

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი

ეკოლოგიის მიმართულება



ნიკო გაფრინდაშვილი

საბაკალავრო ნაშრომი

**ელექტრომაგნიტური გამოსხივება და მისი ცოცხალ გარემოზე
ზემოქმედების ეკოლოგიური ფაქტორები**

ხელმძღვანელი: მალხაზ გოჩიტაშვილი

ფიზიკის აკად. დოქტორი, პროფესორი

თბილისი

2014

ს ა რ ჩ ე ვ ი

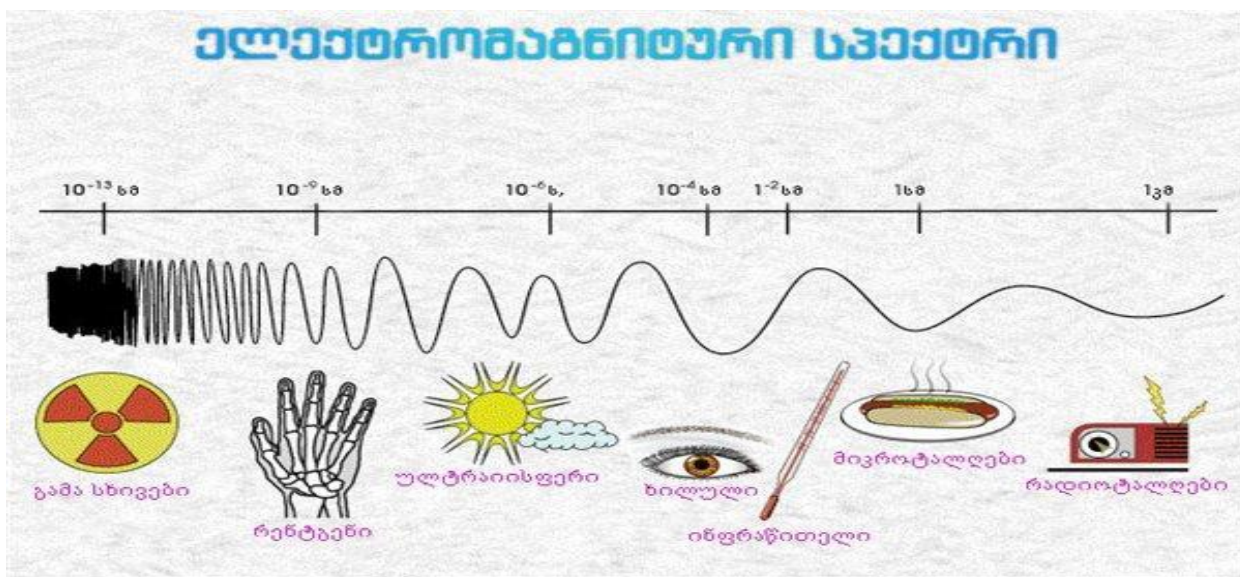
შესავალი.....	3
1. ელექტრომაგნიტური გამოსხივება.....	4
2. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ზეგავლენა ადამიანზე	5
3. კომპიუტერის ელექტრომაგნიტური გამოსხივება	6
4. ფიჭური ტელეფონების ელექტრომაგნიტური გამოსხივება	7
5. რადიოტალღები	9
6. ინფრაწითელი გამოსხივება (სითბური).....	10
7. ხილული გამოსხივება	11
8. ულტრაიისფერი გამოსხივება	12
9. ულტრაიისფერი გამოსხივების მოქმედება გარემოსთან	13
10. ულტრაიისფერი გამოსხივების ადამიანზე ზემოქმედება	16
11. უ.ი გამოსხივების ზემოქმედება მხედველობის ორგანოებზე.....	21
12. ოზონის ფენის წარმოქმნისა და დაშლის მექანიზმი	21
13. ატმოსფერული ოზონი. ოზონის ფენის წარმოქმნისა და დაშლის მექანიზმი.....	23
14. X - სხივები (რენტგენის გამოსხივება)	26
15. გამა გამოსხივება.....	33
დასკვნა	34
გამოყენებული ლიტერატურა	35

შესავალი

მოცემულ სადიპლომო ნაშრომში განმარტებულია ელექტრომაგნიტური გამოსხივების არსი, განხილულია ელექტრომაგნიტური გამოსხივების სპექტრი, გრძელტალღოვანი გამოსხივებიდან (რადიოტალღები) ყველაზე მოკლე ტალღოვან (გამა) გამოსხივებამდე, ამ ტალღების გამოყენების სფეროები, აგრეთვე განხილულია ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ანთროპოგენური წყაროების: კომპიუტერის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების, ფიჭური ტელეფონების ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ადამიანზე საზიანო ზემოქმედება, უფრო დაწვრილებით კი განხილულია ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ულტრაიისფერი და რენტგენის სხივების (x-სხივები) ადამიანზე და ცოცხალ გარემოზე ზემოქმედება, (რენტგენის სხივების აღმოჩენა) მისი უარყოფითი და სასარგებლო თვისებები, დასხივების ზემოქმედების გავლენა სხვადასხვა ორგანოზე, დოზები და მავნე ელექტრომაგნიტური გამოსხივებისაგან დაცვის საშუალებები, განმარტებულია ოზონის ფენის მნიშვნელობა დედამიწის ცოცხალი ორგანიზმებისთვის, მისი წარმოქმნისა და დაშლის მექანიზმი და ა.შ.

1. ელექტრომაგნიტური გამოსხივება

ელექტრომაგნიტური ტალღების არსებობა პირველად, ჯეიმს კლარკ მაქსველმა იწინასწარმეტყველა და შემდეგ ჰაინრიხ რუდოლფ ჰერცმა დაადასტურა. მაქსველმა მიიღო ელექტრომაგნიტური ტალღური განტოლება, დაადგინა ელექტრომაგნიტურ ტალღაში ელექტრული და მაგნიტური ველების რხევების არსებობა და ამ ველების სიმეტრია ტალღაში ვინაიდან მის მიერ მიღებული ელექტრომაგნიტური ტალღის გავრცელების სიჩქარე დაემთხვა სინათლის სიჩქარეს მაქსველმა დაასკვნა, რომ სინათლე თავად არის ელექტრომაგნიტური ტალღა. ზოგადად ელექტრომაგნიტური გამოსხივება ტალღის სიგრძის მიხედვით კლასიფიცირდება: რადიოტალღების, ინფრაწითელი გამოსხივების, ხილული სინათლის, ულტრაიისფერი გამოსხივების, რენტგენული გამოსხივების და გამა გამოსხივებისაგან. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების შკალა მოიცავს არეს გრძელი რადიოტალღებიდან – გამა სხივების ჩათვლით. სხვადასხვა სიგრძის ელექტრომაგნიტური გამოსხივება პირობითად დაყოფილია სხვადასხვა დიაპაზონებად მათი თავისებურებების გათვალისწინებით (მათი წარმოშობის, რეგისტრაციის მეთოდების, ნივთიერებასთან ურთიერთქმედების თავისებურების მიხედვით). [2]



2. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ზეგავლენა ადამიანზე

ელექტრომაგნიტური გამოსხივება ადამიანის თვალისთვის უხილავია. თუ შევკრებთ დედამიწაზე არსებული მოწყობილობების (ტექნიკის) ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებებს და შევადარებთ დედამიწის ბუნებრივი ელექტრო მაგნიტური ველს, მაშინ დედამიწის ელექტრო მაგნიტური ველი რამოდენიმე მილიონჯერ გადააჭარბებს მას. ადამიანთა საყოფაცხოვრებო გარემოს ელექტრომაგნიტური გამოსხივებით დაბინძურება იმდენად არსებითი გახდა, რომ ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ ეს პრობლემა შეიტანა ადამიანისთვის ყველაზე საშიშ პრობლემათა შორის, ხოლო მრავალი მეცნიერი განაკუთვნებს მას ძლიერ მოქმედ ეკოლოგიურ ფაქტორებს რომელიც კატასტროფულ ზეგავლენას ახდენს ყოველივე ცოცხალზე.

ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ენერგეტიკული ზეგავლენა ადამიანისათვის შეიძლება იყოს სხვადასხვა ხარისხის და ძალის, ადამიანისთვის შეუგრძნობლიდან (რომელიც ყველაზე ხშირია) მაღალი სიმძლავრის გამოსხივებისას, სითბურ შეგრძნებამდე. ზემძლავრმა ელექტრომაგნიტური გამოსხივების გავლენამ შეიძლება მწყობრიდან გამოიყვანოს აპარატურა. ზეგავლენის სიმძიმის მიხედვით ელექტრომაგნიტური გამოსხივება შეიძლება ვერ აღიქვას ადამიანმა და მიიყვანოს სრულ გამოფიტვამდე ტვინის მოქმედების ფუნქციური შეცვლით მომაკვდინებელ დასასრულამდე. კვლევებმა გვაჩვენა, რომ ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ხანგრძლივმა დასხივებამ დაბალი დონისამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს კიბოს დაავადებები, მეხსიერების დაკარგვა, პარკინსონი, ალცგეიმერის დაავადებები, იმპოტენცია და თვითმკველობისკენ მიდრეკილების გაზრდაც კი განსაკუთრებით სახიფათოა ბავშვებისთვის და ორსული ქალებისთვის.

იზრდება თანდაყოლილი ანომალიების რიცხვი. უკანასკნელ წლებში ელექტრომაგნიტური გამოსხივებების სხვადასხვაგვარი წყაროების რაოდენობა ყველა სიხშირის დიაპაზონში საგრძნობლად გაიზარდა და აგრძელებს ზრდას, ეს არის ფიჭური კავშირები, პოლიციის რადარები, ახალი ტელეარხები და მრავალი რადიომაუწყებელი

სადგურები. განსაკუთრებულ პრობლემას წარმოადგენს შენობების ელექტრომაგნიტური მოწყობილობები (ტრანსფორმატორები, მაღალი ძაბვის ხაზები და ა.შ.) რომელიც მთელი წლის განმავლობაში ასხივებს საცხოვრებელ შენობებს რომლებშიც ამის გარეშეც არის მაცივრები, უთოები, მტვერსასრუტები, ტელევიზორები, კომპიუტერები და მრავალი სხვა საყოფაცხოვრებო ტექნიკა რასაც ჩვენ ვაერთებთ დენის წყაროში. ელექტრომაგნიტური გამოსხივება იწვევს მამაკაცებში ჰორმონალური სტატუსის შეცვლას, ქრომოსომული აბერაციის დონის გაზრდას, იწვევს ცვლილებებს რეპროდუქციულ სისტემებში. პრობლემის სირთულე მდგომარეობს არა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე ზეგავლენაში არამედ მომავალი თაობების ჯანმრთელობასა და ინტელექტზე ზეგავლენაში

