

Y.Q.Nurullayev, M.Ş.Qocayev, U.H.Nurullayeva

# FİZİKADAN FRONTAL LABORATORİYA İŞLƏRİ

və

## NÜMAYİŞ TƏCRÜBƏLƏRİ

*(dərs vəsaiti)*

21684

*Azərbaycan Respublikası Təhsil  
Nazirliyinin Elmi-Metodik Şurasının  
"Fizika" bölməsinin 23 noyabr 2002-  
ci il tarixli iclasının 15 sayılı protoko-  
lu ilə çapa tövsiyə olunmuşdur.*



**BAKI – 2004**

53(02)

N 91

BBK 74.265.1

N115

### Tərtib edənlər:

**Nurullayev Yusif Quşu o.**

-fizika-riyaziyyat elmləri namizədi, dosent,  
Bakı Dövlət Universiteti, Ümumi fizika kafedrası;

**Qocayev Məcid Şərafəddin o.**

-fizika-riyaziyyat elmləri namizədi,  
Bakı Dövlət Universiteti;

**Nurullayeva Umuxanım Həşim q.** -

-Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Kolleci

*Dərs vəsaitinə fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,  
professor H. S. Seidli rəy vermişdir*

Nurullayev Y.Q., Qocayev M.Ş., Nurullayeva U.H. Fizikadan frontal laboratoriya işləri və nümayiş təcrübələri (*dərs vəsaiti*). Bakı, Bakı Universiteti Nəşriyyatı, 2002, 99 s.

*Fizikanın səmərəli tədrisində nümayiş təcrübələri və frontal laboratoriya dərslərinin əhəmiyyəti böyükdür. Şagirdlər frontal laboratoriya işlərini yerinə yetirərkən möhkəm bilik əldə etməklə yanaşı sadə quruluşlu ölçü cihazlarından istifadə etmək, fiziki avadanlıqlarla davranmaq kimi bacarıq və vərdişlər qazanırlar.*

*Tədrisin bu mühüm sahəsində şagirdlərə kömək məqsədilə tərtib olunmuş bu vəsaitdə nümayiş təcrübəsi və frontal laboratoriya işlərinin fizikanın tədrisindəki rolu, ölçü cihazlarının quruluşu və onlardan istifadə qaydaları, təcrübənin aparılma ardıcılığı, təcrübə xətalər və onların hesablanması yolları metodik təhlil olunmuşdur. Vəsaitə fizikanın birinci pilləsini əhatə edən 28 laboratoriya işi və 12 nümayiş təcrübəsi daxil edilmişdir.*

*Yenidən işlənmiş dərs vəsaiti orta ümumtəhsil məktəblərinin fizika proqramına uyğun tərtib edildiyindən fizika fakültəsinin pedaqoji təcrübə keçən yuxarı kurs tələbələri üçün də faydalı ola bilər.*

© Bakı Dövlət Universiteti, 2004

### 1.1. Nümayiş təcrübələrinin təşkili metodikası

Məktəb fizika kursu müxtəlif hadisə və qanunların ümumi pedaqoji prinsiplər əsasında müəyyən sistem və ardıcılıqla düzülmüş və daxilən bir-biri ilə bağlı olan bilik və məlumatlar məcmusudur. Ona görə də həm ayrı-ayrı siniflərin tədris materialları arasında, həm də bir sinfin tədris materialları arasında müəyyən ardıcılıq və üzvi əlaqə olmalıdır. Yeni keçirilən hər bir material əvvəl keçirilmiş materiala əsaslanmalı və gələcəkdə izah ediləcək material üçün baza olmalıdır.

Orta məktəb fizika kursunun məzmun və həcmi ilə yanaşı, bu kursa daxil olan tədris materiallarının hansı sistem və ardıcılıqla düzülməsini müəyyən etmək qarşıda duran mühüm metodik məsələlərdən biridir. Bu kurs didaktikanın uyğunluq prinsipinə əsaslanıb fizika elminin və texnikanın müasir inkişaf səviyyəsinə cavab verməlidir.

Fizikanın tədrisi metodikası şagirdlərin fizika kursunun məzmununa, politexnik təlimin tələbləri əsasında yiyələnmələri, praktik bacarıq və vərdislər əldə etmələri bu vərdislərin gündəlik həyatla, istehsalatla əlaqələndirmələri üçün lazım olan metodlarını və məşgələ formalarını müəyyən etməlidir. Fizika məşgələlərinin müvəffəqiyyətlə aparmaq və politexnik təlimin tələblərini günün tələbləri səviyyəsində qurmaq üçün məktəbdə müəyyən maddi-texniki bazanın – *xüsusi təchizatlı fizika kabinasının, laboratoriyanın* olması vacibdir.

Fizikanın tədrisində politexnik təlimin həyata keçirilməsi, təlimin həyatla, istehsalatla əlaqələndirilməsi metodlarının və yollarının işlənməsi *fizika metodikasının* əsas vəzifələrindən biridir.

Fizika ən çox əyanilik tələb edən məktəb fənlərindən biridir. Ona görə də orta məktəbdə fizika kursunun daha dərindən mənimsənilməsində fizikadan nümayiş təcrübələrinin rolu böyükdür.

Fiziki hadisələrin süni şəkildə yaradılması *fiziki təcrübə* adlanır. Məktəb fizika təcrübələrinin aşağıdakı növləri vardır:

1. *Müəllimin sinif nümayiş təcrübəsi;*
2. *Şagirdlərin özlərinin apardıqları təcrübələr;*
3. *Şagirdlərin frontal sinif təcrübələri;*
4. *Şagirdlərin ev təcrübələri və müşahidələri.*

Şagirdlərin sinifdə apardıqları təcrübələr *laboratoriya işləri* adlanır. Laboratoriya işləri də iki qrupa bölünür: *frontal laboratoriya işləri və fizika praktikumu*.

Frontal və praktikumlar şəklində olan laboratoriya işləri əvvəllər alınmış ilk təsəvvürləri təkmilləşdirməyə, genişləndirməyə və dəyişdirməyə, onları anlayışlar və möhkəm bilik səviyyəsinə qaldırmağa imkan verir. Bundan əlavə laboratoriya işləri cihazlarla davranış, bacarıqlarını və istifadə vərdişlərini inkişaf etdirir və şagirdlərə təcrübə ilə bağlı olan məsələlərin həllində müstəqillik elementləri aşılayır.

Nümayiş təcrübələri və laboratoriya işləri orta məktəb fizika kursunun ayrılmaz, üzvi hissəsini təşkil edir. Təcrübə göstərir ki, nəzəri materialla fiziki təcrübələrin müvəffəqiyyətlə uzlaşması ən yaxşı pedaqoji nəticə verir.

Əyanilik prinsipi fizika tədrisi prosesində ən mühüm və əsas prinsipdir. Bu prinsip müəllim qarşısında elə bir tələbat qoyur ki, tədris prosesində şagirdlərin zehində yaradılan təsəvvür və anlayışlar bilavasitə şagirdlərin gördükləri təcrübə faktlarına əsaslansın. Ona görə də dərsin qarşısında qoyulan mühüm tələblərdən biri təlim prosesində şagirdlərin fəallığını təmin etməkdən ibarətdir.

Nümayiş müəllim tərəfindən hazırlanır və bütün sinif qarşısında aparılır. Laboratoriya işlərini də müəllim hazır-

layır, lakin bunlar şagirdlər tərəfindən fərdi və ya qruplarla yerinə yetirilir. Ümumiyyətlə nümayiş təcrübələrinə olan tələbat, laboratoriya işinə olan tələbatdan fərqlənməlidir.

Hazırda orta məktəbdə fizika tədrisinin birinci pilləsində nümayiş təcrübələri özünəməxsus xüsusiyyətlərə malikdir. Məhz bu baxımdan aşağı siniflərdə nümayiş təcrübələri tədrisin şifahi şərh metoduna ən yaxşı köməkçidir.

Burada şagirdlər hadisə haqqında olan məlumatı təkcə eşitməklə deyil, həm də əyani müşahidə etməklə qavrayırlar. Onların diqqəti artır, fəallığı yüksəlir, öyrənilən material hafizəyə daha yaxşı həkk olunur. Ona görə də tədrisin keyfiyyəti müəllimin dərslərində nümayiş etdirəyəcə təcrübələrin hazırlanma və nümayiş keyfiyyətindən asılıdır.

Təcrübə göstərir ki, müəllim fizika kursunun bu və ya digər bölməsini necə məharətlə izah etsə də o, dərslə təcrübədən istifadə etməsə yüksək keyfiyyət əldə edə bilməz. Ona görə də müəllimin şərh proqramda göstərilən və müəllim tərəfindən tərtib olunan təcrübələrlə nümayiş olunmalıdır. Tədrisin keyfiyyəti müəllimin dərslərində nümayiş etdirəyəcə təcrübələrin hazırlanma və nümayiş etdirilmə keyfiyyətindən asılıdır. Şərh etmə və təcrübələr zamanı yazı lövhəsində müəyyən şəkil və sxemlər çəkilir. Bunlarla yanaşı olaraq müxtəlif cədvəllərin, plakatların, diapozitivlərin, modellərin, kinofilmlərin göstərilməsi dərslə əyanilik verir.

Orta məktəblərdə tətbiq olunan nümayiş təcrübələri qarşısında duran vəzifələr keçilən mövzu və dərslin məqsədi ilə müəyyən edilir. Bir sıra təcrübələrin nümayişində məqsəd fiziki hadisələr haqqında təsəvvür yaratmaqdan ibarət olduğu halda digər təcrübələr qarşısında cisimlərin fiziki xassələrini öyrənmək, ayrı-ayrılıqda fizika qanunlarını yoxlamaq və yaxud onların texnikadakı tətbiqlərini göstərmək vəzifələri durur. Ən vacib metodik tələblərdən biri də hər bir nümayişin şərh edilən tədris materialı ilə üzvi surətdə bağlı olmasından ibarətdir. Təcrübənin şagirdlərə aydın və maraqlı olması üçün müəllim onu yazı taxtasında təsvir

edilmiş şəkil üzərində, daha mürəkkəb olduqda isə diapozitiv və plakat vasitəsi ilə yığılmış qurğunun orijinal sxemi üzərində izah etməlidir.

Nümayişin pedaqoji təsiri göstərilən təcrübənin yalnız texniki cəhətdən effektiv olması ilə deyil, eyni zamanda təcrübənin sinifin hər yerindən aydın görünməsi və şagirdlərin təcrübəni yaxşı müşahidə etmələrindən də asılıdır. Göstərilən tələbin yerinə yetirilməsinə müəllim həmişə nail olmalıdır. Ona görə də nümayiş zamanı müəllim nümayişin görünməsini yaxşılaşdırmağa kömək edən bütün imkan və vasitələrdən istifadə etməlidir. Bu məqsədlə:

1. Nümayiş stolu üzərində yalnız göstəriləcək təcrübəyə aid cihaz və qurğular olmalıdır. Əlavə cihazların olması şagirdlərin fikrini dağıdır.
2. Cihazlar stol üzərində elə yerləşdirilməlidir ki, bir cihaz başqalarının qabağını kəsməsin və cihazları hamı müşahidə edə bilsin. Ştativlərin çubuqları müəllimə, tərəzinin oxları isə əksinə şagirdlərə tərəf çevrilməli, elektrik məfilləri elə bağlanmalıdır ki, şagirdlər bütün elektrik dövrəsini görsünlər.
3. Bütün şagirdlərin nümayiş etdirilən hadisələri və cihazları daha yaxşı görmələri üçün praktikada bir sıra üsullardan istifadə olunur. Məsələn, tərəzinin oxlarına, müxtəlif göstəricilərə, maqnit əqrəblərinin uclarına əlvan rəngli kağızlar taxılır, mayelər boyanır, arxa hissədə qara və ya yarı şəffaf löhələr qoyulur.
4. Nümayiş etdirilən qurğunun işıqlandırılmasını gücləndirmək üçün xüsusi işıqlandırıcılardan istifadə edilir.

Təcrübə nümayişlərinin effektiv olması və şagirdlər tərəfindən daha yaxşı qavranılması üçün aşağıdakı şərtlərə riayət olunmalıdır:

1. Nümayiş təcrübəsində quruluşu sadə olan, ekranı və şkalası aydın görünən cihazlardan istifadə

- olunmalıdır.
2. Təcrübə hazırlanarkən şagirdlərin yaş və psixoloji xüsusiyyətləri, bilik səviyyələri, bacarıq və vərdisləri nəzərə alınmalıdır.
  3. Təcrübə həmişə inandırıcı olmalıdır.
  4. Dərsi uzatmamaq üçün nümayiş təcrübələri bir qayda olaraq, qısa müddətli olmalıdır.
  5. Təcrübənin hazırlanması və keçirilməsi zamanı təhlükəsizlik texnikası qaydalarına əməl edilməlidir.

Aydın ki, izahatın təcrübə ilə paralel aparılması metodik cəhətdən ən yaxşı həlldir. İzahat və təcrübə müəllimlə şagirdlərin cəlbədar və inandırıcı söhbəti məntiqi surətdə ayrılmaz bir proses şəklində birləşir.

## **1.2. Frontal laboratoriya məşğələləri və onların təşkili metodikası**

Fizika elminin inkişafında təcrübənin əhəmiyyətli rolu vardır. Hər hansı fiziki qanunauyğunluğun ilk təməlini sadə müşahidələr təşkil edir. Sonralar isə belə müşahidələr həssas cihazlarla aparılan təcrübələr vasitəsilə sınaqdan çıxarılır və ümumiləşdirilir. Məhz ona görə də fənnin mənimsənilməsində təcrübə nəticələrinin araşdırılması və ümumiləşməsi mühüm yer tutur.

Orta məktəbdə fizika fənninin öyrənilməsində əyani vəsaitlərlə yanaşı fizikadan laboratoriya işləri də mühüm rol oynayır. Laboratoriya işləri şagirdlərin fiziki hadisələri müstəqil olaraq əmələ gətirmələrindən, həmin hadisələrin gedişini hərtərəfli izləmələrindən və aparılan müşahidələrə əsasən hadisələrin fiziki qanunauyğunluqlarını dərk etmələrindən ibarətdir.

Laboratoriya işləri şagirdlərin fizika qanunauyğunluqlarını möhkəm mənimsəmələrinə, öyrənilən hadisənin mahiyyətini dərinlən başa düşmələrinə, keçmiş tədris materialını təkrar etməyə, fiziki cihazlarla rəftar etməyi və onlardan

istifadə yollarını öyrədir.

Laboratoriya işləri məzmun və məqsəddə görə aşağıdakı qruplara bölünür:

1. Müxtəlif fiziki hadisələrlə tanış olmaq, bu hadisələri müşahidə etmək və hadisənin mahiyyətini öyrənmək məqsədilə aparılan laboratoriya işləri. Bu cür laboratoriya işlərinə misal olaraq birinci pillədə ətalət hadisəsini, cisimlərin xətti genişlənməsinin müşahidə olunmasını, buzun ərimə prosesinin qrafikinə qurulmasını, paralel cərəyanlı naqillərin qarşılıqlı təsirinin müşahidə edilməsini və s. göstərmək olar.
2. Fizika qanunlarını öyrənmək və fiziki kəmiyyətlər arasında funksional asılılığı müəyyən etmək məqsədilə aparılan laboratoriya işləri. Bunlara misal olaraq bərabərsürətli hərəkətin öyrənilməsini, sürət və yol qrafiklərinin qurulmasını göstərmək olar.
3. Müxtəlif fiziki kəmiyyətləri ölçmə və ölçü cihazları ilə tanış olmaq məqsədi ilə aparılan laboratoriya işləri. Bu tip laboratoriya işlərinə misal olaraq dinamometrle qüvvənin ölçülməsini, lingli tərəzidə cismin kütləsinin təyini, areometr vasitəsilə mayələrin sıxlığının təyini, dövrənin müxtəlif hissələrində cərəyan şiddəti və gərginliyin ölçülməsi və s. laboratoriya işlərini göstərmək olar.
4. Fiziki sabitlərin təyini məqsədilə aparılan laboratoriya işləri. Belə laboratoriya işlərinə misal olaraq maddənin sıxlığının, xüsusi istilik tutumunun, naqilin xüsusi müqavimətinin hesablanması və s. laboratoriya işlərini göstərmək olar.
5. Müxtəlif fiziki cihazlar və qurğularla tanışlıq məqsədilə aparılan laboratoriya işləri. Bu tip laboratoriya işlərinə elektrik dövrəsinin yığılması, sadə elektromaqnit reləsinin yığılması, sabit cərəyan mühərrikinin yığılması və s. praktik işlər misal ola bilər.



Orta məktəb fizika kursuna daxil olan laboratoriya işləri öz xarakterinə görə iki qrupa ayrılır:

1. Keyfiyyət xarakterli laboratoriya işləri;
2. Kəmiyyət xarakterli laboratoriya işləri;

Keyfiyyət xarakterli laboratoriya işlərində şagirdlər uyğun fiziki hadisəni yaradır, onun gedişini müşahidə edir və fiziki qanunauyğunluqların təsdiqinə şahid olurlar. Məsələn, cisimlərin istidən genişlənməsi, maye və qazlarda qaldırıcı qüvvə, naftalinin əriməsi və s.

Kəmiyyət xarakterli laboratoriya işlərində isə şagirdlər fizika qanunlarından istifadə etməklə kəmiyyətlər arasında əlaqəni yoxlayır, fiziki sabitləri hesablayırlar. Məsələn, toxunan müxtəlif növ səthlər üçün sürtünmə əmsalının təyini, xüsusi istilik tutumunun təyini, Arximed qüvvəsinin hesablanması, cismin çəkisinin dinamometrlə təyini və s.

Hal-hazırda orta məktəbdə fizika kursundan laboratoriya məşğələlərinin aşağıdakı növləri tətbiq olunur.

1. *Frontal laboratoriya məşğələləri.*
2. *Fizika praktikumu.*

Laboratoriya məşğələləri frontal formada aparıldıqda bütün sinif eyni zamanda, eyni tip cihazlardan və eyni üsullə istifadə edərək eyni tapşırığı yerinə yetirirlər. Bu üsulla məşğələni keçirmək üçün sinif 4-5 nəfərlik qruplara ayrılır. Frontal laboratoriya işləri kursun müəyyən bölməsinə aid, həm müəllimin izahına nümayiş təcrübəsi kimi, həm də keçirilən materialın təkrarına aid aparıla bilər. Ona görə də məşğələnin bu forması təlim prosesinin birinci pilləsində tədrisin zəruri həlqəsi olmaqla tədris materiallarının dərindən mənimsənilməsində xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Frontal laboratoriya məşğələləri şagirdlərə sadə ölçü cihazları ilə işləmək vərdişini aşılayır və onlarda bu fənnə olan həvəsi artırır. Frontal laboratoriya məşğələsi bütün dərs müddətində deyil, 10-15 dəqiqəliyə keçirildikdə də effekt verir, belə ki, bu məşğələlərin həllində şagirdlərə sual verilməsi və müzakirə şagirdlərin apardıqları təcrübə ilə müşayiət olunur. Müəllim

dərs prosesində iştirak edən hər bir şagirdin təcrübəni necə apardığını, onun nədə çətinlik çəkdiyini görür və sual verərək öyrənilən hadisələrin müxtəlif mühüm cəhətlərinə diqqət yetirə bilir. Sınıfın frontal laboratoriya məşğələlərində bir qrupun aldığı nəticələr o biri qrupun aldığı nəticələrlə yoxlanılıb müqayisə edilə bilər. Bu zaman şagirdlərdə belə inam hissi yaranır ki, təcrübədən alınan nəticələrin ehtimallıq dərəcəsi aparılan təcrübələrin sayının artması ilə artır. Vaxtın məhdudluğundan şagirdlər təcrübəni bir neçə dəfə təkrar edə bilmirlər. Amma ayrı-ayrı qrupların aldığı nəticələr təcrübənin hansı dərəcədə doğru olduğunu göstərir. İşin sonunda bir-birinə yaxın olan nəticələrü ümumiləşdirib ölçülən kəmiyyətin orta qiyməti tapılır və bütün siniflə müzakirə edilir. Bu zaman bütün sinifin aldığı nəticələrə əsaslanan ümumi nəticə ayrı-ayrı qrupların aldığı nəticələrə nisbətən daha inandırıcı olur.

Laboratoriya işləri yerinə yetirilərkən şagirdlərin aşağıdakı qaydalara əmələ etmələri məqsədəuyğundur.

1. Müəllimin icazəsi olmadan avadanlıq və cihazlara toxunmamalı;
2. Cihazlarla davranarkən təhlükəsizlik qaydalarına ciddi əməl etməli;
3. Ölçmə nəticələrini dəftərdə ayrılmış xüsusi vərəqdə qeyd etməli;
4. İş qurtardıqdan sonra cihazları səliqə ilə yığıb təhvil verməli.

Frontal laboratoriya məşğələləri dərsdə üç mərhələdə aparılır.

1. *Giriş müsahibəsi.* Şagirdlər tərəfindən yerinə yetirilən hər bir laboratoriya işi yalnız o vaxt müsbət nəticə verir ki, laboratoriya işinin məqsəd və yerinə yetirilmə yolu şagirdə tam aydın olsun. Ona görə də müstəqil işə başlamazdan əvvəl müəllim şagirdlərlə müsahibə aparmalıdır. Bu cür müsahibə zamanı işin məqsədi aydınlaşdırılır, iş planı təhlil edi-

lır. işin yerinə yetirilməsi, nəticələrin hesablanması, cihazlarla işləmə yollarına aid ilkin məlumat verilir. Birinci pillədə yaxşı olar ki, iş planı lövhədə aydın və başa düşülən formada yazılsın. Laboratoriya işinin daha effektiv olması üçün şagirdlərin əvvəlcədən işin yerinə yetirilməsinə aid icmal tərtib etmələri də əhəmiyyətlidir. Müəllimin giriş müsahibəsi 10-15 dəqiqədən artıq olmamalıdır.

2. *İşin şagirdlər tərəfindən icrası.* Laboratoriya işi şagirdlərə izah edildikdən sonra, onlar işin yerinə yetirilməsinə başlayırlar. Laboratoriya işində istifadə olunan cihazın xarakterindən asılı olaraq cihazlar ya əvvəlcədən, ya da müəllimin hazırlıq giriş müsahibəsindən sonra iş stollarına paylana bilər. İş prosesində şagirdlərin işin gedişində tələb olunan əməliyyatı mexaniki yolla deyil, tamamilə şüurlu və başa düşdükləri formada yerinə yetirmələrinə, onların təşəbbüs göstərmələrinə nail olmaq lazımdır.

Şagirdlərdən səliqəli işləməyi, işin keyfiyyətinə fikir vermələri, alınan nəticələri səliqəli qeyd etməyi və işi sona çatdırıb, cavabı hesablamağı tələb etmək lazımdır. Bu məqsədlə müəllim iş masaları arasında gəzərək şagirdlərin işinə diqqət etməli, hər qrupda şagirdlərin hamısının işdə fəal iştirak etməsinə fikir verməli, işi yerinə yetirməkdə çətinlik çəkənlərə göstərişlər verməlidir.

Əgər işin yerinə yetirilməsində qrupların əksəriyyətinin çətinlik çəkdiyi yer varsa, onda müəllim lövhə qarşısında hamı üçün izahat və göstəriş verməlidir.

3. *Müəllimin yekun müsahibəsi.* Laboratoriya işi qurtarıqdan sonra alınmış nəticələr müzakirə olunur və işə yekun vurulur. Alınmış nəticələr cədvəl qiymətləri ilə müqayisə edilərək müşahidə olunan fərqlin səbəbi şagirdlərə izah edilir. Əgər ayrı-ayrı qruplarda yanlış nəticələr varsa, o da ətraflı müza-

kirə olunur və şagirdlərin ölçmə prosesində yol verdikləri xətlər araşdırılır.

Frontal laboratoriya məşğələlərində şagirdlərin işə aid yazılı təlimat tərtib etmələri məcburi deyildir. Amma yaxşı olar ki, onlar tədricən yazılı təlimatlar tərtib etməyə alışsınlar. Laboratoriya işinə aid təlimat-göstəriş aşağıdakı formaya uyğun hazırlandıqda daha dolğun və əhəmiyyətli olur:

1. Laboratoriya işinin adı;
2. İşin məqsədi;
3. İşin aparılması üçün lazım olan ləvazimatlar;
4. İşin gedişi planı, şəkil və sxemlər, işçi düstur və ölçmələri yazmaq üçün cədvəl.
5. Laboratoriya işinə aid nəzəri suallar.

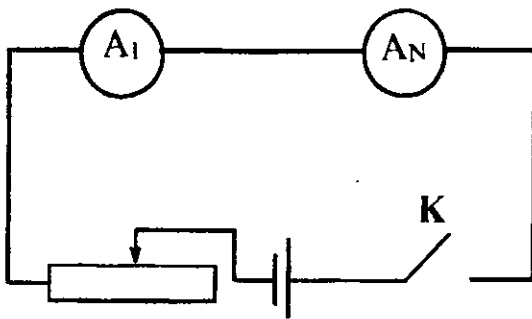
### **1.3. Fiziki kəmiyyətlərin ölçülməsi və nəticələrin hesablanması**

Laboratoriya işlərinin yerinə yetirilməsi müxtəlif fiziki kəmiyyətlərin ölçülməsi və alınmış nəticələrin hesablanması ilə əlaqədardır. Ölçmələr müəyyən alət və cihazlarla aparılır. Hər bir cihaz müəyyən dəqiqliklə ölçmə aparamağa imkan verdiyindən ölçülən kəmiyyətin qiyməti müəyyən xəta ilə təpilir. Ona görə də işin yerinə yetirilmə prosesində şagirdləri başa salmaq lazımdır ki, ölçü nəticələri çox da dəqiq olmaya bilər. Çünki ixtiyari ölçmə zamanı kəmiyyətlərin ölçülməsində müəyyən xətalara yol verilir. Bu xətanın dəqiq qiyməti məlum olmadığından yalnız onun hansı tərtibdə olduğunu müəyyən etmək olar. Adətən bu xəta kəmiyyətin *mütləq xətası* adlanır. Onun qiyməti bir sıra faktorlardan asılı olub hesablama xətası və ölçü cihazlarının xətalari cəmindən ibarətdir. Orta məktəbdə müşahidə olunan xətalari ətraflı analiz etməyə ehtiyac yoxdur. Burada yalnız ölçü xətalari ilə kifayətlənib ölçü cihazlarının xətasının onun şkala bölgüsünün yarısını aşmadığını qəbul etmək olar. Bu halda

mütləq xətanın maksimum qiyməti olaraq ölçü cihazının bölgüsünün yarısını götürmək olar.

Məsələn, uzunluğu ölçmək üçün üzərində santimetr bölgüləri olan ölçü lentindən istifadə etdikdə ölçü xətası  $\pm 0,5$  sm olar. Əgər uzunluğun təyini üçün üzərində millimetr bölgüləri olan xətkəşdən istifadə olunarsa bu halda ölçü xətası  $\pm 0,1$  sm götürülə bilər.

Təcrübədə qüvvəni ölçmək üçün *Bakuşinski dinamometrindən* istifadə olunur Bakuşinski dinamometrinin bir bölgüsünün qiyməti  $0,1 N$  - a uyğundur. Belə dinamometr in ölçü xətası  $0,05 N$  tərtibində ola bilər. Müşahidə olunan belə yüksək xəta həm də cihazın hazırlanması ilə əlaqədardır. Adətən belə cihazlar hazırlanarkən onlardan biri dərəcələndir və digərləri isə həmin materialdan olan məftildən hazırlandığı üçün bu dərəcələnmə onlar üçün də qəbul olunur. Məhz buna görə də cihazların göstəriciləri bir-birindən müəyyən dərəcədə fərqlənə bilər. Belə cihazlara misal olaraq həmçinin orta məktəbdə istifadə olunan maqnetoelektrik sistemli ampermetri və voltmetri də göstərmək olar. Bu cihazların öz xətalərini azaltmaq üçün onların göstərişləri adətən daha dəqiq "nəzarət" ölçü cihazları ilə müqayisə edilir. Məsələn ampermetrin şkalasını yoxlamaq üçün 1-ci şəkildəki sxem yığılır.



Şəkil 1. Ampermetrin şkalasının yoxlanılması

Yoxlanılacaq ampermetrin əqrəbi “korrektor” vasitəsi-lə sıfra gətirilir və reostatda maksimum müqavimət qoyulur. Açarla dövrə qapanır. Reostatla müqavimət tədricən azaldılaraq yoxlanılacaq  $A_1$  ampermetrinin göstərişi  $A_N$  ampermetrin “nəzarət” göstərişi ilə müqayisə edilərək cədvəl tərtib olunur və bunun əsasında ampermetrin şkalasına düzəlişlər edilir. Gələcək ölçmələrdə bu cədvəldən istifadə olunur. Bu qayda ilə digər ölçü cihazlarının şkalası da yoxlanıla bilər.

Mütləq xətanın maksimum qiyməti adətən ölçmənin dəqiqliyi haqqında konkret məlumat vermir. Tutaq ki, ölçü zamanı mis məftilin uzunluğu ölçü lenti ilə ölçüldükdə onun uzunluğu  $542 \text{ sm} \pm 1 \text{ sm}$  olmuşdur. Məftilin diametri isə ştangenpərgarla ölçülərək diametr üçün  $3,5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  qiymət alınmışdır. Bu zaman məftilin uzunluğunun təyində buraxılan xəta onun diametrindən böyükdür. Ona görə də bu uyğunsuzluğu aradan qaldırmaq üçün *nisbi xəta* anlayışından istifadə olunur. Nisbi xəta təcrübədə buraxılan ölçü xətasının ölçülən kəmiyyətin qiymətinə olan nisbətidir. Bax-

dığımız misalda birinci halda bu xəta  $\frac{1}{542} = 0,0018$ , başqa

sözlə  $0,1\%$ , ikinci halda  $\frac{0,1}{3,5} = 0,029$ , uyğun olaraq  $2,9\%$  tə-

tibində olur. Buradan görünür ki, məftilin uzunluğunun ölçü dəqiqliyi onun diametrinin ölçü dəqiqliyindən çoxdur. Deməli ölçü dəqiqliyini təyin etmək üçün ölçü zamanı buraxılan xətanın kəmiyyətin öz ölçüsünün hansı hissəsini təşkil etdiyini bilmək vacibdir.

Laboratoriya işlərində bir çox hallarda müxtəlif fiziki kəmiyyətləri təyin etmək üçün adətən bir neçə fiziki kəmiyyəti ölçmək lazım gəlir. Bu halda da hər bir kəmiyyətin ölçülməsində müəyyən təcrübi xətalara yol verilir.

Aşağıdakı misala baxaq. Tutaq ki, düzbucaqlı formalı alüminium tirciyin ölçüləri üçün aşağıdakı qiymətlər alınmışdır: uzunluğu -  $5,6 \text{ sm} \pm 0,1 \text{ sm}$ , eni -  $3,2 \text{ sm} \pm 0,1 \text{ sm}$ , qa-

lınlığı  $1.8 \text{ sm} \pm 0.1 \text{ sm}$ , kütləsi isə  $87.91 \text{ q} \pm 0.01 \text{ q}$ . Alüminium tirciyin sıxlığını təyin etmək üçün onun xətti ölçülərini bir-birinə vuraraq həcmi tapmaq, sonra tirciyin kütləsini alınan həcmə bölmək lazımdır.

$$a) 5.6 \text{ sm} \cdot 3.2 \text{ sm} = 17.92 \text{ sm}^2 \cong 17.9 \text{ sm}^2;$$

$$b) 17.9 \text{ sm}^2 \cdot 1.8 \text{ sm} = 32.22 \text{ sm}^3 \cong 32.2 \text{ sm}^3;$$

$$c) \frac{87.91 \text{ q}}{32.2 \text{ sm}^3} = 2.73 \frac{\text{q}}{\text{sm}^3} \cong 2.7 \frac{\text{q}}{\text{sm}^3}.$$

Burada cismin həcmi 0,1 dəqiqliklə, kütləsi isə 0,01 dəqiqliklə təyin olunur. Ona görə də hesablamaları sadələşdirmək məqsədi ilə vergüldən sonra bir rəqəm götürmək kifayətdir. Bu zaman birinci rəqəmdən sonrakı rəqəmləri yuvarlaqlaşdırıb, xətanın təqribi maksimum qiymətini hesablamış olarıq. Əgər sonuncu rəqəm ya 5, ya da 5-dən böyük ədədirsə, bu halda onu silib ondan əvvəlki rəqəmin üzərinə vahid əlavə etmək lazımdır. Əgər sonuncu rəqəm 5-dən kiçikdirsə onda sonuncu rəqəmi nəzərə almamaq olar. Tutaq ki, ölçü xətası 0,18-dir. Onda axırını rəqəmi yuvarlaqlaşdıraraq ölçü xətası üçün 0,2 alarıq.

Çalışmaq lazımdır ki, ilk laboratoriya dərslərində şagirdlər ölçü üsulunu mənimsəyib mütləq və nisbi xətaların hesablanması qaydasını öyrənsinlər.

İlk anlardan həmçinin çalışmaq lazımdır ki, şagirdlər mütləq xətanın maksimum qiymətini hesabladıqda təqribi hesablamalardan istifadə etsinlər. Bu məqsədlə ağacın ağac üzərində sürüşməsi zamanı yaranan sürtünmə əmsalının təyininə müşahidə olunan mütləq xətanın təyini nəzərdən keçirək.

Tutaq ki, tribometr üzərindəki cismin çəkisi və sürtünmə qüvvəsi üçün dinamometrlə ölçmə zamanı aşağıdakı qiymətlər alınmışdır:

$$P = 3.40 \text{ N} \pm 0.05 \text{ N}$$

$$F_s = 0.72 \text{ N} \pm 0.05 \text{ N}.$$

Sürtünmə əmsalının həqiqi qiymətinin yuxarı (max) və aşağı (min) sərhəddini müəyyən edək. Bu qiymət:

$$\mu_{\max} = \frac{0.77}{3.35} \approx 0.230, \quad \mu_{\min} = \frac{0.67}{3.45} \approx 0.194.$$

Onda sürtünmə əmsalının orta qiyməti

$$\mu = \frac{0,230 + 0,194}{2} = 0.212.$$

Hesablamadan alınan bu qiymət, axtarılan kəmiyyətin maksimum və minimum qiymətlərindən

$$\Delta\mu = \frac{0,230 - 0,194}{2} = \pm 0,018$$

kəmiyyət qədər fərqlənəcəkdir. Təyin olunmuş bu xəta mütləq xətanın ən böyük (maksimum) qiyməti olacaqdır. Yuxarıdakı ifadələrdə vergüldən sonrakı üçüncü rəqəm şübhə doğurduğundan onu nəzərə almamaq olar. Onda  $\mu \approx 0,21$  və  $\Delta\mu = \pm 0,02$  kimi yazıla bilər. Bu halda sürtünmə əmsalının həqiqi qiymətini aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik:

$$\mu = 0,21 \pm 0,02.$$

#### 1.4. Təcrübə xətlərinin hesablanması

Şagirdlər fizika laboratoriyaya işlərini yerinə yetirərkən onlar ölçü texnikası və ölçü cihazları ilə tanış olurlar, kəmiyyətlərin ölçmə xətasını təyin edirlər. Onlar əmin olurlar ki, ölçmə zamanı buraxılan xətalara hesablamadan heç bir dəqiq nəticəyə gəlmək mümkün deyil.

Fiziki kəmiyyətlərin ölçülməsində yol verilən xətalara iki qrupa ayırmaq olar: *sistematik xətlər* və *təsadüfi xətlər*.

*Sistematik xətlər* – ölçü cihazlarının normal qaydada olmamasından, ölçü üsulunda səhvə yol verilməsindən, təcrübə zamanı qurğu ilə əlaqədar olan müəyyən səbəbin nəzərdən qaçırılmasından meydana çıxır.

*Təsadüfi xətlər* – hesablama əməliyyatının dəqiq apa-



rılmamasından, təcrübə zamanı müşahidəçinin işə dəqiq yanaşmamasından əmələ gəlir.

Laboratoriya işi yerinə yetirilərkən adətən ölçmələr birbaşa və ya dolayı yolla aparılır. Birbaşa ölçmələrdə fiziki kəmiyyətin qiyməti ölçü cihazı ilə bilavasitə təyin olunur. Məsələn, cismin çəkisinin dinamometrlə, həcmnin menzurka ilə, kütləsinin tərəzi ilə təyini. Dolayı ölçmələrdə isə fiziki kəmiyyətin qiyməti bu kəmiyyəti təcrübədə birbaşa ölçülən digər fiziki kəmiyyətlərlə əlaqələndirən düstur vasitəsilə təyin edilir. Məsələn, cismin sıxlığının, hərəkət sürətinin təyini və s.

Laboratoriya işlərində buraxılan xətanı hesablamaq üçün işi düsturdan istifadə edib, xəta düsturunu çıxarmaq lazımdır. Tutaq ki,  $A=ab$  kəmiyyətini təyin etmək üçün iki  $a$  və  $b$  kəmiyyətlərinin  $a + \Delta a$  və  $b + \Delta b$  ölçülmüş qiymətlərini bir-birinə vurmaq lazımdır. Bu halda:

$$A + \Delta A = (a + \Delta a)(b + \Delta b) \text{ və ya}$$

$$A + \Delta A = ab + b\Delta a + a\Delta b + \Delta a \cdot \Delta b.$$

Əgər  $A = ab$  olduğunu nəzərə alıb müəyyən sadələşmə aparacaq onda

$$\Delta A = b\Delta a + a\Delta b + \Delta a \cdot \Delta b$$

alırıq. Bərabərliyin hər iki tərəfini uyğun olaraq  $A = ab$  ifadəsinə bölsək, onda  $A$  kəmiyyəti üçün xəta düsturunu alırıq:

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta a \cdot \Delta b}{ab}.$$

Sonuncu ifadədə  $\frac{\Delta a \cdot \Delta b}{ab}$  həddinin kifayət qədər kiçik

olduğunu nəzərə alsaq bu halda  $A$  kəmiyyətinin hesablanmasıda buraxılan nisbi xətanı hesablamaq üçün aşağıdakı düsturu alırıq:

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}.$$

Deməli, hasilin nisbi xətası ayrı-ayrı vuruqların nisbi

xətaları cəminə bərabərdir. Praktikada daha çox təsadüf olunan müxtəlif hallar üçün də analoji qayda ilə nisbi xətanı hesablamaq üçün düstur çıxarmaq olar. Praktikada daha çox təsadüf olunan bir sıra funksional asılılıqlar üçün təcrübənin xəta düsturları aşağıdakı ifadələr hesablanır.

$$A = a + b; \quad \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta a + \Delta b}{a + b}$$

$$A = a - b; \quad \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta a + \Delta b}{a - b}$$

$$A = abc; \quad \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c}$$

$$A = \frac{a}{b}; \quad \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$$

$$A = a^n; \quad \frac{\Delta A}{A} = n \frac{\Delta a}{a}$$

$$A = \sqrt[n]{a}; \quad \frac{\Delta A}{A} = \frac{1}{n} \frac{\Delta a}{a}$$

Bu ifadələrlə təcrübə xətanın hesablanması müəllimlər üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Təcrübədə daha çox istifadə olunan bəzi ölçü vasitələri və cihazlar üçün ölçmələrdə müşahidə olunan mütləq xətalər I-ci cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 1

Nö	Alətin adı	Ölçmə hədləri	Bölgünün qiyməti	Mütləq alət xətası
1	Xətkeş	50 sm-ə qədər 150 sm-ə qədər	1 mm 0,5 sm	1 mm 0,2 mm
2	Ştangenpərgar	150 mm	0,1 mm	0,05 mm
3	Mikrometr	25 mm	0,01 mm	0,005 mm
4	Tədris dinamometri	4N	0,1 N	0,05 N
5	Saniyəölçən	0÷30 dəq	0,2 san	0,1 san
6	Barometr-aneroid	720÷780 mm c.süt.	1mm c. süt.	1 mm c.süt
7	Laboratoriya termometri	0÷100 °S	1 °S	1 °S
8	Tədris ampmetri	2 A	0,1 A	0,05 A
9	Tədris voltmetri	6 V	0,2 V	0,15 V

Adətən ölçü cihazlarının iş prinsipini əks etdirən göstərişlərdə bu cihazların iş prinsipi, onlarla işləmə qaydası, ölçü diapozonu və onların ölçü dəqiqliyi göstərilir. Ona görə də belə cihazlarla işləməzdən əvvəl bu göstərişlərlə diqqətlə tanış olmaq lazımdır.

### 1.5. Bəzi ölçü cihazları haqqında məlumat

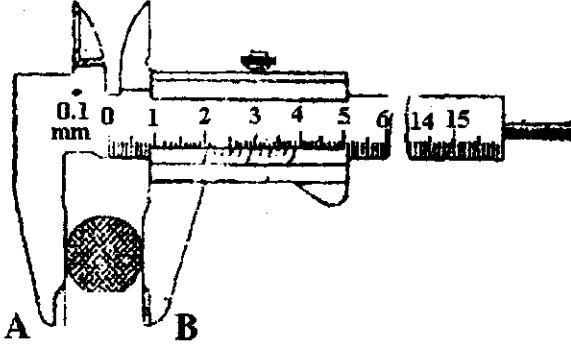
Fizika təbiət elmidir. Onun məqsədi təbiətdə baş verən müxtəlif fiziki hadisələri, bu hadisələri əlaqələndirən müxtəlif qanunlar arasındakı əlaqəni aşkar edib, hadisələrin əlaqə və səbəblərini elmi əsaslarla izah etməkdir. Bütün bunlar müxtəlif fiziki kəmiyyətlərin ölçülməsini tələb edir. Hər hansı bir fiziki kəmiyyəti ölçmək onu bu kəmiyyət üçün vahid qəbul edilmiş eyni adlı kəmiyyətlə (bəzən də bu kəmiyyətə etalon deyilir) müqayisə etmək deməkdir.

Hələ aşağı sınıflarda təbiətsünaslıq fənni tədris olunarkən şagirdlər uzunluq, sahə, zaman, temperatur, kütlə, qüvvə, təzyiq, sürət anlayışları haqqında ilkin məlumat alırlar. Ona görə də fizika fənni tədris olunmağa başlandığı birinci pillədə bu fiziki kəmiyyətləri ölçmək üçün istifadə olunan ölçü cihazları haqqında ilkin məlumatlar vermək məqsədəuyğundur.

Cisimlərin xətti ölçüsünü təyin etmək üçün məişətdə *ruletka* və bir qədər dəqiq ölçmələrdə isə üzərində millimetrlik bölgüləri olan *xətkeşdən* istifadə olunur. Bu ölçü cihazları kifayət qədər sadədir və onlardan şagirdlər asanlıqla istifadə edə bilirlər. Amma daha çox dəqiqlik tələb olunan hallarda isə cisimlərin xətti ölçülərini təyin etmək üçün ştangenpərgardan və mikrometrdən istifadə olunur. Bu cihazlar qismən mürəkkəb olduğu üçün onların iş prinsipi ilə ətraflı tanış olaq.

**Ştangenpərgar** – xətti noniusla təchiz edilmiş və uzunluqları millimetrin onda birinə qədər dəqiqliklə ölçməyə imkan verən cihazdır (şəkil 2). Ştangenpərgarın iki xətkəsi

vardır. Bunlardan biri bölgüləri santimetr və millimetrdən ibarət olan əsas xətkəş, digəri isə əsas xətkəşin üzərində asanlıqla sürüşə bilən *noniusdur*. Noniusun  $n$  bölgüsünün uzunluğu əsas xətkəşin  $n-1$  bölgüsünün uzunluğuna bərabərdir. Yəni noniusda on kiçik bölgünün uzunluğu əsas xətkəşlə doqquz kiçik bölgünün uzunluğuna uyğun gəlir.



Şəkil 2. Ştangerpərgar

Noniusla tachiz edilmiş ştangerpərgarla cisimlərin xətti ölçülərini, silindrik boruların diametrlərini və bəzi dərinlikləri 0,1 mm dəqiqliklə ölçmək olar. Ştangerpərgarın iki *A* və *B* dodağı vardır. *A* dodağı xətkəşin başlanğıcına, *B* dodağı isə noniusla bərkidilərək onunla birlikdə xətkəş boyunca hərəkət etdirilir.

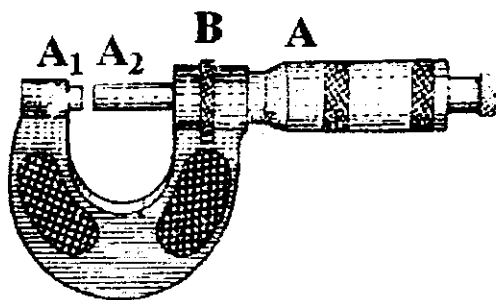
Ştangerpərgarla uzunluğu ölçərkən əvvəlcə o, sıfır vəziyyətinə gətirilir. Bu zaman ştangerpərgarın dodaqları bir-birinə sıx toxunmalı və əsas xətkəşin sıfır bölgüsü ilə noniusun sıfır bölgüsü bir-birinin üzərinə düşməlidir. Sonra uzunluğu ölçüləcək cismi ştangerpərgarın aralanmış dodaqları arasına yerləşdirib, mütəhərrik dodağı ona az qüvvə ilə sıxmaq lazımdır. Bu zaman dodaqlar arasındakı məsafə cismin uzunluğunu göstərir və əsas xətkəşin sıfır bölgüsü ilə noniusun sıfır bölgüsü arasındakı məsafəyə bərabər olacaqdır. Ştangerpərgarla cismin uzunluğunu ölçərkən iki hal ola bi-

lər:

a) Ölçüləcək cisim dodaqlar arasında olduqda noniusun sıfır bölgüsü əsas xətkəşin tam bölgülərindən biri ilə üst-üstə düşsün. Onda noniusun sıfır bölgüsünə uyğun gələn əsas xətkədəki bölgü cismin uzunluğunu göstərir;

b) Cisim dodaqlar arasında olduqda noniusun sıfır bölgüsü əsas xətkəşin tam bölgüləri üzərinə düşməsin və bölgülərdən hər hansı ikisinin arasında olsun. Bu halda əsas xətkəşin noniusun sıfır bölgüsünə kimi olan tam bölgülər ( $L_0$ ) qeyd edilir və kəsr hissəsi ( $\Delta L$ ) isə noniusun üzərindən götürülür. Bu məqsədlə nonius şkalasında əsas xətkəşin hər hansı bölgüsü ilə üst-üstə düşən bölgüsünü 0,1-ə vurub  $\Delta L$ -i tapmaq olar. Onda ölçülən cismin uzunluğu  $L = L_0 + \Delta L$  olar.

Uzunluğu (və ya qalınlığı) daha dəqiq ölçmək üçün *mikrometrdən* (şəkil 3) istifadə olunur. Bu cihaz, uzunluğu 0,01 mm-ə qədər dəqiqliklə ölçür. Mikrometr millimetrlərə bölünmüş *A* vintindən ibarətdir. Vintin üzərinə çevrəsi yüz bərabər hissəyə bölünmüş *B* silindri geydirilmişdir. *A* vintinin üzərində tam millimetrlər, *B* silindri üzərində isə millimetrin 0,01 hissəsi qeyd edilir. *A* vintini hərəkət etdirdikdə  $A_1$  ilə  $A_2$ -in arası açılır və cisim oraya qoyularaq qalınlığı ölçülür.



Şəkil 3. Mikrometr

Millimetrin hissələrini hesabladıqda silindr üzərindəki

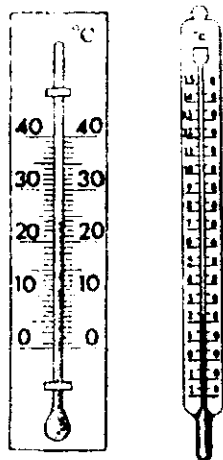
bölgülərdən vint üzərindəki cizgiyə tuş gələnə götürülür. Əgər cisim A və A<sub>1</sub> arasında yerləşdikdə vint üzərində 5 tam bölgü görünməklə bərabər silindr üzərindəki bölgülərdən 15-cisi vint üzərindəki cizgiyə tuş gəlirsə, deməli, həmin cismin ölçüsü 5,15 mm-dir.

Temperatur – *termometrlə* ölçülür. Termometr- maddələrin fiziki xassələrinin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsinə əsasən temperaturu ölçmək üçün istifadə olunan ölçü cihazıdır. Termometrlər öz xassələrinə və təbii sahələrinə görə bir-birindən fərqlənir. Temperaturu şəraitdən asılı olaraq mayeli termometr, qaz termometri və müqavimət termometri ilə ölçürlər.

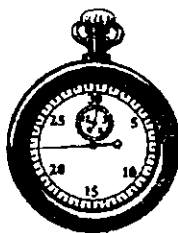
Orta məktəbdə əsasən mayeli termometrlərdən istifadə olunur. Mayeli termometrin bir hissəsi maye ilə doldurulmuş odadavamlı şəffaf şüşə boru və ona yapışdırılmış rezervuardan ibarətdir. Borunun üzərində, ölçmə intervalından asılı olaraq, bərabər hissələrə bölünmüş şkala var. Praktika- da daha çox mayenin həcmninə temperaturu görə dəyişməsindən istifadə edilir. Mayeli termometrlərdə termometrik maddə olaraq kerosin, civə, toluol işlədilir. Yaxşı təmizliyinə, şüşəni islatmadığına, doymuş buxar təzyiqinin kiçik olmasına görə civəli termometrlər geniş yayılmışdır. 4-cü şəkildə tibbdə işlədilən civəli termometr və məişətdə işlədilən rəngli mayeli (toluollu) termometrlər göstərilib.

Zaman müddəti adətən *saniyəölçənlə* ölçülür. **Saniyəölçən** – vaxtı saniyənin onda birinə qədər dəqiqliklə ölçən saat mexanizmidir (şəkil 5). Saniyəölçənin cibdə gəzdirilən, qola bağlanan və stolüstü növlərindən istifadə olunur. O, düyməsi basılmaqla işə salınır, dayandırılır və əqrəbi sıfır bölgüsünün üzərinə qaytarılır.

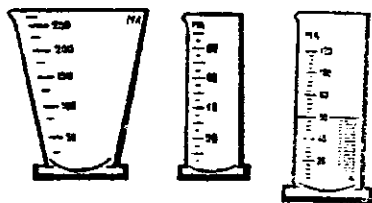
Mayelərin həcmi təyin etmək üçün üzərində bölgüləri olan silindirik şüşə qabdan istifadə olunur. Belə silindirik şüşə qab menzurka adlanır. 6-cı şəkildə müxtəlif tip menzurkalar göstərilmişdir.



Şəkil 4



Şəkil 5



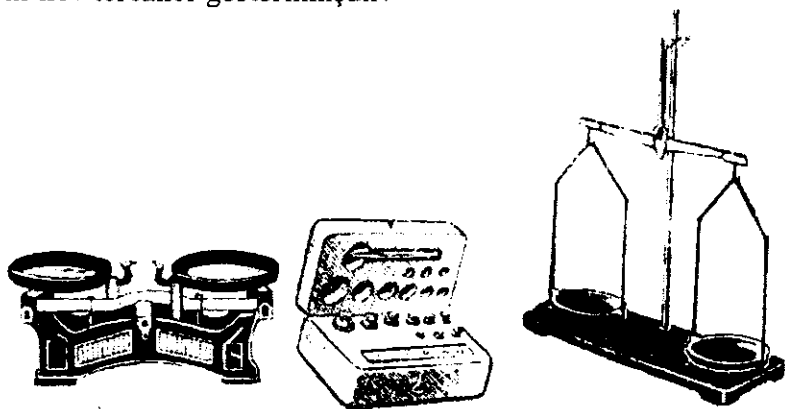
Şəkil 6

Cisimlərin kütləsi müxtəlif üsullarla təyin oluna bilər. Cismın kütləsini təyin etmək üçün ən sadə üsul onu tərəzidə çəkmək üsuludur.

Məişətdə və laboratoriyada cismın kütləsini müxtəlif növ *tərəzilərlə* təyin edirlər. İstifadə olunan tərəziləri üç qrupa ayırmaq olar: stolüstü məişət tərəziləri, fiziki-texniki tərəzilər, analitik tərəzilər. Stolüstü tərəzilər kütləsi bir neçə kq-a qədər olan cisimləri çəkmək üçün istifadə olunur. Belə tərəzilərin dəqiqliyi qismən aşağıdır. Texniki tərəzilərin dəqiqliyi 10 mq-dır. Bu tərəzilərlə kütləsi 500 qrama qədər olan cisimləri çəkmək olur. Analitik tərəzilərin həssaslığı isə kifayət qədər çoxdur və bu tərəzilər həm də fiziki-kimyəvi tərəzilər də adlanır. Belə tərəzilərlə cismın kütləsini 1 mq dəqiqliyi ilə təyin etmək mümkündür.

Hər bir tərəzinin özünəməxsus yüklənmə həddi vardır. Bu hədd tərəzinin üzərində qeyd olunur. Tərəzi gözlərinə normadan artıq yük qoyularsa, onun qolları əyilər və tərəzi öz dəqiqliyini itirər. Ona görə də analitik tərəziyə yük qoyduqda və yükü götürdükdə tərəzini arretirləmək lazımdır.

Məktəb laboratoriyalarında əsasən texniki tərəzilərdən istifadə olunur. Belə tərəzilər əsas hissəsi mildir. Bu mil öz ortasında yerləşən ox ətrafında sərbəst fırlanır. Milin uclarından tərəzinin gözləri asılıb, gözlərin birinə kütləsi təyin olunacaq cisim, o birinə isə çəki daşları qoyulur. Gözlərdə olan cismin kütləsi çəki daşlarının kütləsinə bərabər olduqda tərəzi tarazlıqda olur. Tərəzinin iş prinsipi lingin tarazlıq şərtinə əsaslanıb. Tərəzidə cismin kütləsini çəkmək üçün müxtəlif çəki daşlarından istifadə olunur. 7-cı şəkildə müxtəlif növ tərəzilər göstərilmişdir.



Şəkil 7

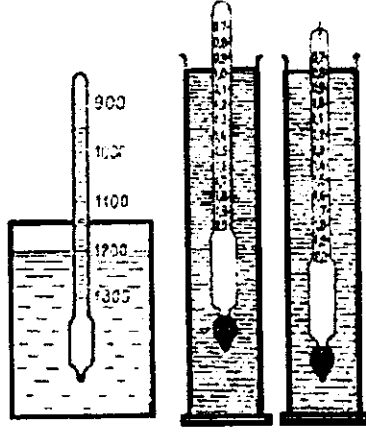
Mayələrin sıxlığı *areometr*lə təyin olunur. Areometrin iş prinsipi cisimlərin mayədə üzmə şərtinə əsaslanıb. Areometr içərisində etalon maddə olan və dar boğazlı sınaq şüşəsindən ibarətdir (şəkil 8). Mayeyə salınmış areometr mayenin sıxlığından asılı olaraq ona az və ya çox batır. Arximed qüvvəsi areometrin çəkisinə bərabər olduqda areometr tarazlıqda olacaqdır. Areometrin üzərində sıxlıq vahidləri ilə bölgülər göstərilmişdir. Mayenin sıxlığı onun üzərindəki bölgü ilə müəyyən olunur. Maye məhsullarının xassələrinə nəzarət bu cihazla aparılır. Əgər spirt, süd, maye şirəsinə su qarışdırılırsa, onda onların sıxlığı dəyişər. Sıxlıq məlum ol-



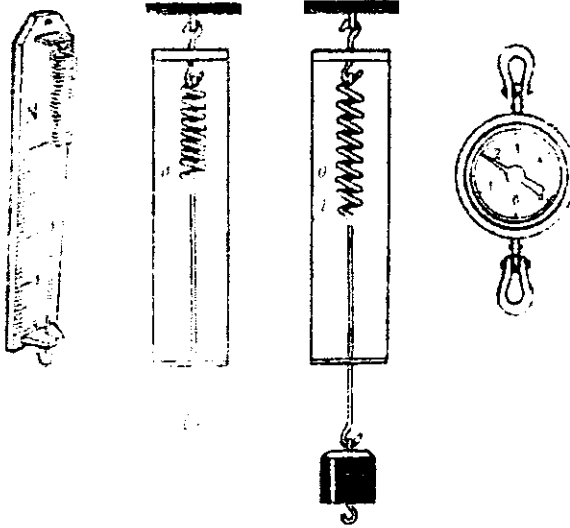
duqda maddənin tərkibi və keyfiyyəti haqqında fikir söyləmək olar.

Spiritin keyfiyyətinə nəzarət etmək üçün işlədilən areometrə *spirtometr*, südün keyfiyyətinə nəzarət etmək üçün işlədilən cihaza *laktometr* deyilir.

Qüvvəni ölçmək üçün işlədilən cihaz *dinamometr* adlanır. Bu cihazın iş prinsipi elastiki deformasiya zamanı yaranan uzanmanın elastiki qüvvənin deformasiyanın qiyməti ilə mütənasib olması hadisəsinə əsaslanmışdır. Dinamometrin şkalasındakı qiymətlər çəkisi məlum olan yüklərin köməyiylə qoyulur. Bu prosesə dinamometrin dərəcələnməsi deyilir.



Şəkil 8



Şəkil 9

Dinamometrle yalnız ağırlıq qüvvəsini deyil , həmçinin başqa qüvvələri də, məsələn, sürtünmə qüvvəsini, elastiklik qüvvəsini və s. ölçmək olar. Böyük qüvvələri məsələn, traktorun dartı qüvvəsini *dartı dinamometrlərinin* köməyi ilə ölçürlər. 9-cu şəkildə belə dinamometrlərdən bir neçəsi göstərilib.

## II FƏSİL

### FRONTAL LABORATORİYA İŞLƏRİ VƏ NÜMAYİŞ TƏCRÜBƏLƏRİ

#### VII SİNİF

##### Laboratoriya işi №1. Fiziki kəmiyyətlər və onların ölçülməsi

**Avadanlıq:** Ölçü lenti, ölçü xətkəsi, ölçü silindri (menzurka), saniyəölçən, termometr, dinamometr.

**İşin məqsədi.** Ölçü cihazlarının iş prinsipi ilə tanış olub, fiziki kəmiyyətlərin ölçü qaydalarını öyrənmək.

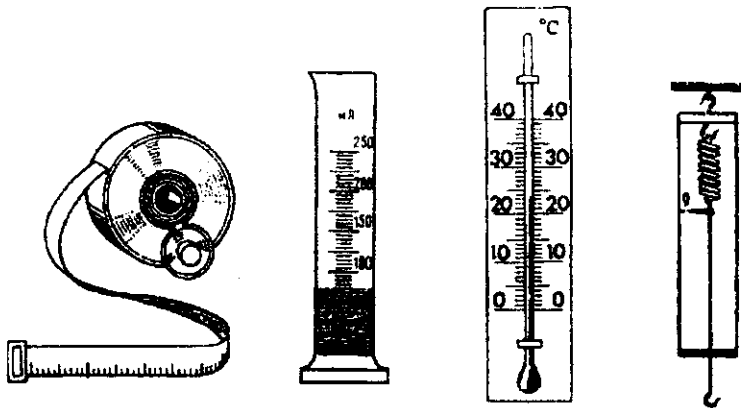
##### İşin gedişi

Təcrübədə cisimlərin ölçülə bildiyi xarakteristikaları *fiziki kəmiyyətlər* adlanır. Həcm, temperatur, zaman, uzunluq, sürət və s. fiziki kəmiyyətlərdir. Hər hansı bir fiziki kəmiyyəti ölçmək, onu bu kəmiyyət üçün vahid qəbul edilmiş eyni adlı kəmiyyətlə müqayisə etmək deməkdir.

Hər bir fiziki kəmiyyətin öz ölçü vahidi vardır. Əlverişli olmaq üçün 1980-cı ildən başlayaraq dünyanın bütün ölkələri eyni bir fiziki kəmiyyəti eyni vahidlərlə ölçməyi qərarlaşdırıblar. Məsələn, uzunluğu – metrə, zamanı – saniyə ilə, kütləni – kiloqramla ölçmək qəbul olunmuşdur. Kəmiyyətləri ölçmək üçün qəbul olunmuş bu vahidlər *əsas vahidlər*, ölçü sistemi isə *Beynəlxalq vahidlər sistemi* adlanır.

Fiziki kəmiyyətləri ölçmək və təcrübələr aparmaq üçün müxtəlif ölçü cihazları lazımdır. 10-cu şəkildə onlardan bir neçəsi: ölçü lenti – ruletka (a), ölçü silindri (b), saniyəölçən (s), termometr (q), dinamometr (e) göstərilmişdir. Hər bir ölçü cihazının şkalası vardır. Şkala bölgülərə bölünmüş və bölgülər arasında kiçik cizgilər çəkilmişdir. Məsələn, xətkəşin iki rə-

qəm yazılmış bölgüləri arası 10 bərabər bölgüyə bölünübə, onda hər iki bölgü arasındakı məsafə 1 mm-ə uyğun olar. Bu kəmiyyət cihazın *bir bölgüsünün qiyməti* adlanır.



Şəkil 10

Hər bir fiziki kəmiyyəti ölçmək üçün həmin cihazın bir bölgüsünün qiymətini təyin etmək lazımdır. Cihazın bölgüsünün qiymətini təyin etmək üçün şkala üzərində kəmiyyətin qiyməti yazılmış iki qonşu cizgini seçib, böyük qiymətdən kiçik qiyməti çıxaraq, alınan ədədi onlar arasındakı bölgülərin sayına bölmək lazımdır. Şəkildəki termometrin şkalasındakı bölgülərin qiymətini nəzərdən keçirək. Bu termometrin bir bölgüsünün qiymətini tapmaq üçün rəqəm yazılmış istənilən iki qonşu cizgisini, məsələn, 20 və 10 bölgülərini götürək. Bu iki cizgi arasında qalan hissə 10 bərabər bölgüyə bölünmüşdür. Onda hər bölgünün qiyməti aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\text{bölgünün qiyməti} = \frac{20 - 10}{10} = 1^{\circ}\text{S}.$$

Yəni bir bölgünün qiyməti  $1^{\circ}\text{S}$ -yə bərabərdir. Hər bir bölgünün qiymətini bilərək termometrin göstəricisini təyin etmək olar. Onda şəkildəki termometrin göstərişi:

$$temperatur = 20^{\circ}\text{S} + 4 \cdot 1^{\circ}\text{S} = 24^{\circ}\text{S}$$

Deməli termometr  $24^{\circ}\text{S}$ -ni göstərir.

Bu qayda ilə qalan ölçü cihazlarının da şkalası üçün bölgünün qiymətini təyin etməli.

## Laboratoriya işi №2

### Uzunluğun ölçülməsi, sahə və həcmi təyini

**Avadanlıq:** ölçü xətkəsi, ölçü lenti, ağac tircik, metal tircik.

Bu laboratoriya işi VII sinifdə ilk frontal laboratoriya işi olduğundan ilk növbədə şagirdlərə frontal laboratoriya işlərinin fizikanın mənimsənilməsində rolu, onun yerinə yetirilmə qaydaları, avadanlıqlarla rəftar, ölçü nəticələrinin dəftərdə qeyd olunması, nəticələrin hesablanması barədə ətraflı məlumat vermək lazımdır.

Laboratoriya işinin yerinə yetirilməsində şagirdlər uzunluğun ölçülməsinin əsas yollarını öyrənməli, ölçüdə bu-raxılan xətanı qiymətləndirməyi bacarmalıdır. Bu məqsədlə şagirdlər qarşısında aşağıdakı sualları qoymaq məqsədə-uyğundur.

1. Sınıf stolunun üstünün uzunluğunu, enini santimetrlik ölçü lenti ilə 1 sm dəqiqliklə ölçüb onun sahəsini kvadrat santimetrlə təyin etmək.
2. Ölçü xətkəsi ilə taxta tirciyin uzunluğunu, onun enini və qalınlığını 1 mm dəqiqliklə ölçüb tirciyin həcmi kub santimetrlə hesablamalı.
3. Ölçü xətkəsi ilə 0,1 mm dəqiqliklə metal tirciyin uzunluğunu, onun enini və qalınlığını ölçüb, tirciyin həcmi kub santimetrlə ifadə etməli.

Tutaq ki, ölçülər təqribən aşağıdakı tərtibdə olmuşdur.

1. Stolun üstü üçün: uzunluğu  $140 \text{ sm} \pm 1 \text{ sm}$ , eni  $59 \text{ sm} \pm 1 \text{ sm}$ , sahəsi  $140 \cdot 59 = 8260 \text{ sm}^2$  və ya təqribən  $8300 \text{ sm}^2$ .