

专题 04 力与运动的关系

目录

第一部分 明晰学考要求·精准复习

第二部分 基础知识梳理·全面提升

第三部分 考点精讲精练·对点突破

考点一：牛顿第一定律

考点二：牛顿第二定律

考点三：力学单位制

考点四：牛顿运动定律的简单应用

考点五：超重与失重

考点六：实验—探究加速度与力、质量的关系

第四部分 实战能力训练·满分必刷

明晰学考要求 01

- 1、知道牛顿第一定律；
- 2、知道牛顿第二定律；
- 3、了解力学单位制；
- 4、能应用牛顿运动定律处理简单问题；
- 5、知道超重与失重；
- 6、了解实验仪器、数据处理、注意事项。

基础知识梳理 02

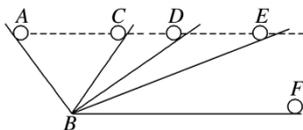
知识点一、牛顿第一定律

1. 力与运动关系认识历史

(1) 亚里士多德：必须有力作用在物体上，物体才能运动；没有力的作用，物体就要静止，力是维持物体运动的原因。

(2) 伽利略：力不是维持物体运动的原因，而是改变物体运动状态的原因。

①理想斜面实验



②理想实验的意义：伽利略理想实验是以可靠的实验事实为基础，经过抽象思维，抓住主要因素，忽略次要因素，从而更深刻地揭示了自然规律。伽利略的研究方法的核心是把实验和逻辑推理相结合。

(3) 笛卡儿：如果运动中的物体没有受到力的作用，它将继续以同一速度沿同一直线运动，既不停下来也不偏离原来的方向。

2. 牛顿第一定律

(1) 内容：一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，除非作用在它上面的力迫使它改变这种状态。

(2) 意义

①揭示了力与运动的关系：力是改变物体运动状态的原因，即力是产生加速度的原因。力不是维持和产生物体运动的原因。

②揭示了一切物体都具有的一种属性——惯性，所以牛顿第一定律也叫惯性定律。

(3) 理解

①明确惯性的概念，揭示力的本质。

②牛顿第一定律不是实验直接总结出来的，是牛顿以伽利略的理想实验为基础，加之高度的抽象思维概括总结出来的。

(4) 运动状态的改变：如果物体速度的大小或方向改变了，它的运动状态就发生了改变；如果物体做匀速运动或静止，它的运动状态就没发生变化。

物体运动状态改变的三种情况：

①速度的方向不变，只有大小改变。（物体做直线运动）

②速度的大小不变，只有方向改变。（物体做匀速曲线运动）

③速度的大小和方向同时发生改变。（物体做变速曲线运动）

3. 惯性

(1) 定义：物体具有保持原来匀速直线运动状态或静止状态的性质。

(2) 惯性与质量的关系：质量是物体惯性大小唯一量度，质量大的物体惯性大，物体运动状态不容易改变，质量小的物体惯性小，运动状态容易改变。凡是有关惯性的问题都要同质量联系起来。

(3) 惯性与物体的受力情况无关。

(4) 一切物体都有惯性，和物体是否有速度及速度的大小均无关。

【注意】①在不受力（或合外力为零）的条件下，惯性表现为保持原来的运动状态。

②在受力条件下，惯性表现为运动状态改变的难易程度。

知识点二、牛顿第二定律

1. 内容：物体加速度的大小跟作用力成正比，跟物体的质量成反比，加速度的方向跟作用力的方向相同。

2. 表达式: $F=kma$, 式中 k 是比例系数, F 是物体所受的合外力。国际单位制中: $F=ma$ 。

3. 对牛顿第二定律的理解

(1) 公式 $F=ma$ 中, 若 F 是合力, 加速度 a 为物体的实际加速度; 若 F 是某一个力, 加速度 a 为该力产生的加速度。

(2) $a=\frac{F}{m}$ 是加速度的决定式, 它揭示了物体产生加速度的原因及影响物体加速度的因素。

(3) F 、 m 、 a 三个物理量的单位都为国际单位制时, 才有公式 $F=kma$ 中 $k=1$, 即 $F=ma$ 。

4. 特性

(1) 因果性: 力是产生加速度的原因, 质量是物体惯性大小的量度, 物体的加速度是力这一外因和质量这一内因共同作用的结果。

(2) 矢量性: 加速度与合外力都是矢量, 它们的方向始终相同, 加速度的方向唯一由合外力的方向决定。

(3) 瞬时性: 物体的加速度跟它所受到的合外力之间存在着瞬时对应关系, 加速度随合外力同时产生、同时变化、同时消失。一物体所受合外力恒定时, 加速度恒定, 物体做匀变速直线运动; 合外力随时间改变时, 加速度也随时间改变; 合外力为 0 时, 加速度为 0, 物体就处于静止或匀速直线运动状态。

