

第一章 运动的描述

第一讲 1.1 质点，参考系，坐标系

知识目标：

- 1，理解质点的概念及物体简化为质点的条件。
- 2，知道参考系的概念及与运动的关系。
- 3，能正确分析和建立坐标系。

想一想： 万米赛跑运动员可以看做一个点吗？

研究篮球运动员的技术动作时，可以把运动员看做一个点吗？

一、质点

在研究某些物体的运动过程中，可以不考虑物体的大小和形状，突出物体具有质量这一要素，把物体简化为一个有质量的点，称为质点。于是，对实际物体运动的描述就转化为质点运动的描述。

质点的定义：用来代替物体的有质量的点叫质点。

（2）将物体看成质点的条件：物体的_____、_____对所研究的问题的影响可以忽略不计，可以把物体视为质点。

（3）质点的物理意义

- ①质点是一种理想化的物体模型，不是实际存在的物体。
- ②质点是实际物体的一种近似反映，是为了研究问题的方便而进行的科学抽象。
- ③建立质点概念时抓住了主要因素，忽略次要因素，突出事物的主要特征，使所研究的复杂问题得到简化。
- ④一个物体能否看成质点由问题的性质所决定。
- ⑤尽管质点不是实际存在的点，但研究的质点得到的结论可应用于实际问题。

例 1，（ ）下面那些可以看做质点？

- A 研究火车过桥的时间 B 研究火车从重庆到北京的时间
C 研究火车车轮上某点的运动情况 D 研究地球公转 E 研究地球自转

例 2，下面关于质点的说法正确的是（ ）

- A 质点一定是很小的物体 B 质点是实际存在的有质量的点
C 质点是研究物体运动时的一种理想模型 D 质点就是物体的重心

二、参考系

运动的绝对性

要描述一个物体的运动，首先要选定某个其他物体做参考，观察物体相对于这个“其他物体”的位置是否随时间变化，以及怎样变化。这样用来做参考的物体称为参考系。

1，定义：在描述一个物体运动时，选来作为标准的假定不动的另一个物体叫参考系。

2，对参考系的理解：

①标准性：用来选作参考系的物体都是假定不动的，被研究的物体是运动还是静止，都是相对于参考系而言的。

②任意性：参考系的选择具有任意性，但以观察方便和使运动的描述尽可能简单为原则。研究地面上的物体时，常选择地面为参考系。

③统一性，在同一个问题中，若要研究多个物体的运动或是同一个物体的不同阶段的运动时，必须选择用一个参考系。

④差异性：同一个运动选择不同的参考系，观察结果一般不同。

例 3 下面有关参考系说法中正确的是（ ）

A 参考系就是相对地面不动的物体

B 任何情况下，只有地球才是最理想的参考系

C 不选择参考系，就无法研究某一个物体是怎样运动的

D 同一物体的运动，选择不同的参考系，可能有不同的观察结果。

三 坐标系

如果物体沿直线运动，为了定量描述物体的位置变化，可以以这条直线为 x 轴，在直线上规定原点，正方向和单位长度，建立直线坐标系。

一般来说，为了定量地描述物体的位置及位置变化，需要在参考系上建立适当的坐标系。

想一想：对于在平面上运动的物体，例如花样滑冰运动员，要描述他们的位置，你认为应该怎样建立坐标系？

1 物理意义：

在参考系上建立适当的坐标系，可以定量的描述物体的位置及位置变化。

2 分类及建立的原则

直线坐标系：物体在一条直线上运动。

平面直角坐标系：物体在平面内运动。

空间直角坐标系：物体在三维空间内运动。

1.2 时间和位移

知识目标:

- 1, 能区分时刻和时间间隔
- 2, 知道位移和路程的不同
- 3, 矢量和标量的定义及二者的区别
- 1, 直线运动的位置与位移的关系

一

1, 定义:

时刻:

时间间隔:

2, 时刻和时间间隔的表示方法

例1, 关于时间和时刻的说法, 下面正确的是 ()

- A 时刻表示时间短, 时间表示时间长
- B 时刻对应位置, 之间对应路程
- C 作息时间表上的数字表示时刻
- D 1min 只能分成 60 个时刻

二

1 路程: 质点实际运动路程的长度叫路程, 路程只有大小没有方向, 其单位就是长度单位。

2 位移

- 1) 定义: 从初位置指向末位置的有向线段
- 2) 物理意义: 表示物体位置的变化
- 3) 大小: 初、末位置间的线段的长度
- 4) 方向: 从初位置指向末位置

3 位移与路程的区别与联系

区别:

联系:

例 2 关于位移和路程, 下面说法正确的是 ()

- A, 沿直线运动的物体, 位移和路程是相等的

- B, 质点沿不同的路径从 A 到 B, 其路程可能不同而位置是相同的
C, 质点通过一段路程, 其位移大小可能为零
D, 质点运动的位移大小可能大于路程

三 矢量和标量

- 1, 矢量
- 2, 标量
- 2, 矢量与标量的区别

例2, 一质点向北走 40 米, 又转弯向东运动 30 米, 质点运动的路程是多少?
位移大小多少和方向如何?

例 4 从高出地面 3m 的位置竖直向上抛出一小球, 上升 5m 后, 最后达到地面。
分别以地面和抛出点为原点建立坐标系, 方向以向上为正。
出发点坐标 最高点坐标, 落地点坐标, 上升过程的位移, 下降过程的位移, 全过程的总位移

以地面为原点: _____

以抛出点为原点: _____

1.3 运动快慢的描述——速度

【知识目标】

1. 理解速度的概念，知道速度是表示物体运动快慢的物理量，知道速度的定义。
2. 知道速度是矢量，知道速度的单位、符号和读法。
3. 理解平均速度的概念，知道平均速度的定义式，会用平均速度的公式解答有关的问题。
4. 知道瞬时速度的概念及意义，知道瞬时速度与平均速度的区别和联系。
5. 知道速度和速率以及它们的区别。

【能力目标】

1. 运用平均速度的定义，把变速直线运动等效成匀速直线运动处理，从而渗透物理学的重要研究方法等效的方法。
2. 培养迁移类推能力

【情感目标】

1. 通过解决一些问题，而向复杂问题过渡，使学生养成一种良好的学习方法。
2. 通过师生平等的情感交流，培养学生的审美情感。

【本节课的地位和作用】

本节是运动学知识的重要组成部分，速度是描述物体运动的一个非常重要的基本物理量，理解各种速度的含义，有助于后边加速度的学习。

【教学重点】速度，平均速度，瞬时速度的概念及区别。

【教学难点】

1. 怎样由速度引出平均速度及怎样由平均速度引出瞬时速度。
2. 瞬时速度与平均速度之间有什么区别和联系及在运动中瞬时速度是怎样确定的。

采用物理学中的重要研究方法——等效方法（即用已知运动来研究未知运动，用简单运动来研究复杂运动的一种研究方法）来理解平均速度和瞬时速度。

【教学过程】

复习提问：

1. 位移的定义、表示方法及表达式
2. 时间与时刻的区别及时间的表达式

	初始位置/m	经过时间/s	末了位置/m
A. 自行车沿平直道路行驶	0	20	100
B. 公共汽车沿平直道路行驶	0	10	100
C. 火车沿平直轨道行驶	500	30	1250
D. 飞机在天空直线飞行	500	10	2500

问题 1：比较 A 和 B 谁运动的快，为什么？

问题 2：比较 B 和 D 谁运动的快，为什么？

结论：比较物体运动的快慢，可以有两种方法：

1) 一种是在**位移**相同的情况下，比较所用时间的长短，时间短的物体运动快，时间长的物体运动慢；

2) 另一种是在时间相同的情况下，比较位移的大小，位移大的物体运动得快，位移小的物体运动得慢。

问题 3：比较 B 和 C 谁运动的快，为什么？

一、速度

1. 定义：位移 Δx 跟发生这段位移所用时间 Δt 的比值，用 v 表示。

2. 物理意义：速度是表示运动快慢的物理量。

3. 定义式：
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

单位：国际单位： m/s （或 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ）。

常用单位： km/h （或 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ）、 cm/s （或 $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ ）。

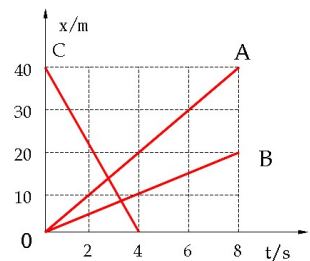
4. 方向：与物体运动方向相同。说明：速度有大小和方向，是矢量。

5. 速度不变的运动叫做匀速直线运动

【例 1】描述 A、B、C 的运动情况，求 A、B、C 三个运动物体的速度

$$\begin{aligned} v_A &= \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{40-0}{8-0} = 5 \text{ m/s} \\ v_B &= \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{20-0}{8-0} = 2.5 \text{ m/s} \\ v_C &= \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{0-40}{4-0} = -10 \text{ m/s} \end{aligned}$$

负号说明物体速度方向与规定的正方向相反



二、平均速度

如果物体做变速直线运动，在相等的时间里位移是否都相等？那速度还是否是恒定的？那又如何描述物体运动的快慢呢？

百米运动员，10s 时间里跑完 100m，当我们只需要粗略了解运动员在 100m 内的总体快慢，而不关心其在各时刻运动快慢时，就可以把它等效于运动员自始至终用 10m/s 的速度匀速跑完全程。此时的速度就称为平均速度。所以在变速运动中就用这平均速度来粗略表示其快慢程度。

1. 定义：在变速直线运动中，运动物体的位移和所用时间的比值，叫做这段时间（或这段位移）的平均速度，用 \bar{v} 表示。

2. 意义：反映做变速直线运动的物体在某段时间内运动的整体快慢，它是对变速直线运动的粗略描述。

3. 公式：
$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

4、平均速度是矢量 方向与物体的位移方向相同

【例 2】一物体沿直线运动，先以 3m/s 的速度运动 60m，又以 2m/s 的速度继续向前运动 60m，物体在整个运动过程中平均速度是多少？

物体在前一段位移用的时间为 $\Delta t_1 = \frac{\Delta x_1}{v_1} = \frac{60}{3} = 20s$

后段位移用的时间为 $\Delta t_2 = \frac{\Delta x_2}{v_2} = \frac{60}{2} = 30s$

整个过程总时间 $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 50s$

整个过程的平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 2.4m/s$

注意：平均速度概念与速度的平均值概念是不完全相同的。

对于变速直线运动，速度是变化的，我们能不能对它进行准确的描述呢？假如我们知道了它在各个时刻运动的快慢，整个运动的情况不就很清楚了吗？

三、瞬时速度

1. 定义：运动物体经过某一时刻（或某一位置）的速度，叫做此时刻（或此位置）的瞬时速度。

2. 意义：反映物体在某一时刻（或经某一位置）时运动的快慢，它能精确地描述变速运动的快慢。平均速度只能粗略地描述变速运动。

3. 对瞬时速度的理解：瞬时速度是在运动时间 $\Delta t \rightarrow 0$ 时的平均速度，即平均速度

$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 在 $\Delta t \rightarrow 0$ 时的极限就是某一时刻（或某一位置）的瞬时速度。

（变速直线运动看成是 Δt 很小的一段一段的匀速直线运动，当 Δt 很小很小时可以用 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 来代替瞬时速度）

4. 瞬时速度的方向：瞬时速度是矢量，瞬时速度的方向与物体经过某一位置时的运动方向相同

5. 速率

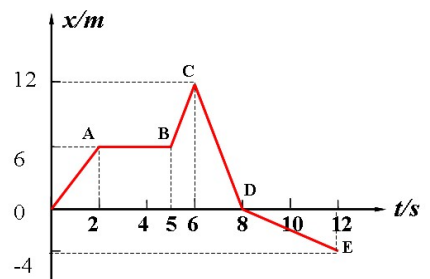
瞬时速度的大小叫瞬时速率，简称速率。

【例 3】下列所说的速度中，哪些是平均速度？哪些是瞬时速度？

- A. 百米赛跑运动员以 9.5m/s 的速度冲过终点线
- B. 经提速后列车的速度达到 150km/h
- C. 由于堵车，在隧道内的车速仅为 1.2m/s
- D. 返回地面的太空舱以 8m/s 的速度落入太平洋
- E. 子弹以 800m/s 的速度撞击墙壁

【例 4】某物体的位移时间图象如图所示，若规定向东为正方向，

试求：



① 物体在 OA 、 AB 、 BC 、 CD 、 DE 各阶段的速度。

② 前 12s 内的平均速度

③ 第 10s 末的瞬时速度

物体在 $t=0$ 开始从原点出发向东做匀速直线运动，历时 2s，接着的 3s~5s 内静止；第 6s 内继续向东做匀速直线运动；第 7s~8s 匀速反向行驶，至 8s 末回到出发点；在第 9s~12s 内从原点西行做匀速直线运动；

$$(1) \quad OA \text{ 段: } v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{6}{2} = 3m/s$$

$$AB \text{ 段: } v_2 = 0$$

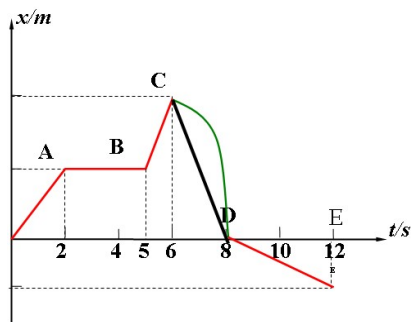
$$BC \text{ 段: } v_3 = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{6}{1} = 6m/s$$

$$CD \text{ 段: } v_4 = \frac{\Delta x_4}{\Delta t_4} = \frac{-12}{2} = -6m/s \quad \text{负号说明物体向西运动;}$$

$$DE \text{ 段: } v_5 = \frac{\Delta x_5}{\Delta t_5} = \frac{-4}{4} = -1m/s$$

$$(2) \quad \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{12} - x_0}{\Delta t} = -\frac{1}{3}m/s$$

(3) 在第 9s 到第 12s 内物体从原点西行做匀速直线运动； $v = v_5 = -1m/s$



求物体在 CD 段的平均速度

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0-12}{8-6} = -6m/s$$

课堂小结:

1. 速度、平均速度、瞬时速度都是矢量
2. 平均速度特别强调对应“某段时间或某段位移”
3. 速度不变的运动叫匀速直线运动

教后记:

学生对初中物理中“速度”的概念印象很深，这给重新定义速度带来一定的困难；另外对于瞬时速度的理解还需要时间进行消化。这节课增加了速度在图象中应用，对图象进行复习的同时也加深学生对于新授知识的理解。其中课堂中渗透的等效、微元的思想对学生以后的学习非常的有帮助！

1.4 实验：用打点计时器测速度

实验目标：

1、知道打点计时器的构造和原理，学会使用打点计时器，能根据打出的纸带计算打几个点所用的时间，会计算纸带的平均速度，能根据纸带粗略测量纸带的瞬时速度，认识 $v-t$ 图象，并能根据 $v-t$ 图象判断物体的运动情况。

2、通过速度测量过程的体验，领悟两个方法：一是用图象处理物理数据的方法；二是极限法或说无限趋近法，加强一个认识，实验是检验理论的标准。

实验器材：电源（220V 电源或学生电源），打点计时器，纸带，刻度尺（最好是塑料透明的），导线

实验准备：

1、仔细观察电磁打点计时器和电火花计时器，对照课本，比较它们的异同。

2、两类打点计时器的打点时间间隔是多少？

3、分析纸带时，如何计算纸带的平均速度。

4、严格地说，瞬时速度我们引进测量出来的，你知道用什么方法求出的速度可以代替某点的瞬时速度吗？

5、从器材上读取的数据是原始数据，原始数据是宝贵的实验资料，要严肃对待，要整齐的记录，妥善保存。

实验原理：

1、电磁打点计时器。电磁打点计时器是一种使用交流电源的计时仪器，工作电压为 $4\sim 6V$ 。当电源的频率是 $50Hz$ 时，它每隔 $0.02s$ 打一个点。电磁打点计时器是应用电磁原理制成的，图 1 是它的工作原理图。通电前，先在打点计时器上装上纸带，并把复写纸片压在纸带上。然后把线圈与 $50Hz$ 、 $4\sim 6V$ 的交流电源接通。这时，振片被磁化，在磁力作用下振动起来。每 $0.02s$ 振针压打复写纸一次，被运动物体拖着的纸带上便记录下一系列的点子，这些点相应地表示运动物体在不同时刻的位置，相邻两点间的时间间隔是 $0.02s$ 。

我们对纸带上这些点之间的距离进行测量，就可以定量地研究物体的运动规律。

2、电火花计时器。电火花计时器是利用火花放电在纸带上打出小孔而显示出点迹的计时器，它的构造如图 2 所示。使用时，墨粉纸盘套在纸盘轴上，并夹在两条白纸之间。当接通用 $220V$ 交流电源，按下脉冲输出开头时，计时器发出的脉冲电流经接正极的放电针、墨粉纸盘到接到负极的纸盘火花放电，于是在运动的纸带 1 上打出一列点迹。当电

源频率是 50Hz 时，它也是每隔 0.02 s 打一次点。

这种计时器工作时，纸带运动时受到的阻力小，实验误差小。

上面介绍的两种计时器打点的时间间隔都是 $T=0.02\text{s}$ ，因此，打在纸带上的点，记录了纸带运动的时间。如果把纸带跟运动物体连接在一起，纸带上的点子就相应地表示出运动物体在不同时刻的位置。研究纸带上的点子之间的间隔，就可以了解运动物体在不同时间里发生的位移，从而了解物体运动的情况。

实验步骤：

1. 把电火花计时器固定在桌子上，检查墨粉纸盘是否已经正确地套在纸盘轴上，检查两条白纸带是否已经正确地穿好，墨粉纸盘是否在两条纸带之间。

2. 把计时器上的电源插头在 220V 交流电源插座上。

3. 按下脉冲输出开关，用手水平地拉动两条纸带，纸带上就打上一列点。

4. 取下纸带，从能看得清规律的某个点数起，数一数纸带上共有多少个点。如果共有 n 个点，点子的间隔数则为 $(n-1)$ 个，用 $t=0.02 \times (n-1)$ 计算出纸带的运动时间 t 。

5. 用刻度尺测量一下，打下这些点，纸带通过的距离 s 有多长

6. 利用公式 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 计算纸带在这段时间内的平均速度。把测量和计算的结果填入表一中。

7. 选取一条点迹清晰便于分析的纸带进行数据分析。

8. 从能够看清的某个点开始，每隔 0.1s 取一个点，在纸带上用数字 0, 1, 2 ... 5 标出这些“测量点”，测量包括每个点的一段位移 Δx ，记录在表二中，同时记录相对应的时间，以测量该点的瞬时速度。

9. 计算出各点附近的平均速度，把它当作计时器打下这些点时的瞬时速度，填入表三中，点 0 作为计时的开始，即 $t=0$ 。

10. 以速度 v 为纵轴，以时间 t 为横轴在坐标纸上建立直角坐标系，根据表二的数据在坐标轴上描点，将这些点用平滑的曲线连接起来。

11. 通过曲线的走向大致看出手的速度变化规律，将你的实验结果与其他同学交流一下，说出你的体会。

12. 重复以上步骤再做一次。

如果用电磁打点计时器，则实验步骤的前 3 步相应地应当是：

1. 把打点计时器固定在桌子上，让纸带穿过两个限位孔，压在复写纸的下面。

- 把电磁打点计时器的两个接线柱用导线分别与 6V 的低压交流电源的接线柱相连接。
- 打开电源开关，用手水平地拉动纸带，纸带上就打出一列小点。

表一：

实验次数	点子数 n	点子间隔数 $n-1$	运动时间 t/s	位移 s/m	平均速度 $\bar{v}/m/s$
1					
2					

表二：

位置	0	1	2	3	4	5
$\Delta x /m$						
$\Delta t /s$	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
$v/ (m/s)$						

表三：

位置	0	1	2	3	4	5
t/s	0					
$v/ (m/s)$						

注意事项：

- 要认清楚你使用了哪种类型的打点计时器，电磁打点计时器要使用 10V 以下的交流学生电源；而电火花计时器则直接使用 220V 的交变电流。
- 开头的点迹很密集，这是由于先接通电源后拉动纸带和开始时的速度比较慢而造成的，数点时不能从开始处数，而要向后看，从能够看清的某个点开始。
- 如果数出了 n 个点，那么，他们的间隔数是 $(n-1)$ 个。他们所用的运动时间为 $(n-1) \times 0.02s$ 。
- 打点计时器要固定好，在使用时打点计时器不允许松动。
- 打点计时器打点结束时要立刻切断电源。

6. 要保证手每一次“水平地拉动纸带”。
7. $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可以大致表示某包含点的瞬时速度，两边点离得越近算出的平均速度接近 B 点的瞬时速度，但过小的间距也会增大测量的误差，应根据课本中的例子仔细选取。
8. 测量点要每隔 0.1s 选一个，即每隔六个点取一个点，而测量点的 Δx 、 Δt 的选取上应取前一个点，后两个点之间。即： $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{0.06}$ 。
9. 建立坐标系要根据实际情况取合适的单位，以便曲线能分布于大部分的坐标系中。

教学中的几点考虑

① 注意培养学生的实验素质。实验课以学生活动为主，各种活动应有序进行。指导学生阅读课文、说明卡，对照课文和说明卡观察仪器结构、了解仪器功能、操作要领。认真观察实验现象，小组之间可以交流、对比实验情况。如有意识的变速拉动纸带，观察纸带上打出的点起始部分、中间部分、最后部分有什么变化？其他小组打出的点有什么不同，这些差异都说明什么问题？以提高对实验现象的观察力。

要求学生尊重原始测量的数据,不能随意改动,实验测量的原始数据是研究实验现象,寻找结论和规律的基本依据,也是检验,评价实验结果的依据.尊重原始测量数据,是良好实验素质和科学精神的具体表现.

