

הוראות לדף הנוסחאות



הוראות הדפסה!

את הדף יש להדפיס עם שוליים מותאמות אישית ברוחב 0.5 בכל צד.

ב WORD, יש לבחור בלשונית הדפסה את חלון השוליים, לבחור שוליים מותאמים אישית ולשנות ל 0.5 בכל הכיוונים

עריכה:

בדף הכנסנו כמה שיותר הסברים, נוסחאות ותמונות. אם מספר העמודים חורג ממספר העמודים המותר בבחינה ניתן לערוך את קובץ ה WORD ולהוריד הסברים מורחבים, תמונות או נוסחאות טריוויאליות. ניתן גם כמובן להוסיף הסברים שלכם או נוסחאות.

בכל מקרה מומלץ מאוד לעבור על הדף לפני המבחן!! הוא גם סיכום של החומר.

אין להוריד את הסמל של GOOL או כל סימן מסחרי אחר!!

מבנה הדף:



הדף בנוי משלושה טורים.

ההתחלה היא בפינה הימנית העליונה.

בסוף הטור הראשון עוברים לטור השני באותו עמוד (ולא לעמוד הבא). בסוף הטור האחרון עוברים לטור הראשון (הימני) בעמוד הבא.

ניתן לשנות את כיוון הפריסה לרוחב, זה יוצר מראה יותר מרווח על חשבון מספר עמודים.

כל הזכויות שמורות למני גבאי ולאתר GOOL

הדף מיועד לכל שימוש שאינו מסחרי ובפרט לשימוש מרצים, מורים, סטודנטים ותלמידים בקורסים שונים, ניתן לערוך את הדף אך יש להשאיר סימונים של אתר גול.

מבנה החומר

גודל אטום המימן (הקטן ביותר):

0.53
⋅

10

−
10

m

{\displaystyle 0.53\cdot 10^{-10}m}

יחידת האנגסטרם:

1
Å
=

10

−
10

m

{\displaystyle 1\AA =10^{-10}m}

פרוטונים מסמנים ב-*p* נויטרונים ב-*n* ואלקטרונים ב-*e*
מסת הפרוטון והנויטרון:

m

n

≈

m

p

=
1.67
⋅

10

−
27

kg

{\displaystyle m_{n}\approx m_{p}=1.67\cdot 10^{-27}kg}

מסת האלקטרון:

m

e

=
9.1
⋅

10

−
31

kg

{\displaystyle m_{e}=9.1\cdot 10^{-31}kg}

מסת האלק' קטנה בערך פי 2000 ממסת הפרוטון וזניחה ביחס אליו. לכן, בקירוב טוב, הפרוטונים והנויטרונים קובעים את מסת האטום.

מטען האלקטרון:

q

e

=
−
1.6
⋅

10

−
19

C

{\displaystyle q_{e}=-1.6\cdot 10^{-19}C}

מטען הפרוטון זהה והפוך בסימנו:

q

p

=
1.6
⋅

10

−
19

C

{\displaystyle q_{p}=1.6\cdot 10^{-19}C}

הנויטרון לא מושפע מהכוח החשמלי ולכן אין לו מטען.
המטען החשמלי של כל גוף יהיה חייב להיות כפולה שלמה של מטען הפרוטון או האלקטרון.

הכוח החשמלי - חוק קולון

חוק קולון:

r - הוא המרחק בין הגופים

- קבוע הכוח החשמלי האוניברסלי:

k
=
9
⋅

10

9

N

⋅

m

2

C

2

{\displaystyle k=9\cdot 10^{9}{\frac {N\cdot m^{2}}{C^{2}}}}

- הכוח הוא כוח דחיה אם סימן המטענים זהה ומשיכה אם הסימן הפוך.
- הנוסחה נכונה רק עבור מטענים נקודתיים או כדורים הטעונים בצורה אחידה. **משען נקודתי** הוא גוף שהגודל שלו קטן בהרבה מ-*r*, המרחק שבו מחשבים את הכוח.
- הנוסחה נכונה עבור שני מטענים הנמצאים בריק, כאשר המטענים נמצאים בתווך (לדוגמה מים או שמן) הכוח משתנה.

