**ניתוח קטע ממאמר מדעי מעובד**

טייסי האף-16-איי נחשפו לחומר המסרטן

קצין בכיר בחיל האוויר העריך כי כל טייסי האף-16-איי ("סופה") נחשפו לחומר המסרטן שהתגלה בתא הטייס של אחד המטוסים. לאחרונה התלוננו מספר טייסים על ריח רע הנודף מתא הטייס. מבדיקות שנערכו התברר כי מדובר בפורמאלדהיד. מהו פורמאלדהיד ואיך הוא הגיע לתא הטייס?

ריכוז

O2(g)

זמן

0

פורמאלדהיד, CH2O(g) , הוא חומר הנמצא במצב צבירה גז בטמפרטורת החדר, דליק, חסר צבע ובעל ריח חריף. זהו חומר מזהם, שגורם לנזקים בדרכי נשימה, ומסרטן.

פורמאלדהיד משתחרר בתהליכי שריפה ונפלט בין היתר ממנועים של כלי הרכב, מארובות של מפעלי תעשייה וגם... מעשן סיגריות. בעבודה עם פורמאלדהיד יש לשמור על כללי בטיחות.

בתעשייה הכימית נעשה שימוש נרחב בפורמאלדהיד ובתרכובות שמיוצרות ממנו.

ייצור שרפים (סוג של פולימרים), הוא אחד מן השימושים החשובים בפורמאלדהיד בתעשייה הכימית.

השרפים משמשים כחומרים מלכדים וכחומרי דבק בתעשיית העץ, בייצור צבעים, כחומרי אטימה ובידוד ועוד.

דוגמה של שרף היא אוריאה-פורמאלדהיד.

בשלב הראשון של ייצור אוריאה-פורמאלדהיד מגיב פורמאלדהיד עם אוריאה, CO(NH2)2(s) , בנוכחות יוני H3O+(aq) על פי התגובה:

NH2

NH2 (s)

C=O

+ 2CH2O(g) →

HN−CH2OH

HN−CH2OH (s)

C=O

דו-מתילול אוריאה פורמאלדהיד אוריאה

בשלבים הבאים מולקולות התוצר, דו-מתילול אוריאה, מגיבות ביניהן. נוצרים מים ומולקולות ארוכות של שרפים.

בקצוות המולקולות הארוכות של השרפים נשארות קבוצות -CH2OH ומהן, בתגובה שהיא מעין התגובה ההפוכה לתגובה הרשומה לעיל, עלול בתנאים מסוימים, למשל בטמפרטורה גבוהה, להשתחרר פורמאלדהיד לסביבה.

פורמאלדהיד יכול להימצא במבנים, אחד המקורות לנוכחותו הוא רהיטים ומכשירים שמכילים שרפים.

סביר להניח שאלה הם גם המקורות לפורמאלדהיד שנתגלה בתאי הטייסים.

מעובד על פי: - יובל אזולאי, "כל טייסי האף-16-איי נחשפו לחומר המסרטן", הארץ, 24.3.08

[http://www.haaretz.co.il/hasite/pages/ShArt.jhtml?itemNo=967321&contrassID= 1&subContrassID=0&sbSubContrassID=0](http://www.haaretz.co.il/hasite/pages/ShArt.jhtml?itemNo=967321&contrassID=%201&subContrassID=0&sbSubContrassID=0)

 - רון וייזינגר, "פורמאלדהיד בתעסוקה - מידע כללי", המוסד לבטיחות ולגיהות

<http://www.osh.org.il/uploadfiles/d_1730_formaldehyde.pdf>

שאלות

א. i היעזר במידע שבקטע, וציין תכונת הפורמאלדהיד (בנוסף להיותו מסרטן)

 שעלולה לסכן את הטייס באופן מיידי. הסבר מדוע תכונה זו מסוכנת יותר בתא

 הטייס מאשר במקומות פתוחים.

 ii היעזר במידע שבקטע, והצע שינויים שמומלץ לבצע בתא הטייס, כדי למזער את

 נוכחות הפורמאלדהיד בתא? הסבר את הצעתך.

