



1

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים
מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016
סמל השאלון: 917555,98
נספחים: - חוברת ניירות מילימטריים
לסימון קצות כתם הפעפוע
- נתונים ונוסחאות בפיזיקה
לחמש יח"ל

מדינת ישראל
משרד החינוך

פיזיקה – שאלון חקר

לנבחנים ברמת חמש יחידות לימוד

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שתיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה עשר שאלות. עליך לענות על כל השאלות 1-8, ועל שאלה אחת מבין השאלות 9-10. סה"כ - 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון וסרגל.

ד. הוראות מיוחדות: מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

ה. העמודים 12-13 משמשים כטיוטה.

בשאלון זה 14 עמודים, חוברת נספחים ונוסחאון.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

המשך מעבר לדף ◀

**חלק א': חקירת קצב ההתפשטות (הדיפוזיה) של כתם צבע בתוך מים****עליך לענות על כל השאלות 1-8.****רקע עיוני**

פעפוע (דיפוזיה) הוא תהליך פיזור של מולקולות חומר. המולקולות נעות ממקום שבו ריכוזן גבוה למקום שבו ריכוזן נמוך עד אשר מושג שוויון ריכוזים. כאשר שני חומרים שונים, בעלי ריכוז שונה, נמצאים באותה מערכת זה לצד זה, יתרחש תהליך של פעפוע, שתלוי במידה רבה בטמפרטורה של המערכת. תופעת הפעפוע מתרחשת בעיקר בנוזלים ובגזים. אם אחד החומרים צבעוני, יוצר כתם. הביטוי שלפניך מתאר את התפשטות כתם הפעפוע, המתחיל מנקודה, כפונקציית של הזמן:

$$(1) \quad \ell^2 = \frac{4}{\pi} D \cdot t$$

כאשר: ℓ הוא המרחק שעובר החומר המתפשט, t הוא הזמן הדרוש לחומר זה לעבור את המרחק ℓ , ו- D הוא מקדם הדיפוזיה שבין שני החומרים.

מגזירת ביטוי (1) לפי זמן, מתקבל ביטוי (2), המתאר את מהירות התפשטות הכתם:

$$(2) \quad v = \sqrt{\frac{D}{\pi \cdot t}}$$

מטרת הניסוי

בניסוי זה חקרו את תופעת הפעפוע של חומר צבעוני במים. לשם כך, השתמשו בסוכריות המצופות בחומר צבעוני, והחומר הזה עבר פעפוע. כאשר הוכנסה סוכרייה לתוך מים, התפשט כתם סביב הסוכרייה. בתנאים אידיאליים הכתם היה אמור להתפשט בצורה אחידה לכל הכיוונים וצורתו הייתה צריכה להיות בקירוב מעגל, שקוטרו הוא "קוטר כתם ההתפשטות".

לאחר הכנסת הסוכרייה למים, התרחש בדקה הראשונה גם תהליך של המסה, שאליו לא נתייחס בשאלון זה. משום כך ביטוי (1) תקף רק לאחר שישים שניות ($t > 60$).

הציוד שהשתמשו בו בניסוי

- כוס מדידה עשויה מפלסטיק
- שעון עצר (סטופר)
- ארבעה גיליונות של נייר מילימטרי שעל כל אחד מהם מסורטט תרשים
- צלוחית שקופה בקוטר של 13.5 ס"מ, שבמרכזה מסומנת נקודה בצבע ירוק
- חפיסת סוכריות
- עשרה מגבוני נייר
- שתים-עשרה מדבקות
- קופסת פלסטיק שלתוכה רוקנו את שאריות המים בניסוי
- בקבוק של מים מינירליים בנפח 500 מיליליטרים, בטמפרטורת החדר

**הכנת מערכת הניסוי**

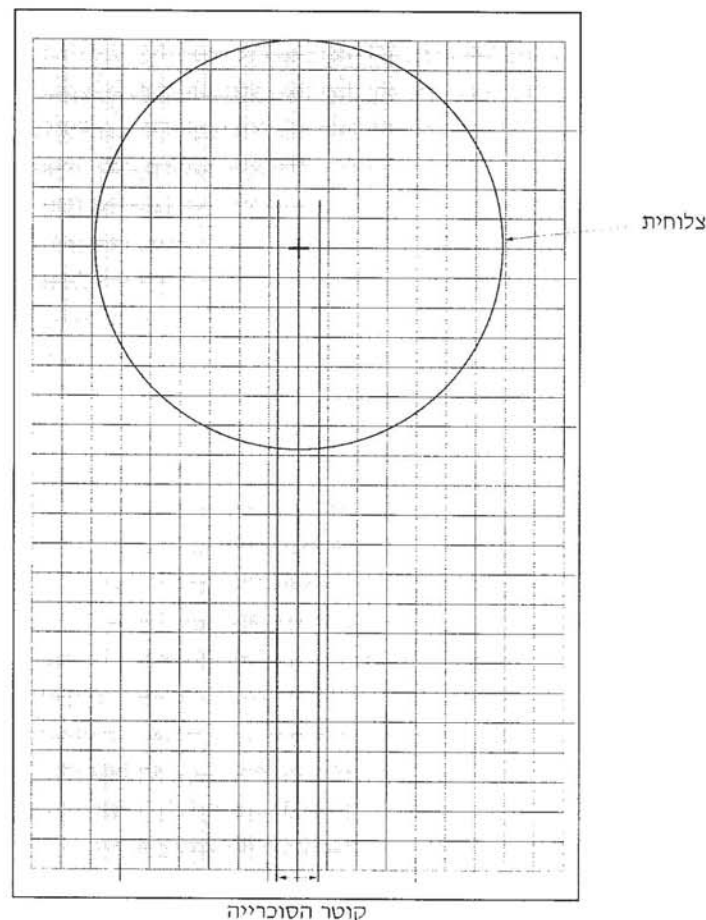
בניסוי הקפידו לא להזיז את השולחן במהלך הכנת מערכת הניסוי ובמהלך ביצוע המדידות.

שאלה 1 (5 נקודות)

קוטר הסוכרייה שנמדדה $2r = 13 \text{ mm}$.

קבע מהי השגיאה המוחלטת במדידה זו.

הרכיבו את מערכת הניסוי לפי המתואר באיור א' ולפי ההוראות III-I המופיעות לאחריו.



איור א': מערכת הניסוי

הוראות

- I. הניחו את הצלוחית השקופה על-גבי הנייר המילימטרי, כך שמרכז הצלוחית המסומן בנקודה התלכד עם מרכז ה-"+" המסומן על-גבי הנייר המילימטרי.
- II. מילאו את הצלוחית בכ-50 מיליליטרים של מים בעזרת כוס המדידה.
לפני ביצוע הניסוי ערכו תצפית.
- III. הניחו סוכרייה במרכז הצלוחית וצפו בכתם המתפשט במים במשך כ-3 דקות.

