

מדינת ישראל
משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית - אגף מדעים
הפיקוח על הוראת המתמטיקה

שבט תשפ"ה
פברואר 2025

עקרונות והנחיות לכתיבת פתרונות בבחינות בגרות

למורים למתמטיקה בחטיבה העליונה שלום רב,

מסמך זה מחליף חוזרים קודמים ומטרתו לחדד ולהדגיש את עקרונות בדיקת בחינות הבגרות במתמטיקה והנחיות לכתיבת הפתרונות.

חשוב לדאוג שתהליך הלמידה יתבסס על איזון בין תובנה ומיומנויות לבין פרוצדורות טכניות תוך מתן דגש על משמעות, הדרגתיות, פיתוח חשיבה, הנמקה, הסברים וגיוון דרכי פתרון. חשוב להטמיע בתלמידים את היכולת להראות חשיבה ובהתאם לכך להציג את כל שלבי הפתרון במענה לשאלות, הן בשיעורים והן במבדקים, לכל אורך הלמידה.

החוזר מתייחס רק לבדיקת בגרויות. בדיקת אירועי הערכה במהלך שנת הלימודים יכולה להיות שונה מעקרונות הבדיקה במסמך זה בהתאם לשיקול המורה ומטרות האירוע.

הנחיות כלליות לכתיבת הפתרונות בבחינות בגרות

- יש לכתוב תשובות מלאות ומנומקות הכוללות הסבר מלא. יש להציג את דרך הפתרון וכן את כל השלבים המובילים אליו. כתיבת תשובה סופית ללא דרך פתרון לא תיבדק ועלולה לגרום לחשד באי קיום של טוהר הבחינה.
- השאלות תיבדקנה לפי סדר פתרון במחברת הבחינה.
- אם עונים על יותר שאלות מהנדרש על פי חוקי המענה, תיבדקנה רק התשובות הראשונות במחברת על פי סדר כתיבתן.
- אם פותרים שאלה מסוימת מספר פעמים ומשאירים את כל הפתרונות, ייבדק הפתרון הראשון בלבד.
- יש למחוק פתרון שאלה שלא מעוניינים שייבדק.
- אם בראש עמוד נבחן כתב "טיוטה", כל מה שכתוב בעמוד זה ייחשב כטיוטה ולא ייבדק.
- אם רוצים שרק חלק מהדף ייבדק, יש לפסול ע"י העברת קו על הקטע שלא לבדיקה ולא לרשום טיוטה.
- יש להתחיל לפתור כל שאלה בדף חדש.
- אפשר לכתוב במחברת הבחינה על שני צידי הדף.
- אין לגזור סרטוטים מטופס הבחינה ולצרף/להדביק למחברת הבחינה. הדבר לא יאפשר סריקת המחברת.
- כדי שהפתרון יהיה קריא לאחר הסריקה, אין לכתוב בעט מחיק או בעט בעל דיו בהיר. במידה ומשתמשים במרקר עליו להיות בהיר.
- פתרון שנכתב על הנוסחאון או על טופס הבחינה לא נסרק ולא נבדק, ולכן עלול לפגוע בציון הבחינה ולגרום לחשד באי קיום של טוהר הבחינה. לא יתקבל ערעור על אי קיום טוהר הבחינה בנימוק כי הפתרון נכתב על הנוסחאון או על טופס הבחינה.

הפעולות המותרות במחשבון :

- פעולות חשבון במספרים.
- חישוב ערכי פונקציות טריגונומטריות, לוגריתמיות ומעריכיות.
- פתרון משוואה ריבועית ל- 4-5 יח"ל בלבד (למעט פתרון משוואה במספרים מרוכבים גם כאשר המקדמים ממשיים).
- פתרון משוואות טריגונומטריות בסיסיות בלבד (מציאת x או ערך הביטוי): $\sin x = a$, $\cos x = a$, $\tan x = a$.
- חישוב של ערך ביטוי כגון: $\binom{n}{k}$, $k!$.
- ב- 4 יח"ל: חישוב שטח מתחת לעקומה נורמלית סטנדרטית משמאל לציון תקן, ולהפך: חישוב ערך של ציון תקן על פי השטח משמאלו.

כל שימוש אחר במחשבון שלא לפי הפירוט הנ"ל לא יזכה בנקודות ועלול לגרום לחשד באי קיום של טוהר הבחינה.

