

ფაკულტეტი	საინჟინრო ტექნიკური
დეპარტამენტი	მექანიკა, მანქანათმშენებლობა
სპეციალობა	სასურსათო ტექნოლოგია;
საგანი	მეტროლოგია, სტანდარტიზაცია
პელაგოგი	თამარი ცქიფურიშვილი, 551 508896
გამოცდის სახე	შუალედური გამოცდა
სემესტრი	საგაზაფხულო, სწავლების პირველი წელი

	შეკითხვის, დავალების, საკითხის ან ტესტის შინაარსი	ტესტის შემთხვევაში ჩაწერეთ წერტილით გამოყოფილი პასუხები	საჭირო სურათი ან ნახაზი (Inline თვისების მქონე)	პასუხისათვის საჭირო სტრიქონების რაოდენობა	1, 2, 3, ...
1.	რომელი მეცნიერება შეისწავლის გაბომვებს?	მეტროლოგია. ბიოლოგია. ეკოლოგია. გეოლოგია.			1
2.	რომელ ნაწილებად იყოფა მეტროლოგია?	თეორიული, ფუნდამენტალური, საკანონმდებლო. თეორიული, ფუნდამენტალური, ტექნიკური. თეორიული, გამოყენებითი, საკანონმდებლო. თეორიული, საფუძემდებლო, პრაქტიკული.			1
3.	რას მოიცავს გაბომვის პროცედურა?	გასაზომ ფიზიკურ სიდიდეს, საზომ ერთეულს, გამზომ საშუალებას, გაბომვის მეთოდებს, გაბომვის პირობებს, ოპერატორს. საზომ ერთეულს, ოპერატორს, ობიექტის ფასს, გამზომ საშუალებას. გამზომ საშუალებას, საზომ ერთეულს, ობიექტის ღირებულებას. გამზომ საშუალებას, საზომ ერთეულს, ობიექტის ხარისხს.			1
4.	რას მიმართავენ გაბომვის შედეგების დასაზუსტებლად?	ფიზიკურს. ქიმიურს. მათემატიკურ სტატისტიკურ მეთოდებს. ბიოლოგიურს.			1
5.	მეტროლოგიურ პრაქტიკაში განასხვავებენ ფიზიკური სიდიდის რამდენ მნიშვნელობას?	ტემპერატურა და ნამდვილი. ტემპერატურა და იდეალური. ნამდვილი და იდეალური. ტემპერატურა და მიახლოებითი.			1

6.	რას ეწოდება ფიზიკური სიდიდის ერთეული?	ფიზიკურ სიდიდეს რომელიც გამოისახება განყენებული რიცხვით. ფიზიკურ სიდიდეს რომელსაც მიკუთვნებული აქვს ერთის ტოლი რიცხვითი მნიშვნელობა. ფიზიკურ სიდიდეს რომელსაც მიკუთვნებული აქვს ორის ტოლი რიცხვითი მნიშვნელობა. ფიზიკური სიდიდე, რომელიც ეტალონით არის გაზომილი.			1
7.	რა ეწოდება გაზომვისათვის განკუთვნილ ტექნიკურ მოწყობილობას?	გაზომვის საშუალება. საზომი. სანიმუშო ხელსაწყო. ეტალონი.			1
8.	რის საშუალებით დგინდება ფიზიკურ სიდიდეთა შორის რაოდენობრივი თანაფარდობა?	ოპერატორის. თეორიის. პრაქტიკის. გაზომვის.			1
9.	ფიზიკური ობიექტისათვის ფიზიკური სიდიდეების რა მახასიათებელი არის საერთო?	თვისობრივი. რაოდენობრივი. ხარისხობრივი. ხარისხის მაჩვენებელი.			1
10.	ფიზიკური ობიექტისათვის ფიზიკური სიდიდეების რა მახასიათებელი არის ინდივიდუალური?	რაოდენობრივი. ხარისხობრივი. ხარისხის მაჩვენებელი თავსართები. თვისობრივი.			1
11.	რა აქვთ საერთო ერთგვაროვან ფიზიკურ სიდიდეებს?	თვისებები. რაოდენობა. ხარისხი. მასა.			1
12.	რა გამოხატავს ფიზიკური სიდიდის რაოდენობრივ ინდივიდუალურ თვისებებს?	ფასი. ხარისხი. მასა. ზომა.			1
13.	მოქმედ ერთეულთა საერთაშორისო სისტემის შემოკლებული აღნიშვნაა?	CGS. MKS. LMT. SI.			1
14.	როდის იქნა მიღებული ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა?	1950. 1960. 1965. 1971.			1
15.	რამდენ ძირითად ერთეულს შეიცავდა თავდაპირველად SI სისტემა?	ხუთი. შვიდი. ექვსი. რვა.			1
16.	რამდენ დამატებით ერთეულს შეიცავდა თავდაპირველად SI სისტემა?	ექვსი. ორი. ერთი. ხუთი.			1
17.	რომელ წელს დაამატეს SI სისტემაში შემდგომი ძირითადი ერთეული?	1971. 1965. 1960. 1968.			1