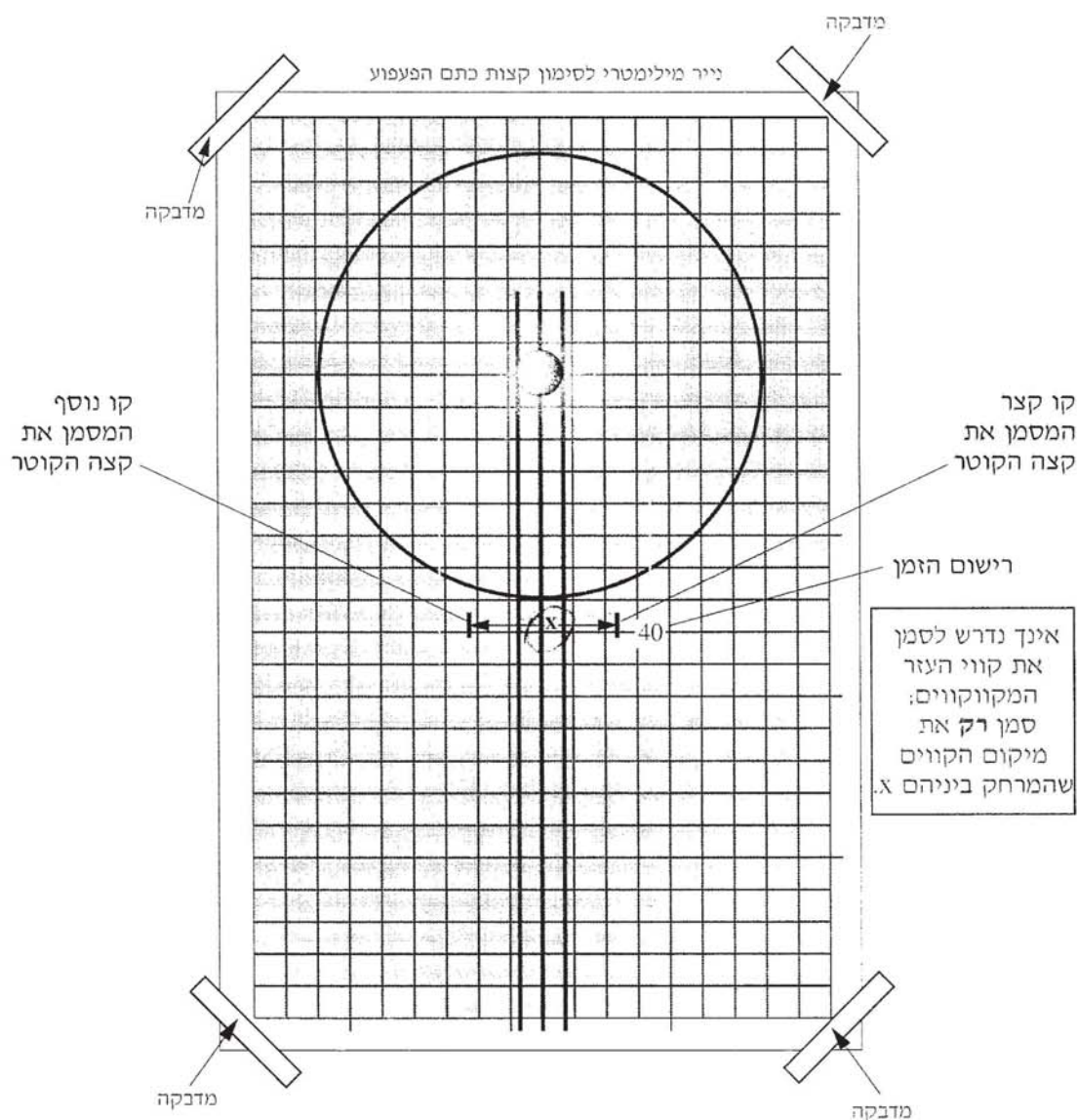
**שאלה 2 (2 נקודות)**

בתצפית זיהו כתם המתפשט לכיוון מסוים יותר מאשר לכיוונים אחרים, ולכן סובבו את הנייר המילימטרי כך שכיוון ההתפשטות של הכתם היה לאורך הקו המרכזי המסומן על-גבי הנייר המילימטרי.

מה להערכתך גרם לכך שהכתם לא התפשט בצורה אחידה לכל הכיוונים?

מהלך הניסוי

- I. איפסו את שעון העצר.
- II. הניחו את הצלוחית השקופה על-גבי הנייר המילימטרי.
- III. מילאו את הצלוחית בכ-50 מיליליטרים מים.
- IV. הניחו סוכרייה במרכז הצלוחית ובו בזמן הפעילו את שעון העצר.
- V. סימנו בכל 20 שניות, מרגע הפעלת שעון העצר, את המיקום של שני הקצוות של קוטר כתם הפעפוע שהתפשט במים, במשך 220 שניות.



איור ב': דוגמה לסימון קצות כתם הפעפוע

שאלה 3 (10 נקודות)

בחוברת הנספחים מוצגות 12 תמונות של הכתם המתפשט במים, במרווחי זמן של 20 שניות. לצד כל תמונה מצוין הזמן שבו צולם הכתם (למשל " $t = 20 \text{ sec}$ "). סמן בכל תמונה את המיקום של שני הקצוות של קוטר כתם הפעפוע שהתפשט במים. בצע את הסימון באופן הזה: בתמונה שבה שעון העצר הורה, למשל, 20 שניות (" $t = 20 \text{ sec}$ "), סמן על-גבי הנייר המילימטרי שני קווים מוארכים המתארים את המיקום של קצות הקוטר של כתם הפעפוע ברגע זה, כמתואר באיור ב'. המרחק בין שני הקווים האלה ייקרא X.



שאלה 4 (10 נקודות)

מדוד את המרחק, X , שסימנת בכל אחד מהזמנים. הקשר בין X שמדדת לבין ℓ שבביטוי (1) שברקע התאורטי נתון בביטוי $\ell = \frac{X}{2} - r$. רשום בטבלה את תוצאות המדידות ואת הערכים של הביטוי ℓ בזמנים השונים, וציין בכותרות הטבלה את יחידות המדידה.

הערה: את העמודה האחרונה בטבלה תמלא בהמשך השאלון.

מספר המדידה	$t ()$	$X ()$	$\ell = \left(\frac{X}{2} - r \right) ()$
1	0		
2	20		
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

שאלה 5 (13 נקודות)

(4 נק') א. חשב את המהירות הממוצעת של התפשטות הכתם **במשך** הדקה הראשונה.

בסעיפים הבאים עליך לחשב את המהירות הממוצעת של התפשטות הכתם **במשך** שלוש הדקות הבאות.

(3 נק') ב. חשב את המהירות הממוצעת של התפשטות הכתם **במשך** הדקה השנייה.



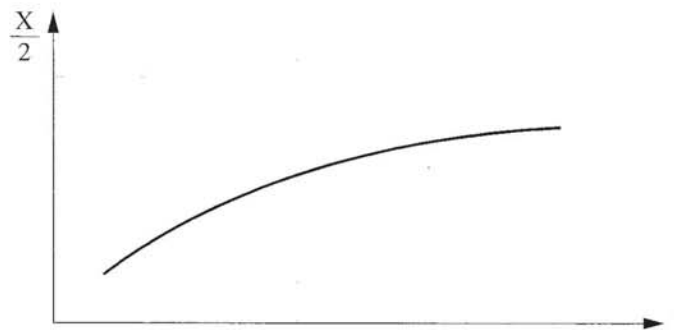
7

ג. (3 נק') חשב את המהירות הממוצעת של התפשטות הכתם במשך הדקה השלישית.

ד. (3 נק') חשב את המהירות הממוצעת של התפשטות הכתם במשך הדקה הרביעית.

שאלה 6 (11 נקודות)

באיור ג' נתון גרף המתאר באופן איכותי את רדיוס כתם הפעפוע כפונקצייה של הזמן, החל מתום הדקה הראשונה ($t > 60 \text{ sec}$).



איור ג'

א. (5 נק') תאר במילים את התפשטות הכתם על-סמך המתואר בגרף. בתשובתך תוכל להיעזר במושגים האלה: מרחק, מהירות וזמן.

ב. (6 נק') האם תוצאות המדידות שאספת מתיישבות עם המתואר בגרף? נמק את תשובתך.

**שאלה 7 (25 נקודות)**

תהליך הפעפוע מתרחש בעיקר עבור $t > 60 \text{ sec}$.

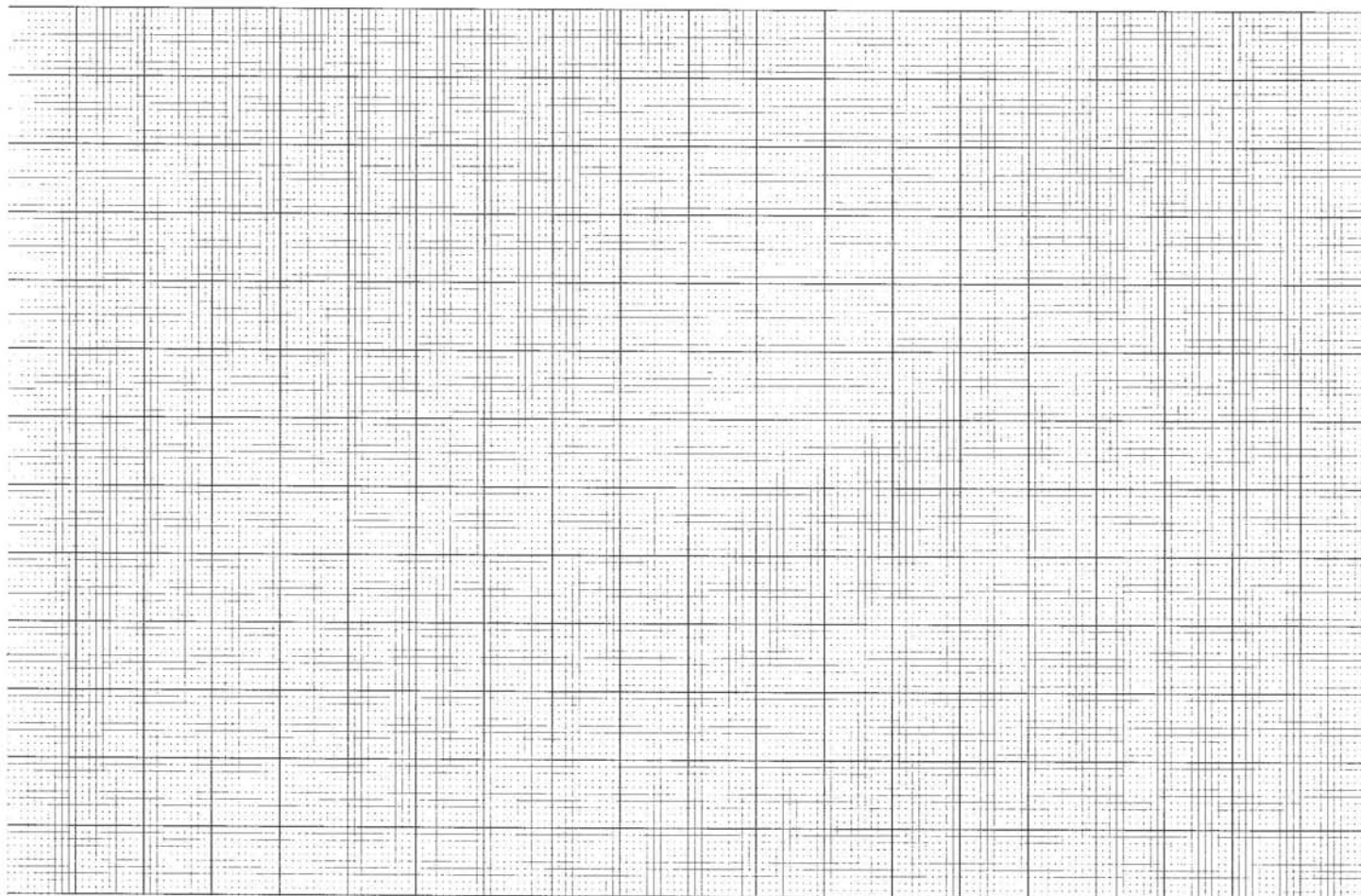
לפי ביטוי (1), המופיע ברקע העיוני, ניתן לראות שהקשר בין X ובין הזמן, t , אינו מיוצג על-ידי גרף של קו ישר.

