

ფიზიკის შესწავლა შეუძლებელია წარმოსახვის გარეშე. სწავლებისას ძირითადად განვიხილავთ ადამიანის თვალისთვის უხილავ პროცესებსა და მოვლენებს. მაგალითად, მოსწავლეებს ვესაუბრებით ნივთიერების აგებულებაზე, მოლეკულებზე, ატომებზე, ატომის შიგნით არსებულ ბირთვზე, მის გარშემო ორბიტაზე მოძრავ ელექტრონებზე. ყურადღებას ვამახვილებთ იმ საკითხზე, რომ კიდევ უამრავი ელემენტარული ნაწილაკია აღმოჩენილი და მეცნიერები კვლავაც აგრძელებენ მუშაობას მიკროსამყაროს შესწავლის მიმართულებით.

მოზარდებთან მსგავს თემებზე საუბრისას, თავი მათ ადგილზე უნდა წარმოვიდგინოთ. სამყაროში მიმდინარე პროცესების შესამეცნებლად, დიდი მნიშვნელობა აქვს ანიმაციებს, გიფებს და ვირტუალური ლაბორატორიის საშუალებით ექსპერიმენტების ჩატარებას. ეს გვეხმარება, ავუხსნათ მოსწავლეებს, როგორ ხდება მეცნიერებაში თვალისთვის უხილავი საგნების შესწავლა, მისი არსებობის დასაბუთება და შესაბამისი კანონზომიერებების დადგენა.

ჩვენ ვხედავთ ფერად სამყაროს, ვთბებით მზის სხივებით, მაგრამ არსებობს უხილავი სამყაროც, რომელიც ენერგიით ვრცელდება და ყველგანაა. წინამდებარე სტატიაში ვისაუბრებ ელექტრომაგნიტურ ტალღებზე, მის ხილულ და უხილავ გამოსხივებაზე.

„შევიჭყიტოთ“ ამ მომაჯადოებელ სამყაროში და გავიგოთ, როგორ მუშაობს ეს ყველაფერი. რას წარმოადგენს ეს იდუმალი ტალღები? რატომ ვხედავთ ელექტრომაგნიტური სპექტრის მხოლოდ მცირე ნაწილს?

სამყაროს შეცნობას ვიწყებთ შეგრძნების ორგანოებით. კლასიფიკაციის მიხედვით ადამიანს აქვს ხუთი ძირითადი გრძნობა – მხედველობა, ყნოსვა, გემოვნება, სმენა და შეხება. ადამიანი თვალის იწყებს სამყაროს შემეცნებას, გარემოში მიმდინარე ინფორმაციის 80%-ზე მეტს, სწორედ თვალის საშუალებით აღვიქვამთ. რასაც ვხედავთ, ჩვენ ირგვლივ მიმდინარე პროცესების უმცირეს ნაწილს წარმოადგენს, ზღვაში წვეთია იმასთან შედარებით, რაც სინამდვილეში არსებობს. შეუცნობლის შეცნობისკენ ადამიანის სწრაფვამ, სამყაროს შესწავლის შესაძლებლობები უსაზღვროდ გააფართოვა, შეძლო უხილავის დაფიქსირება და მისი კაცობრიობის სასიკეთოდ გამოყენება.

ჩვენი ცხოვრების ყოველდღიურობად იქცა რადიო, ტელევიზია, უსადენო და მობილური კავშირები, თანამგზავრული საკომუნიკაციო საშუალებები. მომხმარებელი არც კი ფიქრობს იმაზე, რომ ამ საოცარი ფუფუნების გამოყენება ფიზიკის კანონზომიერებებს ეფუძნება. მეცნიერებაში უამრავი აღმოჩენის წყალობით ადამიანებმა დაკარგეს „სასწაულის“ შეგრძნება. თუნდაც, ელექტრონულ ჟურნალში ამ სტატიის წაკითხვა ელექტრომაგნიტურ ტალღების საშუალებით ხდება.

**ელექტრომაგნიტური გამოსხივება** წარმოადგენს ელექტრული მუხტების რხევის შედეგად აღძრულ ტალღებს. ელექტრომაგნიტური ტალღების ენერგია ფართოდ გამოიყენება მეცნიერებისა და ტექნიკის ყველა სფეროში. გარემოში ელექტრომაგნიტურ ტალღებს ავრცელებს ამ ენერგიის წარმომქმნელი, გადამცემი და მიმღები სისტემები.

**ელექტრომაგნიტური ტალღების ხელოვნური წყაროებია** - ელექტროდანადგარები, მაგნიტური ინდუქტორი, გენერატორი, ტრანსფორმატორი, ელექტრომაგნიტი, ანტენა, ზემალაღი სიხშირის გენერატორი და სხვ.

**ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ბუნებრივი წყაროებია** - ატმოსფერული ელექტრობა, მზის და გალაქტიკის რადიოგამოსხივება, დედამიწის ელექტრული და მაგნიტური ველები.

