1: Cinématique du mouvement rectiligne

I. Qu'est-ce que la physique ?

Les approches de la physique

Analyse dimensionnelle

approximation/estimation

II. Comment décrire un mouvement en ligne droite ?

Vitesse et accélération instantanée

Choix du référentiel

Préparation au cours et aux exos

Chapitres du Giancoli à lire **avant le cours** *(3 pages)*:

1-7 Dimensions and dimensional analysis

2-1 Reference frames and displacement

Exercices simples *(12)* à faire **avant la séance d'exos:**

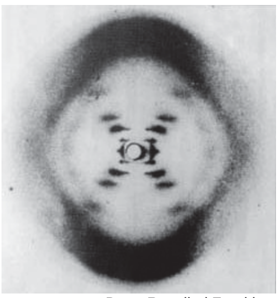
Das ch. 2.2 ex. P17; ch. 2.5 ex. 8

Giancoli 1-2, 8, 36, 37;

MRUA (6): Giancoli 2-1, 2-4, 2-21, 2-27, 2-30, 2-41

Giancoli chapitres 1-3 à 1-7 et 2-1 à 2-5

Quiz: Et vous regardez …



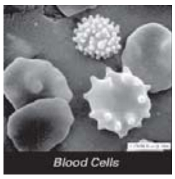
Data: Rosalind Franklyn

Image de diffraction des rayons X par des cristaux d'ADN

Watson, Crick, Wilkins (Nobel 1962)

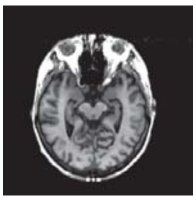
Rayons X de la main

Röntgen (1901) / Cormack & Hounsfield (1979)



microscopie électronique de cellules sanguines

Ruska (1986)



IRM d'une tête

Lauterbur / Mansfield (2003)

La plupart des avancées en science se font à l'interface des disciplines

Atouts d'une formation pluridisciplinaire (SV)

sciences de base ⇒ toolbox

Toutes les méthodes de mesure exploitent des principes physiques

1-1. Quelles sont les approches de la physique ?

La physique utilise souvent

l'Idéalisation d'un système réel (modèle)

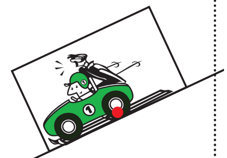
1. **Négliger certains effets**
   (e.g. forces de frottement, force de Coriolis)
2. **Idéalisations géométriques**
   (e.g. une roue représentée par un simple cylindre; objets représentés comme ponctuels)
3. **Approximations**
   On néglige délibérément des effets prévus par la théorie, après avoir vérifié qu'ils ne sont pas importants dans le système à modéliser
   (e.g. on néglige la formulation de la mécanique en termes de la relativité restreinte)
4. **Extrapolation par abstraction**
   On s'imagine une situation théoriquement possible, mais pratiquement pas réalisable ou observable.
   (e.g. voiture roulant sans roues; fusée volant à vitesse proche à celle de la lumière)

But global: Donner par des exemples et de la théorie une introduction à ces approches et à la mécanique y compris la pensée d'un physicien.

Le défi est de développer du bon sens pour réaliser la similarité entre deux situations apparemment complètement différentes …

Exemple: objet glissant sur plan incliné

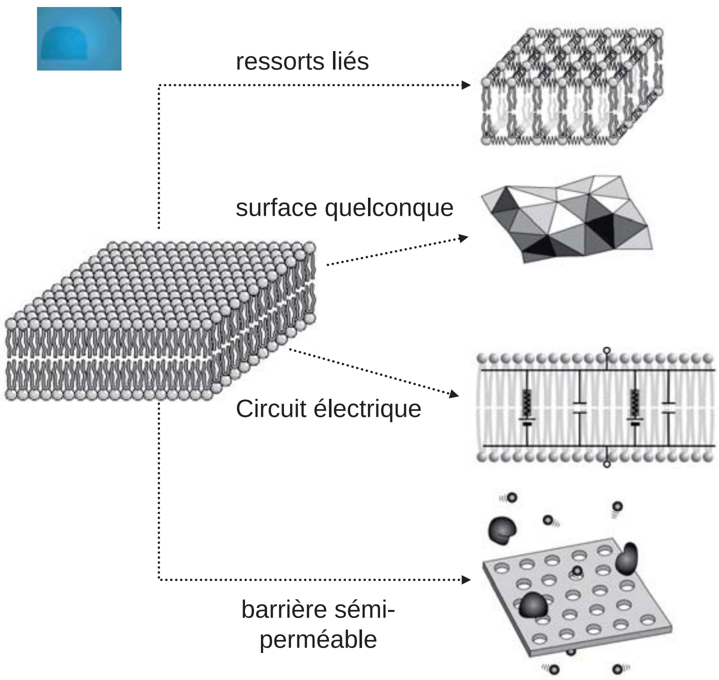
1. Objet ponctuel
2. Boîte
3. Voiture freinant
4. Skieur