(3 נק') א. הסבר טענה זו.

(3 נק') ב. הגדר משתנה חדש, שהקשר בינו ובין הזמן, t , מיוצג על-ידי גרף של קו ישר. נמק את בחירתך.

(7 נק') ג. רשום את ערכי המשתנה החדש שהגדרת בעמודה הריקה שבטבלה שבעמוד 6. הוסף לעמודה כותרת, וציין בכותרת את יחידות המדידה.

(12 נק') ד. סרטט גרף* שיתאר את הקשר בין המשתנה שהגדרת ובין הזמן, t , עבור $t > 60 \text{ sec}$.



* **שים לב:** בעמוד 11 יש נייר מילימטרי נוסף, שתוכל להשתמש בו במקרה הצורך. תוכל להשתמש גם בגיליון אלקטרוני על-פי הוראות הבוחן. אם אתה משתמש בגיליון אלקטרוני, הפק תדפיס של הגיליון, הדבק את מדבקת הנבחן שלך על-גבי התדפיס שהפקת, וצרף אותו למחברת הבחינה.

**שאלה 8 (14 נקודות)**

6 נק') א. חשב את שיפוע הגרף ששרטטת. אם השתמשת בגיליון אלקטרוני, ציין את שיפוע הגרף ואת יחידות השיפוע.

8 נק') ב. מהו מקדם הדיפוזיה, D , ומהן יחידותיו?

שים לב: הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקומות המיועדים לכך על-גבי חוברת הנספחים ועל-גבי התדפיס של הגיליון האלקטרוני, וצרף אותם למחברת הבחינה.

חלק ב': שאלות על ניסויי החובה

ענה על אחת מבין השאלות 9-10 (לכל שאלה – 10 נקודות).

שאלה 9 (10 נקודות)

שאלה זו עוסקת בניסוי "עצם ודמותו בעדשה מרכזת".

4 נק') א. בתחילת הניסוי התבקשת להעריך את רוחק המוקד של העדשה באמצעות מדידה ישירה. תאר את אופן הביצוע של מדידה זו.

תלמיד ביצע את המדידה שתיארת בתשובתך לסעיף א', ומצא שרוחק המוקד של העדשה הוא 10 ס"מ בקירוב. לאחר מכן הוא ביצע את המשך הניסוי "עצם ודמותו בעדשה מרכזת". בתחילה היה עליו לקבוע ערכים עבור המשתנה הבלתי-תלוי בניסוי.

3 נק') ב. מהו המשתנה התלוי ומהו המשתנה הבלתי-תלוי בניסוי זה?

3 נק') ג. קבע עבור התלמיד שמונה ערכים עבור המשתנה הבלתי-תלוי, כדי שהוא יוכל לבצע את הניסוי באופן מיטבי. ציין את שיקולך.



10

פיזיקה - שאלון חקר, קיץ תשע"ו,
סמל 917555,98

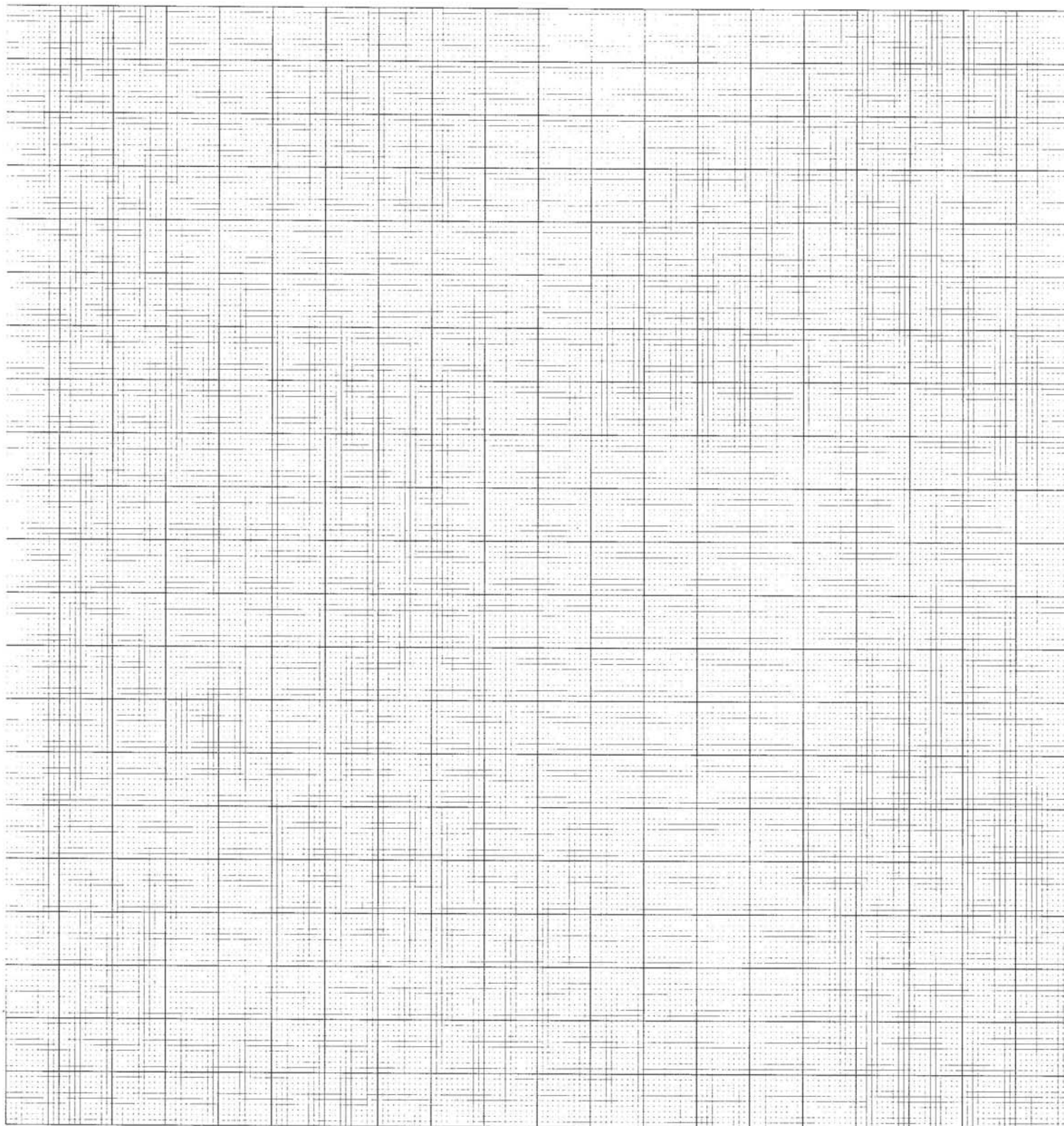
שאלה 10 (10 נקודות)

שאלה זו עוסקת בניסוי "החוק השני של ניוטון", בחלק העוסק בקשר שבין מסת המערכת ובין תאוצתה.

(4 נק') א. תאר כיצד מודדים את תאוצת המערכת בניסוי זה.

(3 נק') ב. מהו המשתנה התלוי, מהו המשתנה הבלתי-תלוי ומהו הגודל הקבוע בניסוי זה?

(3 נק') ג. כיצד שינית את ערכי המשתנה הבלתי-תלוי במהלך הניסוי?