**ელექტრომაგნიტური ტალღები მასის არმქონე გამოსხივებაა**, რომელიც ფოტონებით ვრცელდება. ფოტონი, ანუ კვანტი არის ნულოვანი მასის მქონე ელემენტარული ნაწილაკების ნაკადი. ელექტრომაგნიტური ველი ხასიათდება სივრცეში უწყვეტად გავრცელებით, დამუხტულ ნაწილაკებზე და ელექტრულ დენზე მოქმედების უნარით, რის შედეგადაც ელექტრომაგნიტური ველის ენერგია გარდაიქმნება სხვა სახის ენერგიად. ელექტრომაგნიტური ველი წარმოადგენს ცვლადი ელექტრული ველისა და მასთან უწყვეტად დაკავშირებული მაგნიტური ველის ერთობლიობას.

ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა 1831 წელს აღმოაჩინა **მაიკლ ფარადეიმ**. ცოტა მოგვიანებით, 1865 წელს, ამ მოვლენის მათემატიკური თეორია შექმნა **ჯეიმს კლარკ მაქსველმა**. ის ჩასწვდა მაიკლ ფარადეის შრომების სიღრმეს, განავითარა და სრულყო მისი მოსაზრებები. მაქსველმა გასაოცარი დასკვნა გააკეთა: სინათლე, სინამდვილეში უდიდესი სიჩქარის ტალღაა. ამ ტალღებს მან ელექტრომაგნიტური ტალღები დაარქვა და ამ აზრის სისწორეც დაამტკიცა. მისი გამოთვლების თანახმად, არსებობდა სხვა სახის, სინათლის ტალღაზე უფრო გრძელი და უფრო მოკლე ელექტრომაგნიტური ტალღებიც.

მაქსველის სიცოცხლეში მათი აღმოჩენა ვერ მოხერხდა, მაგრამ ახლა ვიცით, რომ რადიოტალღები, ინფრაწითელი სხივები, ულტრაიისფერი სხივები, რენტგენის სხივები და გამა სხივები, ელექტრომაგნიტურ ტალღებს მიეკუთვნება.

მაქსველის ჰიპოთეზის თანახმად, დროის მიხედვით ცვლადი ელექტრული ველი გარემომცველ სივრცეში წარმოქმნის მაგნიტურ ველს. მაგნიტური ინდუქციის წირები შეკრულია და ელექტრული ველის დამაბულობის წირებს მოიცავს. მაქსველმა დაასკვნა, რომ ცვლადი მაგნიტური ველი გრიგალურ ელექტრულ ველს ქმნის, ცვლადი ელექტრული ველი კი - გრიგალურ მაგნიტურ ველს. პირველად მაქსველმა თქვა, რომ ელექტრული და მაგნიტური ველები, ერთიან, ელექტრომაგნიტურ ველს ქმნიან - ელექტრული და მაგნიტური ველები ერთი მთლიანი ელექტრომაგნიტური ველის კერძო გამოვლინებებია.

ელექტრული ან მაგნიტური ველის ერთხელ დაწყებული ცვლილება (ელექტრომაგნიტური ველის შემფოთება), ვრცელდება და სივრცის ახალ-ახალ უბნებს მოიცავს. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ ელექტრომაგნიტური ტალღა ვრცელდება. ელექტრომაგნიტური ტალღა არის ენერგიის გადაცემის უნიკალური ფორმა, არ საჭიროებს გასავრცელებლად მატერიალურ გარემოს, რაც საშუალებას აძლევს მათ, „იმოგზაურონ“ კოსმოსშიც კი.

ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედების სასრული სიჩქარით გავრცელება ელექტრომაგნიტური ველის ფუნდამენტური თვისებაა. მაქსველის მათემატიკური გამოთვლების თანახმად, ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედება ვაკუუმში სინათლის სიჩქარით ვრცელდება.

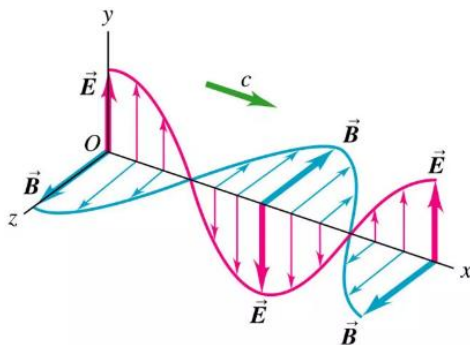
მაქსველის ელექტრომაგნიტური ტალღების თეორიის ექსპერიმენტულად დასაბუთება, გერმანელმა ფიზიკოსმა ჰერმან ჰერცმა, მაქსველის გარდაცვალებიდან ათი წლის შემდეგ შეძლო.