- בסעיפים בהם כתוב: "נמקו", יש לנמק באופן אלגברי, מילולי או גרפי. ללא נימוק, לא יינתנו נקודות לסעיף זה.
 - כל שימוש בכלים מתמטיים שאינם בתוכנית הלימודים דורש הסבר (כגון שימוש במכפלה וקטורית, כלל לופיטל, משפט גאומטרי וכדומה). ההסבר כולל: ניסוח הגדרה או/ו משפט מתאים, הוכחת קיום התנאים של המשפט. אחרת לא יינתנו נקודות לסעיף שקשור לכך.
- עצם השימוש בנוסחאות או בטכניקות שאינן בתוכנית הלימודים איננו פסול, בתנאי שמראים הבנה בתהליכים אלה.

- הוכחה של מקרה כללי לא יכולה להתבסס על בדיקה של מקרים פרטיים בלבד (כגון, הוכחה של זוגיות/אי זוגיות של פונקציה, הוכחה שסדרה חשבונית/הנדסית וכדומה). בדיקת מקרים פרטיים בלבד לא תתקבל.
הערה: במקרה בו יש להוכיח שתכונה לא מתקיימת, מספיק לתת דוגמה נגדית.
- אין לנחש פתרון. המשך הפתרון שמבוסס על הניחוש לא ייבדק.
ניחוש תשובה נכונה עלול לגרום לחשד באי קיום של טוהר הבחינה.
- כאשר משתמשים בנוסחאות יש להראות את ההצבות במחברת הבחינה.
- ניתן להסתמך במהלך הפתרון על סעיף קודם שלא נפתר (פרט למקרה בו תשובת הסעיף הקודם מבוססת על ניחוש).
- העתקה בצורה שגויה של ביטוי או נתון מהשאלון תגרום להורדת ניקוד. ההורדה תהיה בצורה משמעותית עד פסילת השאלה במידה ורמת הקושי של השאלה השתנתה.
- במקרה של הנחה שגויה, לא מתקבל ניקוד לשאלה זו. למשל, לא תתקבל הוכחה בגאומטריה על סמך הנחה מקלה או בניית עזר לא נכונה.
- ההחלטה על מספר הנקודות שמורידים על טעות תלויה באופי השגיאה: השפעת השגיאה על המשך הפתרון, רמת הקושי של המשך השאלה שנוצרה עקב השגיאה וכדומה. במקרה של טעות מהותית, מקבלים נקודות רק בסעיפים שאינם קשורים לטעות. לדוגמה, קבלת הסתברות גדולה מ-1 ושימוש בתוצאה זו גם בהמשך השאלה מובילים להורדת הניקוד בכל הסעיפים שקשורים לתוצאה זו.
- ניקוד סעיפי השאלות בבחינת הבגרות אינו מתחלק שווה בשווה בין הסעיפים אלא תלוי ברמת הקושי של הסעיף יחסית לסעיפים אחרים ובמספר שלבי הפתרון הדרושים בסעיף.
- אם מכניסים סימון של משתנה חדש, יש להגדירו בצורה ברורה.
- על טעות חישובית מורידים כ- 10% במידה והטעות לא גורמת לשינוי מהותי בשאלה.
- בשאלות בגאומטריה וטריגונומטריה בכל הרמות: יש להגדיר זווית בעזרת סימון בסרטוט במחברת הבחינה או על ידי 3 אותיות, או בעזרת אות אחת וציון המשולש שזווית זאת שייכת אליו.

הנחיות על פי רמות הלימוד

רמת 3 יח"ל

- כל החישובים צריכים להיות כתובים במחברת הבחינה.
- בפתרון משוואה ריבועית נדרש להראות דרך פתרון, על ידי הצבה בנוסחת שורשים או על ידי פירוק לגורמים. לא תתקבל תשובה סופית ללא דרך.
- בסטטיסטיקה - יש להראות את ההצבות בנוסחאות.
- בהסתברות - יש להראות את כל דרך הפתרון (חיבור/חיסור/כפל הסתברויות). אין חובת כתיבה פורמלית.
- בדמיון משולשים יש לרשום מהן הזוויות השוות עם נימוק כגון: "זוויות קודקודיות/מתחלפות שוות".
- בהתפלגות נורמלית - יש לכתוב את הערכים של המשתנה במלבנים הריקים על גרף ההתפלגות הנמצא בגוף הבחינה ולא על הנוסחאון.
- בגופים במרחב צריך להראות את ההצבות בנוסחאות.
- בתכנון ליניארי מומלץ לסרטט את הקווים הישרים בעזרת סרגל.
- אם טועים ביחידות מידה כגון ביחידות זמן, ביחידות מרחק וכד', ההורדה היא משמעותית.

