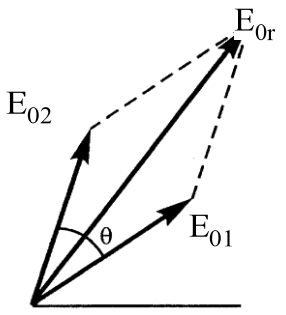
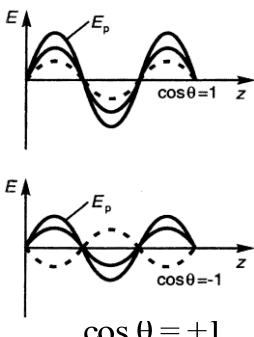
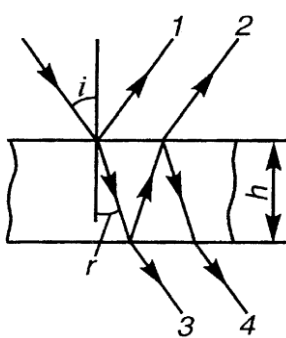


אופטיקה פיזיקלית

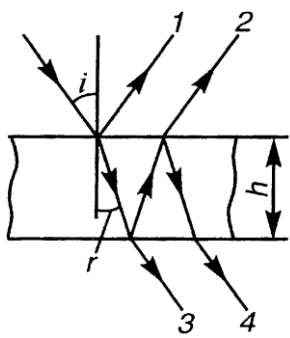
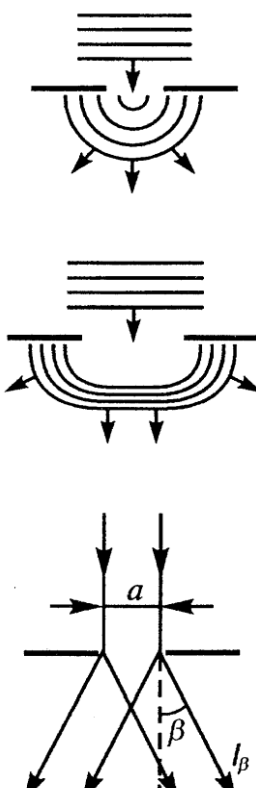
	<p style="text-align: center;">עוצמת הגל</p> <p>הערך הפיזיקלי השווה לריבוע המשרעת של ווקטור השדה החשמלי \vec{E}_0.</p> <p>עוצמת הגל נמצאת ביחס ישר לערך הממוצע של ווקטור פוינטינג, שהוא שטף האנרגיה של השדה האלקטרו-מגנטי.</p>
<p> $E_1 = E_{01} \cos(\omega - k_1 z_1 + \varphi_1),$ $E_2 = E_{02} \cos(\omega t - k_2 z_2 + \varphi_2)$ </p> <div style="text-align: center;">  </div> <p> $E_{0r}^2 = E_{01}^2 + E_{02}^2 + 2E_{01}E_{02} \cos\theta$ $\theta = \frac{2\pi}{\lambda} (n_2 z_2 - n_1 z_1) + \varphi_2 - \varphi_1$ </p>	<p style="text-align: center;">התאבכות</p> <p>חפיפת שניים (או יותר) גלים בעלי מחזורים שווים, כאשר כתוצאה ממנה מתרחשת הגברת העוצמה בנקודות מרחב מסוימות, ובנקודות אחרות – היחלשות של עוצמת השדה, בהשוואה לסכום עוצמות הגלים באזורים הרחוקים מהחפיפה.</p> <p>כאשר מתחברים שני θ גלים בעלי ווקטורים של השדה \vec{E} מקבילים, אפשר לחשב את משרעת הגל בעזרת התרשים הווקטורי המתאים ואת הפרש המופעים:</p> <p>כאשר φ_1, φ_2 הם מופעים התחלתיים של הגלים המחוברים, n_1, n_2 הם מקדמי השבירה של סוגי התווך שבהם מתפשטים הגלים, ו- z_1, z_2 – מרחקים אותם עברו הגלים עד נקודת המפגש.</p>
<p style="text-align: center;">$d = z \cdot n$</p>	<p style="text-align: center;">דרך אופטית</p> <p>מכפלת המרחק z אותו עבר גל, במקדם השבירה n של התווך:</p>