② 注意理解一些名词,概念.如计时点,计数点,两个计数点之间的位移,平均速度,某时刻的瞬时速度是怎样求得的.各组交流 $v-t$ 图象的异同,研究异同的原因.

画 $v-t$ 图象是,横轴,纵轴单位长度的确定要根据实验数据的最大值,最小值合理选取,使描绘的图象 $v-t$ 能充满坐标平面的大部分空间.;

③ 说明卡片内容建议(以电磁打点计时器为例)

在桌边固定打点计时器;

将复写纸调节片向外拉出,将复写纸原片孔套在复写纸定位销上,向里推调节片,可调节复写纸位置;

将纸带穿过限位框,从复写纸下穿过压纸框,从另一侧限位框穿出;

开启电源等待 1s~2s 拖动纸带,拖出纸带后立即切断电源;

在纸带上选取计数点,测量计数点之间长度时要用量程在 30cm 以上透明塑料尺一次测量多组计数点间数值,不要用短刻度尺一段一段的测量计数点间距离,减少偶然误差。

1.5 速度变化快慢的描述——加速度

【教学目标】

1. 理解加速度的概念，能利用加速度的公式进行定量计算。
2. 知道加速度是矢量以及方向的判定。知道速度、速度改变量与加速度的区别。
3. 知道什么是匀变速直线运动。能从匀变速直线运动 $v-t$ 图象理解加速度的意义。

【重点难点】

- 重点：** 1. 理解加速度的概念。了解变化率的含义。
2. 利用图象来分析加速度的相关问题。

难点： 加速度的矢量性。

【教学过程】

引入： 匀速直线运动是一种最简单的运动形式，谁的速度变化快？

（一）加速度

概念的引入： 为了描述物体运动速度变化的快慢，可以用速度的变化量与发生这一变化所用的时间的比值来表示，我们把这个比值称为加速度。

- 1. 定义：** 速度的变化量与发生这一改变所用时间的比值。即速度的变化率。

公式： $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_t - v_0}{\Delta t}$ （强调 $\Delta v = v_t - v_0$ ，且为矢量）

（学生根据公式导出加速度的单位、加速度的矢量性）

- 2. 单位：** m/s^2 ， $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

- 3. 加速度是矢量，方向与速度的变化量方向相同。**

在直线运动中，速度的方向始终在一条直线上，速度的“+”“−”即表示的方向。
若取初速度 v_0 的方向为正方向。

(1) 在加速直线运动中 $v_t > v_0$ ， $a > 0$ 表示 a 方向与 v 方向相同；

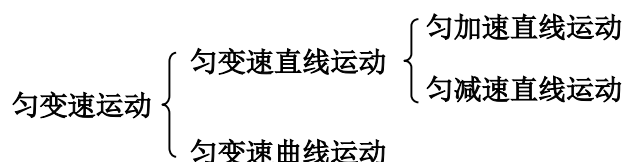
(2) 在减速直线运动中 $v_t < v_0$ ， $a < 0$ 表示 a 方向与 v 方向相反。

结论： a 与 v 方向相同 → 加速直线运动； a 与 v 方向相反 → 减速直线运动。

典例 1：

过渡：在变速直线运动中，加速度也可能发生变化，即物体的速度有时增大得快，有时增大得慢。因此加速度也有平均加速度与瞬时加速度之分。

4. 匀变速运动：加速度不变的运动叫匀变速运动。在这种运动中，平均加速度与瞬时加速度相等。



典例 3：

5. v 、 Δv 与 a 的区别

(1)速度： $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ，描述物体运动的快慢和方向，对应于某一时刻。

(2)速度的变化： $\Delta v = v_t - v_0$ ，描述速度变化的大小和变化的方向，对应于某一过程。

(3)加速度： $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ，即速度的变化率，反映速度变化的快慢和方向。

(4) a 与 v 、 Δv 三者的大小无必然关系

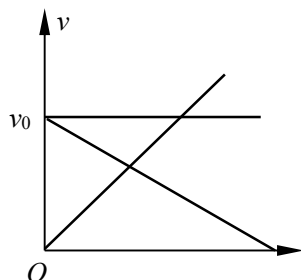
速度大，加速度不一定大；加速度大，速度不一定大；速度变化量大，加速度不一定大；加速度为零，速度可以不为零；速度为零，加速度可以不为零。

典例 4：

(二) v - t 图像与加速度

通过 v - t 图像不但能够了解物体运动的速度随时间变化的情况，还能求出物体的加

速度。 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = k = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$



典例 5:

【典型例题】

典例 1: 下列关于加速度的描述中，正确的是（ AD ）

- A. 加速度在数值上等于单位时间里速度的变化
- B. 当加速度与速度方向相同且又减小时，物体做减速运动
- C. 速度方向为正，加速度方向也一定为正
- D. 速度变化越来越快，加速度越来越大

总结：物体是“加速”还是“减速”，取决于加速度方向与速度方向是否一致。

典例 2: 物体做匀加速运动的加速度为 2m/s^2 ，那么（ C ）

- A. 在任意时间内，物体的末速度一定等于初速度的 2 倍。
- B. 在任意时间内，物体的末速度一定比初速度大 2m/s
- C. 在任意一秒内，物体的末速度一定比初速度大 2m/s
- D. 第 $n\text{s}$ 的初速度一定比第 $(n-1)\text{s}$ 的末速度大 2m/s

典例 3: 皮球以 6m/s 的速度向右与墙壁撞后，经 0.1s 被墙向左弹出，弹出速度大小为 5.8m/s ，求皮球在这段时间内的平均加速度。

解：以向右为正方向，则 $v_1 = 6\text{m/s}$ ， $v_2 = -5.8\text{m/s}$ 。

$$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{-5.8 - 6}{0.1} = -118(\text{m/s}^2)$$

\therefore 平均加速度的大小为 118m/s^2 ，方向向左。

典例 4: 关于速度和加速度的关系，下列说法中正确的是（ B ）

- A. 速度越大，速度的变化就越大，加速度就越大
- B. 速度变化越快，加速度就越大
- C. 加速度方向保持不变，速度方向也保持不变（举例：竖直上抛运动）
- D. 加速度大小不断变小，速度大小也不断变小

总结：(1)对于速度，要明确 v ， Δv ， $\Delta v/\Delta t$ 的区别；(2)加速度的方向与速度的变化量的方向相同，与速度的方向无必然联系；(3)物体是“加速”还是“减速”，取决于加速度方向与速度方向是否一致。

第二讲 匀变速直线运动的研究

2.1 实验：探究小车速度随时间变化的规律

【预习目标】（阅读完课本，要先看看目标哟！）

1. 巩固打点计时器的使用、纸带数据处理和测量瞬时速度的方法。
2. 通过实验探究，体验如何从实验研究中获取数据，学会利用图像处理实验数据的科学方法。
3. 知道小车在重物牵引下运动速度随时间变化的规律。

【基础知识体验】（好好看书，相信你能完成的很好！）

一. 实验目的 探究小车速度随_____变化的规律。

二. 实验原理 利用_____打出的纸带上记录的数据，以寻找小车速度随时间变化的规律。

三. 实验器材 打点计时器、低压_____电源、纸带、带滑轮的长木板、小车、_____、细线、复写纸片、_____。

四. 实验步骤

1. 如课本 31 页图所示，把附有滑轮的长木板平放在实验桌上，并使滑轮伸出桌面，把打点计时器固定在长木板上没有滑轮的一端，连接好电路。

2. 把一条细线拴在小车上，使细线跨过滑轮，下边挂上合适的_____。把纸带穿过打点计时器，并把纸带的一端固定在小车的后面。

3. 把小车停在靠近打点计时器处，接通_____后，放开_____，让小车拖着纸带运动，打点计时器就在纸带上打下一行小点，随后立即关闭电源。换上新纸带，重复实验三次。（注意：为了仪器的安全，实验时要防止钩码落地和小车与滑轮碰撞，当小车到达滑轮前及时用手按住。）

4. 从三条纸带中选择一条比较理想的，舍掉开头比较密集的点迹，在后边便于测量的地方找一个点做计时起点。为了测量方便和减少误差，通常不用每打一次点的时间作为时间的单位，而用每打五次点的时间作为时间的单位，就是 $T=0.02\text{ s} \times 5=0.1\text{ s}$ 。在选好的计时起点下面表明 A，在第 6 点下面表明 B，在第 11 点下面表明 C……，点 A、B、C……叫做计数点，两个相邻计数点间的距离分别是 x_1 、 x_2 、 x_3 ……

5. 利用第一章方法得出各计数点的瞬时速度填入下表：

位置	A	B	C	D	E	F	G
时间 (s)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
v(m/s)							

6. 以速度 v 为____轴，时间 t 为____轴建立直角坐标系，根据表中的数据，在直角坐标系中描点。

7. 通过观察思考，找出这些点的分布规律。

五. 注意事项

1. 开始释放小车时，应使小车靠近打点计时器。
2. 先接通电源，计时器工作后，再放开小车，当小车停止运动时及时断开电源。
3. 要防止钩码落地和小车跟滑轮相撞，当小车到达滑轮前及时用手按住它。
4. 牵引小车的钩码个数要适当，以免加加速度过大而使纸带上的点太少，或者加速度太小而使各段位移无多大差别，从而使误差增大。加速度的大小以能在 60cm 长的纸带上清楚地取得六七个计数点为宜。

5. 要区别计时器打出的点和人为选取的计数点。一般在纸带上每 5 个点取一个计数点，间隔为 0.1 s 。

2.1 实验：探究小车速度随时间变化的规律

【知识演练】（试试你学得如何？相信自己，你能行！）

1. 运动物体拉动穿过打点计时器的纸带，纸带上打下一系列小点。打点计时器打下的点直接记录了 （ ）

- A. 物体运动的时间 B. 物体在不同时刻的位置
C. 物体在不同时刻的速度 D. 物体在不同时间内的位移

2. 在下列给出的器材中，选出“探究小车速度随时间变化的规律”的实验中所需的器材并填在横线上（填序号）。

- ①打点计时器 ②天平 ③低压交流电源 ④低压直流电源 ⑤细线和纸带
⑥钩码和小车 ⑦秒表 ⑧一端有滑轮的长木板 ⑨刻度尺

选出的器材是_____

3. 在探究小车速度随时间变化的规律的实验中，按照实验进行的先后顺序，将下述步骤的代号填在横线上_____。

- A. 把穿过打点计时器的纸带固定在小车后面
B. 把打点计时器固定在木板的没有滑轮的一端，并连好电路

- C. 换上新的纸带，再重做两次
- D. 把长木板平放在实验桌上，并使滑轮伸出桌面
- E. 使小车停在靠近打点计时器处，接通电源，放开小车，让小车运动
- F. 把一条细线拴在小车上，细线跨过定滑轮，下边吊着合适的钩码
- G. 断开电源，取出纸带

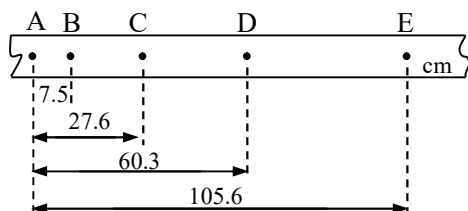
4. 关于用打点计时器研究小车在重物牵引下运动的实验操作，下列说法中正确的是 ()

- A. 长木板不能侧向倾斜，也不能一端高一端低
- B. 在释放小车前，小车应紧靠在打点计时器处
- C. 应先接通电源，待打点计时器打点稳定后再释放小车
- D. 要在小车到达定滑轮前使小车停止运动，再断开电源

5. 在探究小车速度随时间变化规律的实验中，得到一条记录小车运动情况的纸带，如图所示，图中 A、B、C、D、E 为相邻的计数点，相邻计数点的时间间隔为 $T=0.1\text{s}$ 。

(1) 根据纸带上的数据，计算 B、C、D 各点的速度，填入表中。

(2) 在坐标纸上作出小车的 $v-t$ 图象。



(1)

位置编号	A	B	C	D	E
时间 t/s	0	0.1	0.2	0.3	0.4
瞬时速度 $v/(\text{ms}^{-1})$					

(2) 小车的 $v-t$ 图象

2.2 匀变速直线运动的速度和时间的关系

教学目标

- 1、知道什么是速度—时间图像，以及如何用图像来表示速度和时间的关系。
- 2、知道匀速直线运动和匀变速运动的 $v-t$ 图像的物理意义。
- 3、知道什么是匀变速运动和非匀变速运动。

教学步骤

一、导入新课

复习：概念速度、平均速度（平均速率）、瞬时速度（瞬时速率）

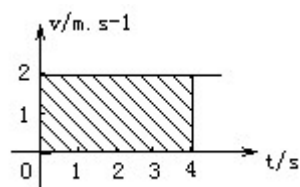
引入：对于匀速直线运动，速度不随时间变化；而变速直线运动，速度是随时间变化的。今天我们学习如何运用图象来描述速度和时间的关系。

二、新课教学

1、匀速直线运动的速度—时间图像

【例 1】根据我们对位移—时间图像的认识，同学们类比推理回答如下问题：

- (1) 如何建立关于速度—时间的坐标轴；
- (2) 当一物体以 $v=2\text{m/s}$ 的速度匀速前进，作出它的 $v-t$ 图像；
- (3) 从图像中能获取什么物理信息？



解析 (1)从速度—时间图像这个叫法看，是速度与时间的关系图像，以 t 轴为横轴， v 轴为纵轴，建立坐标系； (2)匀速直线运动的速度 v 不随时间变化，只能是与 t 轴平行的直线； (3)从图像中可获得：①速度的大小、方向 ②从 $s=vt$ 可获得：边长为 v 和 t 所围成的矩形的面积，就是物体在时间 t 内的位移。（即图中的斜线阴影部分）

2、匀变速直线运动的速度—时间图象

【例 2】假如某人坐在汽车驾驶员身旁，在汽车起动时，注视速度计，记下间隔为 5 秒各时刻的速度值，得到下列一组数据。

问题：(1)从出示的数据同学们可看出什么规律？(2)根据数据作出 $v-t$ 图像

解析：(1)在误差允许的范围内，物体每隔 5s，速度增加约 10km/h ，也就是每隔相同的时间间隔，速度的改变量相等。

时刻 (s)	速度 ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)
0	20
5	31
10	40
15	49

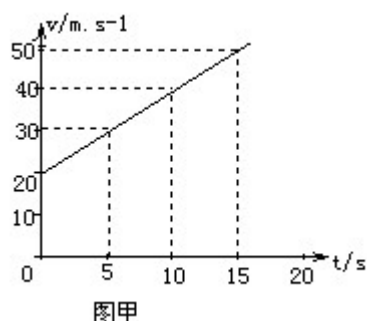
匀变速直线运动：在变速直线运动中，如果在相等时间内速度的改变相等，这种运动就叫做匀变速直线运动。

(2)描点法作出 $v-t$ 图像如图甲所示

说明：①速度—时间图像是一条倾斜的直线，无论从图表中，还是从图像中都可以看出，速度随时间均匀地增加。

匀加速直线运动定义：在匀变速直线运动中，它的速度随时间而均匀增加，这就叫匀加速直线运动。

匀减速直线运动定义：在匀变速直线运动中，它的速度随时间而均匀地减小，这就叫匀减速直线运动。



(如图乙所示)

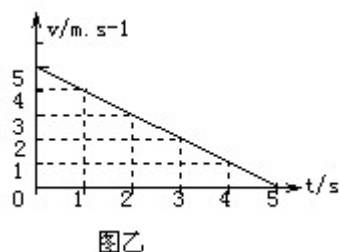
问题：仔细观察匀变速直线运动的 $v-t$ 图像，从图像中可获取什么物理信息？

结论 (1) 某时刻的瞬时速度

(2) 某段时间内的速度的变化量，速度的变化量

是正值，还是负值。是正值的话，说明 Δv 与 v 方向相同，是负值的话，说明 Δv 与 v 方向相反。(说明 Δv 是

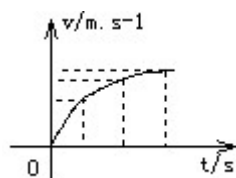
矢量)



(3) 速度图线和时间轴所围的“面积”表示质点在该段时间内的位移

在变速直线运动中，速度不一定是均匀变化的，这种是**非匀变速直线运动**。(速度图像是一条曲线)

在日常生活中，很多物体的运动接近匀变速，通常作变速来处理。比如：发射炮弹在炮筒里的运动，石块从高处下落等等。



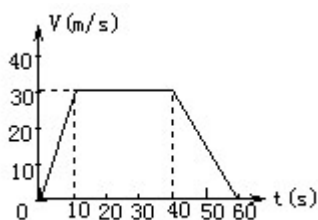
运 动

为 匀
处 自

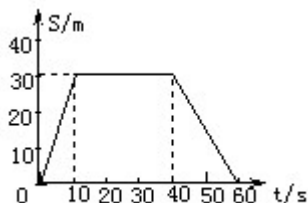
3、匀变速直线运动的 $v-t$ 图像与匀速直线运动中的 $s-t$ 图像的区别。

【例 3】分析丙、丁两图中物体在这 60s 内的运动情况？

简析：图像的形状完全一样，但所包含的物理意义却不同。要分析清楚物体的运动



图丙



图丁

情况，首先要看图像中横、纵坐标所表示的物理量，根据图像中的图线找到物理量间的关系，从而再确定它的运动状态。

2.3 匀变速直线运动的位移与时间的关系

学习目标：

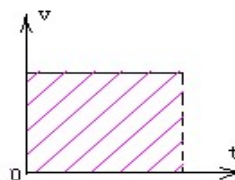
- 1、知道匀变速直线运动的位移与时间的关系。
- 2、理解匀变速直线运动的位移及其应用。
- 3、理解匀变速直线运动的位移与时间的关系及其应用。
- 4、理解 $v-t$ 图像中图线与 t 轴所夹的面积表示物体在这段时间内的运动的位移。