השדה החשמלי

**כחוח הפועל על מטען הנמצא בשדה חשמלי

E
→

{\displaystyle {\vec {E}}}

:**

F
→

=
q
E
→

{\displaystyle {\vec {F}}=q{\vec {E}}}

השדה שיוצר מטען נקודתי בכל המרחב:

r - הוא המרחק מהמטען לנקודה בה מחשבים את השדה.
עקרון הסופרפוזיציה: השדה השקול בנקודה במרחב הוא סכום וקטורי של כל השדות שיוצרים כל המטענים באותה נקודה.
שוני שדה: מתארים איכותית את השדה במרחב. כיוון השדה בנקודה משיק לקווי השדה וגודלו בהתאם לצפיפות הקווים.

חוק גאוס

צפיפות מטען נפחית *ρ*, משטחית *σ*, אורכית *λ*, אחידה:

ρ
=

q
V

,
σ
=

q
S

,
λ
=

q
L

{\displaystyle \rho ={\frac {q}{V}},\sigma ={\frac {q}{S}},\lambda ={\frac {q}{L}}}

- *Q* - סך המטען שבגוף. *V* - נפח הגוף. *S* - שטח. *L* - אורך.
הקבוע הדיאלקטרי של הריק:

ε

0

=

1
4
π
k
=
8.85
⋅

c

2

N

⋅

m

2

V

⋅

m

2

{\displaystyle \varepsilon _{0}={\frac {1}{4\pi k}}=8.85\cdot {\frac {c^{2}}{N\cdot m^{2}}}}

ניתן לרשום את כל הנוסחאות עם *k* או עם *ε*₀.
השטף דרך משטח בשדה אחיד:

ϕ

E

=

E

⊥

⋅
s

{\displaystyle \phi _{E}=E_{\perp }\cdot s}

***E*_⊥** רכיב השדה שמאונך למעטפת. *s* הוא שטח המעטפת.
אם השדה לא אחיד על המשטח ניתן לחלק את המשטח לחתיכות שבהן השדה אחיד ולסכום את השטף דרך כל חתיכה.
חוק גאוס:

ϕ

E

=
4
π
k

Q

i
n

{\displaystyle \phi _{E}=4\pi kQ_{in}}

-

ϕ

E

 - שטף דרך **משטח סגור**.
-

Q

i
n

 - סך המטען הכלוא בנפח שסוגר המשטח.
השדה של כדור וקליפה כדורית מחוץ לכדור או הקליפה הוא כמו של מטען נקודתי:

E
=

k
Q

r

2

{\displaystyle E={\frac {kQ}{r^{2}}}}

- כאשר *Q* הוא סך כל המטען. *r* הוא המרחק ממרכז הקליפה/כדור.

- כיוון השדה הוא בכיוון הרדיאלי (כמו מטען נק')
- בקליפה דקה ובכדור מוליך השדה בתוך הקליפה/כדור מוליך הוא אפס.

שדה של כדור מלא ברדיוס *R* הטעון בצפיפות אחידה:

בכיוון רדיאלי

Q

{\displaystyle Q}

 הוא סך המטען של הכדור

r

{\displaystyle r}

 הוא המרחק ממרכז הכדור

E
=
{

k
Q
r

R

3

,
r
<
R

k
Q

r

2

,
r
>
R

{\displaystyle E={\begin{cases}{\frac {kQr}{R^{3}}},r<R\\{\frac {kQ}{r^{2}}},r>R\end{cases}}}

- הקשר בין סך המטען לצפיפות (אחידה) בכדור מלא:

Q
=

4
π

R

3

3

ρ

{\displaystyle Q={\frac {4\pi R^{3}}{3}}\rho }

שדה של תיל אינסופי (אחיד):

E
(
r
)
=

2
k
λ
r

{\displaystyle E(r)={\frac {2k\lambda }{r}}}

- *r* - מרחק מהתיל. *λ* - צפיפות מטען ליחידת אורך של התיל

- כיוון השדה רדיאלי (במאונך לתיל וכלפי חוץ/פנים עבור מטען חיובי/שלילי).