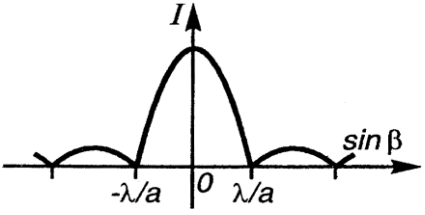
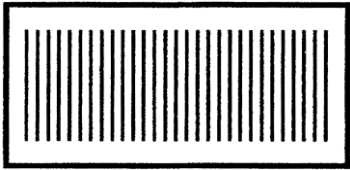
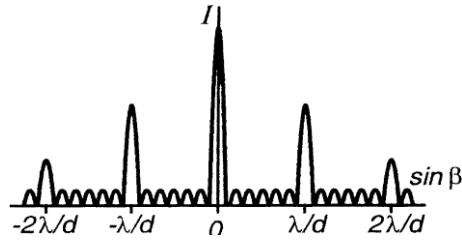
אופטיקה פיזיקלית (המשך)	
$\Delta = n_2 z_2 - n_1 z_1$	<p>הפרש דרכים אופטיות – שווה להפרש המופעים של שני הגלים המתפשטים בדרכים אופטיות שונות:</p>
$\langle \cos \theta \rangle = 0,$ $E_{0r}^2 = E_{01}^2 + E_{02}^2$ $I_r = I_1 + I_2$	<p>גלים לא קוהרנטיים גלים שבהם הפרש המופעים משתנה בזמן באופן אקראי; במקרה זה כיוונו של ווקטור השדה משתנה גם הוא באופן אקראי בהתאם:</p> <p>ועוצמת הגל שווה לסכום עוצמות שני הגלים: פירוש הדבר: אין התאבכות. דוגמה: גלי אור הנפלטים על ידי שני מקורות אור שונים.</p>
 <p style="text-align: center;">$\cos \theta = +1$</p> $I_r = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}$ <p style="text-align: center;">$\cos \theta = -1$</p> $I_r = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2}$	<p>גלים קוהרנטיים – גלים בעלי תדר ואורך גל שווים והפרש מופעים קבוע. התאבכות בין שני גלים מתרחשת רק במקרה שהגלים קוהרנטיים. כאשר הפרש המופעים הוא קבוע, קיימים שני מקרים קיצוניים:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. כיווני ווקטורי השדה מקבילים ובאותו כיוון: עוצמת הגל היא מקסימלית: 2. כיווני ווקטורי השדה מקבילים ומנוגדים בכיוונם: עוצמת הגל קטנה מסכום עוצמות שני הגלים:

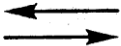

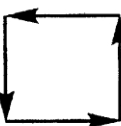
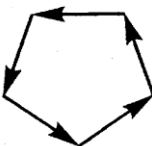
אופטיקה פיזיקלית

$1 \ll \frac{\lambda}{2m \sin u}, \quad \Delta \lambda \ll \frac{\lambda}{m}$	<p style="text-align: center;">תנאי קוהרנטיות</p> <p>באופן מעשי, התאבכות נוצרת כאשר מתקיימים שני תנאים:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 – מידות המקור λ – אורך הגל 2u – זווית בין קרניים קיצוניות היוצאות מנקודה אחת של המקור $\Delta \lambda$ – פיזור אורכי גל של מקור δ – לא-קוהרנטי $m = \frac{\delta}{\lambda}$ – סדר קוהרנטיות δ – הפרש דרכים אופטיות של הגלים
<div style="text-align: center;">  </div> $\Delta = 2hn \cos r$ $\theta_{12} = \frac{4\pi n h \cos r}{\lambda} + \pi$ $\theta_{34} = \frac{4\pi n h \cos r}{\lambda} + 2\pi$	<p style="text-align: center;">יצירת גלים קוהרנטיים בהארת לוחית ישרה בעלת דפנות מקבילות</p> <p>כאשר מאירים לוחית בעלת דפנות מקבילות מתרחשת התאבכות בין הגלים 1 ו-2 (באור מוחזר) כמו גם בין הגלים 3 ו-4 (באור עובר).</p> <p>במקרים האלה הפרש הדרכים האופטיות של הגלים 1 ו-2 וגם בין הגלים 3 ו-4 הוא:</p> <p>הפרש מופעים של הגלים המוחזרים 1 ו-2 (עבור הווקטור \vec{E}) הוא:</p> <p>הפרש מופעים של הגלים העוברים 3 ו-4 (עבור הווקטור \vec{E}) הוא:</p> <p>כאשר:</p> <ul style="list-style-type: none"> h – עובי הלוחית r – זווית שבירה n – מקדם שבירה

