

עקרונות ותכנון מערכות הפעלה ה'

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים.

פרק ראשון	42 נקודות
פרק שני	21 נקודות
פרק שלישי	18 נקודות
פרק רביעי	19 נקודות
סה"כ	100 נקודות

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון פשוט שאינו ניתן לתכנות.

ד. הוראות מיוחדות:

- את התשובות לכל השאלות יש לכתוב אך ורק על גבי דף התשובות שבנספח א'.
- ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
- לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיחים:

בתום הבחינה, יש לוודא שהנבחנים הדביקו את מדבקת הנבחן שלהם במקום המיועד לכך בדף התשובות שבנספח א', וצירפו אותו למחברת הבחינה.

בשאלון זה 13 עמודים ו-3 עמודי נספחים.

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון (42 נקודות)

ענו על שאלה 1 המכילה 14 סעיפים (א'–י"ד). יש לענות על כל הסעיפים.
הסעיפים א'–י"ד אינם תלויים זה בזה, אלא אם כן מצוין אחרת. בכל הסעיפים נתונות ארבע תשובות, שרק אחת מהן נכונה. בכל סעיף בחרו את התשובה הנכונה, והקיפו בעיגול את הספרה המייצגת אותה בדף התשובות שבנספח א'.

שאלה 1 (42 נקודות – לכל סעיף 3 נקודות)

במחשב מסוים הזיכרון מנוהל כזיכרון מדומה (virtual memory) הממומש בשיטת "דפים נדרשים" (demand paging). גודלו של כל דף הוא 32 K. להלן הצהרה של מטריצה D:

```
double D[64][64];
```

נתון כי טיפוס הנתונים double גודלו 16 בתים.

נתון כי המטריצה D שמורה בזיכרון בדפים.

המטריצה שמורה באופן הזה: האיבר הראשון $D[0][0]$ שמור בתחילת הדף; איברי השורה הראשונה במטריצה שמורים לפני איברי השורה השנייה.

להלן קטע קוד:

```
for (int i = 0; i < 64; i++)  
    for (int j = 0; j < 64; j++)  
        D[i][j] = 0;
```

א. כמה החלפות דפים, כולל הטעינה הראשונית של המטריצה, יתרחשו במחשב אם הוקצו למטריצה חמש מסגרות בלבד והמטריצה לא נמצאת בזיכרון בתחילת החישוב?

1. 1

2. 2

3. 4

4. 8

להלן קטע קוד **חדש** שמחליף את קטע הקוד הנתון בסעיף א':

```
for (int j = 0; j < 64; j++)  
    for (int i = 0; i < 64; i++)  
        D[i][j] = 0;
```

ב. כמה החלפות דפים, כולל הטעינה הראשונית של המטריצה, יתרחשו **כעת** במחשב אם הוקצו למטריצה **חמש מסגרות בלבד** והמטריצה לא נמצאת בזיכרון בתחילת החישוב?

1. 2
2. 32
3. 64
4. 128

סעיפים ג'–ז' מתייחסים לנתונים שלהלן:

נתונה מערכת הפעלה שמנהלת את הזיכרון **כזיכרון מדומה** (virtual memory), הממומש בשיטת "**דפים נדרשים**" (demand paging). אלגוריתם הקצאת הדפים הוא אלגוריתם סטטי, ואלגוריתם החלפת הדפים הוא בשיטת "ראשון מגיע ראשון יוצא" (FIFO). נתון תהליך P הבנוי **משמונה** דפים, ועם יצירתו מוקצות לו **ארבע מסגרות בלבד** בזיכרון הממשי. תהליך P דורש את הדפים לפי הסדר שלהלן (קראו משמאל לימין) –

8, 1, 3, 1, 4, 3, 5, 7, 6, 1, 6, 7

ג. אילו דפים יימצאו בזיכרון הממשי בתום ביצוע התהליך P? קראו משמאל לימין.

1. 5, 7, 6, 4
2. 5, 1, 6, 7
3. 5, 7, 6, 1
4. 4, 1, 6, 7

ד. על סמך הנתונים בסעיף ג', מהו יחס ההחטאה (miss ratio), כלומר, מהו אחוז פְּשְׁלֵי הדף (page fault)?

1. 50%
2. 60%
3. 66.67%
4. 75%

ה. על-פי הנתונים בסעיף ג', אם החלפת הדפים תתבצע בשיטת LRU, אילו דפים יימצאו בזיכרון הממשי בתום ביצוע התהליך P?

קראו משמאל לימין.