重点：1、理解匀变速直线运动的位移及其应用。 2、理解匀变速直线运动的位移与时间的关系及其应用。

难点：1、 $v-t$ 图像中图线与 t 轴所夹的面积表示物体在这段时间内运动的位移。 2、微元法推导位移公式。

要点导学

- 1、匀速直线运动的 $v-t$ 图像。

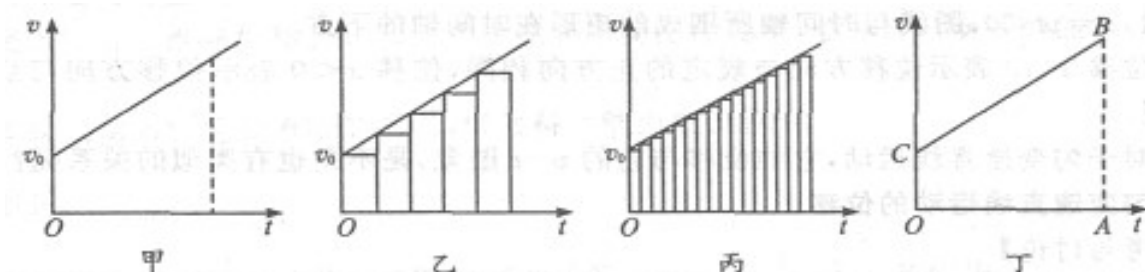


2、匀速直线运动的位移公式 $x=$ _____，上面的物理量中，位移 x 在数值上等于图像中 _____。

3、匀变速直线运动的 $v-t$ 图象是 _____，其中图象的斜率表示物体的 _____。类比匀速直线运动，匀变速直线运动的位移在 $v-t$ 图象中是不是也有类似的关系，讨论课本中的【思考与讨论】。

结论：学生 A 的计算中，时间间隔越 _____，计算出的误差就越 _____。

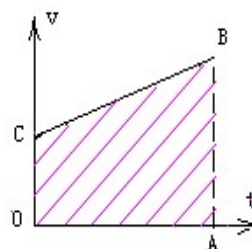
4、如果时间间隔 Δt 取得非常非常小，所有小矩形的面积之和就能非常准确地代表物体发生的位移，也就刚好等于 $v-t$ 图象下面的面积（微积分的思想）。如下图，则所有的 $v-t$ 图象与时间轴所围的面积都可以表示位移。“面积”的大小表示位移的大小：第一象限内“面积”为正，表示位移为 _____；第四象限内“面积”为负，表示位移为 _____。



5、匀变速直线运动的位移即为 $v-t$ 图象中 _____，则据此推导出匀变速直线运动的位移与时间的关系式。

6、写出梯形面积表达式： _____，分析 OC, AB, OA 各对应什么物理量？并将 $V = V_0 + at$ 代入，得出： $x =$ _____。这个位移公式虽然是在匀加速直线运动的情景下导出的，但也适用于匀减速直线运动。

7、匀变速直线运动的平均速度公式： _____。



2.4 匀变速直线运动的位移和速度的关系

教学目标：

1、掌握匀变速直线运动的速度、位移公式

2、会推出匀变速直线运动的位移和速度的关系式 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ ，并会应用它进行计算

教学过程：

一、新课教学

1、匀变速直线运动的规律

$$v_t = v_0 + at$$

(1) 匀变速直线运动的速度和位移公式：

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

公式中共有五个物理量，初速度、末速度、时间、加速度、位移。一般来说已知其中的三个量可以求出其余的一个或两个物理量。

(2) 据 $v_t = v_0 + at$ 和 $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ ，消去时间，同学们试着推一下，能得到一个什么关系式？

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as$$

一般在不涉及时间的前提下，我们使用刚才得到的推论求解。

$$\left. \begin{array}{l} v_t = v_0 + at \\ s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \\ v_t^2 - v_0^2 = 2as \end{array} \right\} \quad \text{初速度等于0} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} v_t = at \\ s = \frac{1}{2} at^2 \\ v_t^2 = 2as \end{array} \right.$$

2、匀变速直线运动规律的应用

【例 1】发射炮弹时，炮弹在枪筒中的运动可以看作是匀加速运动，如果枪弹的加速度大小是 $5 \times 10^5 \text{ m/s}^2$ ，枪筒长 0.64m，枪弹射出枪口时的速度是多大？

分析思考：

- 1) 枪筒的长度对应于枪弹做匀加速运动的哪个物理量？
- 2) 枪弹的初速度是多大？
- 3) 枪弹出枪口时的速度对应于枪弹做匀加速运动的什么速度？
- 4) 据上述分析，你准备选用哪个公式求解？

C：学生写出解题过程，然后评析。

【例 2】一个滑雪的人，从 85 米长的山坡上匀变速滑下，初速度是 1.8m/s，末速度是 5.0m/s，他通过这段山坡需要多长时间？

分析思考：

- 1) 该滑雪人的运动可当做哪一种匀变速运动？

2) 你认为所给的已知条件等效为匀变速直线运动的哪些物理量？

3) 要求得时间 t ，你准备用什么方法求？

解法一：滑雪的人做匀加速直线运动，由

$v_t = v_0 + at$ 可得 $at = v_t - v_0$ ，代入 $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 中，得

$$s = v_0 t + \frac{1}{2}(v_t - v_0)t = \frac{1}{2}(v_t + v_0)t \dots \dots \dots (1)$$

由(1)式解出 t ，代入数据得到： $t = \frac{2s}{v_t + v_0} = \frac{2 \times 85}{5.0 + 1.8} = 25 \text{秒}$

说明：比较 (1) 式和 $s = \bar{v}t$ 可知，对于匀变速直线运动，平均速度的求解有两个途径：

$$(1) \quad \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} \quad (2) \quad \bar{v} = \frac{s}{t}$$

解法二：由 $s = \bar{v} \cdot t$ 和 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ 得 $t = \frac{2s}{v_t + v_0} = \frac{2 \times 85}{5.0 + 1.8} = 25 \text{秒}$

【例 3】 做匀加速直线运动的物体，速度从 v 增加到 $2v$ 时的位移是 s ，则它的速度从 $2v$ 增加到 $4v$ 经过的位移是多少？ (4S)

2.5 自由落体运动

一、教学目标

1. 在物理知识方面要求:

(1)了解什么是自由落体运动;

(2)自由落体产生的条件;

(3)认识自由落体运动的特点;

(4)掌握自由落体运动的规律;速度随时间的变化规律,位移随时间变化的规律(定量)。

2. 通过观察演示实验概括出自由落体运动是初速度为零的匀变速直线运动,从而培养学生的观察、概括能力,通过相关物理量变化规律的学习,培养分析、推理能力。

3. 渗透物理方法的教育,运用理想化方法,突出主要因素,忽略次要因素,抽象出物理模型——自由落体,研究物体下落在理想条件下的运动。

二、重点、难点分析

1. 重点是使学生掌握自由落体的速度和位移随时间变化的规律。自由落体的特征是初速度为零,只受重力作用(物体的加速度为自由落体加速度 g)。

2. 难点是演示实验的技巧及规律的得出,介绍伽利略的实验验证及巧妙的推理。

三、教具

1. 自由落体演示仪及附件, 计算器。

2. 硬币(一元)两枚, 薄纸袋(恰好可装下硬币), 抽气机, 牛顿管。

3. 投影仪、投影片、彩笔。

四、主要教学过程

(一)复习提问

1. 匀变速直线运动的规律
$$\begin{cases} v_t = v_0 + at \\ s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \end{cases}$$

2. 推论① $v_t^2 = v_0^2 + 2as$ ② $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} = v_{\frac{t}{2}}$ ③ $v_0 = 0$

$s_I : s_{II} : s_{III} = 1 : 4 : 9$ $s_I : s_{II} : s_{III} = 1 : 3 : 5$

(二)引入新课

我们今天应用这些知识研究一种常见的运动, 物体下落的运动。

[演示 I] 硬币和纸袋分别从同一高度由静止开始同时下落, 观察下落速度, 从表面上看得到结论, “物体越重, 下落得越快”。

1. 亚里斯多德(Aristotle)的认识

从公元前 4 世纪至公元 17 世纪, 这种观念统治了人们两千多年之久。

2. 伽利略(Galileo)的贡献(1638 年)

两个物体 $m_A > m_B$ 分别由同一高度下落，重的物体比轻的物体下落的快，当把两物体捆在一起仍从同一高度下落情况会是怎样呢？

结论：①整体分析：当把两个物体捆在一起时 $m_C = m_A + m_B$ ，因为新组成的物体比上述两个物体中的任一个都重而下落的应最快。

②局部分析：A 物体下落的快，受到一个下落得慢的物体 B 的作用，结果就像一个大人拉着小孩向前跑，比单独大人跑要慢，比小孩单独跑要快一样，他们的共同速度应介于 A、B 两物体之间即 $v_A > v_C > v_B$ 。伽利略用归谬法巧妙地否定了亚里斯多德的观点，从而得出结论：重物体不比轻物体下落得快。亚里斯多德忽略了空气阻力对运动物体的影响，从而得出错误的结论：“力是维持物体运动的原因”。

[演示 II] 将纸袋揉成纸球和硬币从同一高度由静止开始下落，观察下落速度(相差不多)，把硬币装入纸袋与另一枚硬币从同一高度由静止开始下落，观察下落速度也相差不多，若减小空气对运动物体的影响会如何呢？

[演示 III] 牛顿管中的物体下落，将事先抽过气的牛顿管内的硬币与轻鸡毛从静止一起下落，观察实验结果两者几乎同时落到牛顿管的下端，硬币落下有声，眼可直接观察鸡毛下落，将牛顿管放入空气再做实验情况就截然不同了。

3. 自由落体运动

①定义：物体只在重力作用下，从静止开始下落的运动叫做自由落体运动。

自由落体运动是一种理想运动，在实际问题中有空气时，物体的密度不太小，速度不太大(H 不太高)，可以近似看成是自由落体运动。

结论：不同物体做自由落体运动，它们的运动情况是相同的。

②性质：伽利略所处的年代还没有钟表，计时仪器也较差，自由落体运动又很快，伽利略为了研究落体运动，利用当时的实验条件做了在斜面上从静止开始下滑的直线运动(目的是为了“冲淡重力”)，证明了在阻力很小的情况下小球在斜面上的运动是匀变速直线运动，用逻辑推理外推到斜面倾角增大到 90° 的情况，小球将自由下落，成为自由落体，他认为这时小球仍然会保持匀变速直线运动的性质，多么巧妙啊！

这个结论的正确与否需用实验来验证，三百多年后，我们来验证。

(四)课堂小结

1. 自由落体运动是一种非常重要的运动形式，在现实生活中有许多落体运动可以看成是自由落体运动，研究自由落体运动有着普遍的意义。

2. 为了研究自由落体运动，我们运用了物理学中的理想化方法，从最简单、最基本的情况入手，抓住影响运动的主要因素，去掉次要的非本质因素的干扰，建立了理想化的物理模型——自由落体运动，并且研究了自由落体的运动规律，理想化是研究物理问题常用的方法之一，在后面的学习中我们还要用到。

3. 在研究自由落体运动的过程中我们还给大家介绍了归谬法，即理论推导的一种重要方法，同学们的学习重要的是研究问题的方法而不是知识本身，知识的结论当然重要，但更重要的是如何获取知识，中学学习的一个非常重要的方面就是如何获取知识、处理知识。

4. 自由落体运动是一种简单的基本的运动形式，抛体运动可以看成是另一个运动形式与自由落体运动的合成，也就是说自由落体是研究其他抛体运动的基础，一定要抓住其产

生的条件和运动规律。

2.6 伽利略对自由落体运动的研究

理解领悟

对于落体运动，自古以来许多人都研究过。本节课介绍落体运动的研究历史，主要是介绍伽利略对自由落体运动的研究过程和他的科学思维方法。要通过自主学习，独立的思考、归纳和总结，提出自己的看法与体会。

另外，作为匀变速直线运动规律的应用，我们补充介绍了竖直上抛运动的相关知识。这部分内容教材没有涉及，属于“提高级”知识，供学有余力的同学参考。

基础级

1. 延续了两千年的错误认识

古希腊的学者们认为，物体下落的快慢是由它们的重量决定的，物体越重，下落得越快。生活在公元前四世纪的古希腊哲学家亚里士多德最早阐述了这种看法，他认为，物体下落的快慢精确地与它们的重量成正比。亚里士多德的论断影响深远，在其后两千多年的时间里，人们一直信奉他的学说。但是，这种从表面上的观察得出的结论实际上是错误的。

2. 伽利略对自由落体运动的研究

16 世纪，意大利学者伽利略对亚里士多德的看法提出了质疑，并对自由落体运动进行了深入的研究。伽利略对自由落体运动的研究方法大体可归结为以下几点：

发现问题 伽利略发现亚里士多德的观点有自相矛盾的地方。伽利略认为，如果亚里士多德的观点是对的，即重物比轻物下落得快，那么把重物和轻物拴在一起下落，它们将是什么结果呢？照亚里士多德的说法，重物下落得快，轻物下落的得慢，由于两物拴在一起，“轻的”被“慢的”拉着，“慢的”被“快的”拖着，所以两物拴在一起的速度应是不快不慢。同样，照亚里士多德的说法，两物拴在一起，应该是更重了，那它们应该下落得更快。这两个结论都是由亚里士多德的论断推出来的，但得到的却是互相矛盾的结果。可见，亚里士多德的观点是错误的。

提出假设 伽利略认为，重物与轻物应该下落得同样快。他猜想落体运动应该是一种最简单的变速运动，物体的速度应该是均匀变化的。但是，速度的变化怎样才算是均匀的呢？他考虑了两种可能：一种是速度的变化对时间来说是均匀的，即 v 与 t 成正比；另一种是速度的变化对位移来说是均匀的，即 v 与 x 成正比。

数学推理 伽利略通过数学运算得出：如果 v 与 x 成正比，将会得到荒谬的结论；如果 v 与 t 成正比，它通过的位移 x 就与 t^2 成正比。

实验验证 为了便于测量时间，伽利略设法用斜面做实验。他在木制斜槽上蒙上羊皮纸，让铜球从光滑的羊皮斜槽上滚下，通过上百次对不同质量的小球沿不同倾角的光滑斜面越大的定量研究，发现小球沿光滑斜面运动时通过的位移 x 确实与 t^2 成正比，小球的运动是匀变速直线运动，且倾角一定不同小球的加速度一定，倾角越大加速度越大。

合理外推 伽利略将他在斜面实验中得出的结论做了合理的外推：设想斜面的倾角越接近 90° ，小球沿斜面滚下的运动就越接近于自由落体运动；当斜面的倾角达到 90° 时，小球就做自由落体运动。从而，自由落体运动是初速度为 0 的匀加速直线运动，且所有物体自由下落时的加速度都相同。

3. 从伽利略看科学与社会

教材在本节“STS”栏目中讲述了“从伽利略的一生看科学与社会”这一问题，建议认真读一读。文中提到：文艺复兴的精神打破了束缚人们思想的桎梏，激发了人们对自然的兴趣和对自然的探索。活跃在人们心中的各种思想，终于得到实在的结果。而教会对科学的干涉和对伽利略的迫害则造成了严重后果。以前一直人才辈出的意大利，在伽利略死后，它的科学活动便很快地衰落下去了。这说明，没有学术的民主和思想的自由，科学就不能繁荣。

发展级

4. 重物下落引发的两个有趣问题

1969 年美国实现登月，这是人类首次登月成功。在一次登月活动中，宇航员 David R. Scott 在月球上证实了榔头与羽毛下落一样快，月球的引力加速度为 1.67m/s^2 。

1922 年美国入厄阜等做了重物下落的细微实验，发现重力加速度随不同材料大约有 1% 的变化。1986 年菲斯巴赫等人认为，物体与物体之间除引力外还存在微小的排斥力，称为超负载力。美国马萨诸塞大学的约·多诺古和假斯坦导出了不同物体下落加速度不同的结论，引力加速度与质量和温度有关。这个问题现在还没有最后定论。

5. 什么是竖直上抛运动

将物体用一定的初速度沿竖直方向向上抛出去，物体在只受重力作用下所做的运动叫做竖直上抛运动。

6. 竖直上抛运动的两种分析方法

对于竖直上抛运动，有两种不同的分析方法，即分段法和整体法。

分段法： 竖直上抛的物体，在上升过程中，速度越来越小，加速度的方向跟速度的方向相反，是竖直向下的；当速度减小到 0 的时候，物体上升到最大高度。然后物体从这个高度自由下落，速度越来越大，加速度的方向跟速度的方向相同，也是竖直向下的。由于物体只受重力作用，这两个过程的加速度都是重力加速度 g 。因此，在处理竖直上抛运动的问题时，可以分两步进行计算：上升过程用初速度为 0 的匀变速直线运动公式来计算，下降过程用自由落体运动公式来计算。

整体法： 由于上升过程和下降过程的加速度矢量是相同的，我们也可以把竖直上抛运动看作是一个统一的匀变速直线运动，而上升运动和下降运动不过是这个统一的运动的两个过程。这样，我们就可以用匀变速直线运动的公式或关系式来统一讨论竖直上抛运动。在讨论这类问题中，我们习惯上总是取竖直向上的方向作为正方向，重力加速度 g 总是取绝对值。这样，竖直上抛运动的公式或关系式通常就写做：

速度公式

$$v = v_0 - gt,$$

位移公式

$$x = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2,$$

速度—位移关系式

$$v^2 - v_0^2 = -2gx \text{ ,}$$

用平均速度求位移的公式

$$x = \frac{v_0 + v}{2} t \text{ .}$$

注意：上述公式中的 t 是从抛出时刻开始计时的， x 是运动物体对抛出点的位移。

基础级

例1 伽利略以前的学者认为，物体越重，下落越快。伽利略等一些物理学家否定了这种看法。

(1) 在一高塔顶端同时释放一片羽毛和一个玻璃球，玻璃球先于羽毛到达地面，这主要是因为（ ）

- A. 它们的质量不等 B. 它们的密度不等
C. 它们的材料不同 D. 它们所受的空气阻力不等

(2) 在此塔顶端同时释放大小相等的实心铁球和空心铁球，下列说法中正确的是 ()

- ① 它们受到的空气阻力不等 ② 它们的加速度相等
③ 它们落地的速度不等 ④ 它们下落的时间相等
A. ①③ B. ②④ C. 只有② D. 只有③

提示 羽毛下落时空气阻力不能忽略，玻璃球和铁球下落时空气阻力可以忽略。

解析 (1)玻璃球先于羽毛到达地面,这主要是因为羽毛受到的空气阻力大的缘故。正确选项为D。

(2) 大小相等的实心铁球和空心铁球受到的空气阻力相等。在忽略空气阻力的情况下，两球均做自由落体运动，它们的加速度相等。因下落高度相等，故下落的时间相等，落地的速度相等。正确选项为 B。

点悟 羽毛下落得比玻璃球慢，是由于空气阻力的影响。在空气阻力很小而可以忽略的情况下，实心铁球和空心铁球均做自由落体运动，下落的快慢程度相同。要抛弃亚里士多德的错误观点，不要以为重物比轻物下落得快。

例 2 滴水法测重力加速度的过程是这样的：让水龙头的水一滴一滴地滴在其正下方的盘子里，调整水龙头，让前一滴水滴到盘子而听到声音时，后一滴恰好离开水龙头。从第 1 次听到水击盘声时开始计时，测出 n 次听到水击盘声的总时间为 t ，用刻度尺量出水龙头到盘子的高度差为 h ，即可算出重力加速度。设人耳能区别两个声音的时间间隔为 0.1s ，声速为 340m/s ，则（ ）