ელექტრომაგნიტური ველი მატერიის არსებობის ერთ-ერთი ფორმაა. იგი ვლინდება, როგორც მიკრო, ასევე მაკრო სამყაროში და აღიწერება კლასიკური ელექტროდინამიკის მაქსველის განტოლებებით.

ბუნებაში არსებობს ოთხი ფუნდამენტური ურთიერთქმედება - გრავიტაციული, ელექტრომაგნიტური, ძლიერი და სუსტი. მეცნიერების მიერ დამტკიცებულია ელექტრომაგნიტური და სუსტი ურთიერთქმედების ერთიანი ბუნება. ამ თეორიის ავტორებმა, გლეშოუმ, ვაინბერგმა და სალამმა 1979 წელს ნობელის პრემია მიიღეს. მოგვიანებით, შესაბამისი თეორიის თანახმად ძლიერი ურთიერთქმედებაც დამტკიცდა. თუმცა ამ საკითხზე, ჯერ კიდევ არსებობს დაუძლეველი ბუნდოვანება.

ელექტრომაგნიტურ ტალღებს აქვს მნიშვნელოვანი თვისებები. ჩამოვყალიბოთ რამდენიმე მათგანი:

- ელექტრომაგნიტურ ტალღას ასხივებს აჩქარებულად მოძრავი მუხტი. ელექტრომაგნიტური ტალღის გამოსხივების მთავარი პირობაა მუხტის აჩქარებული მოძრაობა. უძრავი ან წრფივად და თანაბრად მოძრავი მუხტი ელექტრომაგნიტურ ტალღას ვერ გამოსხივებს.
- ელექტრომაგნიტური ტალღა განივი ტალღაა. ელექტრული და მაგნიტური ველების ვექტორები,  $\vec{E}$  და  $\vec{B}$ , ურთიერთმართობულია და ამასთანავე ტალღის გავრცელების მართობულ სიბრტყეში ირხევა.



- ელექტრომაგნიტურ ტალღას გავრცელებისას გადააქვს ენერგია. მას ახასიათებენ ინტენსივობით. ინტენსივობა რიცხობრივად იმ ენერგიის საშუალო მნიშვნელობას გვიჩვენებს, რომელიც ტალღას დროის ერთეულში გადააქვს. რაც უფრო მაღალია ელექტრომაგნიტური ტალღის სიხშირე, მით მეტია მისი ინტენსივობა.
- ორი გარემოს გამყოფ საზღვარზე, ელექტრომაგნიტური ტალღის ნაწილი აირეკლება, ნაწილი კი გარდატყდება. თუ მეორე გარემო ლითონია, ტალღის დიდი ნაწილი აირეკლება, გარდატეხილი კი სწრაფად მიიღევა.
- ელექტრომაგნიტური ტალღის სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\epsilon_0\mu\mu_0}}$$

სადაც,

$\epsilon$ - ნივთიერების დიალექტიკური შეღწევადობაა;

$\epsilon_0$  – ელექტრული მუდმივა:  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  ფ/მ;

$\mu$ - მაგნიტური შეღწევადობა;

$\mu_0$ - მაგნიტური მუდმივა:  $\mu_0 = 1.26 \cdot 10^{-6}$  ჰს/მ.

- ელექტრომაგნიტურ ტალღებს დრეკადი ტალღებისგან განსხვავებით არ სჭირდება გარემო. იგი ვრცელდება ვაკუუმშიც. ვაკუუმში მისი სიჩქარეა:

$$C = 300\,000 \text{ კმ/წმ.}$$

- დიელექტრიკში ელექტრომაგნიტური ტალღის სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$

- ერთი გარემოდან მეორეში გადასვლისას ტალღის სიხშირე და პერიოდი არ იცვლება, იცვლება მხოლოდ, ელექტრომაგნიტური ტალღის გავრცელების სიჩქარე და ტალღის სიგრძე.

დიელექტრიკში ტალღის გავრცელებისას, ნივთიერების ელექტრონები და იონები, ელექტრული ველის გავლენით, ასრულებენ იძულებით რხევებს. ამ პროცესს თან ახლავს ელექტრომაგნიტური ტალღის ენერჯის შთანთქმა და ხელახალი გამოსხივება. ეს პროცესი კი განაპირობებს დიელექტრიკში ტალღის გავრცელების სიჩქარის შემცირებას.