1. 5, 7, 1, 6

2. 5, 7, 3, 6

3. 5, 7, 3, 4

4. 5, 1, 3, 4

ו. על סמך הנתונים בסעיף ג', אם החלפת הדפים תתבצע בשיטת LRU, מה יהיה יחס ההחטאה (miss ratio), כלומר, מהו יחס כשלי הדף (page fault)?

1. 66.67%

2. 75%

3. 83.33%

4. 100%

ז. על סמך הנתונים בסעיף ג', מה יהיה הדף הוותיק ביותר בזיכרון בסוף ריצת התהליך?

1. 5

2. 6

3. 7

4. 8

סעיפים ח'–י' מתייחסים לנתונים שלהלן:

הטבלה שלהלן מתארת את תור ההמתנה לקבלת המעבד (ready queue) בנקודת זמן מסויימת t_0 .

כל ארבעת התהליכים מוכנסים לתור בו זמנית בנקודת זמן t_0 .

הם מוכנסים לתור לפי הסדר הבא (מימין לשמאל): P_4, P_3, P_2, P_1 .

לצד כל תהליך מצוין ה־CPU burst time שלו.

כמו כן, בנקודת זמן t_0 , מתזמן המעבד (CPU scheduler) מקצה בפעם הראשונה את המעבד לאחד מארבעת התהליכים שבתור.

לצורך התשובות הניחו כי במהלך כל פרק הזמן שחולף בין t_0 ועד לרגע שבו כל התהליכים עוזבים את התור, לא מגיעים לתור תהליכים נוספים.

כמו כן, הניחו לצורך התשובות כי הזמן הדרוש לביצוע החלפת הקשר (context switch) הוא 0.

התהליך	CPU burst time (msec)
P1	4
P2	10
P3	2
P4	3

ח. מה יהיה זמן ההמתנה הממוצע (average waiting time) אם מדיניות התזמון של ה־CPU היא מסוג "ראשון מגיע, ראשון יוצא" (FCFS/FIFO)?

1. 4.5 msec
2. 6 msec
3. 8.5 msec
4. 14 msec

ט. מה יהיה זמן ההמתנה הממוצע (average waiting time) אם מדיניות התזמון של ה־CPU היא מסוג "העבודה הקצרה תחילה" (SJF)?

1. 3.5 msec
2. 4 msec
3. 8.5 msec
4. 10 msec

י. הוחלט שהתהליכים יבוצעו לפי עדיפות, ובתוך אותה עדיפות הם יבוצעו לפי שיטת "העבודה הקצרה תחילה" (SJF). לתהליך P4 נקבעה עדיפות גבוהה (high), ואילו יתר התהליכים הם בעדיפות רגילה (normal). מה יהיה זמן ההמתנה הממוצע (average waiting time) של התהליכים בתור?

1. 3.5 msec

2. 4 msec

3. 4.25 msec

4. 16 msec

סעיפים י"א-י"ג מתייחסים לנתונים שלהלן:

הטבלה שלהלן מתארת את תור ההמתנה לקבלת המעבד (ready queue) בנקודת זמן מסוימת t0.

כל ארבעת התהליכים מוכנסים לתור בו זמנית בנקודת זמן t0.

הם מוכנסים לתור לפי הסדר הבא (מימין לשמאל): A, B, C, D.

לצד כל תהליך מצוין ה-CPU burst time שלו.

כמו כן, בנקודת זמן t0, מתזמן המעבד (CPU scheduler) מקצה בפעם הראשונה את המעבד לאחד מארבעת התהליכים שבתור.

לצורך התשובות הניחו כי במהלך כל פרק הזמן שחולף בין t0 ועד לרגע שבו כל התהליכים עוזבים את התור, לא מגיעים לתור תהליכים נוספים.

כמו כן, הניחו לצורך התשובות כי הזמן הדרוש לביצוע החלפת הקשר (context switch) הוא 0.

נתון כי סדר הקצאת המעבד (CPU) הוא בשיטת התזמון Round Robin.

יחידת זמן העיבוד המוקצית לתהליך (Time Quantum/ Time Slice) היא של 5 msec.

ניחול התור של התהליכים הממתינים לקבלת המעבד (ready queue) הוא בשיטת FIFO / FCFS.

שם התהליך	CPU burst time (msec)
A	10
B	15
C	20
D	15

המעבד משתחרר לקראת ההרצה של התהליך הבא מיד לאחר שסיים את הרצת התהליך הקודם.

י"א. מה יהיה זמן ההמתנה הממוצע (average waiting time) של התהליכים למעבד?

1. 20 msec
2. 21.5 msec
3. 27.5 msec
4. 31.25 msec

י"ב. איזה תהליך, או אילו תהליכים, יימצאו בתור לאחר הפעם החמישית של ריצת מתזמן המעבד?