La modélisation de la situation (pour obtenir l'accélération) est identique

Où retrouve-t-on la physique ?

en sciences de la vie et ailleurs



La physique de la mécanique:

on peut la toucher …

boomerang

Roues de vélo

et les œufs …

Et l'iphone, ipod touch, nokia etc…

(Voir les app sur moodle)

Quelle est la pensée directe et l'arsenal d'un physicien ?

Chaque ingénieur/scientifique fait des erreurs, parfois graves

1. Le résultat, a-t-il des dimensions physiques correctes, i.e. **unités** ?

   La méthode la plus importante: s'assurer que tous les calculs (algébriques et numériques) ont les bonnes unités physiques.

2. Le résultat, est-il correct, ou au moins raisonnable en faisant des **limites à l'extrême** de valeurs très élevées (ou même infinies) ou très basses (ou même vers zéro)?

   e.g. célérités, masses, masses volumiques, distances, etc. 2ème technique importante utile pour détecter des erreurs dans les expressions mathématiques.

3. **L'effet**, est-il vraiment important ?

   Si l'effet qu'on considère devient si petit qu'il devient négligeable par rapport à des autres effets, ça ne vaut pas le temps et l'effort de le déterminer.

4. Quand on est arrivé à un résultat numérique, est-il **raisonnable** ?

   comparaison avec d'autres méthodes d'estimation de la quantité en question

La CURE

COMPORTEMENT

UNITÉS

RAISONNABLE

EFFETS

NB. Des erreurs sont toujours possibles; l'antidote c'est de pratiquer et pratiquer encore.

1-2. Quels sont les TROIS éléments de mesure ?

Les lois/hypothèses

- **expriment des relations quantitatives entre quantités mesurées**
- **sont testables**

Les lois tiennent jusqu'à ce qu'elles

- **aient été réfutées par l'expérience**

Pour tester/réfuter une loi

» ou une hypothèse

- Faire des expériences/observations

  » sont toujours basées sur des **mesures** quantitatives et reproductibles

Les TROIS éléments de mesure

1. Un nombre mesuré
2. avec une incertitude mesurée ou estimée
3. et unité physique

Exemple: Hauteur d'un humain: 180±1 cm

√*Conversion d'unités: 1cm = 0.01m*

√→ *1.80±0.01 m*

Pourquoi utiliser les chiffres significatifs ?

Incertitude: déterminer si deux mesures sont différentes

L'incertitude de la mesure doit être plus petite que la différence qu'on cherche à déterminer

Physique

- les incertitudes sont souvent connues ou calculées
  - » Exemple: taille des gens par rapport à la hauteur de porte

Sciences de la vie:

- Incertitude méconnue avant l'expérience
  $\Rightarrow$ Estimations de l'incertitude en répétant l'expérience
  + tests statistiques (voir 2ème année!)

Notations scientifique/chiffres significatifs:

$g = \overbrace{9.81}^{\text{3 chiffres significatifs}}$ [m/s²]

$g = \underbrace{10}_{} = \underbrace{1}_{}\cdot 10^1$ [m/s²] $c = \underbrace{3}_{}\cdot 10^8$ [m/s]

1 chiffre significatif

Quiz: 19.3 x 26.12 = ?

1. 504.116
2. 504.1
3. 504
4. 500

A quoi sert une analyse dimensionnelle ?

Unités: Nous utilisons le *système international SI*

Unités de base (ex):

- **Distance (m)**
- **Temps (s)**
- **Masse (kg)**

Unités dérivées (ex):

- vitesse (m/s),
- accélération (m/s²)
- Force (N= kg m/s²)
- Énergie (J = kg m²/s²)

Si deux mesures/expressions sont égales (i.e. A=B)

$\Rightarrow$ les unités de A et B sont **impérativement** aussi les mêmes

L'accident du « Mars climate orbiter » 1999

Sites CNN/JPL:

http://www.cnn.com/TECH/space/9909/30/mars.metric/

http://mars.jpl.nasa.gov/msp98/news/mco990930.html

Site en français (detaillés):

http://www.nirgal.net/mco_end.html$

Exemple

Question: L'énergie produite par la Grande-Dixence en 2008 de 2400 GWh correspond à la conversion de combien de kg de masse m_0 par une réaction nucléaire ?