אופטיקה פיזיקלית

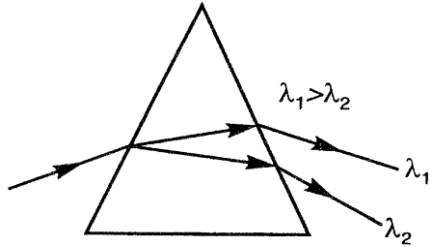
	<p>יצירת גלים קוהרנטיים בהארת לוחית ישרה בעלת דפנות מקבילות (המשך)</p> <p>λ – אורך גל בריק</p> <p>שינוי המופעים ההתחלתיים של הווקטורים \vec{E} במהלך ההחזרה ממשטח גבול בין שני סוגי התווך מובא בחשבון על די הוספת האיברים π ו-2π בביטויים.</p>
<p>שינוי כיוון ההתפשטות של גל אלקטרו-מגנטי במעברו בקרבת קצה מסך, פתח או אזורי אי-האחידות אחרים. תוך כדי העקיפה מתעוותת חזית הגל.</p>	<p style="text-align: right;">עקיפה</p>
	<p style="text-align: right;">עקיפה על סדק</p> <p>העברת גל מישורי דרך סדק במסך מתלווה בעיוות חזית הגל (עקיפה), הנקבע על ידי רוחב הסדק ואורך הגל.</p> <p>אם הפגיעה היא בניצב למישור המסך, עוצמת הגלים המתפשטים בזווית β לאחר העברה דרך הסדק, מחושבת על ידי הנוסחה:</p> $I_\beta = I_0 \left(\frac{\sin \left(\frac{1}{2} k a \sin \beta \right)}{\frac{1}{2} k a \sin \beta} \right)^2$

אופטיקה פיזיקלית (המשך)	
<p>עוצמת הגלים המתפשטים בכיוון הגל הפוגע לאחר המעבר בסדק – I_0</p> <p>רוחב הסדק – a</p> $k = \frac{2\pi}{\lambda}$	<p>עקיפה על סדק (המשך)</p>
 <p style="text-align: center;">$a \sin \beta_{\min} = m\lambda$</p> <p style="text-align: center;">$m = \pm 1, \pm 2, \dots$</p>	<p>כיווני המינימום הראשיים –</p> <p>אלה הם הכיוונים שבהם עוצמת הגלים לאחר העקיפה שווה לאפס.</p> <p>בפגיעה ישרה (ניצבת), כיווני המינימום הראשיים מוגדרים על ידי הביטוי:</p>
	<p>סריג עקיפה –</p> <p>מהווה במקרה הפשוט אוסף של מספר רב של חריצים דקים מקבילים בעלי רוחב a ומרחק בין החריצים b שווים לכל החריצים שבסריג.</p> <p>המרחק $d = a + b$ נקרא קבוע (או מחזור) הסריג.</p>
	<p>כיווני המקסימום הראשיים -</p> <p>כיוונים שבהם עוצמת הגלים לאחר העקיפה היא מקסימלית.</p> <p>בפגיעה ישרה של הגלים בסריג העקיפה, כיווני המקסימום הראשיים מוגדרים על ידי הביטוי:</p> $d \sin \beta_{\max} = m\lambda$ <p style="text-align: center;">$m = \pm 1, \pm 2, \dots$</p>

אופטיקה פיזיקלית (המשך)	
 $N=2$  $N=3$  $N=4$  $N=5$	<p>כיווני המינימום המשניים -</p> <p>כיוונים שבהם הגלים העוברים את הסריג הורסים אחד את השני. בפגיעה נורמלית (ניצבת) בסריג, כיווני המינימום המשניים מוגדרים על ידי הביטוי:</p> $d \sin \beta_{\min}' = m' \frac{\lambda}{N}$ $m' = \pm 1, \pm 2, \dots, N - 1, N + 1, \dots$ <p>N – מספר החריצים בסריג</p> <p>הערכים של m' שהם כופלים של N אינם כלולים בסדרה.</p> <p>בשרטוטים אפשר לראות את דיאגרמות המופעים המתאימות לכיווני המינימום המשניים עבור 2, 3, 4 ו-5 חריצים.</p>
<p>עבור המיקרוסקופ, גבול ההפרדה הקווית הוא:</p> $l_r \geq \frac{\lambda}{2n \sin u}$ <p>u – זווית ראייה (מחצית הזווית בין קרניים קיצוניות היוצאות מהעצם ונכנסות דרך העצמית לעין הצופה)</p> <p>n – מקדם שבירה של התווך</p>	<p>גבול הפרדה קווית</p> <p>תופעת העקיפה אינה מאפשרת לראות פרטים קטנים של העצמים בעזרת מכשירים אופטיים, ללא תלות ביכולת ההגדלה שלהם.</p> <p>המרחק הקטן ביותר בין שתי נקודות, שדמויותיהן עדיין נפרדות, נקרא גבול הפרדה הקווית של מכשיר אופטי.</p>

