

Fiziksel Nicelikler ve Ölçme - Çalışma Notları

Bir ölçümü anlamak, birimleri dönüştürmek ve sonucu güvenilir biçimde ifade etmek için adım adım başlangıç.

Konuyu kendi başına öğrenmek için

Bu notlar 100 dakikalık dersin temel konularını başlangıçtan açıklayarak ilerler. Önce kavramları ve günlük örnekleri oku. Çözümlü örneklerde her işlemin neden yapıldığını takip et; ardından aynı düşünme yolunu alıştırmalarda kendin uygula.

Bir sonuca ulaşmak kadar o sonucun anlamını açıklamak da önemlidir. Takıldığında önce kullanılan terimi, sonra verilenleri ve birimleri kontrol et.

Başlamadan önce

Ondalık virgöl: 1,20 ile 1,2 aynı sayıdır; ölçümde sondaki sıfırın ayrıca bir hassasiyet anlamı olabilir.

Kare ve küp: $10^2 = 100$, $10^3 = 1000$. Alan iki uzunluğun, hacim üç uzunluğun çarpımıdır.

Oran ve yüzde: 0,02 oranı yüzdeye çevirmek için 100 ile çarpılır ve %2 olur.

Temel kavramlar

Fiziksel nicelik

Ölçülebilen, sayı ve birimle ifade edilen özellik.

Örnek: Bir masanın uzunluğu 1,20 m'dir; uzunluk nicelik, metre birimdir.

Birim

Bir niceliği karşılaştırmak için seçilen ortak ölçü.

Örnek: 1 m ile 100 cm aynı uzunluğu anlatır.

Skaler

Yön gerektirmeyen nicelik.

Örnek: Çantanın kütlesi 3 kg; yön bilgisine gerek yoktur.

Vektör

Büyüklik ve yönle tamamlanan nicelik.

Örnek: 3 m doğuya yer değiştirmek, 3 m batıya gitmekten farklıdır.

Çözünürlük

Aracın ayırt edebildiği en küçük gösterge değişimi.

Örnek: 0,1 mm adımlı bir araç 12,3 ve 12,4 mm okumalarını ayırabilir.

Doğruluk ve kesinlik

Doğruluk referansa yakınlık; kesinlik tekrarların birbirine yakınlığıdır.

Örnek: Hep 2 mm fazla gösteren araç tutarlı olsa da doğru değildir.

Sıfır hatası

Ölçülecek büyüklük sıfırken aracın gösterdiği işaretli sapma.

Örnek: Kapalı kumpas +0,10 mm gösteriyorsa her okumadan 0,10 mm çıkarılır.

Anlamli basamak

Ölçümün sayısal bilgisini taşıyan rakam.

Örnek: 0,00420'de 4, 2 ve sondaki 0 anlamlıdır; toplam üç basamak vardır.

Bu haftada neleri öğrenmelisin?

- Bir fiziksel niceliği sayı ve birimiyle ifade etmek; skaler ile vektörü ayırmak.
- Uzunluk, alan ve hacim birimlerini örneklerin kuvvetlerine dikkat ederek dönüştürmek.
- Kumpas okumasını ve sıfır hatası düzeltmesini yorumlamak.
- Doğruluk, hassasiyet, belirsizlik ve anlamlı basamakları birbirinden ayırmak.

Konu anlatımı

1. Ölçülen özellikten sayı ve birime

Bir duvarın uzunluğunu sorarken "5" demek yeterli değildir: 5 metre mi, 5 santimetre mi? Ölçme, seçtiğimiz özelliği bir birimle karşılaştırmaktır. "Uzunluk 1,20 m" ifadesinde 1,20 sayısal değer, m birimdir. Daha küçük birim seçersek aynı duvarı daha büyük bir sayıyla anlatırız; duvarın kendisi değişmez. Bir hesapta önce neyin sorulduğunu yazmak, yanlış niceliği hesaplamayı önler.

