

**פתרון מוצע לבחינת מה"ט/משה"ח מערכות קירור ומיזוג אויר**

מועד א' תשע"ח, חודש פברואר שנה 2018  
מחבר: מר בוריס לחמן מכללת אורט סינגאלובסקי

**פתרון שאלה 1:**

הערה: יש לתקן ערך בנתון השאלה – כמות המים שנפלטים בהזעה ל- 3.6kg/hr

**סעיף א'**

$$DBT_0 = \frac{24 * 0.8 + 30 * 0.02}{1} = 25.2^\circ c$$

$$\Delta Q_{s1} = 125 * 120 = 15000w = 15kw$$

$$\Delta Q_{s1T} = 15 + 15 = 30kW$$

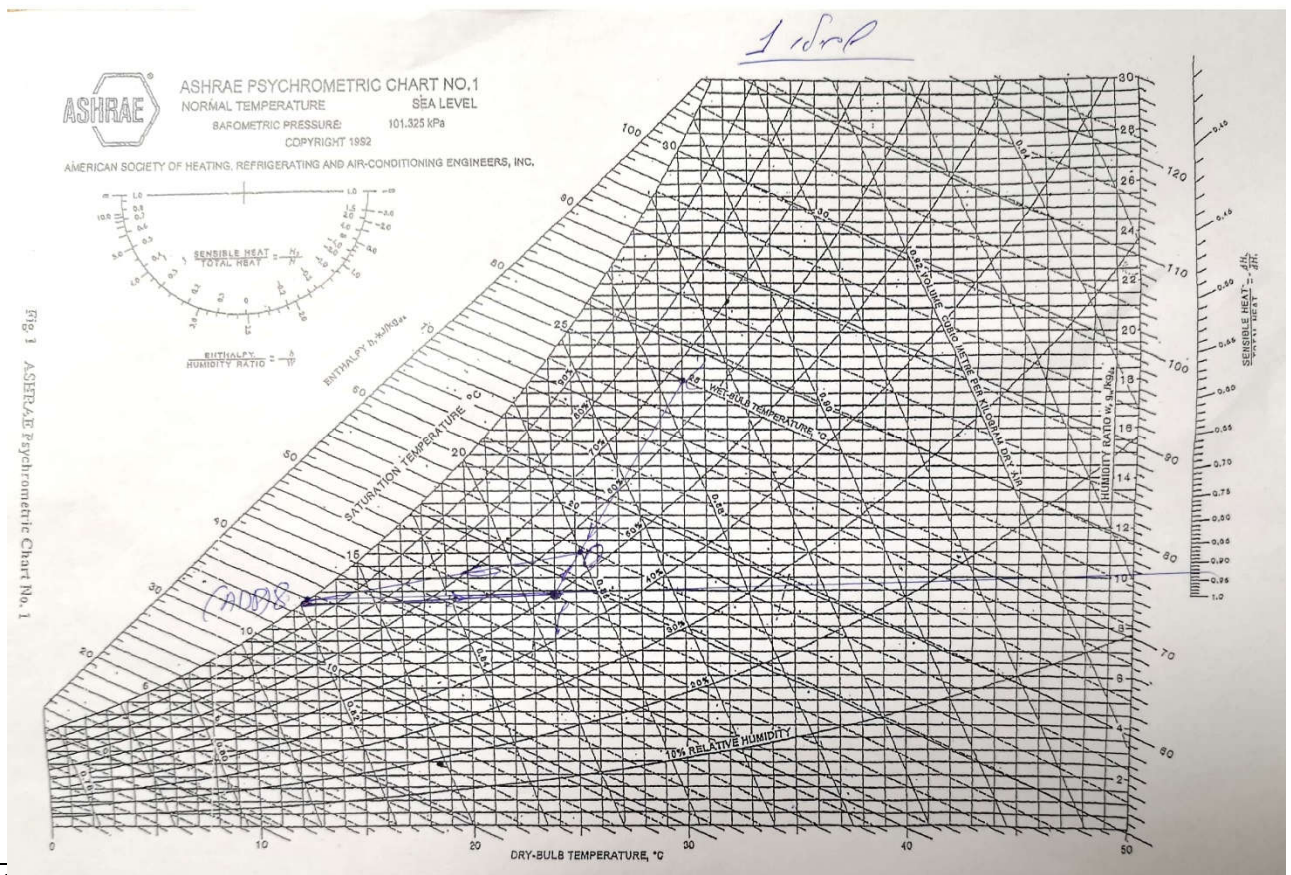
$$\Delta Q_{L1} = \frac{3.6}{3600} = 0.001kg/s$$

