**דרישות כלליות לדוח מעבדה**

**מבנה כללי**

1. כותרת, שמות ותאריך ביצוע המעבדה
2. מטרות הניסוי
3. מבוא ורקע תיאורטי ענייני
4. תיאור כללי של מהלך הניסוי שכולל טבלה של כלים + שגיאה וחומרים בהם השתמשתם בניסוי
5. תוצאות הניסוי
6. עיבוד ודיון בתוצאות הניסוי
7. מסקנות כלליות
8. רשימת מקורות

**הערות כלליות**

* יש למספר את העמודים
* המסמך צריך להיות מנוסח בצורה תקנית בגוף שלישי. דוגמה: **במקום לרשום** "מדדתי את הבליעה של הקומפלקס באמצעות ספקטרופוטומטר" **יש לרשום " הבליעה של הקומפלקס נבדקה/נמדדה באמצעות ספקטרופוטומטר"**
* לפחות פונט 12 ורווח של שורה וחצי
* הדפסה דו-צדדית
* כותרות צריכות להיות מובדלות מן הטקסט באותו הפרק באמצעות קו תחתון/מודגש/כתב גדול יותר מ-12
* הקפדה על ספרות משמעותיות לאורך הטקסט. בכל מקום בו אתם רושמים ערך שנמדד באמצעות כלי אנליטי כלשהו, עליכם לציין את השגיאה של אותו המכשיר. דוגמאות: **במקום לרשום** " נמדדו 10 mL של מים מזוקקים באמצעות פיפטה משונתת", **יש לרשום "נמדדו 10.0±0.1 mL/ 10.0 mL ± 0.1 mL/(10.0±0.1)mL של מים מזוקקים.."**
* שמרו על עקביות. לדוגמה: במידה והחלטתם לכתוב יחידת מידה אחת בעברית (לדוגמה מ"ל במקום mL), יש להתייחס לכל יחידות המידה אותן תפרטו במהלך הטקסט באותו האופן ולרשום אותן גם בעברית. באופן כללי **ההמלצה שלי** היא לרשום את היחידות באנגלית מטעמי נוחות.
* יש לצרף את תוצאות הניסוי + חתימה של המדריך שהנחה אתכם במעבדה הספציפית הזו לדוח המודפס. **האחריות לביצוע סעיף זה מוטלת עליכם**.

1. **כותרת, שמות ותאריך ביצוע המעבדה**

* כותרת ממורכזת, שמות ותאריך ביצוע המעבדה יהיו רשומים למעלה בפינת הדף. משמע **ללא עמוד שער**, יש לרשום את הפרטים הנ"ל ולהתחיל לרשום את הדוח באותו עמוד.

1. **מטרות הניסוי**
2. **מבוא ורקע תיאורטי ענייני**

* יש לרשום את כל הדברים הרלוונטיים למעבדה. **אין להעתיק** את המבוא הניתן לכם בדפי העזר לקראת הניסוי. דרישה זו לרוב משתנה ממדריך למדריך. כל מדריך ייתן לכם את הדגשים שלו לקראת הדוח.

1. **מהלך הניסוי**

* קודם כל יש לפרט בטבלה את רשימת הכלים האנליטיים בהם השתמשתם ולציין את השגיאות של אותם מכשירים. דוגמה:

|  |  |
| --- | --- |
| מכשיר | שגיאה |
| מאזניים אנליטיים | ±0.0001 g |
| פיפטה משונתת | ±0.03 mL |
| בקבוק כיול 1L | ±0.1 mL |

* לאחר מכן יש לרשום את מהלך הניסוי **בנקודות ענייניות וקצרות**. לדוגמה: **במקום לרשום** "הדלקתי את המאזניים החצי אנליטיים והוספתי את מלח X עד למשקל 1.5 גרם", **יש לרשום "נשקלו 1.50±0.01 g של מלח X במאזניים חצי אנליטיים"**
* במידה ושקלתם את אותו החומר מספר פעמים (לצורך מספר טיטרציות לדוגמה), ניתן לקצר ולהוסיף טבלה עם המשקלים הרלוונטיים.

1. **תוצאות הניסוי**

* בחלק זה יש לפרט את התוצאות כפי שהן ללא עיבוד נוסף. במידה והדבר לא או לחילופין לא מתאפשר, ניתן להוסיף עיבוד תוצאות בסעיף זה.
* את התוצאות יש לפרט בצורה מסודרת והגיונית, טבלאות מתוכננות היטב מאוד יועילו מאוד בשלב זה גם לכם וגם למדריך שקורא את הדוח.
* במידה והניסוי מורכב ממספר חלקים, יש לציין לאיזה חלק שייכות אילו תוצאות.
* **לא לשכוח לצרף לדוח את תוצאות הניסוי שנחתמו ע"י המדריך שהנחה אתכם**.