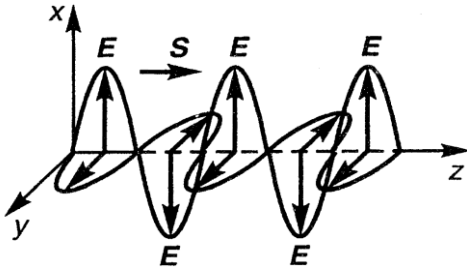
אופטיקה פיזיקלית (המשך)

נפיצה –



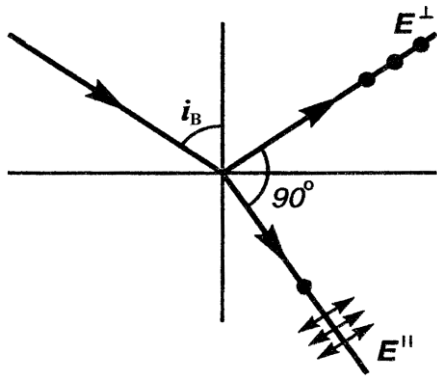
נובעת מתלות מהירות האור בתווך (מקדם השבירה) ובאורך גל (תדירות). עקב הנפיצה, גלים בעלי אורכי גל שונים המרכיבים אלומת אור לבן, מתפשטים בכיוונים שונים לאחר השבירה במנסרה: גלים בעלי אורך גל קטן יותר מוסטים לבסיס המנסרה לזווית גדולה יותר מגלים בעלי אורך גל גדול יותר.

קיטוב אור



מישור קיטוב הוא המישור שבו נמצאים ווקטורי \vec{E} – \vec{S} (וקטור פוינטינג). אם מישור הקיטוב אינו משנה את מקומו במרחב, הגל נקרא מקוטב מישורית. אור שבו משתנה מקום מישור הקיטוב באופן אקראי, נקרא אור טבעי.

קיטוב בהחזרה



$$\text{tg } i_B = n$$

n – מקדם שבירה יחסי של התווך

לאחר ההחזרה ממשטח דיאלקטרי, האור הטבעי הופך לאור מקוטב חלקית. האור המוחזר נהפך למקוטב כאשר זווית פגיעה שווה לזווית i_B הנקראת זווית ברוסטר.

מישור הקיטוב מאונך למישור הפגיעה. האור העובר דרך התווך הדיאלקטרי מקוטב חלקית, כאשר הכיוונים המועדפים של ווקטורי \vec{E} מקבילים למישור הפגיעה. המכשירים שהופכים אור טבעי לאור מקוטב נקראים **מקטבים**.

אופטיקה פיזיקלית (המשך)

שבירה כפולה מלאכותית (המשך)

מגנטי (שבירה כפולה מגנטית).

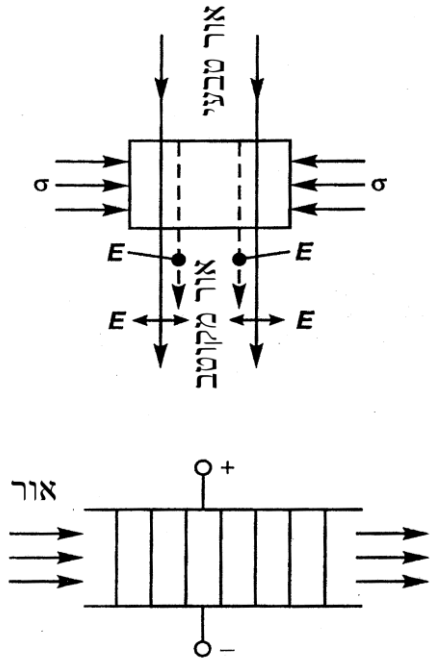
תוך כדי הפעלת לחץ מכוון על גוף איזוטרופי, הופכות תכונותיו האופטיות לדומות לאלה של גביש אופטי חד-צירי, כאשר הציר האופטי מכוון במקביל ללחץ המכני.