18.	რას წარმოადგენს ჯერადი ერთეულები?	მთელ რიცხვზე მეტია სისტემის ან სისტემის გარეშე ერთეულზე. წილადი რიცხვით მეტია სისტემის ან სისტემის გარეშე ერთეულზე. მთელ რიცხვზე ნაკლებია სისტემის ან სისტემის გარეშე ერთეულზე. მთელ რიცხვზე ნაკლებია სისტემის გარეშე ერთეულზე.			1
19.	რას წარმოადგენს წილადი ერთეულები?	მთელ რიცხვზე ნაკლებია სისტემის ან სისტემის გარეშე ერთეულზე. მთელ რიცხვზე მეტია სისტემის ან სისტემის გარეშე ერთეულზე. წილადი რიცხვით მეტია სისტემის ან სისტემის გარეშე ერთეულზე. მთელ რიცხვზე ნაკლებია სისტემის გარეშე ერთეულზე.			1
20.	როგორ წარმოიქმნება წარმოებული ერთეულები?	ფიზიკური ფორმულის საშუალებით და ძირითადი და დამატებითი ერთეულების დახმარებით. ძირითადი ერთეულების დახმარებით. დამატებითი ერთეულების დახმარებით. ძირითადი და დამატებითი ერთეულების შეკრებით.			1
21.	რა არის გაზომვის ცდომილება?	რეზულტატის გადახრა ჭეშმარიტი მნიშვნელობიდან. რეზულტატის გადახრა ფარდობითი მნიშვნელობიდან. რეზულტატის გადახრა აბსოლუტური მნიშვნელობიდან. რეზულტატის გადახრა ზუსტი მნიშვნელობიდან.			1
22.	რომელი ფიზიკური სიდიდის ერთეულია მოლი?	ნივთიერებათა რაოდენობის. დროის. მასის. ელექტრული დენის ძალის.			1
23.	რა ეწოდება $10^{15}$ -ს?	პეტა. გერა. გიგა. მეგა.			1
24.	რა ეწოდება $10^{12}$ -ს?	ტერა. პეტა. გიგა. მეგა.			1
25.	რა ეწოდება $10^{18}$ -ს?	ექსა. გერა. გიგა. მეგა.			1
26.	როგორ აღინიშნება თავსართი გიგა ჯერადი ერთეულებით?	$10^9$ . $10^{15}$ . $10^{18}$ . $10^6$ .			1
27.	როგორ აღინიშნება თავსართი ტერა ჯერადი ერთეულებით?	$10^{12}$ . $10^{15}$ . $10^{18}$ . $10^2$ .			1
28.	როგორ აღინიშნება თავსართი კილო ჯერადი ერთეულებით?	$10^3$ . $10^{15}$ . $10^{18}$ . $10^2$ .			1

29.	რომელ ერთეულს ეწოდება სისტემის ძირითადი ერთეულები?	რომლებიც ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად არიან შერჩეული. რომლებიც მიღებული არიან ფიზიკური ფორმულების საშუალებით. რომლებიც ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად არიან შერჩეული. რომლებიც მიღებული არიან მათემატიკური მოქმედებით.			1
30.	რას ეწოდება სისტემის ერთეული?	ერთეულთა სისტემაში შემავალ ძირითად და წარმოებულ ერთეულებს. ერთეულთა სისტემაში შემავალ ჯერად ერთეულებს. ერთეულთა სისტემაში შემავალ წილად ერთეულებს. ერთეულთა სისტემაში შემავალ ჯერად და წილად ერთეულებს.			1
31.	რა მთავარი მოთხოვნაა განხორციელებული სამომ ერთეულთა საერთაშორისო სისტემაში.	კონკრეტული ფიზიკური სიდიდისასთვის უნდა არსებობდეს ორი ერთეული. კონკრეტული ფიზიკური სიდიდისასთვის უნდა არსებობდეს მხოლოდ სამი ერთეული. კონკრეტული ფიზიკური სიდიდისასთვის უნდა არსებობდეს მხოლოდ ერთი ერთეული. კონკრეტული ფიზიკური სიდიდისასთვის უნდა არსებობდეს მხოლოდ ოთხი ერთეული.			1
32.	ფიზიკური სიდიდის გაზომვის პროცესი რომელი განტოლებით გასმოისახება	$X = \frac{A}{[X]}$ $X = A[X]. \quad A = X[X].$ $X = A + [X].$			2
33.	როგორი რიცხვია ფიზიკური სიდიდის გადამყვანი კოეფიციენტი?	განყენებული რიცხვი. მთელი რიცხვი. წილადი რიცხვი. რაციონალური რიცხვი.			2
34.	როგორ გამოისახება გაზომვის განტოლება გადამყვანი კოეფიციენტის გათვალისწინებით?	$A_1 = K A_1,$ $A_1 = K X.$ $A_2 = K [X].$ $X = K [X].$			2
35.	რა არის გაზომვის მიზანი?	ინფორმაციის მიღება საკვლევი ობიექტის ან მოვლენის რაოდენობრივ მახასიათებელზე. ინფორმაციის მიღება საკვლევი ობიექტის ან მოვლენის თვისობრივ მახასიათებელზე. ინფორმაციის მიღება საკვლევი ობიექტის			2

		ზომებზე. ინფორმაციის მიღება საკვლევი ობიექტის მასაზე.			
36.	ისეთ გამოშვებს, როდესაც გამოშვის განგოლებების რიცხვი გოლია საძიებელი გასაზომი სიდიდეების რიცხვის უწოდებენ?	ერთობლივ გამოშვებს. ერთჯერად გამოშვებს. მრავალჯერად გამოშვებს. შეთავსებად გამოშვებს.			2
37.	ისეთ გამოშვებს, როდესაც გამოშვის განგოლებების რიცხვი სჭარბობს საძიებელი გასაზომი სიდიდეების რიცხვის უწოდებენ?	შეთავსებად გამოშვებს ერთობლივ გამოშვებს. მრავალჯერად გამოშვებს. ერთჯერად გამოშვებს.			2
38.	გამოშვის რამდენი სახეა ცნობილი?	პირდაპირი, არაპირდაპირი, ერთობლივი და შეთავსებადი. პირდაპირი, საწინააღმდეგო, ერთობლივი და შეთავსებადი. პირდაპირი, არაპირდაპირი, სრული და შეთავსებადი. პირდაპირი, არაპირდაპირი, ერთობლივი და შეთავსებადი.			2
39.	როგორია პირდაპირი გამოშვების განგოლების სახე?	$Y = \frac{C}{X}$ . $Y=CX$ . $Z=f(X,Y, \dots a,b, \dots)$ . $Z=f(X, \dots a, \dots)$ .			2
40.	როგორ ჩაიწერება არაპირდაპირი გამოშვების განგოლება?	$Y = \frac{C}{X}$ . $Y=CX$ . $Z=f(X,Y, \dots a,b, \dots)$ . $Z=f(X, \dots a, \dots)$ .			2
41.	გამოშვის ცდომილების ფორმულაა?	$\Delta X = X - X_f$ . $Y=KX$ . $\delta = \frac{\Delta X}{X_f}$ . $\gamma = \frac{\Delta X}{X_f}$ .			2
42.	საშუალო არითმეტიკული გამოითვლება ფორმულით:	$\bar{X} = \sum X_i$ . $X = \frac{1}{n-1} \sum X_i$ . $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_i$ . $X = (n-1) \cdot X_i$ .			3

