





第 03 讲 牛顿第二定律及其应用

模块导航

-  **考点聚焦：** 复习要点+知识网络，有的放矢
-  **重点专攻：** 知识点和关键点梳理，查漏补缺
-  **难点强化：** 难点内容标注与讲解，能力提升
-  **提升专练：** 真题感知+提升专练，全面突破

考点聚焦

» 高考考点聚焦

1. 牛顿第二定律的简单应用：2024·贵州、2024·宁夏四川
2. 超重和失重：2024·山东、2024·河北、2024·湖北、2024·宁夏四川
3. 牛顿第三定律：2024·辽宁
4. 利用牛顿第二定律分析动态过程：2024·安徽、2024·广东
5. 牛顿第二定律求瞬时突变问题：2024·湖南
6. 牛顿运动定律与图像结合：2024·安徽

重点专攻

1. 牛顿第二定律

1) 牛顿第二定律内容

物体的加速度与作用力成正比，与物体的质量成反比。 $a \propto \frac{F}{m}$ 。

2) 力与加速度的因果关系

力产生加速度(ma 是力的作用效果)。

- ①瞬时关系：加速度随力作瞬时同步变化；
- ②方向关系：加速度方向总与力的方向一致；
- ③量值关系： $\sum F = ma$ 。

3) 力的单位

规定质量为 1 kg 的物体产生 1m/s^2 加速度，则受到的力大小为 1N。

4) 适用条件

惯性系统中宏观，低速运动物体。

2. 应用牛顿第二定律时的运算方法和研究方法

- 1)合成法：若物体只受两个力作用而产生加速度时，通常应用合成法求解。
- 2)正交分解法：当物体受两个以上的力作用时，常用正交分解法求合力。多

数情况下是把力正交分解到加速度的方向上和垂直于加速度的方向上

3)整体法和隔离法 由两个或两个以上的物体组成的系统中,把相互作用的多个物体视为一个系统,对系统整体进行分析研究的方法称为整体法.把某个物体从系统中“隔离”出来,将其作为研究对象进行分析的方法称为隔离法.

3. 两类基本问题

1)求力与运动的关系,加速度是桥梁

2)已知力求运动一般用决定式,已知运动求力一般用定义

$$a = \frac{F}{m} \quad \text{式:}$$
$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

3)运动中加速度恒定可作为一个运动过程,若加速度发生变化则作为一个新过程的开始,运动转折点的速度是前后过程联系的关键量

◆ 难点强化

强化点一 物体受力突变时的瞬时加速度

1)刚性绳(或杆、接触面) 不发生明显形变就能产生弹力.若剪断刚性绳(或脱离杆、接触面),则弹力立即消失,不需要形变恢复时间.一般题目中所给细线和接触面在不加特殊说明时,均可按此模型处理.

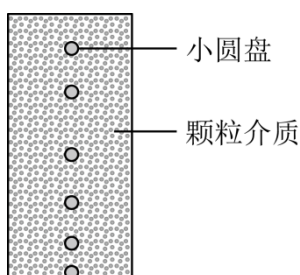
2)弹簧(或橡皮绳) 此模型的特点是产生弹力时形变量大,其形变恢复需要较长时间,在突变问题中,其弹力的大小往往可以看成不变.

◆ 提升专练

》 真题感知

一、单选题

1. (2024·贵州·高考真题)某研究人员将一铁质小圆盘放入聚苯乙烯颗粒介质中,在下落的某段时间内,小圆盘仅受重力 G 和颗粒介质对其向上的作用力 f .用高速相机记录小圆盘在不同时刻的位置,相邻位置的时间间隔相等,如图所示,则该段时间内下列说法可能正确的是 ()