12

פיזיקה - שאלון חקר, קיץ תשע"ו,

סמל 917555,98

טיוטה



13

פיזיקה - שאלון חקר, קיץ תשע"ו,

סמל 917555,98

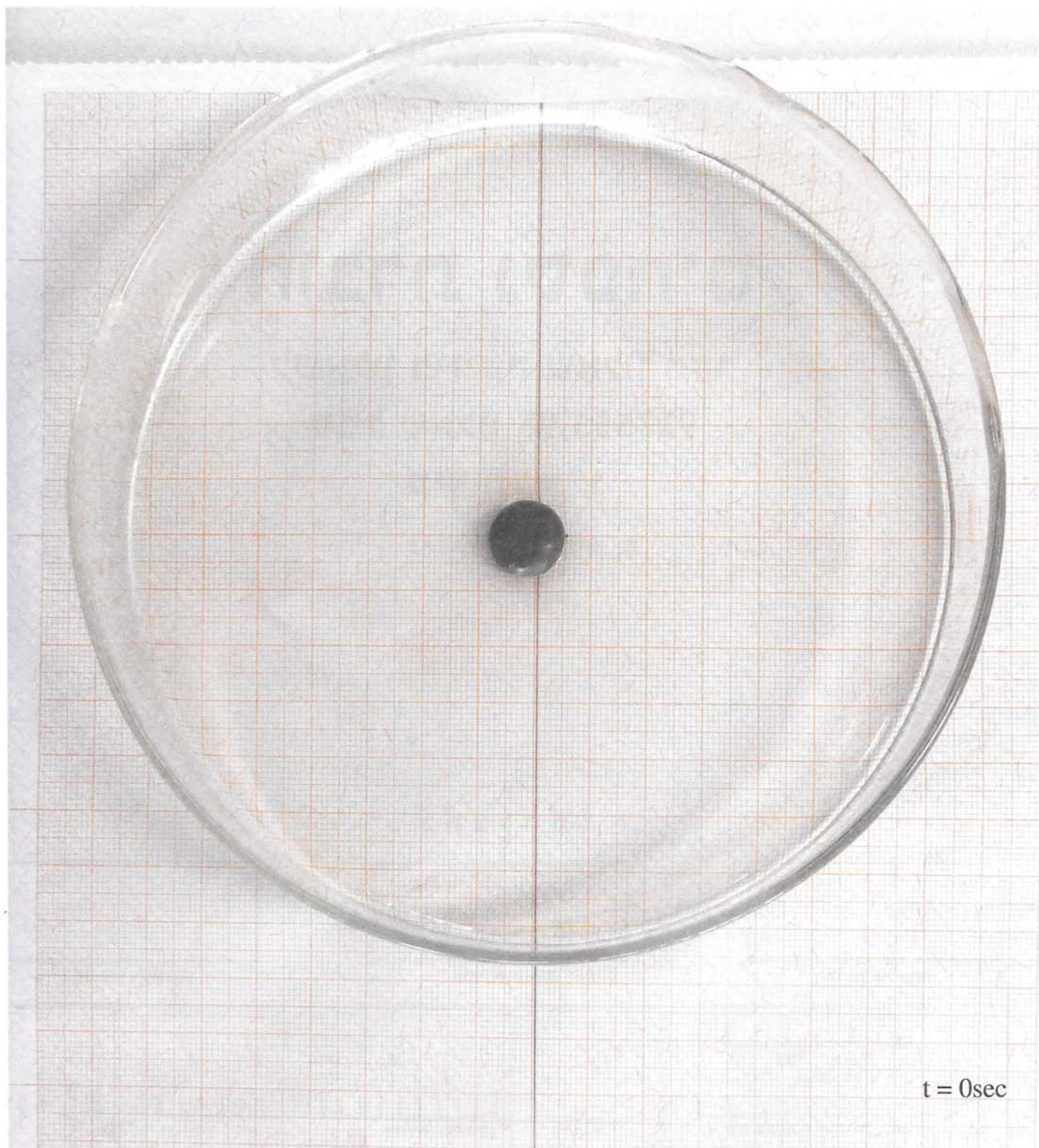
טיוטה

בהצלחה!

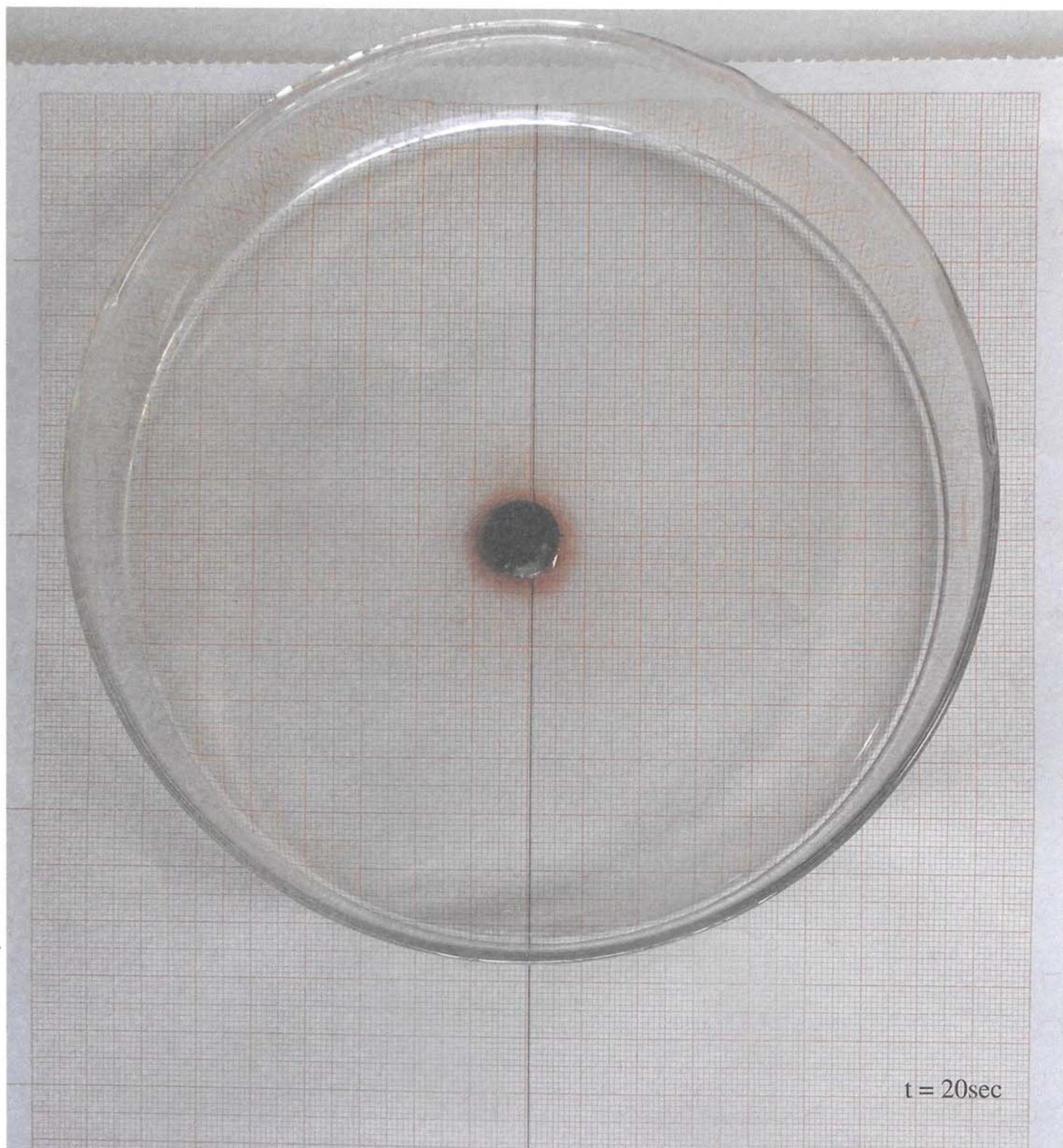
זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.