- שדה של קליפה גלילית מתאפס בתוך הקליפה וכמו של תיל מחוץ לקליפה.

שדה של גליל מלא ברדיוס *R* הטעון בצפיפות נפחית אחידה *ρ*:(בכיוון רדיאלי)

E
=
{

π
k
p
r
,
r
<
R

2
π

R

2

ρ
r

,
r
>
R

{\displaystyle E={\begin{cases}\pi kpr,r<R\\2\pi R^{2}\rho r,r>R\end{cases}}}

השדה של מישור אינסופי:

כאשר *σ* היא צפיפות המטען

**ליחידת שטח במישור (*σ*=

Q
S

{\displaystyle \sigma ={\frac {Q}{S}}}

).**
- כיוון השדה במאונך למישור (החוצה מהמישור עבור מטען חיובי וכלפי המישור עבור מטען שלילי)
השדה של שני מישורים אינסופיים עם צפיפות הפוכה
הוא *4πkσ* בין המישורים ואפס מחוץ

+σ

↑

+σ

↑

+σ

↑

+σ

↑

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

+σ

+σ

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

−σ

↓

גולים והתאבכות גלים

מהירות גל מחזורי: $v = \lambda f$

λ – אורך הגל. f – תדירות הגל.

חוק השבירה:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

θ – הזווית בין הקרן הפוגעת/ מוחזרת לאנך למשטח.

n – מקדם השבירה של כל תווך.

v – מהירות הגל בכל תווך.

גל עומד במיתר שקצותיו קשורים: $\ell = n \frac{\lambda}{2}$

ℓ – אורך המיתר. n – מספר נקודות הקמר (מקסי/מיני) קווי מקסימום ראשיים בהתאבכות משני מקורות (ויותר)

שווי-מופע: $\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = n \frac{\lambda}{d}$

θ_n – זווית הסטייה של האור המגיע לנק' המקסימום n ביחס לכיוון המאונך למישור החריצים.

X_n – המרחק בין אמצע הלוח והמקסימום מסדר n .

L_n – המרחק בין המרכז של החריצים למקסימום מסדר n .

d – סדר קו המקסימום. λ – אורך הגל.

d – המרחק בין החריצים.

קווי מינימום בהתאבכות משני מקורות שווי-מופע:

$$\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = \left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{d}$$

θ_n – זווית הסטייה של האור המגיע לנק' המינימום n ביחס לכיוון המאונך למישור החריצים.

X_n – המרחק בין אמצע הלוח והמינימום מסדר n .

L_n – המרחק בין המרכז של החריצים למינימום מסדר n .

λ – אורך הגל. d – המרחק בין החריצים.

נוסחת יאנג: $\frac{\Delta X}{L} = \frac{\lambda}{d}$

ΔX – רוחב פס האור. L – מרחק האנך למסך מהחריצים. λ – אורך הגל. d – המרחק בין החריצים.

קווי מקסימום בהתאבכות בסריג עקיפה:

$$\sin \theta_n = n \frac{\lambda}{d} = nN \cdot \lambda$$

θ_n – הזווית למקסימום מסדר n .

d – המרחק בין שני חריצים צמודים. N – קבוע הסריג.

קווי צומת בעקיפה בסדר יחיד: $\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = n \frac{\lambda}{w}$

θ_n – הזווית למינימום מסדר n .

X_n – מרחק מרכז המינימום מסדר n למרכז המקסימום המרכזי. L_n – המרחק בין החריץ למינימום מסדר n .

w – רוחב החריץ.

עוצמה של גלי קול ביחס לסף השמיע: $\frac{I_a}{I_0} = 10^{\left(\frac{\alpha}{10}\right)}$

כאשר I_a היא עוצמת הקול של α דציבל. I_0 – סף השמיע של אדם.