SI ortak birim sistemidir. Uzunluk m, kütle kg, zaman s, elektrik akımı A, sıcaklık K, madde miktarı mol ve ışık şiddeti cd ile ifade edilir. Alan iki uzunluğun çarpımı olduğundan m^2 , hız uzunluğun süreye oranı olduğundan m/s birimindedir. Bunlara türetilmiş birimler denir. Sonuç birimini yazmak işlemin bir parçasıdır; sayının yanına sonradan rastgele eklenmez.

2. Skaler ve vektör; kütle ile ağırlık

Kütle, süre ve sıcaklık için sayı ile birim yeterlidir; bunlar skalerdir. Yer değiştirme veya kuvvette yön sonucu etkiler; bunlar vektördür. Aynı noktadan 3 m sağa ve 3 m sola gitmek aynı son konuma götürmez. Burada yalnız bu ayrımı tanıyoruz; vektörleri ikinci haftada hesaplayacağız. Alınan yol toplam uzunluk olduğu için skaler, yer değiştirme başlangıçtan bitişe yönlü değişim olduğu için vektördür.

Günlük dilde “kaç kilo ağırlığında?” desek de kilogram kütle birimidir. Ağırlık, yerçekiminin cisme uyguladığı kuvvettir ve newton (N) ile verilir. $G = mg$ bağıntısında G ağırlık, m kütle, g yerçekimi ivmesidir. $g = 10 \text{ m/s}^2$ verilen bir yerde 2 kg cismin ağırlığı $2 \times 10 = 20 \text{ N}$ olur. 2 kg ile 20 N farklı niceliklerdir; yalnız sayılarını karşılaştırmak doğru değildir.

3. Birim dönüşümünü neden kuvvetine göre yaparız?

Kilo bin, santi yüzde bir, mili binde bir, mikro milyonda bir çarpanını gösterir. Örneğin 1 m = 100 cm; 0,40 m = 40 cm'dir. Küçük birime geçerken sayının artmasını bekleriz. 72 km/sa hızını m/s'ye çevirmek için $72 \times 1000/3600 = 20 \text{ m/s}$ yaparız; pratik kural 3,6'ya bölmektir. Çevrilecek niceliğin uzunluk mu, alan mı, hacim mi olduğunu önce belirle.

1 m kenarlı karenin iki kenarı da 100 cm'dir. Bu yüzden alanı $100 \times 100 = 10\,000 \text{ cm}^2$ olur; alanı yalnız 100 ile çarpmak yanlıştır. Hacimde üç uzunluk bulunduğundan çarpanın küpü gerekir: $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$. Sıvılar için $1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$ kullanılır. Örneğin 500 cm^3 , 0,500 L'dir. Eşitliğin iki tarafının aynı fiziksel miktarı anlattığını kontrol etmek dönüşümü ezberden daha güvenli yapar.

4. Kumpas: okumayı ve düzeltmeyi ayır

Kumpasta ana ölçek tam milimetreyi, verniyer ise bu iki çizgi arasındaki küçük kısmı verir. Soruda verniyer adımı ve ana ölçekle çakışan çizgi numarası belirtilir. Önce bu numarayı adımla çarp, sonra ana ölçeğe ekle. Ana ölçek 14 mm, çakışan çizgi 6, adım 0,05 mm ise küçük katkı $6 \times 0,05 = 0,30 \text{ mm}$; görünen okuma 14,30 mm'dir. Çizgi numarası uzunluk değildir; uzunluğu bulmak için adımla çarpılır.

Çeneler kapalıyken sıfır beklenir. Araç +0,10 mm gösteriyorsa okumaları fazla gösterir; düzeltilmiş değer $14,30 - 0,10 = 14,20 \text{ mm}$ olur. Sıfır hatası negatifse çıkarma işlemi sayıyı artırır: $14,30 - (-0,10) = 14,40 \text{ mm}$. Genel kural düzeltilmiş değer = okuma - işaretli sıfır hatasıdır. Ham okumayı ve düzeltmeyi ayrı yazmak hangi işlemin yapıldığını görünür kılar; bu düzeltme diğer bütün ölçüm belirsizliklerini ortadan kaldırmaz.

