

## 第四章：牛顿运动定律

### 4.1 力与运动

1. 物体\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_时，我们就说它的\_\_\_\_\_。
2. 如果物体\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_，我们就说它的运动状态发生了变化。
3. \_\_\_\_\_是改变物体运动状态的原因。

### 4.2 力的种类

1. \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_，它的作用效果就不同。此三项称为力的三要素。
2. 力可以用两种方法来分类。
  - 力的性质：重力、弹力和摩擦力等
  - 力的效果：拉力、压力、支持力、动力和、阻力等

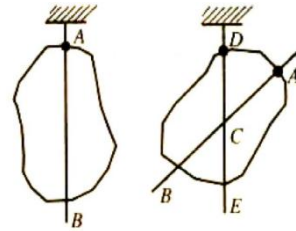
#### 重力

项目	重力/重量
产生	重量是由于地球的吸引而使物体受到的力。
公式	$W = mg$ $W = \text{重量}$ $m = \text{质量}$ $g = \text{重力加速度}$
单位	N
标矢性	矢量（垂直向下）
作用点	物体的重心

1. \_\_\_\_\_
  - 物体各部分受到的重力集中在一个点上。
  - 物体的重心既与物体的形状有关，又与质量的分布有关。

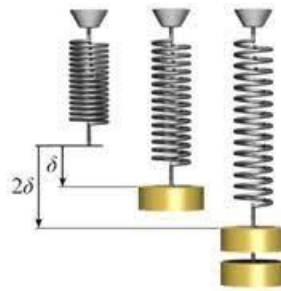


2. \_\_\_\_\_
  - 物体各部分的质量所集中的一点。
  - 一般来说\_\_\_\_\_。
  - 形状规则、质量分布均匀的物体，质心就在它的几何中心上。
  - 对于质量分布不均匀，没有规则形状的薄板物体，可采用悬挂法来确定物体的质心。



#### 弹力

1. 物体在力的作用下形状或体积发生变化，此变化叫\_\_\_\_\_。
2. 物体在形变后撤去作用力时能够恢复原形，此形变叫\_\_\_\_\_。
3. 如果外力过大，使物体形变超过一定的限度，撤去外力后，物体就不能完全恢复到原来的形状，这个限度叫作\_\_\_\_\_。

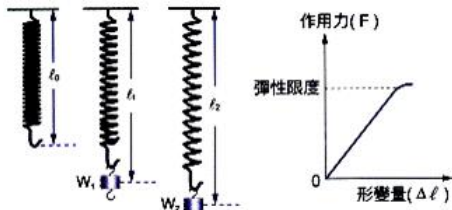


4. 胡克定律 (Hooke's law)：在弹性限度内，\_\_\_\_\_跟\_\_\_\_\_成\_\_\_\_\_。

$$F \propto x$$

$$F = kx$$

$k$ 表明弹簧的软硬程度，称为弹簧的劲度系数，取决于弹簧的结构，例如：材料，匝数，直径等等。



斜率代表弹簧的 $k$ 值

项目		弹簧弹力
产生		发生弹性形变的物体，由于要恢复原状，对与它接触的物体所产生力的作用。
公式		$F = kx$ $F$ = 弹力的大小 $k$ = 弹簧的劲度系数 $x$ = 弹簧伸长或缩短的长度
单位		$kgms^{-2}/N$
标矢性		矢量（与引起形变的作用力方向相反）
作用点		接触面上/物体重心上

5. 当绳子的两端各受到反方向的拉力时，绳子发生了微小的形变。撤去拉力后绳子回复形变。可见，绳子的张力属于弹力。
6. 按压桌面时，桌面发生微小的形变，导致光点位置向下移动；撤去作用力后，桌面回复原型，光点也回到原本的位置。可见，压力和支持力都属于弹力。

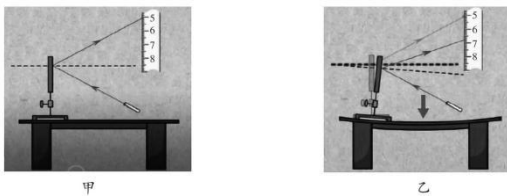
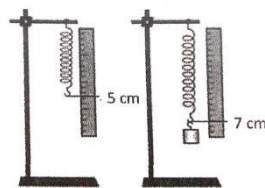


图 1

例子：

1. 关于弹力，下列说法错误的是：
- 相互接触的物体间产生弹力。
  - 弹力仅仅是指弹簧形变时对其他物体的作用。
  - 弹力是指发生弹性形变的物体，由于要恢复原状、对接触它的物体产生的力。
  - 压力、支持力、绳子的张力都属于弹力。
2. 关于弹簧的劲度系数 $k$ ，下列说法正确的是
- 与弹簧所受的拉力大小有关，拉力越大， $k$ 值就越大。
  - 由弹簧本身决定，与弹簧所受的拉力大小及形变程度无关。
  - 与弹簧发生的形变大小有关，形变越大， $k$ 值越小。
  - 与弹簧本身特性、所受拉力的大小、形变大小都有关。