- A. 水龙头距人耳的距离至少为 34m B. 水龙头距盘子的距离至少为 34m

- C. 重力加速度的计算式为 $\frac{2n^2h}{t^2}$ D. 重力加速度的计算式为 $\frac{2(n-1)^2h}{t^2}$

提示 从自由落体运动位移公式出发进行分析。

解析 只要相邻两滴水滴下的时间间隔超过 0.1s , 人耳就能分辨出两滴水的击盘声, 而水龙头距人耳的距离无关 (只要人耳能够听到声音)。在 0.1s 内, 水滴下落的距离

$$x = \frac{1}{2}gt_m^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.1^2 \text{ m} = 0.05 \text{ m},$$

所以，水龙头距人耳的距离只要超过 0.05m 就行。

水龙头滴两滴水的时间间隔为 $t_0 = \frac{t}{n-1}$ ，由 $h = \frac{1}{2}gt_0^2$ 可得

$$g = \frac{2h}{t_0^2} = \frac{2h}{\left(\frac{t}{n-1}\right)^2} = \frac{2(n-1)^2 h}{t^2}。$$

所以，本题正确选项为 D。

点悟 这是一种既“土”又实用的测定重力加速度的方法，同学们不妨动手做一做。请进一步思考：在这个实验中，为什么要测从第 1 滴水开始下落到第 n 滴水恰好落到盘中这段时间，而不是直接测第 1 滴水在空中的运动时间？当第 1 滴水落到盘中时，第 2 滴水离水龙头的距离为多少？

例 3 实验室备有下列仪器：

- A. 长度为 1m、最小刻度为毫米的刻度尺；
- B. 长度为 1m、最小刻度为分米的刻度尺；
- C. 秒表；
- D. 打点计时器；
- E. 低压交流电源（50Hz）
- F. 低压直流电源
- G. 天平。

为了测量重锤下落的加速度的数值，上述仪器中必须有的是_____（填字母代号），实验是通过研究重锤做_____运动来测量重锤下落加速度的。

把重锤固定在纸带下端，让纸带穿过打点计时器，当重锤自由下落时，打点计时器在纸带上打出一系列的点。取连续清晰的 7 个点，用刻度尺测出第 2、3、4、5、6、7 各点与第 1 点的距离 d 如下表所示：

点的次序	1	2	3	4	5	6	7
距离 d/cm	0	6.0	12.5	19.3	26.5	34.1	42.1

请用这些数据求出重力加速度的测量值。

提示 算出各点的速度，画出速度图象，由图线的斜率可得重锤下落的加速度即重力加速度；或者由速度值求加速度，再取平均值；也可用逐差法直接求加速度，再取平均值。

第七节 匀变速直线运动的规律及应用

1、匀变速直线运动的基本规律：

$$\left. \begin{aligned} v_t &= v_0 + at \\ s &= v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \\ v_t^2 - v_0^2 &= 2as \end{aligned} \right\} \quad s = \bar{v} \cdot t = \frac{v_0 + v_t}{2} \cdot t$$

2、匀变速直线运动的三个重要推论：

(1) 在连续相等的时间 T 内的位移之差为一恒量，即 $\Delta S = aT^2$

证明：设物体以初速度为 v_0 ，加速度 a 做匀变速直线运动。

自计时起时间 T 内的位移 $S_1 = v_0 T + \frac{1}{2} aT^2$

前 $2T$ 内的位移 $S_2 = v_0 2T + \frac{1}{2} a(2T)^2$

则第 2 个 T 内位移 $S_{II} = S_2 - S_1 = v_0 T + \frac{3}{2} aT^2$

前 $3T$ 内的位移 $S_3 = v_0 3T + \frac{1}{2} a(3T)^2$

则第 3 个 T 内位移 $S_{III} = S_3 - S_2 = v_0 T + \frac{5}{2} aT^2$

.....

连续相等时间 T 内的位移之差 $\Delta S = S_{II} - S_I = S_{III} - S_{II} = \Delta = aT^2$

(2) 某段时间内中间时刻的瞬时速度等于这段时间内的平均速度，即

$$v_{\frac{t}{2}} = \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$$

证明：由 $v_t = v_0 + at$ 可知，经 $t/2$ 后瞬时速度变为 $v_{\frac{t}{2}} = v_0 + at/2$

将 $at = v_t - v_0$ 代入上式，可得： $v_{\frac{t}{2}} = \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$

(3) 某段位移中间位置的瞬时速度 $v_{\text{中}}$ 与这段位移的初速度 v_0 、末速度 v_t 的关系为:

$$v_{\text{中}} = \sqrt{(v_0^2 + v_t^2)/2}$$

证明: 由 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 可知: $v_{\text{中}}^2 - v_0^2 = 2a \frac{s}{2}$

由以上两式合并可解得: $v_{\text{中}} = \sqrt{(v_0^2 + v_t^2)/2}$

【例 1】 一个做匀加速直线运动的物体, 在头 4 秒内经过的位移为 24 米, 在第二个 4 秒内的位移是 60 米, 求这个物体的加速度和初速度各是多少? (2.25、1.5)

要求: 由学生自行完成, 总结几种不同的解法

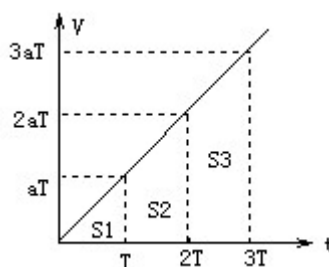
评析: 匀变速直线运动的规律可用多个公式来描述, 因而选择不同的公式, 所对应的解法也不同。对一般的匀变速直线运动问题, 若出现相等的时间间隔问题, 可优先考虑用

$\Delta S = aT^2$ 来求解。

3、初速度为零的匀加速直线运动规律 (设 T 为时间单位)

(1) 第 1 个 T 内、第 2 个 T 内、第 3 个 T 内、……位移之比:

$$s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1)$$



提示: 可采用速度—时间图象来证明

【例 2】 一列火车从静止开始做匀加速直线运动, 某观察者站在第一节车厢前端, 他测得第一节车厢通过他历时 10s, 全部列车通过他历时 30s, 设每节车厢的长度相等, 求这列火车的总节数。(9 节)

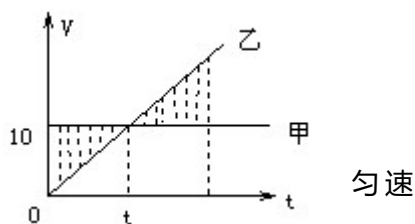
解析: 全部列车通过他历时 30 秒, 可以理解为 3 个 10 秒. 第一个 10 秒内列车通过的位移大小为第一节车厢长度, 第 2 个 10 秒内通过的位移大小应为三节车厢长度, 第 3 个 10 秒内通

过的位移大小为五节车厢长度.共计 9 节车厢.

【例 3】甲、乙两车同时从同一地点出发,向同一方向运动,其中,甲以 10m/s 的速度匀速行驶,乙以 2m/s^2 的加速度由静止启动,求:

- (1) 经多长时间乙追上甲车? 此时甲、乙两车的速度有何关系?
- (2) 追上前经多长时间两者相距最远? 此时二者的速度有何关系?

评析: 用速度图象辅助分析



☞ 初速度为零的匀加速直线运动的物体追赶同向

运动的物体时, 追上前具有最大距离的条件: 追赶

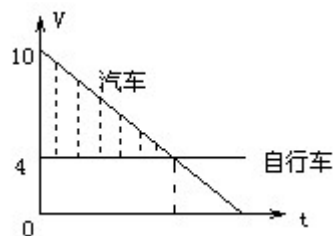
速度等被追赶者的速度。

【例 4】汽车正以 10m/s 的速度在平直的公路上前进, 突然发现正前方有一辆自行车以 4m/s 的速度做同向的匀速直线运动, 汽车立即关闭油门做加速度大小为 6m/s^2 的匀减速运动, 汽车恰好不碰上自行车, 求关闭油门时汽车离自行车多远? 《基训》

评析: 利用速度图像辅助分析。汽车恰好不碰上自行

车, 关闭油门时汽车离自行车的距离等于图象中阴影

部分的“面积”



☞ 匀减速直线运动的物体追赶同向匀速运动的物体时, 恰好追上或恰好追不上的临界条件:

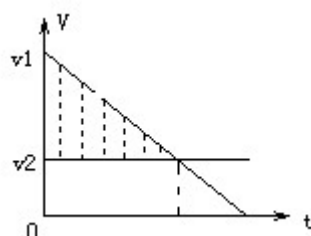
即将靠近时, 追赶者速度等于被追赶者速度。

【例 5】火车以速度 v_1 匀速行驶, 司机发现前方同轨道上相距 S 处有另一火车沿同方向以速度 v_2 (对地, 且 $v_1 > v_2$) 做匀速运动, 司机立即以加速度 a 紧急刹车, 要使两车不

相撞， a 应满足什么条件？《三味组合》P167

评析：速度图象中阴影部分的“面积”应小于或

S



等于

相互作用

第一节力 重力

教学目标

- 1、知道重力是物体由于受到地球的吸引而产生的力。
- 2、掌握重力的方向和大小，掌握重心的概念，会求质量分布均匀且形状规则物体的重心。

重点重力的概念、大小和方向

难点理解重心的概念

一、导入新课

请同学们回忆：

1. 什么是力
2. 什么是力的三要素

研究一个力时通常从力的三要素入手，本节课就从力的三要素的角度来研究重力。

二、新课教学

1. 定义：重力就是重量，是由于地球的吸引而使物体受到的力。

(1) 一切物体都受重力作用，物体所受重力的施力物体是地球

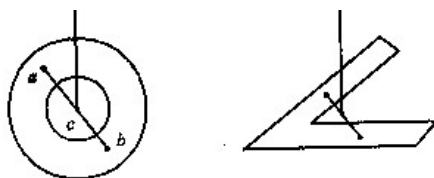
(2) 物体所受的重力与它所处的运动状态、速度大小无关

(3) 重力由地球对物体的吸引而引起，但不能说是地球对物体的引力

(4) 质量分布均匀的形状不规则的薄板的重心可用悬挂法找到。

学生动手找自己的不规则薄板的中心，并且说出其原理。（二力平衡）

教师演示：木圆环，直角三角尺的重心。



具体过程：先用悬挂法确定重心之后，在板上固定一条细线ab，让ab穿过重心c点，再在其重心c处拴上细绳提拉，验证薄板可以水平平衡。

注意：重心不是物体上最重的地方，也不是只有重心处才受重力作用。在力的图示中，重力的作用点应画在重心处。

课堂练习

1. 关于重力的说法中正确的是（ ）

- A. 物体受到的重力是由于地球对物体的吸引而产生的
 - B. 物体只有落向地面时，才受重力作用
 - C. 物体向上抛出时，他所受到的重力小于静止时所受到的重力
 - D. 物体落向地面时，他所受到的重力大于静止时所受到的重力
2. $g = 9.8 \text{ N/kg}$ ，

表示_____。一个质量 $m = 60\text{kg}$ 的人的重力

$G =$ _____。如果他站在 $g_{\text{月}} = 1.63\text{N/kg}$ 的月球上，它的重力 $G' =$ _____。如果

他站在某个天体上时的重力 $G_x = 882\text{N}$ ，这个天体表面的 $g_x =$ _____。

3.关于重心，下列说法正确的是（ ）

- A.重心就是物体上最重的一点
- B.重心就是物体的几何中心
- C.直铁丝被弯曲后中心便不在中点，但一定还在铁丝上
- D.重心是物体各部分所受重力的合力的作用

5.假象地球表面的 g 值减小到原来的 $\frac{90}{100}$ ，那么静浮在水中的木块（ ）

- A. 重力将减小为原来的 90%
- B. 重力将保持不变
- C. 排开水的体积将减小为原来的 90%
- D. 排开水的体积将保持不变

3.2 弹力

一、学习目标

1. 知道弹力是接触力，本质是电磁力。
2. 知道形变、弹性形变的概念，理解弹性限度
3. 知道什么是弹力，掌握弹力产生的条件
4. 知道压力、支持力、绳的拉力都是弹力，会确定它们的方向

5. 知道弹簧形变与弹力的关系，掌握胡克定律

二、课前预习

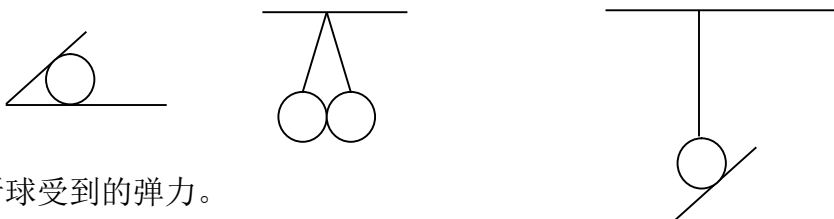
- 1、什么叫形变？什么样的物体能发生形变？
- 2、如果你用手去压桌面或推墙面，桌面和墙面会发生形变吗？如果能，请设计一个实验让所有人都能清楚看到它们的形变。
- 3、任何物体均能发生形变，不能发生形变的物体是不存在的。只不过有的物体形变比较明显，有的则比较微小，不容易观察。对于不易观察的微小形变，我们可以设计实验将微小变化放大。
- 4、什么叫弹性形变？什么叫范性形变（塑性形变）？
- 5、弹簧发生的形变是弹性形变还是范性形变？橡皮泥发生的形变是弹性形变还是范性形变？
- 6、什么叫弹簧限度？
- 7、什么叫弹力？弹力产生的条件是什么？
- 8、判断正误
 1. 相互接触挤压的物体均产生形变。弹力的方向与产生弹力物体的形变方向相反
 2. 弹力是施力物体发生形变产生的。
 3. 物体形变的方向与使物体发生形变的力的方向相同。
- 9、关键作图：一本书平放在水平桌面上，求分别作出书本和桌子的受力示意图。
- 10、例 1、例 2
- 11、仔细思考弹力方向如何判断并完成例 3、例 4
- 12、什么是胡克定律？
- 13、例 5、例 6、例 7
- 14、上节课的学习中，我们知道自然界有四种基本相互作用，那今天学习的弹力属于哪一种呢？

三、典型例题

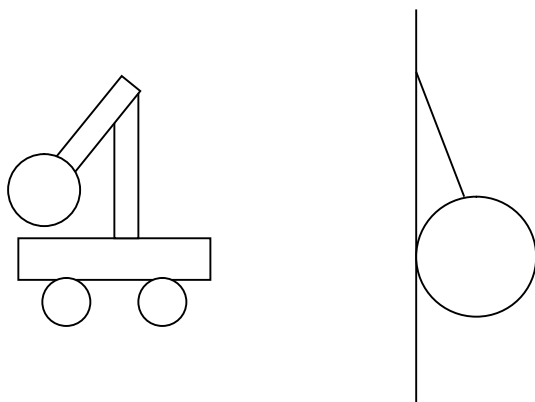
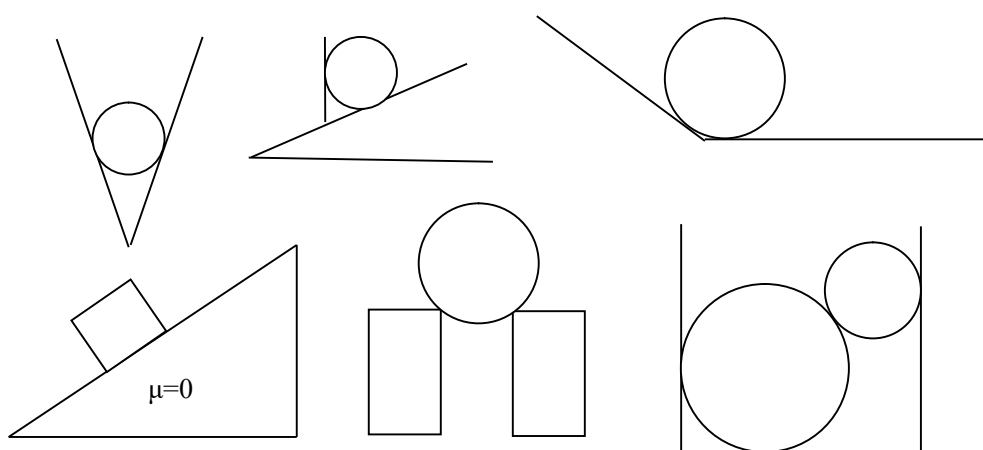
例 1、关于弹力的产生，下列说法正确的是（ ）

- A. 只要两物体接触就一定有弹力。
- B. 只要两物体相互吸引就一定有弹力。
- C. 只要有形变就一定有弹力。
- D. 只有发生弹性形变的物体才会对跟它接触的物体产生弹力的作用。

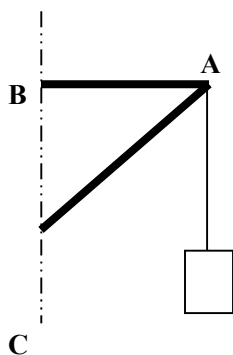
例 2、试判断下列各情况小球的受力情况。



例 3、分析球受到的弹力。



例 4、分析下图中 A 点的受力情况



例 5、一根长 6cm 的橡皮条上端固定，下端挂 0.5N 物体时长度为 8cm，要再拉长 1cm 则再挂多重物体？劲度系数是多少？

摩擦力

一、教学目标

1. 在物理知识方面要求：

(1)知道摩擦力产生的条件。

(2)能在简单问题中，根据物体的运动状态，判断静摩擦力的有无、大小和方向；知道存在着最大静摩擦力。

(3)掌握动摩擦因数，会在具体问题中计算滑动摩擦力，掌握判定摩擦力方向的方法。

(4)知道影响动摩擦因数的因素。

二、重点、难点分析

1. 本节课的内容分滑动摩擦力和静摩擦力两部分。重点是摩擦力产生的条件、特性和规

律，通过演示实验得出关系 $f = \mu N$ 。

2. 难点是学生有初中的知识，往往误认为压力 N 的大小总是跟滑动物体所受的重力相等，因此必须指出只有当两物体的接触面垂直，物体在水平拉力作用下，沿水平面滑动时，压力 N 的大小才跟物体所受的重力相等。

3. 在教学中要强调摩擦力有阻碍相对运动和相对运动趋势的性质。

三、教具

1. 演示教具

带有定滑轮的平板一块、带线绳的大木块、小木块、玻璃、毛巾、测力计、砝码。

2. 投影仪、投影片。

四、主要教学过程

(一) 引入新课

力学中常见的三种力是重力、弹力、摩擦力。对于每一种力我们都要掌握它产生的条件，会计算力的大小，能判断力的方向。在前面我们已经学过了两种力：重力和弹力。今天我们学习第三种力——摩擦力。在这三种力中摩擦力较难掌握。

(二) 教学过程设计

1. 静摩擦力

演示实验：

当定滑轮的绳子下端悬挂 50g 砝码时，物块保持静止状态。

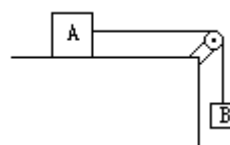
提出问题：物块静止，它受板的静摩擦力多大？方向如何？你是根据什么原理判断的？

当悬挂的砝码增加到 100g 时，物块仍保持静止状态。

提出问题：物块此时所受的静摩擦力的大小、方向如何变化？设想一下，如果将砝码 B 摘去，静摩擦力又将如何变化？

在同学回答的基础上归纳出：一般静摩擦力的大小没有一个确定的值，类似上述情况，当物块不动处于平衡状态时，静摩擦力的大小随拉力大小的变化而变化，总是等于拉力的大小。静摩擦力的方向，总是沿接触面切线方向；跟拉力的方向相反，或者说跟物体间相对滑动趋势方向相反。

提出问题：当悬挂在绳子下端的砝码为 150g 时，物块才开始相对于桌面板滑动，这时物块所受的静摩擦力叫什么？它的大小和方向呢？



教师讲解：静摩擦力增大到某数值后就不再增大了，这时静摩擦力达到最大值，叫做最大静摩擦力，用 f_m 表示。最大静摩擦力的方向，也总是沿接触面切线方向，跟使物体起动的方向相反，或者说跟物体间相对运动趋势相反。