5. Doğruluk, kesinlik ve belirsizlik

Aynı parçayı tekrar ölçtüğümüzde sayılar birbirine çok yakın çıkabilir. Bu kesinlik/tutarlılıktır; tek başına doğru değere yakın olduğumuzu göstermez. Sıfırı kaymış terazi her seferinde benzer ama fazla değer gösterebilir. Doğruluğu değerlendirmek için güvenilir bir referans gerekir. Rastgele değişimler okumaları dağıtır; sistematik hata aynı yönde kaydırır. Çok tekrar rastgele değişimin etkisini azaltabilir, fakat sabit sıfır kaymasını kendiliğinden düzeltmez.

Referans 50,00 mm, ölçüm 50,40 mm ise mutlak fark 0,40 mm'dir. Yüzde bağıl hata için farkı referansa bölüp 100 ile çarpabiliriz: $0,40/50,00 \times 100 = \%0,80$. Hata uzunluk birimindedir; yüzde hata birimsiz bir karşılaştırmadır. Referans bilinmiyorsa ortalamayı kesin gerçek değer ilan edemeyiz. Araç çözünürlüğü ve tekrarların dağılımı gibi bilgiler sonucun belirsizliği hakkında bilgi verir. Belirsizlik, bilinen bir yanlışla aynı kavram değildir.

6. Anamlı basamak ve yuvarlama

Bir ölçümü araçtan daha ayrıntılı yazmak ek bilgi üretmez. 0,00420'de baştaki sıfırlar yalnız sayının yerini belirler; 4, 2 ve sondaki 0 ölçüm bilgisini taşır. Sonuç üç anlamlı basamaklıdır. Çarpma/bölmede ölçülen verilerden en az anlamlı basamaklı olan sonuç hassasiyetini sınırlar.

$8,4 \times 3,25 = 27,30 \text{ cm}^2$ hesabı iki anlamlı basamakla 27 cm^2 yazılır. Birim değiştirme çarpanı 1000 gibi kesin sayılar bu sınırı daraltmaz.

Toplamaıkarmada basamak sayısından çok ondalık konum onemlidir. $12,4 + 0,36 = 12,76$ sonucu onda birler basamağıyla $12,8$ olur. İşlemin ortasında tekrar tekrar yuvarlamak son sonucu değiştirebilir; koruyucu basamakları saklayıp en sonda yuvarla. Sayıları bilimsel gösterimle yazmak da leği aıklaştırır: $7,50 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, $0,000750 \text{ m}^3$ ile aynıdır. Sonuçta anlamlı basamak sayısını ayrıca belirtmek 320 gibi sondaki sıfırı belirsiz sayılarda yararlıdır.

7. Hesabı ve sonucu kontrol et

Birimler işlemin uygunluğunu denetler. Hız m/s , sre s olduğunda $v \times t$ işlemi metre verir; uzunluk için uygun birimdir. Hacmi alana bölmek $\text{m}^3/\text{m}^2 = \text{m}$ verdiğinden yükseklik bulmakta kullanılabilir. Buna boyut kontrolü denir. Boyutu doğru bir eşitliğin katsayısı yine yanlış olabilir; örneğin vt ile $2vt$ aynı birimdedir. Hem birim hem fiziksel koşul kontrol edilir.

Sonucun günlük büyüklüğünü düşün: bir oda uzunluğu $0,003 \text{ m}$ çıkıyorsa büyük olasılıkla dönüşüm yanlıştır. lm raporunda araç, birim ve düzeltme açık olmalıdır. “ $20,08 \pm 0,04 \text{ mm}$ ” yazımı merkez değerin çevresindeki ölçüm aralığını bildirir; bir tasarımın izin verdiği tolerans aralığı ayrı bilgidir. Bu notlarda ayrıntılı kabul standardı kurmuyoruz; yalnız bir sonucun tek sayıyla olduğundan daha kesin görünmemesine dikkat ediyoruz.

Formül ve birim rehberi

$$q = n \times \text{birim}$$

Niceliğin sayısal değeri n , seçilen birime bağlıdır; fiziksel nicelik aynı kalır.

$$1 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ cm}^2, \quad 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

Alan ve hacimde dönüşüm çarpanının sırasıyla karesini ve küpünü kullan.

$$x_{\text{dzeltmis}} = x_{\text{okuma}} - e_0$$

e_0 , kapalı araçta okunan işaretle sıfır hatasıdır. Tüm terimler aynı birimde olmalıdır.

$$\% \text{ hata} = \frac{|x - x_{\text{ref}}|}{|x_{\text{ref}}|} 100$$

Sıfır olmayan güvenilir referans için yüzde bağlı hata. Referans bilinmiyorsa gerçek hata belirlenemez.

$$G = mg$$

G ağırlık (N), m kütle (kg), g kütleçekim ivmesi (m/s^2). Bu nicelikler birbirinin yerine kullanılmaz.

Adım adım çözümlü örnekler

Yalnız sonuca değil, hangi bağıntının hangi koşulda seçildiğine dikkat et.

Örnek 1. Alan ve hacim dönüşümü

Bir levhanın alanı $0,032 \text{ m}^2$, bir kabın hacmi 750 cm^3 ölçülüyor. Alanı cm^2 , hacmi L ve m^3 cinsinden yaz.

1. Alan ve hacim dönüşümünde niceliğin kuvveti farklıdır; alan için uzunluk çarpanının karesi, hacim için küpü kullanılır.
2. $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$ olduğundan alan dönüşüm katsayısı $100^2 = 10\,000$ olur.
3. Alan: $0,032 \times 10\,000 = 320 \text{ cm}^2$.
4. $1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ L}$; hacim $750/1000 = 0,750 \text{ L}$.
5. $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$ olduğundan hacim $750 \times 10^{-6} = 7,50 \times 10^{-4} \text{ m}^3$.

Sonuç: 320 cm^2 ; $0,750 \text{ L}$; $7,50 \times 10^{-4} \text{ m}^3$.

Kontrol / yorum: Daha küçük alan birimine geçince sayı arttı; daha büyük hacim birimine geçince azaldı.

Örnek 2. Kumpas ve negatif sıfır hatası

Ana ölçek 23 mm , çakışan verniyer çizgisi 7, adım $0,02 \text{ mm}$. Kapalı çenelerde $-0,04 \text{ mm}$ okunuyor. Düzeltilmiş ölçümü bul.

1. Önce verniyerin küçük uzunluk katkısını bulup ana ölçeğe ekleriz; sıfır düzeltmesini bundan sonra uyguluyoruz.
2. Verniyer katkısı $7 \times 0,02 = 0,14 \text{ mm}$.
3. Görünen okuma $23 + 0,14 = 23,14 \text{ mm}$.
4. Sıfır hatası $e_0 = -0,04 \text{ mm}$. Düzeltme okumadan hatayı çıkarmaktır.
5. $23,14 - (-0,04) = 23,18 \text{ mm}$.

Sonuç: $23,18 \text{ mm}$.

Kontrol / yorum: Araç sıfırda eksik gösterdiğinden düzeltme ölçümü artırdı.

Örnek 3. Hata ile belirsizliği ayırma

Bir standart parçanın referans uzunluğu 50,00 mm. Ölçülen değer 50,40 mm. Mutlak ve yüzde bağıl hatayı bul; aynı ölçüm referans olmadan yapılsaydı ne söyleyebilirdin?

1. Referans verilmiştir; mutlak farkı bulup referansa oranlayarak farklı büyüklükleri karşılaştırabiliriz.
2. Referans verildiği için mutlak hata $|50,40 - 50,00| = 0,40$ mm.
3. Bağıl hata $0,40/50,00 = 0,008$.
4. Yüzde bağıl hata $0,008 \times 100 = \%0,80$.
5. Referans bilinmeseydi ölçümün gerçek hatası bilinmezdi; tekrarların dağılımı ve araç çözünürlüğüyle belirsizlik tahmini yapılabilirdi.

Sonuç: Mutlak hata 0,40 mm; yüzde bağıl hata %0,80.

Kontrol / yorum: Hatanın birimi mm, yüzde bağıl hatanın birimi yoktur. Tek ölçümden hatanın sistematik mi rastgele mi olduğu kesin söylenemez.

Örnek 4. Anlamlı basamakla alan hesabı

Dikdörtgenin kenarları 8,4 cm ve 3,25 cm ölçülmüş. Alanı hesapla ve uygun anlamlı basamakla raporla.

1. Dikdörtgenin alanı iki kenarın çarpımıdır. Veriler aynı birimde; sonuç hassasiyetini ölçülen kenarlar belirler.
2. Alan bağıntısı $A = a \cdot b$; her iki uzunluk cm olduğundan alan birimi cm^2 olur.
3. Yuvarlamadan çarp: $8,4 \times 3,25 = 27,30 \text{ cm}^2$.
4. 8,4 iki, 3,25 üç anlamlı basamak içerir. Sonuç iki anlamlı basamakla verilir.
5. 27,30 iki anlamlı basamağa yuvarlanınca 27 cm^2 olur.

Sonuç: 27 cm^2 (iki anlamlı basamak).

Kontrol / yorum: Dönüşüm gerekiyorsa koruyucu basamaklar saklanır. Ölçümün iki basamakla sınırlı olması sonucu 27,30 diye raporlamayı uygun kılmaz.

Öğrendiklerini uygula

Önce soruları kendi başına çöz, sonra açıklamalı cevaplarla karşılaştı. Sayısal sorularda verileri, bağıntıyı, işlemleri ve birimi yaz. İşaret ve yön gereken yerde bunları belirt.

A. Klasik sorular

K1. Bir kap 1,25 L su alıyor; taban alanı 250 cm^2 . (a) Hacmi cm^3 ve m^3 yap. (b) Dik kenarlı kapta su yüksekliğini cm cinsinden bul. (c) V/A işleminin boyutunu kontrol et.

K2. Kumpas ana ölçeği 18 mm, adımı 0,05 mm, çakışan çizgisi 4. Sıfır hatası +0,15 mm. (a) Görünen ve düzeltilmiş okumayı bul. (b) Aynı pozitif hata tüm ölçümlerde varsa daha çok tekrar bu etkiyi giderir mi?

K3. Referans kütlesi 200,0 g olan standart için A terazisi 205,0; 205,1; 204,9 g, B terazisi 199,8; 200,4; 199,8 g gösteriyor. (a) Ortalamaları bul. (b) Hangi dizi daha sıkı kümelenmiştir? (c) Hangi ortalama referansa daha yakındır?

K4. 0,00620 m uzunluğu kaç anlamlı basamaklıdır? mm'ye çevir ve $6,20 \text{ mm} + 0,7 \text{ mm}$ toplamını uygun basamakla yaz.

B. Boşluk doldurma

B1. SI sisteminde kütlenin temel birimi _____, ağırlığın birimi _____ olarak yazılır.

B2. $1 \text{ mm}^2 = \text{_____ m}^2$ ve $1 \text{ mL} = \text{_____ cm}^3$ olur.

B3. Okuma 9,80 mm ve sıfır hatası +0,10 mm ise düzeltilmiş sonuç _____ mm olur.

B4. 0,0405 sayısında _____ anlamlı basamak vardır. $x = vt$ eşitliğinde v birimi m/s ve t birimi s ise x birimi _____ olur.

C. Doğru / yanlış

Her ifadeyi doğru (D) veya yanlış (Y) olarak değerlendir. Yanlış ifadeyi düzelterek yaz.

D1. () Bir ölçüm dizisinin çok sıkı kümelenmesi, referans değere mutlaka yakın olduğunu gösterir.

D2. () Metreden santimetreye alan dönüşümünde uzunluk dönüşüm katsayısının karesi kullanılır.

D3. () Bir ölçümün gerçek değeri bilinmiyorsa ölçümlerin ortalaması kesin gerçek değer kabul edilir.

D4. () Bir boyut kontrolünün başarılı olması, bağıntının fiziksel olarak doğru olduğunu tek başına kanıtlamaz.

D. Çoktan seçmeli

Her soruda yalnız bir doğru seçenek vardır.

