

ბოულინგი და ბიომექანიკა

ავტორი [თინათინ ზარდიაშვილი](#)

ბოულინგი მეგობრებთან ერთად დროის გატარების კარგი საშუალებაა. ბურთის ისვრი კეგლების მიმართულებით, გინდა რაც შეიძლება მეტი კეგლი წააქციო, მაგრამ ალბათ არც გიფიქრია, რომ ბოულინგზე მოსწავლეების ექსკურსიით შესაძლოა მოსწავლეებს ფიზიკის მიმართ ინტერესი გაუღვივო და კანონებიც მარტივად გაააზრებინო. ბიომექანიკა ფიზიკის მიმართულებაა, რომელიც გამოიყენება ბიოლოგიურ სისტემებში მოძრაობის მათემატიკური კანონზომიერების აღსაწერად. ბიომექანიკა შეისწავლის მუხლის მოძრაობას სპორტული აქტივობების დროს. ბიომექანიკის კანონების გამოყენებით შესაძლებელია გაზომო და გამოთვალო სიდიდეები, რომლებითაც ხდება ბოულინგის ტექნიკის გაანალიზება. მაგალითად, სახსარში ძვლებს შორის კუთხე, სეგმენტის გადაადგილების სიჩქარე. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ზომავენ მხრისა და წვივის მდებარეობას ერთმანეთისა და დედამიწის მიმართ. ასევე გამოითვლება მკლავის მოძრაობის სიჩქარე, რომელიც გარკვეულ სიჩქარეს ანიჭებს ბოულინგის ბურთს. გამოთვლების შედეგებს აღარებენ სხვა უფრო კარგი მაჩვენებლების მქონე ბოულერებს და ფიქრობენ გაუმჯობესების გზებზე. ბოულინგთან დაკავშირებით გაკვეთილზე მუშავდება შემდეგი საკითხები: ხახუნის ძალა, კინეტიკური ენერგია, იმპულსი.

ხახუნი: ხალიჩაზე გაგორებული ბურთის სიჩქარე თანდათან მცირდება, რის ძირითად მიზანსაც ბურთისა და ხალიჩის ზედაპირს შორის არსებული ხახუნი წარმოადგენს. ხახუნის სიდიდე დამოკიდებულია ზედაპირებზე, საპოხი ზეთის რაოდენობაზე (თუ საერთოდ არსებობს), ბურთის მასაზე. ზოგჯერ ბოულინგის ხალიჩაზე ზეთს არ იყენებენ, ან ზოგ ადგილს ფარავდნენ. რაც დიდია ზეთის ფენის სისქე, მით ნაკლებია ხახუნი, რაც ნაკლებია ხახუნი, მით უფრო ძნელია ბურთის გაშვება მრუდ ზედაპირზე. ის სიჩქარე აღარაა საკმარისი, რომელიც მიანიჭეს.

კინეტიკური ხახუნი გამოითვლება ფორმულით:

სადაც: k – კინეტიკური ხახუნის კოეფიციენტი;

F_k – კინეტიკური ხახუნის ძალა;

m - მასა და g – თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

გრავიტაციის ცენტრი: მუდმივი გრავიტაციის შემთხვევაში გრავიტაციის ცენტრი მასათა ცენტრს ემთხვევა. უჩვეულო ფორმის სხეულების შემთხვევაში მასის ცენტრი სხეულის გარეთ მდებარეობს.