נושא הלימוד	
הסתברות	<ul style="list-style-type: none"> • יש להגדיר את המאורעות במילים או סמלים. • כל סמל כגון A או B חייב להיות מוגדר במילים. • בהסתברות מותנית יש לרשום במילים או בסמלים $P(A/B)$, ולאחר מכן להציב בנוסחה את המספרים ו/או הנעלמים.
גאומטריה (גאומטריה של מישור, גאומטריה אנליטית, טריגונומטריה, וקטורים)	<ul style="list-style-type: none"> • מומלץ להעתיק את הסרטוט למחברת. • במידה ומוסיפים לסרטוט בניות עזר (כגון ישר, נקודה וכדומה), חובה לסרטט במחברת הבחינה. • המשפטים הנלמדים מפורטים בתוכנית הלימודים. ניתן להשתמש לנימוק במשפטים המופיעים בתוכנית וגם במשפטים המופיעים בקובץ של חט"ב. • בפתרון שאלה יש לציין את התכונות או המשפטים בהם היה שימוש. ההנחיה הזאת מתייחסת לכל חלקי הגאומטריה: גאומטריה של המישור, גאומטריה אנליטית, טריגונומטריה ווקטורים. • הוכחה בגאומטריה ניתן לכתוב במספר אופנים. כל רצף הוכחה נכון מתקבל. • אין צורך בכתיבת יתר בהוכחות. למשל, כאשר רושמים ששני ישרים מקבילים זה לזה, אין צורך להוסיף ולרשום שגם קטעים מאותם ישרים מקבילים זה לזה. כמו כן אין צורך לרשום נימוקים מהסוג: "כל גודל שווה לעצמו", "כלל החיבור", "כלל החיסור". הנימוקים הנדרשים הם הגדרות וציטוטי משפטים גאומטריים בלבד.
וקטורים	<p>אם באופן עקבי לא רושמים את סימון הווקטור, מורידים 5%.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • אם בתחום ההגדרה רושמים אי שוויון חזק במקום חלש או להפך, לא מקבלים נקודות על הסעיף. • טעות בתחום ההגדרה של פונקציה עלולה להוביל להורדה משמעותית בניקוד גם בסעיפים נוספים שבהם טעות זאת מקלה על הפתרון או משנה את השאלה באופן מהותי. • לדוגמה, טעות שגורמת לאיבוד נקודות קיצון עקב צמצום תחום ההגדרה או תוספת של נקודות קיצון עקב הרחבה של תחום ההגדרה, שינוי בתחומי העלייה והירידה, איבוד/הוספה של אסימפטוטות וכדומה. • אין צורך לפרט את דרך ההגעה לאסימפטוטה (חישובי גבולות). • בכתיבת תחום מונוטוניות יש לפצל את התחום משני הצדדים של אסימפטוטה אנכית ו/או להחריג מהתחום נקודת אי הגדרה סליקה. • בקביעת סוג קיצון אין צורך לפרט את החישובים של ההצבה בנגזרת (או בפונקציה). אפשר לקבוע את סוג הקיצון בדרך גרפית או משיקולים איכותניים. • טעות בנגזרת של פונקציה עלולה להוביל להורדת ניקוד על כל הסעיפים הקשורים לנגזרת, כולל סרטוט הפונקציה. במידה ומסרטטים גרף באופן איכותני (ללא שימוש בנגזרת) על פי תכונות של פונקציה כגון, חיוביות ושליליות, אסימפטוטות, נקודות חיתוך עם הצירים ועוד, יקבלו ניקוד על הגרף. • אם מסרטטים גרף באופן שגוי, כגון אסימפטוטות לא נכונות, גרף מחוץ לתחום ההגדרה, גרף החותך את ציר ה-x בצורה שגויה, גרף החותך אסימפטוטה אנכית, גרף חלקי - לא נותנים נקודות על סרטוט הגרף. • בפתרון בעיות עם פרמטרים, לא ניתן להשתמש בהצבת מספר במקום הפרמטר. • לא ייבדקו סעיפים שמתבססים על ערך פרמטר שנבחר באופן שרירותי "לצורך המשך הפתרון". • בחירת ערך הפרמטר הנכון שלא נתון בשאלה עלול להביא לחשד באי קיום של טוהר הבחינה. 	חשבון דיפרנציאלי
אם טועים בבניית פונקציית המטרה, לא מקבלים נקודות על המשך השאלה.	בעיות ערך קיצון

