

თბილისის ივანე ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო
უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა
ფაკულტეტი

გიორგი ლეკიაშვილი

საბაკალავრო ნაშრომი
სპეციალობაში „ეკოლოგია“

ულტრაიისფერი გამოსხივება და მისი ეკოლოგიური ასპექტები

ხელმძღვანელი

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის
ფიზიკის დეპარტამენტის ემერიტუს პროფესორი სიმონ
წერეთელი

თბილისი 2013

ულტრაიისფერი გამოსხივება და მისი ეკოლოგიური ასპექტი

- 1) შესავალი
- 2) ულტრაიისფერი გამოსხივების ბუნებრივი და ტექნიკური წყაროები
- 3) ულტრაიისფერი გამოსხივების ბიოლოგიური ზემოქმედება
- 4) ოზონის ფენის წარმოქმნისა და დაშლის მექანიზმი
- 5) დედამიწის ატმოსფეროზე ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედებისაგან დაცვა

1) შესავალი

ულტრაიისფერი გამოსხივებას მიეკუთვნება ელექტრომაგნიტური ტალღები, რომელთა ტალღის სიგრძეები მოთავსებულია შუალედში 0,38 მკმ-დან 100 Å-მდე. ელექტრო მაგნიტური 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 $\lambda=100\text{Å}$ -მდე შორეულ (ვაკუუმურ) არეს უწოდებენ. ტერმინი ვაკუუმური იხმარება იმის გამო, რომ $\lambda < 0,2$ მკმ-დან ულტრაიისფერი გამოსხივების შესწავლა ხდება ვაკუუმში, რადგანაც ამ დიაპაზონში ულტრაიისფერი გამოსხივების ინტენსიური შთანთქმა მიმდინარეობს ჰაერში რაც შეუძლებელს ხდის მის შესწავლას. ულტრაიისფერი გამოსხივების ფოტოქიმიური ზემოქმედების უნარი შესწავლილი იქნება ვერცხლის ქლორიდზე ამ გამოსხივების ურთიერთქმედების შედეგად.

ულტრაიისფერი გამოსხივების დიაპაზონში მცირდება ზოგიერთო სახის ნივთიერების გამჭირვალობის უნარი ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ხილულ დიაპაზონთან შედარებით. მაგალითად $\lambda=0,3$ მკმ ტალღის სიგრძის შესაბამისი ულტრაიისფერი გამოსხივებისათვის შუშების ბევრი სორტი ხდება გაუმჭირვალი. გაზობრივი ნივთიერებიდან ყველაზე მეტი გამჭირვალობა ინერტულ გაზებს ახასიათებთ. მაგალითად ჰელიუმი გამჭირვალეა $\lambda=0,05$ მკმ ტალღის სიგრძემდე.

ულტრაიისფერი გამოსხივება შთანთქმის გარდა არეკვლასაც განიცდის მრავალი სახის ნივთიერებასთან ურთიერთქმედებისას. ულტრაიისფერი გამოსხივების ნივთიერებასთან ურთიერთქმედებისას ძირითადად ხდება ელექტრონული

ელერგეტიკული დონეების აღგნება, რომელსაც მოსდევს შემდგომი იონიზაცია, დისოციაცია და ა.შ.

2) ულტრაიისფერი გამოსხივების ბუნებრივი და ტექნიკური წყაროები

ბუნებრივი წარმოშობის ულტრაიისფერი გამოსხივების ძირითად წყაროს წარმოადგენს მზე. მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების მთელი სპექტრიდან მისი მხოლოდ მცირე ნაწილი გრძელი ტალღის სიგრძის არიდან ($\lambda > 0,29$ მკმ) აღწევს დედამიწის ზედაპირს.

ულტრაიისფერი გამოსხივების სპექტრის დანარჩენი ნაწილი, განსაკუთრებით მოკლე ტალღის სიგრძის დიაპაზონიდან შთაინთქმება დედამიწის ატმოსფეროს მიერ, რაც დიდ ზეგავლენას ახდენს სხვადასხვა ატმოსფერულ პროცესებზე.

მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების ძირითად მშთანთქმელს წარმოადგენს დედამიწის ოზონის ფენა ($20-40$ კმ სიმაღლეზე), ხოლო შემდეგ მოდის ატმოსფეროს სხვა მშთანთქმელი კომპონენტები: ჟანგბადი, აზოტი, წყალბადი და სხვა ($30-200$ კმ სიმაღლეები).