43.	როგორ გამოითვლება დისპერსია:	$S^2 X = n \sum (X_i - \bar{X})$ $S^2 X = \frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})$ $S^2 X = \frac{1}{n-1} \sum (X_i + \bar{X})^2$ $S^2 X = \frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2 \cdot m_i$			3
44.	მრავალჯერადი გამოძიებისას როგორ გამოითვლება ინტერვალის სიგრძე?	$\Delta X = \frac{X_{Max} - X_{Min}}{r} \quad \delta = \frac{X_{Max} - X_{Min}}{r}$ $\gamma = \frac{X_{Max} - X_{Min}}{r} \quad \Delta X = \frac{X_{Max} - X_{Min}}{S_X}$			3
45.	ინტერვალის ხშიროვნება უდრის?	$p_i^* = \frac{m_i}{n}$ $p_i^* = \frac{m_i}{S_X} \quad p_i^* = \frac{n}{m_i}$ $p_i^* = \frac{m_i}{\Delta X}$			3
46.	საშუალო კვადრატული გადახრის ფორმულაა?	$S_X = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$ $S_X = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot n_i}$ $S_X = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot m_i}$ $S_X = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 m_i}$			3

47.	საშუალო არითმეტიკულიდან ნორმირებული გადახრის ფორმულა?	$t_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S_X} \quad t_i = \frac{X_i - \Delta X}{S_X}$ $t_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S_{X^2}} \quad t_i = \frac{X_i - \Delta X}{S_{X^2}}$			3
48.	თეორიული სისშირე იანგარიშება ფორმულით?	$np_i = n \cdot \Delta X \cdot P(X_i)$ $np_i = m \cdot \Delta X \cdot P(X_i)$ $np_i = r \cdot \Delta X \cdot P(X_i)$ $np_i = S_X \cdot \Delta X \cdot P(X_i)$			3
49.	პირსონის კრიტერიუმის (გადახრის) ფორმულა?	$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i}$ $\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(n - np_i)^2}{np_i}$ $\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(m - \Delta X)^2}{np_i}$ $\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(m - np_i)^2}{\Delta X}$			3
50.	როცა გაზომვის საერთო რიცხვი n=40 -100 ინტერვალის რაოდენობა r უდრის?	7-9. 8-12. 10-16. 12-22.			3
51.	რას ეწოდება თანაარსი გაზომვები?	<p>როდესაც საძებნ სიდიდეს ეპოულობთ ერთსახელა სიდიდის პირდაპირი გაზომვის მეთოდით. როდესაც საძებნ სიდიდეს ეპოულობთ ერთსახელა სიდიდის პირდაპირი გაზომვის მეთოდით და მიღებული შედეგების განგოლებათა სისგემებში ჩასმით. როდესაც საძებნ სიდიდეს ეპოულობთ მრავალსახა სიდიდის პირდაპირი გაზომვის მეთოდით. როდესაც საძებნ სიდიდეს ეპოულობთ რამდენიმე</p>			4

		ფიზიკური სიდიდის პირდაპირი გაზომვის მეთოდით მიღებული შედეგების შეჯამებით.			
52.	წარმოების მიზნის მიხედვით რამდენგვარი შეიძლება იყოს სისტემატური ცდომილება?	ოთხგვარი. ორგვარი. ხუთგვარი. სამგვარი.			4
53.	როგორი ცდომილებაა ინსტრუმენტალური ცდომილება?	რომელიც გამოწვეულია ოპერატორის მიერ შეტანილი შესწორებით. რომელიც გამოწვეულია საზომი ხელსაწყოთა სისტემატური ცდომილებით. რომელიც გამოწვეულია საზომი ხელსაწყოთა დამზადების ტექნოლოგიის არასრულყოფილებით. რომელიც გამოწვეულია საზომი ხელსაწყოთა ცდომილებით.			4
54.	როგორი ცდომილებაა პირადი ცდომილება?	რომელიც გამოწვეულია საზომი ხელსაწყოთა სისტემატური ცდომილებით. რომელიც გამოწვეულია საზომი ხელსაწყოთა დამზადების ტექნოლოგიის არასრულყოფილებით. რომელიც გამოწვეულია საზომი ხელსაწყოთა ცდომილებით. რომელიც ექსპერიმენტატორს შეაქვს გაზომვებში.			4
55.	რაზეა დამოკიდებული პირადი ცდომილება?	იგი დამოკიდებულია ექსპერიმენტატორის შეცდომაზე და ეს შეცდომა ხდება ანათვალის აღებაზე. იგი დამოკიდებულია ხელსაწყოთა ცდომილებაზე. იგი დამოკიდებულია სისტემატურ ცდომილებაზე. იგი დამოკიდებულია შემთხვევით ცდომილებაზე.			4
56.	როგორი ცდომილებაა ინსტრუმენტის დაყენებით გამოწვეული ცდომილება?	რომელიც გამოწვეულია საზომი ხელსაწყოთა ცდომილებით. რომელიც გამოწვეულია საზომი ხელსაწყოთა სისტემატური ცდომილებით. რომელიც გამოწვეულია ოპერატორის მიერ შეტანილი შესწორებით. როდესაც საზომი ხელსაწყო მოითხოვს პერიოდულად			4