4. 合外力、加速度、速度的关系

(1) 合外力与速度的关系: 力与速度无因果关系: 合外力方向与速度方向可以相同, 可以相反, 还可以有夹角。合外力方向与速度方向相同时, 物体做加速运动, 相反时物体做减速运动。

(2) 力与运动的关系: 物体受力作用 \rightarrow 运动状态变化 \rightarrow 速度变化 $\left\{ \begin{array}{l} \text{力与速度同向} \rightarrow v \text{ 增加} \\ \text{力与速度反向} \rightarrow v \text{ 减小} \end{array} \right.$ 速度大小或方向变化。

(3) 力与加速度为因果关系: 力是因, 加速度是果。只要物体所受的合外力不为零, 就会产生加速度。加速度与合外力方向是相同的, 大小与合外力成正比 (物体质量一定时)。

加速度的定义式与决定式: $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 是加速度的定义式, 它给出了测量物体的加速度的方法, 这是物理上

用比值定义物理量的方法; $a=\frac{F}{m}$ 是加速度的决定式, 它揭示了物体产生加速度的原因及影响物体加速度的因素。

【注意】 物体的加速度的方向与物体所受的合外力是瞬时对应关系, 即 a 与合力 F 方向总是相同, 但速度 v 的方向不一定与合外力的方向相同。

5. 力的单位

(1) 国际单位: 牛顿, 简称牛, 符合为 N。

(2) “牛顿”的定义: 使质量为 1kg 的物体产生 1m/s^2 的加速度的力, 称为 1N, 即 $1\text{N}=1\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$ 。

(3) 比例系数 k 的含义：关系式 $F=kma$ 中的比例系数 k 的数值由 F 、 m 、 a 三量的单位共同决定，三个量都取国际单位，即三量分别取 N、kg、 m/s^2 作单位时，系数 $k=1$ 。

6. 应用牛顿第二定律解题的一般步骤

- (1) 明确研究对象。根据问题的需要和解题的方便，选出被研究的物体
- (2) 进行受力和运动状态分析，画好受力分析图，明确运动性质和运动过程。
- (3) 建立坐标系，一般以加速度方向和垂直加速度方向为两坐标轴的方向。
- (4) 根据牛顿第二定律列方程求解。

知识点三、力学单位制

1. 基本量：只要选定几个物理量的单位，就能够利用物理量之间的关系推导出其他物理量的单位，被选定的物理量叫做基本量。力学中的基本量：长度、质量和时间。

2. 基本单位：所选定的基本量的单位叫做基本单位。

- (1) 物理学中，共有七个物理量的单位被选定为基本单位。
- (2) 在力学中，选定长度、质量和时间这三个物理量的单位为基本单位。

长度的单位有厘米 (cm)、米 (m)、千米 (km) 等。质量的单位有克 (g)、千克 (kg) 等。

时间的单位有秒 (s)、分钟 (min)、小时 (h) 等。

3. 导出单位：由基本量根据物理关系推导出来的其他物理量的单位叫做导出单位。

例如：加速度单位： m/s^2 ，力的单位：N。

4. 单位制：基本单位和导出单位一起组成了单位制。

国际单位制：1960 年第 11 届国际计量大会制定了一种国际通用的、包括一切计量领域的单位制，叫做国际单位制。简称 SI。

5. 国际单位制中力学的三个基本物理量及单位：

- (1) 三个基本物理量：长度、质量和时间。
- (2) 三个基本单位：米 (m)、千克 (kg)、秒 (s)。

知识点四、牛顿运动定律的简单应用

1. 由受力情况确定运动情况：如果已知物体的受力情况，可由牛顿第二定律求出物体的加速度，再通过运动学的规律就可以确定物体的运动情况。

(1) 分析思路

① 确定研究对象，对研究对象进行受力分析，并画出物体的受力分析图。

② 根据力的合成与分解，求出物体所受的合外力（包括大小和方向）。

③ 根据牛顿第二定律列方程，求出物体运动的加速度。

④ 结合物体运动的初始条件，选择运动学公式，求出所需的物理量——任意时刻的速度，任意时间内的位移，以及运动轨迹等。

(2) 分析流程

已知物体的受力情况 $\xrightarrow{\text{由 } F=ma}$ 求得 a , 由 $\begin{cases} x=v_0t+\frac{1}{2}at^2 \\ v=v_0+at \\ v^2-v_0^2=2ax \end{cases}$ \rightarrow 求得 x 、 v_0 、 v 、 t 。

2. 由运动情况确定受力情况: 若已经知道物体的运动情况, 根据运动学公式求出物体的加速度, 于是就可以由牛顿第二定律确定物体所受的外力, 这是力学所要解决的又一方面的问题。

(1) 分析思路

①根据物体的运动情况, 利用运动学公式求出物体的加速度。

②根据牛顿第二定律确定物体所受的合外力。

③结合受力分析, 从而求出未知的力或与力相关的某些物理量。对物体进行受力分析时要善于结合物体的运动状态来确定某个力的有无及其方向, 比如弹力、摩擦力是否存在与物体的运动情况有关, 因此要结合物体的运动状态利用假设法去分析。

(2) 分析流程

已知物体运动情况 $\xrightarrow{\text{由匀变速直线运动公式}}$ a $\xrightarrow{\text{由 } F=ma}$ 物体受力情况。

知识点五、超重与失重

1. 视重: 当物体挂在弹簧测力计下或放在水平台秤上时, 弹簧测力计或台秤的示数称为“视重”, 大小等于弹簧测力计所受的拉力或台秤所受的压力。

2. 超重

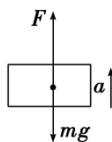
(1) 定义: 物体对支持物的压力 (对悬挂物的拉力) 大于物体所受重力的现象。

(2) 产生条件: 物体具有竖直向上的加速度。

(3) 视重 (F) 与重力关系: $F=m(g+a) > mg$

(4) 运动情况: 向上加速, 向下减速。

(5) 受力图:



3. 失重

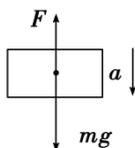
(1) 定义: 物体对支持物的压力 (对悬挂物的拉力) 小于物体所受重力的现象。

(2) 产生条件: 物体具有竖直向下的加速度。

(3) 视重 (F) 与重力关系: $F=m(g-a) < mg$

(4) 运动情况: 向下加速, 向上减速。

(5) 受力图:



4. 完全失重

(1) 定义：物体对支持物的压力（对悬挂物的拉力）等于零的状态。

(2) 产生条件： $a=g$ ，方向竖直向下。

(3) 视重（ F ）与重力关系： $F=m(g-g)=0$ 。

(4) 运动情况：自由落体运动、抛体运动、环绕地球正常运行的卫星等。

(5) 受力图：



【注意】①发生超重或失重的现象与物体的速度方向无关，只取决于物体加速度的方向。

②在完全失重状态下，平常由重力产生的一切物理现象都会完全消失，比如物体对桌面无压力，单摆停止摆动，浸在水中的物体不受浮力等。靠重力才能使用的仪器，也不能再使用，如天平、液体气压计等。

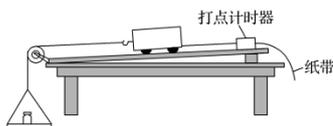
③当物体处于超重或失重时，物体的重力并未变化，只是视重变了。**知识点六、实验：探究加速度与力、质量的关系**

1. 探究方法——控制变量法

(1) 控制小车的质量 M 不变，研究加速度与合外力的关系 $a \propto F_{\text{合}}$ 。

(2) 控制砝码和小盘的质量不变，即力 F 不变，改变小车的质量 M ，研究加速度与质量的关系 $a \propto \frac{1}{M}$ 。

2. 要测量的物理量—近似法 本实验的研究对象：小车，装置如图所示。



(1) 小车与其上砝码的总质量 M —用天平测出。在小车上增减砝码可改变小车的质量。

(2) 小车受的拉力 F —用天平测出小盘和盘内砝码的总质量 m ，由 $F=mg$ 算出。在砝码盘和砝码的总质量远小于小车质量的情况下，可以认为砝码盘和砝码的总重力近似等于小车所受的拉力（合外力）。