1. D , C , B , A
2. B , C , D
3. B , C
4. C

י"ג. כמה פעמים יוקצה המעבד לתהליך D במהלך פרק הזמן שבין t_0 לבין $t_0+45\text{msec}$?

1. 2
2. 3
3. 4
4. 5

י"ד. נתון כי תהליך P עובר ממצב running למצב waiting. כתוצאה מכך, גרעין מערכת ההפעלה:

1. משחרר את המסגרות שהוקצו לתהליך P ובמקומן מקצה ל-P מסגרות אחרות.
2. משחרר את רשומת בלוק הבקרה (PCB) של התהליך P מטבלת התהליכים.
3. מקצה מיד זמן מעבד נוסף לתהליך P.
4. מעדכן את רשומת בלוק הבקרה (PCB) של התהליך P.

פרק שני (21 נקודות)

ענו על שאלה 2 המכילה שבעה סעיפים (א'–ז'). יש לענות על כל הסעיפים.
הסעיפים א'–ז' אינם תלויים זה בזה, אלא אם כן מצוין אחרת. בכל הסעיפים נתונות ארבע תשובות, שרק אחת מהן נכונה. בכל סעיף בחרו את התשובה הנכונה, והקיפו בעיגול את הספרה המייצגת אותה בדף התשובות שבנספח א'.

שאלה 2 (21 נקודות – לכל סעיף 3 נקודות)

א. הפקודה `mv` "מזיזה" קובץ ממקומו המקורי למקום אחר בהיררכיית הקבצים.
כדי לממש את הפקודה `mv /mone/sum/fl /log/yrn` – איזו מבין הפעולות שלהלן צריך לבצע?

1. ליצור קובץ חדש, להקצות inode ולמפות אותו ל־`yrn` בספרייה `log`
2. למחוק את הבלוקים של הקובץ `/mone/sum/fl`, ולהעביר את מיפוי ה־`inode` שלו מ־`/fl` ל־`/mone/sum`
3. להעביר את מיפוי ה־`inode` של הקובץ מ־`/mone/sum` ל־`/log`
4. למחוק את בלוקי הנתונים של הקובץ המקורי ולהקצות במקומם בלוקים אחרים

ב. מה תדפיס הפקודה `wc list.txt`?

1. את סוג הקובץ
2. את מספר השורות, מספר המילים ומספר התווים בקובץ
3. את מספר השורות ומספר המילים בקובץ
4. את גודל הקובץ בבתים (bytes)

ג. גרעין מערכת ההפעלה (kernel) מפסיק לרוץ. מהי הסיבה האפשרית לתקלה זו?

1. ניצולת המעבד גדולה מדי (מעל 70%)
2. החוצץ של כרטיס הרשת מלא לחלוטין
3. נוצרות הרבה פסיקות כשלי דף (page faults), כך שהמעבד עסוק מעל 50% מזמנו בטיפול בפסיקות אלה
4. אף אחת מן התשובות אינה נכונה

ד. מהו boot block?

1. הסקטור הראשון (Sector 0) של הדיסק שבו מותקן תמיד גרעין מערכת ההפעלה
2. בלוק קוד השמור בחלק שמשמש לזיכרון המדומה בדיסק הקשיח
3. בלוק דיסק שנכתב על-ידי גרעין מערכת ההפעלה בעת טעינתה
4. בלוק שמכיל קוד אשר טוען את הגרעין של מערכת ההפעלה

ה. מקלידים ומריצים במחשב את רצף השורות שלהלן:

```
cat > file3
dog
cat
bird
ape
^D (control d to stop)
sort file3 > slist
```

מה יכלול הקובץ slist בעקבות הפעולה הזאת?

1. את השורה הזו:

dog cat bird ape

2. את השורה הזו:

ape bird cat dog

3. את השורות האלה:

ape

bird

cat

dog

4. את השורות האלה:

dog

cat

bird

ape

1. בהינתן הפקודה `chmod 755 file` – ההרשאות של הקובץ ששמו `file` תעודכנה להיות:

1. `Owner=rwx Group=r-x Other=r-x`

2. `Owner=r-x Group=--- Other=---`

3. `Owner=rw- Group=r-- Other=r--`

4. `Owner=r-- Group=r-- Other=r--`

2. למה תגרום הקריאה `kill(pid)`?