Réponse: $E=m_0c^2$ [J]=[kgm²/s²]

$\rightarrow$ $\mathbf{m_0 = E/c^2}$ = 2400 10^9 / 3 10^8 = 8 10^3 kg ?

[kg]=[J s²/m²]

1[Wh] = 1 [(J/s)h] = 1[J] [h/s];

2400 10^9 **3600** / [3 10^8]$^{\mathbf{2}}$= 0.097 kg

[J] [s/m]

1-3. Pourquoi fait-on une estimation d'ordre grandeur?

de pico (10^{-12}) à Giga (10^{9})

Pourquoi est-il **toujours utile** à faire des estimations ?

Vous croyez le résultat de votre ordinateur/calculatrice !

- Toujours ? Vraiment ?

1) fautes de frappes de l'opérateur …

- Conversion des unités
- Entrer des chiffres incorrects

Comment se protéger ?

» *estimations approximatives* des grandeurs

√ *vérifier qu'on n'a pas fait d'erreur d'ordre de grandeur*

2) Vérification/contrôle d'une expérience :

Estimation d'ordre de Grandeur:

1. Epaisseur d'une page d'un livre par l'épaisseur du livre/#pages
2. Poids d'un grain de riz en pesant 100 grains

3) La question demande une **précision d'ordre de grandeur**:

Quand vous buvez un verre d'eau, plusieurs des molécules d'eau dedans auront passées par la vessie d'Aristote

Volume d'eau sur terre: $4\pi R_T^2 h = 4\pi 6400^2 5 \text{km}^3$

$\sim 3000\ 10^6\ \text{km}^3 \sim 3\ 10^{18}\ \text{m}^3 \sim 3\ 10^{21}$ L

(Un verre d'eau $\sim 10^{23}$ molécules d'eau)

Estimations (d'ordre de grandeur):

Déterminer si un résultat est raisonnable

Comment peut-on simplifier les calculs mental ?

Les maths underground : 3 nombres à connaître

Estimation du calcul numérique

avant de taper sur la calculatrice!

1. Trier par échelle de grandeur
2. Faire par étapes !

Les trois nombres qu'on doit savoir calculer:

a) 1

b) 10

c) un peu [(un peu)^2=10]

NB. Un peu est plus grand que 3 (env. π)

Exemple:

$(2\pi)^2$ = ?

= 4·(un peu)^2 = 40

NB. Résultat exact 39.5

Erreur = 40/39.5-1 = 1.2%

Exemple du 1-10. Volume d'eau sur terre = $4\pi R_T^2 h = 4\pi 6400^2 5 \text{km}^3 = 5\ 4\pi(6.4\ 10^3)^2 \text{km}^3$

~ 5 un peu (un peu) 4x(un peu)^2 10^6 km^3

= 4x5 (un peu)$^4 10^6$ km^3

= un peu x 2 un peu 100 10^6 km^3 ~ 2 10^9 km^3 ~ 2 10^{18} m^3

Comment utiliser les armes d'un physicien
en analyse et algèbre linéaire (etc) ?
Les maths underground (suite)

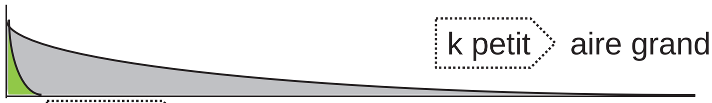
Contrôle du calcul littéral
1. Par analyse dimensionnelle

$$\int \cos(\omega t)dt = \begin{cases} \omega \cancel{\sin}(\omega t) \\ \dfrac{1}{\omega}\sin(\omega t) \end{cases}$$

1. Donner à t une dimension, e.g. de temps [s]
2. ωt doit être sans dimension
   [voir l'approximation sinx=x (x<<1)]
3. ω alors a la dimension 1/temps [s^{-1}]
4. L'intégrale : dimension de temps

2. Par comportement de la solution

$$\int_0^\infty e^{-kx}dx = \begin{cases} 1/k \\ k \end{cases}$$



k petit ⟩ aire grande

k grand ⟩ aire petite

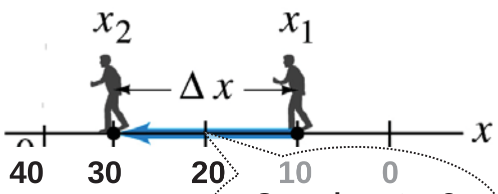
Exemple:

$$ax^2 + bx + c = 0 \longrightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \ ?$$