נייר מילימטרי לסימון קצות כתם הפעפוע



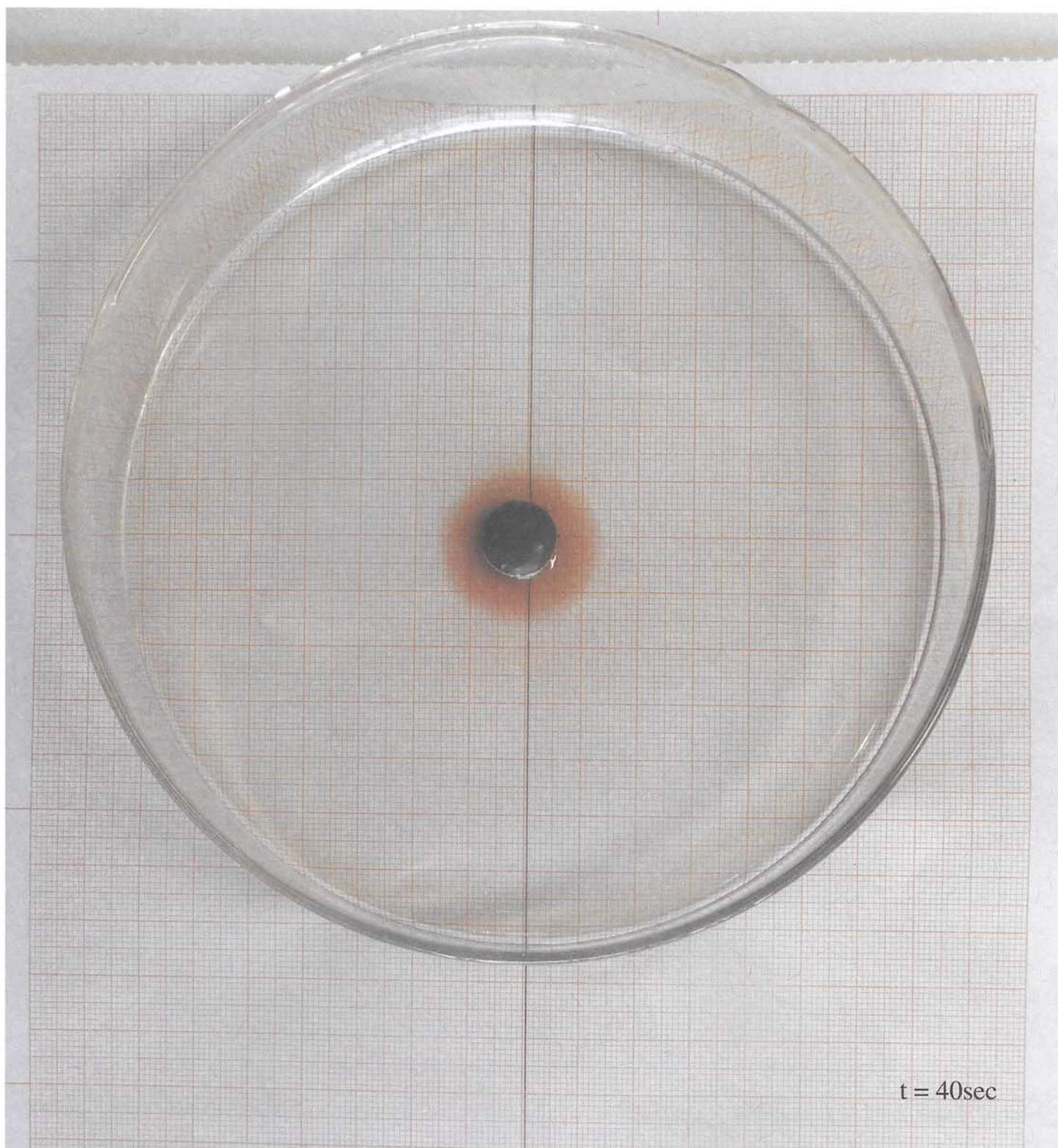
$t = 0\text{sec}$



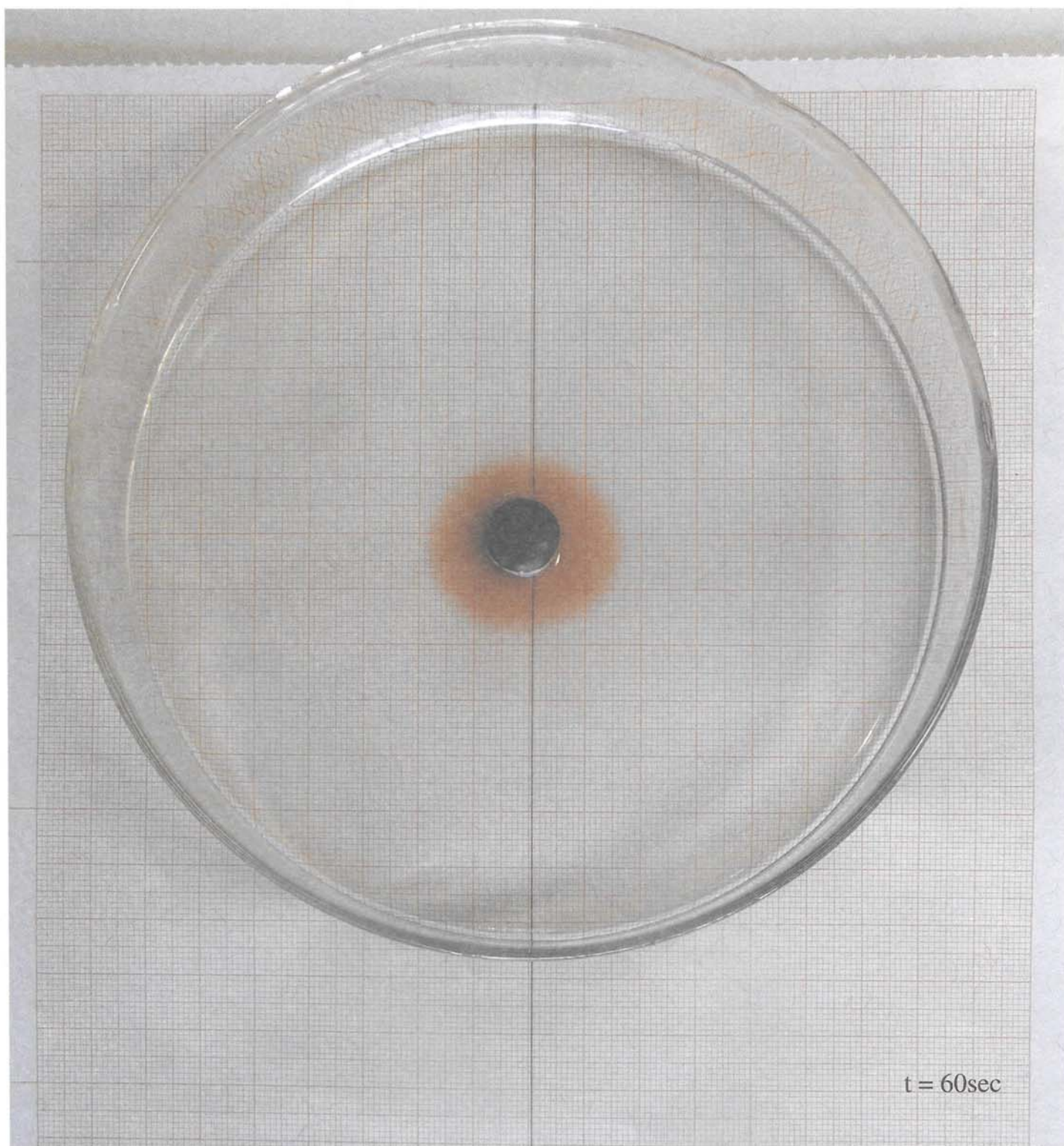


4

פיזיקה שאלון חקר, קיץ תשע"ו
סמל 917555,98, חוברת נספחים