3. 将劲度系数为 $5Ncm^{-1}$ 的弹簧上端固定在铁架台上。弹簧下端不挂物体时，测得弹簧的长度为 $5cm$ 。将待测物体挂在弹簧下端，测得弹簧的长度为 $7cm$ ，求物体的重力。 [10N]
4. 劲度系数为 $400Nm^{-1}$ 的轻弹簧，原长为 $10cm$ ，下端挂钩码时长度为 $13cm$ 。求钩码的重量。 [12N]

5. 弹簧其一端固定在天花板上，另一端悬挂着 9N 的物体，此弹簧的劲度系数为  $1.5Ncm^{-1}$ ，求弹簧的伸长量。 [6cm]

6. 一根劲度系数为  $3Ncm^{-1}$  的弹簧，原长为 6cm，下端悬挂 15N 重的物体。求弹簧的总长度。 [11cm]

7. 一轻弹簧上端固定在天花板上，下端悬挂一个质量为 5kg 的木块，测得此时弹簧的伸长为 0.05m。求弹簧的劲度系数。 [980Nm<sup>-1</sup>]

8. 弹簧其一端固定在墙上，另一端用 10N 的外力向外拉伸，弹簧伸长了 6cm。现用 3N 的外力向外拉伸弹簧，则弹簧伸长多少？ [1.8cm]

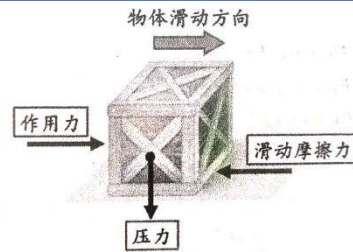
**摩擦力**

1. 两个相互接触的物体，当发生 \_\_\_\_\_ 或 \_\_\_\_\_ 时，就会在接触面上产生阻碍的力，这种力叫作 \_\_\_\_\_。

2. 摩擦力可分成三大类：

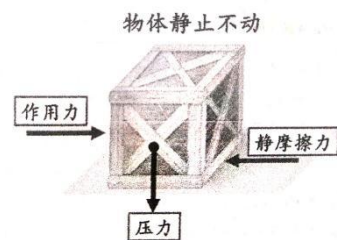
➤ 滑动摩擦力

项目		滑动摩擦力
产生		两个物体互相接触，并在表面滑动时，所受到阻碍它们相对滑动的力。
公式		$f_k = u_k F_N$ $f_k$ = 滑动摩擦力 $u_k$ = 滑动摩擦系数 [材料和粗糙程度；无单位] $F_N$ = 接触面间正压力
单位		$kgms^{-2}/N$
标矢性		矢量（与物体运动方向相反）
作用点		接触面上/物体重心上



➤ 静摩擦力

项目		静摩擦力
产生		两个物体互相接触，并具有相对运动趋势时，所产生的阻碍力。
公式		$f_m = u_s F_N$ $f_m$ = 最大静摩擦力 $u_s$ = 静摩擦系数 [材料和粗糙程度；无单位] $F_N$ = 接触面间正压力 $0 < \text{静摩擦力} \leq f_m$
单位		$kgms^{-2}/N$
标矢性		矢量（与运动趋势方向相反）
作用点		接触面上/物体重心上

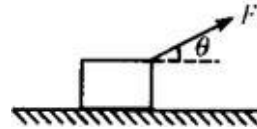


➤ 滚动摩擦力

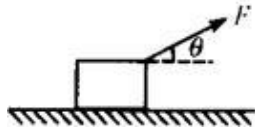
## 例子:

1. 关于滑动摩擦力, 下列说法正确的是
  - A. 压力越大, 滑动摩擦力越大
  - B. 压力不变, 动摩擦因数不变, 接触面积越大, 滑动摩擦力越大。
  - C. 压力不变, 动摩擦因数不变, 速度越大, 滑动摩擦力越大。
  - D. 动摩擦因素不变, 压力越大, 滑动摩擦力越大。
  
2. 一木箱重 300N 在水平地面上滑行, 已知木箱与地面间的滑动摩擦系数为 0.2. 求木箱在滑行过程中受到的摩擦力。 [60N]
  
3. 质量为 5kg 的冰块在水平面上滑行, 已知冰块与水平面间的滑动摩擦系数为 0.02. 求冰块在运动过程中受到的摩擦力。 [0.98N]
  