1. Si c=0: x=0, -b/a sont les solutions
2. x : déplacement [m], c sans dimension
3. bx et ax^2 sans dimension : b [m^{-1}], a[m^{-2}]

1-4. Comment décrire le mouvement d'un objet ?
les définitions de base : déplacement, célérité, vitesse moyenne

Vitesse:
Quand la position varie avec le temps



Question: Δx=?
A. + 20m
B. - 20m

Vitesse moyenne
(average velocity)
$\equiv \Delta x / \Delta t$

Célérité moyenne (average speed)
$= |\Delta x / \Delta t|$

La description mathématique,
(i.e. les normes et signes du
déplacement et de la vitesse)
dépend du référentiel choisi

Mais le phénomène ne dépend pas
de notre description!

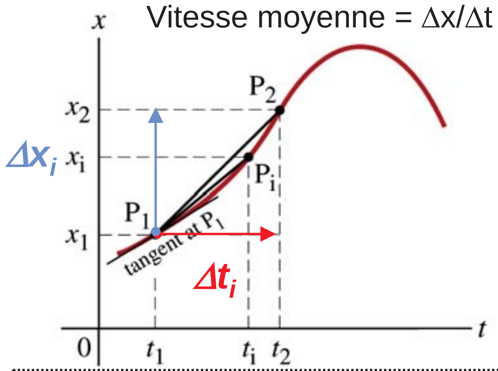
Exemple: De Lausanne (0 km) à Genève aéroport (60 km)
- Entre le temps t_1 et t_2 on a parcouru entre x_1 et x_2
  - 60km entre 10:00 et 10:45
- Vitesse moyenne = $\Delta x / \Delta t$ entre Genève et Lausanne **= 60/0.75=80 km/h =22 m/s**
- Dans le référentiel Genevois (Genève=0, Lausanne=60 km), la vitesse = -22 m/s

Utile à savoir: 1m/s=3.6km/h

Quelle est la différence entre vitesse moyenne et instantanée ?

Comment faire l'approximation linéaire d'une fonction ?

Vitesse moyenne = $\Delta x/\Delta t$



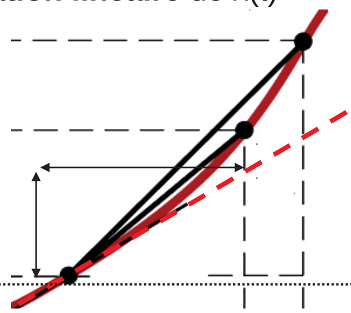
Définition:

Vitesse instantanée ≡ Vitesse moyenne pour un intervalle de temps de durée *infiniment court*

$$v = \lim_{\Delta t_i \to 0} (\Delta x_i / \Delta t_i) \equiv dx/dt$$

≡ pente pour un Δt *infiniment court*

Approximation linéaire de x(t)



pour Δt petit

[démonstration voir Analyse I developpements limités]

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} \cong \frac{dx}{dt}$$

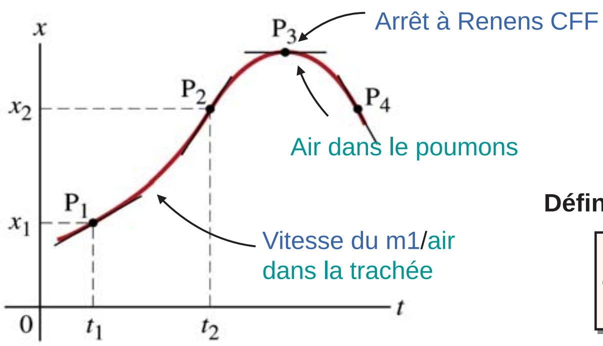
pour x<<1:

$$\sin x \cong x$$

$$(1+kx)^\beta \cong 1+k\beta x$$

Comment décrire un mouvement dont la vitesse varie avec le temps ?

«Accélération» en physique



Définition:

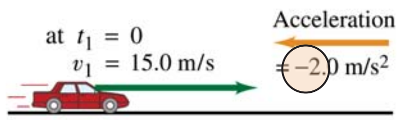
Accélération moyenne a = $\Delta v / \Delta t$

Unité: vitesse/temps = [m/s²]

Définition: Accélération instantanée

$$a(t) = \left.\frac{\Delta v}{\Delta t}\right|_{\lim \Delta t \to 0} \equiv \frac{dv(t)}{dt}$$

NB. Pour un mouvement rectiligne qui mène l'objet à l'arrêt, les signes de v et a ne sont pas les mêmes!