בשדה חשמלי או מגנטי, התווך האיזוטרופי מקבל תכונות של גביש חד-צירי בעל ציר אופטי המכוון לאורך הווקטורים של השדות E או H .

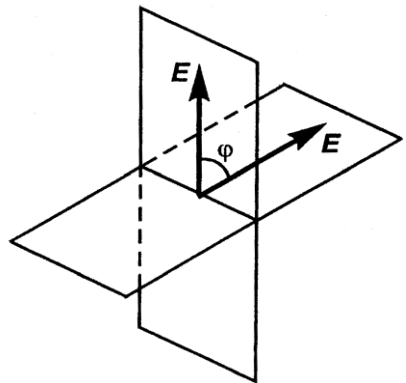
הפרש מקדמי השבירה לגל רגיל וגל מיוחד בתופעה של פוטו-גמישות הוא ביחס ישר ללחץ מכני σ ;

בתופעה של שבירה כפולה חשמלית – ההפרש הוא ביחס ישר ל- E^2 ;

בתופעה של שבירה כפולה מגנטית – ההפרש הוא ביחס ישר ל- B^2 (B) – (השראה מגנטית).



חומרים אופטיים פעילים



אופטיקה פיזיקלית (המשך)

$$\phi_p = [\alpha] l C$$

$$[\alpha] = \frac{\text{Deg} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{m}}$$

[α]	ממיס	חומר
0.665	מים	סוכר
- 0.79	מים	ניקוטין

חומרים אופטיים פעילים (המשך)

זווית הסיבוב של מישור קיטוב תלויה בעובי השכבה l:

כאשר:

C – ריכוז החומר בנפח

[α] – קבוע סגולי של הסיבוב, השווה לזווית סיבוב של מישור הקיטוב על ידי שכבת תמיסה בעלת עובי של 1 מטר וריכוז חומר פעיל של 1 kg/m^3 .

לחץ של אור

גלים אלקטרו-מגנטיים מפעילים לחץ על המישור הניצב לכיוון התפשטותם:

$$p = \frac{E(1 + \rho)}{c}$$

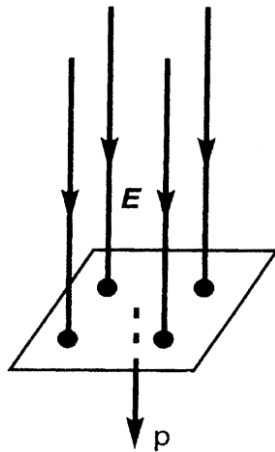
כאשר:

E – הארה אנרגטית

c – מהירות אור בריק

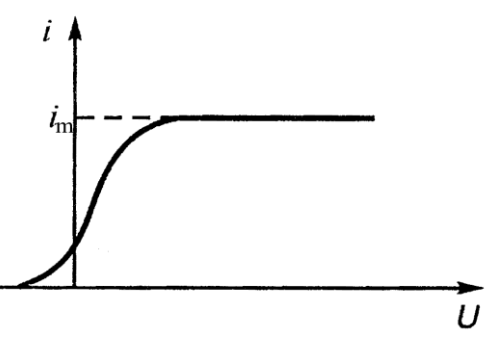
ρ – מקדם החזרה (יחס שטף אנרגיית הגלים המוחזרים לשטף אנרגיית הגלים הפוגעים).

לחץ קרינת אור השמש על שטח כדור הארץ ביום בהיר השווה בערך ל- $4 \mu\text{Pa}$.

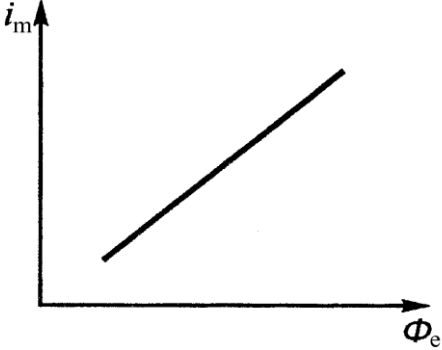
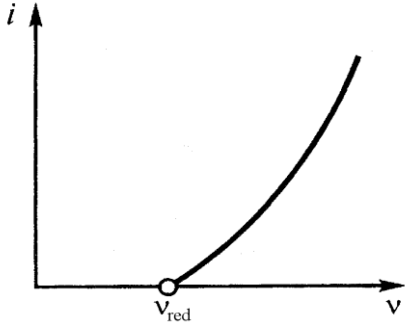


אופטיקה קוונטית

אנרגיה של כל סוג קרינה אלקטרומגנטית, כולל קרינת אור, מורכבת ממנות בדידות הנקראות קוונטים של קרינה או פוטונים. תכונות האור הנובעות מטבעו הקוונטי נלמדות באופטיקה קוונטית.