ב. i איזה מבין שלושת הגרפים I , II , III שלפניך עשוי לתאר נכון את השתנות הלחץ

 בכלי סגור במהלך התגובה הרשומה בקטע? נמק.

לחץ בכלי

זמן

0

לחץ בכלי

זמן

0

לחץ בכלי

זמן

0

III II I

 ii בהנחה שהתגובה הרשומה בקטע תתרחש בשלמות, מהי מסת האוריאה,

 CO(NH2)2(s) , הדרושה לתגובה עם 135 ליטר פורמאלדהיד, CH2O(g) ,

 בתנאים שבהם נפח מולרי של גז הוא 27 ליטר? פרט את חישוביך.

ג. פורמאלדהיד הוא תוצר החמצון של תרכובת (1).

 תרכובת (2) היא תוצר החמצון של פורמאלדהיד.

 i רשום נוסחות מבנה של התרכובות (1) ו- (2). צייר בנוסחאות את האלקטרונים

 הלא קושרים.

 ii ציין את דרגות החמצון של אטומי הפחמן בכל אחת מהתרכובות (1), (2) ו- CH2O(g) .

 iii טמפרטורת הרתיחה של תרכובת (1) היא 65oC וטמפרטורת הרתיחה של

 פורמאלדהיד היא −19oC . הסבר ברמה המיקרוסקופית את ההבדל

 בטמפרטורות הרתיחה של שתי תרכובות אלה.

ד. הפקת פורמאלדהיד בתעשייה מבוססת על התגובה בין תרכובת (1) לחמצן האוויר.

 תגובה זו היא אקזותרמית, והתוצר הנוסף בה הוא מים.

 מבצעים תגובה זו בשתי דרכים:

 • בטמפרטורה של 650oC , בנוכחות כסף, Ag(s) , המשמש כזרז.

 • בטמפרטורה של 300oC , בנוכחות זרז שהוא תערובת של ברזל, Fe(s) ומוליבדן, Mo(s) .

 i נסח ואזן את התגובה לקבלת פורמאלדהיד מתרכובת (1) וחמצן.

 ii אנרגיית השפעול של איזו תגובה עשויה להיות גבוהה יותר: של התגובה המבוצעת

 בנוכחות Ag(s) או של התגובה המבוצעת בנוכחות התערובת של Fe(s)  ו- Mo(s) ? נמק.

 iii עבור התגובה המבוצעת בנוכחות Ag(s) , קבע אם אנרגיית השפעול של התגובה

 ההפוכה גבוהה מאנרגיית השפעול של התגובה הישירה, נמוכה ממנה או שווה לה.

 נמק.

ה. תמיסה מימית מרוכזת של פורמאלדהיד נקראת פורמלין ומשמשת בעיקר לחיטוי ולשימור רקמות במוסדות רפואיים. לתמיסה פורמלין מוסיפים מתאנול, CH3OH(l) , כמייצב.

 i איזה מהאיורים I-III עשוי לתאר נכון את הקשרים הנוצרים בפורמלין בין

 מולקולת המים לבין מולקולת פורמאלדהיד ולמולקולת מתאנול?

 נמק את קביעתך והסבר מדוע פסלת את שני האיורים הנוספים.

I II III

H

H

C

H

.

.

.

.

H

H

O

.

.

O

H

H

H

C

.

.

.

.

.

.

O

C

H

H

.

.

.

.

H

H

O

H

.

.

O

H

H

H

C

.

.

.

.

.

.

O

H

.

.

.

.

H

H

O

.

.

O

H

H

H

C

.

.

.

.

.

.

O

H

H

C

 ii מהי המסה של CH2O(g) ומהי המסה של CH3OH(l) שיש לקחת להכנת 10 ליטר

 של פורמלין שבו הריכוז של הפורמאלדהיד יהיה 12.5 M והריכוז של המתאנול

 יהיה 3 M ? פרט את חישוביך.