Voiture freinant

Comment décrire le mouvement en ligne droite à accélération constante ?
Le mouvement rectiligne uniformément accéléré

Situation: On laisse tomber un objet lourd plusieurs fois. On enregistre le temps t nécessaire pour une distance y_i connue. **Question:** $y_i(t)$ = ?

On suppose a=const.

Analyse dimensionnelle:

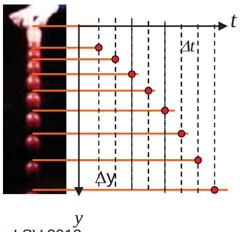
$y \propto f(m, a, t) = m^{\alpha} a^{\beta} t^{\gamma}$

$[m] = [kg]^{\alpha}\ [m/s^2]^{\beta}\ [s]^{\gamma}$:

$$\left.\begin{array}{l}\alpha=0\\ \beta=1\\ \gamma=2\end{array}\right\} y \propto at^2$$

	t
y_1=0.1m	
y_2 = 0.4m	
y_3 = 1.6m	

Observation: La distance parcourue $y \propto$ temps t^2



Equation horaire du MRUA:

à v constante

$x(t) = \quad ca_0t^2 \quad +v_0t \quad + x_0$

sans v et a

c = ?

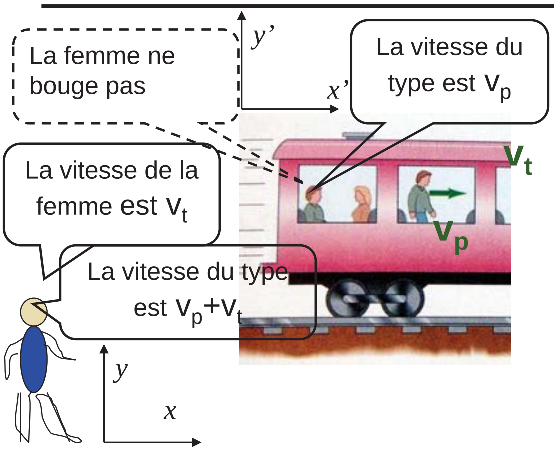
$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = 2ca_0t + v_0$$

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = 2ca_0 = a_0 \rightarrow c = \frac{1}{2}$$

$$\boxed{v(t) = a_0t + v_0}$$

$$\boxed{x(t) = a_0\frac{t^2}{2} + v_0t + x_0}$$

1-5. Qu'est-ce qui définit x, v et a ?
Le référentiel d'inertie (RI)



Définition:
Référentiel d'inertie (RI) = Référentiel avec vitesse relative constante

(Aussi connu comme Référentiel galiléen)

⇒ Les lois physiques ne dépendent pas du choix du RI **(Einstein 1905)**

Exemple: Quel train bouge ?

La position d'un objet est mesurée par rapport à un référentiel:

» les coordonnées x,y **référentiel du perron,**

» x',y' **réferentiel du train**

Le train se meut dans le référentiel x,y avec une vitesse v_t

Quiz : Combien de temps et de distance vous faut-il pour dépasser la voiture devant vous ?

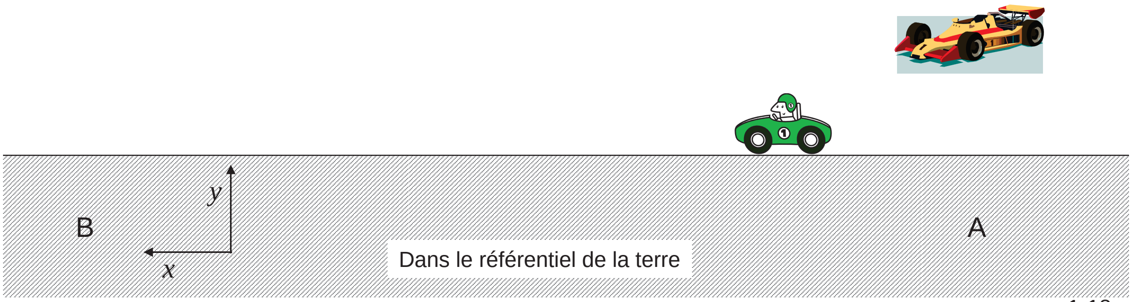
Situation: Vous roulez avec une vitesse de v_v =110km/h. 25 m devant vous une voiture roule à 110km/h. Vous accélérez à 120km/h en 3s.

Question A: Combien de temps et quelle distance vous faut-il pour que vous soyez 25m devant l'autre voiture ?