1. לאתחול מבנה הנתונים של גרעין מערכת ההפעלה

2. לסיום הריצה של התהליך שהמזהה שלו הוא `pid`, ולשחרור כל משאביו

3. להשהיית הריצה של התהליך שהמזהה שלו הוא `pid`, ולהעברתו למצב המתנה (`wait`)

4. לסיום הריצה של תהליך־האב של התהליך שהמזהה שלו הוא `pid`, ולשחרור כל משאביו (של תהליך־האב)

פרק שלישי (18 נקודות)

ענו על שאלה 3 המכילה שמונה סעיפים (א'–ח'). יש לענות על שישה מבין הסעיפים (לכל סעיף – 3 נקודות).

שאלה 3 (18 נקודות)

במסגרת פיתוח של טלפון חכם (smartphone) חדש, בנתה היצרנית מערכת הפעלה השונה לחלוטין מאנדרואיד או iOS. ממשיק ההפעלה של המערכת מבוסס, בין היתר, על זיהוי קולי. לפניכם שמונה סעיפים, שבכל אחד מהם מוצג היגד העוסק במערכת ההפעלה המתוארת לעיל. בחרו שישה סעיפים וקבעו לגבי כל אחד מן ההיגדים שבחרתם אם הוא נכון או לא נכון. הקיפו בעיגול את התשובה המתאימה בדף התשובות שבנספח א'.

- א. הגרעין של מערכת ההפעלה חייב לכלול את כל מנהלי ההתקנים (device driver) של הטלפון החכם.
- ב. הגרעין של מערכת ההפעלה חייב לכלול מתזמן CPU.
- ג. הגרעין של מערכת ההפעלה חייב לתמוך בזיכרון מדומה.
- ד. הגרעין של מערכת ההפעלה חייב לתמוך בהוספת התקני חומרה.
- ה. הגרעין של מערכת ההפעלה חייב לספק שירות של יצירת תהליך חדש.
- ו. הגרעין של מערכת ההפעלה חייב לתמוך בשירות של דחיסת קול.
- ז. שיטת ניהול הזיכרון, הממומשת על-ידי הגרעין של מערכת ההפעלה, חייבת להתאים למנגנון החומרה שממיר כתובות לוגיות לכתובות פיזיות (ה־MMU).
- ח. מערכת ההפעלה חייבת לכלול שני מנהלי קבצים שונים – אחד עבור קובצי טקסט, והשני עבור כל שאר סוגי הקבצים.

פרק רביעי (19 נקודות)

ענו על שאלה 4 המכילה ארבעה סעיפים (א'–ד'). יש לענות על כל הסעיפים.
הסעיפים א'–ד' אינם תלויים זה בזה, אלא אם כן מצוין אחרת. בכל הסעיפים נתונות ארבע תשובות, שרק אחת מהן נכונה. בכל סעיף בחרו את התשובה הנכונה, והקיפו בעיגול את הספרה המייצגת אותה בדף התשובות שבנספח א'.

שאלה 4 (19 נקודות)

3 נק') א. סמפור (semaphore) הוא _____ אשר נועד לפתור את בעיית הקטע הקריטי (critical section). הביטוי החסר הוא:

1. אובייקט שממומש על-ידי גרעין מערכת ההפעלה
2. טיפוס נתונים של שפת התכנות C
3. טיפוס נתונים של המעבד במחשב
4. אובייקט שממומש על-ידי ממשק המשתמש בסדרת תווים (string)

3 נק') ב. נתון הסמפור S. מתי התהליך מבצע קריאה wait(S)?

1. מיד לפני הכניסה לקטע קריטי
2. מיד אחרי היציאה מקטע קריטי
3. מיד אחרי הכניסה לקטע קריטי
4. מיד לפני היציאה מקטע קריטי

4 נק') ג. נתון מחשב בעל מערכת הפעלה שתומכת בחלוקת זמנים ומשאבים בין התהליכים (time sharing). המחשב מכיל **חמישה** כרטיסי רשת.

ברגע מסוים רצים במחשב ארבעה תהליכים, שכל אחד מהם ניגש **לשני** כרטיסי רשת **שונים**. הגישה לכרטיס רשת מחייבת תהליך קבלת בעלות על הכרטיס.

כמו כן, בתום הגישה לכרטיס הרשת התהליך חייב לשחרר את הכרטיס.

מהו מספר התהליכים המינימלי שיביא ל"חיבוק חנק" (deadLock)?

1. 2
2. 3
3. 4
4. 5

(9 נק') ד. נתונים שני תהליכים A ו-B, שרצים במקביל וניגשים לאותו משתנה x, המאותחל לערך 5.

