

## רעיון השדה הכבידתי

על כדה "א, אם אני קופץ אני נופל חזרה כיוון שכדה "א מפעיל עלי כוח עפ"י חוק ניוטון (שהוא דומה מאד לחוק קולון). אם אני עוזב את הגיר, גם עליו כדה "א מפעיל כוח והוא נופל. זוהי דרך אחת לראות את המצב: כוח פועל בין כל שני עצמים.

דרך חלופית: כדה "א מפעיל מסביבו שדה כבידתי, בלי קשר למה שנמצא עליו. כל עצם שמתקרב לכדה "א (למשל, אני או הגיר) מרגיש את השדה. עצם שנכנס לאזור שבו יש שדה מרגיש כוח.

השדה הוא רעיון תיאורטי. כיצד ניתן למדוד ממש את השדה של כדה "א? למשל, שמים בשדה גיר, ומבחינים בתנועתו. בעיה: עצם קיום הגיר משנה את השדה, כי גם הגיר מפעיל שדה כבידתי משל עצמו.

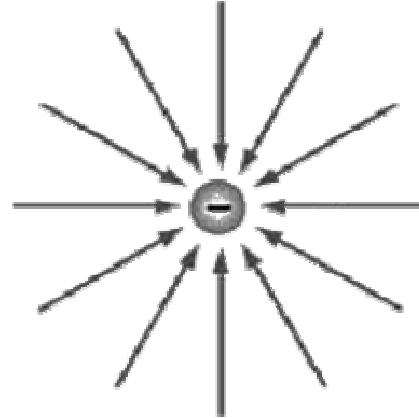
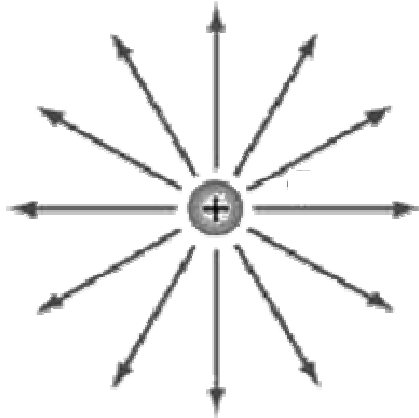
פתרון: השדה של הגיר הוא זניח לעומת זה של כדה "א. לכן אפשר להשתמש בו בשביל למדוד את שדה כדה "א. אומרים שהגיר משמש בתור מסת בוחן עבור שדה כדה "א.

השדה הכבידתי על החללית  
מורכב מהשדות של כדה"א והירח.  
החללית יכולה לשמש כמסת בוחן.



## השדה החשמלי (Electric Field)

- השדה החשמלי הוא שדה ווקטורי שתלוי בהתפלגות מטענים חשמליים במרחב.
- יחידותיו הן כוח ליחידת מטען חשמלי: N/C



נתחיל מהשדה של  
מטען נקודתי:

$$\vec{E} = k \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

ז"א, השדה של מטען חיובי מכוון החוצה, ושל מטען שלילי מכוון פנימה.

לפי עיקרון הסופרפוזיציה, השדה הכולל הוא הסכום הווקטורי של השדות של כל המטענים.

## כיצד שדה מפעיל כוח?

$$\vec{F} = q\vec{E} \quad \text{מטען בוחן } q \text{ מרגיש כוח:}$$

עבור מטען בוחן חיובי, כיוון הכוח הפועל על המטען ככיוון השדה.  
עבור מטען שלילי, כיוון הכוח מנוגד לכיוון השדה.

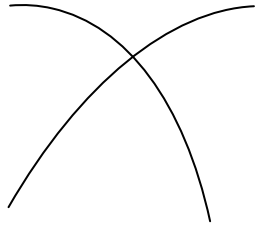
דוגמא: בהעתק  $\vec{r}$  ממטען  $Q$  נמצא מטען בוחן  $q$ . איזה כוח הוא מרגיש?

$$\vec{F} = q\vec{E} = q\left(k\frac{Q}{r^2}\hat{r}\right) = k\frac{qQ}{r^2}\hat{r} \quad \text{תשובה:}$$