1. ~ 21s et ~700m
2. ~ 23s et ~ 900 m
3. ~ 18s et ~ 600m

Question B: Une accélération plus puissante peut-elle diminuer le temps et la distance de plus de 10%?

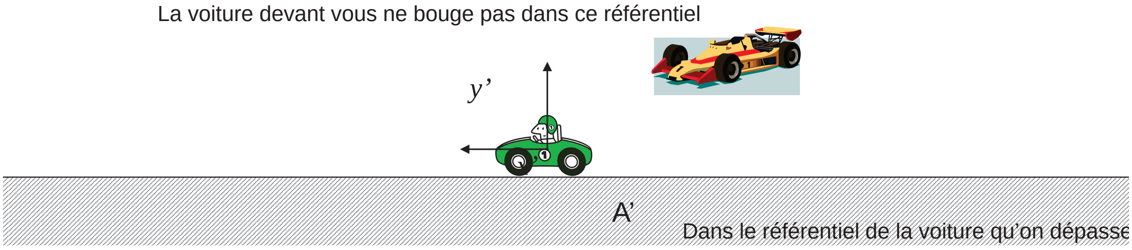
A. Oui
B. Non
C. à peu près



Réponses: temps et distance pour passer sur l'autoroute

Analyse par comportement

1. Se mettre dans le référentiel roulant à v=30.6m/s (110km/h).
   La voiture devant vous ne bouge pas dans ce référentiel



2. Distance à parcourir L' = A'B' = 54 m (tenir compte de la longueur de la voiture, 4m)
3. Votre vitesse relative v'=10 km/h = 2.8 m/s
4. **Négliger** le temps d'accélération: T=L'/v' = 19 s.
   Distance parcoure L = (v+v')T = **640 m**
5. pendant l'accélération à v'=2.8m/s (10km/h) en t=3s [$a'=v'/t=0.9 m/s^2$] → $L'=a't^2/2=v't/2$=4m
6. vitesse relative de v'=2.8m/s, vous passez L'= 50m en T=L'/v' = 18s
   → Temps total **T = 21s**. **L =** vT+L' =**700 m**

NB. [6s pour accélérer (2CV), temps total est 22s, et vous roulez 673+54=730m]

Réponse:
L'accélération d'un Ferrari a moins de 10% d'influence!

*1–7 Dimensions and Dimensional Analysis

When we speak of the **dimensions** of a quantity, we are referring to the type of base units or base quantities that make it up. The dimensions of area, for example, are always length squared, abbreviated $[L^2]$, using square brackets; the units can be square meters, square feet, cm^2, and so on. Velocity, on the other hand, can be measured in units of km/h, m/s, or mi/h, but the dimensions are always a length $[L]$ divided by a time $[T]$: that is, $[L/T]$.

The formula for a quantity may be different in different cases, but the dimensions remain the same. For example, the area of a triangle of base b and height h is $A = \frac{1}{2}bh$, whereas the area of a circle of radius r is $A = \pi r^2$. The formulas are different in the two cases, but the dimensions of area are always $[L^2]$.

Dimensions can be used as a help in working out relationships, a procedure referred to as **dimensional analysis**. One useful technique is the use of dimensions to check if a relationship is *incorrect*. Note that we add or subtract quantities only if they have the same dimensions (we don't add centimeters and hours); and the quantities on each side of an equals sign must have the same dimensions. (In numerical calculations, the units must also be the same on both sides of an equation.)

For example, suppose you derived the equation $v = v_0 + \frac{1}{2}at^2$, where v is the speed of an object after a time t, v_0 is the object's initial speed, and the object undergoes an acceleration a. Let's do a dimensional check to see if this equation could be correct or is surely incorrect. Note that numerical factors, like the $\frac{1}{2}$ here, do not affect dimensional checks. We write a dimensional equation as follows, remembering that the dimensions of speed are $[L/T]$ and (as we shall see in Chapter 2) the dimensions of acceleration are $[L/T^2]$:

$$\left[\frac{L}{T}\right] \stackrel{?}{=} \left[\frac{L}{T}\right] + \left[\frac{L}{T^2}\right][T^2] = \left[\frac{L}{T}\right] + [L].$$

The dimensions are incorrect: on the right side, we have the sum of quantities whose dimensions are not the same. Thus we conclude that an error was made in the derivation of the original equation.

A dimensional check can only tell you when a relationship is wrong. It can't tell you if it is completely right. For example, a dimensionless numerical factor (such as $\frac{1}{2}$ or 2π) could be missing.