ულტრაიისფერი გამოსხივების ენერგიის დიდი ნაწილი დიაპაზონებში $\Delta\lambda = 0,14 - 0,17$ მკმ და $\Delta\lambda = 0,2 - 0,24$ მკმ შთაინთქმებიან $80-100$ კმ სიმაღლეზე.

$\lambda < 0,1$ მკმ ტალღის სიგრძის შესაბამისი ულტრაიისფერი გამოსხივება იწვევს ადმოსფეროს ზედა ფენის იონიზაციას, რაც იწვევს მის გაცხელებას.

მაიონებელი ულტრაიისფერი გამოსხივება დედამიწის ატმოსფეროს საზღვართან ადგენს დაახლოებით $3-10$ ერგი/წმსმ², რომელიც მზის მთელი გამოსხივების $(0,3-1) \times 10^{-5}$ ნაწილია.

ულტრაიისფერი გამოსხივების წყაროს ასევე შეადგენენ ვარსკვლავები და სხვა კოსმიური ობიექტები. მათი ულტრაიისფერი გამოსხივება $\Delta\lambda = 0,09-0,02$ მკმ დიაპაზონში შთაინთქმება ვარსკვლავთშორისი წყალბადის და ნაწილობრივ დედამიწის ატმოსფეროს ზედა ფენების მიერ.

ულტრაიისფერი გამოსხივების წყაროს ტექნიკური წარმოშობაც ახასიათებს. ნებისმიერი სხეული, რომელიც 3000 K ტემპერატურაზეა გახურებული თავიდან გამოსხივების სპექტრში შეიცავს ულტრაიისფერ კომპონენტებს, რაც უფრო მაღალია სხეულის ტემპერატურა მით უპრო ნათლად ჩანს გამოსხივების სპექტრში ულტრაიისფერი მდგენელი. ნებისმიერი მაღალტემპერატურიანი პლაზმა წარმოადგენს ულტრაიისფერი გამოსხივების წყაროს.

ულტრაიისფერი გამოსხივების მძლავრ წყაროებს წარმოადგენენ სხვადასხვა სახის ლაზერები, პლაზმური დანადგარები, ელექტრომაგნიტური შედუღების აპარატები და ა.შ. ყველა ჩამოთვლილი წყაროები ულტრაიისფერი გამოსხივების ტექნიკური წყაროებია. მნიშვნელოვან ტექნოგენურ წყაროებს ულტრაიისფერი გამოსხივებისას წარმოადგენს აგრეთვე სხვადასხვა სახის მეტალურგიული ღუმელები და მრავალი სხვა.

3) ულტრაიისფერი გამოსხივების ბიოლოგიური ზემოქმედება

ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედებას საფუძვლად უდევს ფოტოქიმიური პროცესები იმ მოლეკულების მონაწილეობით, რომლებიც წარმოიქმნიან ორგანიზმში ცხოველის ან ადამიანის ან კიდევ მცენარეების ქსოვილების ზედა ფენების მიერ მასზე ულტრაიისფერი გამოსხივების მოქმედებისას.

ულტრაიისფერი გამოსხივების ინტენსივობაზე და დაღლის სიგრძეზე დამოკიდებულებით ეს გამოსხივება ცოცხალ ორგანიზმებზე ორნაირად მოქმედებს. ერთის მხრივ ულტრაიისფერი გამოსხივების მცირე დოზები დადებით ზეგავლენას ახდენს ადამიანზე და ცხოველებზე, უწყობს რა ხელს D ჯგუფის ვიტამინების წარმოქმნას. მეორე მხრივ დიდი დოზებით ულტრაიისფერი გამოსხივება დამლუპველად მოქმედებს ადამიანზე, ცხოველებზე და მცენარეებზე, ულტრაიისფერი გამოსხივების დადებით და დამლუპველ ზემოქმედებას შორის საზღვრის დადგენა ხშირ შემთხვევებში ძალიან ძნელია.