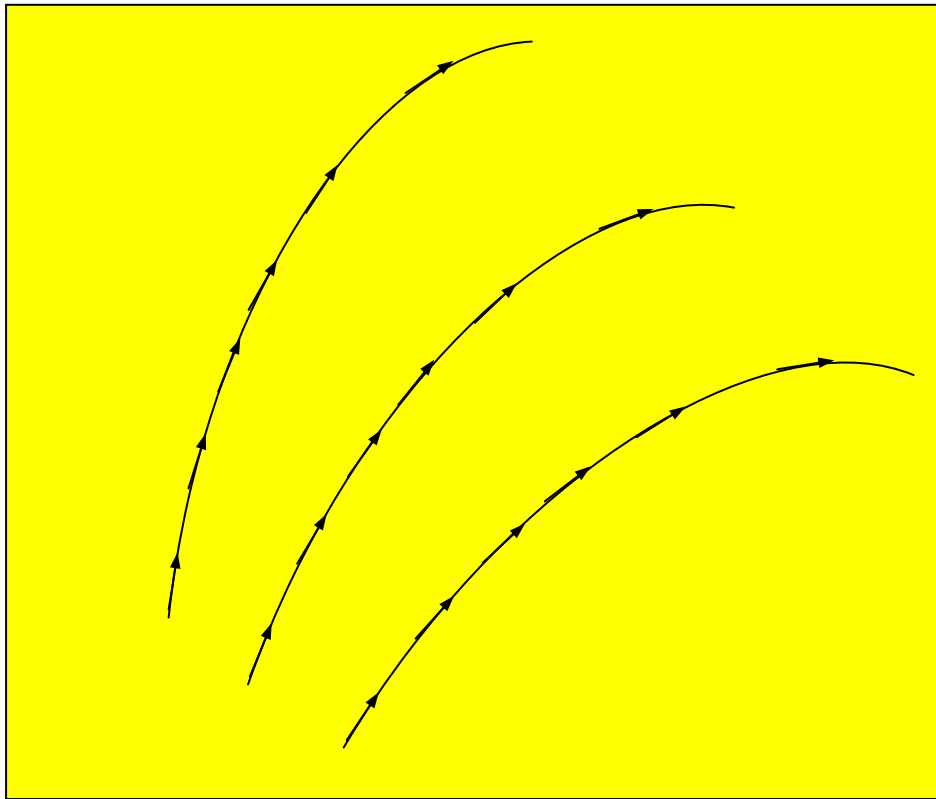
בהסכמה עם חוק קולון.

# קווי שדה

קו שדה הוא קו המשיק בכל נקודה לווקטור השדה החשמלי



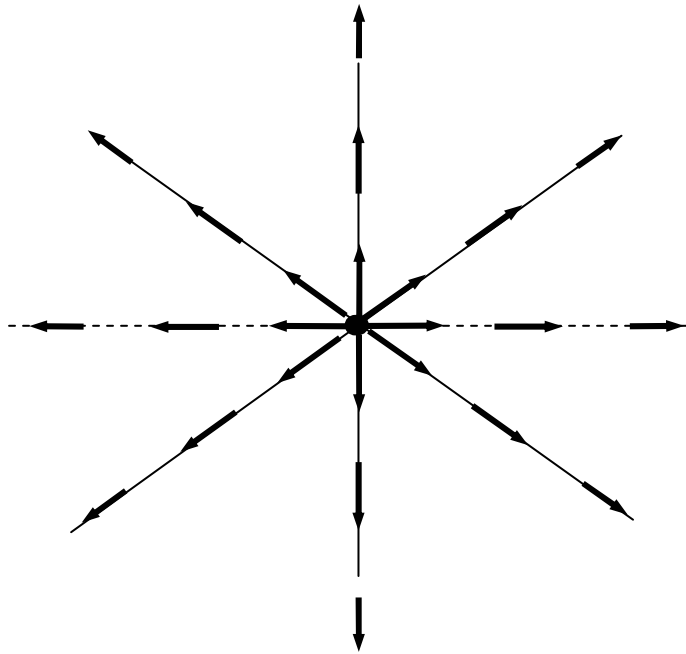
- קווי שדה לא יכולים לחצות אחד את השני
- ככל שקווי השדה צפופים יותר השדה חזק יותר
- קווי שדה יוצאים ממטענים חיוביים ונכנסים למטענים שליליים