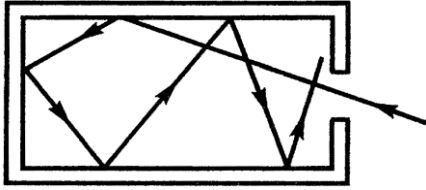
$\varepsilon = h\nu$ $h = 6.625 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{sec}$ $m_{ph} = \frac{h\nu}{c^2}$ $p_{ph} = \frac{h\nu}{c}$ $M_{ph} = \frac{h}{2\pi}$	<p style="text-align: center;">מאפייני הפוטון</p> <p>אנרגיית הפוטון של קרינה אלקטרומגנטית מונוכרומטית (בעלת אורך גל יחיד) בתדירות ν :</p> <p>h – קבוע פלאנק :</p> <p>מסת פוטון :</p> <p>תנע של פוטון :</p> <p>תנע זוויתי של פוטון :</p>
	<p style="text-align: center;">האפקט הפוטואלקטרי</p> <p>תופעות חשמליות בהארת חומר באור :</p> <p>יציאת האלקטרונים מהחומר החוצה (פוטו-אפקט חיצוני)</p> <p>העברת האלקטרונים וה"חורים" דרך מעבר גבול בין שני מוליכים למחצה מסוגים שונים (המוליכות מהסוג n ומהסוג p בהתאמה), הנקרא פוטו-אפקט "שסתום";</p> <p>שינוי המוליכות החשמלית (פוטו-מוליכות)</p>

אופטיקה קוונטית

 $h\nu = A + \frac{m_e v_m^2}{2}$  $\nu_{\text{red}} = \frac{A}{h}$	<p style="text-align: center;">חוקי אפקט פוטואלקטרי חיצוני</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. זרם הרוויה i_m הוא ביחס ישר לשטף אנרגיה Φ_e של האור הפוגע בתנאי שהרכבו הספקטרלי אינו משתנה. 2. המהירות המקסימלית v_m של האלקטרונים הנפלטים אינה תלויה בעוצמת האור; המהירות v_m תלויה בתדירות הגל הפוגע. 3. מאזן האנרגיה נקבע על ידי משוואת איינשטיין (המשוואה הבסיסית של אפקט פוטואלקטרי): כאשר: <ul style="list-style-type: none"> - A – אנרגיית הקשר של האלקטרונים - m_e – מסת אלקטרון - v_m – המהירות המקסימלית של האלקטרונים 4. קיים "גבול אדום" של אפקט פוטואלקטרי – תדירות מינימלית ν_{red} כזאת שאור בעל תדירות נמוכה יותר אינו גורם לאפקט פוטואלקטרי כלל: 5. אפקט פוטואלקטרי אינו אינרציוני (בעל תגובה מיידית).
	<p style="text-align: center;">הספקטרום</p> <p>כל תנודה שאינה הרמונית אפשר להציג כסכום (סופרפוזיציה) של תנודות הרמוניות (הנקראות לעתים הרמוניות) בעלות משרעות ותדירויות שונות. האוסף של המשרעות והתדירויות של ההרמוניות שמהן מורכבת התנודה (או הגל) נקרא ספקטרום.</p>