明确：在一般情况下，如果两个相接触的物体之间存在着静摩擦力的作用，则并不一定处于最大静摩擦状态，最大静摩擦力等于使物体将要开始运动所需的最小推力。

2. 滑动摩擦力

边演示边提问：一旦物块滑动后，我们只要挂 130g 砝码，就能使物块维持匀速运动。这时两物体之间的滑动摩擦力为多大？方向如何？

再做演示实验，在刚才的大木块上再放一块小木块，发现要挂 140g 的砝码，才能使物块维持匀速运动。这又说明滑动摩擦力的变化遵循什么规律？

教师讲解：这说明了滑动摩擦力的大小跟两物体间的正压力 N 成正比。

演示实验，将木块依次放在玻璃上，木板上和毛巾上，用测力计拉木块，使木块匀速运动，观察测力计的示数，发现三种情况下，测力计示数由小到大，说明物体接触面越粗糙，摩擦力越大。

结论：滑动摩擦力的大小与摩擦面的材料和光滑程度有关，与相互之间的压力(弹力)成正比，可以写为 $f = \mu N$ μ 是动摩擦因数，因摩擦面的材料和光滑程度决定。动摩擦因数是无单位的，它表示摩擦力跟正压力之比。

滑动摩擦力的方向，总是沿接触面切线方向，且跟物体的相对滑动方向相反。

(三)课堂小结

1. 摩擦力产生的条件：有接触面，不光滑，有压力，有相对运动或相对运动趋势。有相对运动时产生滑动摩擦力；有相对运动趋势时产生静摩擦力。
2. 摩擦力的方向与相对运动或相对运动趋势方向相反，不一定和物体的运动方向相反，不一定是阻力。
3. 滑动摩擦力可由公式 $f_{\text{滑}} = \mu N$ 计算，或由物体平衡计算。
4. 静摩擦力不是定值，有一个范围，即 $0 \sim f_m$ ，由物体运动和其他受力情况决定。

(四)作业与思考

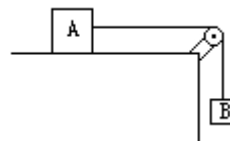
习题：

图中物块 A 重 10N，A 和桌面间的动摩擦因数 $\mu = 0.25$ ，当悬挂物 B 重 3N 时，开始沿桌面滑动。求：(1)B 物体重 1N 时 A 与桌面间的摩擦力多大？(2)B 物体重 6N 时，A 与桌面的摩擦力多大？(3)当 A 物体上再加上重 10N 的 C 物体，B 物体重 6N 时，A 与桌面的摩擦力多大？

思考题：

1. 请举一二个生活中的例子，来说明静摩擦力为动力。
2. 人在爬绳的过程中，手受到什么摩擦力？方向怎样？摩擦力的方向跟人体运动的方向是一致还是相反？

(五)板书



力的合成

一、教学目标

1. 利用实验归纳法，得出互成角度的两个力的合成遵循平行四边形定则，并能初步运用平行四边形定则求合力。
2. 培养动手操作能力、物理思维能力和科学态度。

二、重点与难点分析

通过探索性实验，归纳出互成角度的两个力的合成遵循平行四边形定则。

三、教学器材

教师用器材：平行四边形定则实验器、钩码(12 个)、细线若干、弹簧秤(3 只)、橡皮筋(3 条)、方木板(1 块)、平行四边形定则演示器(2 个)、投影(1 套)、微机(1 套)、三角板(2 个)。

学生用器材 30 套，每套包括：方木板(1 块)、弹簧秤(2 个)、橡皮筋(1 条)、8 开白纸(1 张)、50cm 细线(1 根)、图钉(1 个)、有刻度的三角板(2 个)、记号笔(1 支)、大铁夹(1 个)。

四、主要教学过程

1. 引入教学

[复习与提问]

在初中，我们学过“一个力产生的效果，与两个力共同作用产生的效果相同，这个力就叫做那两个力的合力，求两个力的合力叫做二力的合成。

提问：已知同一直线上的两个力 F_1 、 F_2 的大小分别为 2N、3N，如果 F_1 、 F_2 的方向相同，那以它们的合力大小是多少？合力沿什么方向？

引导回答：5N，方向与 F_1 、 F_2 的方向相同。

进一步提问：如果 F_1 、 F_2 的方向相反，那么它们的合力大小是多少？合力沿什么方向？(1N，方向与较大的那个力的方向相同。)

(板书)同一直线上两个力的合力，与两个力的大小、方向两个因素有关。并讲述这就是初中所学的“同一直线上二力的合成。”

(投影 1)在现实生活中，有这样的例子：两位同学沿不同方向共同用力提住一袋土石，解放军战士一人也能提住同一袋土石。

(演示 1)

将橡皮筋一端固定在 M 点，用互成角度的两个力 F_1 、 F_2 共同作用，将橡皮筋的另一端拉到 O 点；如果我们只用一个力，也可以将橡皮筋的另一端拉到 O 点。如图 1、图 2 所示。

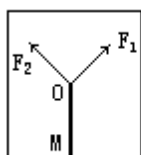


图 1

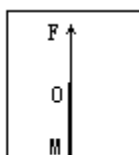


图 2

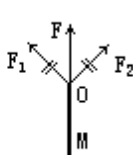


图 3

一个力 F 产生的效果，与两个力 F_1 、 F_2 共同作用产生的效果相同，这个力 F 就叫做那两个力 F_1 、 F_2 的合力，而那两个力 F_1 、 F_2 就叫这个力 F 的分力。求 F_1 、 F_2 两个力的合力 F ，也叫做二力的合成。如图 3 所示。

与初中的二力合成不同的是， F_1 、 F_2 不在同一直线上，而是互成角度。

这节课我们就来研究互成角度的两个力的合成(板书：1. 5 力的合成)

[过渡]同一直线上两个力的合力，跟两个力的大小、方向两个因素有关。那么，(板书)互成角度的两个力的合力跟两个力的哪些因素有关呢？

2. 新课教学

提问：互成角度的两个力的合力与分力的大小、方向是否有关？如果有关，又有什么样的关系？我们通过实验来研究这个问题。首先，应该确定两个分力的大小、方向；再确定合力的大小、方向；然后才能研究合力与两个分力的大小、方向的关系。

那么怎样确定两个分力 F_1 、 F_2 的大小、方向呢？

启发学生回答：用弹簧秤测量分力的大小，分力的方向分别沿细绳方向，即沿所标明的虚线方向。

[讲解弹簧秤的使用]

在使用弹簧秤测量力的大小时，首先，要观察弹簧秤的零刻度及最小刻度，同时要注意弹簧秤的正确使用及正确的读数方法。

确定分力的大小：(边演示边讲解两人如何分工合作)一位同学用两只弹簧秤分别钩挂细绳套，同时用力互成角度地沿规定的方向拉橡皮筋，使橡皮筋的另一端伸长到 O 点；另一位同学用记号笔分别在相应位置记下两个弹簧秤的读数。这就是分力的大小。

注意：拉动橡皮筋时，要使两只弹簧秤与木板平面平行。

现在，请同学们观察 M 点有没有固定橡皮筋，规定的方向是不是明确，记录用的油笔有没有？用铁夹子将木板固定在桌上。

都准备好之后，左边同学拉橡皮筋，右边同学读数并记录数据，测量两个分力的大小，测量完之后请举手！

[指导学生进行分组实验]

提问：怎样确定合力 F 的大小、方向呢？

引导学生回答：用一只弹簧秤通过细绳套也把橡皮筋拉到位置 O，弹簧秤的读数就是合力的大小，细绳的方向就是合力的方向。

确定合力的大小和方向：一位同学用一只弹簧秤通过细绳套也把橡皮筋拉到位置 O，另一位同学用记号笔记下细绳的方向，并在相应位置记下弹簧秤的读数。这就是合力的方向、大小。注意前后两次实验 O 点应该重合。

现在，请右边同学拉橡皮筋，左边同学读数并记录数据，确定合力的大小和方向。

[视察学生实验情况]

到此为止，我们已经确定了两个分力以及它们的合力的大小、方向。为了弄清楚两个力的合力与分力的大小、方向的关系，我们可以用力的图示法形象地将分力和合力的大小、方向表示出来。

[数据处理]

1)用力的图示法分别表示分力及合力：选择适当的标准长度(3cm 长的线段表示 1N 力)，利用三角板，从 O 点开始，用力的图示法分别表示两个分力及合力的大小、方向。注意标准长度要一致。如图所示，有向线段 OA、OB、OC 分别表示两个分力及合力。

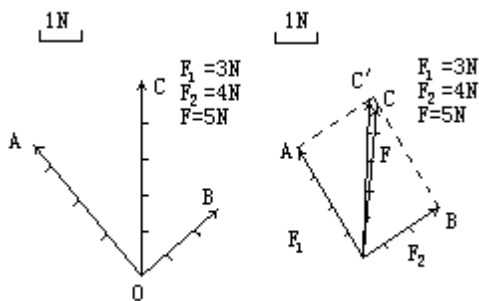


图 4

现在，请同学们用力的图示法将自己测量的分力和合力分别表示出来。

提问：分力的大小分别等于多少？合力的大小等于多少？

进一步提问：由此看来，互成角度的两个力的合成，不能简单地利用代数方法相加减。

那么合力与分力的大小、方向究竟有什么关系呢？

同学们仔细看看，O、A、C、B 的位置关系有什么特点？

(停顿 20 秒，引导同学猜出)

O、A、C、B 好像是一个平行四边形的四个顶点。OC 好像是这个平行四边形的对角线。

教师解说：OC 好像是这个平行四边形的对角线，这毕竟是一种猜测，究竟 OC 是不是这个平行四边形的对角线呢？我们可以以 OA、OB 为邻边作平行四边形 OACB，看平行四边形的对角线与 OC 是否重合。

2)用两个三角板，以表示两个分力的有向线段 OA、OB 为邻边，用虚线作平行四边形 OACB。

(示范。强调邻近，利用两个三角板作平行四边形。)

现在请同学们以自己所得的 OA、OB 为邻边，作平行四边形，并连接 OA、OB 之间的对角线。

3)同学操作，教师指导，选出典型，投影讲评。

4)比较平行四边形的对角线和合力，发现对角线与合力很接近。

5)四组同学所得结果都是结论 4)，教师所得实验结果也是结论 4)，那么结论 4)是不是普遍的呢？

6)经过前人们很多次的、精细的实验，最后确认，对角线的长度、方向，跟合力的大小、方向一致，即对角线与合力重合，也就是说，对角线就表示 F_1 、 F_2 的合力。

可见求互成角度的两个力的合力，不是简单地将两个力相加减，而是(可以)用表示两个力的有向线段为邻边作平行四边形，这两个邻边之间的对角线就表示合力的大小和方向。这就是平行四边形定则。如图 5 所示。

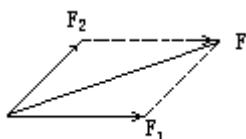


图 5

现在我们就用平行四边形定则来求互成角度的两个力的合力。

力的分解

一、教学目标：

1、理解力的分解和分力的概念

2、理解力的分解是力的合成的逆运算，会用作图法求分力，会用直角三角形的知识计算分力。

二、教学重点：理解力的分解是力的合成的逆运算，利用平行四边形进行力的分解。

三、教学难点：如何判定力的作用效果及分力之间的确定

四、教学用具：有关知识的投影片

五、教学方法：实验法、类推法

六、教学步骤：

(一) 导入新课

在已知分力求合力时，可按平行四边形法则，惟一地求出平行四边形对角线所对应的合力。而在已知某力，将它分解为两个分力时，按平行四边形法则却可以有无数组解。但具体到实际当中如何分解呢？我们这节课就来学习力的分解。

（二）新课教学：

1、请同学阅读课本，回答：

（1）什么是分力？什么是力的分解？

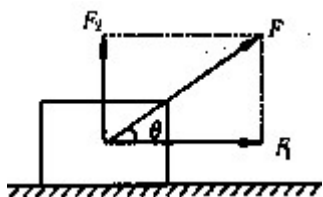
（2）为什么说力的分解是力的合成的逆运算？

学生：某一个力 F ，可用 F_1 和 F_2 来代替，那这两个力叫 F 的分力。求一个已知力的分力叫力的分解。

力的分解是力的合成的逆运算（因为分力的合力就是原来被分解的那个力），当然应该遵循平行四边形定则。

老师总结：分力与合力是在相同作用效果的前提下才能相互替换，所以在分解某力时，其各个分力必须有各自的实际效果，比如：形变效果，在这个意义上讲，力的分解是唯一的。

例 1：放在水平面上的物体受一个斜向上方的拉力 F ，这个力与水平面成 θ 角。

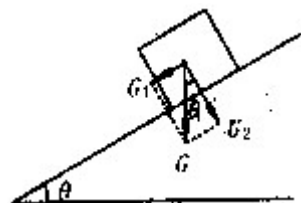


分析：（1）力 F 的作用效果有水平向前拉物体和竖直向上提物体的效果，那么副的两个分力就在水平方向和竖直方向上。

（2）方向确定，根据平行四边形定则，分解就是唯一的。

（3）如图所示分解 $F_1 = F \cos \theta$ ， $F_2 = F \sin \theta$

例 2：物体放在斜面上，那物体受的重力产生有什么样的效果。



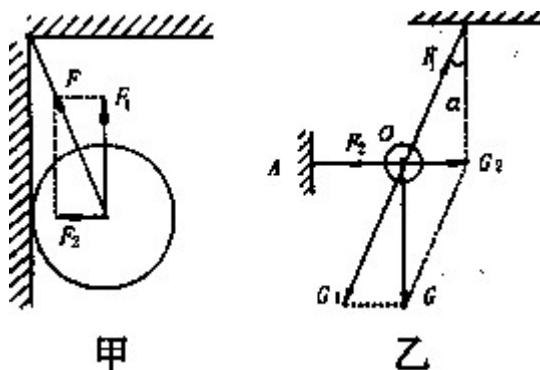
由学生分析：

（1） G 方向竖直向下，又不能下落。在垂直于斜面方向产生紧压斜面的力的作用效果；在沿斜面方向上使物体产生沿斜面向下滑动的效果。

（2）两分力方向确定了，分解是唯一的。

（3） $G_1 = G \sin \theta$ ， $G_2 = G \cos \theta$

2、巩固性训练（出示投影片）



(1) 如果图甲，小球挂在墙上，绳与墙的夹角为 θ ，绳对球的拉力 F 产生什么样的效果，可以分解为哪两个方向的里来代替 F ？

(2) 如图乙，如果这个小球处于静止状态，重力 G 产生的效果是什么，如何分解重力 G 。

师生共评 (1) a: 球靠在墙上处于静止状态，拉力产生向上提拉小球的效果，向左紧压墙面的效果。分力的方向确定了，分解就是唯一的。

b: F 的分力，在竖直方向的分力 F_1 来平衡重力，在水平方向的分力 F_2 来平衡墙对球的支持力。

$$c: F_1 = F \cos \theta, F_2 = F \sin \theta$$

师生共评 (2) : a: 重力 G 产生两个效果，一个沿 F_1 的直线上的分力 G_1 来平衡 F_1 ，一个沿 F_2 的直线方向上的分力 G_2 来平衡 F_2 。

$$b: \therefore G_1 = \frac{G}{\cos \alpha}, G_2 = G \tan \alpha$$

三、小结

这节课主要学习了力的分解。力的分解从理论上按照平行四边形定则分解是无数组的。但分力与合力是在相同的作用效果的前提下相互替换，在此意义上分解是唯一的。

第四章 第一节牛顿第一定律

一、教学目标

1. 在物理知识方面学习牛顿第一定律的内容，正确理解力跟物体运动的关系，掌握惯性的概念。
2. 对客观事物的正确认识需要人们经过由表及里，由片面到全面长时间的认识过程。通过本节的学习要让学生建立起正确的认识论的观点，同时体会到人们认识世界的长期性和艰巨性。
3. 物理实验是科学研究的方法，对实际问题做出合理的抽象，进行理想实验的研究正是伽利略得到力与物体运动正确关系的基础。我们要学习这种科学抽象的方法，并把它用到今后的物理研究中去。

二、重点、难点分析

1. 本节的重点是正确认识物体运动跟力的关系，在物体不受力的情况下，应保持匀速直线运动状态或静止状态。通过对牛顿第一定律的学习，加深对惯性概念的理解。
2. 生活常识使人们对力和运动的关系形成了不正确的认识，通过教学要让学生们克服传统观念，形成正确的认识，需要下一定的功夫。

三、教具

演示惯性的小车和木块。

四、主要教学过程

(一)引入新课

介绍本章的地位：在第一章我们学习了物体在静止或匀速直线运动状态下的受力问题，这时物体处于平衡状态，所受的力为平衡力。这部分内容在物理学中叫做静力学。

第二章研究了物体在直线上的运动，包括匀速运动和变速运动。在变速运动中重点讨论了匀变速直线运动。这部分内容在物理学中属于运动学。

在前边两章知识的基础上，我们在第三章里来研究运动和力的关系。这部分知识的基础是牛顿第一定律和第二定律。这部分内容在物理学中属于动力学。

学习动力学的知识后，可以在知道物体受力情况后确定物体的运动状态；在知道物体的运动状态的情况下，可以确定它的受力情况。动力学的知识在科学研究和生产实际中有着非常广泛的应用，如研究交通工具的速度问题，天体的运动问题等。我们从牛顿第一定律开始。

(二)教学过程设计

板书：一、牛顿第一定律

实验：在桌上放着一本物理书，它是静止的，怎样才能让它运动起来呢？要用力去推它。从这个例子可以看出物体要运动，需要对它施加力的作用。力是使物体运动的原因吗？这是一个运动和力的关系问题。这个问题在 2000 多年前人们就对它进行了研究，下面我们来回顾一下历史。

1. 历史的回顾

2000 多年前，古希腊哲学家亚里士多德根据当时人们对运动和力的关系的认识提出一个观点：必须有力作用在物体上，物体才能运动。

这种观点的提出是很自然的。我们从周围的事情出发，很容易就会得到这个结论。如车不推就不走，门不拉不开等。这种观点统治人们的思想有两千年。

直到 17 世纪，意大利科学家伽利略才指出这种说法是错误的，他分析到：运动的车停下来是由于摩擦力的原因，运动物体减速的原因是摩擦力。伽利略提出了自己的看法，他指出：物体一旦具有某一速度，没有加速和减速的原因，这个速度将保持不变。这里所指的减速的原因就是摩擦力。为了证实结论的正确，他设计了一个理想实验，下面利用一个跟他的理想实验装置相似的实验向大家介绍一下伽利略的实验。

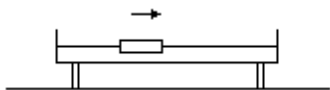


实验：有两个斜面，用一个小球放到左边的斜面上，放手后小球从左边斜面上滚下后滚

到右边的斜面上。在有摩擦力的情况下，到达右边斜面的高度比左边的释放高度要低。伽利略所设计的实验是这样的：实验装置跟现在的一样，实验时若没有摩擦力，(当然没有摩擦力是不可能的，所以他的实验是想象中的理想实验。)我们看一下小球在这个理想实验中会怎样运动。

把小球放到左边斜面的某一个高度，放手后由于有加速的原因，所以小球会从斜面上滚下，越滚越快；到右边斜面时，由于有减速的原因，小球会越滚越慢。在没有摩擦力的情况下，小球应达到左边的释放高度。

改变右边斜面的倾角，倾角变小，小球要达到同样的高度，要在斜面上走更远的距离。当右边倾角为零时，小球将一直滚下去永远达不到左边的释放高度，这个速度将保持不变。



这个实验虽然是个理想实验，但却是符合科学道理的。没有摩擦的情况是很难实现的，现代技术给我们提供了阻力很小的条件。我们来看一下气垫实验。它的原理是气泵给气垫装置打气，导轨上有许多小孔，滑块与导轨间形成一层空气薄膜，滑动时阻力很小。我们观察一下滑块的运动情况，可以看到滑块的速度基本不变。

法国科学家笛卡尔补充和完善了伽利略的论点，提出了惯性定律：如果没有其它原因，运动的物体将继续以同一速度沿着一条直线运动，既不会停下来，也不会偏离原来的方向。

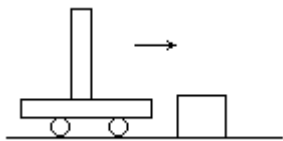
伽利略和笛卡尔对物体的运动作了准确的描述，但是没有指明原因是什么，这个原因跟运动的关系是什么。

牛顿总结了前人的经验，指出了加速和减速的原因是什么，并指出了这个原因跟运动的关系，这就是牛顿第一定律。

2. 牛顿第一定律：一切物体总保持匀速运动状态或静止状态，直到有外力迫使它改变这种状态为止。

从牛顿第一定律可以看出：

(1)物体在不受力时，总保持匀速运动状态或静止状态。



(2)物体有保持匀速直线运动状态的性质，叫做惯性。在初中已经学过惯性的概念，下面通过实验再来看一下物体具有惯性的例子。

小车启动时，车上的木板向后倒；刹车时，木块向前倒。人在坐汽车时也有同样的感受。

(3)物体运动状态的改变需要外力。

我们所遇到的实际问题中，物体不受力的情况是没有的。物体受平衡力时，或者说合力为零时的情况跟不受力的情况是相同的。

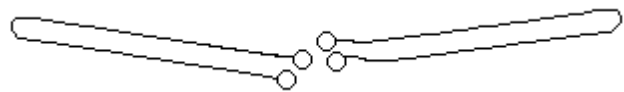
3. 小结

毛主席在《实践论》中对感性认识和理性认识的关系作出如下的论述：“感性材料固然是客观外界某些真实性的反映，但它们仅是片面的和表面的东西，这种反映是不完全的，是没有反映事物本质的。要完全地反映整个的事物，反映事物的本质，反映事物的内部规律性，就必须经过思考作用，将丰富的感觉材料加以去粗取精，去伪存真，由此及彼，由表及里的改造制作工夫，造成概念和理论的系统。就必须从感性认识跃进到理性认识。”人们对运动和力的关系的认识经过了从感性认识到理性认识的跃进。这个过程经历了两千年的时间，在此过程中伽利略作出了主要贡献。由此可以看出伽利略的伟大和工作的卓越。就是这样一个伟大的科学家，因为他的科学思想不符合教会的统治思想，受到教会的禁锢。直到最近，梵帝冈教庭才给他公开平反。科学思想得来不易，科学的真理总是要战胜不科学的东西。

4. 讨论布置作业

五、说明

- 1. 牛顿第一定律在初中阶段学生已经学习过，在高中阶段再次学习这个内容时，要让学生们的认识有进一步的提高。教师在授课时应注意到这一点。
- 2. 几个科学家在研究力与物体运动的关系中做出了贡献，在讲课时可以把他们的画像用投影幻灯打出来，增加课堂的活跃气氛，加深学生的记忆。
- 3. 说明伽利略理想实验的装置可以自制，用两根粗铁丝按下图制作，末端弯成小环，两根轨道用螺丝钉连起来，可以改变两轨的倾角，选用钢球，注意小球在最低点时要能圆滑地通过轨道。



探究加速度与力、质量的关系

- 教学目标：1 用比较法测量加速度
2 探究加速度与力、质量的关系
3 能作图象并根据图象析物理问题

教学重点：探究加速度与力、质量的关系

教学难点：实验方案的确立、实验数据的分析

教 具：打点计时器、小车、重物、线、木板、钩码、砝码、纸带

教学内容	教师活动	学生活动
	播放：（1）战斗机进入临战状态	观看课件，发

<p>一、加速度和力的关系</p> <p>1. 基本思路：保持物体质量不变，测量物体在不同的力作用下的加速度</p> <p>2. 实验器材：打点计时器、小车、重物、线、木板、钩码、砝码、纸带</p> <p>3. 表格：</p> <table border="1" data-bbox="148 975 596 1224"> <thead> <tr> <th>实验次数</th><th>加速度</th><th>小车受力</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	实验次数	加速度	小车受力	1			2			3			4			5			<p>抛掉副油箱</p> <p>引导：从以上事例中可以发现什么问题？能否用物理语言概括以上两个问题？</p> <p>启发点拨：同学们提出的“灵活，提速快”，物理含义是什么？</p> <p>小结引出课题，</p> <p>新课教学</p> <p>启发引导：一个量与两个量都有关系，怎样用实验研究它们的定量关系？</p> <p>总结得出：用控制变量法</p> <p>实验：探究加速度和力的关系</p> <p>提出问题：怎样提供和测量物体所受的恒力？</p> <p>探讨：能否用弹簧称拉物体？</p> <p>总结得出可行方案：用钩码通过细线拉小车，钩码（盘）的重力为对小车的拉力。</p> <p>提出问题：怎样测小车的加速度？</p> <p>小结：用打点计时器</p> <p>组织讨论：实验所需的哪些器材、表格如何设计</p> <p>组织学生进行分组实验、巡视并指导学生实验</p>	<p>现并提出问题</p> <p>思考讨论</p> <p>思考讨论</p> <p>思考讨论</p> <p>选器材、设计表格</p>
实验次数	加速度	小车受力																		
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
<p>二、加速度与质量关系</p> <p>(1) 基本思路：保持物体所受的力相同，测量不同质量的物体在恒力作用下的加速度</p> <p>(2) 实验器材：打点计时器、小车、重物、线、木板、钩码、砝码、纸带</p> <p>(3) 表格</p> <table border="1" data-bbox="148 1564 596 1733"> <thead> <tr> <th>实验次数</th><th>加速度</th><th>小车质量</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	实验次数	加速度	小车质量	1			2			3			<p>讲述：通过添加砝码改变小车质量，重复上面实验，得出数据填入左表</p> <p>组织学生分组实验并指导学生进行实验</p> <p>小结：本节课我们一起探讨了</p>	<p>分组实验</p>						
实验次数	加速度	小车质量																		
1																				
2																				
3																				

4 (4)			加速度与质量、力的关系，请同学们课后根据得到的数据分析它们之间有什么定量的关系。并思考下面问题。	尝试分析实验数据并思考下面问题
----------	--	--	--------------------------------------------------	-----------------

思考题：下表为“探究加速度和力、质量关系”实验中所得出的数据，根据表中数据回答下列问题。

实验次数	质量 (kg)	力 (N)	加速度 (m/s^2)
1	0.1	1.0	10
2	0.1	1.5	15
3	0.2	1.0	5
4	0.2	1.5	7.5
5	0.4	1.5	3.75

(1) 推导出加速度 a 与质量 m 、力 F 的函数关系。(图像法)

(2) 在寻找上述关系中，你运用了哪种科学方法？

结论：当物体质量一定时，物体的加速度随着力的增大而增大。

当力的大小一定时，物体的加速度随着质量的增大而减小。

4.3 牛顿第二定律

一、教学目标

1. 物理知识方面的要求：

(1)掌握牛顿第二定律的文字内容和数学公式；

(2)理解公式中各物理量的意义及相互关系；

(3)知道在国际单位制中力的单位“牛顿”是怎样定义的。

二 教学难点：牛顿第二定律公式的应用

三 教学过程

1 引入新课： 回忆上节课所探究的内容

A 质量 m 一定，加速度 a 与力 F 的关系

B 力 F 一定, 加速度 a 与质量 m 的关系

得出: 物体的加速度跟作用力成正比, 跟物体的质量成反比。

$a \propto F/M$ $F = kma$ 其中 k 为比例常数

当取 $k=1$, 此时关系式可简化为:

$$a = F/m \quad \rightarrow \quad F = ma$$

此即为牛顿第二定律的数学表达式。

其实物体往往不止受到一个力的作用, 物体受几个力作用时, 牛顿第二定律公式 $F = ma$ 中的 F 表示合力, 这样我们可以把牛顿第二定律内容表述为:

物体的加速度跟物体所受的合力成正比, 跟物体的质量成反比, 加速度的方向跟合力的方向相同。即

$$F_{\text{合}} = ma$$

2 举例

1. 已知受力情况求解运动情况

例题 1 一个静止在水平面上的物体, 质量是 2kg , 在水平方向受到 5.0N 的拉力, 物体跟水平面的滑动摩擦力是 2.0N 。

1) 求物体在 4.0 秒末的速度;

2) 若在 4 秒末撤去拉力, 求物体滑行时间。

(1) 审题分析

这个题目就是根据已知的受力情况来求物体的运动情况。前 4 秒内运动情况: 物体由静止在恒力作用下做匀加速直线运动, $t=4.0\text{s}$ 。受力情况: $F=5.0\text{N}$, $f=2.0\text{N}$, $G=N$; 初始条件: $v_0=0$; 研究对象: $m=2.0\text{kg}$ 。求解 4 秒末的速度 v_t 。4 秒后, 撤去拉力, 物体做匀减速运动, $v'_t=0$ 。受力情况: $G=N$, $f=2.0\text{N}$; 初始条件: $v'_0=v_t$, 求解滑行时间。

(2) 解题思路

研究对象为物体。已知受力, 可得物体所受合外力。根据牛顿第二定律可求出物体的加速度, 再依据初始条件和运动学公式就可解出前一段运动的末速度。运用同样的思路也可解答后一段运动的滑行距离。

(3) 解题步骤(投影)

解: 确定研究对象, 分析过程(画过程图), 进行受力分析(画受力图)。

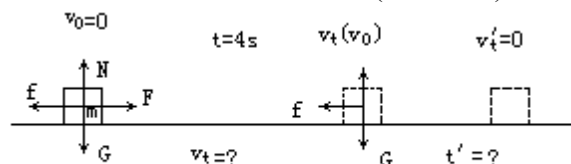


图 1

前 4 秒 根据牛顿第二定律列方程:

水平方向 $F-f=ma$

竖直方向 $N-G=0$

$$a = \frac{F-f}{m} = \frac{5.0-2.0}{2.0} \text{m/s}^2 = 1.5 \text{m/s}^2 \quad v_0 = 0$$

$$v_t = at = 1.5 \times 4.0 \text{m/s} = 6.0 \text{m/s}$$

4 秒后 竖直方向 $N-G=0$

水平方向 $-f=ma'$

$$a' = -\frac{f}{m} = -\frac{5.0}{2.0} = -2.5 \text{m/s}^2 \quad v'_0 = vt = 1.5 \text{m/s}$$

$$\text{由 } vt = v_0 + at \quad t' = \frac{-v_0}{a} = \frac{6.0}{2.5} \text{s} = 2.04 \text{s}$$

引导学生总结解题步骤：确定对象、分析过程、受力分析、画图、列方程、求解、检验结果。

(4)讨论：若无第一问如何解？实际第一问的结果是第二问的初始条件，所以解题的过程不变。

(5)引申：这一类题目是运用已知的力学规律，作出明确的预见。它是物理学和技术上进行正确分析和设计的基础，如发射人造地球卫星进入预定轨道，带电粒子在电场中加速后获得速度等都属这一类题目。

2. 已知运动情况求解受力情况

例题 2 一辆质量为 $1.0 \times 10^3 \text{kg}$ 的小汽车正以 10m/s 的速度行驶，现在让它在 12.5m 的距离内匀减速地停下来，求所需的阻力。

(1)审题分析

这个题目是根据运动情况求解汽车所受的阻力。研究对象：汽车 $m=1.0 \times 10^3 \text{kg}$ ；运动情况：匀减速运动至停止 $v_t=0$ ， $s=12.5 \text{m}$ ；初始条件： $v_0=10 \text{m/s}$ ，求阻力 f 。

(2)解题思路

由运动情况和初始条件，根据运动学公式可求出加速度；再根据牛顿第二定律求出汽车受的合外力，最后由受力分析可知合外力即阻力。

(3)解题步骤(投影)

画图分析

$$\text{由运动学公式 } v_t^2 = v_0^2 + 2as \text{ 得 } a = \frac{0 - v_0^2}{2s} = \frac{10^2}{2 \times 12.5} \text{m/s}^2 = -4 \text{m/s}^2$$

据牛顿第二定律列方程：

竖直方面 $N-G=0$

水平方面 $f=ma=1.0 \times 10^3 \times (-4) \text{N} = -4.0 \times 10^3 \text{N}$

f 为负值表示力的方向跟速度方向相反。

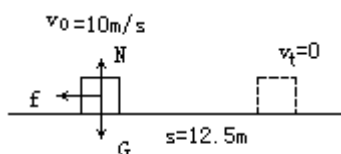


图 2

引导学生总结出解题步骤与第一类问题相同。

(5)引申：这一类题目除了包括求出人们熟知的力的大小和方向，还包括探索性运用，即根据观测到的运动去认识人们还不知道的物体间的相互作用的特点。牛顿发现万有引力定律卢瑟福发现原子内部有个原子核都属于这类探索。

总结：牛顿第二定律揭示了运动和力的内在联系。因此，应用牛顿第二定律即可解答一些力学问题。

4.4 力学单位制

一、 教学目标：

- 1、知道什么是单位制，什么是基本单位，什么是导出单位；
- 2、知道力学中的三个基本单位。

二、教学重点：

- 1、什么是基本单位，什么是导出单位；
- 2、力学中的三个基本单位。

三、教学难点：

统一单位后，计算过程的正确书写。

四、教学方法：

讲练法，归纳法

五、教学步骤：

I、导入新课

前边我们已经学过许多物理量，它们的公式各不相同，并且我们知道，有的是通过有关的公式找到它们之间的联系：那么各个物理量的单位之间有什么区别？它们又是如何构成单位制的呢？本节课我们就来共同学习这个问题。

II、新课教学：

（一）用投影片出示本节课的学习目标：

- 1、知道什么是单位制，知道力学中的三个基本单位；
- 2、认识单位制在物理计算中的作用。

（二）学习目标完成过程：

- 1、基本单位和导出单位：

（1）举例：

a：对于公式 $v = \frac{s}{t}$ ，如果位移 s 的单位用米，时间 t 的单位用秒；我们既

可用公式得到 v 、 s 、 t 之间的数量关系，又能够确定它们单位之间的关系，即可得到速度的单位是米每秒。

b：用公式 $F=ma$ 时，当质量用千克做单位，加速度用米每二次方秒做单位，求出的力的单位就是千克米每二次方秒，也就是牛，并且我们也能得到力、质量、加速度之间的数量关系。

（2）总结推广：

物理公式在确定物理量的数量的同时，也确定了物理量的单位关系。

（3）基本单位和导出单位：

a：在物理学中，我们选定几个物理量的单位作为基本单位；

b：据物理公式中这个物理量和其他物理量之间的关系，推导出其他物理量的单位，叫导出单位；

c：举例说明：

1) 我们选定位移的单位米，时间的单位秒，就可以利用 $v = \frac{s}{t}$ 推导得到速度的单位米每秒。

2) 再结合公式 $a = \frac{v_t - v_o}{t}$ ，就可以推导出加速度的单位：米每二次方秒。

3) 如果再选定质量的单位千克，利用公式 $F=ma$ 就可以推导出力的单位是牛。

- (4) 基本单位和到单位一起构成了单位制。
(5) 学生阅读课文，归纳得到力学中的三个基本单位。

a: 长度的单位——米；
b: 时间的单位——秒；
c: 质量的单位——千克。

(6) 巩固训练：

现有下列物理量或单位，按下面的要求填空：A: 质量；B: N；C: m/s^2
D: 密度；E: m/s ；F: kg；G: cm；H: s；I: 长度；J: 时间。

- 1) 属于物理量的是_____。
2) 在国际单位制中作为基本单位的物理量有_____；
3) 在国际单位制中属于基本单位的有_____，属于导出单位的有_____。

2、例题教学：

(1) 用投影片出示例题：

一个原来静止的物体，质量是 7 千克，在 14 牛的恒力作用下：

- a: 5 秒末的速度是多大？
b: 5 秒内通过的路程是多大？

(2) 分析：

本题中，物体的受力情况是已知的，需要明确物体的运动情况，物体的初速度 $v_0=0$ ，在恒力的作用下产生恒定的加速度，所以它作初速度为零的匀加速直线运动，已知物体的质量 m 和所受的力 F ，据牛顿第二定律 $F=ma$ 求出加速度 a ，即可用运动学共识求解得到最终结果。

(3) 学生在胶片上书写解题过程，选取有代表性的过程进行评析：

已知： $m=7\text{kg}$ ， $F=14\text{N}$ ， $t=5\text{s}$

求： v_t 和 S

$$\text{解： } a = \frac{F}{m} = \frac{14\text{N}}{7\text{kg}} = 2\text{m/s}^2 = 2\text{N/kg}$$

$$v_t = at = 2\text{m/s}^2 \times 5\text{s} = 10\text{m/s}$$

$$s = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times 2\text{m/s}^2 \times 25\text{s}^2 = 25\text{m}$$

(4) 评析：刚才这位同学在解答过程中，题中各已知量的单位都是用国际单位表示的，计算的结果也是用国际单位表示的，做的很好。

引申：既然如此，我们在统一各已知量的单位后，就不必一一写出各物理的单位，只在数字后面写出正确单位就可以了。

(5) 用投影片出示简化后的解题过程：

$$a = \frac{F}{m} = \frac{14}{7} m/s^2 = 2m/s^2$$

$$v_t = at = 2 \times 5m/s = 10m/s$$

$$s = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 25 = 25m$$

(6) 巩固训练:

质量 $m=200g$ 的物体, 测得它的加速度为 $a=20cm/s^2$, 则关于它所受的合力的大小及单位, 下列运算既正确又符合一般运算要求的是_____。

A: $F=200 \times 20=400N$; B: $F=0.2 \times 0.2=0.04N$;

C: $F=0.2 \times 0.2=0.04$; D: $F=0.2kg \times 0.2m/s^2=0.04N$

六、小结

通过本节课的学习, 我们知道了什么是导出单位, 什么是基本单位, 什么是单位制, 以及统一单位后, 解题过程的正确书写方法。

七、作业:

一个物体在光滑的水平面上受到一个恒力的作用, 在 0.3 秒的时间内, 速度从 $0.2m/s$ 增加到 $0.4m/s$; 这个物体受到另一个恒力的作用时, 在相同的时间内, 速度从 $0.5m/s$ 增加到 $0.8m/s$, 第二个力和第一个力之比是多大?