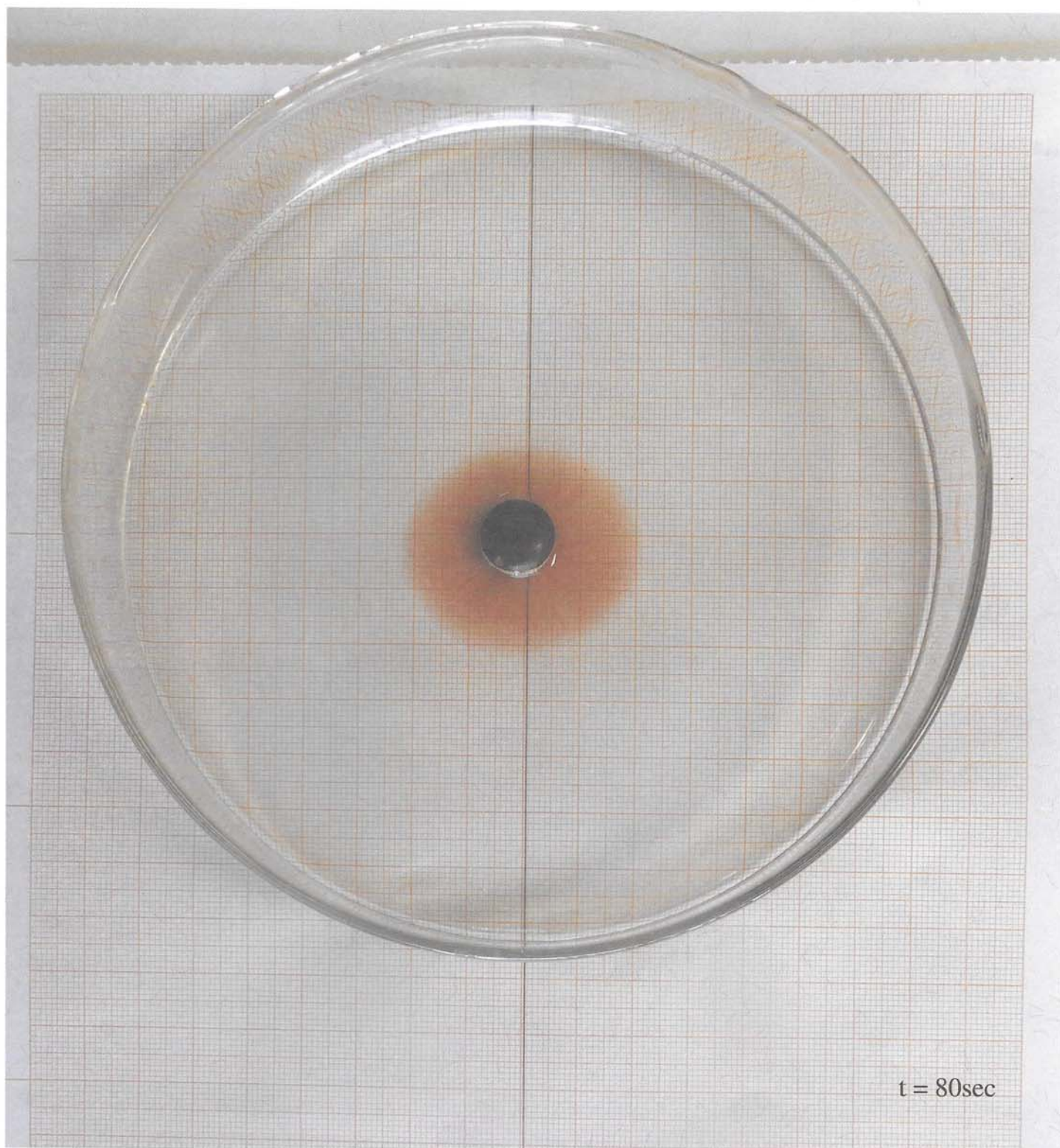
$t = 40\text{sec}$



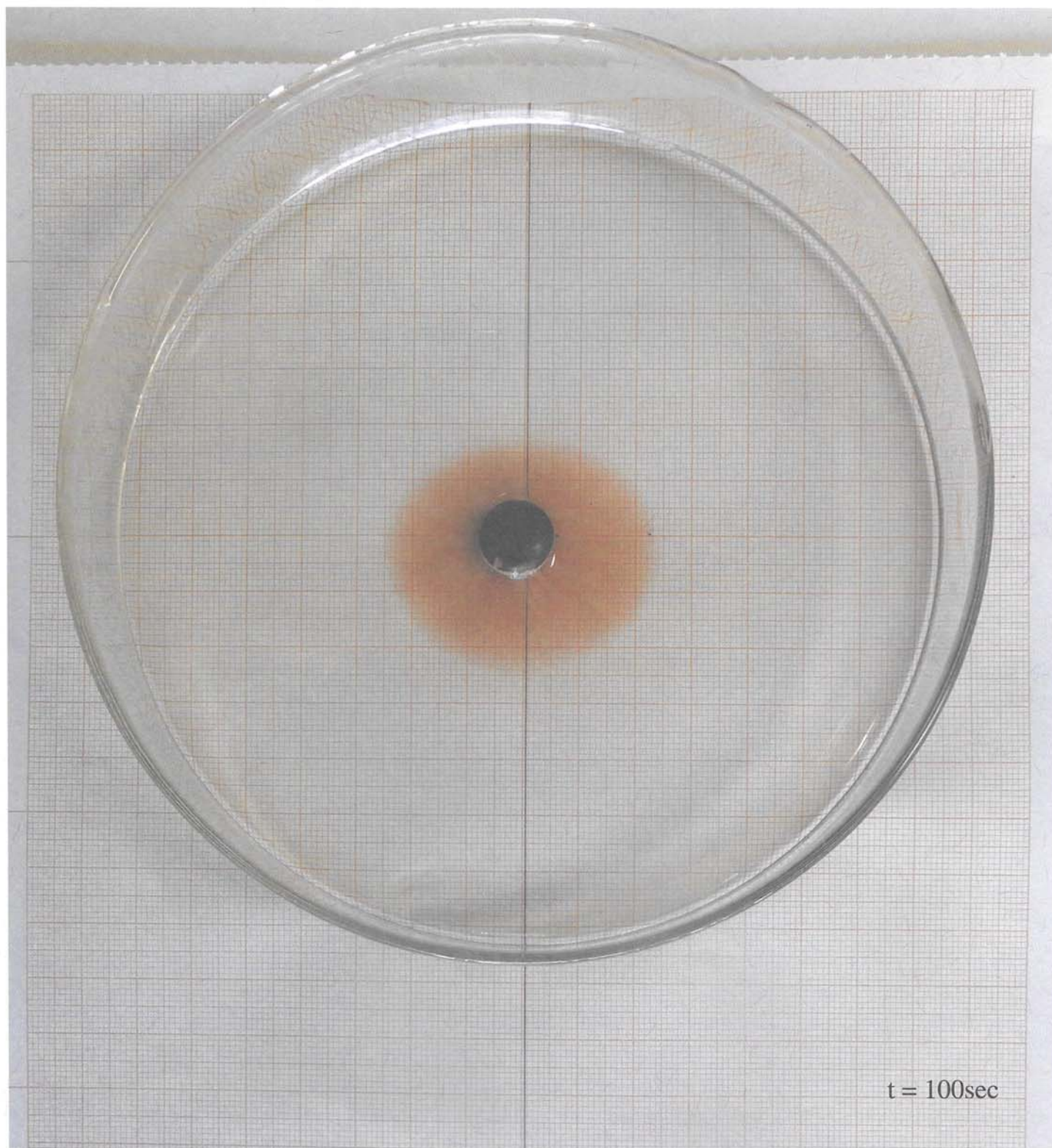


6

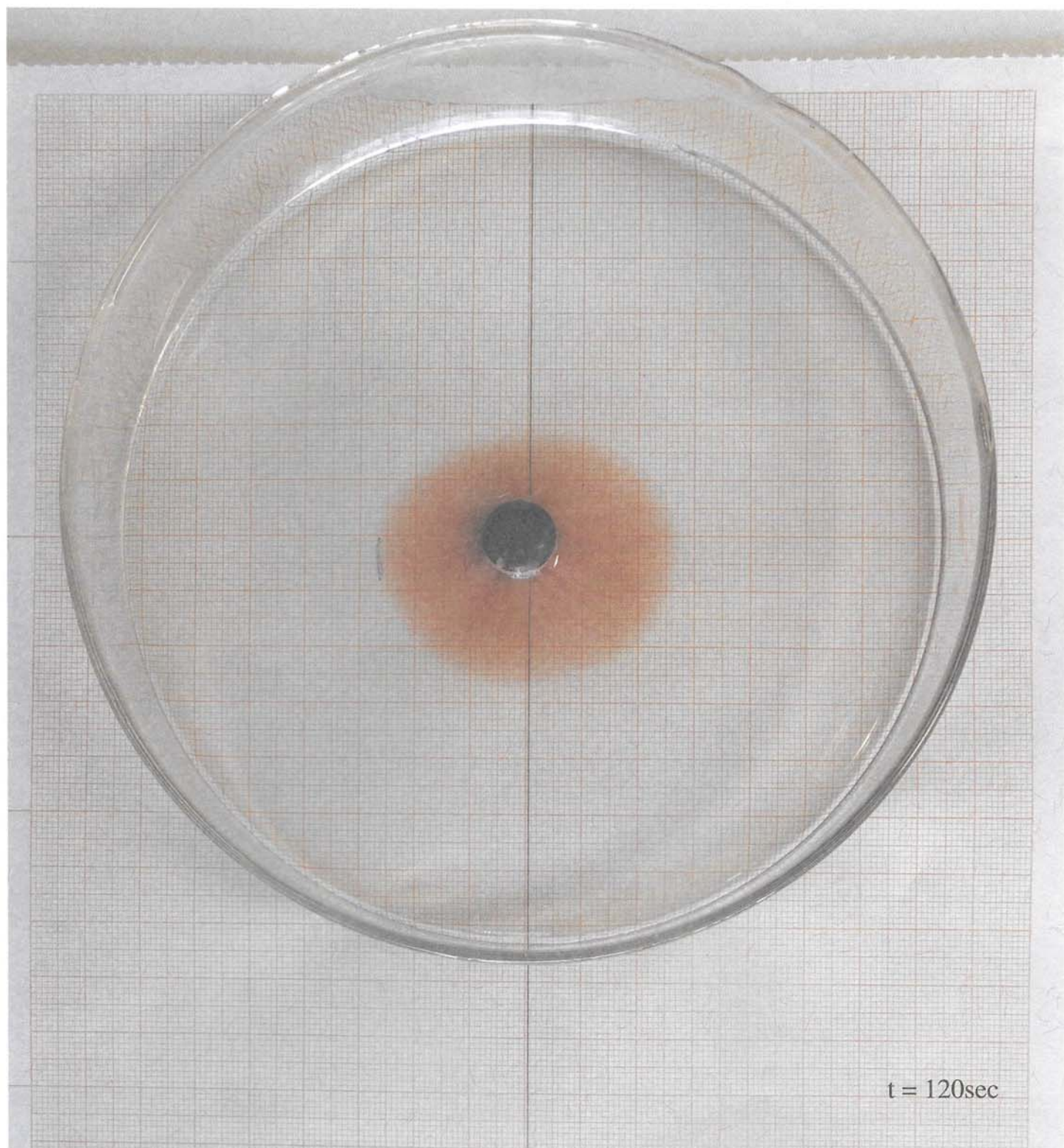
פיזיקה שאלון חקר, קיץ תשע"ו
סמל 917555,98, חוברת נספחים