3. კომპიუტერის ელექტრომაგნიტური გამოსხივება

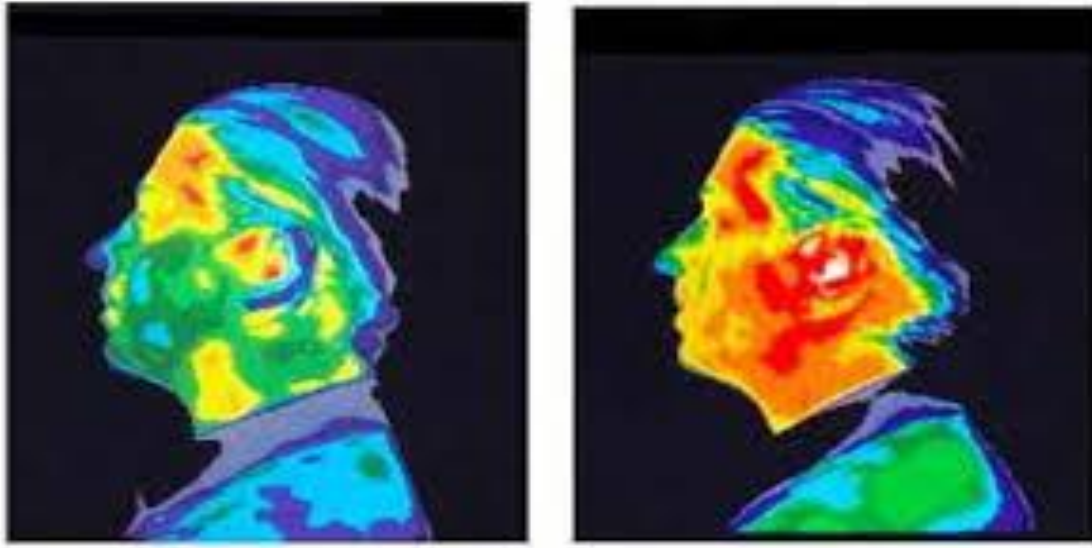
ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ყველაზე გავრცელებულ წყაროს წარმოადგენს კომპიუტერი. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ცენტრის მიერ ჩატარებული კვლევების მიხედვით კომპიუტერების მხოლოდ 15% პასუხობს საერთაშორისო მოთხოვნებს, 31% ნაწილობრივ ხოლო 54% არ აკმაყოფილებს არანაირ მოთხოვნილებებს და მოითხოვს დაცვას როგორც მფლობელის აგრეთვე ირგვლივ მყოფები ადამიანებისას.



გავრცელებული აზრი, რომ ადამიანი სხივდება მონიტორის ეკრანის მხრიდან არასწორია და საწინააღმდეგოა სინამდვილესთან, ანუ მონიტორს საზიანო გამოსხივება გააჩნია უკანა მხრიდან, ამიტომ მონიტორი უნდა იყოს კედელთან ახლოს ზურგით რათა არ მოხდეს თანამშრომლების თუ სხვა ადამიანების დასხივება. კიდევ ერთი მცდარი აზრი პორტატული კომპიუტერების (ლეპტოპების) შესახებ ელექტროსტატიკური ველი და რენტგენული გამოსხივება ნამდვილად არ გააჩნია თხევადკრისტალურ ეკრანებს მაგრამ ელექტროსხივური ყურმილიც არ არის ერთადერთი ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წყარო. ველების გენერირება შეუძლიათ კვების ძაბვის გარდამქმნელს, მართვისა და ინფორმაციის ფორმირების სქემებს, დისკრეტულ თხევადკრისტალურ ელემენტებს და აპარატურის სხვა ელემენტებს, ამასთანავე პორტატული კომპიუტერები როგორც წესი თავსდება მომხმარებლის სასიცოცხლი ორგანოებთან ახლოს შესაბამისად იზრდება მათი დასხივება, ამიტომ ვიდრე განათავსებდეთ პორტატულ კომპიუტერს თქვენს მუხლებზე დაფიქრდით შესაძლო შედეგებზე.

4. ფიჭური ტელეფონების ელექტრომაგნიტური გამოსხივება

უკვე დიდი ხანია დავა მიმდინარეობს ფიჭურ ტელეფონებზე, მათი რაოდენობა ყოველდღე იზრდება ისინი გადავიდნენ ფუფუნების საგნებიდან ყოველდღიური მოხმარების საგნებში, ემუქრება თუ არა ადამიანის ჯანმრთელობა საფრთხე მობილური ტელეფონებისგან? ფიჭური ტელეფონების ელექტრომაგნიტური გამოსხივების კვლევების ცენტრმა გვაჩვენა, რომ ანტენიდან 5 სმ ის დაშორებით სიხშირემ შეადგინა 7 ვტ/სმ² მდე რაც რამოდენიმე ათასჯერ აჭარბებს ნორმებს და დაახლოებით 100 ჯერ სითბური ნაკადის სიმკვრივეს ევროპის განედებზე მზიან დღეს, ექიმების მიერ დამტკიცებულია, რომ სხვა საყოფაცხოვრებო ტექნიკასთან შედარებით მობილური გაცილებით მეტ ზიანს აყენებს ადამიანს, გამოსხივების გამომცემ ანტენასთან ერთად რომელიც ქმნის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების საკმაოდ დიდ ნაკადს რომელიც თავთან სიახლოვესაა საუბრის დროს. ტალღების ნაკადი 400 დან 1200 მეგაჰერცამდე დაასხივებს ტვინს, ენერჯის სიმკვრივე საკმაოდ დიდია, რამოდენიმე ასეული მიკროვატი სანტიმეტრ კვადრატზე.



ყველაზე ძლიერ დასხივდება ადამიანი 812 მგ³ც აქტივობის დროს ეს კი ყველაზე გავრცელებული სტანდარტია. გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ როცა ადამიანი საუბრობს ტელეფონით მისი ტვინი განიცდის ლოკალურ გადახურებას, თავის ტვინის ქსოვილში არის ცალკეული მიკროსკოპული უბნები რომლებსაც შეუძლიათ ჩაყლაპონ ძალიან დიდი დოზით ელექტრომაგნიტური ტალღები, რომლის ზემოქმედებითაც ხდება სითბური გადახურება რაც იწვევს ტვინის კიბოს, ეს დაადასტურა ცხოველებზე ექსპერიმენტებმაც, მაღალსიხშირული გამოსხივების გავრდისას მათ ტვინში აღმოჩნდა მკვდარი (მოხარშული) უბნები. [4]

5. რადიოტალღები ($10^5 - 10^{-3}$ მ) ეს არის ელექტრომაგნიტური გამოსხივება დიდი ტალღის სიგრძით მიიღება რხევითი კონტურებისა და მიკროვიბრატორების საშუალებით და გამოიყენება შორ მანძილზე ინფორმაციის გადასაცემად რადიოტალღების არეკვლის, შთანთქმის და გავრცელების უნარი დამოკიდებულია სიხშირის დიაპაზონზე.

	<i>რადიოტალღები</i>
ტალღის სიგრძე(მ)	$10^5 - 10^{-3}$
სიხშირე(ჰც)	$3 * 10^5 - 3 * 10^{11}$
თვისებები	რადიოტალღები სხვდასხვანაირად აირეკლებიან და შთანთქმებიან გარემოში. გამოავლენენ ინტერფერენციისა და დიფრაქციის თვისებას.
წყარო	რხევითი კონტური მაკროსკოპული ვიბრატორები
აღმოჩენა	ფედერსენი (1862 წ.), ჰერცი (1887 წ.), პოპოვი , ლებედევი, რიგი
გამოყენება	<p>ზეგრძელი ტალღები-რადიონავიგაცია, რადიო ტელეგრაფული კავშირი, მეტეო მონაცემების გადაცემა</p> <p>გრძელი ტალღები – რადიო ტელეგრაფული და რადიოტელეფონური კავშირი, რადიომაუწყებლობა, რადონავიგაცია.</p> <p>საშუალო- რადიო ტელეგრაფული და რადიოტელეფონური კავშირი, რადიომაუწყებლობა, რადონავიგაცია.</p> <p>მოკლე ტალღები- რადიომოყვარულთა კავშირი</p> <p>უმტ(ულტრამოკლე ტალღები)- კოსმოსური რადიოკავშირი</p> <p>გმტ(გრძელი მეტრული ტალღები)- ტელეხედვა, რადიოლოკაცია, რადიორელე კავშირი, ფიჭური ტელეფონური კავშირი</p> <p>სმტ(საშუალო მეტრული ტალღები)- რადიოლოკაცია, რადიორელე კავშირი, ასტრონავიგაცია, ტანამგზავრული ტელეხედვა</p> <p>მმტ(მოკლე მეტრული ტალღები)- რადიოლოკაცია</p>

6. ინფრაწითელი გამოსხივება (სითბური). ასხივებენ ნივთიერების ატომები და მოლეკულები, გადის ზოგიერთ გამჭვირვალე ნივთიერებაშიც: ჰაერში, წყლის ორთქლში და სხვა, აწარმოებს ქიმიურ ზემოქმედებასმისი შთანთქმისას ნივთიერება თბება ამიტომ მას სითბური გამოსხივება ეწოდება როგორც რადიოტალღები და სხვა ელექტრომაგნიტური გამოსხივება გარდა ხილულისინათლისა ინფრაწითელი გამოსხივებაც უხილავია, გამოიყენება ღამის ხედვის ხელსაწყოებში, კრიმინალისტიკაში, ფიზიოთერაპიაში და სხვა.

	<i>ინფრაწითელი გამოსხივება</i>
ტალღის სიგრძე(მ)	$2 * 10^{-3} - 7,6 * 10^{-7}$
სიხშირე(ჰც)	$3 * 10^{11} - 3 * 10^{14}$
თვისებები	ქიმიური მოქმედება, ინტერფერენციისა და დიფრაქციის უნარი, რეგისტრირდება სითბური დეტექტორებით
წყარო	ნებისმიერი გამთბარი სხეული: სანთელი, ღუმელი, წყლის გამათბობელი, ელექტრული ვარვარების ნათურა. ადამიანი ასხივებს ელექტრომაგნიტურ ტალღებს , რომელთა ტალღის სიგრძეა $9 * 10^{-6}$ მ
აღმოჩენა	რუბენსი და ნიკოლსი(1896წ.),
გამოყენება	კრიმინალისტიკაში, ბურუსში და სიბნელეში მიწის ობიექტების გადაღება. ღამის ხედვის ხელსაწყო სამხედრო დანიშნულების. მედიცინაში. ავტომობილების შეღებვის პროცესში. ხის ნაკეთობის გაშრობა და სხვა. ინფრაწითელი ტელესკოპი. ტელევიზორის პულტი.

7. **ხილული გამოსხივება.** ელექტრომაგნიტური გამოსხივება, რომლის ტალღის სიგრძე არის $6,7 * 10^{-7} - 3,8 * 10^{-7}$ მ აღიქმება ადამიანის თვალის მიერ და მას ხილული სინათლე ეწოდება ახასიათებს არეკვლა, გარდატეხა, თვალზე მოქმედება, ექვემდებარება დისპერსიის, ინტერფერენციის, დიფრაქციის მოვლენებს.