4. 用 20N 的水平力, 可以拉着重 40N 的砖块在水平面上匀速滑动, 求砖块与地面间的滑动摩擦系数。 [0.5]

5. 狗拉着雪橇在雪地上匀速行进, 雪橇和货物总重为 2000N, 雪橇与雪地间的滑动摩擦系数为 0.03. 狗拉雪橇的力是多大? [60N]
  
6. 一质量为 8kg 的物体在 10N 的力的作用下产生的加速度是  $1\text{ms}^{-2}$ . 求
  - a) 物体在运动过程中受到的摩擦力。 [2N]
  - b) 物体与地面间的滑动摩擦系数。 [0.026]

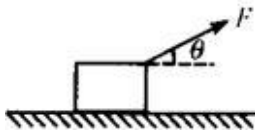


7. 重为 10N 的物体放在水平地面上, 与地面间的滑动摩擦系数为 0.2. 今用  $F = 15\text{N}$ 、与水平方向间的夹角  $\theta = 37^\circ$  的推力作用于物体, 求物体所受的摩擦力大小和加速度。 [3.8N,  $8.02\text{ms}^{-2}$ ]



8. 重为  $10\text{N}$  的物体放在水平地面上，与地面间的滑动摩擦系数为  $0.2$ 。今用  $F = 15\text{N}$ 、与水平方向间的夹角  $\theta = 37^\circ$  的拉力作用于物体，求物体所受的摩擦力大小和加速度。  
[ $0.19\text{N}$ ,  $11.55\text{ms}^{-2}$ ]

## 统考题:



图中所示，质量为  $m$  的物体与水平面的摩擦系数为  $\mu$ 。拉力  $F$  与水平面成  $\theta$  角作用在物体上，恰能使物体沿水平面作匀速直线运动。运动过程中物体与水平面间的摩擦力大小是多少？

- A.  $\mu mg$   
 B.  $\mu F \sin \theta$   
 C.  $\mu(mg - F \cos \theta)$   
 D.  $\mu(mg - F \sin \theta)$

2017 年

9. 一个重量为  $300\text{N}$  的物体放在水平桌面上，物体与桌面的静摩擦系数为  $0.02$ 。如果用  $5\text{N}$  的力推物体时，物体仍不动，摩擦力是多大？ [5N]
10. 物体重  $20\text{N}$ ，当拉力为  $5\text{N}$  时，物体仍不动，摩擦力是多大？当拉力增至  $8\text{N}$  时，物体开始滑动。物体开始滑动后，为保持匀速运动，所用的拉力为  $4\text{N}$ ，试求静摩擦系数和动摩擦系数。 [5N, 0.4, 0.2]
11. 某人用  $50\text{N}$  的力推桌子，没有推动，桌子所受地面的静摩擦力是多大？当他推桌子的力增大到  $120\text{N}$  时，桌子开始滑动，之后他只用  $100\text{N}$  的力就可推着桌子匀速前进。已知桌子重为  $400\text{N}$ 。求最大静摩擦力、静摩擦系数和动摩擦系数。 [50N, 120N, 0.3, 0.25]

12. 重为 400N 的木箱放在水平地面上，木箱与地面之间的最大静摩擦力是 120N，滑动摩擦系数是 0.25。如果分别用 70N 和 150N 的水平力推木箱，那么木箱受到的摩擦力分别是多少？ [70N, 100N]
13. 质量为 20kg 的桌子静止在水平地面上，桌子与地面之间的静摩擦系数和动摩擦系数分别为 0.5 和 0.3。一名同学给桌子一个水平推力 100N 时，地面对桌子的摩擦力是多大？ [58. 8N]
14. 把重 100N 的物块放在倾角为  $20^\circ$  的斜面上，如果物块与斜面间的静摩擦系数为 0.4。求  
 a) 最大静摩擦力 [37. 59N]  
 b) 物块所受的静摩擦力 [34. 2N]
15. 质量为 8kg 的物块静止于倾角为  $25^\circ$  的斜面上，如果物块与斜面间的静摩擦系数为 0.5。求  
 a) 最大静摩擦力 [35. 53N]  
 b) 物块所受的静摩擦力 [33. 13N]
16. 一物块放在斜面上，调整斜面的倾角  $\theta$  至某一值时，物块便开始下滑。物块与斜面之间的静摩擦系数为  $\mu_s$ ，求  $\theta$  角的大小。 [ $\tan^{-1}\mu_s$ ]

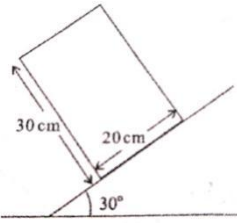
**统考题：**

下列有关摩擦力的叙述，哪项是正确的？

- A. 摩擦力的大小与物体的重量成反比。
- B. 摩擦力的方向一定与物体运动的方向相反。
- C. 静摩擦力的大小在物体即将开始运动时最大。
- D. 滑动摩擦力的大小与物体的运动速率成正比。