$$2340 \frac{kJ}{kg} * 0.001 \frac{kg}{s} = 2.34KJ/s = 2.34Kwh$$

$$RSHF = \frac{\Delta Q_{s1}}{\Delta Q_{T1}} = \frac{30}{30 + 2.34} = 0.928$$

$$ADP = DBT_8 = WBT_8 = 12.5^\circ c$$

**סעיף ב'**



סעיף ג'

$$\begin{aligned}\Delta Q_{t_{0-8}} &= m_o * \Delta h_{0-8} \\ &= 2.609(54 - 36) = 46.96 \text{ Kw}\end{aligned}$$

$$\Delta Q_{S_1} = m_o * \Delta DBT_{1-8} * C_{air}$$

$$m_o = \frac{\Delta Q_{S_1}}{\Delta DBT_{1-8} * C_{air}} = \frac{30}{(24 - 12.5) * 1} = 2.609 \text{ Kg/s}$$

$$\Delta W_{0-8} = 11 - 9 = 2 \text{ gmw/kgair}$$

$$1 \text{ kgair} \text{ --- } \rightarrow 2 \text{ gmw}$$

$$2.609 \text{ kgair} \text{ --- } \rightarrow x?$$

$$x = 2.609 * 2 = 5.218 \frac{\text{gm}}{\text{s}} * \frac{3600}{1000} = 18.78 \text{ L/h}$$

פתרון שאלה 2:

סעיף א'

$$m \text{ בשר} = \frac{18000 \text{ kg}}{24} = 750 \text{ kg/h} = 0.208 \text{ Kg/s}$$

עומס הכללי של החום הקובע בחירת יח' קירור מורכב מחמישה מקורות:

מקור 1:

$$\Delta Q = m * C_p * \Delta t = 0.208 * 3.2 * (36 - 2) = 22.66 \text{ KJ/s} = 22.66 \text{ kW}$$

מקור 2:

$$\Delta Q \text{ חשמל} = 1.5 \text{ kW}$$

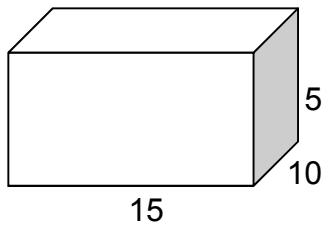
מקור 3:

$$\Delta Q \text{ עובדים} = 1.0 \text{ kW}$$

מקור 4:

$$\Delta Q = U * A * \Delta DBT = 1.5 * 550 * (36 - 2) = 28050 \text{ w} = 28.05 \text{ kW}$$

$$A = (15 * 5 * 2) + (10 * 5 * 2) + (15 * 10 * 2) = 150 + 100 + 300 = 550 \text{ m}^2$$



$$V_{\text{נפח}} = 15 * 10 * 5 = 750 \text{ m}^3$$

$$m = V_{\text{m}^3} * \rho(\text{air}) = \frac{750 * 1.224}{3600} = \frac{0.255 \text{ Kg}}{\text{s}}$$

מקור 5:

$$Q = m * c_p * \Delta t = 0.255 * 1 * (32 - 2) = 7.65 \text{ Kw}$$

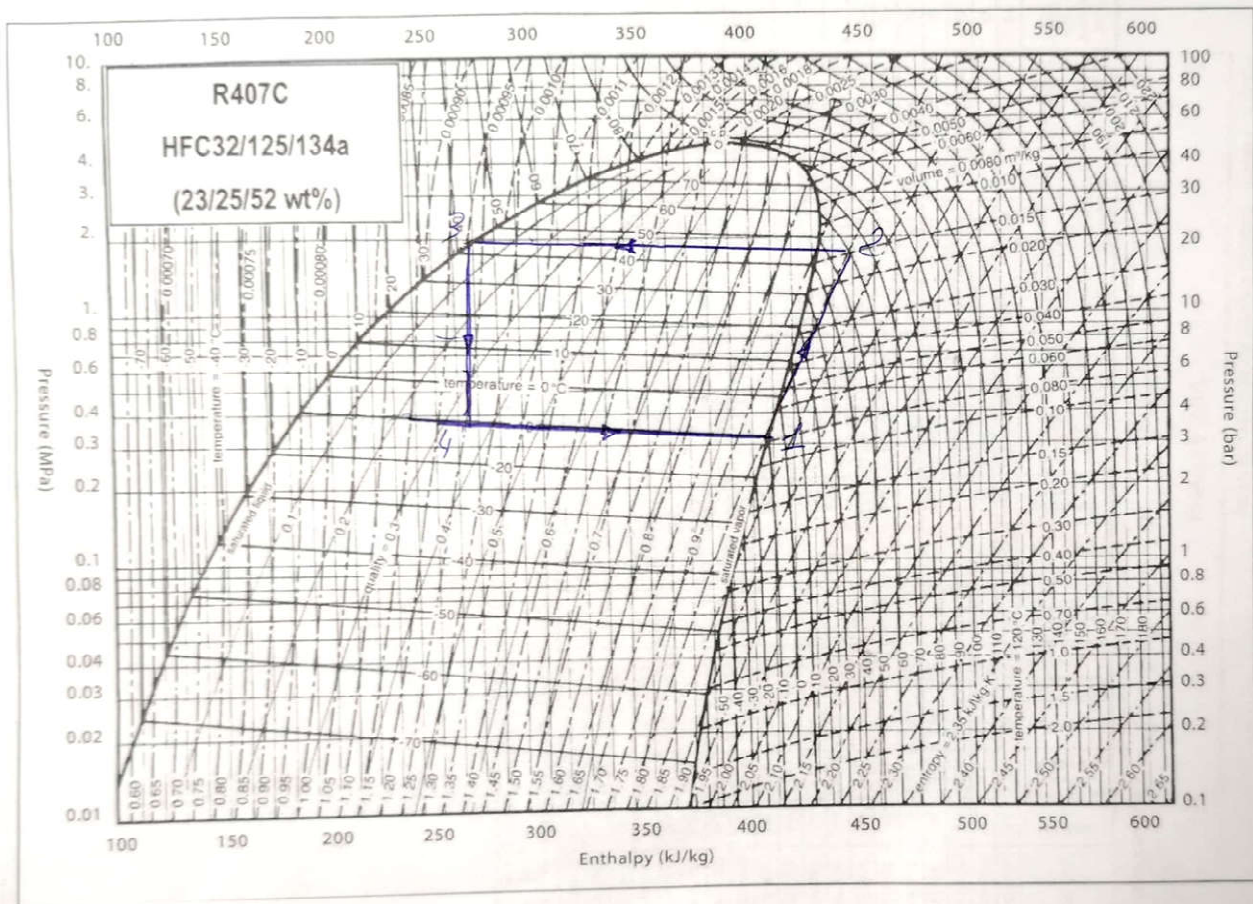
$$\text{סך תפוקת הקירור} = 22.66 + 1.5 + 1.0 + 28.05 + 7.65 = 60.86 \text{ Kw}$$

סעיף ב'

שרטוט פעולת מערכת המיזוג בעמוד הבא :

פירוט הנקודות בשרטוט:

1. כניסה למדחס
2. יציאה מהמדחס
3. כניסה לשסתום התפשטות
4. כניסה למאייד



נספח ב' – דיאגרמות קרי R707C עבור שאלה מספר 2

*פי*

מספר ת.י. \_\_\_\_\_  
מספר מחברת \_\_\_\_\_

סעיף ג'

$$P_{\text{מדחס}} = \frac{m \cdot \Delta h_{2-1}}{\eta_{oc}} = \frac{0.392(450 - 420)}{1} = 11.78 \text{ Kw}$$

$$m = \frac{Q}{\Delta h_{1-4}} = \frac{60.86}{420 - 265} = 0.392 \text{ Kg/s}$$

סעיף ד'

$$cop = \frac{Q}{P} = \frac{60.86}{11.78} = 5.16$$

סעיף ה'