ניתן לרשום גם את היחס בין העוצמות של שני דציבלים שונים α ו- β : $\frac{I_a}{I_b} = 10^{\left(\frac{\alpha-\beta}{10}\right)}$

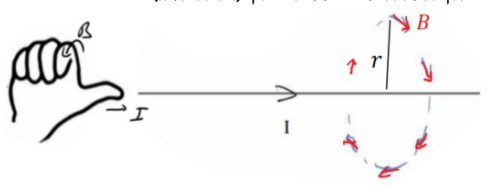
האנרגיה של גל קול: $E = I \cdot S \cdot t$

E – האנרגיה הכוללת של גל הקול. I – העוצמה בדציבל. S – שטח החתך בו הגל פוגע.

t – משך הזמן שהקול פוגע בשטח החתך.

כאשר r הוא המרחק מהתיל.

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ מקדם המגנטיות של הריק. כיוון השדה לפי כלל יד ימין (או הבורג):



היחידות הסטנדרטיות של השדה המגנטי הן T (טסלה).

שדה במרכז של טבעת ברדיוס R: $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$

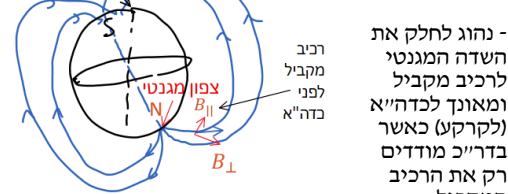


קווי שדה של טבעת, דיפול מגנטי (מגנטי):



השדה המגנטי של כדור הארץ:

הצפון הגאוגרפי – הצפון המגנטי
אינו הצפון המגנטי.

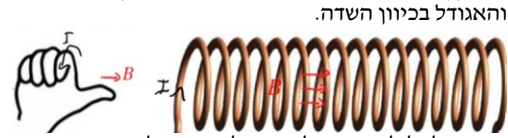


שדה של סליל אינסופי:

בתוך הסליל השדה אחיד ושווה ל: $B = \frac{\mu_0 NI}{L}$

N – מספר הליפופים הכולל. L – אורך הסליל. ניתן להגדיר גם מספר הליפופים ליחידת אורך של הסליל:

$n = \frac{N}{L}$ כיוון, לפי כלל הבורג כאשר האצבעות בכיוון הזרם והאגודל בכיוון השדה.



חוק אמפר – המשך השדה המגנטי

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$

$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l}$ – הוא סכום לאורך מסלול סגור על הרכיב המקביל למסלול של השדה המגנטי. בדרכי נעבוד במקרים סימטריים בהם הרכיב המקביל יהיה אחיד לאורך קטעים מהמסלול והחישוב יהיה פשוט לכפול את השדה באורך הקטעים.

I_{in} – סך הזרם שעובר דרך השטח הסגור במסלול. **המקרים של חוק אמפר:**

1. תיל/גליל אינסופי (עם זרם בכיוון ציר הסימטריה). נבחר לולאה בצורת עיגול ברדיוס r ו- $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot 2\pi r$

2. סליל/גליל (עם זרם מעגלי) נבחר לולאה בצורת ריבוע בעל צלע l ו- $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot l$

3. מישור אינסופי נבחר לולאה בצורת ריבוע בעל צלע l ו- $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot 2l$

כוח על תיל נושא זרם ובין שני תילים

גודל הכוח הפועל על **תיל ישר בשדה אחיד** באורך L הנושא זרם I הוא: $F = BIL \sin \alpha$

α – היא הזווית בין השדה לכיוון הזרם. את כיוון הכוח יש למצוא לפי כלל יד ימין כמו בחוק לורנץ על מטען בודד כאשר כיוון הזרם (או כיוון ה- $d\vec{l}$) מחליף את המהירות.

כוח ליחידת אורך בין שני תילים מקבילים: $\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$

d – המרחק בין התיילים. כוח משיכה אם הזרמים באותו כיוון ודחייה אם בכיוונים הפוכים

תכונת הקיבול: **הקיבול תלוי רק במבנה הגיאומטרי** (אף פעם לא יהיה תלוי במטען על הקבל או במתח שנופל עליו) לכן הוא תמיד קבוע במעגל (אלא אם משנים את המבנה). **סימון הקבל במעגל:** –||–

לאחר שער זמן רב הקבל מתנהג כמו נתק במעגל: כאשר מחברים קבל למקור הוא מתחיל לאגור מטען, תהליך זה נקרא טעינה. התהליך נפסק כאשר המתח בקבל שווה והפוך למתח המופעל עליו, ברגע זה כבר לא יזרום זרם דרך הקבל. והקבל מתנהג כמו נתק במעגל.