2014 年

统考题:



有一均匀长方体高 30cm，地面长度为 20cm×20cm，置于一 30° 的斜面上。物体与斜面间的静摩擦力系数为 0.8。此物体将\_\_\_\_\_。

- A. 从斜面翻倒而下
- B. 静止立于斜面上
- C. 沿斜面匀速下滑
- D. 沿斜面匀加速下滑

2013 年

### 4.3 力的合成与分解

#### 合力与分力

1. 几个力共同作用的效果和某一个力单独作用的效果相同，共同作用的这几个力叫作\_\_\_\_\_，单独作用的这个力叫作\_\_\_\_\_。

#### 力的合成

1. 求几个分力的合力的方法叫做\_\_\_\_\_。

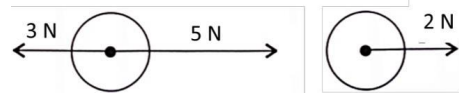
2. 同一直线上力的合成

a) 两个分力的\_\_\_\_\_。



合力的大小=两个分力大小之\_\_\_\_\_  
合力的方向与\_\_\_\_\_

b) 两个分力的\_\_\_\_\_。

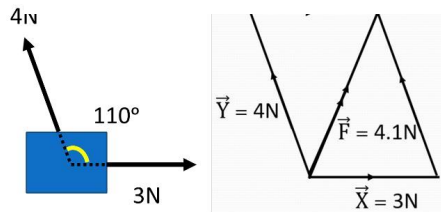


合力的大小=两个分力大小之\_\_\_\_\_  
合力的方向与\_\_\_\_\_

3. 互成角度的共点力的合成

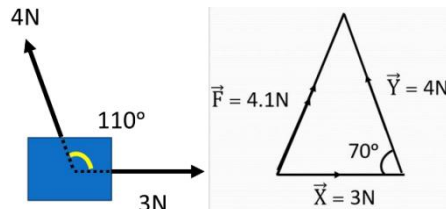
a) 平行四边形定则

- i. 选择一个合适的比例。
- ii. 将两个力的\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_相接，并跟着比例画出。
- iii. 绘制一个平行四边形，并将起点和终点连接。
- iv. 此线段的长度代表\_\_\_\_\_, 箭头代表\_\_\_\_\_。



b) 三角形定则

- i. 选择一个合适的比例。
- ii. 将两个力的\_\_\_\_\_相接，并跟着比例画出。
- iii. 绘制一个三角形，并将起点和终点连接。
- iv. 此线段的长度代表\_\_\_\_\_, 箭头代表\_\_\_\_\_。



c) 多边形定则

➤ 把多个力的首尾相接求出合力

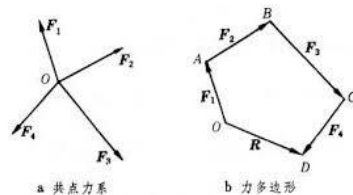
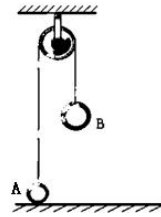


图 1 共点力系的合成

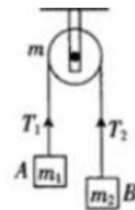
## 例子:

1. 质量为  $1\text{kg}$  的物体受到  $10\text{N}$  的推力和  $2\text{N}$  的阻力, 这个物体产生的加速度有多大? [ $8\text{ms}^{-2}$ ]
2. 物体的质量为  $2.5\text{kg}$ , 受到  $8\text{N}$  的推力, 物体跟平面的摩擦力是  $1.5\text{N}$ , 求物体的加速度? [ $2.6\text{ms}^{-2}$ ]
3. 质量是  $20\text{t}$  的车厢在平直的铁路上前进, 加速度是  $0.2\text{ms}^{-2}$ , 运动阻力是它所受重力的  $0.02$  倍, 牵引力是多少? [ $7920\text{N}$ ]
4. 一个质量为  $20\text{kg}$  的物体, 受到  $25\text{N}$  的推力, 加速度为。求物体在运动过程中受到的阻力。 [ $15\text{N}$ ]
5. 一个静止在平面上的物体, 质量是  $2\text{kg}$ , 在水平方向受到  $4.4\text{N}$  的拉力, 物体跟平面的摩擦力是  $2.2\text{N}$ , 求
  - a) 物体在  $4\text{s}$  末的速度 [ $4.4\text{ms}^{-1}$ ]
  - b) 物体在  $4\text{s}$  内发生的位移 [ $8.8\text{m}$ ]