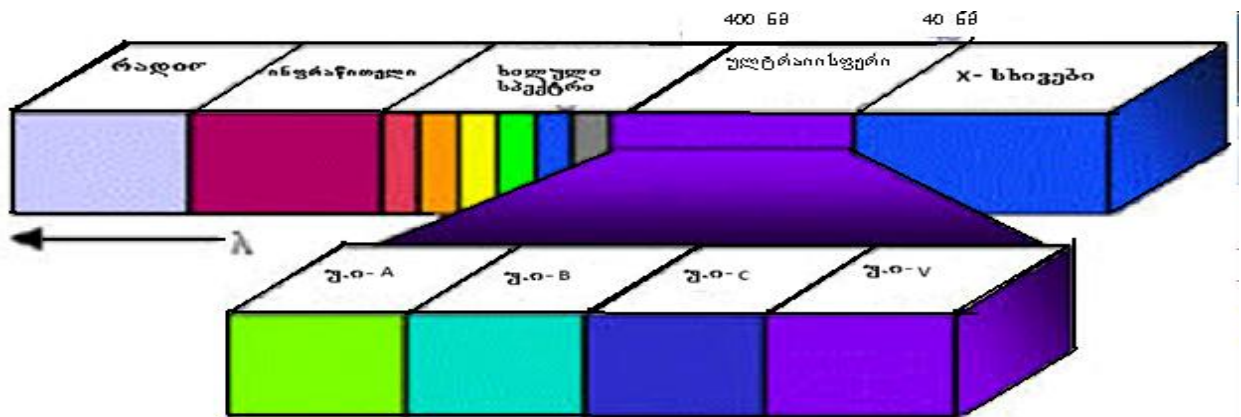
	<i>ხილული გამოსხივება</i>
ტალღის სიგრძე(მ)	$6,7 * 10^{-7} - 3,8 * 10^{-7}$
სიხშირე(ჰც)	$4 * 10^{14} - 8 * 10^{14}$
თვისებები	არეკვლა, გარდატეხა, ინტერფერენცია, დიფრაქცია, დისპერსია, ზემოქმედება თვალზე.
წყარო	მზე, ვარვარების ნათურა, გაზური განმუხტვა.
მიმღები	თვალი, ფოტოფირი, ფოტოელემენტი, თერმოელემენტი
აღმოჩენის ისტორია	მელლონი
გამოყენება	ხედვისუნარიანობა ბიოლოგიური სიცოცხლე

8. ულტრაიისფერი გამოსხივება

ულტრაიისფერი (უ.ი) გამოსხივება მოიცავს ტალღის სიგრძის ინტერვალს 0.38 მკმ – 100 ანგსტრემამდე. ელექტრომაგნიტური სპექტრის ამ დიაპაზონს პირობითად ორ ნაწილად ყოფენ: პირველი ნაწილი მოთავსებულია არეში $\lambda=0.38$ მკმ დან $\lambda=0.2$ მკმ მდე და მას ახლო არეს უწოდებენ, ხოლო მეორე ნაწილი რომელიც მოთავსებულია არეში $\lambda=0.2$ მკმ დან $\lambda=100$ ანგსტრემამდე შორეულ (ვაკუუმურ) არეს უწოდებენ ტერმინი ვაკუუმური იხმარება იმის გამო რომ, $\lambda=0.2$ მკმ დან ულტრაიისფერი გამოსხივების შესწავლა ხდება ვაკუუმში რადგან ამ დიაპაზონში ულტრაიისფერი გამოსხივების ინტენსიური შთანთქმა მიმდინარეობს ჰაერში რაც შეუძლებელს ხდის მის შესწავლას.

	<i>ულტრაიისფერი გამოსხივება</i>
ტალღის სიგრძე (მ)	$3,8 * 10^{-7} - 3 * 10^{-9}$
სიხშირე(ჰც)	$8 * 10^{14} - 10^{16}$
თვისებები	დიდი ქიმიური აქტივობა, უბილავია, აქვს დიდი შეღწევისუნარიანობა, ანადგურებს მიკროორგანიზმებს. გავლენას ახდენს უჯრედის განვითარებაზე, ცვლის ნივთიერების გაცვლისუნარიანობას.
წყარო	მზის გამოსხივება გაზური განმუხტვის კვარცის ნათურები მაღალი 1000 ° C მეტი ტემპურათურის მყარი სხეულების გამოსხივება
აღმოჩენა	იოჰან რიტტერი, ლაიმენი
გამოყენება	საწარმოო ელექტრონიკა, ავტომატიკა ლუმინისცენტური ნათურები, ჰაერის სტერილიზაცია მედიცინა

ულტრაიისფერი გამოსხივება შთანთქმის გარდა არეკვლასაც განიცდის მრავალი სახის ნივთიერებასთან ურთიერთქმედებისას. ულტრაიისფერი გამოსხივების ნივთიერებასთან ურთიერთქმედებისას ძირითადად ხდება ელექტრონული ენერგეტიკული დონეების აღზნება, რომელსაც მოსდევს შემდგომ იონიზაცია დისოციაცია და ა.შ. ულტრაიისფერი გამოსხივება იწვევს ატომებსა და მოლეკულებში ელექტრონების აგზნებას, რაც ხელს უწყობს მათ ქიმიურ აქტივობას. ულტრაიისფერი გამოსხივება ტალღის სიგრძის $\lambda < 200$ ნმ არეში ძლიერად შთანთქმება ყველა ნივთიერების მიერ, განსაკუთრებით როცა $\lambda < 120$ ნმ. დედამიწაზე ულტრაიისფერი გამოსხივების ბუნებრივი ძირითადი წყაროა მზე და ყველა 3000°K ტემპერატურაზე გახურებული სხეულები, ულტრაიისფერი გამოსხივების მძლავრ წყაროებს წარმოადგენენ სხვადასხვა ლაზერები, პლაზმური დანადგარები, ელექტრორკალური შედუღების აპარატები და ა.შ. [1]



9. ულტრაიისფერი გამოსხივების მოქმედება გარემოსთან

ცოცხალი ბუნება ძალიან რთული ობიექტია ულტრაიისფერი გამოსხივების გამოსაკვლევეად, ვინაიდან წარმოადგენს არა ერთგაროვანს, არამედ მრავალფეროვანი სახეობის უამრავ ერთობლიობას რომელიც შედგება დიდი რაოდენობით უჯრედებისაგან, დღემდე შეგროვებულია დიდი რაოდენობით ექსპერიმენტული მონაცემები ულტრაიისფერი გამოსხივების გავლენაზე : ბაქტერიებზე, სპორებზე, კულტურების ქსოვილებზე, სხვადასხვა ცილის და ქიმიურ ნაერთებზე, ცოცხალი ბუნების ობიექტებზე

და ადამიანზე. ფოტო ბიოლოგიური რეაქციების მოლეკულური მექანიზმების გაშიფვრა შესაძლებელი გახდა იმის საფუძველზე, რომ უჯრედი გაიყო ფრაგმენტებად, გამოიყო მემბრანა, მაკრომოლეკულა (სუფთა სახით). (ქრომატოგრაფია ულტრაცენტრიფუგირება) აგრეთვე ფოტოქიმიური, ბიოქიმიური გამოკვლევების მეთოდებზე (დიფერენცირებული სპექტოფოტომეტრია, ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსი). აქცეპტორების გამოსხივების როლის შესწავლისთვის (ქლოროფორმები) – ტარდება ულტრაიისფერი სხივების გამოკვლევა სხვადასხვა უჯრედების, უბრალო ბაქტერიების და სპორების გავლენაზე. ნებისმიერი უჯრედის შემადგენლობაში შედის წყალი, მინერალური მარილები, ბიოლოგიური პოლიმერები (ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები, ნუკლეინის მჟავები). უჯრედის აღნაგობის მდგრადობა ძირითადად უზრუნველყოფილია სუსტი წყალბადური, იონური და ვან დერ ვალსური ბმებით. ულტრაიისფერი სხივების უჯრედზე ზემოქმედება, გამოსხივების დოზიდან გამომდინარე, ხარისხობრივად შეიძლება დაიყოს სამ ეტაპად: 1) აღზნება და დაყოფის გაძლიერება; 2) უჯრედში დესტრუქციული ცვლილებების დაწყება დამარცვლის სახით; 3) დაღუპვა. ულტრაიისფერი სხივები ლეტალურად მოქმედებს ცხოველებზე, მცენარეებზე, მიკრობებზე და ერთუჯრედიან ორგანიზმებზე. ულტრაიისფერ გამოსხივებას ახასიათებს „ შემდგომმოქმედი“ ეფექტი. დღესდღეობით ეს ეფექტი გამოვლენილია ყველა ბიოლოგიურ ობიექტზე, დაწყებული ბაქტერიებიდან დამთავრებული ძუძუმწოვრების უჯრედებამდე. ლეტალური დოზის მიღება, უჯრედის დასხივებით სიკვდილის მომენტიდან მოგვიანებით, თავს იჩენს უმცირესი დოზით ხანგრძლივი მოქმედებით დაყოფაზე და სხვა ფუნქციებზე. ამგვარად, ერთუჯრედიანი ორგანიზმები იღუპებიან დასხივებიდან მხოლოდ 1 – 3 კვირის შემდეგ.

გამოსხივების პირველადი აქცეპტორების გამოვლენისთვის შეისწავლიან ფოტოქიმიური მოქმედების სპექტრს და ადარებენ მას მშთანთქმელ სპექტრებს, რომლებიც რეაქციის სავარაუდო მონაწილენი არიან. პირველი ასეთი დაკვირვებისას რომელიც განხორციელდა სიმინდის უჯრედებზე, გამოვლინდა, რომ მუტაგენური და ლეტალური მოქმედებისას მთავარი სამიზნე არის ნუკლეინის მჟავები, რომლებიც უზრუნველყოფენ და დიდ როლს თამაშობენ მემკვიდრეობითი ინფორმაციის გადაცემაში. უჯრედში სხვა ქრომოფორები აღმოჩნდნენ ცილები და ლიპიდები

(ცხიმები). ზემოქმედების შედეგი ცილებზე ფოტონაქტივაციაში მდგომარეობს ანუ აქტივობის შემცირებაში. (ფერმენტალური, რეგულატორული, ჰორმონალური და ა.შ.). დადგენილია, რომ მოკლეტალლოვანი ულტრაიისფერი გამოსხივება მოქმედებს ცილის ბირთვზე ხოლო გრძელტალლოვანი ციტოპლაზმის ცილაზე. ულტრაიისფერი გამოსხივების მოქმედება ლიპიდებზე პრინციპულად განსხვავდება ცილებზე და ნუკლეინის მჟავებზე მოქმედებისგან, რომელთა ფოტონაქტივაცია მცირეა ან საერთოდ არ არის დამოკიდებული ჟანგბადის არსებობაზე. უჯერ ცხიმოვან მჟავებს გააჩნიათ 220 ნმ მოქმედების სპექტრი და ისინი ადვილად შედიან რეაქციაში ჰაერში არსებულ ჟანგბადთან, რომლებიც უკავშირდებიან ნახშირბადის ატომებს.

ულტრაიისფერი გამოსხივების ინტენსივობაზე და ტალღის სიგრძეზე დამოკიდებულებით ეს გამოსხივება ცოცხალ ორგანიზმებზე ორნაირად მოქმედებს ერთის მხრივ ულტრაიისფერი გამოსხივების მცირე დოზები დადებითად მოქმედებს ადამიანზე და ცხოველებზე უწყობს რა ხელს D ჯგუფის ვიტამინების წარმოქმნას მეორეს მხრივ დიდი დოზებით ულტრაიისფერი გამოსხივებია დამლუპველად მოქმედებს ადამიანებზე ცხოველებზე და მცენარეებზე. ულტრაიისფერი გამოსხივების დადებით და დამლუპველ ზემოქმედებას შორის საზღვრის დადგენა ხშირ შემთხვევაში ძალიან ძნელია.

ევოლუციურ პროცესში, რომელშიც მზის ულტრაიისფერ გამოსხივებას ეკუთვნის ძალიან მნიშვნელოვანი როლი, შეიქმნა მთელი რიგი მექანიზმებისა, რომლებიც იცავენ უჯრედებს მზის მავნე სხივების მოქმედებისგან. ეს არის ფოტო და მუქი აღდგენა, დნმ ში ულტრაიისფერი სხივების რაოდენობის შემცირება მგრძნობიარე ძირითად უჯრედებში პიგმენტების გაჩენა და გენური ნაკრების დუბლირება. ფოტოაღდგენა მდგომარეობს იმაში, რომ ხილული სინათლის ზემოქმედების ქვეშ უჯრედებში აღდგება დაზიანებები რომელიც გამოწვეულია ულტრაიისფერი გამოსხივებით. ბაქტერიების რეაქტივაციის მოქმედების სპექტრი შედგება 300–500 ნმ სგან, ადამიანის ლიმფოციტებში ფოტორეაქტივაციის სინათლის სპექტრი მერყეობს 300 – 600 ნმ ის დიაპაზონში. [3]

10. ულტრაიისფერი გამოსხივების ადამიანზე ზემოქმედება.

დღესდღეობით ადამიანზე ზემოქმედების მიხედვით გამოყოფენ ულტრაიისფერი გამოსხივების შემდეგ სახეებს: 1) ბაქტერიციდული; 2) ერიტემული; 3) ანტირაქიტული. ცნობილია რომ ჰაერში არსებობს უამრავი მიკრობი რომელებიც ადამიანის ორგანიზმში იწვევენ ინფექციურ დაავადებებს, მიკრობები ორგანიზმში ხვდება სასუნთქი გზებით, ულტრაიისფერი გამოსხივება ტალღის სიგრძით $\lambda = 254$ ნმ ჰაერში 30 მეტრის სიგრძეზე 1 წუთში კლავს ბაქტერიების 63% ხოლო 10 წუთში 99.99% – ს ანუ ულტრაიისფერი სხივებს გააჩნია ბაქტერიციდული თვისება რომელსაც მრავალი გამოყენება აქ სხვადასხვა დარგში სადეზინფექციოდ.

10.1 სამკურნალო მოქმედება. მედიცინის იმ დარგს, რომელიც იყენებს ინფრაწითელ, ხილულ და ულტრაიისფერ გამოსხივებებს სამკურნალო მიზნით ფიზიოთერაპია (სინათლით მკურნალობა) ეწოდება. ამ დროს გამოიყენება ჩამოთვლილი გამოსხივებების როგორც ხელოვნური აგრეთვე ბუნებრივი წყაროები, ხელოვნურის შემთხვევაში იყენებენ სითბურ და ლუმინესცენციურ პეიალურ ნათურებს, ასევე რკალურ ბაქტერიციდულ ნათურებს. ოპტიკური გამოსხივების ზემოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე განისაზღვრება ამ გამოსხივების ინტენსივობით, დასხივების ხანგრძლივობით (დოზით) ორგანიზმში გამოსხივების შეღწევის სიღრმის ტალღის სიგრძეზე დამოკიდებულებით. ცნობილია, რომ ცოცხალ ორგანიზმში შეღწევის ყველაზე მეტი უნარით ხასიათდება ზემადალი სიხშირის გამოსხივება, შემდეგ შედარებით ნაკლები უნარი გააჩნია ინფრაწითელ და შემდეგ ხილულ გამოსხივებებს. ყველაზე მინიმალური შეღწევის უნარი ულტრაიისფერ გამოსხივებას გააჩნია.

ულტრაიისფერ დასხივებას იყენებენ: ა) ულტრაიისფერი უკმარისობის კომპენსაციის მიზნით (განსაკუთრებით ჩრდილოეთის რაიონებში მცხოვრებთათვის ბ) როგორც ტკივილგამაყუჩებელი და ანთებისსაწინააღმდეგო საშუალება ნევრიტების, ნევრალგიის, რადიკულიტის, ბრონქიტის, პლევრიტის, კანის სხვადასხვა დაავადებების და ნივთიერებათა ცვლის მოშლის, რაქიტის პროფილაქტიკის და ა.შ. გ) სხვადასხვა ინფექციების (მაგალითად გრიპის) მიმართ წინააღმდეგობის უნარის გაზრდის მიზნით. აღსანიშნავია, რომ ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდები სრულიად საწინააღმდეგოდ

მოქმედებს ტუბერკულოზის აქტიური ფორმის დროს თირკმელების დაავადებისას და ა.შ.

10.2 ულტრაიისფერი გამოსხივების საზიანო მოქმედება. ულტრაიისფერი გამოსხივების კვანტებს დიდი ენერგია გააჩნიათ, ამის გამო მათ გააჩნიათ უნარი გამოიწვიონ დესტრუქცია მოლეკულურ და მოლეკულათაშორის ბმებში, უშუალოდ იმოქმედონ უჯრედის ქსოვილზე და წარმოქმნან რადიკალები. ყოველივე ამის გამო ულტრაიისფერი გამოსხივება სერიოზულ საშიშროებას წარმოადგენს ცოცხალი ორგანიზმებისთვის. ულტრაიისფერი გამოსხივების დიდი დოზებს შეუძლიათ გამოიწვიონ კანის დამწვრობა, კანცეროგენული რეაქციები, თვალის დაზიანება და სხვა არასასურველი ეფექტები. ულტრაიისფერი გამოსხივებს კვანტები უშუალოდ მოქმედებენ პიგმენტების სინთეზზე, ფერმენტებისა და ჰორმონების აქტივობაზე, ფოტოსინთეზის პროცესების ინტენსივობაზე და ა.შ. დიდი დოზებით ულტრაიისფერი გამოსხივება დამლუპველად მოქმედებს მიკროორგანიზმებზე ცხოველებისა და მცენარეების კულტივირებულ უჯრედებზე.

$\lambda = 0.24-0.28$ მკმ ტალღის სიგრძის მქონე ულტრაიისფერი გამოსხივება განსაკუთრებული ინტენსივობით იწვევს ლეტალურ და მუტაგენურ ზემოქმედებას. დღეისათვის არ არის გარკვეული საჭიროა თუ არა მცენარეთა თესლების დასხივება თუნდაც ულტრაიისფერი გამოსხივების მცირე დოზებითაც კი.

ცოცხალი უჯრედების უმრავლესობას გააჩნიათ უნარი თავი აღიდგინოს ულტრაიისფერი გამოსხივების შედეგად მიღებული ზიანისგან. სხვადასხვა უჯრედების მგრძობიარობა ულტრაიისფერი გამოსხივების მიმართ მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

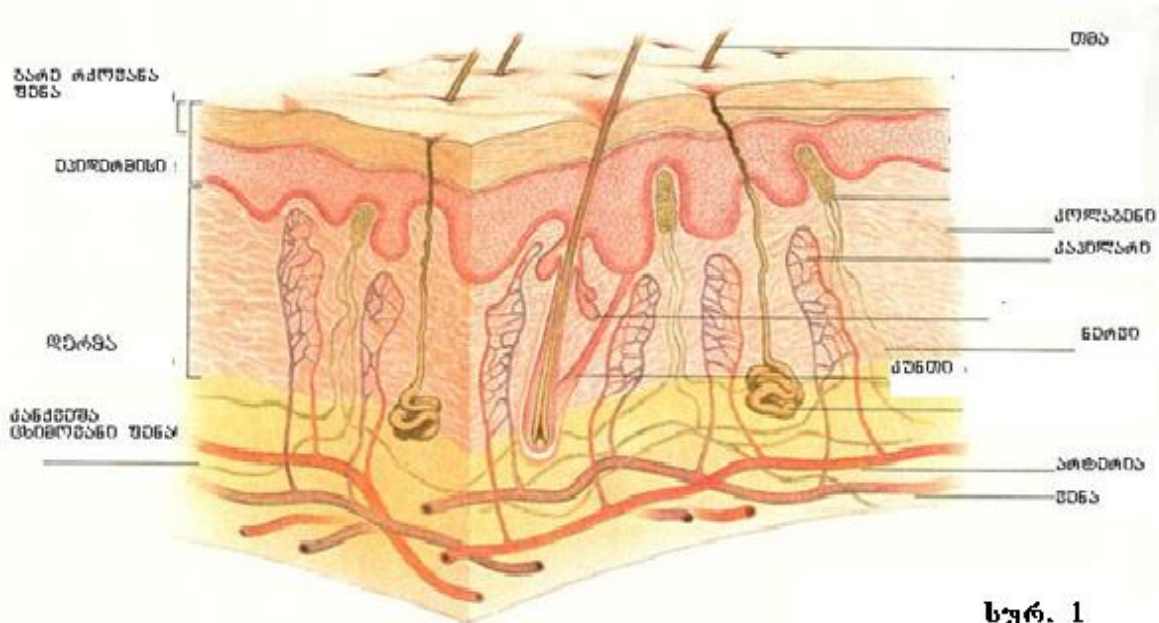
ულტრაიისფერი გამოსხივების ცოცხალ ორგანიზმებზე ზემოქმედების მექანიზმი ბოლომდე შესწავლილი არ არის და ამიტომ არ შეიძლება წინასწარმეტყველება იმისა თუ როგორ შედეგს გამოიწვევს სხვადასხვა ბიოობიექტებზე ულტრაიისფერი დასხივების ინტენსივობის ცვლილება ან ამ დასხივების სპექტრის წანაცვლება მოკლე ტალღების მიმართულებით, ეს პროცესი ძალიან არასასურველია. ამიტომ კაცობრიობამ ყველაფერი უნდა გააკეთოს იმისთვის, რომ დედამიწის ატმოსფერო და მისი ოზონის შრე

წარმოადგენდეს საიმედო დაცვას მოკლე ტალღის სიგრძის მქონე ულტრაიისფერი გამოსხივების დამლუპველი ზემოქმედებისაგან.

10.3 ერთეული მოქმედება. ძუძუმწოვრებში ულტრაიისფერი ზემოქმედებისადმი ყველაზე მგრძობიარეა თვალები და კანი. იმის გამო, რომ კანი შეიცავს სინათლის მშთანთქმელ ნივთიერებებს დიდი რაოდენობით (ცილები, ნუკლეინის მჟავები, პიგმენტები) აგრეთვე არაერთგვაროვნების გამო კანი მშთანთქმით, არეკვლით და გაფანტვით ასუსტებს გარეგან გამოსხივებას. კანის ზედა ფენა რქოვანა შედგება მკვდარი უჯრედებისგან, რომელსაც არ გააჩნიათ ბირთვები და წარმოადგენს მკვდარ ქსოვილს რომელსაც არ გააჩნია ნივთიერებათა ცვლა მაგრამ იმყოფება უფრო ღრმად განლაგებულ კანის ცოცხალ ფენებთან დიფუზური ცვლის მდგომარეობაში. სურ. 1 ზე წარმოდგენილია კანის გამტარობის სპექტრული დამოკიდებულება. რქოვანა ფენა ასრულებს ფილტრის როლს იცავს ქვედა ცოცხალ ფენებს ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედებისაგან $\lambda = 200-210$ ნმ ნაკლები ტალღის სიგრძის დროს.

ულტრაიისფერი გამოსხივების კანზე ბიოლოგიური ზემოქმედება ვლინდება კანზე ერთემის და პიგმენტაციის წარმოქმნით. ულტრაიისფერი ერთემმა წარმოადგენს კანის გაწითლების ეფექტს კაპილარების გაფართოების გამო. სითბური ერთემისაგან განსხვავებით რომელიც ვლინდება კანის ინტენსიური გათბობის შედეგად ულტრაიისფერი ერთემმა ვლინდება გარკვეული დროის გავლის შემდეგ (ლატენტური პერიოდი). ერთემის ინტენსიურობა იზრდება გარკვეულ ნიშნულამდე შემდეგ კი მცირდება. კანის გარკვეული უბნების გამჭვირვალობა დამოკიდებულია გარე რქოვანას სისქეზე მასში შეღწეული სხივები $\lambda \sim 200-250$ ნმ იწვევენ ერთემას, სხივები $\lambda \sim 250-270$ ნმ გაივლის მარცვლოვან ფენას, სხივები $\lambda \sim 270-320$ აღწევენ მარღვოვან ფენაში იწვევს ძლიერ პიგმენტაციას და ერთემას ახდენს ცხომოვანი ფენის, ჯირკვლების და ნერვული დაბოლოებების სტიმულირებას. სხივები $\lambda \sim 320-390$ ნმ გაივლის დერმას და იწვევენ პიგმენტაციას. კანქვეშა უჯრედებამდე აღწევს სხივები $\lambda \sim 390-400$ ნმ ახდენს სითბურ ეფექტს და იწვევს კანის გაწითლებას სისხლძარღვების ფენის სისხლის გადავსების ხარჯზე. ლატენტური პერიოდის ხანგრძლივობა და გაწითლების

ინტენსიურობის შეცვლის ხასიათი დროში დამოკიდებულია ულტრაიისფერი გამოსხივების წყაროს ენერგიის სპექტრულ განაწილებაზე, დასხივებასა და ერთემის წარმოქმნას შორის. ულტრაიისფერი დასხივებით გამოწვეული ერთემა სრულდება კანს დასხივებული უბნის პიგმენტაციით ანუ გარუჯვით. ცნობილია რომ მინიმალური შესამჩნევი ერთემის მისაღებად საჭიროა 4.8 მკალ/სმ² 269.75მ ტალღის სიგრძის სხივებით. ნაწილობრივ რუჯი დამოკიდებულია ზედაპირის მელანინის მიგრაციასთან რომელიც იმყოფება ბაზალურ უჯრედებში კანის ზედა ფენებში. ამჟამად გავრცელებულია თეორია, რომ მელანინის გრანულები ასრულებენ დამცავი ეკრანის ეფექტს უფრო მნიშვნელოვანს ვიდრე რქოვანა ფენა.



სურ. 1

კანის ერთემული რეაქცია დამოკიდებულია ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე პათოლოგიურ პროცესებზე, კანის ფოტომგრძობელობაში მკვეთრი დაცემა აღინიშნება ჰიპერტროფიის და ინფექციური დაავადებების დროს. კანის რეცეპტორების ფუნქციური შეცვლა, ზურგის ტვინის დაზიანება და ა.შ ცვლის ერთემულ რეაქციას. ამრიგად ულტრაიისფერი გამოსხივებით დასხივება ნარკოზის დროს იძლევა ერთემის მკვეთრ დასუსტებას. ერთემის განვითარების და ჩამოყალიბების პერიოდში შეინიშნება ტკივილის შემგრძნების დაქვეითება რაც იძლევა საშუალებას მისი როგორც ანალგეტიკური საშუალებად გამოყენებას. ულტრაიისფერი დასხივების დროს ცოცხალი

უჯრედების დიდი რაოდენობით დაზიანება იწვევს ცნობილ გალიზიანებებს, ვინაიდან დაზიანებული უჯრედები უნდა მოშორდეს ან აღდგეს, ამის შედეგად ძლიერდება ფერმენტების, ჰორმონების, ვიტამინების გააქტიურება კანის იმ ფენაში რომელიც ახლოსაა ზედაპირთან ესეიგი ძლიერდება ნივთიერებათა ცვლის ყველა პროცესი. ამრიგად ულტრაიისფერი დასხივებით გამოწვეული ერთემა ნერვულ რეფლექტორული პროცესია რომელიც დამოკიდებულია როგორც პერიფერიულ ისე ცენტრალურ უბნებზე ეს ყველაფერი არის იმის საფუძველი, რომ ფართოდ გამოიყენონ ერთოთერაპია შინაგანი და ნერვული დაავადებების კლინიკებში. მეორე მხრივ ულტრაიისფერი დასხივების დასაშვები დოზების გადაჭარბებისას მივყავართ ავთვისებიან წარმონაქმნებთან თვალების კანის და სხვა ორგანოების ძალიან სერიოზულ დაავადებებამდე.

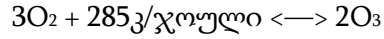
10.4 ანტირაქიტული მოქმედება. ულტრაიისფერი მეორე ფიზიოლოგიურ ეფექტს წარმოადგენს ანტირაქიტული ზემოქმედება. ცნობილია რომ მზის რადიაციის არქონა იწვევს პათოლოგიურ მდგომარეობას რომელიც ცნობილია „ სინათლის შიმშილი“ –ის სახელით ან D ვიტამინის ნაკლებობის სახელით. D ავიტამინოზის დროს უარესდება ფოსფორ–კალციუმის ცვლა მცირდება ძვლების მექანიკური სიმკვრივის შემცირება, კბილების კარიესი, ძვლების მტვრევადობისკენ მიდრეკილება, ბავშვებს უვითარდებათ რაქიტი. $\lambda = 280-320$ ნმ ტალღის სიგრძის სხივებით დასხივების დროს კანში წარმოიქმნება D ჯგუფის ვიტამინები ისინი არებით ზემოქმედებას ახდენენ ფოსფატაზის ფერმენტის მოქმედებაზე, ააქტიურებენ მას ხელს უწყობენ არაორგანული ფოსფორის მობილიზაციას და სისხლის კალციუმის ფოსფატებთან დაკავშირებას რომელიც ჩალაგდება შემდგომ ძვლებში და ამაგრებს მათ. კალცისა და სისხლის ფოსფორის ფიზიოლოგიური დონის შესანარჩუნებლად ულტრაიისფერი დასხივების მინიმალური საჭირო რაოდენობა შეადგენს ერთეული დოზის 1/8 ან 1/9 დღეში.

11. ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედება მხედველობის ორგანოებზე.

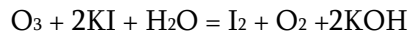
მუშაობის დროს და ადამიანის ვიზუალური რეცეპტორები ვერ აღიქვამს ულტრაიისფერ სხივებს, მისი თვალის ქსოვილების შთანთქმის გამო სანამ ის მოხვდება ბადურაში. ულტრაიისფერი გამოსხივება $\lambda < 300$ ნმ შთანთქმდება რქოვანა გარსით და წყლის შემცველი სითხით, ხოლო ბროლიში ხვდება ამ დიაპაზონის რადიაციის უმნიშვნელო რაოდენობა, კანის რქოვანა გარსი სხვადასხვანაირად რეაგირებს ულტრაიისფერ გამოსხივებაზე ტალღის სიგრძით $\lambda = 220-250$ ნმ და $\lambda = 250-310$. $\lambda = 250$ ნმ დან დაწყებული ზემოთ, თვალის დაავადებების სიმპტომები გამოვლინდა ულტრაიისფერი ზემოქმედების შემდეგ მალევე და 14 სთ ის შემდეგ მოდიოდა ნორმაში. თუ ტალღის სიგრძე $\lambda = 250$ ნმ ზე ნაკლებია სიმპტომები ვლინდებოდა 9 – 11 სთ ის შემდეგ და მხედველობის სიმკვეთრე ნორმის ქვემოთ იყო დასხივების შეწყვეტის შემდეგ 24 სთ ის განმავლობაში. მოკლე ტალღოვანი ულტრაიისფერი დასხივებით გამოწვეულ დაზიანება სწრაფად ქრება ხოლო გრძელტალღოვანი იწვევს სერიოზულ რეაქციას. ექსპერიმენტალურად განსაზღვრული ფოტოკრეატიტის ზღვარი ადამიანისთვის $\lambda = 270$ ნმ შეადგენს 50ჯ/მ^2 . ცნობილი თვალის რქოვანა გარსის კერატიტის და კატარაქტის ბევრი შემთხვევა განაპირობა ულტრაიისფერმა გამოსხივებამ რომლის გამომწვევი იყო შემდუღებელი რკალი რომელიც აირეკლება თოვლისგან და ქვიშისგან. [5]

12. ოზონის ფენის წარმოქმნისა და დაშლის მექანიზმი.

ოზონი წარმოადგენს ჟანგბადის ალოტროპულ სახესხვაობა და შედგება ჟანგბადის სამი ატომისგან – O_3 . ნორმალურ პირობებში მცირე კონცენტრაციების შემთხვევაში ხასიათდება გარკვეული სუნით და ნელა იშლება, დიდი კონცენტრაციის შემთხვევაში ოზონს გააჩნია ცისფერი ფერი, მკვეთრი სუნი და ადვილად ფეთქებადია. ჰაერში ოზონი წარმოიქმნება მისი ულტრაიისფერი დასხივებისას ან ჰაერში ძლიერი ელექტრული გამუხტვისას. დედამიწის ატმოსფეროში წარმოიქმნება ჰეჰა-ქუხულის დროს, ხოლო ატმოსფეროს უფრო მაღალ ფენებში ულტრაიისფერი გამოსხივების შედეგად. ოზონის წარმოქმნის შექცევად რეაქციას შემდეგი სახე აქვს :



ოზონის მოლეკულა არამდგრადია, ის ისევ გარდაიქმნება ჟანგბადის მოლეკულად, რომელსაც თან ახლავს სითბოს გამოყოფა. თუ ოზონი ინახება მინის ჭურჭელში აზოტმჟავის მცირე მინარევთან ერთად -78°C ტემპერატურაზე, ის ასეთ პირობებში სტაბილურია და პრაქტიკულად არ იშლება. ოზონის ჟანგვითი უნარი ბევრად მაღალია ვიდრე ჟანგბადის. ოზონი ჟანგავს ყველა მეტალებს გარდა ოქროს და პლატინის ჯგუფის მეტალებისა. გაზის ნარევი ოზონის არსებობას ადგენენ შემდეგი საკონტროლო რეაქციით:

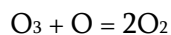
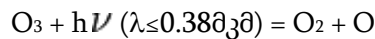
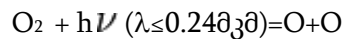


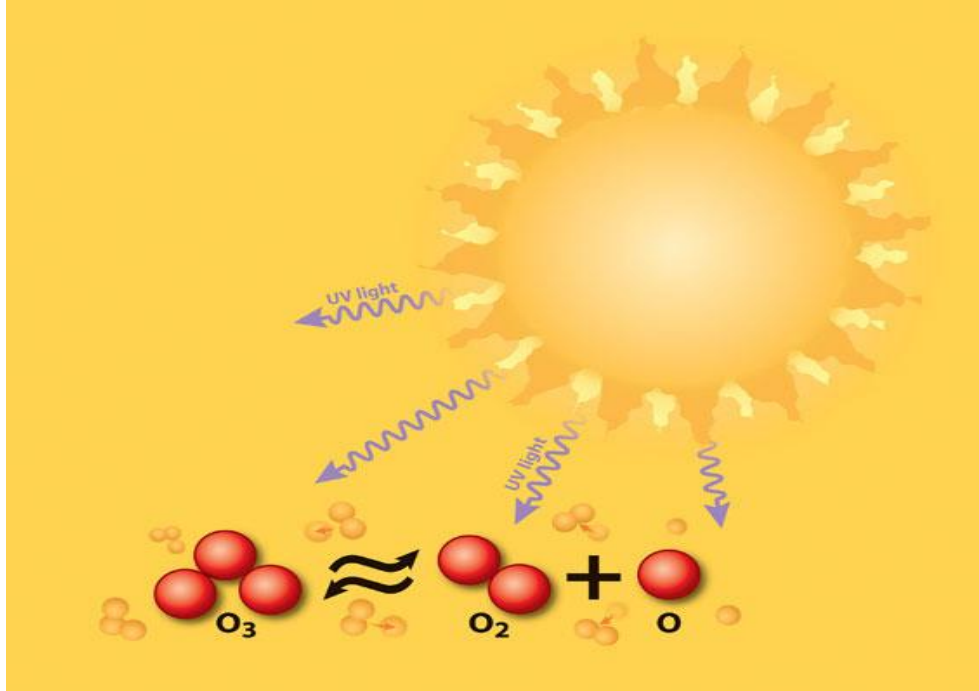
ოზონის მცირე დოზებს იყენებენ მიკრობებისგან სტერილიზაციისთვის, წყლის ჰაერის ოზონირებისთვის, ქაღალდის გათეთრებისათვის და ა.შ. ოზონი ძლიან ტოქსიკურია ჰაერში მისი მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაციაა 10^{-5} % ოზონი გაცილებით ტოქსიკურია ვიდრე ნახშირჟანგი. ოზონის მისდებად იყენებენ როგორც ელექტრულ (ოზონატორები), ისე ქიმიურ მეთოდებს. [6]



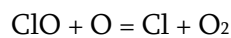
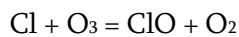
13. ატმოსფერული ოზონი. ოზონის ფერის წარმოქმნისა და დაშლის მექანიზმი.

ოზონი რომელსაც შეიცავს დედამიწის ატმოსფერო, მნიშვნელოვან როლს თამაშობს მზის რადიაციის მოკლელტალლოვანი კომპონენტის ატმოსფეროს მიერ შთანთქმის პროცესების დროს, რითაც ბიოსფეროსათვის დაცვის ფუნქციას ასრულებს მზის რადიაციისაგან. გარდა ამისა დედამიწის ატმოსფეროში არსებული ოზონი ატმოსფეროს ტემპერატურული რეჟიმის რეგულატორსაც წარმოადგენს. ოზონის ძირითადი რაოდენობა მოთავსებულია სტრატოსფეროში დაახლოებით 15 დან 45კმ ის სიმაღლეზე. ატმოსფეროს ამ ნაწილს ხშირად ოზონოსფეროსაც უწოდებენ. ოზონის მაქსიმალური რაოდენობა კი ოზონოსფეროს 20–25კმ ის არეში შეიმჩნევა, ოზონის შრის სისქე (ნორმალური პირობებისათვის $P=760\text{მმ ვერცხლ. წყლ } T=0^{\circ}\text{C}$) საშუალოდ მთლი დედამიწისათვის შეადგენს 2.5–3მმ. ამასთანავე მაღალი განედებისათვის ოზონის ამ შრის სისქე 4მმ მდე იზრდება, ხოლო ეკვატორის მახლობელი განედებისათვის მცირდება 2მმ მდე. ამგვარად პროცენტულად ატმოსფეროში ოზონის შემადგენლობა ძალზედ მცირეა, ატმოსფეროს ზოგიერთ ადგილებში ოზონის შემადგენლობა 40–50% ით მცირდება. ოზონის სფეროს ამ ადგილას ოზონური ხვრელები ეწოდება. (სურ. 2) ოზონის მოლეკულების წარმოქმნა და მისი ურთიერთქმედება ჟანგბადის ატომებთან და მოლეკულებთან აიწერება ე.წ. ჩეპმენის ციკლით :

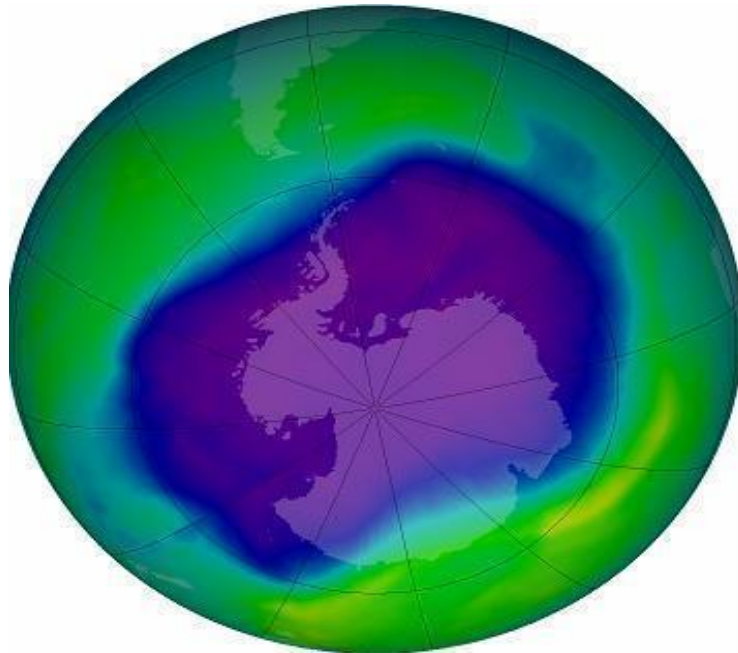




სადაც M არის „შუამავალი“ ატომის ან მოლეკულის (მაგალითად ჟანგბადის, აზოტის) აღმნიშვნელი სიმბოლო. ოზონის ურთიერთქმედება ატმოსფეროს ატომებთან და მოლეკულებთან და ატმოსფეროს ტექნოგენურ დაბინძურებებთან მზის რადიაციასთან ერთად იწვევს ოზონის შრის დაშლას, ტექნოგენური დაბინძურებების მრავალი სახეობებიდან ოზონის შრის დაშლას ყველაზე მეტად იწვევს ე.წ. ქლორფტორნახშირბადოვანი ნივთიერებები, რომელიც სამაცივრო ტექნიკაში გამოიყენება. მზის რადიაციის მოკლე ტალღის სიგრძის მქონე ულტრაიისფერი დასხივება ოზონის შრეზე იწვევს. ე.წ. აგრესიული ქლორის ატომების გამოთავისუფლებას, რომელიც შემდგომ ჩაებმება ოზონთან ერთად რეაქციაში :



ასეთი რეაქციები დამლუპველია ოზონისათვის.

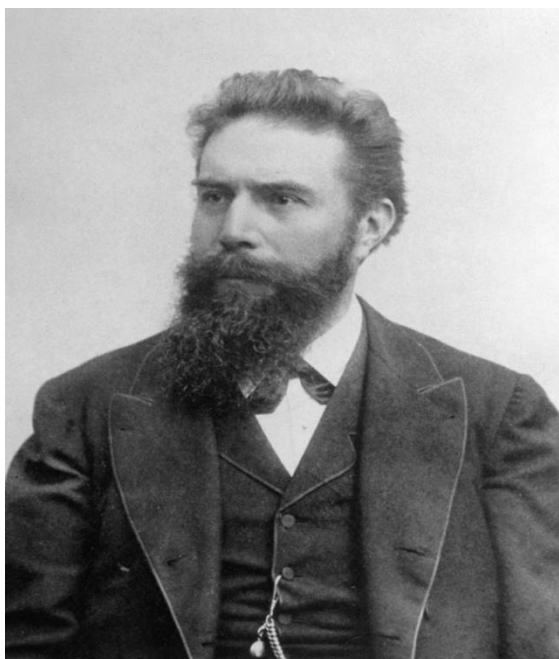


სურ. 2

უარყოფითად მოქმედებს ოზონის შრეზე კოსმოსური ხომალდების ფრენები, რეაქტიული დანადგარებიდან გამოტყორცნილი ჭურვები და სხვა. ამ დროს ტროპოსფეროში და სტრატოსფეროში გამოიტყორცნებიან ისეთი დამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებები როგორებიცაა HCl, Cl, NO, CO, CO₂, აეროზოლები და ა.შ. დღეისათვის კოსმოსური ფრენების წილად ატმოსფეროს ყველა სახის ტრანსპორტის მიერ გამოწვეული მთელი დაჭუჭყიანების ფონზე 5–7% ია. ცხადია კოსმოსური ფრენები საჭიროა და მომავალში კიდევ უფრო გაიზრდება, ამიტომ აქ გამოსავალი არის ის, რომ საჭიროა და მიმდინარეობს კიდევ ახალი ტიპის რაკეტებისა და მისი საწვავის შექმნაზე. ოზონის შრის დაშლაზე გარკვეული გავლენას ახდენს ის მაღალი ენერჯის პროტონების ნაკადი, რომელიც მოემართება კოსმოსიდან. ამ ნაკადის ურთიერთქმედება იწვევს ოზონის რაოდენობის შემცირებას. ოზონის შრეზე უარყოფით ზეგავლენას ახდენს აგრეთვე დედამისი ატმოსფეროში გამოსროლილი ქიმიური და ელექტრონული მრეწველობის ნარჩენები. [7]

14. X - სხივები (რენტგენის გამოსხივება)

ვილჰელმ კონრად რენტგენი გერმანელი ფიზიკოსი, მოღვაწეობდა ბიურცბურგის უნივერსიტეტში. 1895 წელს აღმოაჩინა X-სხივები (რენტგენის გამოსხივება), იკვლევდა მათ თავისებურებებს, რისთვისაც 1901 წელს ნობელის პრემია დაიმსახურა ფიზიკის დარგში. რენტგენის სხივები ელექტრომაგნიტური ტალღებია, რომლებიც გამოსხივდება ელექტრონების მკვეთრი დამუხრუჭების დროს. რენტგენის სხივები უხილავი სხივებია. მათ აქვთ გაუმჭვირვალე საგნებში შეღწევის უნარი.



XIX საუკუნის ბოლოს ფიზიკოსების საყოველთაო ყურადღება მიიპყრო აირადმა განმუხტვამ მცირე წნევის დროს. ამ პირობებში აირად განმუხტვის მილაკში იქმნება ძალიან სწრაფი ელექტრონების ნაკადი. მაშინ მათ კათოდურ სხივებს უწოდებენ.

კათოდური სხივების კვლევისას რენტგენმა მალე შეამჩნია, რომ აირადი განმუხტვის მილაკთან ახლოს ფოტოფირფიტა შავდება იმ შემთხვევაშიც კი, როცა შავ ქაღალდშია გახვეული, ამის შემდეგ მან კიდევ ერთი გასაოცარი მოვლენა შეამჩნია: ბარიუმის პლატინიანიდის ხსნარში დასველებული ქაღალდის ეკრანი, რომელიც შემოხვეული იყო

განმუხტვის მილაკზე, იწყებდა ნათებას. ამასთან, როდესაც რენტგენი ათავსებდა ხელს მილაკსა და ეკრანს შორის, ეკრანზე მოჩანდა ძვლების მუქი ჩრდილები – მთელი ხელის მტევნის უფრო მკრთალი მოხაზულობის ფონზე. მეცნიერი მიხვდა, რომ განმუხტვის მილაკის მუშაობის დროს აღიძვრება აქამდე უცნობი ძლიერად გამჭოლი გამოსხივება. მან ამ სხივებს X – სხივები უწოდა. შემდგომში ამ გამოსხივების სახელწოდებად მტკიცედ დამკვიდრდა ტერმინი „რენტგენის სხივები“.

რენტგენმა აღმოაჩინა, რომ ახალი გამოსხივება ჩნდება იმ ადგილას, სადაც კათოდური სხივები (სწრაფი ელექტრონების ნაკადები) ეჯახებოდნენ მილაკის მინის კედელს. ამ ადგილას მინა მომწვანოდ ანათებდა. შემდგომში ცდებმა აჩვენა, რომ X – სხივები აღიძვრება ჩქარი ელექტრონების ნებისმიერი წინააღმდეგობით, კერძოდ, ლითონის ელექტროდებით დამუხრუჭების დროს.

1896 წლის 23 იანვარს მან უნივერსიტეტის სამეცნიერო სხდომას მოახსენა თავისი აღმოჩენის შედეგები და წარმოადგინა ამ სხივების საშუალებით გადაღებული ხელის მტევანი. ცნობილმა ჰისტოლოგმა კელიკერმა, რომელიც სხდომას ესწრებოდა, შეიტანა წინადადება, რომ X–სხივებისათვის რენტგენის სხივები ეწოდებინათ.

14.1 რენტგენის სხივების თვისებები. რენტგენის თვისებაა ის, რომ მათ აქვთ უნარი გაატანონ ისეთ სხეულებში, რომლებშიც სინათლის შუქი ვერ აღწევს. ამავე დროს რენტგენის სხივები გადის სხვადასხვა სიმკვრივის სხეულებში და არათანაბრად შთაინთქმება. მკვრივ სხეულებში ისინი შთაინთქმებიან უფრო ინტენსიურად. რენტგენის სხივები სწორხაზოვნად ვრცელდება. მათი გავრცელების სისწრაფე სინათლის გავრცელების სიჩქარეს უტოლდება. რენტგენის სხივები უჩინარია, ზოგიერთი მარილი რენტგენის სხივების შთანთქმის შედეგად იწყებს ნათებას. რენტგენის სხივების ეს თვისებები გამოყენებულია ადამიანის ორგანიზმის რენტგენოლოგიური გამოკვლევისათვის.

	რენტგენის გამოსხივება
ტალღის სიგრძე(მ)	$10^{-9} - 3 \cdot 10^{-12}$
სიხშირე(ჰც)	$3 \cdot 10^{17} - 3 \cdot 10^{20}$
თვისება	ინტერფერენცია,დიფრაქცია კრისტალურ მესერზე, დიდი შეღწევისუნარიანობა
წყარო	ელექტრონული რენტგენის მილი(ძაბვა ანოდზე–100 კვ-მდე. წნევა მილში– $10^{-3} - 10^{-5}$ პა, კათოდი – ვარვარების ძაფი. ანოდის მასალა W, Mo, Cu, Bi, Co, Tl და სხვა. H = 1-3%, გამოსხივება – მაღალი ენერგიის კვანტები) მზის გვირგვინი
აღმოჩენა	ვ.რენტგენი , მილიკენი
გამოყენება	ავადმყოფობის დიაგნოსტიკა და მკურნალობა(მედიცინაში), დეფექტოსკოპია

რენტგენის მიერ აღმოჩენილი სხივები მოქმედებდა ფოტოფირფიტაზე, იწვევდა ჰაერის იონიზაციას, მაგრამ შესამჩნევად არ ირეკვლებოდა რაიმე ნივთიერებიდან და არ გარდატყდებოდა. ელექტრომაგნიტური ველი არავითარ გავლენას არ ახდენდა მათ გავრცელების მიმართულებაზე. მათი ტალღის სიგრძე მით ნაკლებია, რაც მეტია წინააღმდეგობა დაჯახებული ელექტრონების ენერგია. სხივების დიდ გამჭოლუნარიანობას და მის სხვა თვისებებს სწორედ ტალღის სიგრძის სიმცირეს უკავშირებდნენ. რენტგენის სხივების ტალღის სიგრძე 10^{-9} სმ ის ტოლია.

14.2 რენტგენის სხივების გამოყენება. რენტგენის სხივებს ბევრი მეტად მნიშვნელოვანი პრაქტიკული გამოყენება აქვს მედიცინაში ზუსტი დიაგნოზის დასადგენად. ყველასათვის ცნობილია, თუ რმადენად მნიშვნელოვანია რენტგენოდიაგნოსტიკა სტომატოლოგიაში. ხშირად მას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს დიაგნოზის დასასმელად. არც თუ იშვიათად ჩნდება კითხვები მის უსაფრთხოებასთან დაკავშირებით. ვფიქრობ, იმის ახსნა, თუ რას წარმოადგენს რენტგენის გამოსხივება, საშუალებას მოგცემს სწორად შევაფასოთ მისი შესაძლებლობები.

ადამიანის ორგანიზმში გავლისას იგი შლის ზოგიერთ უჯრედს, მაგრამ როგორც ცნობილია, ორგანიზმში მუდმივად ხდება უჯრედების კვდომა და განახლება. ამიტომ თუკი რენტგენით დასხივება არ იქნება დასაშვებზე მეტი, დაზიანებულ უჯრედებს ორგანიზმი თავადვე აღადგენს. დაზიანების მასშტაბი დამოკიდებული რენტგენის გამოსხივების ინტენსივობაზე და დასხივების ხანგრძლივობაზე. სხვადასხვა გამოკვლევებით დადგენილია დენტალური რენტგენოგრამების დასაშვები დღიური რაოდენობა და მოზრდილებში იგი მერყეობს 15 დან 30 მდე. 15 სურათის გადაღების შემდეგ თქვენ კვლავ შეგიძლიათ განმეორებით გადაღება 1 კვირის შემდეგ. ბავშვებში კი დასაშვებია 5 მდე დენტალური რენტგენოგრამის გადაღება. ამ მაქსიმუმის შემდეგ განმეორებით მხოლოდ 3-5 კვირის შემდეგ შეიძლება გადაღება. თანამედროვე ციფრული რენტგენის აპარატები და ვიზიოგრაფები საჭიროებენ მინიმალურ დასხივებას, რადგან მეტად მგრძნობიარეა და ნაკლები ინტენსივობის, უფრო ხანმოკლე დასხივებას აღიქვამენ ვიდრე ფირი. დენტალური რენტგენის სხივი არასოდესაა მიმართული პირდაპირ შინაგან ორგანოებზე და მათზე ზემოქმედება მხოლოდ ირიბია. რენტგენით დასხივების შემდეგ რადიაცია არ გადაეცემა არც დედის რძით, არც სისხლით, არც კონტაქტური ან რამე სხვა გზით. იგი მაშინვე წყდება, როგორც კი გამოსხივების წყარო ანუ აპარატი გამოირთვება. რაც შეეხება ორსულობისას დენტალური რენტგენოგრამის გადაღებას სასურველი და რეკომენდებული არაა. ვინაიდან მუცლადყოფნის პერიოდში ყალიბდება ნაყოფის ორგანოები უჯრედებიდან და თითოეული უჯრედი ღირებულია. მათმა დაზიანებამ კი შემდგომში შესაძლოა რაიმე ანომალია გამოიწვიოს. თუმცა დენტალური რენტგენოგრაფიისას არასოდეს არაა მიმართული სხივი შინაგანი

ორგანოებისკენ და მხოლოდ არეკვლის ან გაფანტვის შემთხვევაში შეიძლება მოხდეს ეს. თუკი მაინც საჭიროა რენტგენოგრაფიის გადაღება, დამცავი ტყვიის წინსაფრის გამოყენება რა თქმა უნდა აუცილებელია. სამედიცინო ხელსაწყოების განვითარებამ, დახვეწამ და ახლის გამოგონებამ მაინც ვერ ჩაანაცვლა რენტგენოლოგიური გამოკვლევა. ეს მეთოდი გამოყენებულია მედიცინის თითქმის ყველა სფეროში. რენტგენოლოგიური გამოკვლევა საშუალებას იძლევა დავადგინოთ და სწრაფად დავსვათ დიაგნოზი. დიაგნოზის დადგენის მიზნით გამოყენებულია რენტგენით გაშუქება-რენტგენოსკოპია და გადაღება-რენტგენოგრაფია.

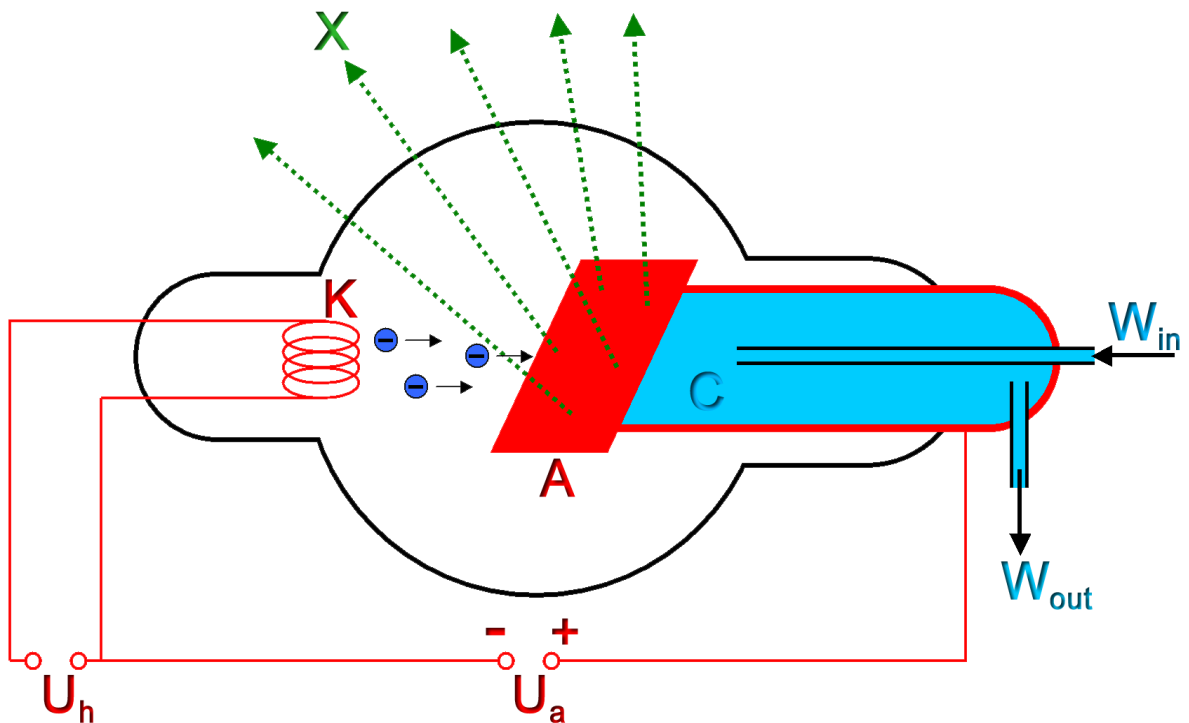
გარკვეულ შემთხვევაში მაგალითად ფილტვის პათოლოგიების დროს, როდესაც პათოლოგიური კერა ფილტვის ქროვილში ღრმადია, რენტგენოლოგიური გამოვლინებისათვის ტომოგრაფიას იყენებენ (გადაღება შრეების მიხედვით გარკვეულ სიღრმეზე),

რენტგენოლოგიური გამოკვლევის მეთოდია ბრონქოგრაფია (ბრონქებში შეჰყავთ საკონტრასტო ნივთიერება და ატარებენ რენტგენოგრაფიას). ბრონქოსკოპია ტრაქეისა და ბრონქების დათვალიერების მეთოდია სპეციალური ხელსაწყოთი, რომელსაც ბრონქოსკოპი ეწოდება. ბრონქოსკოპია იძლევა საშუალებას დავადგინოთ ბრონქის გამავლობა, მასში უცხო სხეულის ან სიმსივნის არსებობა და სხვა.

კრისტალებში რენტგენის სხივების გავლის დროს მიღებული დიფრაქციული სურათის მიხედვით შესაძლებელია სივრცეში ატომების განლაგების – კრისტალის სტრუქტურის დადგენა. არაორგანული კრისტალური ნივთიერებებისათვის ეს არ აღმოჩნდა მაინც და მაინც რთული. რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით მოხერხდა ურთულესი ორგანული ნაერთების აგებულების გაშიფრვა. კერძოდ, განსაზღვრულ იქნა ჰემოგლობინის მოლეკულის სტრუქტურა, რომელიც შეიცავს ათეულ ათასობით ატომს. ყველა ეს მიღწევა შესაძლებელი გახდა იმიტომ, რომ რენტგენის სხივების ტალღის სიგრძე იმდენად მცირეა, რომ მათ საშუალებით პრინციპში შესაძლებელია მოლეკულური სტრუქტურების და ატომების სივრცული განლაგების ხასიათის გაგება.

აგრეთვე რენტგენის სხივების გამოყენების სფეროდან აღსანიშნავია რენტგენოდეფექტოსკოპია-მეთოდი, რომლის მეშვეობითაც ხდება სხეულში დეფექტების აღმოჩენა, ლიანდაგში ბზარების მიგნება, შენადულის ნაკერების ხარისხის შემოწმება და ა.შ. რენტგენოდეფექტოსკოპია დაფუძნებულია ნაკეთობაში რენტგენის სხივების შთანთქმის ცვლილებაზე, როდესაც მასში არის სიღრუე ან განსხვავებული მინარევი.

14.3 რენტგენის მილაკის მოწყობილობა . რენტგენის სხივების მისაღებად ამჟამად შექმნილია სრულყოფილი მოწყობილობა, რომელსაც რენტგენის მილაკი ეწოდება. იგი ბევრად უკეთესია რენტგენის მიერ კონსტრუირებულ პირველ აპარატთან შედარებით.



სურათზე სქემატურად გამოსახულია ნივთიერების სპექტრული ანალიზისათვის განკუთვნილი რენტგენის მილის მოწყობილობა. ანოდის მუშა უბანს აქვს სარკისებრი ზედაპირი, რომელიც ელექტრონული კონის მიმართ მოთავსებულია მართობულად ან რაღაც კუთხით. ანოდის სარკე მზადდება მძიმე ლითონისაგან (ქრომი, რკინა, ნიკელი და სხვა). კათოდი ვოლფრამის სპირალია, რომელიც აფრქვევს ელექტრონებს თერმოელექტრონული ემისიის შედეგად. ძაბვა კათოდს ედება გამტარების მეშვეობით. ცილინდრის მეშვეობით ფოკუსირდება ელექტრონების ნაკადი, რომელიც შემდგომ

ანოდის სარკეს ეცემა. აქ წარმოიქმნება რენგტენის სხივები. მინის კოლბაში არის ბერილიუმის „სარკმელი“ გამოსხივებისათვის (ბერილიუმი სუსტად შთანთქამს რენგტენის სხივებს). ანოდი ცივდება წყლით მილის საშუალებით. ანოდსა და კათოდს შორის ძაბვა აღწევს რამდენიმე ათეულ კილოვოლტს. მილაკში იქმნება მაღალი ვაკუუმი, აირის წნევა მასში ვერცხლისწყლის სვეტის $10^{-5} - 10^{-7}$ მმ ს შეადგენს.

იმისათვის, რომ ზემოთხსენებული მასალა გავაანალიზოთ, ელექტრომაგნიტური გამოსხივების გასაზომად იყენებენ საერთაშორისო ერთეულს: ზივერტს (აგრეთვე სხვა ერთეულებსაც, მაგრამ ხშირად ხმარებაში ეს ერთეულია). ზივერტი, მარტივად რომ ვთქვათ, არის ენერჯის რაოდენობა, რომელსაც შთანთქავს კილოგრამი ბიოლოგიური ქსოვილი. $1 \text{ ზვ} = 1 \text{ ჯ} / \text{კგ} = 1 \text{ მ}^2 / \text{წმ}^2$ მაიონიზირებელი გამოსხივების დოზა, რომელსაც შთანთქავს ორგანიზმი, წელიწადში 2,4 მილიზივერტს არ უნდა აღემატებოდეს.

ბოლო დროს სამედიცინო ტექნოლოგიების განვითარებამ, ახალი აპარატების შექმნამ მაინც ვერ დააკნინა რენტგენოლოგიური კვლევის მნიშვნელობა. ეს მეთოდი დიაგნოზის სწრაფად და ზუსტად დასმის საშუალებას იძლევა. რენტგენოსკოპიას - რენტგენით გაშუქებას და რენტგენოგრაფიას - რენტგენის სურათის გადაღებას - დიაგნოზის დასასმელად იყენებენ. რენტგენის სხივები ადამიანის ორგანიზმში გავლისას შლის ზოგიერთ უჯრედს. ჩვენ ვიცით, რომ ორგანიზმში განუწყვეტლივ ხდება უჯრედების კვდომა და განახლება, ამიტომ თუ დასხივება არ იქნება დასაშვებზე მეტი, დანაკლისს ორგანიზმი თვითონვე აღადგენს. დაზიანების მასშტაბი დამოკიდებულია რენტგენის გამოსხივების ინტენსივობასა და დასხივების ხანგრძლივობაზე. დასხივების საშუალო დოზა სხვადასხვა გამოკვლევისას სხვადასხვაა:

- სტომატოლოგიური რენტგენი - 0,005 მილიზივერტი;
- ძვლის სიმკვრივის ამსახველი რენტგენი - 0,001 მზვ;
- გულმკერდის რენტგენი - 0,1 მზვ;
- მენჯის რენტგენი - 1,0 მზვ და ა.შ.

ადამიანისთვის აბსოლუტურად სასიკვდილო დოზა ერთჯერადი დასხივებისას დაახლოებით 6 ზვ ს შეადგენს. $1 \text{ ზივერტი} = 100 \text{ რენტგენს}$ [8]

15. **გამა გამოსხივება.** ეს არის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების სახე ძალიან მოკლე ტალღის სიგრძით რის გამოც აქვს დიდი განჭოლვის და ძლიერი ბიოლოგიური ზემოქმედების უნარი, გამა კვანტი წარმოადგენს მაღალენერგეტიკულ ფოტონს მისი წარმოშობის წყაროა ატომბირთვი და ბირთვული რეაქციები

	<i>გამა-გამოსხივება</i>
ტალღის სიგრძე(მ)	$3,8 * 10^{-7} - 3 * 10^{-9}$
სიხშირე(ჰც)	$8 * 10^{14} - 10^{17}$
თვისებები	აქვს ძალიან დიდი შეღწევისუნარიანობა, ახდენს ძლიერ ბიოლოგიურ ზემოქმედებას
წყარო	რადიოაქტიური ბირთვების გამოსხივება, ბირთვული რეაქციები
გამოყენება	დეფექტოსკოპიაში; ტექნოლოგიური პროცესების კონტროლი, თერაპია და დიაგნოსტიკა მედიცინაში

დასკვნა

ელექტრომაგნიტური ტალღების აღმოჩენის შემდეგ მისი გამოყენების აუცილებლობამ დიდი ადგილი დაიკავა ადამიანის ცხოვრებაში და დღესდღეობით შეუძლებელია ადამიანი უარი თქვას რენტგენოლოგიურ გამოკვლევაზე, მობილურ ტელეფონებზე, ტელევიზიაზე, რადიოზე, სხვადასხვა სახის ელექტრომაგნიტურ ტალღებზე მომუშავე გადამცემებზე (GPS, Wi-fi და სხვა) რაც დიდ კომფორტს და დიდ საფრთხეს უქმნის ადამიანის სიცოცხლეს მის მომავალს და საერთოდ დედამიწის ყველა ცოცხალ ორგანიზმს, საჭიროა ცნობიერების ამაღლება ელექტრომაგნიტური გამოსხივების თვისებების შესწავლა დამცავი ზომების მიღება დოზების ცოდნა და სტანდარტების დაწესება, ადამიანის ყველა გაუაზრებელი მოქმედება ანალოგიურად აისახება ისევ ადამიანზე და ცოცხალ ორგანიზმებზე, ირღვევა ეკოლოგიური ბალანსი გარემოში მაგალითად: ოზონის ფენის რღვევის შედეგად იმატებს ბუნებრივი ულტრაიისფერი გამოსხივების ფონი და რაც მხოლოდ და მხოლოდ დედამიწის ცოცხალი ორგანიზმების და პირველ რიგში ადამიანების პრობლემაა.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet>
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_radiation
3. Cleaver JE, Mitchell DL (2000). "15. Ultraviolet Radiation Carcinogenesis".
4. Aalto S, Haarala C, Brück A, Sipilä H, Hämäläinen H, Rinne JO (July 2006). "Mobile phone affects cerebral blood flow in humans".
5. . "IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans" (Press release). 2011-05-31. Retrieved 2011-08-01.
6. А.Мейер и Э Зейтц « Ультрафиолетовое излучение » Москва, ,Изд-во иностранной литературы, 1952, 459с .
7. Н.Ф.Галанин « Лучистая энергия и её гигиеническое значение» , Медицина, 1959 , 213с
8. «Биологическое воздействие ультрафиолетового излучения Сб.ст., Наука, 1975, 199с