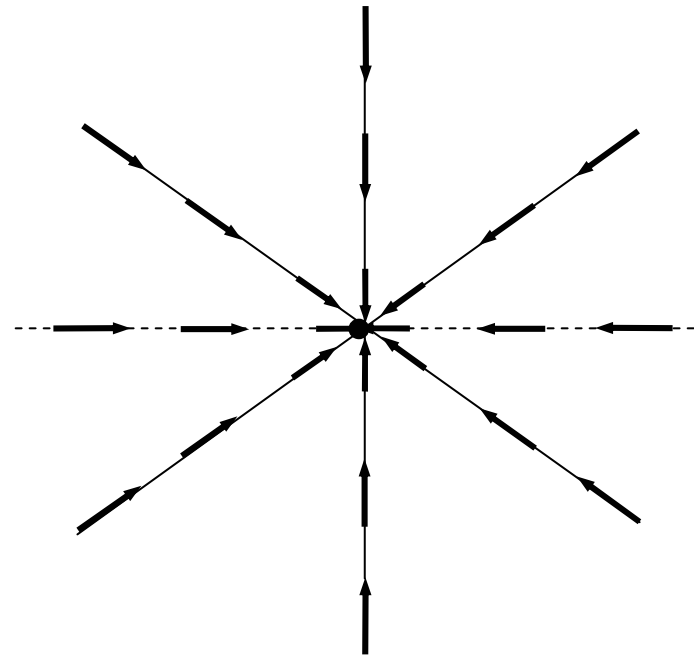
- פי שניים מטען
- => פי שניים קווים

# מטען נקודתי

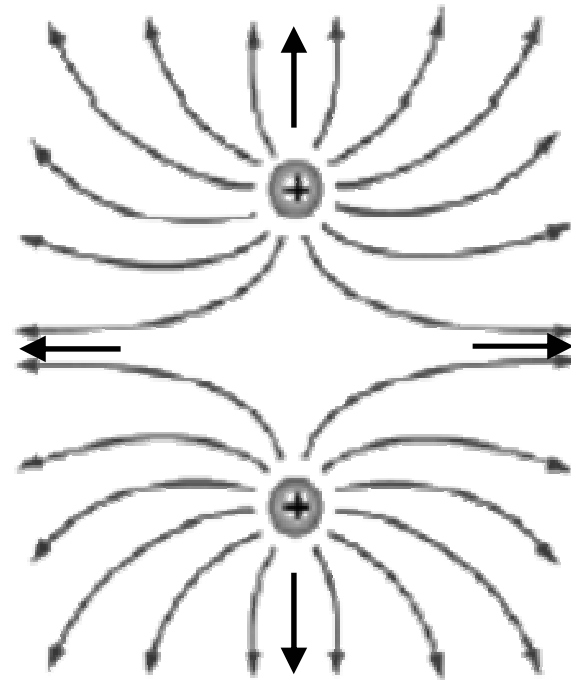
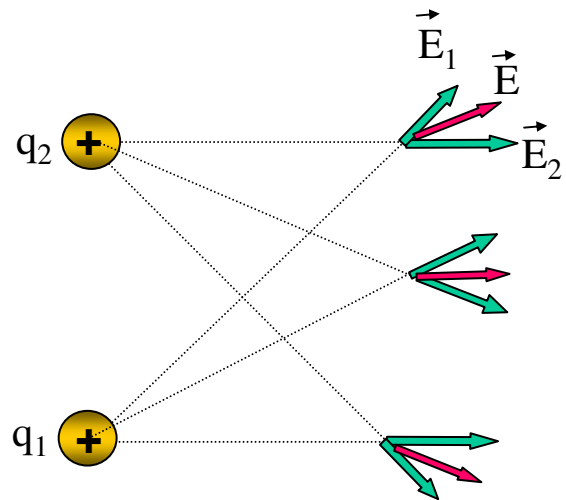
חיובי +



שלילי -

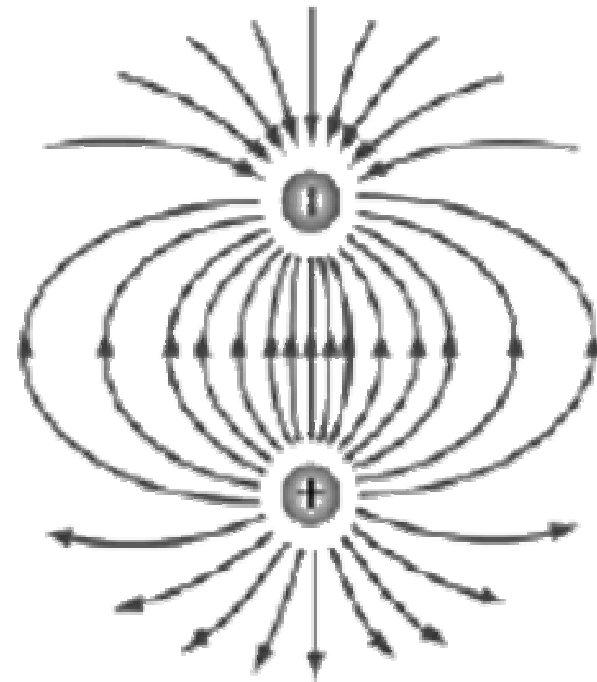
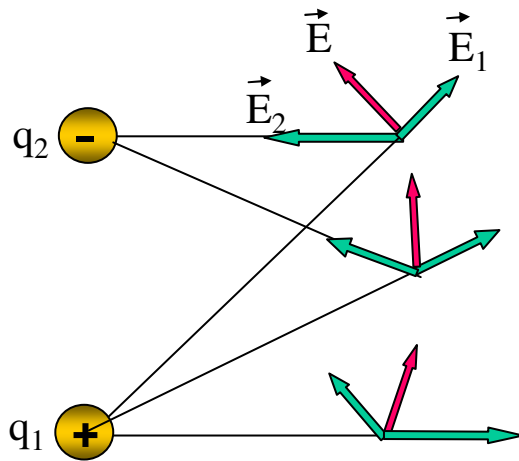