6. 一个放在桌面上的木块, 质量是  $0.10\text{kg}$ , 在水平方向受到  $0.06\text{N}$  的力, 从静止开始运动, 木块和桌面的摩擦力是  $0.02\text{N}$ 。
  - a) 求木块通过  $1.8\text{m}$  所用的时间。 [ $3\text{s}$ ]
  - b) 求木块在  $1\text{s}$  内发生的位移。 [ $0.2\text{m}$ ]



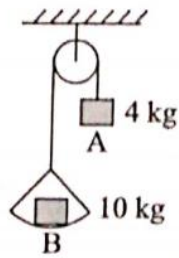
7. 两物体 A 和 B 的质量各为  $2\text{kg}$  和  $3\text{kg}$ , 它们分别系于细绳的两端, 细绳跨过光滑的定滑轮。求
  - a) 两个物体的加速度大小 [ $1.96\text{ms}^{-2}$ ]
  - b) 绳子的张力 [ $23.52\text{N}$ ]



8. 两物体  $m_1$  和  $m_2$  的质量各为  $8\text{kg}$  和  $5\text{kg}$ , 系于跨过光滑的定滑轮的绳的两端, 如图所示, 重者下降, 轻者上升。试求:
  - a) 两个物体的加速度大小 [ $2.26\text{ms}^{-2}$ ]
  - b) 绳子的张力 [ $60.32\text{N}$ ]



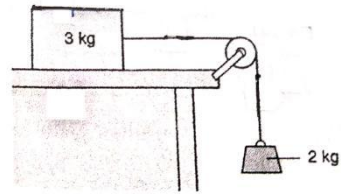
统考题:



如图中所示，两个物体 A 及 B，分别吊在一条绕过光滑滑轮的绳的两端，由静到做加速运动。若 A 物体的质量是 4kg，物体 B 的质量是 10kg，忽略托盘的质量，则物体 B 所受的净力是多少？

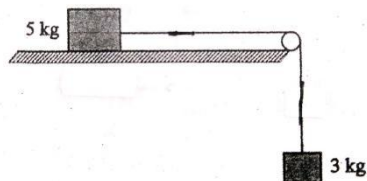
- A. 37N                      C. 56N  
B. 42N                      D. 63N

2006 年



10. 质量为 3kg 及 2kg 的两物体，系于一细绳的两端，此绳跨国一毫无摩擦力的滑轮。若物体与桌面间的摩擦力为 5N，求

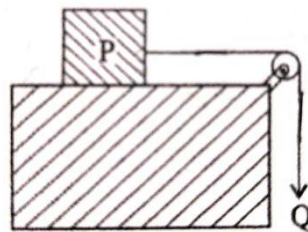
- a) 此连接体的加速度 [ $2.92ms^{-2}$ ]  
b) 绳所受张力 [13.76N]



9. 质量 3kg 及 5kg 的两物体，系于一细绳的两端，此绳跨国一毫无摩擦的滑轮。3kg 的物体凌空悬吊，而 5kg 的物体则置于水平桌面上，设物体与桌面间的摩擦力为 4.5N，求

- a) 此连接体的加速度 [ $3.11ms^{-2}$ ]  
b) 绳所受张力 [20.06N]

统考题:



如图所示，置放在桌面上的物体 P，联系着一条质量可略而不计的轻绳，此绳通过一个小滑轮而垂直向下。当绳的 Q 端施以 10N 竖直向下的拉力时，物体 P 的加速度是  $a_1$ ，但当 Q 端挂上一重为 10N 的物体并让它从静止开始降落时，P 的加速度是  $a_2$ 。 $a_1$  与  $a_2$  的关系是\_\_\_\_\_。

- A.  $a_1 \leq a_2$                       C.  $a_1 < a_2$   
B.  $a_1 > a_2$                       D.  $a_1 = a_2$

2003 年



11. 一辆拖拉机拉着一辆拖车在平直道路上行驶，拖拉机的牵引力为 15000N。拖拉机与拖车的质量分别是  $m_1 = 5000\text{kg}$  和  $m_2 = 2500\text{kg}$ ，所受的阻力分别是  $f_1 = 1000\text{N}$  和  $f_2 = 500\text{N}$ 。求它们的加速度和拖拉机与拖车之间的拉力。

[ $1.8\text{ms}^{-2}$ , 5000N]



12. 一辆拖车拉着一辆汽车在公路上行驶，拖车的牵引力为 18000N。拖车与汽车的质量分别是  $m_1 = 8000\text{kg}$  和  $m_2 = 4000\text{kg}$ ，所受的阻力分别是  $f_1 = 1000\text{N}$  和  $f_2 = 500\text{N}$ 。求它们的加速度和拖车与汽车之间的拉力。