Ç1. $0,045 \text{ m}^2$ kaç cm^2 eder?

- A. 450 cm^2
 - B. $4,5 \text{ cm}^2$
 - C. 45 cm^2
 - D. 4500 cm^2
-

Ç2. Referans $80,0 \text{ mm}$, ölçüm $82,0 \text{ mm}$ ise yüzde bağıl hata kaçtır?

- A. $\%0,025$
 - B. $\%2,5$
 - C. $\%2,0$
 - D. $\%102,5$
-

Ç3. Aşağıdakilerden hangisi vektörel niceliklerdir?

- A. Kütle
 - B. Sıcaklık
 - C. Yer değiştirme
 - D. Alınan yol
-

Ç4. Ana ölçek 12 mm , verniyer adımı $0,02 \text{ mm}$, çıkan çizgi 5 ve sıfır hatası $+0,04 \text{ mm}$ ise sonuç hangisidir?

- A. $12,14 \text{ mm}$
 - B. $12,10 \text{ mm}$
 - C. $12,04 \text{ mm}$
 - D. $12,06 \text{ mm}$
-

Çözümler ve cevap anahtarı

Yanlış yaptığın soruda ilgili konu başlığına dön. Doğru seçeneği ezberlemek yerine işlemi ve gerekçeyi yeniden kur.

A. Klasik soruların çözümleri

K1

1. Dik kenarlı kaptaki hacim taban alanı ile yüksekliğin çarpımıdır; önce hacim ve alanı uyumlu birimlere getiririz.
2. $1,25 \text{ L} = 1250 \text{ cm}^3 = 1,25 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.
3. Dik prizma için $V = A \cdot h$; $h = 1250/250 = 5,00 \text{ cm}$. Burada alanın 250 cm^2 değeri üç anlamlı basamaklı kabul edilmiştir.
4. Hacim/alan birimi $\text{cm}^3/\text{cm}^2 = \text{cm}$; sonuç uzunluk boyutundadır.

Sonuç: 1250 cm^3 ; $1,25 \times 10^{-3} \text{ m}^3$; $h = 5,00 \text{ cm}$.

Kontrol / yorum: SI ile $0,00125/0,0250 = 0,0500 \text{ m}$ bulunur; aynı yüksekliği verir.

K2

1. Ana ölçek ile verniyer katkısı görünen okumayı verir; sabit sıfır kayması bundan ayrı düzeltilir.
2. Verniyer katkısı $4 \times 0,05 = 0,20 \text{ mm}$; okuma $18,20 \text{ mm}$.
3. Düzeltilmiş değer $18,20 - 0,15 = 18,05 \text{ mm}$.
4. Tekrarlarda aynı yönde kalan sıfır hatası sistemattir. Daha çok tekrar ortalamayı yine kaydırılmış tutar; sıfır ayarı veya düzeltme gerekir.

Sonuç: Görünen $18,20 \text{ mm}$; düzeltilmiş $18,05 \text{ mm}$. Tekrar sayısı sistematik sıfır hatasını gidermez.

Kontrol / yorum: Sonuçta kullanılan birimleri ve verilen koşulları tekrar kontrol et; farklı bir niceliğin sayısını sonuç diye yazma.

K3

1. Önce ortalamalar ve dağılımı karşılaştırırız; referansa yakınlık ile tekrarların yakınlığı farklı ölçütlerdir.
2. A ortalaması $(205,0 + 205,1 + 204,9)/3 = 205,0 \text{ g}$. B ortalaması $(199,8 + 200,4 + 199,8)/3 = 200,0 \text{ g}$.
3. A dizisinin aralığı $0,2 \text{ g}$; B dizisinininki $0,6 \text{ g}$. Bu verilerde A daha sıkı kümelenmiştir.
4. A ortalamasının referanstan farkı $5,0 \text{ g}$, B ortalamasının farkı $0,0 \text{ g}$. Bu karşılaştırmada B ortalaması daha doğrudur.

Sonuç: A daha hassas/tutarlı; B ortalaması referansa daha yakın.