אינטגרל	<ul style="list-style-type: none"> • בחישוב שטח בעזרת אינטגרל יש לכתוב פונקציה קדומה ולהראות הצבת גבולות בה. ללא מציאת הפונקציה הקדומה, לא יינתן ניקוד לסעיף. • אם לא רושמים בכתיבת האינטגרל dx או/ו לא רושמים סוגריים במקום הנכון, מורידים 5%. • אם טועים בזיהוי השטח הנדרש ומחשבים שטח אחר מהמבוקש, מקבלים נקודות רק עבור מציאת הפונקציה הקדומה.
---------	--

רמת 4 יח"ל

נושא הלימוד	
גאומטריה	בכל חלקי הגאומטריה (גאומטריה של המישור, גאומטריה אנליטית, טריגונומטריה) בחישוב צלעות וזוויות יש לציין את המשולש/ים שאליהם מתייחס הפתרון.
טריגונומטריה	בתשובה סופית אין להשאיר ביטויים מהצורה $\sin(180^\circ - \alpha)$ או $\sin(90^\circ - \alpha)$ או $\cos(90^\circ - \alpha)$. יש להשתמש בזהויות לצורך הפישוט.
סטטיסטיקה	<ul style="list-style-type: none"> • יש להראות את ההצבות בנוסחאות. • חישוב שטח מתחת לעקומה נורמלית סטנדרטית משמאל לציון תקן ייעשה בעזרת הטבלה שמופיעה בנוסחאון או בעזרת מחשבון. • חישוב ערך של ציון תקן על פי שטח מתחת לעקומה נורמלית סטנדרטית משמאל לציון תקן ייעשה בעזרת הטבלה שמופיעה בנוסחאון או בעזרת מחשבון.

רמת 5 יח"ל

נושא הלימוד	
הסתברות	בכתיבת חיתוך מאורעות, איחוד מאורעות, מאורע משלים - יש לרשום אותם במילים או בסמלים מתמטיים.
גאומטריה	בחישוב צלעות וזוויות על ידי שימוש בכלים טריגונומטריים, משפטי דמיון וכדומה, יש לציין את המשולש/ים שאליהם מתייחס הפתרון.
טריגונומטריה	בתשובה סופית לא משאירים ביטויים מהצורה $\sin(180^\circ - \alpha)$ או $\cos(180^\circ - \alpha)$ או $\sin(90^\circ \pm \alpha)$ או $\cos(90^\circ \pm \alpha)$. יש להשתמש בזהויות לצורך הפישוט.
חשבון דיפרנציאלי	בבדיקת סוג הקיצון של פונקציית מנה באמצעות שימוש בנגזרת שנייה, חייבים להסביר מדוע מספיק לגזור את המונה בלבד. אין לרשום את נגזרת המונה כנגזרת השנייה של הפונקציה.
חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי של פונקציות טריגונומטריות	יש לעבוד ברדיאנים בלבד. פתרון במעלות לא מזכה בנקודות.
אינדוקציה	<ul style="list-style-type: none"> באינדוקציה מתמטית יש לרשום משפטי קישור שמציגים את תהליך ההוכחה. יש לרשום כגון: נבדוק נכונות הטענה עבור $n=1$ (ולא לרשום רק: $n=1$), נניח את נכונות הטענה עבור $n=k$, נוכיח את נכונות הטענה עבור $n=k+1$. לדוגמה, אם כותבים בהנחת האינדוקציה "נניח לכל n טבעי" מורידים 20% של השאלה. אם רושמים לא נכון את מה שצריך להוכיח, לא בודקים את המשך ההוכחה.

<ul style="list-style-type: none"> • תשובה סופית יכולה להיכתב בכתיב מקוצר כגון $rcis\alpha$. • המעבר מהצגה אלגברית להצגה קוטבית חייב להיות מפורט במחברת הבחינה. • בפתרון משוואה (כולל משוואה ריבועית עם מקדמים ממשיים) יש להראות דרך פתרון (לא על ידי הצבת מקדמים במחשבון). 	<p>מספרים מרוכבים</p>
--	---------------------------

בהצלחה

גרגורי שפורין

מפמ"ר מתמטיקה, על יסודי