Dimensional analysis can also be used as a quick check on an equation you are not sure about. For example, suppose that you can't remember whether the equation for the period of a simple pendulum T (the time to make one back-and-forth swing) of length ℓ is $T = 2\pi\sqrt{\ell/g}$ or $T = 2\pi\sqrt{g/\ell}$, where g is the acceleration due to gravity and, like all accelerations, has dimensions $[L/T^2]$. (Do not worry about these formulas—the correct one will be derived in Chapter 14; what we are concerned about here is a person's recalling whether it contains ℓ/g or g/ℓ.)

A dimensional check shows that the former (ℓ/g) is correct:

$$[T] = \sqrt{\frac{[L]}{[L/T^2]}} = \sqrt{[T^2]} = [T],$$

whereas the latter (g/ℓ) is not:

$$[T] \neq \sqrt{\frac{[L/T^2]}{[L]}} = \sqrt{\frac{1}{[T^2]}} = \frac{1}{[T]}.$$

Note that the constant 2π has no dimensions and so can't be checked using dimensions.

Further uses of dimensional analysis are found in Appendix C.

2–1 Reference Frames and Displacement

Any measurement of position, distance, or speed must be made with respect to a **reference frame**, or **frame of reference**. For example, while you are on a train traveling at 80 km/h, suppose a person walks past you toward the front of the train at a speed of, say, 5 km/h (Fig. 2–2). This 5 km/h is the person's speed with respect to the train as frame of reference. With respect to the ground, that person is moving at a speed of 80 km/h + 5 km/h = 85 km/h. It is always important to specify the frame of reference when stating a speed. In everyday life, we usually mean "with respect to the Earth" without even thinking about it, but the reference frame must be specified whenever there might be confusion.

FIGURE 2–1 The pinecone in (a) undergoes pure translation as it falls, whereas in (b) it is rotating as well as translating.

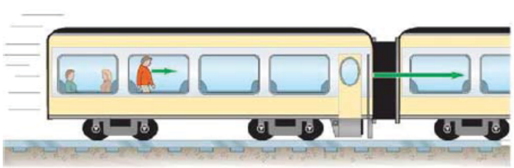
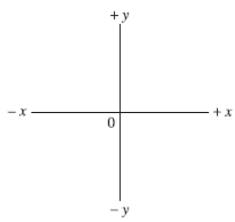


FIGURE 2–2 A person walks toward the front of a train at 5 km/h. The train is moving 80 km/h with respect to the ground, so the walking person's speed, relative to the ground, is 85 km/h.

When specifying the motion of an object, it is important to specify not only the speed but also the direction of motion. Often we can specify a direction by using the cardinal points, north, east, south, and west, and by "up" and "down." In physics, we often draw a set of **coordinate axes**, as shown in Fig. 2–3, to represent a frame of reference. We can always place the origin 0, and the directions of the x and y axes, as we like for convenience. The x and y axes are always perpendicular to each other. Objects positioned to the right of the origin of coordinates (0) on the x axis have an x coordinate which we usually choose to be positive; then points to the left of 0 have a negative x coordinate. The position along the y axis is usually considered positive when above 0, and negative when below 0, although the reverse convention can be used if convenient. Any point on the plane can be specified by giving its x and y coordinates. In three dimensions, a z axis perpendicular to the x and y axes is added.

For one-dimensional motion, we often choose the x axis as the line along which the motion takes place. Then the **position** of an object at any moment is given by its x coordinate. If the motion is vertical, as for a dropped object, we usually use the y axis.

FIGURE 2–3 Standard set of xy coordinate axes.



CAUTION
The displacement may not equal the total distance traveled

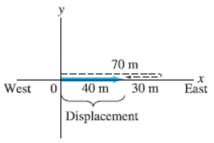


FIGURE 2–4 A person walks 70 m east, then 30 m west. The total distance traveled is 100 m (path is shown dashed in black); but the displacement, shown as a solid blue arrow, is 40 m to the east.

FIGURE 2–5 The arrow represents the displacement $x_2 - x_1$. Distances are in meters.

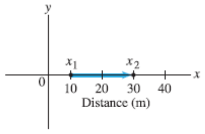
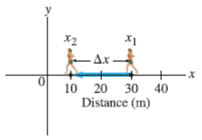


FIGURE 2–6 For the displacement $\Delta x = x_2 - x_1 = 10.0\text{ m} - 30.0\text{ m}$, the displacement vector points to the left.