(3) 小车的加速度 a —①通过打点计时器打出的纸带，根据公式 $\Delta x = aT^2$ ，结合逐差法计算出小车的加速度。

②应用加速度与位移成正比求出。由于 $a = \frac{2x}{t^2}$ ，如果测出两个初速度为零的匀加速直线运动在相同时间

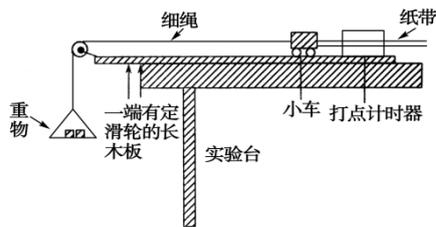
内发生的位移 x_1 、 x_2 ，则位移之比就是加速度之比，即 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{x_1}{x_2}$ 。

3. **实验器材**：砝码，一端有定滑轮的长木板，细线，纸带，导线，夹子，小盘，天平，小车，打点计时器，交流电源，复写纸，刻度尺。

4. 实验步骤

(1) 用天平测出小车和重物的质量分别为 M_0 、 m_0 ，并把数值记录下来。

(2) 按图所示将实验器材安装好（小车上不系绳）。



(3) 补偿摩擦力：在木板无滑轮的一端下面垫一薄木板，反复移动其位置，直到打点计时器正常工作后不挂重物的小车在斜面上做匀速直线运动为止（纸带上相邻点间距相等）。

(4) 将重物通过细绳系在小车上，接通电源放开小车，用纸带记录小车的运动情况；取下纸带并在纸带上标上号码及此时所挂重物的重力 m_0g 。

(5) 保持小车的质量不变，改变所挂重物的重力，重复步骤 4，多做几次实验，每次小车从同一位置释放，并记录好重物的重力， m_1g 、 m_2g 、...，以及计算出相应纸带的加速度填入事先制好的表格 1。

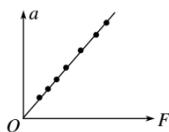
(6) 保持托盘中所放重物的质量不变，在小车上加放砝码，并测出小车与所放砝码的总质量 M ，接通电源，放开小车，用纸带记录小车的运动情况，取下纸带并在纸带上标上号码。

(7) 继续在小车上加放砝码，重复步骤 6，多做几次实验，在每次得到的纸带上标上号码。

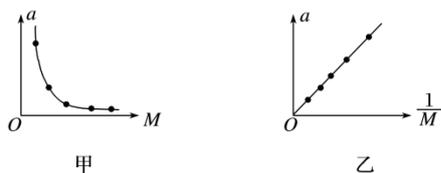
(8) 计算出每次实验所得纸带的加速度值及小车与砝码的总质量填入事先制好的表格 2。

5. 数据处理

(1) 分析加速度和力的关系：依据表格 1，以加速度 a 为纵坐标，以外力 F 为横坐标，作出 $a-F$ 关系图象，如图所示，由此得出结论：质量不变时，加速度与力成正比。



(2) 分析加速度和质量的关系：依据表格 2，以加速度 a 为纵坐标，以小车及砝码的总质量 M 的倒数 $\frac{1}{M}$ 为横坐标作出 $a-\frac{1}{M}$ 关系图象，如图所示，据图象可以得出结论：受力一定时，加速度与质量成反比。



(3) 实验结论：①保持物体质量不变时，物体的加速度与作用在物体上合外力成正比；
②在力 F 不变时，物体的加速度 a 与物体质量成反比。

6. 注意事项

(1) 补偿摩擦力时不要挂重物，整个实验平衡了摩擦力后，不管以后是改变盘和砝码的质量，还是改变小车及砝码的质量，都不需要重新补偿摩擦力。

(2) 实验中必须满足小车和砝码的总质量远大于小盘和砝码的总质量。

(3) 作图象时，要使尽可能多的点在所作直线上，不在直线上的点应尽可能对称分布在所作直线两侧。离直线较远的点是错误数据，可舍去不予考虑。

(4) 释放时小车应靠近打点计时器且先接通电源再放开小车。

考点一、牛顿第一定律

【典型例题 1】如图所示为现代人在实验室所做的伽利略斜面实验的频闪照片的组合图，实验中把小球从左侧斜面的某个位置由静止释放，它将冲上右侧斜面，频闪照片显示小球在右侧斜面运动过程中相邻的两个小球间的距离依次减小；如果右侧斜面变成水平，频闪照片显示小球在右侧斜面运动过程中相邻的两小球间的距离几乎相等。对于这个实验，以下叙述正确的是（ ）