		ან ვერტიკალურად გასწორებას ან ორივეში ერთად.			
57.	როგორ რეზულტატს ეწოდება გაუსწორებელი რეზულტატი?	თუ გაზომვის რეზულტატი შეიცავს აბსოლუტურ ცდომილებას. თუ გაზომვის რეზულტატი შეიცავს შემთხვევით ცდომილებას. თუ გაზომვის რეზულტატი შეიცავს ფარდობით ცდომილებას. თუ გაზომვის რეზულტატი შეიცავს სისტემატურ ცდომილებას.			4
58.	გაზომვის პროცესში გამოვლენის ხასიათის მიხედვით სისტემატური ცდომილებები იყოფა:	დროში ცვლად ცდომილებებად. მუდმივ და ცვლად სისტემატურ ცდომილებებად. დროში უცვლად ცდომილებებად. მუდმივ და ცვლად შემთხვევით ცდომილებებად.			4
59.	გაზომვათა ისეთი მდგომარეობა, როდესაც მათი შედეგები გამოსახულია სიდიდეთა დაკანონებული ერთეულებით და გაზომვათა ცდომილებები მოცემული ალბათობით დადგენილ ფარგლებში თავსდება, რა არის:	გაზომვის ერთიანობა. გაზომვის საშუალებების ერთიანობა. საკონაგრუქტორო და ტექნოლოგიური დოკუმენტაციის ერთიანობა. ტექნიკური დოკუმენტაციის ერთიანობა.			4
60.	მეტროლოგიის ზოგადი ცნებები და მეტროლოგიის სახეები.			15	5
61.	ფიზიკური ერთეულის სიდიდე. ფიზიკური სიდიდეების გაზომვა. გაზომვის განტოლება.			15	5
62.	საზომ ერთეულთა საერთაშორისო SI სისტემის ძირითადი, დამატებითი და წარმოებული ერთეულები.			15	5
63.	გაზომვის სახეები (პირდაპირი, ირიბი, ერთობლივი და შეთავსებადი).			15	5
64.	გაზომვის მეთოდები (საზომთან შედარების მეთოდები: ნულოვანი, დიფერენციალური, დაპირისპირების, ჩანაცვლების, თანმთხვევის).			15	5

65.	სისტემატური ცდომილებები, მუდმივი და ცვლადი სისტემატური ცდომილებები.			15	5
-----	---	--	--	----	---

შენიშვნა საკითხების ცხრილის ბოლო სვეტი ივსება შემდეგნაირად საკითხს მიეწერება 1,2,3, . . . რიცხვები. რაც ნიშნავს, რომ იქმნება შესწავლილი თემების პირობითი ჯგუფები. ბილეთის ფორმირებისას პედაგოგს შეუძლია შეარჩიოს ბილეთში შემავალი საკითხების რაოდენობა და გაანაწილოს იგი სხვადასხვა ჯგუფების მიხედვით. იხილეთ მესამე ცხრილის განმარტება.

1	2	3	4	5
5	5	5	5	2

შენიშვნა ცხრილის პირველი სტრიქონი ნიშნავს, რომ მაგალითად, საგამოცდო საკითხებში პირველი, მეორე, მესამე და ა.შ. ჯგუფის ან სირთულის დავალებებია. ცხრილის მეორე სტრიქონი ნიშნავს, რომ პირველი ჯგუფიდან (სირთულიდან) ბილეთში შევა 1, მეორე ჯგუფიდან 3 და მესამედან 3 საკითხი (დავალება, ტესტი) და ა. შ.

ფაკულტეტის დეკანი ფრიდონ გოგიაშვილი  
 დეპარტამენტის კოორდინატორი გია დალუნაშვილი  
 საგნის პედაგოგი თამარ ცქიფურიშვილი

## 60. მეტროლოგიის ზოგადი ცნებები და მეტროლოგიის სახეები.

მეტროლოგია — ეს არის მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის გაზომვების, მათი ერთიანობის უზრუნველყოფის მეთოდების, გაზომვის საშუალებებისა და საჭირო სიზუსტის მიღწევის ხერხებს.

არ არსებობს ადამიანის ცხოვრების ისეთი სფერო, სადაც გაზომვა არ გამოიყენებოდეს. გაზომვა გვხვდება ყოველდღიურ ცხოვრებაშიც — სხეულის წონა და ტემპერატურა, დროის აღქმა, სივრცული მანძილების შეფასება და სხვა.

**გაზომვა** — ფიზიკური სიდიდის მნიშვნელობის მოძიებაა ცდების გზით, სპეციალურად ამ მიზნისთვის განკუთვნილი გაზომვის საშუალებებით.

**გაზომვის საშუალება** — ტექნიკური მოწყობილობაა, რომელიც გამოიყენება გაზომვის პროცესში და მას აქვს ნორმირებული მეტროლოგიური მახასიათებლები.

**გაზომვის ერთიანობა** — მდგომარეობაა, როდესაც გაზომვები ჩატარებულია დაკანონებული ერთეულებით და მათი ცდომილება მოცემული ალბათობის ფარგლებშია.

**გაზომვის სიზუსტე** — გვიჩვენებს, რამდენად ახლოს არის გაზომვის შედეგად მიღებული მნიშვნელობა რეალურ, ჭეშმარიტ მნიშვნელობასთან.

მეტროლოგიის ძირითადი სახეებია:

**1. თეორიული მეტროლოგია** — შეისწავლის გაზომვის ტექნიკის ზოგად თეორიულ საკითხებს, როგორიცაა:

- ფიზიკური სიდიდეების ერთეულების რაციონალური ნომენკლატურის დადგენა;
- ერთეულთა ზომების აღწარმოების, შენახვისა და გადაცემის სისტემების განვითარება;
- გაზომვის სიზუსტისა და მეტროლოგიური მახასიათებლების შეფასების მეთოდების შემუშავება;
- გაზომვის შედეგების დამუშავების პრინციპები და წესები;
- ცდომილებათა თეორია;
- სტანდარტული საცნობარო მონაცემების დადგენა;
- ფიზიკური მუდმივების ზუსტი მნიშვნელობების განსაზღვრა;
- სტანდარტული ნიშნულების შექმნის თეორიული საფუძვლები.