Process A

```
{  
    int y;  
    A1: y=x*2;  
    A2: x=y;  
}
```

Process B

```
{  
    int z;  
    B1: z=x+1;  
    B2: x=z;  
}
```

בתוך כל תהליך – הפקודות יתבצעו לפי הסדר הכתוב בתהליך (למשל, בתהליך A, ראשית יש לבצע את הפקודה A1, ורק לאחר מכן ניתן לבצע את הפקודה A2).

בין שתי פקודות סמוכות של תהליך מסוים יכולות להתבצע פקודות של תהליך אחר, שמתבצע במקביל. למשל, אחת האפשרויות לביצוע הפקודות היא: קראו משמאל לימין.

B1 A1 B2 A2

כמובן, קיימים גם צירופים נוספים.

הפקודות A1, A2, B1, B2 הן פקודות "אטומיות".

מהו מספר הערכים השונים האפשרי (לא כולל ערך האתחול 5) שיכול לקבל המשתנה x בתום ביצוע שני התהליכים A ו-B בכל הצירופים האפשריים?

1. 2

2. 3

3. 4

4. 8

בהצלחה!

בכל סעיף הקיפו בעיגול את הספרה המייצגת את התשובה הנכונה.

הדביקו את מדבקת הנבחן שלכם במקום המיועד לכך, והדקו את הדף הזה אל מחברת הבחינה.

שאלה 4 (19 נק')					שאלה 3 (18 נק')		שאלה 2 (21 נק')					שאלה 1 (42 נק')				
4	3	2	1	סעיף א	נכון / לא נכון	סעיף א	4	3	2	1	סעיף א	4	3	2	1	סעיף א
4	3	2	1	סעיף ב	נכון / לא נכון	סעיף ב	4	3	2	1	סעיף ב	4	3	2	1	סעיף ב
4	3	2	1	סעיף ג	נכון / לא נכון	סעיף ג	4	3	2	1	סעיף ג	4	3	2	1	סעיף ג
4	3	2	1	סעיף ד	נכון / לא נכון	סעיף ד	4	3	2	1	סעיף ד	4	3	2	1	סעיף ד
					נכון / לא נכון	סעיף ה	4	3	2	1	סעיף ה	4	3	2	1	סעיף ה
					נכון / לא נכון	סעיף ו	4	3	2	1	סעיף ו	4	3	2	1	סעיף ו
					נכון / לא נכון	סעיף ז	4	3	2	1	סעיף ז	4	3	2	1	סעיף ז
					נכון / לא נכון	סעיף ח						4	3	2	1	סעיף ח
												4	3	2	1	סעיף ט
												4	3	2	1	סעיף י
												4	3	2	1	סעיף י"א
												4	3	2	1	סעיף י"ב
												4	3	2	1	סעיף י"ג
												4	3	2	1	סעיף י"ד

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
static algorithm	Статический алгоритм	خوارزمية ثابتة	אלגוריתם סטטי
initialization	Загрузка/инициализация	إبتداء	אתחול
block	Блок	كتلة	בלוק
hashing	Хеширование	مزيج	גיבוב
page replacement	Замена страницы	إستبدال صفحات	החלפת דפים
hierarchy	Иерархия	هرمية	היררכיה
allocation	Назначение	تخصيص	הקצאה
access permission	Доступ	إذن وصول	הרשאת גישה
pause	Пауза	بقاء	השהיה
cache memory	Кэш-память	ذاكرة التخزين المؤقت	זיכרון מטמון
binary search	Двоичный поиск	بحث ثنائي	חיפוש בינארי
sequential search	Серийный поиск	بحث تسلسلي	חיפוש סדרתי
exception	Аномальный	شاذ	חריג
loading	Загрузка	تحميل	טעינה
miss ratio	коэффициент кэш-промахов	نسبة الإخطاء	יחס החטאה
page fault	Отказ в доступе к странице	فشل الصفحة	כשל דף
partition	раздел	فاصل	מחיצה
matrix	Матрица	مصفوفة	מטריצה
mapping	Картирование	رسم الخرائط	מיפוי
mutual exclusion	Взаимное исключение	إقصاء متبادل	מניעה הדדית
distributed system	Децентрализованная система	نظام موزع	מערכת מבוזרת
synchronization	Синхронизация	تزامن	סנכרון

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
interrupt	Прерывание	قَطَعَ	פסיקה
file	Файл	مِلَفّ	קובץ
critical code section	Критический участок кода	مقطع الكود الحرج	קטע קוד קריטי
deadlock	Застой	ركود	קיפאון
virtual memory method	Система виртуальной памяти	محاكاة نظام الذاكرة	שיטת זיכרון מדומה
batch process	Пакетная обработка	مُعَالَجَة بِدَفْعَات	תהליך אצווה
timing	Синхронизация	توقيت	תזמון