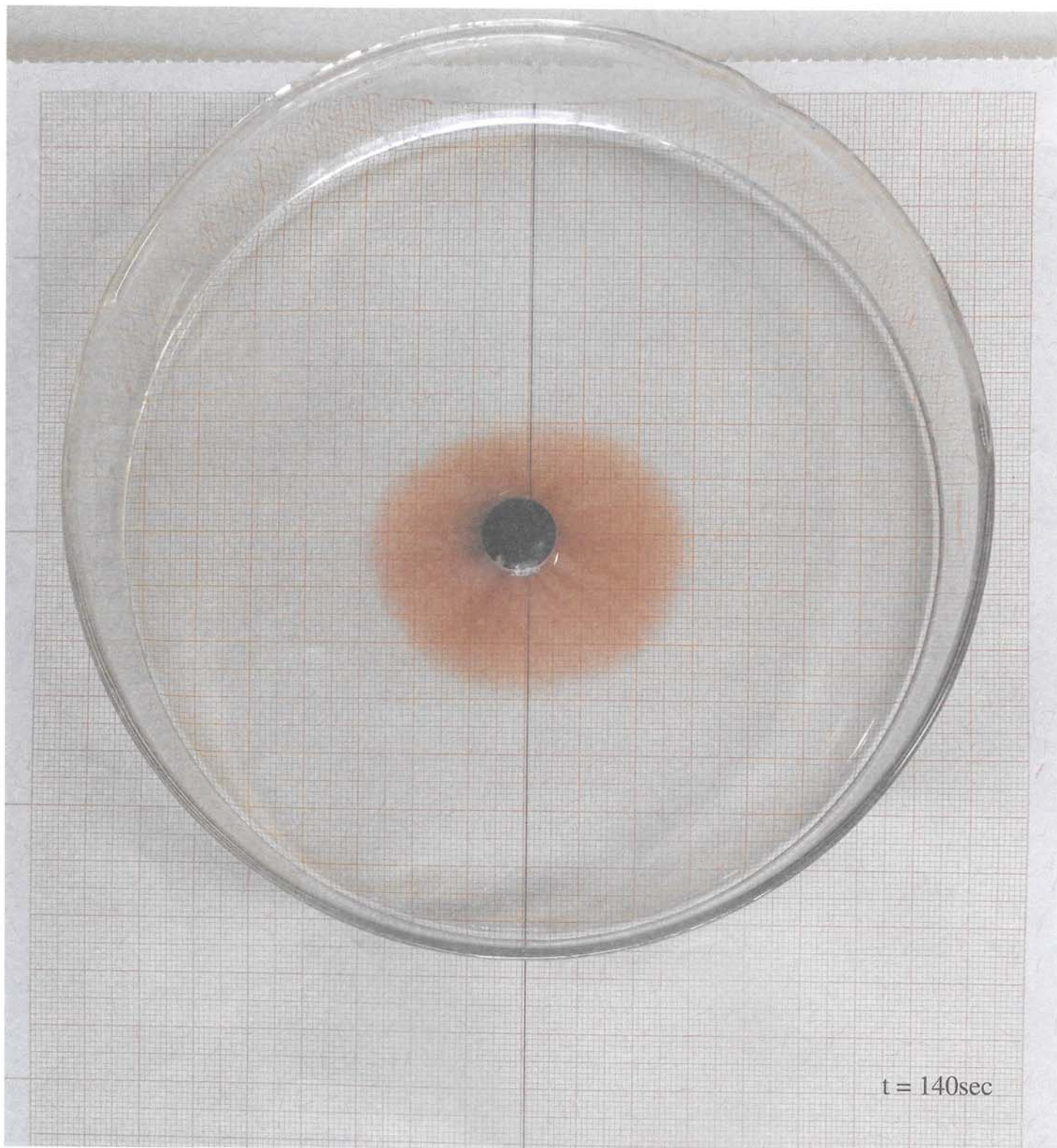


$t = 80\text{sec}$



$t = 100\text{sec}$

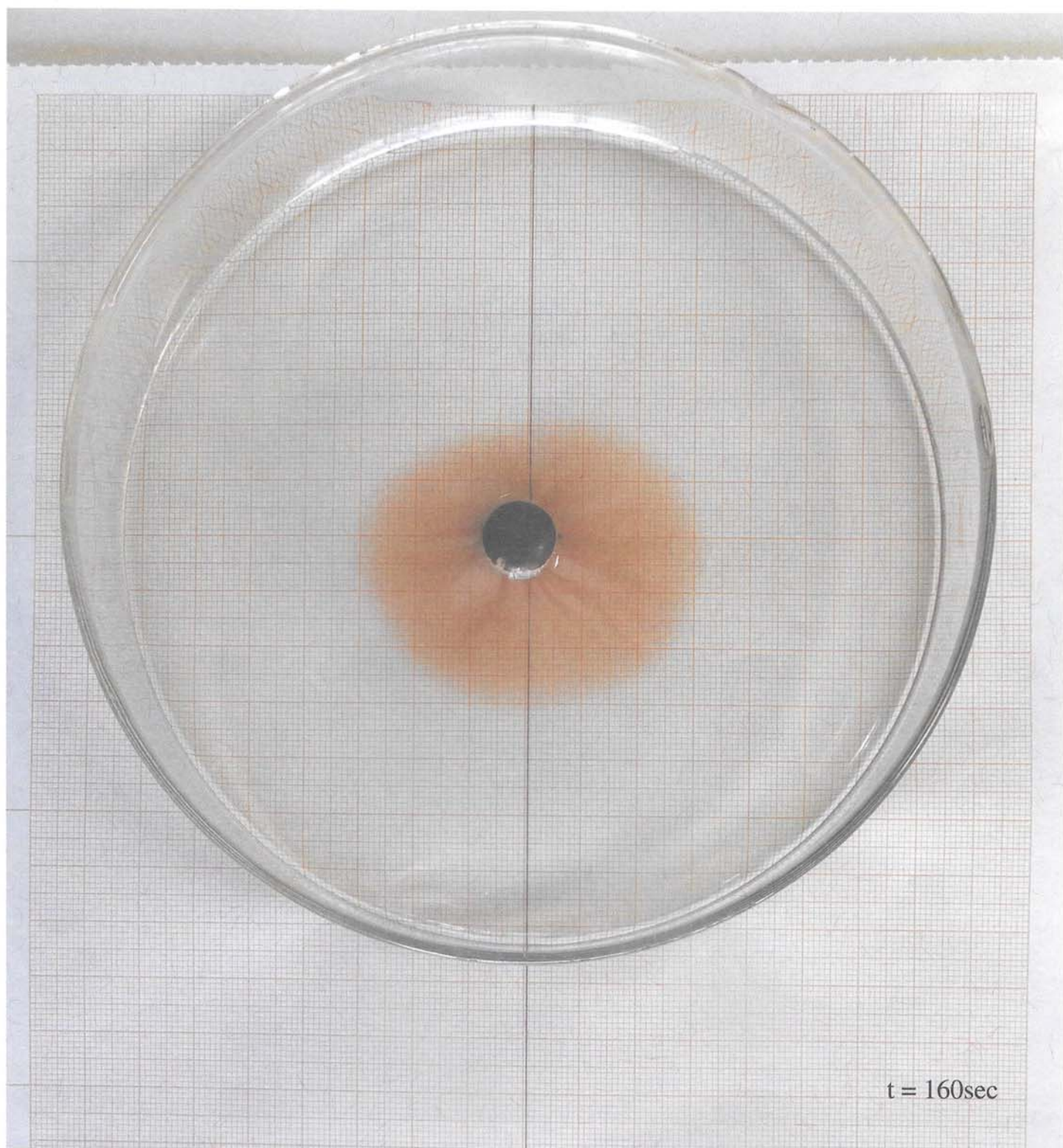


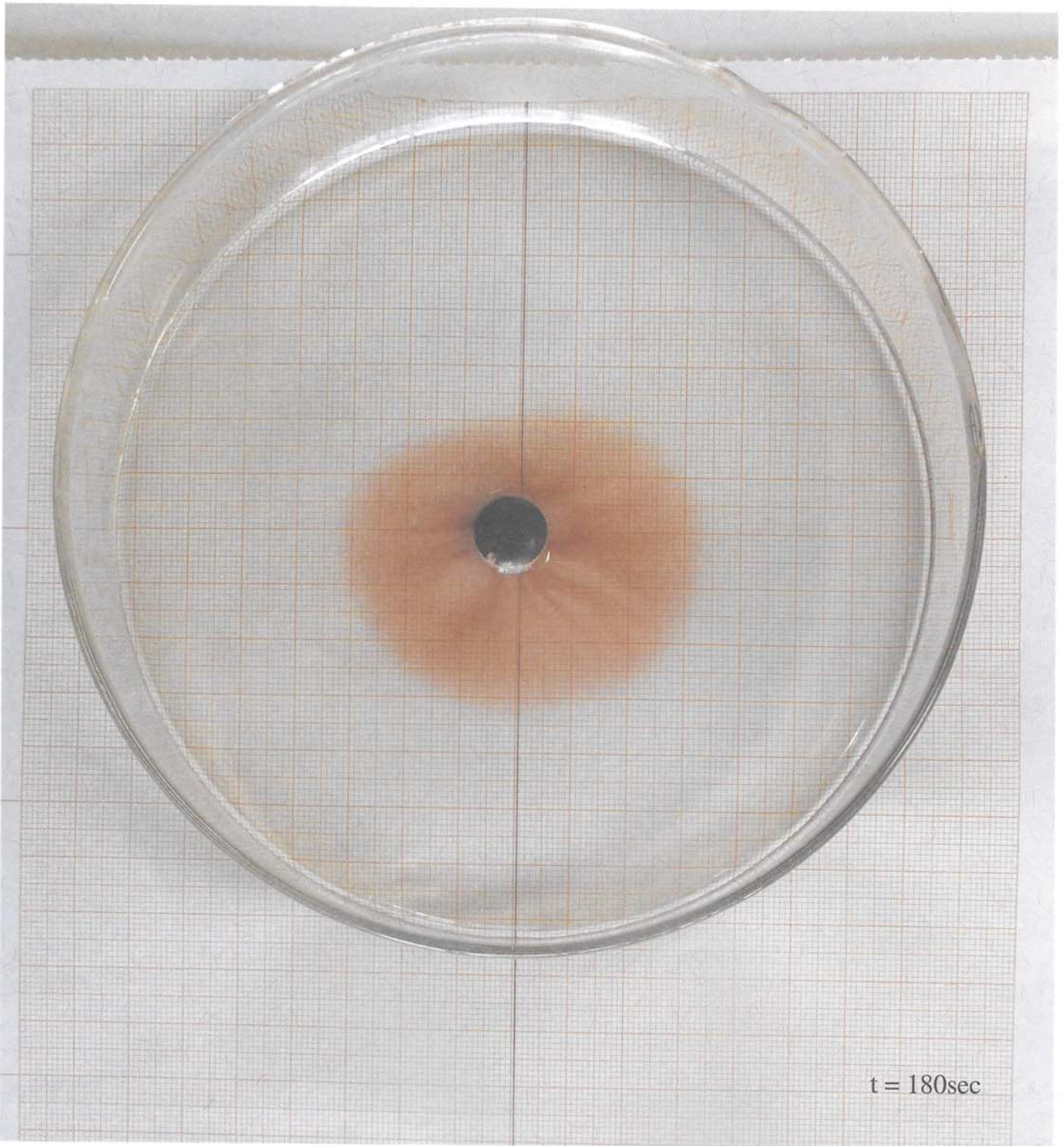