**2. გამოყენებითი მეტროლოგია** — შეისწავლის თეორიული მეტროლოგიის ამოცანების პრაქტიკულ გამოყენებას.

**3. საკანონმდებლო მეტროლოგია** — მოიცავს კანონების, წესების, მოთხოვნებისა და ნორმების ერთობლიობას, რომლებიც არეგულირებენ გაზომვების ერთიანობასა და გაზომვის საშუალებების ერთგვაროვნებას. მისი მიზანია საზოგადოების, ჯანმრთელობის, უსაფრთხოებისა და ვაჭრობის უზრუნველყოფა სახელმწიფოს მხრიდან.

## 61. ფიზიკური ერთეულის სიდიდე. ფიზიკური სიდიდეების გაზომვა. გაზომვის განტოლება.

ფიზიკური ერთეულების ცნება მჭიდროდ არის დაკავშირებული გაზომვებთან. გაზომვის გზით დგინდება ფიზიკურ სიდიდეთა შორის ზუსტი რაოდენობრივი თანაფარდობები, რომლებიც ბუნების ობიექტურ კანონებს გამოხატავენ.

**ფიზიკური სიდიდეები:** სიგრძე, მასა, სიმკვრივე, დრო, ელექტრული დენის ძალა, წნევა, ტემპერატურა, სიმძლავრე, სიკაშკაშე, გამოსხივების დოზა და სხვა.

ხარისხობრივად საერთო თვისების მქონე ფიზიკურ სიდიდეებს ერთგვაროვან სიდიდეებს უწოდებენ. თუმცა მათ შეიძლება ჰქონდეთ სხვადასხვა დასახელება. ასეთი სიდიდეების მაგალითებია: სიგრძე, სიმაღლე, მანძილი, სიღრმე ან მუშაობა, ენერგია, სითბოს რაოდენობა და სხვა.

ფიზიკური სიდიდის რაოდენობრივად ინდივიდუალურ თვისებას გამოხატავს მისი ზომა, რომელიც მხოლოდ ექსპერიმენტული გზით—გაზომვით შეიძლება დადგინდეს.

ნებისმიერი გაზომვა საპასუხისმგებლო პროცედურაა და მოიცავს ისეთ აუცილებელ კომპონენტებს, როგორიცაა გასაზომი ფიზიკური სიდიდე და საზომი ერთეული, გამზომი საშუალებები, გაზომვის მეთოდები და გაზომვის პირობები.

მეტროლოგიურ პრაქტიკაში განასხვავებენ ფიზიკური სიდიდის **ჭეშმარიტ და ნამდვილ** მნიშვნელობებს.

**ჭეშმარიტი მნიშვნელობა** იდეალურად ასახავს გასაზომი სიდიდის (კვლევის ობიექტის) ხარისხობრივ და რაოდენობრივ თვისებებს და ცხადია, გაზომვის გზით მისი დადგენა შეუძლებელია. **ნამდვილი მნიშვნელობა** არის ფიზიკური სიდიდის ისეთი მნიშვნელობა, რომელიც გაზომვის გზით მიიღება და იგი რაც შეიძლება მცირედით განსხვავდება მისი ჭეშმარიტი მნიშვნელობისგან.

ფიზიკური სიდიდის **ერთეული** ეწოდება ფიზიკურ სიდიდეს, რომელსაც განსაზღვრებით მიკუთვნილი აქვს ერთი ტოლი რიცხვითი მნიშვნელობა.

ნებისმიერი ფიზიკური სიდიდის გაზომვის უმნიშვნელოვანესი პირობაა საზომი ერთეულის აღწარმოების შესაძლებლობა და მათი ზომის უცვლელობის შენარჩუნება.

**ეტალონი** წარმოადგენს საზომ საშუალებას (კომპლექსს), რომლის დახმარებითაც ფიზიკური სიდიდის ერთეულის აღწარმოება, შენახვა და გადაცემა ხორციელდება მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების შესაბამისი მაქსიმალურად შესაძლო სიზუსტით.

ფიზიკური სიდიდის გაზომვის პროცესი შემდეგი **განტოლებით** აღინერება:

$A = X/[X]$  ანუ  $X = A[X]$ , სადაც  $X$  აღნიშნავს გასაზომ სიდიდეს,  $A$  გასაზომი სიდიდის რიცხვით მნიშვნელობას, ხოლო  $[X]$  საზომ ერთეულს.

## 62. საზომ ერთეულთა საერთაშორისო SI სისტემის ძირითადი, დამატებითი და წარმოებული ერთეულები.

საზომ ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა მეტრული განვითარების დღევანდელ, რაციონალურ სახეს წარმოადგენს. ამ სისტემაში განხორციელებულია ის მთავარი მოთხოვნები ერთეულთა სისტემის მიმართ, რომლებიც ბუნებისმეტყველებისა და ტექნიკური მეცნიერების პროგრესმა აღწერა:

- სისტემა უნდა იყოს ერთიანი და ზოგადი;

- სისტემის ერთეულებს უნდა ჰქონდეს მკაცრად განსაზღვრული ზომები;
- უნდა არსებობდეს ამ ერთეულების დროში უცვლელი ეტალონები;
- სხვადასხვა ფიზიკურ სიდიდეთა ერთეულები მოხერხებულად უნდა იყოს ერთმანეთთან დაკავშირებული;
- კონკრეტული ფიზიკური სიდიდისათვის უნდა არსებობდეს მხოლოდ ერთი ერთეული.

ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა, შემოკლებული აღნიშვნით **Si** სისტემა, მიღებული იქნა ზომათა და წონათა გენერალური კონფერენციის მიერ **1960** წელს, რომელმაც დაამტკიცა ერთეულთა სისტემის ექვსი ძირითადი, ორი დამატებითი და უმნიშვნელოვანესი წარმოებული ერთეულები, აგრეთვე თავსართები ჯერადი და წილადი ერთეულების დასახელების წარმოსათქმელად.

**1971** წელს ზომათა და წონათა გენერალურმა კონფერენციამ დაამტკიცა საერთაშორისო სისტემის მეშვიდე ძირითადი ერთეული, რითაც ამ სისტემამ მოიცვა მეცნიერებისა და ტექნიკის ყველა დარგი.

**Si** სისტემის ძირითადი ერთეულებია:

- სიგრძე, მეტრი (მ)
- მასა, კილოგრამი (კგ)
- დრო, წამი (წმ)
- ელექტრული დენის ძალა, ამპერი (ა)
- თერმოდინამიკური ტემპერატურა, კელვინი (K)
- ნივთიერების რაოდენობა, მოლი
- სინათლის ძალა, კანდელა (კდ)

**Si** სისტემის დამატებითი ერთეულებია:

- ბრტყელი კუთხე, რადიანი
- სივრცითი კუთხე, სტერადიანი

**Si** სისტემის წარმოებული ერთეულებია:

- სიხშირე, ჰერცი (ჰც),  $1/\text{წმ}$
- ძალა/წონა, ნიუტონი (ნ),  $\text{კგ} \cdot \text{მ}/\text{წმ}^2$  და ა.შ.

## 63. გაზომვის სახეები (პირდაპირი, ირიბი, ერთობლივი და შეთავსებადი).

გაზომვის განტოლების მიხედვით განასხვავებენ გაზომვათა შემდეგ ძირითად სახეებს: პირდაპირ, არაპირდაპირ, ერთობლივ და შეთავსებად გაზომვებს.

**პირდაპირია** გაზომვა, როდესაც საძიებელ სიდიდეს პოულობენ უშუალოდ ცდის შედეგად. მაგალითად, მასის გაზომვა სასწორით, ტემპერატურის გაზომვა თერმომეტრით, სიგრძის გაზომვა საზაზავით და სხვა. პირდაპირი გაზომვა განტოლებასაც აქვს შემდეგი სახე:

$$Y = CX$$

სადაც, **X** არის საზომი მოწყობილობის სკალის დანაყოფის მიხედვით ანათვალი ან უშუალოდ ანათვალი ათვლის ციფრულ მოწყობილობაზე;

**C** - სკალის დანაყოფის ფასი ან ათვლის ციფრული მოწყობილობის ერთეულოვანი ჩვენება;

**Y** - გასაზომი სიდიდის მნიშვნელობა, რომელიც გამოსახულია მისთვის მიღებული ერთეულებით.

პირდაპირი გაზომვებისას საზომი მოწყობილობა შეიძლება იყოს **მარტივიც** და **რთულიც**. პირველის მაგალითია სიგრძის საზომი შტრიხული სახაზავი, მეორისა – ისრიანი ხელსაწყო სკალით, დაგრადუირებული გასაზომი სიდიდის ერთეულებით ან ნებისმიერი საზომი მოწყობილობა.

**არაპირდაპირი** ანუ **ირიბია** გაზომვა, როდესაც საძიებელ სიდიდეს პოულობენ ამ სიდიდესა და პირდაპირი გაზომვით მიღებულ სიდიდეს შორის ცნობილი დამოკიდებულებით. ირიბი გაზომვებისას, მათი განტოლებები გასაზომ სიდიდეს წარმოადგენს ერთი ან რამდენიმე არგუმენტის ცხადი ფუნქციის სახით. არგუმენტები შეიძლება იყვნენ სიდიდეები, რომლებიც პირდაპირი ან არაპირდაპირი გაზომვებით განისაზღვრებიან, აგრეთვე ფიზიკური მუდმივები და საზომი მოწყობილობების მუდმივები. არაპირდაპირი გაზომვების განტოლებას აქვს სახე:

$$Z = f(x, y, \dots a, b, \dots)$$

სადაც,  $x, y$  – გასაზომი სიდიდეებია;

$a, b$  – მუდმივი კოეფიციენტები.

ასეთი გაზომვების მაგალითია გამტარის კუთრი წინააღობის მნიშვნელობის განსაზღვრა მისი  $R$  წინააღობის,  $l$  სიგრძისა და  $S$  განიკვეთის მიხედვით:

$$\rho = R \frac{S}{l}$$

არაპირდაპირი გაზომვები ფართოდ გამოიყენება გაზომვის ტექნიკაში, კერძოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც პირდაპირი გაზომვები ტექნიკურად საკმაოდ რთული ან შეუძლებელია.

ერთობლივი და შეთავსებადი გაზომვების შემთხვევას წრფივად დამოუკიდებელ განტოლებათა სისტემა გამოსახავს:

$$f_1(X_1, Y_1, Z_1, U_1, \dots a_1, b_1, \dots) = 0$$

$$f_2(X_2, Y_2, Z_2, U_2, \dots a_2, b_2, \dots) = 0$$

სადაც  $X, Y$  არის ერთობლივად გაზომილი ერთგვაროვანი ან სხვადასხვა გვაროვანი სიდიდეები;  $Z, Y$  - პირდაპირი ან არაპირდაპირი გაზომვებით მიღებული სიდიდეები;  $a, b$  - მუდმივი კოეფიციენტები.

ერთობლივი გაზომვების შემთხვევაში რამდენიმე ერთსახელიანი სიდიდის მნიშვნელობას ადგენენ ამ სიდიდეთა სხვადასხვა შეხამების პირდაპირი გაზომვებით მიღებულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნით, ასეთ გაზომვებს მიეკუთვნება, მაგალითად გაზომვები საწონების ნაკრების და დაკალიბრების დროს, როდესაც ნაკრებში შემავალი ცალკეული საწონების მასის მნიშვნელობებს პოულობენ ერთი საწონის მასის ცნობილი მნიშვნელობის და საწონების სხვადასხვა შეხამების პირდაპირი შედარების შედეგებით.

**შეთავსებადი** ანუ **თანაარსი** გაზომვების შემთხვევაში ერთდროულად იზომება ორი ან რამდენიმე სხვადასხვა სახელიანი სიდიდე, მათ შორის ფუნქციური დამოკიდებულების დადგენის მიზნით.

**თანაარსი** გაზომვები ისეთია, როდესაც საზომ სიდიდეს პოულობენ ერთსახელა სიდიდის პირდაპირი გაზომვის მეთოდით და მიღებული შედეგების ჩასმით განტოლებათა სისტემაში. მაგ.: კოჭას წინააღმდეგობის და ტემპერატურული კოეფიციენტის გაზომვა გვაძლევს საერთო ფორმულას:

$$R_1 = R_{20} + \alpha(t_1 - 20) + \beta(t_1 - 20)^2$$

$$R_2 = R_{20} + \alpha(t_2 - 20) + \beta(t_2 - 20)^2$$

$$R_3 = R_{20} + \alpha(t_3 - 20) + \beta(t_3 - 20)^2$$

პირდაპირი გზით იზომება  $t_1, t_2, t_3, R_1, R_2, R_3$ , სადაც  $R_{20}$  არის კოჭას წინააღმდეგობა  $20^\circ\text{C}$ -ზე.  $\alpha$  და  $\beta$  ტემპერატურული კოეფიციენტებია. განტოლებებში ვსვამთ გაზომვის შედეგებს და ვპოულობთ  $R_{20}$ ,  $\alpha$  და  $\beta$ -ს.

## 64. გაზომვის მეთოდები (საზომთან შედარების მეთოდები: ნულოვანი, დიფერენციალური, დაპირისპირების, ჩანაცვლების, თანმთხვევის).

მეტროლოგიაში ფიზიკურ სიდიდეთა ზუსტად გასაზომად შემუშავებულია გაზომვათა საშუალებებისა და პრინციპების გამოყენების ხერხები, რომელთა მოხმარებაც გაზომვათა შედეგიდან მთელი რიგი ცდომილებების გამორიცხვის საშუალებას იძლევა. ამ ხერხებს **გაზომვების მეთოდები** ეწოდება.

ყველაზე მარტივ მეთოდს წარმოადგენს უშუალო შეფასების მეთოდი, რომელიც მდგომარეობს სიდიდის მნიშვნელობის უშუალო განსაზღვრაში პირდაპირი მოქმედების საზომი ხელსაწყოთა ათვლის მოწყობილობიდან. მაგალითად, აწონა ციფერბლატიან სასწორზე, დეტალის ზომის განსაზღვრა მიკრომეტრით ან წნევის განსაზღვრა ზამბარებიანი მანომეტრით და ა.შ.

უფრო ზუსტი გაზომვებისათვის უპირატესობა ეძლევა **საზომთან შედარების მეთოდის** სხვადასხვა მოდიფიკაციებს. ამ შემთხვევაში გასაზომი სიდიდის მნიშვნელობას პოულობენ მისი შედარების საზომით აღწარმოებულ სიდიდესთან. საზომთან შედარების მეთოდით გაზომვისას გასაზომი სიდიდე და საზომით აღწარმოებული სიდიდე ერთდროულად მოქმედებს შედარების ხელსაწყოებზე, რომლითაც დადგინდება მათ შორის თანაფარდობა. ამ მეთოდს **დაპირისპირების მეთოდი** ეწოდება. მისი მაგალითია ტვირთის აწონა ტოლმზარა სასწორზე, როდესაც გასაზომი მასა განისაზღვრება მისი გამაწონასწორებელი საწონების მასათა ჯამით.

**დაპირისპირების მეთოდის** გამოყენება ზემოქმედი სიდიდეების გავლენის მნიშვნელოვნად შემცირების საშუალება იძლევა გაზომვის შედეგზე, რადგანაც ისინი გაზომვითი სიგნალის ინფორმაციას რამდენადმე თანაბრად ამახინჯებს, როგორც გასაზომი სიდიდის გარდაქმნის წრედში, შედარების ხელსაწყოთა ათვლის მოწყობილობა რეაგირებს სიგნალთა სხვაობაზე, რის შედეგადაც ეს დამახინჯებები რამდენადმე აკომპენსირებენ ერთმანეთს.

შედარების მეთოდის ნაირსახეობაა გაზომვის **ნულოვანი მეთოდი**, რომლითაც სიდიდის საზომით აღწარმოებული ზომის შერჩევით ან მისი იძულებითი ცვლილებით შედარების ხელსაწყოზე შესადარებელი სიდიდეების მოქმედების ეფექტი ნულამდე დაჰყავთ. ამ შემთხვევაში ზემოქმედი სიდიდეების გავლენის კომპენსაცია უფრო სრულია, ხოლო გასაზომი სიდიდის მნიშვნელობას საზომი მნიშვნელობის ტოლად მიიჩნევენ.

გაზომის **დიფერენციალური მეთოდის** შემთხვევაში საზომ ხელსაწყოზე, რომელიც შეიძლება შედარების ხელსაწყო არ წარმოადგენდეს, უშუალოდ მიეწოდება გასაზომი სიდიდისა და საზომით აღწარმოებული სიდიდის სხვაობა. ეს მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იყოს, ცხადია, მხოლოდ მაშინ როდესაც სიდიდეთა შორის სხვაობის განმსაზღვრელი ოპერაცია მარტივად და ზუსტად სრულდება. ასეთია მაგალითად სიგრძეები, გადაადგილებები, ელექტრული ძაბვები და ა.შ. დიფერენციალური გაზომვის მეთოდი მიუღებელია, მაგ. ტემპერატურის და სისალის გასაზომად.

საზომთან შედარების მეთოდის სახესხვაობაა აგრეთვე **ჩანაცვლების მეთოდი**, რომელიც ფართოდ გამოიყენება ზუსტ მეტროლოგიურ გამოკვლევებში. ამ მეთოდით გაზომვისას გასაზომი სიდიდე საზომ მონაცვლობაში ჩანაცვლება საზომით აღწარმოებული რაიმე საზომი სიდიდით.