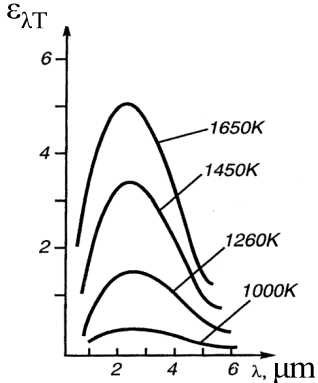
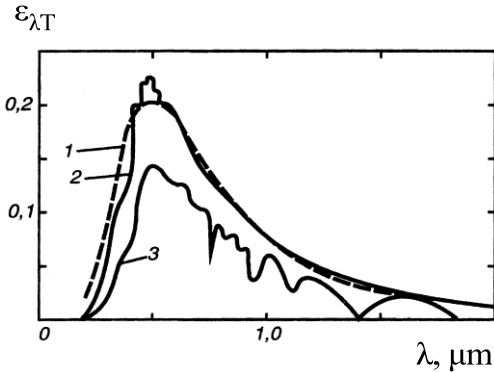
אופטיקה קוונטית (המשך)	
	<p>הספקטרום (המשך)</p> <p>במושג ספקטרום מכנים גם את פסים צבעוניים המתקבלים על מסך כתוצאה של הפרדת אלומת אור על ידי מנסרה (או מכשיר מורכב יותר) לקרני אור בעלות אורכי גל (צבעים) שונים, המתפשטות בכיוונים שונים.</p> <p>השרטוטים משמאל ממחישים פירוק תנודה לא הרמונית (הקו המלא) לספקטרום המורכב משלוש הרמוניות (קווים מרוסקים) בעלות מופעי התחלה שונים.</p>
<p>זהו אוסף תדירויות (או אורכי גל) שמהן מורכבת קרינת הפליטה.</p>	<p>ספקטרום פליטה</p>
<p>זהו אוסף תדירויות (או אורכי גל) הכולל את כל התדירויות בתחום מסוים. לדוגמה, ספקטרום פליטה של גופים מוצקים ונוזלים חמים הוא בעל אופי רציף.</p>	<p>ספקטרום רציף</p>
	<p>ספקטרום קווי -</p> <p>ספקטרום פליטה המורכב מאורכי גל (תדירויות) המרוכזים סביב ערכים מסוימים, בעלי "עובי" של לא יותר מ- 10 ננומטר. לדוגמה, לפליטת אטומים בודדים (שלא מתנגשים) אופי קווי; הספקטרום שמתקבל בעזרת הספקטרומטר בתחום אורכי הגל בין 400 ל- 800 ננומטר נראה על המסך (או על רשתית העין) כאוסף קווים צבעוניים.</p>

אופטיקה קוונטית (המשך)	
	<p>ספקטרום קווי (המשך)</p> <p>מספר הקווים בספקטרום ואורכי הגל המתאימים להם תלוי במבנה האטומים.</p> <p>הספקטרום שבדוגמה משמאל שייך לאטום מימן בתחום אורכי גל של האור הנראה. אורכי הגל נמצאים משמאל לספקטרום, ומימינו – הסימנים של קווי הספקטרום.</p>
<p>ספקטרום מסוג זה מורכב ממספר רב של קווים קרובים מאוד, הנראים כפס רחב (בעובי של 100 ננומטר ויותר). ספקטרום פסים נוצר בדרך כלל על ידי מולקולות המורכבות ממספר רב של אטומים.</p>	<p>ספקטרום פסים</p>
<p>אוסף התדירויות של הגלים הנבלעים בתוך שבו הם מתפשטים. לספקטרום בליעה בדרך כלל מראה "הפוך" מספקטרום פליטה: קווים או פסים כהים (בליעה) על רקע בהיר.</p>	<p>ספקטרום בליעה</p>
<p>ספקטרום בליעה בצורת קו דק, שעוביו קטן בהרבה מרוחב תחום הספקטרום.</p>	<p>קו בליעה ספקטרלי</p>
<p>האטומים בולעים את ההרמוניות של התדירויות שאותן הם פולטים.</p> <p>תופעה זאת נקראת היפוך קווים ספקטראליים.</p>	<p>חוק קירכהוף – בונזן</p>
<p>קווי בליעה בספקטרום פליטה של השמש, הנוצרים בעקבות בליעת אור באטמוספירה של השמש בדרכו מאזורי השמש הפנימיים, לכדור הארץ.</p>	<p>קווי פראונהופר</p>
<p>פליטה אלקטרו-מגנטית הנוצרת בעקבות תנועת האטומים והמולקולות בטמפרטורות גבוהות מאפס מוחלט.</p>	<p>קרינת חום</p>