חיבור קבלים במקביל: $C_T = C_1 + C_2$ התנאי לחיבור במקביל הוא שהמתח על הקבלים זהה (וזה גם המתח על הקבל השקול)

המטען על הקבל השקול שווה לסכום המטענים על כל הקבלים.

חיבור קבלים בטור: $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ התנאי לחיבור בטור הוא שהמטען על כל הקבלים זהה (וזה גם המטען של הקבל השקול).

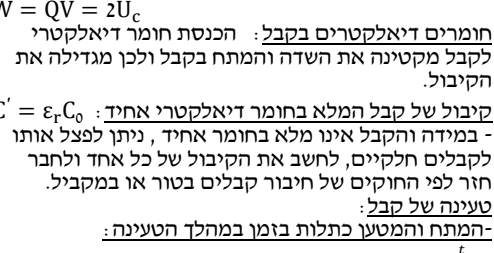
המתח על הקבל השקול שווה לסכום המתחים של כל הקבלים

אנרגיה האגורה בקבל: $U_c = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$ העבודה שמבצעת הסוללה לטעינת קבל:

חומרים דיאלקטריים בקבל: הכנסת חומר דיאלקטרי לקבל מקטינה את השדה והמתח בקבל ולכן מגדילה את הקיבול.

קיבול של קבל המלא בחומר דיאלקטרי אחיד: $C' = \epsilon_r C_0$ במידה והקבל אינו מלא בחומר אחיד, ניתן לפצל אותו לקבלים חלקיים, לחשב את הקיבול של כל אחד ולחבר חזר לפי החוקים של חיבור קבלים בטור או במקביל.

טעינה של קבל: **המתח והמטען כתלות בזמן במהלך הטעינה:**



הזרם כתלות בזמן: $I(t) = \frac{V_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$ **פריקה של קבל:** המתח והמטען כתלות בזמן במהלך הטעינה: $V_C(t) = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ $q_C(t) = CV_0 e^{-\frac{t}{RC}}$

V_0 – המתח של הסוללה
 R – התנגדות המעגל

V_0 – המתח ההתחלתי (המטען ההתחלתי $Q_0 = CV_0$) הזרם כתלות בזמן זהה לטעינה.

זמן אופייני: $\tau = RC$, נהוג להגיד שלאחר זמן של 5τ הקבל טעון/פרוק לגמרי

הכוח המגנטי - חוק לורנץ

חוק לורנץ - הכוח המגנטי: $\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B}$ ניתן לחשב את הכוח בשתי דרכים. דרך דטרמיננטה (ראו מכפלה וקטורית בוקטורים).

דרך גודל וכיוון בנפרד, הגודל הוא: $F_B = qvB \sin \alpha$ כאשר α היא הזווית בין המהירות לשדה. וכיוון לפי כלל יד ימין:

שימו לב שאתם עם **יד ימין!** כיוון הכוח הוא עבור מטען חיובי (עבור מטען שלילי הכוח בכיוון הפוך).

לא להפוך את הסדר של האצבע והאמה (עדיף לעשות קודם אקדח).

תנועה בשדה אחיד: מטען q בעל מסה m הנע במהירות v בשדה מגנטי אחיד (המאונך למהירות) עושה תנועה מעגלית, רדיוס המעגל הוא:

$R = \frac{mv \sin \alpha}{qB}$ אם v לא מאונך למהירות אז התנועה תהיה בורגית כאשר המעגל יהיה מסביב לשדה, רדיוס המעגל יהיה:

$R = \frac{mv \sin \alpha}{qB}$

השדה המגנטי

סימון וקטור לתוך הדף $\otimes$ והחוצה מהדף (אלינו) $\odot$

שדה של תיל אינסופי: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$

חוק אמפר: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$