 11.52554 & 456.83675 & 2.43274 \\ 340.79319 & 67.64319 & 11.52554 & 424.46391 & 2.27934 \\ 298.15 & 25 & 11.52554 & 349.16619 & 2.18901 \\ 298.15 & 25 & 11.52554 & 18.01357 & 1.07832 \\ 185.5096 & -87.6404 & 2.55169 & 18.01357 & 0.34207 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.34476$$

$$\text{COP} = 1.71106$$

$$\text{COPc} = 4.963$$

$$\underline{T_c=30^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.55169 & 294.97257 & 2.27934 \\ 343.82572 & 70.67572 & 13.02824 & 460.69755 & 2.41799 \\ 343.82572 & 70.67572 & 13.02824 & 427.55255 & 2.27934 \\ 303.15 & 30 & 13.02824 & 354.07926 & 2.18206 \\ 303.15 & 30 & 13.02824 & 32.38977 & 1.1209 \\ 190.9906 & -82.1594 & 2.55169 & 32.38977 & 0.44263 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.35118$$

$$\text{COP} = 1.58445$$

$$\text{COPc} = 4.51182$$

$$\underline{T_c=35^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.55169 & 294.97257 & 2.27934 \\ 347.03707 & 73.88707 & 14.66945 & 464.73882 & 2.40435 \\ 347.03707 & 73.88707 & 14.66945 & 430.78557 & 2.27934 \\ 308.15 & 35 & 14.66945 & 358.82051 & 2.175 \\ 308.15 & 35 & 14.66945 & 46.30372 & 1.16083 \\ 196.62484 & -76.52516 & 2.55169 & 46.30372 & 0.53996 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.35417$$

$$\text{COP} = 1.46477$$

$$\text{COP}_c = 4.13583$$

$$\underline{T_c=40^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.55169 & 294.97257 & 2.27934 \\ 350.40735 & 77.25735 & 16.45706 & 468.90609 & 2.39165 \\ 350.40735 & 77.25735 & 16.45706 & 434.11939 & 2.27934 \\ 313.15 & 40 & 16.45706 & 363.35831 & 2.16771 \\ 313.15 & 40 & 16.45706 & 59.83535 & 1.19845 \\ 202.423 & -70.727 & 2.55169 & 59.83535 & 0.63461 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.35411$$

$$\text{COP} = 1.35188$$

$$\text{COP}_c = 3.81769$$

$$\underline{T_c=45^\circ\text{C} \quad T_e=-25^\circ\text{C}}$$

$$\text{RESULTS:=} \begin{pmatrix} T1 & T1 - 273.15 & P1 & H1 & S1 \\ T2 & T2 - 273.15 & P2 & H2 & S2 \\ T2s & T2s - 273.15 & P2s & H2s & S2s \\ T3 & T3 - 273.15 & P3 & H3 & S3 \\ T4 & T4 - 273.15 & P4 & H4 & S4 \\ T5 & T5 - 273.15 & P5 & H5 & S5 \end{pmatrix}$$

$$\text{RESULTS=} \begin{pmatrix} 248.15 & -25 & 2.55169 & 294.97257 & 2.27934 \\ 353.92122 & 80.77122 & 18.3993 & 473.15158 & 2.37972 \\ 353.92122 & 80.77122 & 18.3993 & 437.51577 & 2.27934 \\ 318.15 & 45 & 18.3993 & 367.65392 & 2.16 \\ 318.15 & 45 & 18.3993 & 73.19585 & 1.23447 \\ 208.45101 & -64.69899 & 2.55169 & 73.19585 & 0.72806 \end{pmatrix}$$

$$\varepsilon = 0.35111$$

$$\text{COP} = 1.24468$$

$$\text{COP}_c = 3.545$$

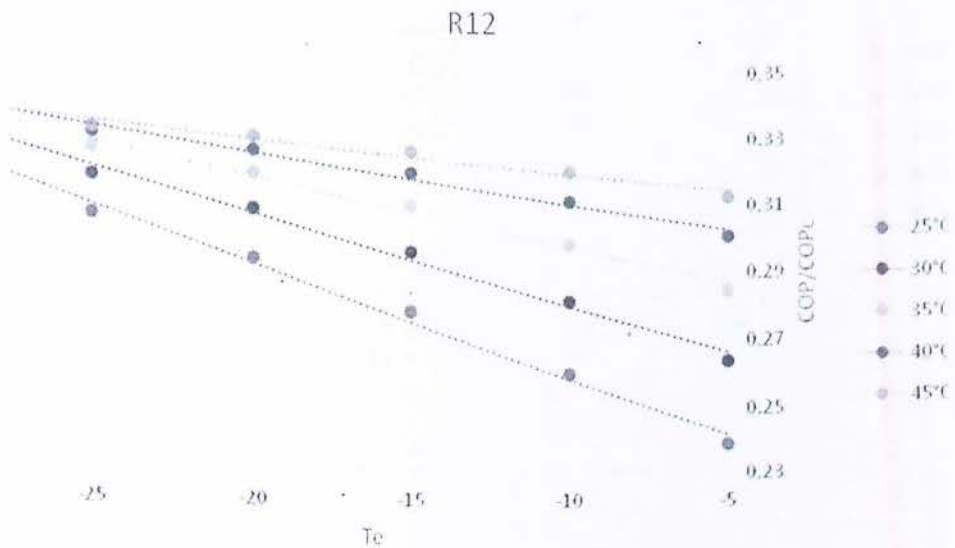
Με την εργασία αυτή, θέλουμε να συγκρίνουμε τις αποδόσεις των ψυκτικών μέσων, οπότε χρειαζόμαστε διαγράμματα για να μπορέσουμε να βγάλουμε συμπεράσματα.

Τα διαγράμματα αυτά είναι $\varepsilon = \text{COP}/\text{COP}_c = f(T_e)$ και $\text{COP} = f(T_e)$ για διάφορες θερμοκρασίες του συμπυκνωτή T_c .

Έτσι μπορούμε να συγκρίνουμε πως διαμορφώνεται ο λόγος $\varepsilon = \text{COP}/\text{COP}_c$ και ο συντελεστής συμπίεσης COP στη διακύμανση των θερμοκρασιών και για διάφορες θερμοκρασίες T_c .

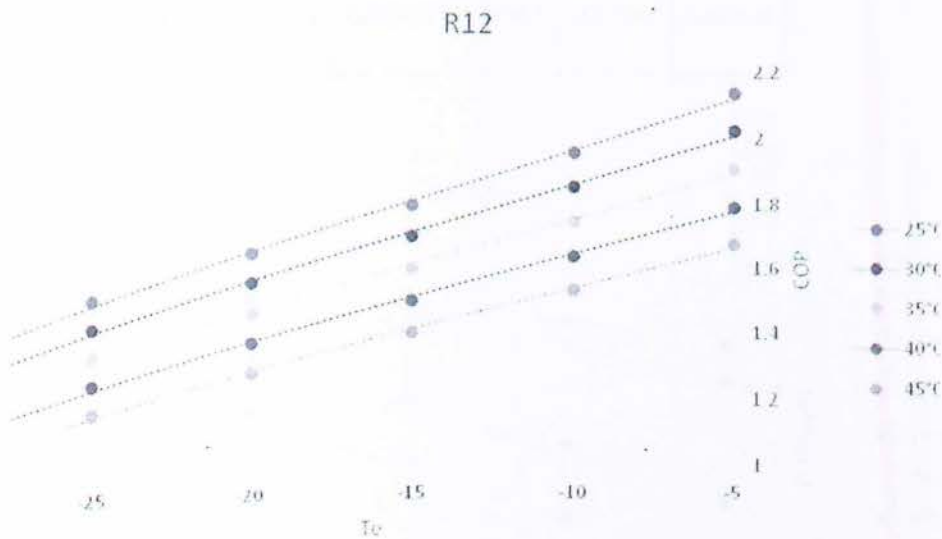
Για το R12 έχω $COP/COP_c = f(T_e)$:

		R12					
		Tc (°C)	25	30	35	40	45
COP/COP _c	Te= -5°C		0.23899	0.26398	0.28442	0.30052	0.3125
	Te= -10°C		0.26022	0.2814	0.29831	0.31118	0.32021
	Te= -15°C		0.27815	0.29588	0.30959	0.31953	0.32591
	Te= -20°C		0.2932	0.30778	0.31859	0.32587	0.32981
	Te= -25°C		0.30571	0.31741	0.32556	0.3304	0.33212



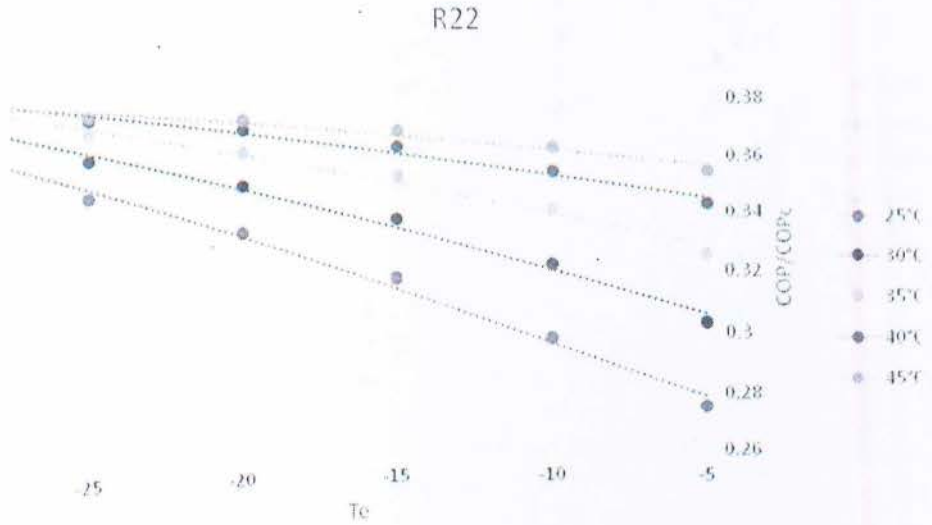
Για το R12 έχω $COP = f(T_e)$:

R12 - COP					
T_c (°C)	25	30	35	40	45
$T_e = -5^\circ\text{C}$	2.13613	2.02243	1.90666	1.79076	1.67594
$T_e = -10^\circ\text{C}$	1.95652	1.85126	1.74444	1.63772	1.53207
$T_e = -15^\circ\text{C}$	1.79514	1.69735	1.59843	1.49978	1.40221
$T_e = -20^\circ\text{C}$	1.64941	1.55829	1.46638	1.37489	1.28448
$T_e = -25^\circ\text{C}$	1.51722	1.43208	1.34645	1.26135	1.17735



Για το R22 έχω $COP/COP_c = f(T_e)$:

R22						
T_c (°C)	25	30	35	40	45	
$T_e = -5^\circ\text{C}$	0.27535	0.30317	0.32564	0.34281	0.35464	
$T_e = -10^\circ\text{C}$	0.29851	0.322	0.34055	0.3542	0.36286	
$T_e = -15^\circ\text{C}$	0.31787	0.33754	0.35263	0.36314	0.36899	
$T_e = -20^\circ\text{C}$	0.33399	0.35025	0.36224	0.36996	0.3733	
$T_e = -25^\circ\text{C}$	0.34728	0.36047	0.36969	0.37491	0.37598	



Για το R22 έχω $f(T_e)=COP$:

R22 - COP					
Tc (°C)	25	30	35	40	45
Te= -5°C	2.4612	2.3227	2.183	2.0428	1.90196
Te= -10°C	2.24433	2.11835	1.99147	1.86414	1.73611
Te= -15°C	2.05147	1.93636	1.82061	1.70447	1.58758
Te= -20°C	1.87888	1.7733	1.66729	1.56094	1.45384
Te= -25°C	1.72356	1.6264	1.52898	1.43129	1.33285