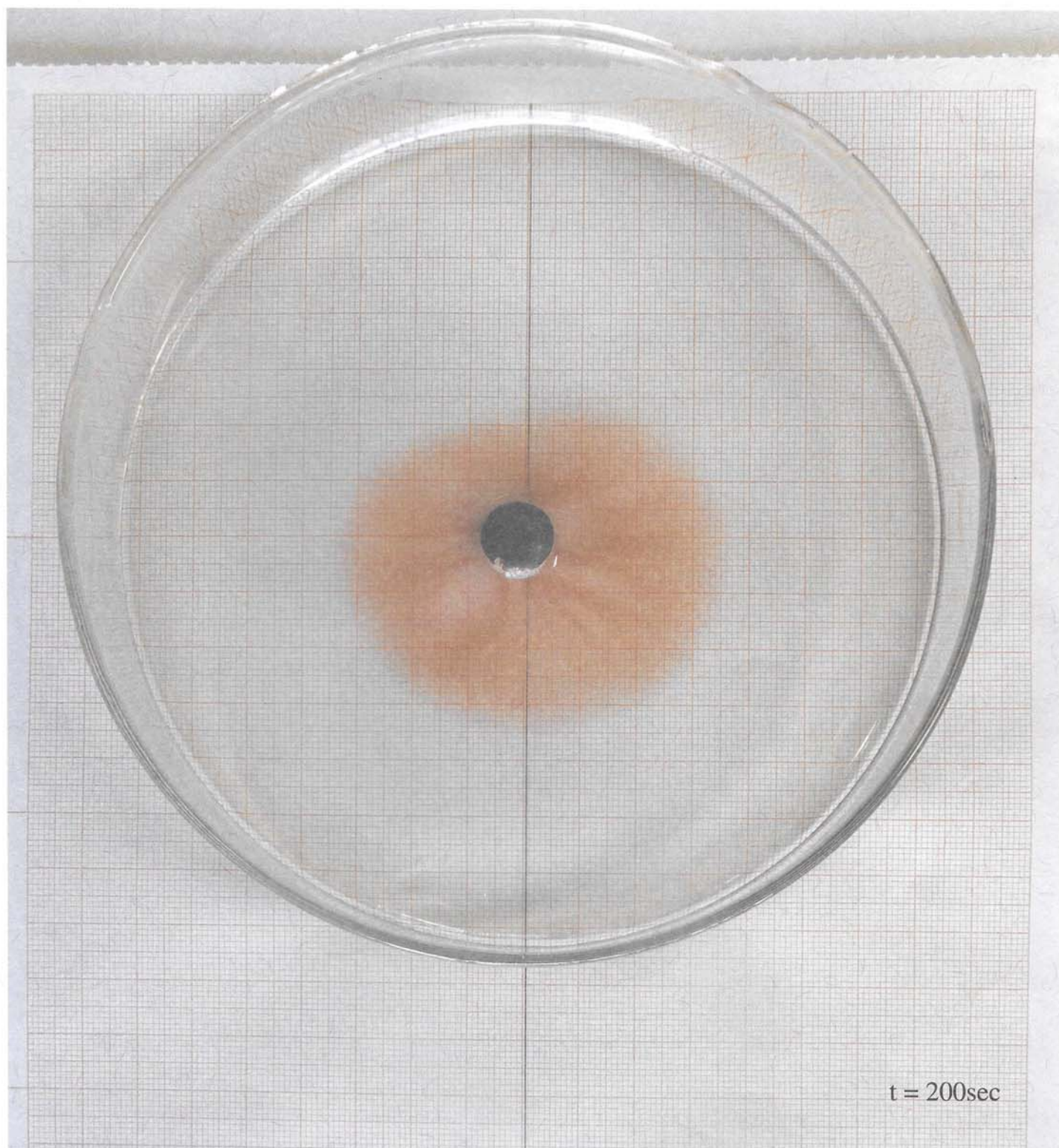


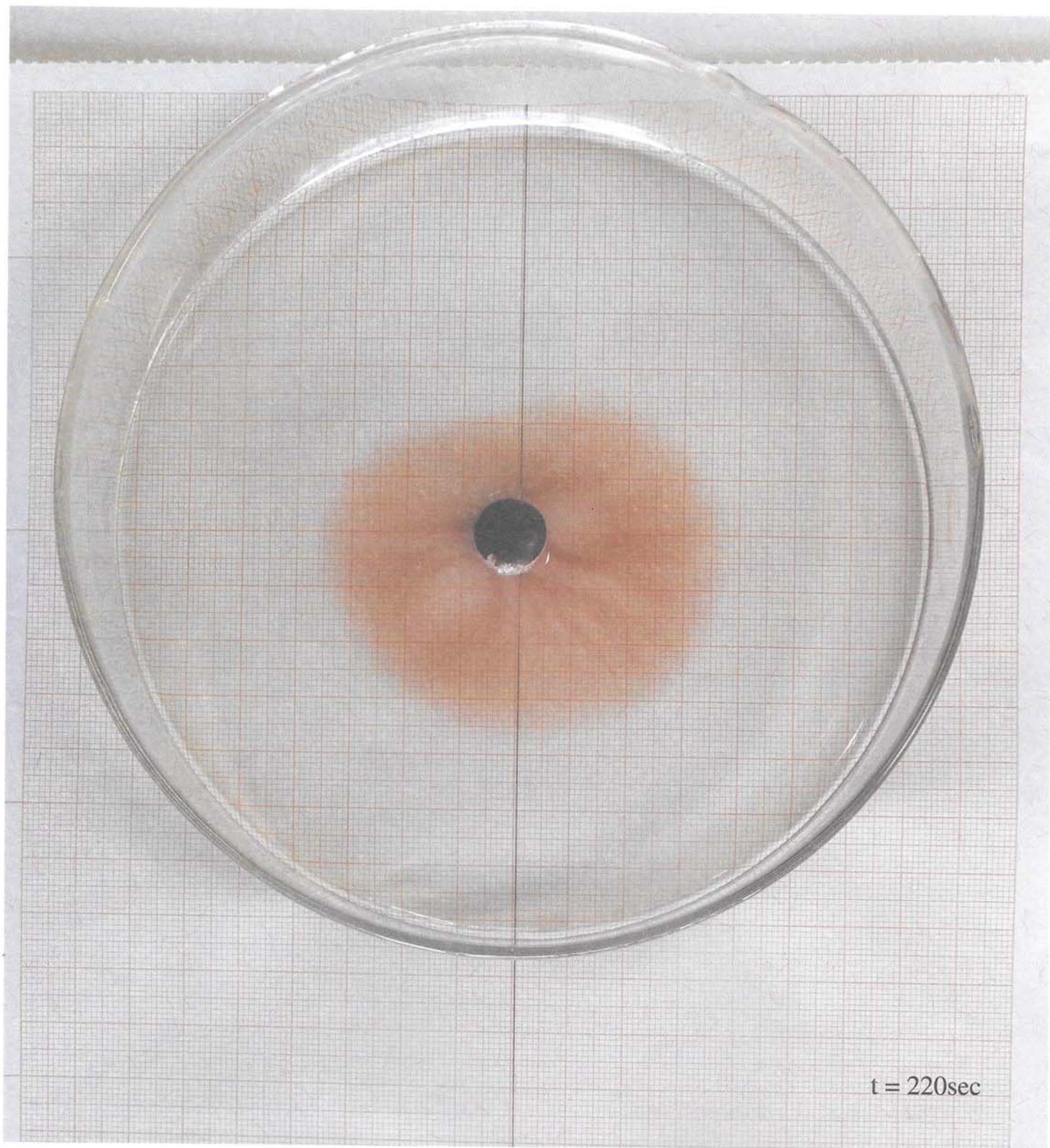
10

פיזיקה שאלון חקר, קיץ תשע"ו
סמל 917555,98, חוברת נספחים









$t = 220\text{sec}$