**) სამკურნალო მოქმედება.* მედიცინის იმ დარგს, რომელიც იყენებს ინფრაწითელ, ხილულ და ულტრაიისფერი გამოსხივებებს სამკურნალო მიზნით ფიზიოთერაპია (სინათლით მკურნალობა) ეწოდება. ამ დროს გამოიყენება ჩამოთვლილი გამოსხივებები როგორც ბუნებრივი წარმოშობის ასევე ხელოვნურიც. ხელოვნურის შემთხვევაში იყენებენ სითბურ და ლუმინესცენტურ სფეციალურ ნათაყრებს, ასევე რეალურ 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 შედარებით ყველაზე მეტი უნარით ხასიათდება ზემაღალი სიხშირის გამოსხივება, შემდეგ შედარებით ნაკლები უნარი გააჩნია ინფრაწითელ და შემდეგ ხილულ გამოსხივებებს. ყველაზე მინიმალური შეღწევის უნარი ულტრაიისფერ გამოსხივებას გააჩნია. ინფრაწითელი გამოსხივებას ადამიანის ორგანიზმზე ზემოქმედების შემთხვევაში ე.წ. ერიტემა - კანის გაწითლების ეფექტი, თავს იჩენს დასხივების დაწყებიდან რამოდენიმე წუთში, ხოლო ულტრაიისფერი გამოსხივების შემთხვევაში კი 2-8 საათის შემდეგ. საერთოდ ზემოთ ნახსენები ეს ეფექტი აგრეთვე დამოკიდებულია ადამიანის კანის სპექტრულ მგრძნობიარობაზე, ადამიანის ასაკზე, ორგანიზმში მდგომარეობაზე და ა.შ.

მაქსიმალური ერიტემური ზემოქმედების უნარი დააჩნია 0,2967-0,2537 მკმ ტალღის სიგრძის ულტრაიისფერ გამოსხივებას. კანის სიწითელე - ერიტემა, 3-4 სთ-ის შემდეგ გადადის კანის დაცვით პიგმენტაციაში (გარუჯვა).

ულტრაიისფერი გამოსხივებას იყენებენ: ა) ულტრაიისფერი უკმარისობის კომპენსაციის მიზნით (განსაკუთრებით ჩრდილოეთის რაიონში მცხოვრებთათვის). ბ) როგორც ტკივილგამაყუჩებელი და ანთების საწინააღმდეგო საშუალება ნერვითების, ნევრალგიის, რადიკულიტის, ბრონქიტის, პლევრიტის, კანის სხვადასხვა დაავადებების და ნივთიერებათა ცვლის მოშლის, რაქიტის პროფილაქტიკის და ა.შ. გ) სხვადასხვა ინფექციები (მაგალითად გრიპის) მიმართ წინააღმდეგობის უნარის მიზნით.

აღსანიშნავია, რომ ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდები სრულიად საწინააღმდეგო ეფექტის მქონეა ტუბერკულოზის აქტიური ფორმის დროს, თირკმლების დაავადებისას და ა.შ.

****) ულტრაიისფერი გამოსხივების საზიანო ზემოქმედება**

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

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 გააჩნია უნარი თავი აღიდგინოს ულტრაიისფერი გამოსხივების შედეგად მიღებული ზიანისაგან. სხვადასხვა უჯრედების მგძნობიარობა 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 გამოსხივების ინტენსივობის ცვლილება ან ამ დასხივების სპექტრის წანაცვლება მოკლე ტალღების მიმართულებით. ეს პროცესი ძალიან არასასურველია. ამიტომ კაცობრიობამ ყველაფერი უნდა გააკეთოს იმისათვის, რომ დედამიწის ატმოსფერო და მისი ოზონის შრე

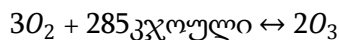
წარმოადგენდეს საიმედო დაცვის მოკლეტალღის სიგრძის მქონე ულტრაიისფერი გამოსხივების დამლუპველი ზემოქმედებისაგან.

4) ოზონის ფენის წარმოქმნისა და დაშლის მექანიზმი

*) *ოზონი და მისი თვისებები.* ოზონი წარმოადგენს ჟანგბადის მოლეკულის ალოტროპულ სახესხვაობას და შედგება 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.

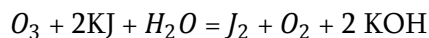
ჰაერში ოზონი წარმოიქმნება მისი ულტრაიისფერი გამოსხივებით დასხივებისას ან ჰაერში ძლიერი ელექტრონული განმუხტვისას. დედამიწის ატმოსფეროში ოზონი წარმოიქმნება ჭექა-ქუხილის დროს, ხოლო ატმოსფეროს უფრო მაღალ ფენებში ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედების შედეგად.

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. ჟანგითი უნარი ოზონისა ბევრად მაღალია ვიდრე ჟანგბადის. ოზონი ჟანგავს ყველა მეტალებს გარდა ოქროს და პლატინის ჯგუფის მეტალებისა. გაზის ნარევი ოზონის არსებობას ადგენენ შემდეგი საკონტროლო რეაქციის საშუალებით



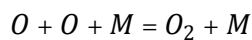
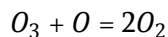
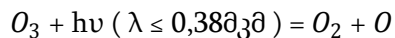
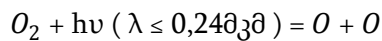
ოზონის მცირე დოზებს იყენებენ მიკრობებისაგან სტერილიზაციისათვის, წყლის, ჰაერის ოზონირებისათვის, ქაღალდის გათეთრებისათვის და ა.შ. ოზონი ძალიან ტოქსიკურია. ჰაერში მისი მაქსიმალურად დასაშვები კონცენტრაცია $10^{-5}\%$. ოზონი გაცილებით ტოქსიკურია ვიდრე ნახშირჟანგი. ოზონის მისაღებად იყენებენ როგორც ელექტრონულ (ოზონატორები), ისე ქიმიურ მეთოდებს.

**) *ატმოსფერული ოზონი.* ოზონის ფენის წარმოქმნისა და დაშლის მექანიზმი. ოზონი რომელსაც შეიცავს დედამიწის ატმოსფერო, მნიშვნელოვან როლს თამაშობს მზის რადიაცია.

მიკროტალღოვანი კომპონენტის ატმოსფეროს მიერ შთანთქმის პროცესების დროს, რითაც ბიოსფეროსათვის დაცვის ფუნქციას ასრულებს მზის რადიაციისაგან. გარდა ამისა დედამიწის ატმოსფეროში არსებული ოზონი ატმოსფეროს ტემპერატურული რეჟიმის რეგულატორსაც წარმოადგენს.

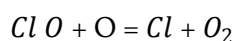
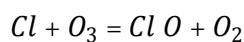
ოზონის ძირითადი რაოდენობა მოთავსებულია სტრატოსფეროში დაახლოებით 15-დან 45 კმ სიმაღლეზე. ატმოსფეროს ამ ნაწილს ხშირად ოზონოსფეროსაც უწოდებენ. ოზონის მაქსიმალური რაოდენობა კი ოზონოსფეროს 20-25 კმ არეში შეიმჩნევა. ოზონის შრის სისქე (ნორმალური პირობებისათვის: $P=760$ მმ ვერცხლ. წყლ, $T=0^{\circ}\text{C}$) საშუალოდ მთელი დედამიწისათვის შეადგენს 2.5 – 3 მმ. ამასტანავე მაღალი განედებისათვის ოზონის ამ შრის სისქე 4 მმ-დე იზრდება, ხოლო ეკვატორის მახლობელი განედებისათვის მცირდება 2 მმ-დე. ამგვარად პროცენტულად ატმოსფეროში ოზონის შემადგენლობა ძალზე მცირეა. ატმოსფეროს ზოგიერთ ადგილებში ოზონის შემადგენლობა 40-50%-ით მცირდება. ოზონოსფეროს ამ ადგილებს ოზონური ხვრელები ეწოდება.

ოზონის მოლეკულების წარმოქმნა და მისი ურთიერთქმედება ჟანგბადის ატომებთან და მოლეკულებთან აიწერება ე.წ. ჩეპმენის ციკლით



სადაც M არის „შუამავალი“ ატომის ან მოლეკულის (მაგალიტად ჟანგბადის, აზოტის) აღმნიშვნელი სიმბოლო.

ოზონის ურთიერთქმედება ატმოსფეროს ატომებთან და მოლეკულებთან და ატმოსფეროს ტექნოგენურ დაბინძურებებთან მზის რადიაციასთან ერთად იწვევას 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 ე.წ. აგრესიული ქლორის ატომების გამონთავისუფლებას, რომელიც შემდგომ ჩაეხშება ოზონთან ერთად რეაქციაში:



ასეთი რეაქციები დამლუპველია ოზონისათვის.

უარყოფითად მოქმედებს ოზონის შრეზე კოსმოსური ხომალდების ფრენები, რაკეტული დანდაგარებიდან გამოტყორცნილი ჭურვები და სხვა. ამ დროს ტროპოსფეროში და სტრატოსფეროში გამოიტყორცნებიან ისეთი „დამაჭუჭყიანებლები“ როგორებიცაა HCL, CL, NO, CO, CO_2 , 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 გარკვეულ გავლენას ახდენს ის მაღალი ენერგიის პროტონების ნაკადი, რომელიც მოემართება კოსმოსიდან. ამ ნაკადის ურთიერთქმედება ატმოსფეროსთან ოწვევას ოზონის რაოდენობის შემცირებას.

ოზონის შრეზე უარყოფით ზეგავლენას ახდენს აგრეთვე დედამიწის ატმოსფეროში გამოსროლილი ქიმიური და ელექტრონული მრეწველობის ნარჩენები.

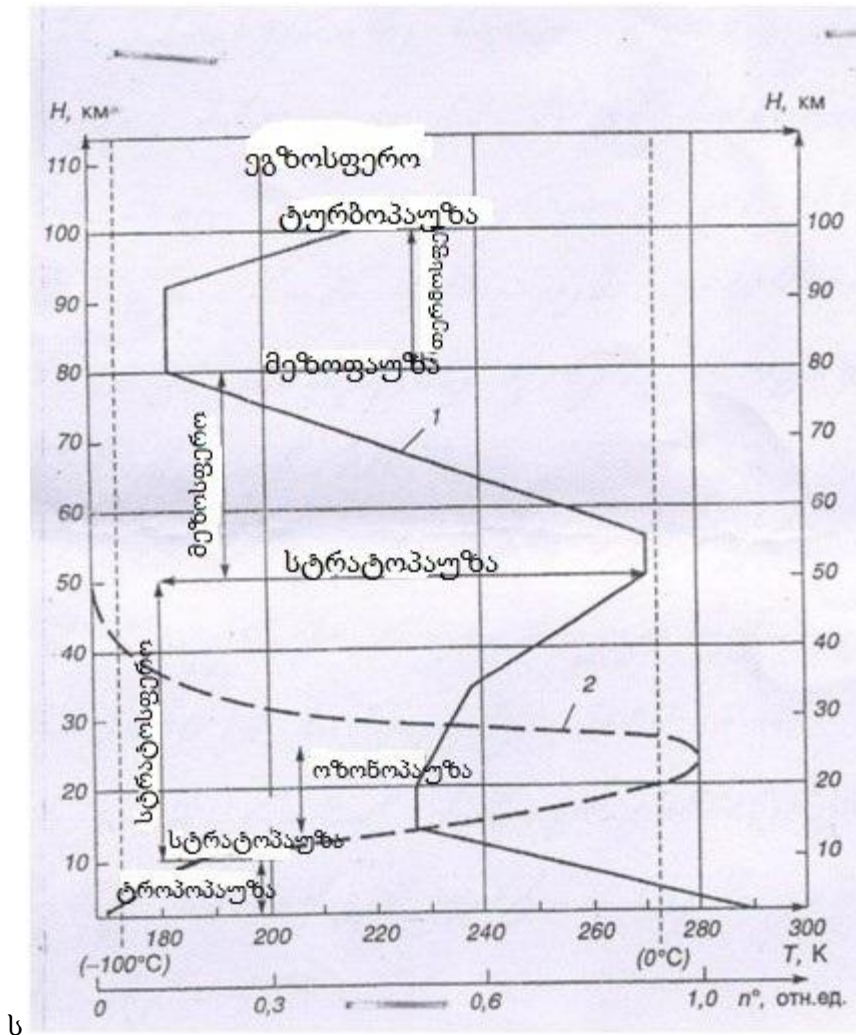
5) დედამიწის ატმოსფეროზე ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედებისაგან დაცვა

განვიხილოთ დედამიწის ატმოსფეროს შემადგენლობის სიმაღლეზე დამოკიდებულების საკითხი (ნახ.1). ამასთან არის დაკავშირებული დედამიწისა და მისი ატმოსფეროს სითბური რეჟიმის მდგომარეობა. თავის მხრივ სითბური რეჟიმი მჭიდროდ არის დაკავშირებული ოზონის ფენის ყოფაქცევაზე, რომელიც წარმოადგენს თავისებურ მიზეზს ატმოსფეროს ტემპერატურის დამოკიდებულებისა სიმაღლეზე (ნახ.2)

ატმოსფეროს ფენა	სიმაღლე (კმ)	ზოგადი დახასიათება, თავისებურებები
დედამიწის ფენა	0 - 0,5	N_2 (78%), O_2 (20%), Ar (0,9%), CO_2 (0,003%), Ne, He, Xe, CH_4 , H_2 აეროზოლოები და სხვა დამაჭუჭყიანებლები
ტროტოსფერა	0,5 - 13	შეიმჩნევა წნევის შემცირება
სტრატოსფერო	13 - 50	ოზონის ფენა (კონცენტრაციის მაქსიმუმი 20-25კმ სიმაღლეზე)
მეზოსფერო	50 - 80	ოზონის ფენა არ არის. წარმოიქმნებიან ჟანგბადის ატომები
თერმოსფერო	80 - 100 120 - 130 160 - 180 600-ის ზევით	ჟანგბადის ატომები 20% მოლეკულები O -ს რაოდენობა = O_2 - ის რაოდენობას O -ს რაოდენობა= N - ის რაოდენობას ძირითადად შეიმჩნევა He
ეგზოსფერო	1000-ის ზევით 1500 - 2000 2000-ის ზევით	ნაწილაკების სიჩქარე 11,2 კმ/წმ He- ის რაოდენობა= H-ის რაოდენობას წყალბადის ატომები. ატმოსფერო გადადის საპლანეტუროს გაზში

ნახ.1(8.2) ატმოსფეროს შემადგენლობის დამოკიდებულება სიმაღლეზე

დედამიწის მახლობელ ფენაში ჰაერი შეიცავს 78% აზოტს, 20% ჟანგბადს, 0,93%არგონს, 0,03% ნახშირჟანგის გაზს; გარდა ჩამოთვლილისა მცირე რაოდენობით აგრეთვე შეიმჩნევიან ნეონი, ჰელიუმი, ქსენონი, კრიპტონი, წყალბადი, მეთანი, აზოტის ოქსიდი. გარდა ამისა ჰაერი შეიცავს სხვადასხვა „დამაჭუჭყიანებლებს“ /ტხევადი და მყარი აეროზოლების სახით. ტექნოგენური წარმოშობის სხვადასხვა გაზები და ა.შ. აეროზოლები წარმოადგენენ ატმოსფეროს ოპტიკურად აქტიურ ერთ-ერთ შემადგენელს, რომლის ზომებიც რამოდენიმე ათეული მიკრონიდან რამოდენიმე ნანომედრამდე. აეროზოლები გვხვდებიან როგორც მყარ ისე თხევად მდგომარეობაში. აეროზოლები დაიშვრებიან არა მარტო ტროტოსფეროში, არამედ ატმოსფეროს ზედა ფენებშიც, სადაც ისინი ხვდებიან კოსმოსიდან, ასევე დედამიწის ზედაპირიდანაც ტექნოგენური დაჭუჭყიანების სახით, ვულკანური ამოფრქვევების შედეგად და ა.შ. აეროზოლების რაოდენობა მკვეთრად ეცემა სიმაღლის ზრდასთან ერთად.



ნახ.2 . ტემპერატურის განაწილება სიმაღლის მიხედვით (მრუდი 1), ოზონის კონცენტრაციის R° - განაწილება სიმაღლის მიხედვით დედამიწის ატმოსფეროში.

აეროზოლის ნაწილაკების კონცენტრაციის ზრდა იწვევს დედამიწის ზედაპირის მიერ მზის გამოსხივების ეკრანირებას, რაც იწვევს პლანეტის ტემპერატურის შემცირებას.

როგორც ცნობილია დედამიწის ატმოსფეროს შედგენილობა საგრძნობლად იცვლება სიმაღლის მიხედვით. ატმოსფეროს შედგენილობა ტროპოსფეროში დაახლოებით ისეთივეა როგორც დედამიწის მახლობელ სივრცეში, მაგრამ შეიძლება ჰქნეს დაცემა სიმაღლის მიხედვით. მთავარი განსხვავება სტრატოსფეროსა და ტროპოსფეროს შორის მდგომარეობს იმაში, რომ არ (სტრატოსფეროში) მდებარეობს ოზონის შრე O_3 მოლეკულების რიცხვის მაქსიმუმით 20-25 კმ სიმაღლეზე. მეზოსფეროში იწყება ჟანგბადის ატომების კონცენტრაციის ზრდა ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედებით გამოწვეული O_2 მოლეკულების დისოციაციის შედეგად. ასე თუ ისე ატმოსფერო რჩება ერთგვაროვანი, როდესაც ხდება

ადმოსფეროს მასების ტურბულენტური მოძრაობის შედეგად გამოწვეული შერევით და ეს აღწევს 100 კმ სიმაღლეს (ტურბოპაუზა). ტურბოპაუზა ეწოდება ისეთ დონეს დედამიწის ატმოსფეროში, სადაც ტურბულენტური შერევის მოქმედება წყდება. მიუხედავად ამისა უკვე 80 – 90 კმ სიმაღლიდან დაწყებული იზრდება ჟანგბადის ატომების რაოდენობა უტოლდება ჟანგბადის მოლეკულების რაოდენობას. 160 – 180 კმ სიმაღლეებზე ჟანგბადის ატომების რაოდენობა უტოლდება აზოტის ატომების რაოდენობას.

600 კმ სიმაღლის ზემოთ ატმოსფეროს ძირითად შემადგენელს შეადგენს ჰელიუმი, რომლის რაოდენობა რიცხობრივად უტოლდება წყალბადის ატომების რაოდენობას 1500 – 2000 კმ სიმაღლეზე. 2000კმ - ის ზემოთ ატმოსფერო გადადის საპლანეტაშორის გაზში, რომლის ძირითად კომპონენტებს წარმოადგენენ ჰელიუმის ატომები, რომლებიც შთანთქავენ ულტრაიისფერი გამოსხივების მოკლე ტალღის სიგრძის მქონე არეს.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ 1000 კმ სიმაღლის ზევით დედამიწის ატმოსფეროს ნაწილაკები შეიძენენ კოსმოსურ სიჩქარეებს (11,2 კმ/წმ) და უფრო მეტსაც, რის გამოც ეს ნაწილაკები უკვე დაძლევენ დედამიწის მიზიდულობის ძალებს და ტოვებენ ატმოსფეროს.

ამგვარად მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების მოკლესი ტალღის სიგრძის მქონე არის ძირითად მშთანთქმელებს დედამიწის ატმოსფეროში წარმოადგენენ ჰელიუმის ატომები, ჰელიუმი, აზოტი, ჟანგბადი და შემდეგ ძირითად ეკრანს ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან ($\lambda < 0,33$ მკმ) უკვე წარმოადგენს ოზონის შრე. ამის გამო, რომ ატმოსფეროს სიმკვრივე ძალიან სწრაფად ეცემა სიმაღლის ზრდასთან ერთად, ჩავთვალოთ, რომ ატმოსფეროს მთელი მასის 80% იმყოფება ტროპოსფეროში. ქვემოთ მოტანილია ჰაერის სიმკვრივის დამოკიდებულება სიმაღლეზე

სიმაღლე კმ---0	10	20	30	40	50	100
ჰაერის სიმკვრივე $\approx 10^3$ გ/მ ³	$3 \cdot 10^2$	10^2	30	5	$\approx 1,0$	10^{-2}

ნახ. 3. ატმოსფეროს ჰაერის სიმკვრივის დამოკიდებულება სიმაღლეზე.

ატმოსფეროს წნევის შემცირება სიმაღლის ზრდასთან ერთად ექსპონენციალური კანონით ხდება. 10 კმ სიმაღლეზე და ზემოთ ატმოსფეროს სიმკვრივე უკვე უმნიშვნელოა.

ახლა გადავიდეთ დედამიწის ატმოსფეროს ტემპერატურის სიმაღლის მიხედვით განაწილების საკითხის უფრო დეტალურ განხილვაზე.

სტრატოსფეროში არსებული ოზონის შრე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ატმოსფეროს ტემპერატურულ რეჟიმზე და მზის რადიაციის შთანთქმის პროცესებზე მთელ

სპექტრულ ინტერვალში. ტემპერატურის განაწილება სიმაღლის მიხედვით და ოზონის კონცენტრაციის განაწილება სტრატოსფეროში მოცემული ნახ 8.2 -ზე.

ატმოსფეროს ქვედა ნაწილში ანუ სტრატოსფეროს ფენაში დემფერატურა სიმაღლის მიხედვით მცირდება დაახლოებით 6K- ით ყოველ 1 კმ-ზე. სიმაღლეებზე 12 კმ- დან 20კმ-მდე დემპერატურა რჩება მუდმივი. ატმოსფეროს ეს ფენა იწოდება პირველ იზოთერმულ ფენად. ამ ფენის ზევით ტემპერატურა ისევ იზრდება (ინვერსიის ზონა) თითქმის 270K ტემპერატურამდე, აღწევს სტრატოპაუზის დონეს (≈ 47 კმ) და 55კმ- მდე რჩება მუდმივი. ამ არეს ეწოდება მეორე იზოთერმული ფენა. საჭიროა აღინიშნოს, რომ ატმოსფეროზე და მხოლოდ 1 % მოდის 5 კმ - ის ზევით მდებარე ატმოსფეროს მასაზე.

დაწყებული 55 კმ სიმაღლიდან ტემპერატურა ისევ მცირდება დაახლოებით 180 K - მდე 80 კმ სიმაღლემდე (მეზოპაუზა) და 90კმ სიმაღლემდე რჩება მუდმივი. (მესამე იზოთერმული ფენა). მეზოპაუზის ზემოთ დაწყებული ≈ 90 კმ სიმაღლიდან იწყება ატმოსფეროს არე რომელსაც თერმოსფერო ეწოდება, რომელიშიდაც ტემპერატურა ისევ იზრდება ძალიან მაღალ ნიშნულამდე (1000K - ზე მეტი).

ეგზოსფეროს არედან, რომელიც ატმოსფეროს ზემოთ მდებარეობს დება ატმოსფეროს ატომების გაბნევა კოსმოსში დისოციაციის პროცესების შედეგად.

ნახ. 8.2 - დან კარგად ჩანს ტემპერატურის ცვლილება დედამიწის ატმოსფეროში სიმაღლის ზრდასთან ერთად, (ნახაზზე - მრუდი 1), რომელიც ბევრად არის დამოკიდებული ოზონის შრის არსებობით (ნახაზზე - მრუდი 2), რომელიც კონცენტრაციის მაქსიმუმი მოდიოდა 20 – 25 კმ სიმაღლეზე. პრაქტიკულად ოზონის მოლეკულები შთანთქავენ მზის გამოსხივებას სიხშირეთა ფართო დიაპაზონში (განსაკუთრებით $\lambda < 0,35$ მკმ). მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების მოკლეტალღოვანი ნაწილი მიაღწევს რა ოზონის შრეს, სუსტდება მისი შთანთქმის გამო წყალბადის, აზოტისა და ჟანგბადის აწომების მიერ. ოზონის შრე წარმოადგენს ძირითად დამცველ ეკრანს ყოველი ცოცხალისათვის დედამიწის ზედაპირზე მზის ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან 0,35 მკმ ტალღის სიგრძეზე ნაკლები მნიშვნელობით. ნახ.2 -ზე მოცემული (1) და (2) მრუდების შედარებისას ჩანს, რომ ოზონის კონცენტრაცია ტემპერატურასთან უკუპროპორციულ ფუნქციონალურ დამოკიდებულებაშია. ოზონის მოლეკულების კონცენტრაციის მაქსიმუმს შეესაბამება ტემპერატურის მინიმუმი ტრაპოსფეროსა და სტრატოსფეროს საზღვარზე 22-25 კმ სიმაღლეებზე. ამ არეში ატმოსფეროს ტემპერატურის გაზრდისას ოზონის კონცენტრაცია და ატმოსფეროს გახურების სიჩქარე მცირდება.

ოზონის შრე წარმოადგენს თავისებურ სტაბილიზატორს ატმოსფეროს ტემპერატურული რეჟიმის მექანიზმში. 80კმ სიმაღლემდე აღწევს მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების შესუსტებული ნაწილი. ამ არეში შთანთქმა უმნიშვნელოა და ამიტომაც ტემპერატურა ღებულობს მინიმალურ მნიშვნელობას (≈ 180 K).

უფრო დაბალ სიმაღლეებზე ოზონის ატომები შთანთქავს მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების გრძელტალღოვან ნაწილს ($\lambda < 0,3$ მკმ). ამას მივყავართ ატმოსფეროს ძლიერად გახურებამდე. სიმაღლის შემდგომი მეცირებისას ტემპერატურა ეცემა ორი მიზეზის გამო: პირველი - ჰაერის სიმკვრივე საგრძნობი ხდება და მისი გახურება უფრო რთულია. მეორე - მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების დიაპაზონი ამ სიმაღლეებზე სესუსტებულია მისი ატმოსფეროს უფრო მაღალ სიმაღლეებზე შთანთქმის გამო.

ტროტოსფეროს არეში შეინიშნება ტემპერატურის ზრდა თითქმის დედამისი ზედაპირამდე.

დედამიწის ატმოსფეროში სითბოგაცვლის და მასისგაცვლის პროცესები სინამდვილეში გაცილებით რთულია ვიდრე ზემოთ განხილული მექანიზმი. სინამდვილეში ხდება მრავალი ურთიერთდამოკიდებული ფაქტორების ურთიერთქმედებები.

ზემოთ აღნიშნულ პროცესებში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს აგრეთვე ატმოსფეროს იონური და ელექტრონული კომპონენტები.

გამოყენებული ლიტერატურა

- 1) И.С Асаенко, А.И. Навоша - Радиационная безопасность, Минск 2004 г
- 2) Кукль И.А - Физическая экология М. 2003 г
- 3) კ. გელაშვილი - რადიაციული ჰიგიენა თბილისი 1983
- 4) Богуш В.А и др. электромагнитные излучения методы и средства защиты/
Пог рег. В.М. Лыникова - Мн: бестринм 2003 г
- 5) გურამ სუპატაშვილი, გია ქაჯაია - გარემო და ადამიანი თბილისი 2001
- 6) ზაურ კვინკაძე, ზინაიდა დავითაია, ლელა კვინკაძე - ეკოლოგიის მოკლე კურსი
თბილისი 2010