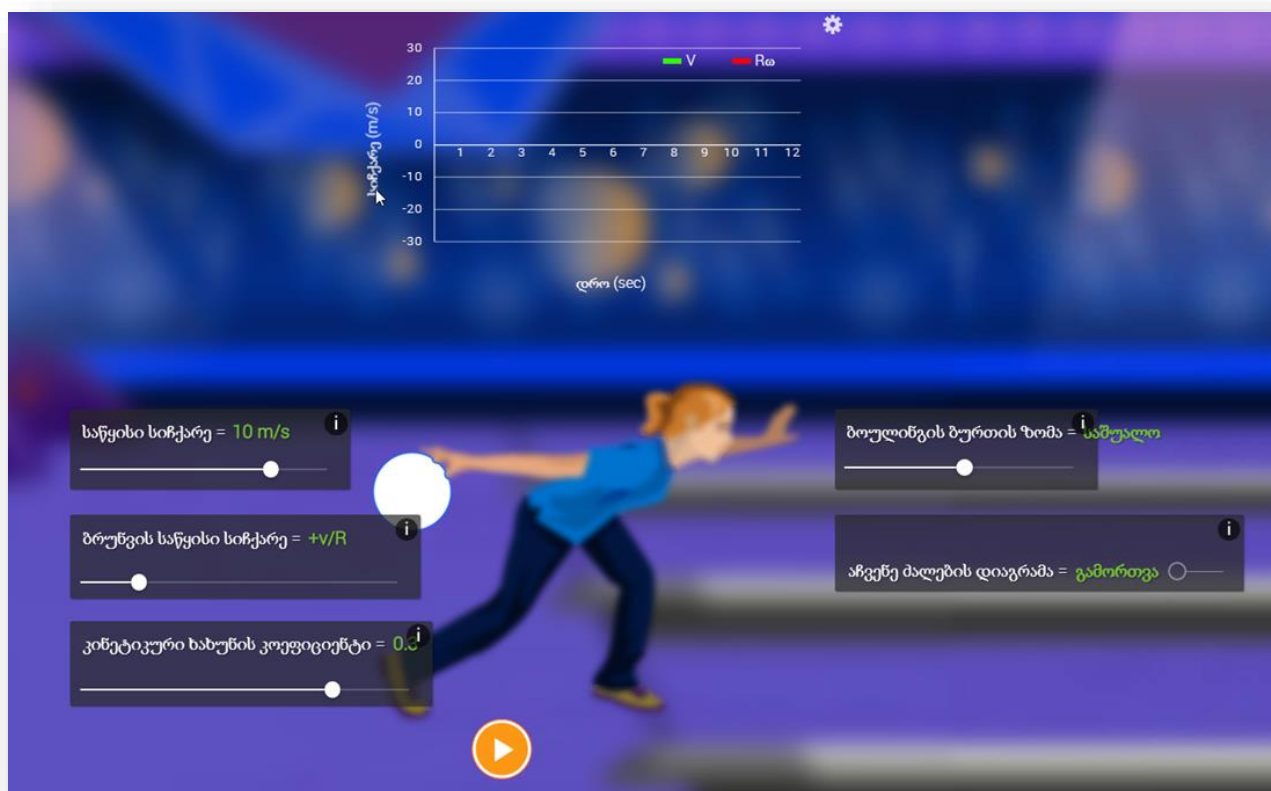
გრავიტაციის ცენტრი ბოულინგში: ბოულინგის კეგლებს ფორმის გამო სიმძიმის ცენტრი დაბლა აქვთ, რაც მათ უფრო მდგრად წონასწორობას იწვევს და სტაბილურს ხდის. ბოულინგის ბურთის სიმძიმის ცენტრი არ არის აბსოლუტურად შუაში. მისი მდებარეობა მითითებულია ისრით ბურთის ზედაპირზე.

იმპულსი ბოულინგში: ბოულინგის კეგლებსა და ბურთს შორის დაჯახება თითქმის დრეკადია (ელასტიკურია) და იმპულსი ინახება.

კუთხური იმპულსი: ინერციის მომენტისა და კუთხური სიჩქარის ნამრავლი კუთხური იმპულსია, სადაც ინერციის მომენტი მასის კუთხური ანალოგია. ეს არის სხეულის წინააღმდეგობის საზომი მისი კუთხური სიჩქარის ცვლილებაზე. ხალიჩაზე მოძრავ ბოულინგის ბურთს აქვს კუთხური იმპულსი.

დაჯახება ბოულინგში: სხეულების დრეკადი შეჯახების დროს კინეტიკური ენერგია არ იკარგება. ასეა ბოულინგის შემთხვევაშიც, ამიტომ კეგლების და ბურთის შეჯახება ძირითადად დრეკადია. თუმცა, თუ გავითვალისწინებთ, რომ კეგლებისა და ბურთის შედაპირები მცირე ცვეთას განიცდის, ამიტომ ზოგი ფიზიკოსი მათ დაჯახებას ნაწილობრივ დრეკად დაჯახებად განიხილავს.

