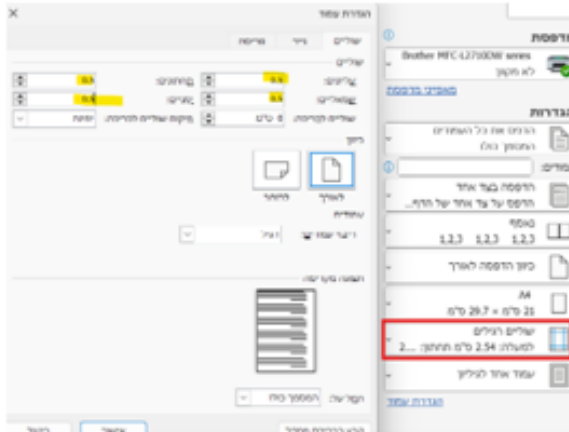


הוראות לדף הנוסחאות

הוראות הדפסה!

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

ב WORD, יש לבחור בלשונית הדפסה את חלון השולים, לבחור שולים 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!!

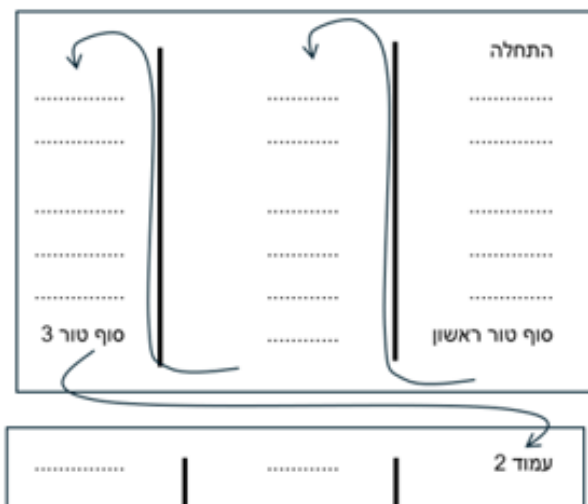
מבנה הדף:

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 ולאטר 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.

$L_i = \sum_j I_{ij} \omega_j$: מטריצת מומנט ההתמד:

$$I_{ij} = \sum_k m_k (r_k^2 \delta_{ij} + i \cdot j)$$

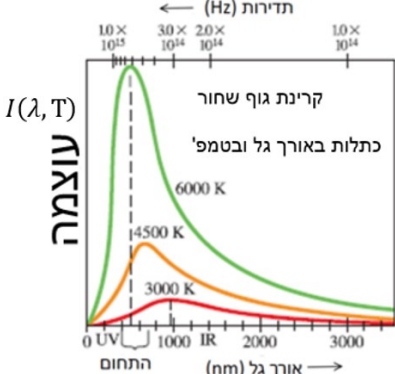
כאשר i, j, k מקבלים את הערכים x, y, z

תיאוריות מוקדמות של תורת הקוונטים והאטום:

חוק בוין: $\lambda_p T = 2.90 \cdot 10^{-3} m \cdot K$

λ_p - אורך הגל בשיא. T - הטמפרטורה בקלווין

נוסחת פלאנק לקרינת גוף שחור: $I(\lambda, T) = \frac{2\pi h c^2 \lambda^{-5}}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$



קבוע בולצמן: $k = 1.38 \cdot 10^{-23} J \cdot K^{-1}$

קבוע פלאנק: $h = 6.626 \cdot 10^{-34} J \cdot s$

התנחה הקוונטית של פלאנק: האנרגיה המינימלית של מטען בתנועה הרמונית באטום היא $E_{min} = hf$

אנרגיית המטען חייבת להיות כפולה שלמה של הערך המינימלי: $E = nhf$

כאשר n הוא המספר הקוונטי $n = 1, 2, 3, \dots$

האפקט הפוטואלקטרי

אנרגיה של פוטון: $E_{ph} = hf$

$h = 6.626 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ הוא קבוע פלאנק. f - תדירות הפוטון.

- ניתן לקבל את האנרגיה באלקטרון וולט על ידי הצבה של אורך הגל λ באנגסטרומ ($\text{\AA}$) או בננומטר (nm):

$$E(eV) = \frac{12400}{\lambda(\text{\AA})} = \frac{1240}{\lambda(nm)}$$

אפקט פוטואלקטרי: $E_{ph} = E_k + B$

E_k - האנרגיה הקינטית של אלק' הנפלט מהמתכת.

B - פונקציית העבודה של המתכת.