[ $1.375\text{ms}^{-2}$ , 6000N]

**统考题:**

一辆 3000kg 的卡车拖拉着一辆 1000kg 的汽车前进。作用在卡车及汽车的阻力分别为 2000N 和 1000N。若两者的加速度为  $2\text{ms}^{-2}$ ，则卡车及汽车之间拖杠的张力是多少？

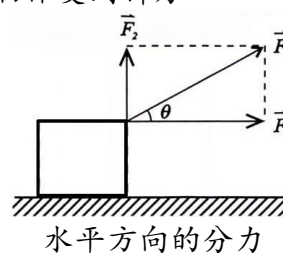
- A. 3000N                      C. 6000N  
B. 4000N                      D. 7000N

2011 年

**力的分解**

- 把一个力分解成几个分力的方法叫作\_\_\_\_\_。
- 力的分解是力的合成的逆运算。
- 如果没有限制，一个力可分解为无数对大小、方向不同的分力。
- 根据\_\_\_\_\_来分解

a) 物体受到斜力



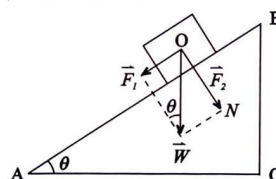
水平方向的分力

\_\_\_\_\_

竖直方向的分力

\_\_\_\_\_

b) 斜面上的物体



沿着斜面的分力

\_\_\_\_\_

垂直于斜面的分力

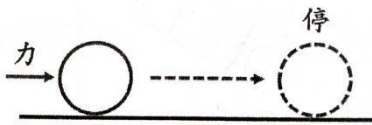
\_\_\_\_\_

5. 在求多个力的合力时，用力的正交分解法可快速的找出合力。
- 把每个力都分解到\_\_\_\_\_的方向。
  - 求出各个力的\_\_\_\_\_。
  - 在求出\_\_\_\_\_。

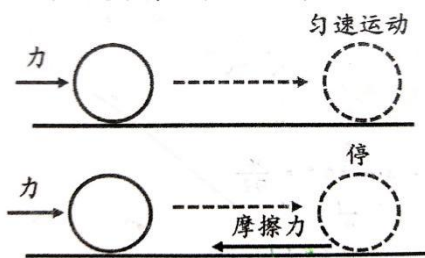
#### 4.4 牛顿第一运动定律

##### 1. 力和运动的历程

- a) 亚里士多德：力是维持物体运动的原因。



- b) 伽利略：力不是维持物体运动的原因。



- c) 笛卡尔：运动中的物体没有受到力的作用，将继续以同一速度沿着同一直线运动。

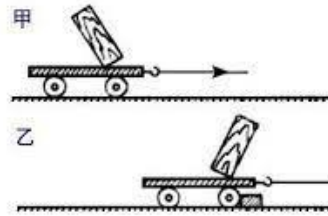
2. 牛顿第一运动定律：一切物体总保持\_\_\_\_\_状态或\_\_\_\_\_状态，直到有\_\_\_\_\_迫使它改变这种状态为止。

##### 例子：

- 最早根据实验提出力不是维持物体运动原因的科学家是\_\_\_\_\_。
  - 亚里士多德
  - 伽利略
  - 笛卡尔
  - 牛顿
- 关于力和运动的关系，下列说法正确的是：
  - 力是维持运动的原因
  - 力是产生运动的原因
  - 力是物体保持速度的原因
  - 力是改变物体运动状态的原因

#### 4.5 惯性与质量

1. 牛顿第一运动定律也被称为\_\_\_\_\_。物体都具有保持匀速直线运动或静止状态的性质。此性质称为\_\_\_\_\_。



甲：突然拉动小车时，木块由于惯性向后倒。  
乙：小车突然停下时，木块由于惯性向前倒。

2. 质量越大的物体，运动状态越难改变，惯性越大。\_\_\_\_\_是物体惯性大小的量度。



##### 例子：

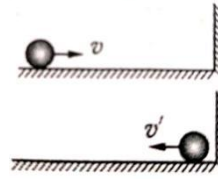
- 关于惯性，下列说法正确的是
  - 物体的质量越大，其惯性就越大
  - 物体的速度越大，其惯性就越大
  - 物体的加速度越大，惯性就越大
  - 物体所受合力越大，惯性就越大
- 下列关于惯性的说法，正确的是
  - 静止的物体没有惯性
  - 做匀速直线运动的物体没有惯性
  - 速度越大的物体，惯性越大
  - 物体的惯性大小与物体运动状态无关
- 匀速行驶的公共汽车突然刹车时，车上乘客向前方倾倒，这是因为
  - 在刹车时，乘客受到一个向前的冲力
  - 在刹车时，汽车对乘客施加的力突然消失，使乘客失去平衡
  - 汽车具有惯性，促使乘客倾倒
  - 乘客具有惯性，而汽车又突然减速