ჩანაცვლება შეიძლება იყოს სრული ან არასრული, რის მიხედვითაც არჩევენ **სრულ ან არასრულ ჩანაცვლების მეთოდებს**. სრული ჩანაცვლებისას ჩვენებები არ იცვლება და გაზომვის შედეგი საზომის მნიშვნელობის ტოლად მიიჩნევა. არასრული ჩანაცვლებისას საზომის მნიშვნელობას უნდა დაემატოს სიდიდის ის მნიშვნელობა, რომლითაც შეიცვალა ხელსაწყო ჩვენება.

ჩანაცვლების მეთოდის უპირატესობაა გასაზომი სიდიდისა და საზომით აღწარმოებული სიდიდის თანმიმდევრული შედარება დროში. ვინაიდან ეს ორივე სიდიდე ხელსაწყო საზომი წრედის ერთსა და იმავე ნაწილში ირთება, გაზომვის სიზუსტის შესაძლებლობები გაცილებით დიდია, ვიდრე შედარების მეთოდის სხვა ნაირსახეობა, რომლებშიც შესადარებელი სიდიდეების ჩასართავი წრედების ასიმეტრია ცდომილებებს აღძრავს.

გაზომვათა ერთ-ერთი მეთოდია **თანმთხვევათა მეთოდი**, რომელიც აგრეთვე ზომასთან შედარების მეთოდების სახესხვაობაა. ამ მეთოდით გაზომვისას გასაზომი სიდიდისა და საზომით აღწარმოებული სიდიდის სხვაობას ზომავენ სკალის დანაყოფების ან პერიოდული სიგნალების თანამთხვევით. თანამთხვევათა პრინციპის გამოყენებით აგებულია ნონიუსი, რომელიც მრავალი ხელსაწყო შემადგენელი ნაწილია. თანამთხვევათა მეთოდებს იყენებენ დროის ზუსტი სიგნალების მიღებისას, ბრუნვის სიხშირის გასაზომად და სხვა.

## 65. სისტემატური ცდომილებები, მუდმივი და ცვლადი ცდომილებები.

**სისტემატური** ეწოდება ისეთ ცდომილებებს, რომლებიც გაზომვის პროცესში უცვლელია ან იცვლება კანონზომიერად. ის წარმოშობის მიხედვით შეიძლება იყოს სხვადასხვანაირი:

1. **მეთოდური ანუ თეორიული ცდომილება.** მაგ. ნივთიერებათა სიმკვრივის განსაზღვრისას მასისა და მოცულობის მიხედვით, როცა ეს ნივთიერება შეიცავს მინარევს და სიმკვრივის



მნიშვნელობას ვპოულობთ სუფთა ნივთიერებისათვის. აგრეთვე, როცა საზომი ხელსაწყო ინერციული ხელსაწყოა.

**2. ინსტრუმენტული ცდომილება.** იგი გამოწვეულია საზომი ხელსაწყოს დამზადების ტექნოლოგიის არასრულყოფილებით: მაგ.: ვთქვათ, 1-გ-იანი საწონი შეიცავს 1,1 გ მასას.

**3. პირადი ცდომილება,** რომელიც ექსპერიმენტატორს შეაქვს გაზომვებში. იგი დამოკიდებულია ექსპერიმენტატორის შეცდომებზე. ეს შეცდომები ხდება მეთაფი ანათვალის ალების დროს.

**4. ინსტრუმენტის არასწორად დაყენებით გამოწვეული ცდომილება.** მრავალი საზომი ხელსაწყო სწორად მუშაობისათვის მოითხოვს ვერტიკალურ, ჰორიზონტალურ ან ორივეში ერთად გასწორებას.

სისტემატური ცდომილება უნდა აღმოჩენილ იქნას და გამოირიცხოს. მას აღნიშნავენ  $Q$  ასოთი. თუ გაზომვის რეზულტატი შეიცავს სისტემატურ ცდომილებას, მას უნოდებენ გაუსწორებელ რეზულტატს. სისტემატური ცდომილების გამოსარიცხად საჭიროა გაზომვის რეზულტატში შევიტანოთ შესწორება, რომელსაც აღნიშნავენ  $q$ -თი და ტოლია:

$$q = -Q$$

### **მუდმივი და ცვლადი სისტემატური ცდომილებები**

გაზომვათა სისტემატური ცდომილებების გამოწვევ მიზეზებს წარმოადგენს მუდმივად ან გარკვეული კანონზომიერებით ზემოქმედი ფაქტორები, რომლებიც დაკავშირებულია, როგორც გაზომვის მეთოდებთან და გაზომვათა საშუალებების კონსტრუქციულ თავისებურებებთან, ისე გაზომვის გარეშე პირობებსა და დამკვირვებლის სუბიექტურ თვისებებზე.

გაზომვის პროცესში გამოვლენის ხასიათის მიხედვით სისტემატური ცდომილებები იყოფა მუდმივ და ცვლად სისტემატურ ცდომილებებად.

**მუდმივი სისტემატური ცდომილებები** აღიძვრება, მაგ. გაზომვათა საშუალებების ათვლის საწყისის არასწორი დაყენების, არსწორი გრადუირებისა და ლუსტირების შემთხვევაში. ისინი მუდმივ მნიშვნელობას ინარჩუნებენ ყველა განმეორებითი დაკვირვებისას. ამიტომ დაკვირვების შედეგებში მათი აღმოჩენა საკმაოდ ძნელია.

**ცვლად სისტემატურ ცდომილებებს** შორის განასხვავებენ პროგრესულ და პერიოდულ სისტემატურ ცდომილებებს.

- **პროგრესული ცდომილებები** მონოტონურად იზრდება ან კლებულობს თავისი ცვლილების პროცესში დროის, გასაზომი სიდიდის მნიშვნელობის ან **exteriores** პირობების პარამეტრების მიხედვით.

- **პერიოდული ცდომილება** დამახასიათებელია წრიული სკალის მქონე საზომი ხელსაწყოებისათვის, თუ მაჩვენებლის ბრუნვის ღერძი არ ემთხვევა სკალის სიმეტრიის ღერძს.

ცდომილებათა ყველა დანარჩენ სახეს რთული კანონით ცვალებად ცდომილებებს უნოდებენ.