八、板书设计:

力学单位制

单位制	基本单位	<ul style="list-style-type: none"> (1) 选定的几个物理量的单位 (2) 力学中的基本单位: 长度; 质量; 时间
	导出单位	<ul style="list-style-type: none"> (1) 由基本单位和物理公式推导出来的物理量的单位 (2) 在计算时, 一般用国际单位制, 计算中不必一一写出各量的单位

4.5 牛顿第三定律

一、教学目标

1. 在物理知识方面理解作用力和反作用力的关系, 掌握牛顿第三定律的内容。
2. 牛顿第三定律是通过实验得到的, 在这一节课中要充分让学生体会到这一点。通过本节课的教学, 要让学生在学习物理知识的同时, 学会物理学研究现象、总结规律的方法。

二、重点、难点分析

1. 本节教学的重点是认识并理解作用力和反作用力的关系，学生不应把对它们的认识只停留在大小和方向上。学生应该掌握对作用力和反作用力的正确判断。
2. 作用力和反作用力的关系与平衡力的关系有相同之处，也有不同之处，学生常常把这两种力混淆。两个相互作用力是大小相等的，但对两个物体产生的效果往往也是不同的，要通过对问题的分析解决学生头脑中不正确的认识。

三、教具

1. 演示两物体间的相互作用力为弹力的小车、弹簧片、细线；
2. 演示两物体间的相互作用力为摩擦力的三合板、遥控玩具汽车、玻璃棒；

四、主要教学过程

(一)引入新课

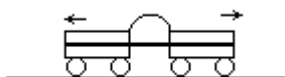
人在划船时用桨推河岸，发生的什么现象呢？船离开了岸。这个问题在初中已经研究过，当时对这个问题的解释是：物体间力的作用是相互的。当一个物体对另一个物体施加力的作用时，这个物体同样会受到另一个物体对它的力的作用，我们把这个过程中出现的两个力分别叫做作用力和反作用力。下面进一步来研究两个物体之间的作用力和反作用力的关系。

(二)教学过程设计

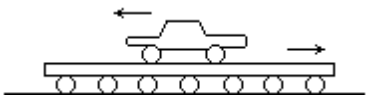
1. 物体间力的作用是相互的

我们通过几个实验来研究今天的内容。通过实验大家要总结出作用力跟反作用力的特点及其关系。在实验中大家要注意观察现象，分析现象所说明的问题。

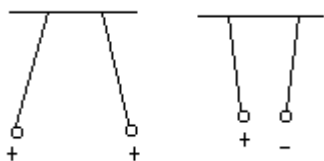
实验 1. 在桌面上放两辆相同的小车，两车用细线套在一起，两车间夹一弹簧片。当用火烧断线后，两车被弹开，所走的距离相等。



实验 2. 在桌面上并排放上一些圆杆，可用静电中的玻璃棒。在棒上铺一块三合板，板上放一辆遥控电动玩具小车。用遥控器控制小车向前运动时，板向后运动；当车向后运动时板向前运动。

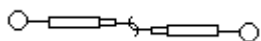


实验 3. 用细线拴两个通草球，当两个通草球带同种电荷时，相互排斥而远离；当带异种电荷时，相互吸引而靠近。



实验 4. 用两个弹簧秤对拉，观察两个弹簧秤间的作用力和反作用力的数量关系可以得到以下结论。

⑤大小：作用力和反作用力的大小在数值上是相等的。



由此得出结论：

2. 牛顿第三定律：两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在一条直线上。

既然两个物体间的作用力和反作用力是大小相等的，为什么会出现这种情况：鸡蛋与石头相碰时，鸡蛋破碎而石头不破碎；马拉车时，车会向前走而马不后退呢？鸡蛋碰石头和石头碰鸡蛋的都是鸡蛋破碎，同样大小的力作用在两个物体上会产生不同的效果。效果不同是什么原因呢？

这个效果由物体本身的特性和物体受到其它力的情况有关。物体能够承受的压强大就不易损坏；物体是否发生运动状态的变化还要看物体受到的其它力的情况。

3. 作用力、反作用力跟平衡力的区别

前面学习物体受到的平衡力的关系时曾提到，它们大小相等、方向相反、作用在一条直线上，平衡力跟作用力和反作用力有什么不同呢？下面通过列表的方式加以比较。

	受力物体	力的性质	同时性
作用与反作用	两个	相同	同时
平衡力	同一个	相同或不同	可不同（这时已不叫平衡力了）

在列表的同时用相应的例子加以说明。

(三)小结本节内容和布置作业

五、说明

1 牛顿第三定律是从实验中得出的。这里设计的几个实验除实验 5 外都体现了作用力跟反作用力间的关系，

2. 牛顿第三定律的教学除了让学生掌握定律的内容外，还应通过教学使学生体会研究物理规律的方法。在教学中要培养学生的思考能力，让学生多发表自己的看法。在学生的积极性调动起来后，教师要注意对课堂的控制。

4.6 牛顿运动定律的应用（一）

教学目标：

1. 掌握运用牛顿三定律解决动力学问题的基本方法、步骤

2. 学会用整体法、隔离法进行受力分析，并熟练应用牛顿定律求解
3. 理解超重、失重的概念，并能解决有关的问题
4. 掌握应用牛顿运动定律分析问题的基本方法和基本技能

教学重点：牛顿运动定律的综合应用

教学难点： 受力分析，牛顿第二定律在实际问题中的应用

教学方法：讲练结合，计算机辅助教学

教学过程：

一、牛顿运动定律在动力学问题中的应用

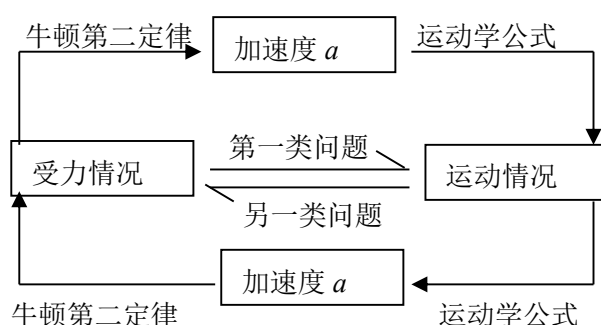
1. 运用牛顿运动定律解决的动力学问题常常可以分为两种类型（两类动力学基本问题）：

（1）已知物体的受力情况，要求物体的运动情况。如物体运动的位移、速度及时间等。

（2）已知物体的运动情况，要求物体的受力情况（求力的大小和方向）。

但不管哪种类型，一般总是先根据已知条件求出物体运动的加速度，然后再由此得出问题的答案。

两类动力学基本问题的解题思路图解如下：



可见，不论求解那一类问题，求解加速度是解题的桥梁和纽带，是顺利求解的关键。

点评：我们遇到的问题中，物体受力情况一般不变，即受恒力作用，物体做匀变速直线运动，故常用的运动学公式为匀变速直线运动公式，如

$$v_t = v_0 + at, s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2, v_t^2 - v_0^2 = 2as, \bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{v_0 + v_t}{2} = v_t / 2 \text{ 等.}$$

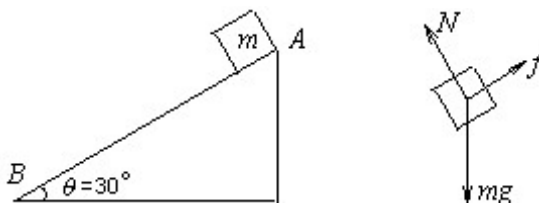
2. 应用牛顿运动定律解题的一般步骤

- (1) 认真分析题意, 明确已知条件和所求量, 搞清所求问题的类型.
- (2) 选取研究对象. 所选取的研究对象可以是一个物体, 也可以是几个物体组成的整体. 同一题目, 根据题意和解题需要也可以先后选取不同的研究对象.
- (3) 分析研究对象的受力情况和运动情况.
- (4) 当研究对象所受的外力不在一条直线上时: 如果物体只受两个力, 可以用平行四边形定则求其合力; 如果物体受力较多, 一般把它们正交分解到两个方向上去分别求合力; 如果物体做直线运动, 一般把各个力分解到沿运动方向和垂直运动的方向上.
- (5) 根据牛顿第二定律和运动学公式列方程, 物体所受外力、加速度、速度等都可规定规定的正方向按正、负值代入公式, 按代数和进行运算.
- (6) 求解方程, 检验结果, 必要时对结果进行讨论.

3. 应用例析

【例 1】一斜面 AB 长为 10m , 倾角为 30° , 一质量为 2kg 的小物体 (大小不计) 从斜面顶端 A 点由静止开始下滑, 如图所示 (g 取 10 m/s^2)

- (1) 若斜面与物体间的动摩擦因数为 0.5 , 求小物体下滑到斜面底端 B 点时的速度及所用时间.
- (2) 若给小物体一个沿斜面向下的初速度, 恰能沿斜面匀速下滑, 则小物体与斜面间的动摩擦因数 μ 是多少?



解析: 题中第 (1) 问是知道物体受力情况求运动情况; 第 (2) 问是知道物体运动情况求受力情况.

(1) 以小物块为研究对象进行受力分析, 如图所示。物块受重力 mg 、斜面支持力 N 、摩擦力 f ,

垂直斜面方向上受力平衡, 由平衡条件得: $mg\cos 30^\circ - N = 0$

沿斜面方向上, 由牛顿第二定律得: $mg\sin 30^\circ - f = ma$

又 $f = \mu N$

由以上三式解得 $a = 0.67 \text{ m/s}^2$

小物体下滑到斜面底端 B 点时的速度: $v_B = \sqrt{2as} = 3.65 \text{ m/s}$

运动时间: $t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = 5.5 \text{ s}$

(2) 小物体沿斜面匀速下滑, 受力平衡, 加速度 $a = 0$, 有

垂直斜面方向: $mg\cos 30^\circ - N = 0$

沿斜面方向: $mg\sin 30^\circ - f = 0$

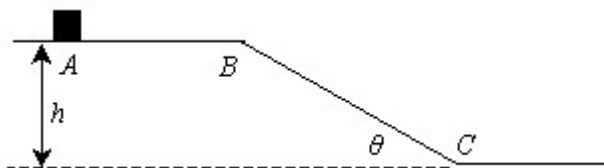
又 $f = \mu N$

解得: $\mu = 0.58$

【例 2】 如图所示, 一高度为 $h = 0.8 \text{ m}$ 粗糙的水平面在 B 点处与一倾角为 $\theta = 30^\circ$ 光滑的斜面 BC 连接, 一小滑块从水平面上的 A 点以 $v_0 = 3 \text{ m/s}$ 的速度在粗糙的水平面上向右运动。运动到 B 点时小滑块恰能沿光滑斜面下滑。已知 AB 间的距离 $s = 5 \text{ m}$, 求:

(1) 小滑块与水平面间的动摩擦因数;

(2) 小滑块从 A 点运动到地面所需的时间;



解析: (1) 依题意得 $v_B = 0$, 设小滑块在水平面上运动的加速度大小为 a , 则据牛顿第二定律可得 $f = \mu mg = ma$, 所以 $a = \mu g$, 由运动学公式可得 $v_0^2 = 2\mu gs$ 得 $\mu = 0.09$, $t_1 = 3.3 \text{ s}$

$$(2) \text{ 在斜面上运动的时间 } t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g \sin^2 \theta}} = 0.8 \text{ s}, \quad t = t_1 + t_2 = 4.1 \text{ s}$$

【例 3】静止在水平地面上的物体的质量为 2 kg，在水平恒力 F 推动下开始运动，4 s 末它的速度达到 4 m/s，此时将 F 撤去，又经 6 s 物体停下来，如果物体与地面的动摩擦因数不变，求 F 的大小。

解析：物体的整个运动过程分为两段，前 4 s 物体做匀加速运动，后 6 s 物体做匀减速运动。

前 4 s 内物体的加速度为

$$a_1 = \frac{v - 0}{t_1} = \frac{4}{4} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2 \quad \text{①}$$

设摩擦力为 F_μ ，由牛顿第二定律得

$$F - F_\mu = ma_1 \quad \text{②}$$

后 6 s 内物体的加速度为

$$a_2 = \frac{0 - v}{t_2} = \frac{-4}{6} \text{ m/s}^2 = -\frac{2}{3} \text{ m/s}^2 \quad \text{③}$$

物体所受的摩擦力大小不变，由牛顿第二定律得

$$-F_\mu = ma_2 \quad \text{④}$$

由②④可求得水平恒力 F 的大小为

$$F = m(a_1 - a_2) = 2 \times \left(1 + \frac{2}{3}\right) \text{ N} = 3.3 \text{ N}$$

点评：解决动力学问题时，受力分析是关键，对物体运动情况的分析同样重要，特别是像这类运动过程较复杂的问题，更应注意对运动过程的分析。

在分析物体的运动过程时，一定弄清整个运动过程中物体的加速度是否相同，若不同，必须分段处理，加速度改变时的瞬时速度即是前后过程的联系量。分析受力时要注意

意前后过程中哪些力发生了变化，哪些力没发生变化。四、连接体（质点组）

在应用牛顿第二定律解题时，有时为了方便，可以取一组物体（一组质点）为研究对象。这一组物体一般具有相同的速度和加速度，但也可以有不同的速度和加速度。以质点组为研究对象的好处是可以不考虑组内各物体间的相互作用，这往往给解题带来很大方便。使解题过程简单明了。

二、整体法与隔离法

1. 整体法：在研究物理问题时，把所研究的对象作为一个整体来处理的方法称为整体法。采用整体法时不仅可以把几个物体作为整体，也可以把几个物理过程作为一个整体，采用整体法可以避免对整体内部进行繁锁的分析，常常使问题解答更简便、明了。

运用整体法解题的基本步骤：

- ①明确研究的系统或运动的全过程.
- ②画出系统的受力图和运动全过程的示意图.
- ③寻找未知量与已知量之间的关系，选择适当的物理规律列方程求解

2. 隔离法：把所研究对象从整体中隔离出来进行研究，最终得出结论的方法称为隔离法。可以把整个物体隔离成几个部分来处理，也可以把整个过程隔离成几个阶段来处理，还可以对同一个物体，同一过程中不同物理量的变化进行分别处理。采用隔离物体法能排除与研究对象无关的因素，使事物的特征明显地显示出来，从而进行有效的处理。

运用隔离法解题的基本步骤：

①明确研究对象或过程、状态，选择隔离对象. 选择原则是：一要包含待求量，二是所选隔离对象和所列方程数尽可能少.

②将研究对象从系统中隔离出来；或将研究的某状态、某过程从运动的全过程中隔离出来.

③对隔离出的研究对象、过程、状态分析研究，画出某状态下的受力图或某阶段的运动过程示意图.

- ④寻找未知量与已知量之间的关系，选择适当的物理规律列方程求解.

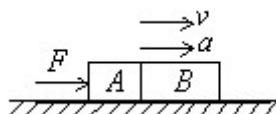
3. 整体和局部是相对统一的，相辅相成的。

隔离法与整体法，不是相互对立的，一般问题的求解中，随着研究对象的转化，往

往两种方法交叉运用，相辅相成. 所以，两种方法的取舍，并无绝对的界限，必须具体分析，灵活运用. 无论哪种方法均以尽可能避免或减少非待求量（即中间未知量的出现，如非待求的力，非待求的中间状态或过程等）的出现为原则

4. 应用例析

【例 4】如图所示， A 、 B 两木块的质量分别为 m_A 、 m_B ，在水平推力 F 作用下沿光滑水平面匀加速向右运动，求 A 、 B 间的弹力 F_N 。



解析：这里有 a 、 F_N 两个未知数，需要建立两个方程，要取两次研究对象。比较后可知分别以 B 、 $(A+B)$ 为对象较为简单（它们在水平方向上都只受到一个力作用）。可得

$$F_N = \frac{m_B}{m_A + m_B} F$$

点评：这个结论还可以推广到水平面粗糙时（ A 、 B 与水平面间 μ 相同）；也可以推广到沿斜面方向推 A 、 B 向上加速的问题，有趣的是，答案是完全一样的。

【例 5】如图所示，质量为 $2m$ 的物块 A 和质量为 m 的物块 B 与地面的摩擦均不计。在已知水平推力 F 的作用下， A 、 B 做加速运动。 A 对 B 的作用力为多大？

解析：取 A 、 B 整体为研究对象，其水平方向只受一个力 F 的作用

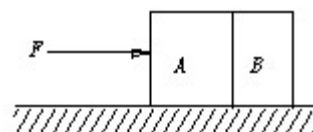
根据牛顿第二定律知： $F = (2m + m) a$

$$a = F / 3m$$

取 B 为研究对象，其水平方向只受 A 的作用力 F_1 ，根据牛顿第二定律知：

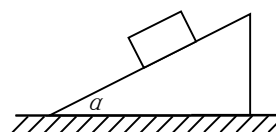
$$F_1 = ma$$

$$\text{故 } F_1 = F / 3$$



点评：对连结体（多个相互关联的物体）问题，通常先取整体为研究对象，然后再根据要求的问题取某一个物体为研究对象。

【例 6】如图，倾角为 α 的斜面与水平面间、斜面与质量为 m 的木块间



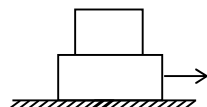
的动摩擦因数均为 μ ，木块由静止开始沿斜面加速下滑时斜面始终保持静止。求水平面对斜面的摩擦力大小和方向。

解：以斜面和木块整体为研究对象，水平方向仅受静摩擦力作用，而整体中只有木块的加速度有水平方向的分量。可以先求出木块的加速度 $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ ，再在水平方向对质点组用牛顿第二定律，很容易得到： $F_f = mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \cos \alpha$

如果给出斜面的质量 M ，本题还可以求出这时水平面对斜面的支持力大小为：

$F_N = Mg + mg(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) \sin \alpha$ ，这个值小于静止时水平面对斜面的支持力。

【例 7】如图所示， $m_A = 1\text{kg}$ ， $m_B = 2\text{kg}$ ， A 、 B 间静摩擦力的最大值是 5N，水平面光滑。用水平力 F 拉 B ，当拉力大小分别是 $F = 10\text{N}$ 和 $F = 20\text{N}$ 时， A 、 B 的加速度各多大？

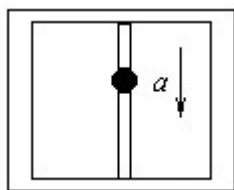


解析：先确定临界值，即刚好使 A 、 B 发生相对滑动的 F 值。当 A 、 B 间的静摩擦力达到 5N 时，既可以认为它们仍然保持相对静止，有共同的加速度，又可以认为它们间已经发生了相对滑动， A 在滑动摩擦力作用下加速运动。这时以 A 为对象得到 $a = 5\text{m/s}^2$ ；再以 A 、 B 系统为对象得到 $F = (m_A + m_B) a = 15\text{N}$

(1) 当 $F = 10\text{N} < 15\text{N}$ 时， A 、 B 一定仍相对静止，所以 $a_A = a_B = \frac{F}{m_A + m_B} = 3.3\text{m/s}^2$

(2) 当 $F = 20\text{N} > 15\text{N}$ 时， A 、 B 间一定发生了相对滑动，用质点组牛顿第二定律列方程： $F = m_A a_A + m_B a_B$ ，而 $a_A = 5\text{m/s}^2$ ，于是可以得到 $a_B = 7.5\text{m/s}^2$

【例 8】如图所示，质量为 M 的木箱放在水平面上，木箱中的立杆上套着一个质量为 m 的小球，开始时小球在杆的顶端，由静止释放后，小球沿杆下滑的加速度为重力加速度的 $\frac{1}{2}$ ，即 $a = \frac{1}{2}g$ ，则小球在下滑的过程中，木箱对地面的压力为多少？



命题意图：考查对牛顿第二定律的理解运用能力及灵活选取研究对象的能力. B 级要求.

错解分析：（1）部分考生习惯于具有相同加速度连接体问题演练，对于“一动一静”连续体问题难以对其隔离，列出正确方程.（2）思维缺乏创新，对整体法列出的方程感到疑惑.

解题方法与技巧：

解法一：（隔离法）

木箱与小球没有共同加速度，所以须用隔离法.

取小球 m 为研究对象，受重力 mg 、摩擦力 F_f ，如图 2-4，据牛顿第二定律得：

$$mg - F_f = ma \quad ①$$

取木箱 M 为研究对象，受重力 Mg 、地面支持力 F_N 及小球给予的摩擦力 F_f' 如图.