მანძილს, რომელზეც ერთი პერიოდის განმავლობაში ელექტრომაგნიტური ტალღა ვრცელდება, ტალღის სიგრძე ეწოდება ( $\lambda$ ).

$$\lambda = v \cdot T = \frac{v}{\nu}$$

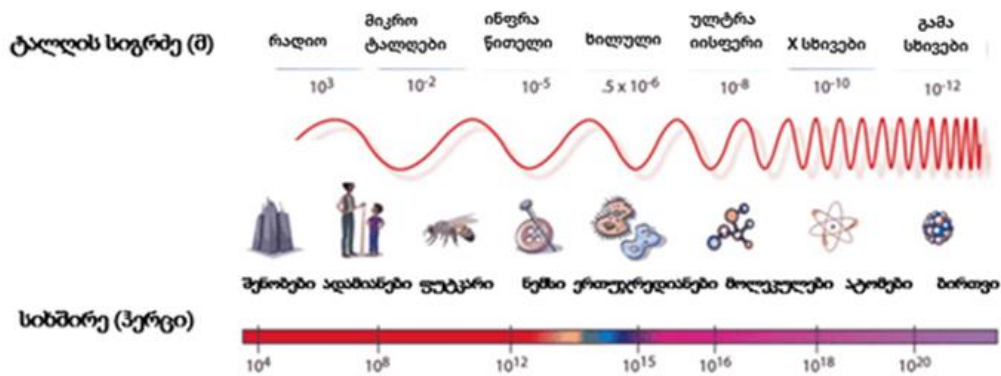
სადაც  $\nu$  არის სიჩქარე,  $T$  პერიოდი,  $\nu$  კი ელექტრომაგნიტური ველის რხევის სიხშირე.

ჰერცის ცდებიდან შვიდი წლის შემდეგ დაიწყო ჰერცის ტალღების, ანუ რადიოტალღების პრაქტიკული გამოყენება. ნიკოლა ტესლამ პირველმა აღწერა ელექტრომაგნიტური ტალღების უსადენოდ გადაცემა და საზოგადოების წინაშე წარადგინა საკუთარი პროექტი, თუმცა საბედისწერო ხანძარმა ტესლას ლაბორატორია და მისი უამრავი გამოგონება გაანადგურა.

**ელექტრომაგნიტურ ტალღებს ასხივებს ყველაფერი, სადაც მისი გამოსხივების პირობა სრულდება.** ამისათვის კი აუცილებელია მუხტის აჩქარებული მოძრაობა. **სამყარო სავსეა უხილავი ელექტრომაგნიტური ტალღების გამოსხივებით.** მისი გავრცელება შესაძლებელია ვაკუუმში და ასევე, გამჭვირვალე გარემოში. ელექტრომაგნიტურ ტალღას აქვს უნარი, ჩვენამდე მოიტანოს ინფორმაცია გამომსხივებელი წყაროს შესახებ. სწორედ ამ თვისების საფუძველზე ხდება კოსმოსის, მიკრო და მაკრო სამყაროების კვლევა.

ელექტრომაგნიტური სპექტრი მოიცავს **რადიოტალღებს, მიკროტალღებს, ინფრაწითელს, ხილულ სინათლეს, ულტრაიისფერს, რენტგენის და გამა სხივებს.** თითოეულ მათგანს აქვს ერთნაირი ბუნება, ყველა წარმოადგენს განივ ტალღას. მათ აერთიანებთ ისეთი თვისებები, როგორებიცაა, არეკვლა, გარდატეხა, დიფრაქცია, ინტერფერენცია, პოლარიზაცია, დისპერსია. აღსანიშნავია, რომ სხვადასხვა ტიპის ელექტრომაგნიტურ ტალღებს ასხივებენ განსხვავებული წყაროები.

## ელექტრომაგნიტური სპექტრი



ელექტრომაგნიტური ტალღების სკალაზე სხვადასხვა ტალღები დალაგებულია სიხშირის ზრდის, ანუ ტალღის სიგრძის კლების შესაბამისად. ელექტრომაგნიტური სპექტრის სხვადასხვა სიხშირის (ტალღის სიგრძის) დიაპაზონებს შორის მკვეთრი ზღვარი არ არსებობს. ელექტრომაგნიტურ სპექტრზე დაკვირვება შესაძლებელია შემდეგი საინტერესო სიმულაციის საშუალებით:

<https://rb.gy/zvkiq8>

განვიხილოთ ელექტრომაგნიტური სპექტრის შემადგენელი ტალღები და აღვწეროთ მისი თვისებები.

### რადიოტალღები



რადიოტალღებს აქვს ყველაზე დაბალი სიხშირე და ყველაზე მეტი ტალღის სიგრძე,  $10^6$  მ-დან 50 კმ-მდე. ეს ნიშნავს, რომ მათ შეუძლიათ, ადვილად გავრცელდნენ დიდი ობიექტების გარშემო, როგორცაა ბორცვები, მთები ან შენობები. რადიოტალღებს ყოფენ გრძელ, საშუალო, მოკლე და ულტრამოკლე ტალღებად.

სხვადასხვა სიხშირის რადიოტალღები დედამიწის ატმოსფეროში სხვადასხვაგვარად ვრცელდება: გრძელ ტალღებს შეუძლიათ დედამიწის ნაწილის დაფარვა, უფრო მოკლე ტალღებს კი იონოსფეროდან არეკვლა და მთელ მსოფლიოში გავრცელება. კიდევ უფრო მოკლე სიგრძის რადიოტალღები კი გარდატყდება ან ირეკლება ძალიან სუსტად და ვრცელდება პირდაპირი ხედვის საზღვრებში.

რადიოტალღები გამოიყენება რადიო და სატელევიზიო სიგნალების გასაგზავნად. მათ იყენებენ ასტრონომიაში, რათა შეისწავლონ შორეული ვარსკვლავები და გალაქტიკები მათივე წარმოქმნილი რადიოტალღების შესწავლით. სწორედ რადიოტალღები გვეხმარება სამყაროს იდუმალების კვლევაში.

რადიოტალღების ბუნებრივ წყაროებს წარმოადგენს ელვა და ასტრონომიური ობიექტები. ხელოვნურად შექმნილი რადიოტალღები გამოიყენება სტაციონარული და მობილური რადიოკავშირისთვის, რადიომაუწყებლობისთვის, რადიოლოკაციებისა და სანავიგაციო სისტემებისთვის, საკომუნიკაციო თანამგზავრებისთვის, გამოთვლითი ქსელებისა და სხვა მრავალი მოწყობილობისთვის.

საინტერესოა, რატომ გვესმის მოკლეტალღიანი რადიოსიგნალი მსოფლიოს გარშემო? ოზონის შრეს შეუძლია არეკლოს რადიოტალღები და დააბრუნოს დედამიწაზე. დედამიწის ზედაპირსაც შეუძლია რადიოტალღების არეკვლა. დედამიწის ირგვლივ კეთდება ე.წ. „გვირაბი“, სადაც რადიოტალღებს შეუძლიათ, შემოუარონ დედამიწას მეორე მხრიდან.

რადიოტალღები არ არის მაიონიზებელი გამოსხივების მაგალითი. რაც იმას ნიშნავს, რომ რადიოტალღაში ყველა ფოტონს აქვს ძალიან დაბალი ენერგია, რაც არ არის საკმარისი ატომში ელექტრონების ორბიტალების დასარღვევად. რადიოტალღებისგან განსხვავებით, მოკლე ტალღებისა და მაღალი სიხშირის გამოსხივებას აქვს უნარი, ატომიდან ამოაგდოს ელექტრონი და შექმნას იონი. ამ იონებს შეუძლიათ, დააზიანონ ცოცხალ ორგანიზმში არსებული ნივთიერებები, მათ შორის დნმ.

## მიკროტალღები



მიკროტალღების ტალღის სიგრძე მერყეობს დაახლოებით 30 სმ-დან 1 მმ-მდე. ეს ნიშნავს, რომ ისინი ადვილად შეიწოვება ცხიმის, ასევე, წყლის მოლეკულების მიერ და ათბობს მათ. მიკროტალღები იმავე სიხშირით ირხევიან, როგორც საკვებში არსებული ნივთიერებები, განსაკუთრებით წყალი. საკვების მოლეკულები შთანთქავენ მიკროტალღების ენერგიას. მიკროტალღების ელექტრული ველი განაპირობებს საკვებში შემავალი მოლეკულების ტალღის სიხშირით ბრუნვას. ეს კი საკვების შინაგანი ენერგიის ზრდასა და გათბობას განაპირობებს. ვინაიდან ჭურჭელი არ შეიცავს წყლის მოლეკულებს, იგი მიკროტალღურ ღუმელში არ ხურდება. მიკროტალღური ღუმლის მუშაობა განსხვავდება ჩვეულებრივი ჰაეროვანი მუშაობისგან. ჰაეროვან ღუმელში ენერგიის გადაცემა ხდება მოლეკულების შეჯახების შედეგად.

მიკროტალღები გამოიყენება სხვადასხვა სახის კომუნიკაციისთვის. მაგალითად, მიკროტალღებს იყენებენ მობილური ტელეფონები და უკაბელო ინტერნეტ (Wi-Fi) მოწყობილობები. ისინი გამოიყენება სატელიტური სიგნალების გასაგზავნად, ასევე, **GPS** სისტემებსა და სატელიტური ტელევიზიებში.

მიკროტალღების საშუალებით მუშაობენ რადარები. რადარებით პოულობენ შორს მყოფ სხეულებს და ადგენენ ამ სხეულებამდე მანძილს. სხეულის ადგილმდებარეობა დგინდება გადაცემულ და მიღებულ იმპულსებს შორის დროის დიაპაზონით.

იმის გამო, რომ მიკროტალღებს აქვს გამათბობელი ეფექტი, მათი ძლიერი გამოსხივება შეიძლება საშიში იყოს. მიკროტალღური ღუმელი არ ჩაირთვება, თუ კარი ღიაა, რათა



თავიდან აიცილოს გამოსხივება, რომელმაც შეიძლება გადახურებით სხეულის უჯრედების დაზიანება გამოიწვიოს.

### ინფრაწითელი გამოსხივება



**ინფრაწითელი გამოსხივება 1800 წელს ინგლისელმა ასტრონომმა უილიამ ჰერშელმა აღმოაჩინა.** ინფრაწითელი გამოსხივების ტალღის სიგრძე  $10^{-4}$ -დან  $10^{-6}$ მ დიაპაზონამდე მერყეობს. მზის სხივების დაახლოებით 50% ინფრაწითელი გამოსხივებაა. იგი ადამიანის თვალისთვის უხილავია. რამდენიმე ცოცხალი ორგანიზმი ინფრაწითელ სხივებს ჩვეულებრივ აღიქვამს. მაგ. ზოგიერთი სახეობის გველი, მწერები და სხვა.

ინფრაწითელი ტალღები ადვილად შეიწოვება მუქი, მქრქალი საგნებით და აქვს გამათბობელი ეფექტი. მათი გამოსხივება ხდება ყველა თბილი სხეულიდან. ისინი გამოიყენება გასათბობად, საჭმლის მოსამზადებლად, კომუნიკაციისთვის, მათ შორის ტელევიზორების დისტანციური მართვისთვის, ასევე ინტერნეტისა და სატელეფონო სიგნალების გასაგზავნად. ინფრაწითელი ტალღების აღმოჩენა შესაძლებელია ლამის ხედვის თერმული გამოსახულების კამერებით. ამ კამერებს იყენებენ პოლიციის ვერტმფრენებში - რომელთაც შეუძლიათ ადამიანებისა და ცხოველების მიერ გამოსხივებული ინფრაწითელი ტალღების დაფიქსირება.

ინფრაწითელ გამოსხივებაზეა დამყარებული თერმოგრამების მუშაობა. ადამიანის ორგანიზმის სხვადასხვა უბანი ინფრაწითელ სხივებს განსხვავებული ინტენსივობით ასხივებს. შესაბამისად, დაავადებული ორგანო თერმოგრამაზე ჯანმრთელისგან განსხვავებით, გამოსახება სხვა ფერით. თერმოგრამები აქტიურად გამოიყენება მედიცინაში დიაგნოზის დასასმელად.

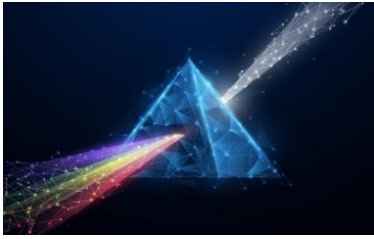
ინფრაწითელი ტალღების გამათბობელმა ეფექტმა შეიძლება გამოიწვიოს კანის დამწვრობა.

### ხილული სინათლე



**ხილული სინათლის** ტალღის სიგრძის დიაპაზონია 380-750 ნმ. დაზუსტებით იმის მტკიცება, რომ ხილული სინათლე შვიდი ფერისგან შედგება, არასწორია. ეს მოსაზრება მხედველობის

ფიზიოლოგიურ თავისებურებებს უკავშირდება. ხილული სპექტრი უწყვეტია და ფერების რაოდენობა კი უსასრულოდ ბევრი.



**ხილული სინათლე** ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ერთადერთი ტიპია, რომელსაც ადამიანის თვალი ხედავს. გარდა იმისა, რომ ადამიანებს აქვთ საშუალება, დაინახონ გარშემო არსებული სამყარო, ხილულ შუქს აქვს მრავალი სხვა გამოყენება, მაგალითად, სურათების ფორმირება ფოტოფირებზე და ვიდეოკამერებში. ლაზერებით კონცენტრირებული ხილული შუქი, ოპტიკური ბოჭკოების საშუალებით, შეიძლება გამოყენებულ იქნას ინტერნეტის და სატელეფონო სიგნალების გასაგზავნად. ლაზერებს იყენებენ ქირურგიაში, ასევე, ხის და ლითონების დასამუშავებლად.

ლაზერის, მზის ან ხელოვნური განათების კონცენტრირებულმა ხილულმა შუქმა შეიძლება გამოიწვიოს თვალის დაზიანება ან სიბრმავე.

### **ულტრაისფერი გამოსხივება**



**ულტრაისფერი სხივების აღმოჩენა უკავშირდება გერმანელ მეცნიერს, იოჰან ვილჰელმ რიტერს (1801 წ).** ულტრაისფერი სხივების ტალღის სიგრძის დიაპაზონია - 10-380 ნმ. მზის გამოსხივების 10% მოდის ულტრაისფერ სხივებზე. მათ ასხივებენ 3000°C-მდე გახურებული სხეულები, მაღალტემპერატურული პლაზმა, ვერცხლისწყლიანი და სოლარიუმის ნათურები.

ულტრაისფერი სხივები ტალღის სიგრძის მიხედვით რამდენიმე კატეგორიად იყოფა: რბილი გამოსხივება, ზომიერი გამოსხივება, ხისტი გამოსხივება და ექსტრემალური გამოსხივება.

ულტრაისფერი ტალღები გამოიყენება სასამართლო ექსპერტიზაში გაყალბებული დოკუმენტების აღმოსაჩენად, როგორებიცაა, პასპორტები, მართვის მოწმობები და სხვა. ულტრაისფერი ტალღები, ასევე, გამოიყენება წყლის დეზინფექციისა და ბაქტერიების მოსასპობად.

ულტრაისფერმა გამოსხივებამ შეიძლება გამოიწვიოს თვალის დაზიანება. მზის სათვალეების უმეტესობას შეუძლია ულტრაისფერი სხივების შთანთქმა, რაც ხელს უშლის მის თვალამდე მისვლას. მზის მიერ გამოსხივებული ინტენსიური ულტრაისფერი სხივი შეიწოვება კანის მიერ და შეიძლება გამოიწვიოს მზის დამწვრობა ან დნმ-ის დაზიანება - რამაც შესაძლებელია გამოიწვიოს კანის კიბო.



## რენტგენის სხივები



რენტგენის სხივები 1895 წელს აღმოაჩინა გერმანელმა მეცნიერმა ვილჰელმ კონრად რენტგენმა. გასაოცარი თვისებების გამო, მან ამ სხივებს X სხივები უწოდა. X სხივები რენტგენზე ერთი წლით ადრე აღმოაჩინა ნიკოლა ტესლამ, მაგრამ ეს აღმოჩენა ტესლას მხრიდან შესაბამისი ყურადღების მიღმა დარჩა. 1901 წელს რენტგენს ამ აღმოჩენისთვის ნობელის პრემია მიენიჭა.

რენტგენის სხივების ტალღის სიგრძის შუალედია -  $10^2-10^3$  ნმ. მისი გამოსხივება მოქმედებს ფოტოფირზე, აღწევს გაუმჭვირვალე სხეულებში, იწვევს ჰაერის იონიზაციას. მათ უდიდესი გამოყენება აქვს მედიცინაში, განსაკუთრებით სტომატოლოგიაში, ტრავმატოლოგიაში და სხვა. რენტგენის სხივები, ჩვეულებრივ გამოიყენება ტრამვირებული ძვლების სამედიცინო გამოსახულების მისაღებად, სამედიცინო აღჭურვილობის სტერილიზაციისთვის, კლავს ნებისმიერ ბაქტერიას. რენტგენის გამოსხივება, ასევე, გამოიყენება აეროპორტის უსაფრთხოების სკანერებში და მიწისქვეშ დაზიანებული გაყვანილობების გამოსავლენად.

რენტგენის სხივებს ყოფენ ორ კატეგორიად: **რბილი და ხისტი რენტგენის სხივები**. რბილ სხივებს შეესაბამება 10 – 0,2 ნმ-მდე ტალღის სიგრძე, ხოლო მასზე მოკლე კი ხისტს.

**რბილი რენტგენის სხივები** ძირითადად გამოიყენება მედიცინაში, რენტგენოგრაფიაში, მაგნიტურ რეზონანსულ ტომოგრაფიაში და მსგავს კვლევებში. არსებობს მკაცრი ნორმები, რომლებიც არეგულირებენ ასეთ გამოსხივების ზემოქმედების დასაშვებ ხანგრძლივობასა და რეაბილიტაციისთვის საჭირო დროს.

**ხისტი რენტგენის სხივები** გამოიყენება ინდუსტრიულ და სამეცნიერო სამუშაოებში, ისეთი დარგებისთვის, როგორცაა მასალათა გამძლეობა, კრისტალოგრაფია და სხვა.

არსებობს **NASA-ს** კოსმოსური ობსერვატორიები **Chandra** და **NUSTAR**, რომლებიც სამყაროს რენტგენული სპექტრის საშუალებით შეისწავლიან.

რენტგენის სხივები ადვილად გადიან რბილ ქსოვილებში, მაგრამ შეიწოვება ძვლებით. X სხივებმა შეიძლება დააზიანოს დნმ და ორგანიზმში გამოიწვიოს კიბოს განვითარება. რამდენიმე სამედიცინო რენტგენი წელიწადში, არ ქმნის პრობლემას, მაგრამ ადამიანებმა, რომლებიც მუშაობენ რენტგენის აპარატურასთან უნდა გაითვალისწინონ უსაფრთხოების ზომები.

## გამა გამოსხივება



**გამა გამოსხივება** მიიღება რადიოაქტიური ნივთიერებების დაშლისა და ბირთვული რეაქციების დროს. ელექტრომაგნიტურ სპექტრში მას აქვს ყველაზე მოკლე ტალღის სიგრძე,  $10^{-10}$  მეტრზე ნაკლები. შესაბამისად, ის არის ყველაზე დიდი ენერჯის გადამტანი ტალღა. რა არის გამა გამოსხივება? ასტრონომებმა შენიშნეს, რომ კოსმოსი სავსე იყო უცნობი წარმოშობის გამა სხივების რეგულარული აფეთქებებით. მეცნიერებმა დაადგინეს, რომ გამა სხივების წყარო ხშირ შემთხვევაში ჩამქრალი ვარსკვლავებია. ის გამოსხივება წარმოიქმნება რადიოაქტიური დაშლის შედეგად კოსმოსშიც და დედამიწაზეც. გამა გამოსხივება შთაინთქმება ოზონის შრის მიერ. სწორედ ამიტომ არის ადამიანებისთვის ოზონის შრის შენარჩუნება სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი.

გამა გამოსხივებას აქვს შელწევადობის ყველაზე დიდი უნარი, ხოლო იონიზაციის მხრივ ხასიათდება შუალედური მდგომარეობით. წყალში გავლისას იწვევს ყოველი მე-300 მოლეკულის იონიზაციას. გამა სხივები გამოიყენება სხვადასხვა ხელსაწყოებში, როგორებიცაა - გამადეფექტოსკოპები, სამედიცინო და კვების მრეწველობის დანადგარები; კლავს ბაქტერიებს ხილსა და ბოსტნეულში. რენტგენის სხივების მსგავსად, გამოიყენება მედიცინაში გამოსახულებების მისაღებად და სამედიცინო ინსტრუმენტების სტერილიზაციისთვის. ის ასევე, გამოიყენება, კიბოს გამოსავლენად და სამკურნალოდ.

გამა სხივებს აქვთ საზიანო მოქმედება დნმ-ზე, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ორგანიზმში კიბოს განვითარება. ადამიანები, რომლებიც რადიოაქტიურ ნივთიერებებთან შემხებლობაში არიან, უნდა გამოიყენონ დამცავი ტანსაცმელი და შეზღუდონ ამ მასალებთან მუშაობის ხანგრძლივობა.

ელექტრომაგნიტური ტალღები საფუძვლად უდევს და მოიცავს თანამედროვე ფიზიკას, ტექნოლოგიებს და ჩვენი ცხოვრების მრავალ ასპექტს. მათი სიღრმისეული გაცნობა სასარგებლოა არა მხოლოდ ტექნიკური ცოდნის განვითარებისთვის. მსგავს საკითხებზე საუბრები და მსჯელობა ხელს უწყობს მოზარდებში მაღალი სააზროვნო უნარების განვითარებას. უხილავ ფიზიკურ პროცესებზე მსჯელობა ავითარებს წარმოსახვის ვიზუალიზაციას. მოსწავლეებს შეუძლიათ, წარმოიდგინონ და „დაინახონ“ მოვლენები, რომლებიც, ზოგადად, უხილავია. ასეთი მიდგომები კი ხელს უწყობს ახალგაზრდებში აბსტრაქტული აზროვნების ფორმირებას. მიღებულ ცოდნას დაეფუძნება თანამედროვე ტექნოლოგიების, კომუნიკაციისა და სამყაროს ფიზიკური კანონების უკეთ გააზრებაც.

ელექტრომაგნიტური სპექტრი, რადიოტალღებიდან გამა გამოსხივებამდე, შეადგენს ჩვენს ყოველდღიურ ცხოვრებას, დაწყებული მობილური ტელეფონებიდან და Wi-Fi-დან, დამთავრებული სამედიცინო დიაგნოსტიკითა და ასტრონომიული დაკვირვებებით. ამ სფეროს სიღრმისეული ცოდნა ხელს უწყობს კრიტიკული აზროვნების განვითარებას, ინოვაციური გადაწყვეტილებების მიღებასა და კაცობრიობის წინაშე მდგარი გლობალური გამოწვევების გადაჭრას.

**სასარგებლო ბმულები:**

<http://www.youtube.com/watch?v=a17sFP4C2TY>

<http://www.youtube.com/watch?v=YgQQb1BVnu8>

[http://www.youtube.com/watch?v=2--0q0\\_XIQJ0](http://www.youtube.com/watch?v=2--0q0_XIQJ0)

<http://www.youtube.com/watch?v=QW5zeVy8aE0>

<https://www.youtube.com/watch?v=Cf7Ar3nEUmw>

<http://www.youtube.com/watch?v=PMtC34pzKGc>

<http://www.youtube.com/watch?v=okyyBaSOtA>

**გამოყენებული ლიტერატურა:**

ქ.ტატიშვილი, ფიზიკა, მე-11 კლასი, მოსწავლის წიგნი

<https://ck12.edu.ge/>

<https://rb.gy/wvrbl1>

<https://rb.gy/8vez4g>

<https://rb.gy/qos8uh>

<https://rb.gy/v4vxym>