עפ"י תפוקת הקירור 60.86 Kw בוחרים:  
 דגם: ZR310KCE  
 COP=3.2 מעשי  
 גודל מנוע 25BHP

### פתרון שאלה 3:

#### סעיף א

מטרת הקירור לייצר תנאים הנדרשים למוצרים המאוחסנים בתאי/חדרי הקירור ( לרוב טמפ' יבשה DBT ולחות יחסית RH ).

- לטמפ' יחסית גבוהות משתמשים בקירור חד דרגתי (לרב עד  $-18^{\circ}\text{C}$  ).
- לקירור עמוק יותר משתמשים בקירור משולב וקסקדה (לרב עד טמפ' של  $-90^{\circ}\text{C}$  ).

#### סעיף ב

**מדחס הרמטי** הינו מדחס אטום מכל הכיוונים פרט לצינור יניקה והסניקה.

יתרונות	חסרונות
אין נזילות	כמעט ולא ניתן לטיפול
כמעט ואין צורך בשירות	ברב הדגמים אין אפשרות לבדוק מפלס שמן
מיימדים קטנים	
יחסית זול	

**מדחס פתוח** במדחס זה יש הפרדה בין המנוע להפעלת המדחס לבין המדחס עצמו

יתרונות	חסרונות
החלפת מנוע מיידית	נזילות באזור הציר המחבר המדחס והמנוע
ניתן לבצע תיקונים ביתר קלות	תחזוקה מורכבת יותר
אפשרות לבדיקת מפלס שמן	יקר יותר
	דורש שטח ריצפה גדול יותר

#### סעיף ג

קירור רב שלבי מיועד לטמפ' נמוכות במיוחד , שלבי לטמפ' יחסית גבוהות.

**יתרונות** מערכת רב שלבי למערכת חד שלבי:

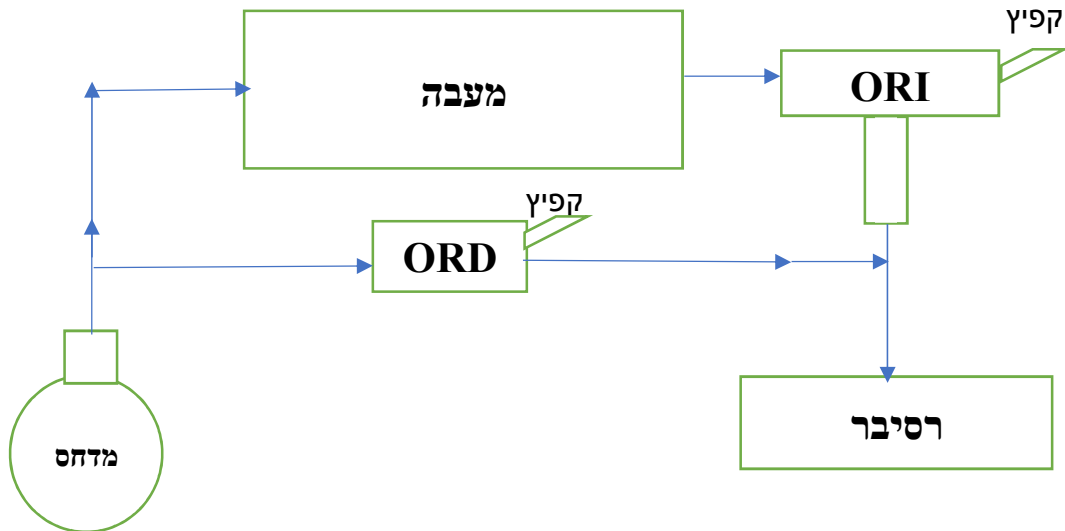
- נצילות נפחית גדולה יותר.
- ספיקת קרר מעשית ביציאה מהמדחס גבוהה יותר
- תפוקת הקירור יחסית גדולה.
- צריכת החשמל הכללית נמוכה יותר.
- COP קירור גדול יותר.