האטום - התפתחות היסטורית ומודל בוהר

תנחות בוהר: $m_e v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}$; $E_{ph} = |E_f - E_i|$

m_e - מסת האלק'. v_n - מהירות האלק' ברדיוס מסדר n . r_n - הרדיוס ה- n . $n = 1, 2, 3, \dots$ מספר חיובי שלם

$h = 6.626 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ הוא קבוע פלאנק.

E_{ph} - אנרגיית פוטון שנפלט/נבלע.

E_f ו- E_i הן אנרגיות האלק לפני ואחרי התהליך.

רמות אנרגיה באטום מימן: $E_n = -\frac{R^*}{n^2}$ ($U_{\infty} = 0$)

קבוע רידברג: $R^* = \frac{2\pi^2 k^2 m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} = \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} = 13.6 eV$

$k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ - קבוע קולון.

$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$ - קבוע הפרמטיביות של הריק.

רדיוסי המסלולים המותרים של האלקטרון באטום מימן: $r_n = r_1 n^2$; $r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 m_e k e^2} = 0.529 \text{\AA}$

r_1 - רדיוס הבסיס של האלק'

T - המתיחות במיתר, ρ - צפיפות המסה ליחידת אורך, ψ - פונקציית הגל, ההעתק הרוחבי של כל חתיכה במיתר.

מהירות הגל: $v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$

פתרון המשוואה:

$\psi(x, t) = A \cos(kx - \omega t) + B \sin(kx - \omega t) + C \cos(kx + \omega t) + D \sin(kx + \omega t)$

- אפשרויות נוספות לפתרון (על ידי שימוש בזוויות טריגונומטריות)

$\psi(x, t) = A_1 \cos(kx - \omega t + \phi_1) + A_2 \cos(kx - \omega t + \phi_2) = B_1 \cos kx \cos \omega t + B_2 \cos kx \sin \omega t + B_3 \sin kx \cos \omega t + B_4 \sin kx \sin \omega t = C_1 \cos kx \cos(\omega t + \phi_1) + C_2 \sin kx \cos(\omega t + \phi_2)$

שתי האפשרויות האחרונות עדיפות לגלים עומדים.

פתרון במספרים מרוכבים: $\psi(x, t) = A_1 e^{i(kx + \omega t)} + A_2 e^{i(kx - \omega t)} + A_3 e^{-i(kx + \omega t)} + A_4 e^{-i(kx - \omega t)}$

אם הפונקציה ממשיה, אז $A_4 = A_2^*$ ו- $A_3 = A_1^*$, והפתרון מתכנס לחלק הממשי של

$\psi(x, t) = Ae^{i(kx - \omega t)} + Be^{-i(kx + \omega t)}$

יחס הדיספרסיה: $\omega = v \cdot k$

גלי קול בצינור

לחץ אורכי: תנועת המולקולות בכיוון ההתקדמות הגל $\psi(x, t)$ - פונקציית ההעתק של מולקולות הגז משיווי משקל. x מציינ את מיקום המולקולות בשיווי מישקל ולא את המיקום שלהן כתלות בזמן.

$\psi_p(x, t)$ - פונקציית הלחץ העודף $\Delta p(x, t)$ - פונקציית השינוי בצפיפות.

נק' צומת בפונקציית ההעתק היא נק' טבור בפונקציות הצפיפות והלחץ ולהפך.

גז אידיאלי בתהליך אדיאבטי: $PV^\gamma = const$

P - לחץ. V - נפח. γ - קבוע הקשור לסוג הגז.

הקשר בין פונקציית ההעתק לפונקציית הלחץ:

$\frac{\partial \psi}{\partial x} = -\frac{1}{\rho_0} \psi_p$ (P_0 - הלחץ בשיווי משקל)

$B_a = \gamma P_0$: **מקדם האלסטיות של הגז:**

$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = \frac{\rho_0}{\gamma P_0} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2}$: **משוואת הגלים:**

אותה המשוואה מתקיימת גם עבור ψ_p ו- Δp

מהירות הגלים (מהירות הקול, לפעמים כתובה באות c):

$v = \sqrt{\frac{\gamma P_0}{\rho_0}}$

$v \approx 340 m/s$: **באוויר בתנאים סטנדרטיים:**

הקשר בין הצפיפות לפונקציית ההעתק: $\Delta \rho = -\rho_0 \frac{\partial \psi}{\partial x}$

עכבה של גל קול מישורי ליחידת שטח: $\frac{z}{A} = \rho_0 v$

ρ_0 - צפיפות המסה בשיווי משקל. A - שטח החתך של הצינור. v - מהירות הקול בחומר.

האנרגיה הכוללת ליחידת אורך:

$\epsilon(x, t) = \frac{1}{2} A \rho_0 \left[\left(\frac{\partial \psi}{\partial t} \right)^2 + v^2 \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} \right)^2 \right] = A \rho_0 \left(\frac{\partial \psi}{\partial t} \right)^2$

השוויון האחרון הוא עבור גלים נעים בלבד.