据物体平衡条件得：

$$F_N - F_f' - Mg = 0 \quad ②$$

$$\text{且 } F_f = F_f' \quad ③$$

$$\text{由①②③式得 } F_N = \frac{2M + m}{2} g$$

由牛顿第三定律知，木箱对地面的压力大小为

$$F_N' = F_N = \frac{2M + m}{2} g.$$

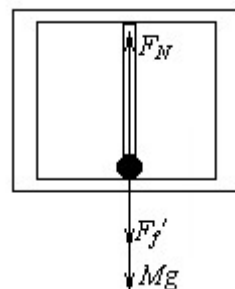
解法二：（整体法）

对于“一动一静”连接体，也可选取整体为研究对象，依牛顿第二定律列式：

$$(mg + Mg) - F_N = ma + M \times 0$$

故木箱所受支持力： $F_N = \frac{2M + m}{2} g$ ，由牛顿第三定律知：

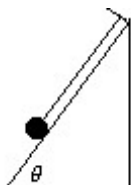
$$\text{木箱对地面压力 } F_N' = F_N = \frac{2M + m}{2} g.$$



三、临界问题

在某些物理情境中，物体运动状态变化的过程中，由于条件的变化，会出现两种状态的衔接，两种现象的分界，同时使某个物理量在特定状态时，具有最大值或最小值。这类问题称为临界问题。在解决临界问题时，进行正确的受力分析和运动分析，找出临界状态是解题的关键。

【例 9】一个质量为 0.2 kg 的小球用细线吊在倾角 $\theta=53^\circ$ 的斜面顶端，如图，斜面静止时，球紧靠在斜面上，绳与斜面平行，不计摩擦，当斜面以 10 m/s^2 的加速度向右做加速运动时，求绳的拉力及斜面对小球的弹力。



命题意图：考查对牛顿第二定律的理解应用能力、分析推理能力及临界条件的挖掘能力。

错解分析：对物理过程缺乏清醒认识，无法用极限分析法挖掘题目隐含的临界状态及条件，使问题难以切入。

解题方法与技巧：当加速度 a 较小时，小球与斜面体一起运动，此时小球受重力、绳拉力和斜面的支持力作用，绳平行于斜面，当加速度 a 足够大时，小球将“飞离”斜面，此时小球受重力和绳的拉力作用，绳与水平方向的夹角未知，题目中要求 $a=10 \text{ m/s}^2$ 时绳的拉力及斜面的支持力，必须先求出小球离开斜面的临界加速度 a_0 。（此时，小球所受斜面支持力恰好为零）

$$\text{由 } mg \cot \theta = ma_0$$

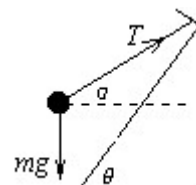
$$\text{所以 } a_0 = g \cot \theta = 7.5 \text{ m/s}^2$$

$$\text{因为 } a = 10 \text{ m/s}^2 > a_0$$

所以小球离开斜面 $N=0$ ，小球受力情况如图，则

$$T \cos \alpha = ma, \quad T \sin \alpha = mg$$

$$\text{所以 } T = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2} = 2.83 \text{ N}, \quad N=0.$$



四、超重、失重和视重

1. 超重现象：物体对支持物的压力（或对悬挂物的拉力） 大于 物体所受重力的情况称为超重现象。

产生超重现象的条件是物体具有 向上 的加速度。与物体速度的大小和方向无关。

产生超重现象的原因：当物体具有向上的加速度 a （向上加速运动或向下减速运动）时，支持物对物体的支持力（或悬挂物对物体的拉力）为 F ，由牛顿第二定律得

$$F - mg = ma$$

$$\text{所以 } F = m(g + a) > mg$$

由牛顿第三定律知，物体对支持物的压力（或对悬挂物的拉力） $F' > mg$ 。

2. 失重现象：物体对支持物的压力（或对悬挂物的拉力） 小于 物体所受重力的情况称为失重现象。

产生失重现象的条件是物体具有 向下 的加速度，与物体速度的大小和方向无关。 ■

产生失重现象的原因：当物体具有向下的加速度 a （向下加速运动或向上做减速运动）时，支持物对物体的支持力（或悬挂物对物体的拉力）为 F 。由牛顿第二定律

$$mg - F = ma, \text{ 所以}$$

$$F = m(g - a) < mg$$

由牛顿第三定律知，物体对支持物的压力（或对悬挂物的拉力） $F' < mg$ 。

完全失重现象：物体对支持物的压力（或对悬挂物的拉力）等于零的状态，叫做完全失重状态。

产生完全失重现象的条件：当物体竖直向下的加速度等于重力加速度时，就产生完全失重现象。

点评：（1）在地球表面附近，无论物体处于什么状态，其本身的重力 $G = mg$ 始终不变。超重时，物体所受的拉力（或支持力）与重力的合力方向向上，测力计的示数大于物体的重力；失重时，物体所受的拉力（或支持力）与重力的合力方向向下，测力计的示数小于物体的重力。可见，在失重、超重现象中，物体所受的重力始终不变，只是测力

计的示数（又称**视重**）发生了变化，好像物体的重量有所增大或减小。

（2）发生超重和失重现象，只决定于物体在竖直方向上的加速度。物体具有向上的加速度时，处于超重状态；物体具有向下的加速度时，处于失重状态；当物体竖直向下的加速度为重力加速度时，处于完全失重状态。超重、失重与物体的运动方向无关。

3. 应用例析

【例 10】质量为 m 的人站在升降机里，如果升降机运动时加速度的绝对值为 a ，升降机底板对人的支持力 $F=mg+ma$ ，则可能的情况是

- A. 升降机以加速度 a 向下加速运动
- B. 升降机以加速度 a 向上加速运动
- C. 在向上运动中，以加速度 a 制动
- D. 在向下运动中，以加速度 a 制动

解析：升降机对人的支持力 $F=mg+ma$ 大于人所受的重力 mg ，故升降机处于超重状态，具有向上的加速度。而 A 项中加速度向下，C 项中加速度也向下，即处于失重状态。故只有选项 B、D 正确。

【例 11】下列四个实验中，能在绕地球飞行的太空实验舱中完成的是

- A. 用天平测量物体的质量
- B. 用弹簧秤测物体的重力
- C. 用温度计测舱内的温度
- D. 用水银气压计测舱内气体的压强

解析：绕地球飞行的太空试验舱处于完全失重状态，处于其中的物体也处于完全失重状态，物体对水平支持物没有压力，对悬挂物没有拉力。

用天平测量物体质量时，利用的是物体和砝码对盘的压力产生的力矩，压力为 0 时，力矩也为零，因此在太空实验舱内不能完成。

同理，水银气压计也不能测出舱内温度。

物体处于失重状态时，对悬挂物没有拉力，因此弹簧秤不能测出物体的重力。

温度计是利用了热胀冷缩的性质，因此可以测出舱内温度。故只有选项 C 正确。

五、针对训练:

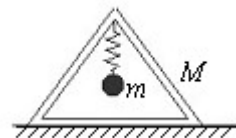
1. 如图所示, 质量为 M 的框架放在水平地面上, 一轻弹簧上端固定一个质量为 m 的小球, 小球上下振动时, 框架始终没有跳起。当框架对地面压力为零瞬间, 小球的加速度大小为

A. g

B. $\frac{M-m}{m} g$

C. 0

D. $\frac{M+m}{m} g$



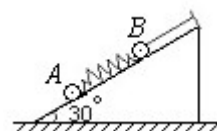
2. 如图所示, A 、 B 两小球分别连在弹簧两端, B 端用细线固定在倾角为 30° 的光滑斜面上, 若不计弹簧质量, 在线被剪断瞬间, A 、 B 两球的加速度分别为

A. 都等于 $\frac{g}{2}$

B. $\frac{g}{2}$ 和 0

C. $\frac{M_A + M_B}{M_B} \cdot \frac{g}{2}$ 和 0

D. 0 和 $\frac{M_A + M_B}{M_B} \cdot \frac{g}{2}$



3. 如图, 质量为 m 的物体 A 放置在质量为 M 的物体 B 上, B 与弹簧相连, 它们一起在光滑水平面上做简谐振动, 振动过程中 A 、 B 之间无相对运动, 设弹簧的劲度系数为 k , 当物体离开平衡位置的位移为 x 时, A 、 B 间摩擦力的大小等于

A. 0

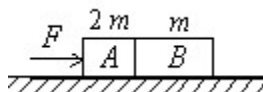
B. kx

C. $(\frac{m}{M}) kx$

D. $(\frac{m}{M+m}) kx$



4. 质量为 m 的物块 B 与地面的动摩擦因数为 μ , A 的质量为 $2m$ 与地面间的摩擦不计。在已知水平推力 F 的作用下, A 、 B 做匀加速直线运动, A 对 B 的作用力为_____。



5. 质量为 60 kg 的人站在升降机中的体重计上, 当升降机做下列各种运动时, 体重计的读数是多少?

(1) 升降机匀速上升

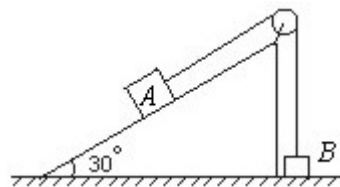
(2) 升降机以 4 m/s^2 的加速度上升

(3) 升降机以 5 m/s^2 的加速度下降

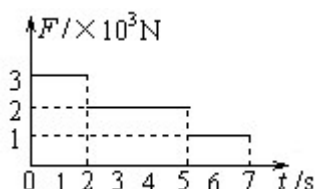
(4) 升降机以重力加速度 g 加速下降

(5) 以加速度 $a=12 \text{ m/s}^2$ 加速下降

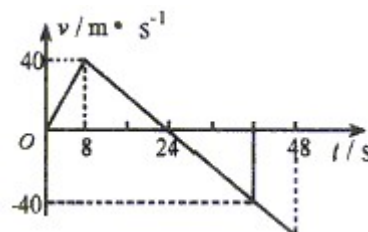
6. (1999 年广东) A 的质量 $m_A=4m$, B 的质量 $m_B=m$, 斜面固定在水平地面上。开始时将 B 按在地面上不动, 然后放手, 让 A 沿斜面下滑而 B 上升。 A 与斜面无摩擦, 如图, 设当 A 沿斜面下滑 s 距离后, 细线突然断了。求 B 上升的最大高度 H 。



7. 质量为 200 kg 的物体, 置于升降机内的台秤上, 从静止开始上升。运动过程中台秤的示数 F 与时间 t 的关系如图所示, 求升降机在 7s 钟内上升的高度 (取 $g=10 \text{ m/s}^2$)



8. 空间探测器从某一星球表面竖直升空。已知探测器质量为 1500kg , 发动机推动力为恒力。探测器升空后发动机因故障突然关闭, 图 6 是探测器从升空到落回星球表面的速度随时间变化的图线, 则由图象可判断该探测器在星球表面达到的最大高度 H_0 为多少 m ? 发动机的推动力 F 为多少 N ?



参考答案:

1. D 2. D 3. D 4. $F = \frac{1}{3} (F + 2 \mu mg)$

5. 以人为研究对象, 受重力和体重计的支持力 F 的作用, 由牛顿第三定律知, 人受到支持力跟人对体重计的压力大小相等, 所以体重计的读数即为支持力的大小。

(1) 匀速上升时, $a=0$, 所以 $F-mg=0$ 即 $F=mg=600 \text{ N}$

(2) 加速上升时, a 向上, 取向上为正方向, 则根据牛顿第二定律: $F-mg=ma$

所以 $F=mg+ma=m(g+a)=840 \text{ N}$

(3) 加速下降时, a 向下, 取向下为正方向, 根据牛顿第二定律: $mg - F = ma$

所以 $F = mg - ma = m(g - a) = 300 \text{ N}$

(4) 以 $a = g$ 加速下降时, 取向下为正, 根据牛顿第二定律: $mg - F = mg$

故 $F = 0$, 即完全失重

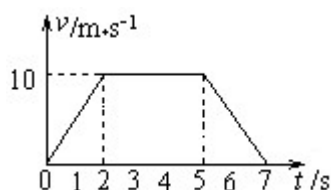
(5) 以 $a = 12 \text{ m/s}^2$ 加速下降, 以向下为正, 根据牛顿第二定律: $F = mg - ma$

$F = mg - ma = m(g - a) = -120 \text{ N}$ 负号表示人已离开体重计, 故此时体重计示数为 0.

6. $t = 1.2 \text{ s}$

7. 解析: 在 $0 \sim 2\text{s}$ 这段时间内台秤示数为 3000 N , 即超重 1000 N , 这时向上的加速度 $a_1 = \frac{F_1 - Mg}{M} = 5 \text{ m/s}^2$; 在 $2 \sim 5\text{s}$ 这段时间内台秤的示数为 2000 N , 等于物体的重力, 说明物体做匀速运动; 在 $5 \sim 7\text{s}$ 这段时间内, 台秤的示数为 $F_3 = 1000 \text{ N}$, 比物重小 1000 N , 即失重, 这时物体做匀减速上升运动, 向下的加速度 $a_2 = \frac{Mg - F_3}{M} = 5 \text{ m/s}^2$ 。

画出这三段时间内的 $v - t$ 图线如图所示, $v - t$ 图线所围成的面积值即表示上升的高度, 由图知上升高度为: $h = 50 \text{ m}$.



8. $H_0 = 480 \text{ m}$ $F = 11250 \text{ N}$

4.7 牛顿运动定律的应用 (二)

学习目标:

1. 理解共点力作用下物体平衡状态的概念, 能推导出共点力作用下物体的平衡条件.
2. 会用共点力平衡条件解决有关力的平衡问题.
3. 进一步熟练掌握应用牛顿运动定律解决问题的方法和步骤.

过程与方法

1. 培养学生的分析推理能力和实验观察能力.



探究案

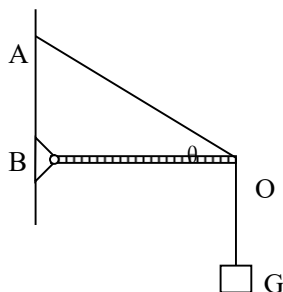
2. 培养学生处理三力平衡问题时一题多解的能力.
3. 引导帮助学生归纳总结发生超重、失重现象的条件及实质.

教学重点. 共点力作用下物体的平衡条件及应用.

教学难点 共点力平衡条件的应用.

探究点一 物体平衡条件的应用（重点）

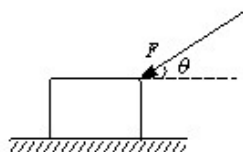
问题 1. 城市中的路灯，无轨电车的供电线路等，经常用三解形的结构悬挂。图为这类结构的一种简化模型。图中硬杆 OB 可绕通过 B 点且垂直于纸面的轴转动，钢索和杆的重量都可忽略。如果悬挂物的重量为 G ，角 AOB 等于 θ ，钢索 OA 对 O 点的拉力和杆 OB 对 O 点的支持力各是多大？



2. 如图所示，一个重为 G 的木箱放在水平地面上，木箱与水平面间的动摩擦因数为 μ ，用一个与水平方向成 θ 角的推力 F 推动木箱沿地面做匀速直线运动，则推力的水平分力等于（ ）

- A. $F \cos \theta$ B. $\mu G / (\cos \theta - \mu \sin \theta)$
C. $\mu G / (1 - \mu \tan \theta)$ D. G

问题 1. 悬挂在电梯天花板上的弹簧测力计的钩子挂着质量为 m 的物体，电梯静止时弹簧测力计的示数为



的示数为 $G = mg$. 下列说法

正确的是（ ）

- A. 当电梯匀速上升时，弹簧测力计的示数增大，电梯匀速下降时，弹簧测力计的示数减小
B. 只有电梯加速上升时，弹簧测力计的示数才会增大，只有

电梯加速下降时，弹簧测力计的示数才会减小

C. 不管电梯向上或向下运动，只要加速度的方向竖直向上，弹簧测力计的示数一定增大

D. 不管电梯向上或向下运动，只要加速度的方向竖直向下，弹簧测力计的示数一定减小

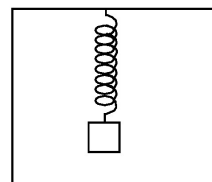
2. 某人站在台秤的底板上，当他向下蹲的过程中（ ）

A. 由于台秤的示数等于人的重力，此人向下蹲的过程中他的重力不变，所以台秤的示数也不变

B. 此人向下蹲的过程中，台秤底板既受到人的重力，又受到人向下蹲的力，所以台秤的示数将增大

C. 台秤的示数先增大后减小

D. 台秤的示数先减小后增大



III、知识小结

一、共点力的平衡条件

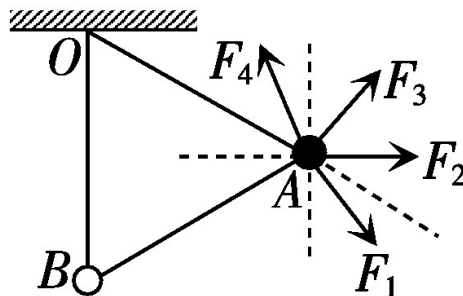
在共点力的作用下物体的平衡条件是_____

二、超重和失重

1. 超重：当物体加速度方向_____时，物体处于超重状态
物体的运动情况：_____

2. 失重：当物体加速度方向_____时，物体处于失重状态
物体的运动情况：_____

3. 完全失重：物体下落的加速度等于_____



把最简单的事做好就叫不简单

1. 用一根细绳将一重物吊在电梯的天花板上，在下列情况中，绳的拉力最大的是（ ）

A、匀速上升 B、匀速下降 C、加速上升 D、加速下降

2. 如图所示，升降机天花板上用轻弹簧悬挂一物体，升降机静止时弹簧伸长 10 cm，运动时弹簧伸长 9 cm，则升降机的运动状态可能是(取 $g=10 \text{ m/s}^2$)()

A. 以 $a=1 \text{ m/s}^2$ 的加速度加速下降

B. 以 $a=1 \text{ m/s}^2$ 的加速度加速上升

C. 以 $a=9 \text{ m/s}^2$ 的加速度减速上升

D. 以 $a=9 \text{ m/s}^2$ 的加速度加速下降

3. 如图所示，用两根细线把 A、B 两小球悬挂在天花板上的同一点 O，并用第三根细线连接 A、B 两小球，然后用某个力 F 作用在小球 A 上，使三根细线均处于直线状态，且 OB 细线恰好沿竖直方向，两小球处于静止状态。则该力可能为图中的()

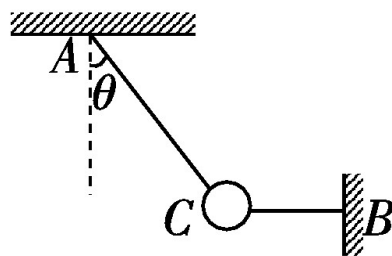
A. F_1 B. F_2 C. F_3 D. F_4

挑战高手 我能行！

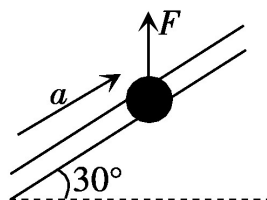
4. 如图所示, 小球的质量为 5 kg , BC 为水平绳, AC 绳与竖直方向的夹角 $\theta = 37^\circ$, 整个系统处于静止状态, g 取 10 m/s^2 .

(1) 求 BC 绳的张力.

(2) 若将 BC 绳剪断, 则剪断瞬间小球的加速度为多少?



5. 如图所示, 质量 $m = 1\text{ kg}$ 的小球穿在斜杆上, 球与杆之间的动摩擦因数 $\mu = \sqrt{3}/4$, 用拉力 $F = 20\text{ N}$ 竖直向上拉小球使它沿杆加速上滑, 则小球的加速度为多大? (g 取 10 m/s^2)



战胜自我, 成就自我

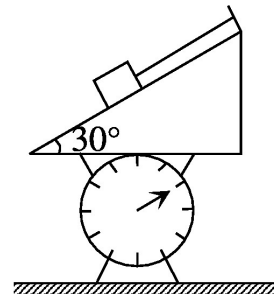
6. 如图所示, 一个重力 $G = 4\text{ N}$ 的物体放在倾角为 30° 的光滑斜面上. 斜面放在台秤上, 当烧断细线后, 物块正在下滑的过程中与稳定时比较, 台秤的示数()

A. 减小 2 N

B. 减小 1 N

C. 增大 2 N

D. 增大 1 N



7. 如图所示, 弹力跟伸长成正比的橡皮条 AB 系住一重物放在水平面上, 在悬点 A 的正下方 C 点有一个光滑的圆钉, 橡皮条不形变时的自由长度为 AC , 在水平拉力作用下使物体沿粗糙桌面缓缓向右运动, 则拉力 F 的大小变化是 ()

A、变大 B、变小 C、先变大后变小 D、不变