- A. f 一直大于 G B. f 一直小于 G
C. f 先小于 G , 后大于 G D. f 先大于 G , 后小于 G

【答案】C

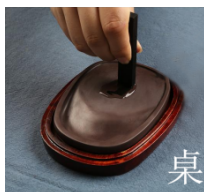
【详解】由图可知相等时间内铁质小圆盘的位移先增大后减小,可知铁质小圆盘的速度先增大后减小,以向下为正方向,即铁质小圆盘的加速度先正后负,根据牛顿第二定律

$$G - f = \frac{G}{g} \cdot a$$

可知 f 先小于 G ，后大于 G 。

故选 C。

2. (2024·辽宁·高考真题) 利用砚台将墨条研磨成墨汁时讲究“圆、缓、匀”，如图，在研磨过程中，砚台始终静止在水平桌面上。当墨条的速度方向水平向左时，()



- A. 砚台对墨条的摩擦力方向水平向左
- B. 桌面对砚台的摩擦力方向水平向左
- C. 桌面和墨条对砚台的摩擦力是一对平衡力
- D. 桌面对砚台的支持力与墨条对砚台的压力是一对平衡力

【答案】C

【详解】A. 当墨条速度方向水平向左时，墨条相对于砚台向左运动，故砚台对墨条的摩擦力方向水平向右，故 A 错误；

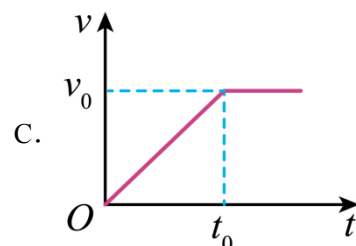
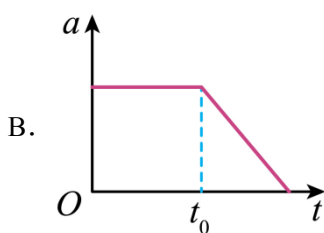
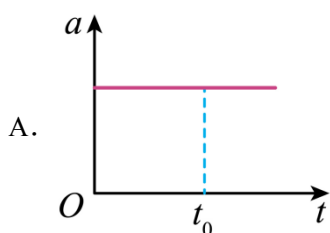
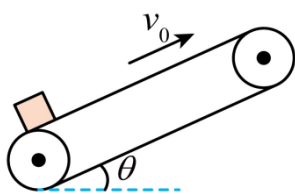
B. 根据牛顿第三定律，墨条对砚台的摩擦力方向水平向左，由于砚台处于静止状态，故桌面对砚台的摩擦力方向水平向右，故 B 错误；

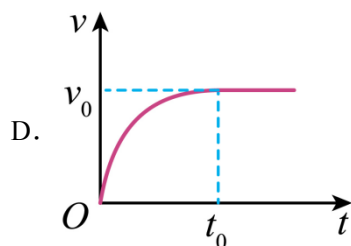
C. 由于砚台处于静止状态，水平方向桌面和墨条对砚台的摩擦力是一对平衡力，故 C 正确；

D. 桌面对砚台的支持力大小等于砚台的重力加上墨条对其的压力，故桌面对砚台的支持力大于墨条对砚台的压力，故 D 错误。

故选 C。

3. (2024·安徽·高考真题) 倾角为 θ 的传送带以恒定速率 v_0 顺时针转动。 $t=0$ 时在传送带底端无初速轻放一小物块，如图所示。 t_0 时刻物块运动到传送带中间某位置，速度达到 v_0 。不计空气阻力，则物块从传送带底端运动到顶端的过程中，加速度 a 、速度 v 随时间 t 变化的关系图线可能正确的是 ()





【答案】C

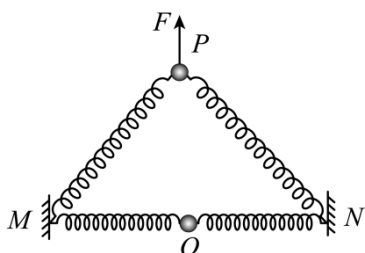
【详解】 $0 \sim t_0$ 时间内：物体轻放在传送带上，做加速运动。受力分析可知，物体受重力、支持力、滑动摩擦力，滑动摩擦力大于重力的下滑分力，合力不变，故做匀加速运动。