1. **עיבוד תוצאות, דיון בתוצאות ומסקנות**

* בשלב זה יש לפרט את כל החישובים שביצעתם. עבור כל נוסחה שהשתמשתם בה/חישוב ספציפי, יש לרשום דוגמת חישוב אחת בלבד. לדוגמה, חישבתם עבור סדרת תמיסות את ה- pH שלהן בהתבסס על אותו החישוב (אותה הדרך בדיוק), יש לציין את צורת החישוב ולהציב את המספרים של תמיסה אחת בלבד מתוך המכלול שביצעתם. במידה והחישוב מתבסס על הנחות אחרות, אך על אותה הנוסחה הכללית, יש לפרט את החישוב עבור כל התמיסות הנתונות.
* תו"כ הטקסט יש להתייחס האם התוצאה שקיבלתם מתאימה להנחות הראשוניות שלכם (לפרט מה ההנחות האלו היו ולא להניח כי הן מובנות מאליהן לקורא) ולרקע התיאורטי.
* בסוף חלק זה יש להוסיף טבלה שבה תשוו את תוצאות הניסוי שלכם (לאחר עיבודן) לספרות, הכוללת שגיאה מהערך הספרותי. **הטבלה תיראה כך** (בתוספת דוגמה להמחשה)**:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | ערך ניסויי | ערך ספרותי[1] | שגיאה (%) |
| Kd (material X) | 5.71·10-5 ± | 4.75·10-5 | 20.21 ± |
|  |  |  |  |

* השגיאה תחושב באופן הבא:

1. **מסקנות כלליות**
2. **רשימת מקורות**

* ליד כל ערך שאותו לקחתם מן הספרות יש לרשום בכתב עילי קטן (superscript) מספר התואם לציטוט שיופיע בביבליוגרפיה. (ראה דוגמה לעיל בטבלת ההשוואה לספרות שבסוף עמוד 2).
* ישנם מספר כללים בכתיבת רשימת מקורות:

1. אתרי אינטרנט ובפרט ויקיפדיה לא נחשבים למקורות ספרותיים מקובלים, **אלא אם כן המדריך הנחה אתכם אחרת.**
2. מקורות מקובלים כוללים: ספרים מדעיים, מאמרים וגם פטנטים.

* יש להקפיד על כללי הציטוט הנהוגים. **עבור מאמר:** שמות המחברים לפי הסדר שמפורט במאמר, כותרת הפרסום, שם הג'ורנל בו המאמר התפרסם, שנת פרסום, גיליון, כרך ומספר עמודים. **עבור ספר:** שם המחברים, שם הספר, שנת הוצאה, מהדורה, מספרי עמודים.

[1] Holtz-Mulholland, M.; de Léséleuc, M.; Collins, S. K., Heterocoupling of 2-naphthols enabled by a copper–N-heterocyclic carbene complex. *Chemical Communications* **2013,** *49* (18), 1835-1837.

**חישובי שגיאה**

במעבדה זו אין משמעות לערך כלשהו (נמדד או מחושב) ללא התייחסות לשגיאה האפשרית של תוצאה זו. להלן הנקודות העיקריות בטיפול בשגיאות:

1. כאשר מודדים ערך כלשהו (נמדד או מחושב) יש לכתוב את רמת הדיוק של המכשיר אשר תיקרא בהמשך שגיאת המכשיר. במידה וקיימת יותר משגיאה אחת שצריך להתחשב בה, יש לבדוק האם אחת מהשגיאות גדולה משמעותית מהשנייה. במידה וכן, ניתן לקחת את השגיאה הגדולה יותר. לדוגמה: בשגיאה במדידת זמן, שגיאת המכשיר הינה 0.01 שניה, אך הזמן של תגובה אנושית הינו 0.5 שניה. במקרה זה, ניתן להזניח את שגיאת המכשיר ולהתייחס רק לשגיאת זמן התגובה. במידה והשגיאות קרובות יחסית, יש לחבר את השגיאות בריבוע תחת פונקציית שורש בצורה הבאה: . דוגמה: שקלתם חומר כלשהו במאזניים חצי אנליטיים בשני שלבים ואיחדתם את השקילות (קורה כאשר מגיעים למשקל המקסימלי של המאזניים וממנו לא ניתן לשקול עוד), עליכם למצוא את השגיאה המשותפת של המשקל.
2. במדידת שלושה ערכים תואמים ומעלה, יש לבצע סטית תקן אשר תחליף את שגיאת המכשיר (במידה והיא גדולה משגיאת המכשיר). במידה והשגיאה המחושבת בשיטה זו קטנה משגיאת המכשיר, יש להשתמש בשגיאת המכשיר.
3. על מנת לחשב שגיאה של ערך שחושב מתוך משוואה, מבצעים נגזרות חלקיות של המשוואה ומחלצים ממנה את השגיאה. דוגמה:



1. בדוגמת החישוב יש לציין את היחידות בהן בוצע החישוב. במידה וניתן לצמצם יחידות או לאחדן לכדי יחידה אחרת חדשה, יש לעשות זאת.