#### **חסרונות**

- מערכת יקרה יותר
- תחזוקה מורכבת יותר

סעיף ד

לפי SPORLAN



אחד האפשרויות לשמירת לחץ ראש לפי המלצות חברת SPORLAN יש להרכיב שני שסתומים למעבה:

1. בטור ל- ORI ביציאה מהמעבה לכיוון הרסיבר.
2. במקביל למעבה בין יציאת המדחס לכניסה לרסיבר.

מצב לא תקין: שסתום ORI נסגר, חומר הקירור במעבה מתעבה וגורם לכך שחלק מהמעבה, המעביר חום לסביבה, קטן ולחץ העיבוי במעבה גדל. בו בזמן שסתום ORD הקובע לחץ ברסיבר, בחורף ובעונות בינים בשניות הראשונות של הפעלת המתקן נפתח, הקפיץ מכוון להפרש לחצים של 20PSI והוא הפתח עד המקסימום ב 30PSI. כלומר ORD נפתח רק כאשר ORI נסגר לכיוון הרסיבר, כתוצאה מכך עולה לחץ ברסיבר. אין כבר הפרש לחצים ב ORD והוא נסגר ומיד נפתח ORI והמערכת מתחילה לעבוד בצורה תקינה.

פתרון שאלה 4:

סעיף א

תפוקת המעבה

$$Q = m_w * C_{pw} * \Delta t_w = 4 * 4.186 * (40 - 30) = 167.44 \text{ Kw}$$

סעיף ב

הביצועים המעשיים של היחידה הם:

$$167.44 - \frac{50}{0.95} = 114.81 \text{ Kw}$$

$$\text{מאייד} = \text{מדחס} - \text{מעבה}$$

סעיף ג

כלומר במקום 140.7 Kw מקבלים 114.81 Kw  
הביצועים של מערכת הקירור ירודים



**פתרון שאלה 5:****סעיף א**

העומסים מחולקים לשניים:

- עומסים פנימיים – אנשים , תאורה , ציודים
- עומסים חיצוניים – הסעה – הולכה – הסעה , קרינה ואויר חיצוני

**סעיף ב**

מיזוג אויר מאפשר ליצור תנאי נוחות לאדם והקירור יוצר תנאים הנדרשים לשמירת המוצרים לרוב DBT ו- RH יבשה ולחות יחסית.

**סעיף ג**

בתעלות אויר מבדילים בין שלושה סוגי הפסדי לחץ:

1. הפסדים לאורך התעלה.
2. הפסדים מקומיים - חיבור T , זווית 90 וכדומה
3. ציודים – מסננים , מאיידים , מפזרי אוור

**סעיף ד**

במערכת ביתית בעיקר שומרים על DBT של האוויר , ובמערכת תעשייתית יש לשמור על קיום תהליך תעשייתי כלומר RH , DBT וניקיון האוויר המסופק לחדר וכדומה.

פתרון שאלה 6:

סעיף א

נצילות נפחית של המדחס מייצגת יחס בין ספיקה נפחית ביציאה מהמדחס לבין ספיקה נפחית בכניסה אליו.

בכניסה למדחס:

$$V_{tc} = \left( \frac{\pi D^2}{4} * L \right) * Z * \frac{h}{60} = \left( \frac{\pi 0.085^2}{4} * 0.075 \right) * 4 * \frac{1800}{60} = 0.051 \frac{m^3}{s}$$

נצילות נפחית 95%:

$$V_{ac} = V_{tc} * 0.95 = 0.051 * 0.95 = 0.048 \frac{m^3}{s}$$

סעיף ב

ספיקה מעשית:

$$m_{ac} = \frac{0.048}{\rho_1} = \frac{0.048}{0.09} = 0.538 \text{ kg/s}$$

הספק להפעלת המנוע למדחס

$$P = \frac{m_{ac} * \Delta h_{2-1}}{\eta_{vc} * \eta_{mc}} = \frac{0.538(430 - 410)}{0.95 * 0.9} = 12.6 \text{ Kw}$$