אנרגיה פוטנציאלית וקינטית ממוצעת בזמן ליחידת אורך:

$\bar{U}_{dx} = \bar{E}_{k_{dx}} = \frac{1}{4} \rho_0 A \omega^2 \psi_{max}^2$

אנרגיה כוללת ממוצעת בזמן ליחידת אורך:

$\bar{\epsilon} = \frac{1}{2} \rho_0 A \omega^2 \psi_{max}^2$

ψ_{max} - האמפליטודה של פונקציית ההעתק - קבוע. ω - התדירות הזוויתית.

הספק של גל קול נע (כמה אנרגיה עוברת דרך שטח חתך ביחידת זמן) בכיוון החיובי/שלילי:

$P(x, t) = \pm v \epsilon(x, t)$ (לא בלבד עם P של לחץ)

עוצמה של גל (ההספק ליחידת שטח):

$I(x, t) = \frac{|P(x, t)|}{A} = v \rho_0 \left(\frac{\partial \psi}{\partial t} \right)^2$

עוצמה ממוצעת בזמן: $\bar{I} = \frac{1}{2} v \rho_0 \omega^2 \psi_{max}^2$

מידת עוצמה בסולם לוגריתמי: $I_a = I_0 \cdot 10^a$

a - היא העוצמה ב B (בל). $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$.

$1B = 10 dB$ (זה דציבל)

עוצמה בגל כדורי: $I(r) = \frac{P}{4\pi r^2}$

תנאי שפה בצינור:

- קצה סגור $\psi = 0$ (כמו קצה קשור במיתר)

- קצה פתוח $\frac{\partial \psi}{\partial x} = 0 \Rightarrow \psi_p = 0$ (כמו קצה חופשי במיתר)

ערך RMS של פונקציית סינוס/קוסינוס הוא הערך המקסימלי חלקי $\sqrt{2}$

מבוא לאופטיקה

חוק סנל: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

כאשר n הם מקדמי השבירה של התווך ו- θ הן הזוויות בין הקרן שפוגעת/מוחזרת לבין האנך למשטח.

נוסחת העדשות: $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

u - מרחק העצם מהעדשה. v - מרחק הדמות מהעדשה. f - מוקד העדשה.

הגדלה קווית: $m = \frac{H_i}{H_o} = \frac{|v|}{|u|}$

H_i - גובה הדמות. H_o - גובה העצם.

עוצמת העדשה: $C = \frac{1}{f}$

גלים 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 (מקס' מיני) קווי מקסימום ראשיים בהתאבכות משני מקורות (ויותר)

שיוי מופע: $\sin \theta_n = \frac{x_n}{L_n} = n \frac{\lambda}{d}$

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

X_n - המרחק בין אמצע הלוח והמקסימום מסדר n .

L_n - המרחק בין המרכז של החריצים למקסימום מסדר n

n - 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 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:

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

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.

מבוא לגלים

גלים רוחביים: ההפרעה בכיוון ניצב להתקדמות (מיתר)

גלים אורכיים: ההפרעה בכיוון מקביל להתקדמות (קול)

תווך: החומר בו מתקדמת ההפרעה

פונקציית הגל: $f(x \pm vt)$, כאשר v היא מהירות הגל.

אנרגיה של גל: $E \propto A^2$, A היא האמפליטודה (משרעת)

משוואת הגלים במימד אחד: $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2}$

כל פונקציה מהצורה $f(x \pm vt)$ היא פתרון של משוואת הגלים. סכום של שני פתרונות מהווה גם פתרון אם לשני הפתרונות אותה מהירות גל.

התאבכות: סכימה של גלים שנפגשים

חזית גל: אוסף הנקודות המגיעות לשיא באותו זמן

פעימות: בפעמיות אנחנו מחברים שני גלים בעלי אותה אמפליטודה ומקבלים גל בתוך מעטפת (פעימה).

$\Psi_1(t) = A \cos(\omega_1 t)$ & $\Psi_2(t) = A \cos(\omega_2 t)$

$\Psi_T(t) = \Psi_1(t) + \Psi_2(t) = 2A \cos(\epsilon t) \cos(\Omega t)$

$\epsilon = \frac{\omega_f - \omega_s}{2}$

$\Omega = \frac{\omega_f + \omega_s}{2}$

תדירות הפעימה היא 2ϵ גלים רוחביים במיתר

משוואת הגלים: $\frac{\partial^2 \psi(x, t)}{\partial x^2} = \frac{\rho}{T} \frac{\partial^2 \psi(x, t)}{\partial t^2}$