## 4.6 动量

项目	动量
定义	物体的质量和速度的乘积
公式	$p = mv$ $p = \text{动量}$ $m = \text{质量}$ $v = \text{速度}$
单位	$\text{kgms}^{-1}/\text{Ns}$
标矢性	矢量 (与速度方向相同)

### 例子:

- 在某次橄榄球比赛中，一名质量为  $95\text{kg}$  的橄榄球前锋以  $5\text{ms}^{-1}$  的速度向东跑动，这时他的动量是多少？  
 $[475\text{kgms}^{-1}]$
- 有一个质量为  $20\text{kg}$  的炮弹，它离开炮口时的速度是  $1400\text{ms}^{-1}$ ，这时它的动量是多少？  
 $[2.8 \times 10^4\text{kgms}^{-1}]$
- 在一次扣杀中，羽毛球以  $0.45\text{kgms}^{-1}$  的动量飞越球网。若羽毛球的质量为  $5\text{g}$ ，则它当时的速度是多少？  
 $[90\text{ms}^{-1}]$
- 一辆摩托车和驾驶员的质量共为  $200\text{kg}$ ，某次比赛时以  $180\text{kmh}^{-1}$  的速度行驶，摩托车和驾驶员的总动量是多少？  
 $[10000\text{kgms}^{-1}]$



- 质量为  $0.2\text{kg}$  的钢球，以  $8\text{ms}^{-1}$  的速度向右运动，碰到一个坚硬的障碍物后被弹回，沿着同一直线以  $8\text{ms}^{-1}$  的速度向左运动。
  - 碰撞前后钢球的动量各是多少？  
 $[1.6\text{kgms}^{-1}/-1.6\text{kgms}^{-1}]$
  - 碰撞前后钢球动量的变化量是多少？  
 $[-3.2\text{kgms}^{-1}]$
- 某型号的赛车质量为  $600\text{kg}$ ，从时速  $0\text{kmh}^{-1}$  加速到  $100\text{kmh}^{-1}$ 。此过程中动量的变化量是多少？  
 $[1.67 \times 10^4\text{kgms}^{-1}]$

## 4.7 牛顿第二运动定律

### 1. 牛顿第二运动定律

物体所受的力与\_\_\_\_\_成正比，力的方向与动量变化的方向\_\_\_\_\_。

$$F \propto \frac{mv - mu}{t}$$

$$F = k \frac{mv - mu}{t}; k = 1$$

$$F = \frac{mv - mu}{t}$$

$$F = m \left( \frac{v - u}{t} \right)$$

$$F = ma$$

物体的加速度跟所受的\_\_\_\_\_成正比，跟物体的\_\_\_\_\_成反比，加速度的方向与\_\_\_\_\_。

力	
定义	物体的动量变化率/质量与加速度的乘积
公式	$F = \frac{mv - mu}{t}$ $F = ma$ <p> <math>F = \text{力}</math>      <math>u = \text{初速度}</math>  <math>m = \text{质量}</math>    <math>a = \text{加速度}</math>  <math>v = \text{末速度}</math> </p>
单位	$\text{kgms}^{-2}/\text{N}$
标矢性	矢量 (与加速度方向相同)

2. 牛顿力学研究的是\_\_\_\_\_的物体。微观粒子的运动和快速移动的物体 (速度接近光速), 牛顿第二定律就不适用了。

#### 例子:

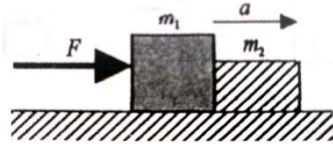
1. 一个质量为 60kg 的滑雪运动员, 沿某长直斜坡下滑时的加速度是  $5.8\text{ms}^{-2}$ , 他下滑时所受合外力的大小是多少? [348N]
2. 质量为 5kg 的气球, 以  $3\text{ms}^{-2}$  的加速度上升空中, 求球所受的浮力? [15N]
3. 一个物体受到 4N 的力的作用时, 产生的加速度是  $2\text{ms}^{-2}$ 。要使它产生  $3\text{ms}^{-2}$  的加速度, 需要施加多大的力? [6N]

4. 一个铁块在 8N 的力的作用下产生的加速度是  $4\text{ms}^{-2}$ 。它在 12N 的力的作用下产生的加速度是多大? [ $6\text{ms}^{-2}$ ]

5. 在光滑水平面上放置一个静止的物体, 质量是 5kg, 在 10N 的水平力作用下开始运动。求
- a) 5s 末的速度 [10 $\text{ms}^{-1}$ ]
  - b) 10s 内通过的位移 [100m]