אופטיקה קוונטית (המשך)	
$E_\lambda = \frac{\Delta R}{\Delta \lambda}, \quad E_\nu = \frac{\Delta R}{\Delta \nu}$ <p style="text-align: right;">היחידות:</p> $[E_\lambda] = \frac{W}{m^2 \cdot nm}, \quad [E_\nu] = \frac{J}{m^2}$	<p>הצפיפות הספקטרלית של עוצמת הקרינה</p> <p>היחס של צפיפות האנרגיה הנפלטת ΔR לתחום אורכי גל (או תדירויות) מהם מורכבת הקרינה.</p>
$A_\lambda = \frac{\Delta \Phi_\lambda'}{\Delta \Phi_\lambda}$ <p>A_λ הוא מספר טהור, המשתנה בתחום בין 0 ל-1.</p>	<p>מקדם בליעה ספקטרלי</p> <p>יחס שטף הקרינה הנבלעת $\Delta \Phi_\lambda'$, המתאים לתחום צר של אורכי גל $\Delta \lambda$ לשטף הקרינה הפוגעת בגוף $\Delta \Phi_\lambda$ באותו התחום של אורכי הגל $\Delta \lambda$.</p>
<p>עבור גוף שחור, ערכו של מקדם הבליעה הספקטרלי לכל אורכי הגל הוא: $A_\lambda = 1$</p> 	<p>גוף שחור</p> <p>גוף הבולע במלואה את כל הקרינה הפוגעת בו, ללא תלות בכיוון, אורך גל וקיטוב הקרינה נקרא גוף שחור. דוגמה לגוף כזה הוא חריר קטן במעטפת של תיבה ריקה.</p>
$\frac{E_{\lambda T}}{A_{\lambda T}} = \epsilon_{\lambda T}$ <p>הערכים של $\epsilon_{\lambda T}$ מחושבים בעזרת נוסחת פלנק.</p>	<p>חוק קירכהוף</p> <p>יחס של צפיפות האנרגיה הנפלטת על ידי גוף בעל טמפרטורה מסוימת, למקדם הבליעה של אותו הגוף באותם התנאים (טמפרטורה ואורך גל) הוא קבוע לכל הגופים, כולל גוף שחור. עבור גוף שחור, היחס הזה שווה למקדם הפליטה $\epsilon_{\lambda T}$, המהווה פונקציה של אורך גל וטמפרטורה בלבד (ואינו תלוי בתכונות החומר).</p>

אופטיקה קוונטית (המשך)	
$R_e = \sigma T^4$ $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$ <p style="text-align: center;">σ – קבוע בולצמן</p>	<p style="text-align: center;">חוק סטפאן – בולצמן</p> <p>עוצמת הפליטה האנרגטית של גוף שחור היא ביחס ישר לחזקה רביעית של הטמפרטורה:</p>
$\lambda_m T = b$ $b = 2.9 \cdot 10^{-3} m \cdot K$	<p style="text-align: center;">חוק ההעתקה של ויין</p> <p>אורך הגל λ_m המתאים למקסימום הצפיפות הספקטרלית של עוצמת הפליטה של גוף שחור הוא ביחס הפוך לטמפרטורה, כאשר b – קבוע ויין.</p>
	<p style="text-align: center;">נוסחת פלנק</p> <p>בעזרת נוסחת פלנק אפשר לחשב את עוצמת הפליטה של גוף שחור עבור כל אורך גל (או תדירות) ובכל טמפרטורה:</p> $\epsilon_{\lambda T} = \frac{2\pi c^2}{\lambda^5} \cdot \frac{h}{e^{\frac{hc}{k\lambda T}} - 1}$ <p>כאשר:</p> <ul style="list-style-type: none"> $\epsilon_{\lambda T}$ – עוצמת הפליטה הספקטרלית של גוף שחור בטמפרטורה T. c – מהירות אור בריק h – קבוע פלאנק k – קבוע בולצמן λ – אורך גל

אופטיקה קוונטית (המשך)

 	<p style="text-align: center;">נוסחת פלנק (המשך)</p> <p>השרטוט משמאל מציג תלות של עוצמת הפליטה הספקטרלית באורך הגל בטמפרטורות שונות בין 1,000 ל-1,650 מעלות.</p> <p>עבור הטמפרטורות האלה המקסימום של הפליטה נמצא בתחום האינפרא-אדום של הספקטרום.</p> <p>בשרטוט השני נתונים הערכים של $\epsilon_{\lambda T}$ עבור גוף שחור הנמצא בטמפרטורה של $T = 6000^{\circ}\text{K}$ (עקומה 1), וספקטרום קרינת השמש מחוץ לגבולות האטמוספירה (עקומה 2) ובגובה פני הים (עקומה 3).</p>
$h \approx 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{sec}$	<p>קבוע פלנק</p>