Kontrol / yorum: Üç ölçüm cihazların tüm koşullardaki başarısını kanıtlamaz; soru verilen dizileri karşılaştırır.

K4

1. Burada hem anlamlı basamak hem toplama yuvarlaması soruluyor; dönüşümde ölçümün hassasiyetini koruruz.
2. Baştaki sıfırlar sayılmaz; 6, 2 ve sondaki 0 ile üç anlamlı basamak vardır.
3. Metreden milimetreye 1000 ile çarp: $0,00620 \text{ m} = 6,20 \text{ mm}$.
4. Toplam 6,90 mm; en kaba ondalık konum onda bir olduğundan 6,9 mm raporlanır.

Sonuç: Üç anlamlı basamak; 6,20 mm; toplam 6,9 mm.

Kontrol / yorum: Sonuçta kullanılan birimleri ve verilen koşulları tekrar kontrol et; farklı bir niceliğin sayısını sonuç diye yazma.

B. Boşlukların cevapları

B1. kilogram (kg); newton (N)

Kütle temel nicelik, ağırlık kuvvettir. Newton $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ biçiminde türetilir.

B2. 10^{-6} ; 1

$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$ olduğundan kare dönüşümü 10^{-6} olur. Mililitre ile santimetreküp eşit hacimlerdir.

B3. 9,70

Pozitif sıfır hatası okumadan çıkarılır: $9,80 - 0,10 = 9,70 \text{ mm}$.

B4. 3; m

4, aradaki 0 ve 5 anlamlıdır. $(\text{m}/\text{s})\cdot\text{s} = \text{m}$ ile süre birimleri sadeleşir.

C. Doğru / yanlış gerekçeleri

D1: Yanlış.

Sistematik hata tüm okumaları aynı yönde kaydırabilir; hassasiyet doğrulukla aynı şey değildir.

Düzeltilmiş ifade: Sıkı kümelenme tutarlılık hakkında bilgi verir; doğruluk ayrıca referansla karşılaştırılır.

D2: Doğru.

$1 \text{ m}^2 = (100 \text{ cm})^2 = 10\,000 \text{ cm}^2$. Alan iki uzunluğun çarpımıdır.

D3: Yanlış.

Ortalama rastgele değişimi azaltabilir; bilinmeyen sistematik etkiyi veya gerçek değeri kesin belirlemez.

Düzeltilmiş ifade: Ortalama bir tahmin olarak raporlanır; gerçek hata için güvenilir referans, belirsizlik için uygun ölçüm değerlendirmesi gerekir.

D4: Doğru.

Örneğin $x = vt$ ile $x = 2vt$ aynı boyuta sahiptir; uygun katsayı ve hareket koşulları ayrıca belirlenir.

D. Çoktan seçmeli soruların çözümleri

Ç1: A. 450 cm²

$$0,045 \times 10\ 000 = 450\text{ cm}^2.$$

Diğer seçenekler: 4,5 doğrusal 100 çarpanını kullanır; 45 ve 4500 alan dönüşümünü bir onluk basamak eksik/fazla uygular.

Ç2: B. %2,5

$$|82 - 80|/80 \times 100 = \%2,5.$$

Diğer seçenekler: 0,025 oranı yüzdeye çevrilmemiştir; 2,0 mutlak hatanın sayısıdır; 102,5 ölçüm/referans oranıdır.

Ç3: C. Yer değiştirme

Yer değiştirme başlangıçtan bitişe yönlü konum farkıdır; yön ve büyüklük içerir.

Diğer seçenekler: Kütle, sıcaklık ve alınan yol skaler niceliklerdir.

Ç4: D. 12,06 mm

$$\text{Okuma } 12 + 5 \times 0,02 = 12,10\text{ mm}; \text{ düzeltme } 12,10 - 0,04 = 12,06\text{ mm}.$$

Diğer seçenekler: 12,14 hatayı ekler; 12,10 düzeltmeyi atlar; 12,04 verniyer katkısını hesaba katmaz.

Örneklerdeki sayılar ders için seçilmiş örnek değerlerdir; aksi belirtilmedikçe $g = 10\text{ m/s}^2$ alınmıştır.