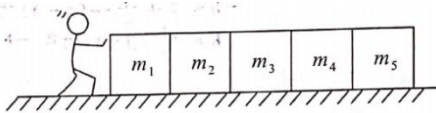
6. 一个质量为 100g 的运动物体, 初速度为  $1\text{ms}^{-1}$ , 受到的力是 2N, 力的方向跟速度方向相同, 求 3s 末的速度。 [61 $\text{ms}^{-1}$ ]

7. 当网球被击出时, 可以近似认为球从静止加速到  $50\text{ms}^{-1}$ 。网球的质量约为 0.06kg, 请估算球拍对球施加的力。(假设球加速运动的距离为 0.3m) [250N]



8. 质量不同的两木块，置于光滑的平面上，且互相接触。现施以水平力 $F$ ，如图所示。若 $m_1 = 2\text{kg}$ ， $m_2 = 1\text{kg}$ ， $F = 3\text{N}$ ，求
- 两木块的加速度  $[1\text{ms}^{-2}]$
  - 木块 $m_1$ 和 $m_2$ 各受力若干？  $[2\text{N}, 1\text{N}]$

**统考题：**



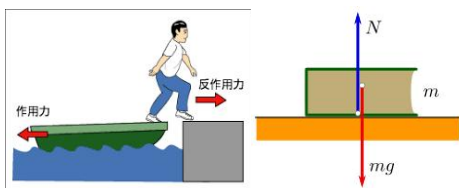
如图所示，5个相同的木块置放在光滑的地板上。某人推动第一个木块使到它们都向右作等加速运动。假设作用在 $m_1$ ， $m_3$ 和 $m_5$ 的净力各别为 $F_1$ ， $F_3$ 和 $F_5$ ，则下列哪项叙述正确？

- $F_1$ 最大
- $F_3$ 最大
- $F_5$ 最大
- 它们都相等

2008 年

**4.8 牛顿第三运动定律**

- 物体间相互作用的这一对力，通常叫作\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_。
- 作用力与反作用力的性质：
  - 作用在两个物体上
  - 总是互相依存，同时存在，同时产生，同时消失
  - 一定是同一种性质的力



3. 牛顿第三运动定律

两个物体之间的作用力与反作用力总是\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。



- 物体的重量对秤盘施加压力，物体也受到秤盘的支持力。这是一对作用力与反作用力，故秤盘显示的数字表示物体对秤盘的压力大小，也可以表示物体受到的支持力大小。

5. 人对升降机地板的压力。

- 静止、匀速上升或下降，\_\_\_\_\_
- 加速上升，\_\_\_\_\_
- 加速下降，\_\_\_\_\_
- 减速上升，\_\_\_\_\_
- 减速下降，\_\_\_\_\_

**例子：**

- 一个质量围殴  $70\text{kg}$  的人乘搭升降机上下楼。在下列各情况中，人对升降机地板的压力是多少？

(取  $g = 10\text{ms}^{-2}$ )

- 以  $v = 5\text{ms}^{-1}$  的速度匀速下降  $[700\text{N}]$
- 以  $a = 5\text{ms}^{-2}$  的加速度竖直加速上升  $[1050\text{N}]$
- 以  $a = 5\text{ms}^{-2}$  的加速度竖直加速下降  $[350\text{N}]$
- 电梯的钢索突然断开  $[0\text{N}]$

2. 一人重  $600\text{N}$  站在电梯内，当
- 电梯不动 [600N]
  - 电梯以  $1.2\text{ms}^{-2}$  之减速上升 [526.49N]
  - 电梯以  $1.2\text{ms}^{-2}$  之减速下降 [673.42N]

求在此三种情况下，该人之视重量。（即此人对电梯地板所施的作用力）



3. 电梯内的天花板上悬挂着一个弹簧测力计，弹簧测力计的挂钩上悬挂这一个  $4\text{kg}$  的物体，试分析下列情况下电梯的运动情况：
- 当弹簧测力计的示数为  $40\text{N}$   
[静止/匀速上升或下降]
  - 当弹簧测力计的示数为  $32\text{N}$   
[加速下降/减速上升]
  - 当弹簧测力计的示数为  $44\text{N}$   
[减速下降/加速上升]

**统考题：**

一根绳子仅能承受  $5\text{kN}$  的最大张力。下列哪种情况下，绳子将超过其所能承受的张力？

- 等速上提一个  $4.9\text{kN}$  的重物
- 使  $4.9\text{kN}$  的物体以  $2\text{ms}^{-2}$  减速上升
- 使  $4.9\text{kN}$  的物体以  $2\text{ms}^{-2}$  加速上升
- 使  $4.9\text{kN}$  的物体以  $2\text{ms}^{-2}$  加速下降

2004 年