ვირტუალური კვლევა: CK12.org-ზე მოცემულია სიმულაცია „ბოულინგი“. ლაბორატორიის გვერდი ასე გამოიყურება:



მასში მუშაობის შედეგად მოსწავლე დაადგენს:

რა დამოკიდებულება არსებობს კუთხურ სიჩქარესა და ბურთის საწყის სიჩქარეს შორის (ამისთვის სიმულაციაში ბრუნვის სიჩქარეს, კინეტიკური ხახუნის კოეფიციენტსა და ბოულინგის ბურთის ზომას ცხრილში მოცემულის შესაბამისად შეარჩევს. შეცვლის საწყის სიჩქარეს და დააკვირდება კუთხური სიჩქარის ცვლილებას):

საწყისი სიჩქარე (მ/წმ)	ბრუნვის სიჩქარე	კინეტიკური ხახუნის კოეფიციენტი	ბოულინგის ბურთის ზომა	R
4	$-2V/R$	0	მცირე	
6	$-2V/R$	0	მცირე	
8	$-2V/R$	0	მცირე	
10	$-2V/R$	0	მცირე	
12	$-2V/R$	0	მცირე	

მონაცემების შეგროვების შემდეგ გააკეთებს დასკვნას.

რა დამოკიდებულება არსებობს კუთხურ სიჩქარესა და ბურთის ზომას შორის (ამისთვის სიმულაციაში ბრუნვის სიჩქარეს, კინეტიკური ხახუნის კოეფიციენტსა ცხრილში მოცემულის შესაბამისად შეარჩევს. შეცვლის ბოულინგის ბურთის ზომას და დააკვირდება კუთხური სიჩქარის ცვლილებას):

საწყისი სიჩქარე (მ/წმ)	ბრუნვის სიჩქარე	კინეტიკური ხახუნის კოეფიციენტი	ბოულინგის ბურთის ზომა	R
12	$-2V/R$	0	მცირე	
12	$-2V/R$	0	საშუალო	
12	$-2V/R$	0	დიდი	

მონაცემების შეგროვების შემდეგ გააკეთებს დასკვნას.

რა დამოკიდებულება არსებობს ბრუნვის სიჩქარესა და კუთხურ სიჩქარეს შორის?

საწყისი სიჩქარე (მ/წმ)	ბრუნვის სიჩქარე	კინეტიკური ხახუნის კოეფიციენტი	ბოულინგის ბურთის ზომა	R
12	0	0	საშუალო	
12	$+V/R$	0	საშუალო	
12	$-V/R$	0	საშუალო	

12	$+2V/R$	0	საშუალო	
12	$-2V/R$	0	საშუალო	

მონაცემების შეგროვების შემდეგ გააკეთებს დასკვნას.

კვლევის შემდეგ უპასუხებენ შეკითხვებს:

ბურთის გასროლის სიჩქარეა 10მ/წმ, ბრუნვის სიჩქარე კი 0მ/წმ. რა დროის შემდეგ დაიწყებს ბურთი გორვას სრიალის გარეშე?

როგორ ფიქრობ, ბურთის მიერ გორვის (სრიალის გარეშე) დაწყების დრო დამოკიდებულია ბურთის ზომაზე?

რა პირობებში გაივლის ბოულინგის ბურთი ხალიჩას ყველაზე ნელა? (შედეგის მისაღწევად შეარჩიე მონაცემები).

რა პირობებშია საჭირო იმისთვის, რომ ბურთი ხალიჩაზე გასრიალდეს ბოლომდე ბრუნვის გარეშე? (შედეგის მისაღწევად შეარჩიე მონაცემები).

წარმოიდგინე, რომ ბოულინგს თამაშობ დიდი ბურთით და ის გაისროლე უკან ბრუნვით 10მ/წმ სიჩქარით (ბრუნვის სიჩქარე უარყოფითია). ბურთი სრიალებს დაახლოებით 5წმ, შემდეგ გარკვეული წერტილიდან ის იწყებს გორვას სრიალის გარეშე. რას უდრის ბრუნვის საწყისი სიჩქარე და ხახუნის კოეფიციენტი ხალიჩასა და ბურთს შორის? (ბოულინგის ბურთი ზომად შეარჩიე „დიდი“, საწყისი სიჩქარედ – „10 მ/წმ“. ბრუნვის საწყისი სიჩქარე და ხახუნის კოეფიციენტი ისე შეარჩიე, რომ ამოცანის პირობაში მოცემული დრო ბურთმა სრიალზე დახარჯოს).

გამოყენებული ლიტერატურა:

<https://bit.ly/3cZxRZ4> სიმულაცია – ბოულინგი;

<https://bit.ly/3vAD2VJ> სიმკვრივე.