**ספרות משמעותיות**

במעבדה זו יש הקפדה על דיווח נכון של התוצאות, מה שכולל כתיבה נכונה של הספרות המשמעותיות של התוצאות.

* מספר הספרות הנלקח לאחר הנקודה יהיה בהתאם לשגיאה של המכשיר או החישוב. דוגמאות:

1. 10 מ"ל שנמדדו במשורה שהשגיאה שלה הינה 0.1 מ"ל: 10.0±0.1 mL
2. 10 מ"ל שנמדדו במשורה שהשגיאה שלה הינה 0.03 מ"ל: 10.00±0.03 mL

* בשגיאה מחושבת יש לעגל את השגיאה עד לספרה המשמעותית הראשונה ובהתאם לעגל גם את התוצאה. דוגמאות:

1. בחישוב שיצא 0.00235±0.000448 **יש לעגל כך:** 0.0024±0.0004
2. בחישוב שיצא 248.53±15.33 **יש לעגל כך:** 250±20 או לחילופין לרשום 

**גרפים**

גרפים הינה שיטה יעילה ומקובלת להצגת נתונים/תוצאות שהתקבלו. מספר כללים:

1. לכל גרף צריכה להיות כותרת המסבירה בבירור ובתמציתיות את מה שמוצג בגרף.
2. גודל כללי של 1/3-1/2 עמוד
3. הגרפים תמיד יוצגו "כאילו" הם נמצאים ברביע הראשון של מערכת הצירים הקרטזית: ציר Y בצד שמאל וציר ה- X **תמיד** יהיה בתחתית הגרף.
4. הנקודות של הגרף צריכות לתפוס כ- 80% משטח הגרף, ללא שטחים "מתים".
5. במידה וניתן להתאים קו מגמה לנקודות על הגרף (לדוג' ישנה משוואת ישר המתארת איזשהו אפקט/חוק שאנו רוצים להמחיש כגון עקומת כיול שהתנהגותה תואמת לחוק ביר-למבר), יש לעשות זאת. בנוסף יש להציג את המשוואה המתארת את הגרף וכן את ערך ה- R2 ע"ג הגרף ע"מ להמחיש את דיוק התוצאות.
6. אין להציג גם קו מגמה וגם קו המחבר בין הנקודות באותו הגרף. תמיד נציג **או** קו מגמה **או** קו המחבר בין הנקודות.
7. יש להקפיד על כתיבת כותרות לצירים והיחידות שלהם.

**טיפול בהורדת נקודות מגרף:**

* בכל מקרה יש להציג את הגרף המקורי. במידה ותרצו להוריד נקודות, יש להציג זאת בגרף חדש נוסף לזה המקורי.
* כאשר מחליטים להוריד נקודות יש להצדיק זאת ע"י הסבר מתאים התומך בזאת.
* הורדת הנקודות צריכה להתבצע בצורה מושכלת. בדר"כ לא ניתן יהיה להוריד יותר מנקודה אחת. דוגמאות: הגרף המקורי שלכם מכיל 5 נקודות, כך שהורדה של נקודה אחת הינה הגיונית. לעומת זאת, במידה והגרף מכיל 20 נקודות, ניתן להוריד יותר נקודות תוך הפעלת שיקול דעתכם באשר למספר הנקודות שתורידו. יחד עם זאת, הורדה של נקודה אחת מתוך גרף שמכיל במקור 4 נקודות איננה מתקבלת על הדעת מאחר ומדובר ברבע מהנתונים שלכם (הנקודה הזו הינה משמעותית ומהווה חלק גדול מהנתונים שלכם).
* **בכל מקרה** בו אתם לא בטוחים האם ניתן להשמיט נקודה מסוימת או לא, תבדקו את ההתאמה הליניארית המתקבלת לפני ואחרי הורדת הנקודה הרלוונטית (R2). במידה והוא גדול או שווה ל- 0.9, אין צורך להוריד נקודות. במידה והערך נמוך מזאת ואתם לא בטוחים, פנו למדריך המעבדה שלכם.

**הארכות**

ניתן לבקש הארכה של מספר ימים בהגשת הדוח ממדריך המעבדה שליווה אתכם בניסוי. יש לבצע את הפנייה לפחות יום לפני תאריך ההגשה הצפוי. במידה ותפעלו על פי הוראות אלו, לרוב תאושר לכם הבקשה.

**הערות אחרונות**

* לכל ניסוי יש דגשים נוספים הרלוונטיים לאותו הניסוי הספציפי.
* לכל מדריך יכולים להיות שינויים או דגשים קטנים בנוגע להערות הכלליות לדוח.
* תהיו עקביים.

כתבה וערכה

הדס שליט