We need to make a distinction between the *distance* an object has traveled and its **displacement**, which is defined as the *change in position* of the object. That is, *displacement is how far the object is from its starting point.* To see the distinction between total distance and displacement, imagine a person walking 70 m to the east and then turning around and walking back (west) a distance of 30 m (see Fig. 2–4). The total *distance* traveled is 100 m, but the *displacement* is only 40 m since the person is now only 40 m from the starting point.

Displacement is a quantity that has both magnitude and direction. Such quantities are called **vectors**, and are represented by arrows in diagrams. For example, in Fig. 2–4, the blue arrow represents the displacement whose magnitude is 40 m and whose direction is to the right (east).

We will deal with vectors more fully in Chapter 3. For now, we deal only with motion in one dimension, along a line. In this case, vectors which point in one direction will have a positive sign, whereas vectors that point in the opposite direction will have a negative sign, along with their magnitude.

Consider the motion of an object over a particular time interval. Suppose that at some initial time, call it t_1, the object is on the x axis at the position x_1 in the coordinate system shown in Fig. 2–5. At some later time, t_2, suppose the object has moved to position x_2. The displacement of our object is $x_2 - x_1$, and is represented by the arrow pointing to the right in Fig. 2–5. It is convenient to write

$$\Delta x = x_2 - x_1,$$

where the symbol Δ (Greek letter delta) means "change in." Then Δx means "the change in x," or "change in position," which is the displacement. Note that the "change in" any quantity means the final value of that quantity, minus the initial value.

Suppose $x_1 = 10.0\text{ m}$ and $x_2 = 30.0\text{ m}$. Then

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 30.0\text{ m} - 10.0\text{ m} = 20.0\text{ m},$$

so the displacement is 20.0 m in the positive direction, Fig. 2–5.

Now consider an object moving to the left as shown in Fig. 2–6. Here the object, say, a person, starts at $x_1 = 30.0\text{ m}$ and walks to the left to the point $x_2 = 10.0\text{ m}$. In this case her displacement is

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 10.0\text{ m} - 30.0\text{ m} = -20.0\text{ m},$$

and the blue arrow representing the vector displacement points to the left. For one-dimensional motion along the x axis, a vector pointing to the right has a positive sign, whereas a vector pointing to the left has a negative sign.

EXERCISE A An ant starts at $x = 20\text{ cm}$ on a piece of graph paper and walks along the x axis to $x = -20\text{ cm}$. It then turns around and walks back to $x = -10\text{ cm}$. What is the ant's displacement and total distance traveled?

Exercices simples (tirés du Giancoli)

2. (I) How many significant figures do each of the following numbers have: (*a*) 214, (*b*) 81.60, (*c*) 7.03, (*d*) 0.03, (*e*) 0.0086, (*f*) 3236, and (*g*) 8700?

8. (II) Multiply $2.079 \times 10^2\text{ m}$ by 0.082×10^{-1}, taking into account significant figures.

*36. (II) The speed v of an object is given by the equation $v = At^3 - Bt$, where t refers to time. (*a*) What are the dimensions of A and B? (*b*) What are the SI units for the constants A and B?

*37. (II) Three students derive the following equations in which x refers to distance traveled, v the speed, a the acceleration (m/s^2), t the time, and the subscript zero $(_0)$ means a quantity at time $t = 0$: (*a*) $x = vt^2 + 2at$, (*b*) $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$, and (*c*) $x = v_0 t + 2at^2$. Which of these could possibly be correct according to a dimensional check?

1. (I) If you are driving 110 km/h along a straight road and you look to the side for 2.0 s, how far do you travel during this inattentive period?

4. (I) A rolling ball moves from $x_1 = 3.4\text{ cm}$ to $x_2 = -4.2\text{ cm}$ during the time from $t_1 = 3.0\text{ s}$ to $t_2 = 5.1\text{ s}$. What is its average velocity?

21. (I) At highway speeds, a particular automobile is capable of an acceleration of about 1.8 m/s^2. At this rate, how long does it take to accelerate from 80 km/h to 110 km/h?

27. (II) A particle moves along the x axis. Its position as a function of time is given by $x = 6.8\,t + 8.5\,t^2$, where t is in seconds and x is in meters. What is the acceleration as a function of time?

30. (I) A car slows down from 25 m/s to rest in a distance of 85 m. What was its acceleration, assumed constant?

41. (II) Determine the stopping distances for an automobile with an initial speed of 95 km/h and human reaction time of 1.0 s: (*a*) for an acceleration $a = -5.0\text{ m/s}^2$; (*b*) for $a = -7.0\text{ m/s}^2$.