# השדה של שני מטענים זהים



# השדה של דיפול חשמלי (Electric Dipole)

דיפול: שני מטענים זהים בגודלם אך בעלי סימנים הפוכים.





# שטף השדה החשמלי (Electric Flux)

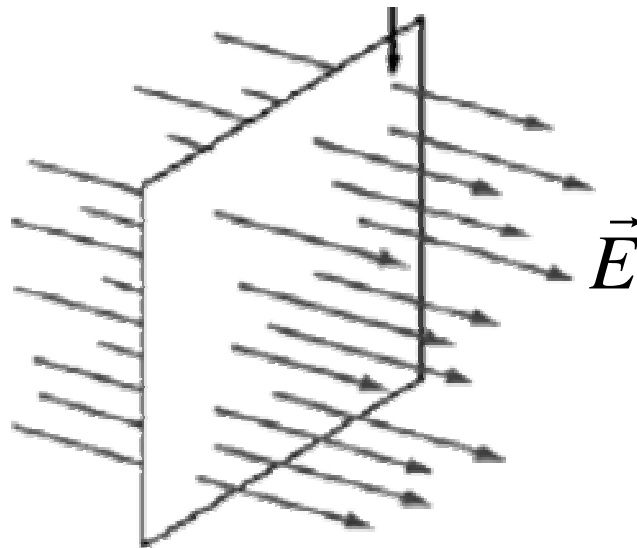
במקרה של שדה אחיד הניצב למשטח בעל שטח  $A$ ,

השטף מוגדר בצורה:

$$\Phi_E = EA$$

• השטף מייצג את מספר קווי השדה שחודרים דרך המשטח.

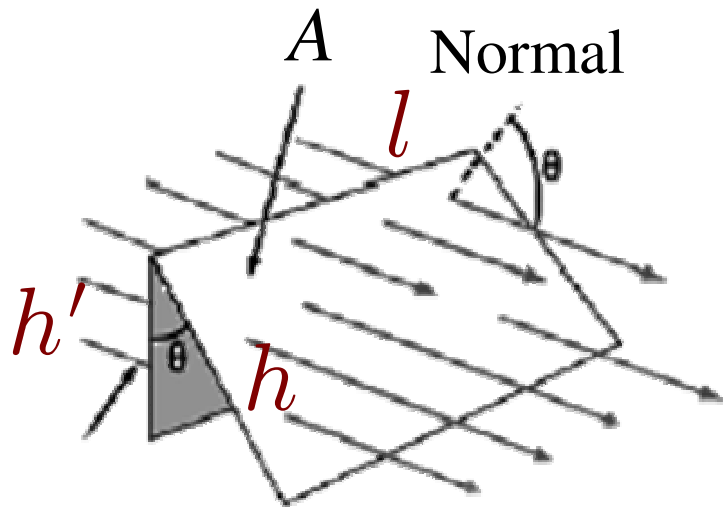
שטח -  $A$



אנלוגיה: זרימה של מים.  
נחשוב על השטף כמדד לכמות המים שעוברים דרך המשטח בזמן מסוים. על השדה נחשוב כווקטור שנותן את מהירות ואת כיוון זרימת המים.

במקרה של זרימה מקבילה לשטח, השטף = 0.

במקרה כללי יותר כאשר השדה אחיד ויוצר זווית  $\theta$   
 עם וקטור הניצב למשטח:



אז התשובה:  $\Phi_E = EA \cos \theta$

אז התשובה:  $\Phi_E = EA \cos \theta$

אז התשובה:  $\Phi_E = EA \cos \theta$

אז התשובה:  $\Phi_E = EA \cos \theta$

אז התשובה:  $\Phi_E = EA \cos \theta$

אז התשובה:  $\Phi_E = EA \cos \theta$

אז התשובה:  $\Phi_E = EA \cos \theta$

אז התשובה:  $\Phi_E = EA \cos \theta$

מקרי קצה: