



# ფიზიკა

10

ქეთევან ტატიშვილი

ბუნებისმეტყველება



ფიზიკა

ქიმია

ბიოლოგია

ქეთევან ტატიშვილი

# ფიზიკა

## 10

მოსწავლის წიგნი

სახელმძღვანელო გრიფირებულია განათლების ხარისხის  
განვითარების ეროვნული ცენტრის მიერ  
(ბრძ. N375, 18.05.2012 წელი)



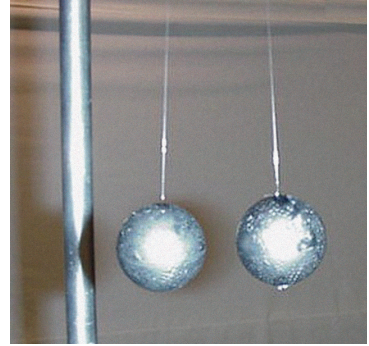
<b>თემა I.</b>	<b>ელექტრული მუხტი</b> .....	7
<b>პროექტი:</b>	ამბავი რწყილისა და ქიანჭველასი, ანუ ჩვენი სამყაროს დამატებითი განზომილებები .....	7
	1.1. სხეულთა დაელექტროება (გამეორება) .....	11
	1.2. ელექტრული მუხტის თვისებები .....	15
	1.3. კულონის კანონი .....	18
	1.4. ფიზიკა ამოცანებში: კულონის კანონი. ძალთა სუპერპოზიციის პრინციპი.....	22
	შეამონმე შენი ცოდნა.....	26
	თემის დამატებითი კითხვები, ამოცანები.....	28
<b>თემა II.</b>	<b>ელექტრული ველი</b> .....	30
<b>პროექტი:</b>	როგორ გავხედეთ მსოფლიოს მბრძანებელი, ანუ ფარადეის გალია .....	30
	2.1. ელექტრული ველი .....	33
	2.2. ფიზიკა ამოცანებში: ნერტილოვანი მუხტის ველის დაძაბულობა. ველების სუპერპოზიციის პრინციპი .....	39
	2.3. ელექტროსტატიკური ველის მუშაობა. ელექტრული ველის პოტენციალი. პოტენციალთა სხვაობა.....	43
	2.4. ფიზიკა ამოცანებში: ელექტროსტატიკური ველის მუშაობა. ელექტრული ველის პოტენციალი. პოტენციალთა სხვაობა.....	49
	2.5. გამტარები ელექტროსტატიკურ ველში .....	55
	2.6. დიელექტრიკები ელექტროსტატიკურ ველში .....	60
	2.7. კონდენსატორი .....	63
<b>პროექტი:</b>	ქილა, რომელმაც ევროპა შეძრა .....	68
	შეამონმე შენი ცოდნა .....	70
	თემის დამატებითი კითხვები, ამოცანები.....	72
<b>თემა III.</b>	<b>ელექტრული დენი</b> .....	75
<b>პროექტი:</b>	ფარაონის ნათურა .....	75
	3.1. ელექტრული დენი. დენის წყაროს ემძ .....	78
	3.2. ელექტრული დენი ლითონის გამტარებში. დენის ძალა.....	81
	3.3. ელექტრული წინაღობა. კუთრი წინაღობა .....	84
	3.4. ომის კანონი სრული წრედისათვის.....	90
	3.5. ფიზიკა ამოცანებში: ომის კანონი სრული წრედისათვის.....	92
	3.6. ფიზიკა ამოცანებში: კონდენსატორთა ბატარეა. გალვანურ ელემენტთა ბატარეა .....	100
	3.7. დენის მუშაობა და სიმძლავრე. ჯოულ-ლენცის კანონი .....	107
	შეამონმე შენი ცოდნა .....	113

<b>თავა IV.</b>	<b>ელექტრული დენი სხვადასხვა გარემოში</b> .....	115
<b>პროექტი:</b>	ბალდადის ბატარეა, ანუ 2000 წლის წინ დაწყებული ელექტრობის ისტორია .....	115
	4.1. ელექტრული დენი სითხეში .....	118
<b>პროექტი:</b>	ციდან დაშვებული ელექტრობა .....	122
	4.2. ელექტრული დენი აირში .....	124
	4.3. ელექტრული დენი ვაკუუმში .....	130
	4.4. ელექტრული დენი ნახევარგამტარებში .....	133
	შემოწმე შენი ცოდნა .....	139
<b>თავა V</b>	<b>მაგნიტური ველი</b> .....	141
	დედამინის მაგნიტური ველი .....	141
	5.1. მაგნიტური ველის ინდუქცია .....	144
	5.2. ამპერის ძალა .....	148
	5.3. მაგნიტური ველის ძალნირები .....	151
	5.4. მაგნიტური ველის ძალნირების მიმართულება .....	153
	5.5. ლორენცის ძალა .....	155
<b>პროექტი:</b>	ენერგია, რომლის ხარჯზეც ელექტროძრავა მუშაობს .....	158
	5.6. ფიზიკა ამოცანებში: დამუხტული ნაწილაკის მოძრაობა	
	ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში .....	160
	მაგნიტური ხაფანგი .....	166
	შემოწმე შენი ცოდნა .....	168
<b>თავა VI</b>	<b>ელექტრომაგნიტური ინდუქცია</b> .....	169
	6.1 ელექტრომაგნიტური ინდუქცია .....	170
	6.2 ლენცის წესი .....	174
	6.3 ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონი .....	177
	6.4 თვითინდუქცია .....	183
	შემოწმე შენი ცოდნა .....	187
	განმეორებითი გაზომვები .....	188
	ტესტების პასუხები .....	189
	დამატებითი კითხვებისა და ამოცანების პასუხები .....	190

## 1 ელექტრული ველი

**?** დამუხტული ბურთულის გვერდით მეორე დამუხტული ბურთულა დაკიდეს (სურ. 1). გადაიხრება თუ არა ვერტიკალური მდგომარეობიდან პირველი ბურთულა? მეორე ბურთულა? რატომ?

ცხადია, ამ კითხვებზე პასუხს შარლ კულონიც გასცემდა, თუმცა ის დამუხტული ბურთულების ურთიერთქმედებას ექსპერიმენტულად დადგენილ ფაქტად მიიჩნევდა და ამ ურთიერთქმედების მექანიზმს, თუ რა გზით გადაეცემა გარკვეულ მანძილზე ერთი ბურთულის მოქმედება მეორეს უშუალო შეხების გარეშე, ფრანგი მეცნიერი ვერ ახსნიდა.



სურ. 1

მეცნიერების შემდგომმა განვითარებამ ცხადყო, რომ დამუხტული სხეულების ურთიერთქმედებას საკმაოდ რთული ხასიათი აქვს. ინგლისელი მეცნიერების ფარადეის (1791-1867) და მაქსველის (1831-1879) შრომებმა საფუძველი ჩაუყარა ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედების თანამედროვე თეორიას, რომლის თანახმადაც, **დამუხტული სხეულების გარშემო არსებობს ელექტრული ველი, რომლის საშუალებითაც მათ შორის ურთიერთქმედება ხორციელდება:** ყოველი  $q_1$  მუხტი თავის გარშემო ქმნის ელექტრულ ველს, რომელიც  $q_2$  მუხტზე მოქმედებს და პირიქით,  $q_2$  მუხტის მიერ შექმნილი ველი  $q_1$ -ზე მოქმედებს.

ელექტრულ (გრავიტაციულ, მაგნიტურ) ველს არ აქვს ფორმა, ფერი, სუნი, გემო, არ შეიძლება მისი დანახვა და ხელით შეხება, ანუ მას, ნივთიერებისგან განსხვავებით, არ აქვს სტრუქტურა, აგებულება. ველის არსებობის აღმოჩენა მხოლოდ მისი მოქმედებების შედეგადაა შესაძლებელი.

## 2 ელექტრული ველის ძირითადი თვისებები

ჩვენ შეგვიძლია მარტივი ცდების საშუალებით დავადგინოთ **ელექტრული ველის ძირითადი თვისებები**. მოდი, ჩავატაროთ ცდა და დავაკვირდეთ, როგორ „იქცევა“ დამუხტული სხეულის გარშემო არსებულ სივრცეში სხვა სხეული.



### ცდა 1

- ▶ დაამზადეთ გამტარი ცილინდრი: ფოლგისგან გამოჭერით 3 x 3 სმ ზომის კვადრეტი და მრგვალ ფანქარზე გადაახვიეთ.
- ▶ ფანქარი ფრთხილად გამოაძრეთ და მიღებულ ცილინდრს ერთი ბოლო მოუკარით.
- ▶ დაკიდეთ ცილინდრი შტატივის თათზე აბრეშუმის ან კაპრონის ძაფით და დამუხტეთ: შეახეთ მას, მაგ., აბრეშუმის ქსოვილზე ხახუნისას დაელექტროებული მინის ლერო. რა ნიშნით დაიმუხტება ცილინდრი?
- ▶ კვლავ გაახახუნეთ მინის ლერო აბრეშუმზე და მიუახლოვეთ დამუხტულ ცილინდრს საკმაოდ დიდი მანძილიდან. დააკვირდით: როგორ იცვლება ძაფის გადახრის კუთხე მანძილის შემცირებასთან ერთად. **ახსენით ცდის შედეგი.**



სურ. 2

▶ გაითვალისწინეთ, რომ ელექტრული ველი არა მარტო ღეროს გარშემო, არამედ დამუხტული ცილინდრის გარშემოც იქმნება და **ახსენით**, რა არის ცილინდრისა და ღეროს ურთიერთქმედების არსი.

მაშ ასე,

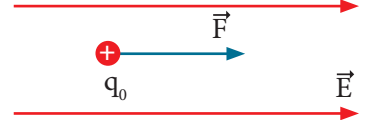
- 1. დამუხტული სხეულის (მუხტის) გარშემო იქმნება ელექტრული ველი, რომელიც გარკვეული ძალით მოქმედებს მასში მოთავსებულ ყველა დამუხტულ სხეულზე (მუხტზე).**  
სწორედ დამუხტულ სხეულზე (ან ნაწილაკზე) ველის მხრიდან მოქმედი ძალის საშუალებითაა შესაძლებელი ელექტრული ველის აღმოჩენა.  
ძალას, რომლითაც ელექტრული ველი დამუხტულ სხეულზე (ან ნაწილაკზე) მოქმედებს, **ელექტრული ძალა** ეწოდება (ელექტრული ველის მოქმედებას ნეიტრალურ სხეულზე, მაგ., დაუმუხტავ ელექტროსკოპზე ან ქალაღის ნაკუნებზე, მომდევნო გაკვეთილებზე განვიხილავთ).
- 2. დამუხტული სხეულის გარშემო არსებული ელექტრული ველი სხეულთან ახლოს უფრო ძლიერია, ვიდრე მისგან მოშორებით.**

### 3 დაძაბულობა – ელექტრული ველის მახასიათებელი

ცდებით დგინდება: ელექტრული ველში მოთავსებულ მუხტზე მოქმედი ელექტრული ძალის შეფარდება ამ მუხტის სიდიდესთან მუხტის სიდიდეზე დამოკიდებული არ არის, ამიტომ ეს შეფარდება ელექტრული ველის მახასიათებლადაა მიჩნეული. მას ელექტრული ველის დაძაბულობა ეწოდება.

დაძაბულობა ვექტორული სიდიდეა. ის  $\vec{E}$  ასოთი აღინიშნება.

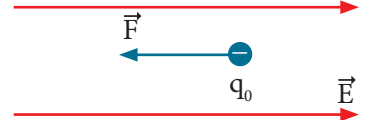
ელექტრული ველის დაძაბულობა მოცემულ წერტილში ტოლია ამ წერტილში მოთავსებულ წერტილოვან მუხტზე ველის მხრიდან მოქმედი ძალის შეფარდებისა მუხტის სიდიდესთან:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (1)$$


სურ. 3, ა

(1)-ლი ფორმულის თანახმად,

წერტილოვან მუხტზე ველის მხრიდან მოქმედი ელექტრული ძალა გამოითვლება ფორმულით:

$$\vec{F} = q \vec{E} \quad (2)$$


სურ. 3, ბ

**დააკვირდი** მე-(2) ფორმულას და **გააკეთე დასკვნა:**

- ▶ თუ  $q > 0$ , მაშინ დაძაბულობის ვექტორი მუხტზე მოქმედი ძალის ..... (სურ.3,ა), ხოლო თუ  $q < 0$ , მაშინ დაძაბულობის ვექტორი მუხტზე მოქმედი ძალის ..... (სურ.3,ბ).
- (წერტილების ნაცვლად ჩასვი სათანადო სიტყვები: „საპირისპირო“ ან „თანამიმართული“).

### 4 დაძაბულობის ვექტორის მიმართულება

მოცემულ წერტილში ველის დაძაბულობა ისევე, როგორც სხვა ვექტორული სიდიდეები (მაგ., სხეულზე მოდებული ძალა) შეიძლება გრაფიკულად გამოისახოს ამ წერტილში მოდებული ვექტორის სახით. ველის დაძაბულობის ვექტორის მიმართულებად მიღებულია ველში მოთავსებულ დადებით მუხტზე მოქმედი ელექტრული ძალის მიმართულება (სურ. 3. ა, ბ).

### 5 დაძაბულობის ერთეული

(1)-ლი ფორმულიდან ჩანს, რომ დაძაბულობის ერთეული SI სისტემაში  $1 \frac{6}{3}$  -ია.

#### ! დაფიქრი

რა შემთხვევაში ვიტყვით, რომ ველის დაძაბულობა  $1 \text{ ნ/კ-ია}$ ?

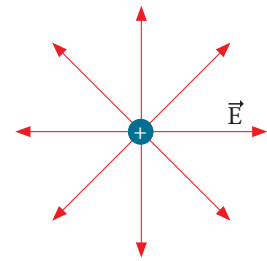
## 6 ელექტრული ველის ძალნირები

შენ იცი, რომ ელექტრული ველის თვალსაჩინოდ წარმოსადგენად მოსახერხებელია **ძალნირების** გამოყენება.

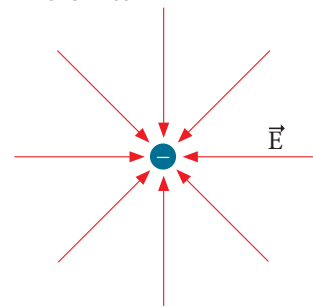
ველის გრაფიკულად წარმოდგენის მეთოდი პირველად ფარადეიმ გამოიყენა. ის თვლიდა, რომ ძალნირები სინამდვილეშიც არსებობს და დაფებივითაა გაბმული სივრცეში. თანამედროვე მეცნიერებამ კი დაამტკიცა, რომ ძალნირები რეალური დაფები არ არის, ისინი მხოლოდ გეომეტრიული წირებია, რომელთა განლაგების სურათი ერთგვარ წარმოდგენას გვაძლევს ველის განაწილებაზე.

სურ. 4, 5, 7, 8-ზე გამოსახულია სხვადასხვა მუხტების მიერ შექმნილი ელექტრული ველის ძალნირების განლაგება. მოდი, ჩავატაროთ მარტივი ცდები და შევამოწმოთ, რამდენად სწორადაა მათზე გამოსახული ძალნირების განლაგება.

**ცდებისთვის საჭიროა:** ელექტროფორული მანქანა და „ელექტრული სულთანი“. „ელექტრული სულთნის“ დამზადება შენც შეგიძლია: ქაღალდი ვინრო ზოლებად დაჭერი და რამდენიმე ცალი ლითონის ლეროზე დაამაგრე.



სურ. 4. გაცალკეებული ნერტილოვანი დადებითი მუხტის ველი.



სურ. 5. გაცალკეებული ნერტილოვანი უარყოფითი მუხტის ველი.



### ცდა II

- ▶ „სულთნის“ ლითონის ლერო სადგამში ჩაამაგრეთ და ელექტროფორული მანქანის ერთ-ერთ ბურთულას მიუერთეთ (სურ. 6)
- ▶ აბრუნეთ მანქანის სახელური: ქაღალდის ზოლები დაიმუხტება და მათი ყოველი პატარა მონაკვეთი ერთგვარი საცდელი მუხტი გახდება, რომელზეც დამუხტული ლეროს ელექტრული ველი მოქმედებს. თითოეული მონაკვეთი ისეთი მიმართულებით ორიენტირდება, როგორი მიმართულებითაც მასზე ელექტრული ძალა მოქმედებს.
- ▶ **დააკვირდით**, როგორ განლაგდება ქაღალდის ზოლები და შეადარეთ სურ. 4-სა და 5-ზე გამოსახულ ნახაზს.



სურ. 6



### ცდა III

- ▶ ერთმანეთთან ახლოს მდგომი ორი „სულთანი“ მიუერთეთ ელექტროფორული მანქანის სხვადასხვა ბურთულას (ანუ დამუხტეთ ისინი სხვადასხვა ნიშნის მუხტებით).
- ▶ **დააკვირდით:** რომელ სურათზეა გამოსახული ძალნირების მსგავსი განლაგება?

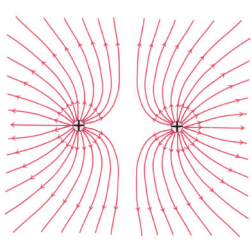


### ცდა IV

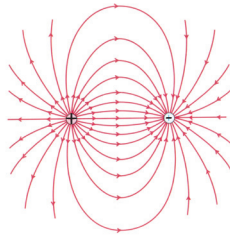
- ▶ ერთმანეთთან ახლოს მდგომი ორი „სულთანი“ მიუერთეთ ელექტროფორული მანქანის ერთსა და იმავე ბურთულას (ანუ დამუხტეთ ისინი ერთნაირნიშნის მუხტებით).
- ▶ **დააკვირდით:** დაემთხვა თუ არა „სულთნის თმების“ განლაგება შესაბამის სურათზე გამოსახულ ძალნირების განლაგებას?

**რა ინფორმაცია შეიძლება მივიღოთ ველის გრაფიკული სურათიდან?**

1. ნებისმიერ წერტილში ველის დაძაბულობის ვექტორის მიმართულება ამ წერტილში ძალწირის მიმართულებას ემთხვევა (ველის ძალწირებს დაძაბულობის წირებსაც უწოდებენ). ძალწირის მიმართულებაში კი ძალწირის მხების მიმართულება იგულისხმება. მაგრამ რომელია ძალწირის მხების მიმართულება, მაგ., A წერტილში (სურ.9.ა): მიმართულება A-დან B-სკენ თუ A-დან C-სკენ?



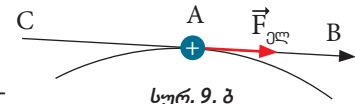
სურ. 7. ორი ერთნაირი სიდიდის დადებითი მუხტის მიერ შექმნილი ველის ძალწირების განლაგება.



სურ. 8. ორი ერთნაირი სიდიდის და სხვადასხვანაირი მუხტების მიერ შექმნილი ველის ძალწირების განლაგება.

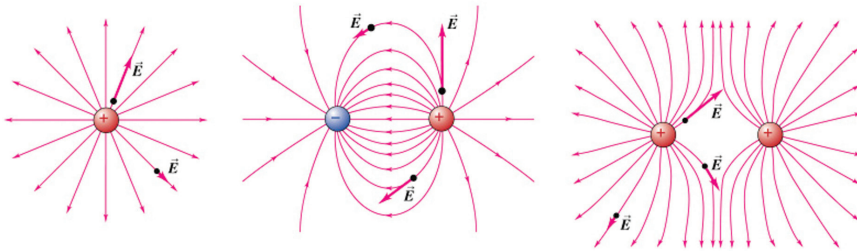


სურ. 9. ა



სურ. 9. ბ

შენ იცი, რომ ნებისმიერ წერტილში ველის დაძაბულობის ვექტორის მიმართულება ამ წერტილში მოთავსებულ დადებით მუხტზე მოქმედი ძალის მიმართულებას ემთხვევა, ამიტომ თუ დავუშვებთ, რომ დადებით მუხტზე მოქმედი ელექტრული ძალის მიმართულება ისეთია, როგორც ეს სურ. 9, ბ-ზეა ნაჩვენები, მაშინ ველის მოცემულ წერტილში ძალწირის მხების მიმართულება (ძალწირის მიმართულება) იქნება მიმართულება A-დან B-სკენ.



სურ. 10. ნებისმიერ წერტილში ველის დაძაბულობის ვექტორის მიმართულება ამ წერტილში ძალწირის მიმართულებას ემთხვევა (სურათებზე გამოსახულ ველებში შეტანილია დადებითი საცდელი მუხტი).

**! დაფიქრდი**

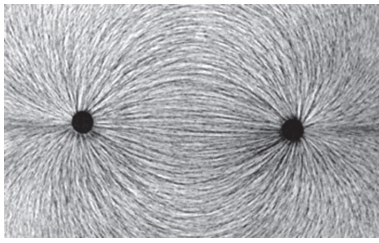
- ▶ როგორ შეიცვლება დადებითად დამუხტული ნაწილაკის სიჩქარე ელექტრულ ველში, თუ ის იმოდრავებს ველის ძალწირების: ა) მიმართულებით; ბ) საპირისპიროდ?
- ▶ რა შეიცვლება, თუ დადებითი ნაწილაკის ნაცვლად ველში უარყოფითი ნაწილაკის მოძრაობას განვიხილავთ?

2. ელექტრული ველის ძალწირები დამუხტული სხეულის ზედაპირის მართობულია და შეკრული არ არის: დადებით მუხტზე იწყება და უარყოფით მუხტზე მთავრდება.

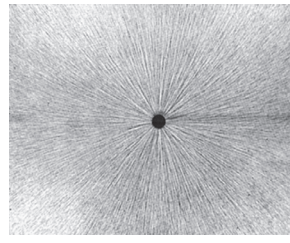
**! დაფიქრდი**

- ▶ სად მთავრდება გაცალკეებული (სხვა მუხტებისგან უსასრულოდ შორს მყოფი) დადებითი მუხტის ველის ძალწირები? სად იწყება გაცალკეებული უარყოფითი მუხტის ძალწირები? თუ ამ შემთხვევებში ძალწირები შეკრული არ არის?

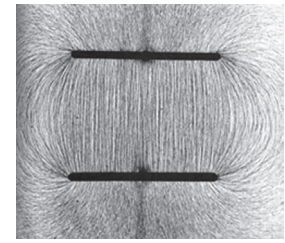




სურ. 11



სურ. 12



სურ. 13

სურათებზე ჩანს იმ ცდის შედეგები, რომელიც სხვადასხვა დამუხტული სხეულის ელექტრული ველის შესასწავლად ჩატარეს: ნავთში შეტივტივებული შალის ბუსუსები დამუხტული სხეულის გარშემო ველის ძაღნირების გასწვრივ განლაგდნენ. ამ ცდის ნახვა შესაძლებელია ინტერნეტში, მისამართზე: <http://groups.physics.umn.edu/demo/electricity/movies/5B1040.mov>

### 3. ელექტრული ველის ძაღნირები ერთმანეთს არც ეხება და არც კვეთს.

#### ! დაფიქრდი

თუ ველის ძაღნირები ერთმანეთს გადაკვეთდნენ (ან თუნდაც შეეხებოდნენ), რის მაჩვენებელი იქნებოდა ეს?

### 4. ძაღნირების სიხშირის მიხედვით შესაძლებელია დაძაბულობის სიდიდის შეფასება.

#### ! დაფიქრდი

▶ **დააკვირდი** სხვადასხვა მუხტების ველების ძაღნირთა განლაგების სურათებს (სურ.11,12): სად უფრო მეტია ძაღნირების სიხშირე, მუხტის მახლობლად თუ მოშორებით? რაზე მიგანიშნებს ეს?

▶ სურ. 13-ზე გამოსახულია ორ პარალელურ დამუხტულ ფირფიტას შორის ველის ძაღნირთა განლაგების სურათი (ფირფიტების ზედაპირზე სიდიდით ტოლი და სხვადასხვანაირი მუხტი თანაბრადაა განაწილებული). **დააკვირდი:** კიდეებიდან მოშორებით, ცენტრისკენ, ფირფიტებს შორის ძაღნირები პარალელურია. როგორ ფიქრობ, იცვლება თუ არა ელექტრული ველი სივრცის ამ ნაწილში?

**ელექტრულ ველს, რომლის დაძაბულობა სივრცის ყველა წერტილში ერთნაირია, ერთგვაროვანი ეწოდება.** სივრცის განსაზღვრულ არეში ელექტრული ველი შეიძლება ერთგვაროვნად ჩავთვალოთ, თუ ველის დაძაბულობა ამ არეში უმნიშვნელოდ იცვლება.

#### ! დაფიქრდი

▶ **დააკვირდი** სხვადასხვა მუხტების ველების ძაღნირთა განლაგების სურათებს (სურ.11,12). შეიძლება თუ არა ეს ველები ერთგვაროვნად ჩაითვალოს?

▶ არის თუ არა ველი ერთგვაროვანი:

ა) პარალელური ფირფიტების კიდეებთან (სურ.13)? რატომ? ბ) ფირფიტებს შორის? რატომ?

▶ **დახაზე,** როგორი წარმოგიდგენია ერთგვაროვანი ველის ძაღნირების განლაგების სურათი.

### ფიქრისა და განსჯისათვის



დახაზეთ, როგორ არის განლაგებული ელექტრული ველის დაძაბულობის ძაღნირები, თუ ელექტრულ ველს ქმნის:

▶ ორი პარალელური ფირფიტა, რომელთა ზედაპირზე თანაბრადაა განაწილებული სიდიდით ტოლი და სხვადასხვანაირი მუხტი. რის ტოლია ველის დაძაბულობა პარალელური ფირფიტების გარეთ?

▶ თანაბრად დამუხტული სფერო. რის ტოლია სფეროს შიგნით მოთავსებულ მუხტზე მოქმედი ელექტრული ძალა?

### იცი თუ არა, რომ...

„Gnathonemus petersii“ აფრიკის ქაობების ბინადარი თევზია, რომელიც თავისი ხორთუმისებრი ნანაზარდით სპილოს ნააგავს, რის გამოც მას ასეც მოიხსენიებენ: „სპილო-თევზი“.

სპილო-თევზი კუდის მიდამოში მდებარე სპეციალური „ელექტრული ორგანოს“ მეშვეობით თავის გარშემო ელექტრულ ველს ქმნის. თევზის სხეულის ზედაპირზე განლაგებული რეცეპტორები ამ ველის უმნიშვნელო ცვლილებასაც კი მყისიერად გრძნობენ.

მიუხედავად იმისა, რომ სპილო-თევზს ცუდი მხედველობა აქვს, თავისი მგრძობიარე შინაგანი ელექტროსისტემა ნავიგაციის არაჩვეულებრივ უნარს ანიჭებს.

სპილო-თევზი გამოსცემს ელექტრულ სიგნალებს, რომელთაც რადარის მსგავსად იყენებს, რათა თავი აარიდოს დაბრკოლებას, მოძებნოს საკვები, გაექცეს მტაცებელს და ბოლოს, მოძებნოს მეგობრები. პიეზოელექტრული ყურსასმენის საშუალებით ელექტრული სიგნალები ბგერებად გარდაიქმნება (იხ. § 2.6, სურ. 8). ასე რომ, თუ სპილო-თევზის „საუბრების“ მოსმენა გაუწევს, შედი ინტერნეტში, მისამართზე:

[http://sci-toys.com/scitoys/scitoys/biology/electric\\_fish/electric\\_fish.html](http://sci-toys.com/scitoys/scitoys/biology/electric_fish/electric_fish.html)

<http://fishindex.blogspot.com/2009/01/elephant-nose-fish-gnathonemus-petersii.html>

ამ მისამართებზე შენ უამრავ სხვა საინტერესო ინფორმაციასაც ნახავ.



### იცი თუ არა, რომ...

გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ზვიგენებს უნიკალური ელექტრომგრძობიარე რეცეპტორები აქვთ: მათ შეუძლიათ, არა მარტო ისეთი ელექტრული თევზები აღმოაჩინონ, რომლებიც თავის გარშემო საკმაოდ ძლიერ ელექტრულ ველს ქმნიან, არამედ იმ სუსტი ელექტრული ველის „დანახვაც“ კი ძალუძთ, რომლებიც მიკროფლორის მიერაა გენერირებული.

მაგრამ აღმოჩნდა, რომ ზვიგენების „ხედვის“ დიაპაზონი არც ისე დიდია,

რამდენიმე მეტრს არ აღემატება, მაგრამ ეს სრულიად საკმარისია იმისათვის, რომ მან მსხვერპლი ოკეანის ფსკერზე, ქვიშის ქვეშ დამარხულიც კი აღმოაჩინოს.

გაიგე მეტი ზვიგენების ელექტროსენსორული სისტემის შესახებ:

<http://animals.howstuffworks.com/fish/electroreception.htm>

[http://www.ufgi.ufl.edu/UFGeneticsNews/sharks/Sharks\\_MCohn1.htm](http://www.ufgi.ufl.edu/UFGeneticsNews/sharks/Sharks_MCohn1.htm)