- A. 小球冲上右侧斜面后做减速运动，表明“力是维持物体运动的原因”的结论是正确的
- B. 小球最终也会在右侧水平面上停下来，表明“力是维持物体运动的原因”的结论是正确的
- C. 因为没有绝对光滑的斜面或者平面，所以伽利略提出的“如果没有摩擦力，小球将在水平面上永远运动下去”的结论是荒谬可笑的
- D. 上述实验表明“如果没有摩擦力，小球将在水平面上永远运动下去”的结论是正确的

【答案】D

【解析】小球冲上右侧斜面后做减速运动，表明“力是维持物体运动的原因”的结论是错误的，故 A 错误；小球最终也会在右侧水平面上停下来，是由于受到摩擦力的作用，故 B 错误；因为没有绝对光滑的斜面或者平面，所以伽利略提出的“如果没有摩擦力，小球将在水平面上永远运动下去”的结论是一种理想的推论，但是却有着非常重要的现实意义，它开创了研究物理问题的新的方法，该结论是正确的，故 C 错误，D 正确。

【典型例题 2】一个做匀加速直线运动的物体，在运动过程中，若所受的一切外力都突然消失，则由牛顿第一定律可知，该物体将（ ）

- A. 立即静止
- B. 改做匀速直线运动
- C. 继续做匀加速直线运动
- D. 改做变加速直线运动

【答案】B

【解析】根据牛顿第一定律可知，一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，除非有力来改变这种状态，所以当物体所受的一切外力都突然消失时，物体之后的运动状态将保持不变，将以该时刻的瞬时速度做匀速直线运动，故 B 正确。

【对点训练 1】下列关于惯性的说法正确的是

()

- A. 人走路时没有惯性，被绊倒时有惯性
- B. 百米赛跑到达终点时不能立即停下来是由于惯性，停下来时就没有惯性了
- C. 物体没有受外力作用时有惯性，受外力作用后惯性被克服了
- D. 物体的惯性与物体的运动状态及受力情况均无关

【答案】D

【解析】惯性是物体的固有属性，物体在任何情况下都有惯性，故 A、B、C 错误；惯性的大小与物体的运动状态及受力情况均无关，它仅取决于物体的质量大小，故 D 正确。

【对点训练 2】关于物体的惯性，下列说法正确的是 ()

- A. 静止的火车启动时速度变化很慢，是因为静止的物体惯性比较大
- B. 只有处于静止状态或匀速运动状态的物体才具有惯性
- C. 物体做变速运动时，其惯性不发生变化
- D. 在宇宙飞船中的物体不具有惯性

【答案】C

【解析】一切物体都具有惯性；惯性大小只与物体的质量有关，与运动状态无关；质量不变，惯性不变，C 正确。

考点二、牛顿第二定律

【典型例题 1】关于牛顿第二定律，下列说法正确的是 ()

- A. 牛顿第二定律的表达式 $F=ma$ 是矢量式， a 与 F 方向始终相同
- B. 物体所受合力必须达到一定值时，才能使物体产生加速度
- C. 物体加速度的大小跟所受作用力中任一个力的大小成正比
- D. 牛顿第二定律说明当物体有加速度时，物体才受到外力的作用

【答案】A

【解析】牛顿第二定律的表达式 $F=ma$ 是矢量式， a 与 F 方向始终相同，A 正确；合力不为零即有加速度，B 错误；加速度的大小跟物体所受的合外力的大小成正比，C 错误；力是产生加速度的原因，而不是因为有了加速度，物体才受外力作用，D 错误。

【典型例题 2】水平地面上张师傅用 40 N 的水平力推动 30 kg 的物体，获得 0.5 m/s^2 的加速度，则水平面对物体的摩擦力大小为 ()

- A. 15 N
- B. 20 N
- C. 25 N
- D. 30 N

【答案】C

【解析】由牛顿第二定律得 $F-F_f=ma$ ，有 $F_f=F-ma=40 \text{ N}-30 \times 0.5 \text{ N}=25 \text{ N}$ ，故选 C。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/808073071051007002>