t_0 之后：当物块速度与传送带相同时，静摩擦力与重力的下滑分力相等，加速度突变为零，物块做匀速直线运动。

C 正确，ABD 错误。

故选 C。

4. (2024·安徽·高考真题) 如图所示，竖直平面内有两完全相同的轻质弹簧，它们的一端分别固定于水平线上的 M 、 N 两点，另一端均连接在质量为 m 的小球上。开始时，在竖直向上的拉力作用下，小球静止于 MN 连线的中点 O ，弹簧处于原长。后将小球竖直向上缓慢拉至 P 点，并保持静止，此时拉力 F 大小为 $2mg$ 。已知重力加速度大小为 g ，弹簧始终处于弹性限度内，不计空气阻力。若撤去拉力，则小球从 P 点运动到 O 点的过程中 ()



- A. 速度一直增大
B. 速度先增大后减小
C. 加速度的最大值为 $3g$
D. 加速度先增大后减小

【答案】A

【详解】AB. 缓慢拉至 P 点，保持静止，由平衡条件可知此时拉力 F 与重力和两弹簧的拉力合力为零。此时两弹簧的合力为大小为 mg 。当撤去拉力，则小球从 P 点运动到 O 点的过程中两弹簧的拉力与重力的合力始终向下，小球一直做加速运动，故 A 正确，B 错误；

CD. 小球从 P 点运动到 O 点的过程中，形变量变小弹簧在竖直方向的合力不断变小，故小球受的合外力一直变小，加速度的最大值为撤去拉力时的加速度，由牛顿第二定律可知

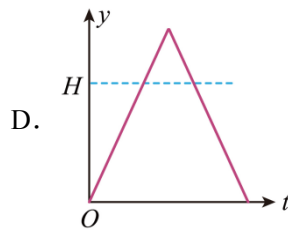
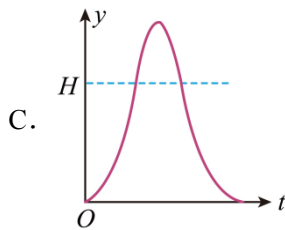
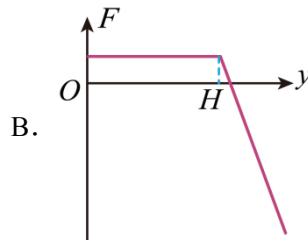
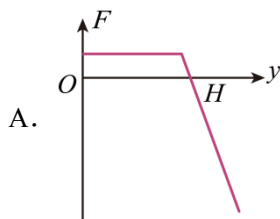
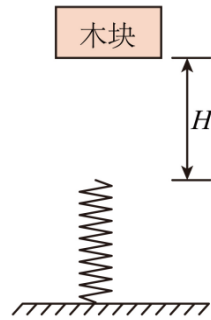
$$2mg = ma$$

加速度的最大值为 $2g$ ，CD 错误。

故选 A。

5. (2024·广东·高考真题) 如图所示，轻质弹簧竖直放置，下端固定。木块从弹簧正上方 H

高度处由静止释放。以木块释放点为原点，取竖直向下为正方向。木块的位移为 y 。所受合外力为 F ，运动时间为 t 。忽略空气阻力，弹簧在弹性限度内。关于木块从释放到第一次回到原点的过程中。其 $F-y$ 图像或 $y-t$ 图像可能正确的是 ()



【答案】B

【详解】AB. 在木块下落 H 高度之前，木块所受合外力为木块的重力保持不变，即

$$F = mg$$

当木块接触弹簧后，弹簧弹力向上，则木块的合力

$$F = mg - k(y - H)$$

到合力为零前，随着 y 增大 F 减小；当弹簧弹力大于木块的重力后到最低点之后，木块开始反弹，过程中木块所受合外力向上，随着 y 减小 F 增大，反弹过程，随着 y 减小，图像向 x 轴负方向原路返回，故 **A 错误、B 正确**；

CD. 在木块下落 H 高度之前，木块做自由落体运动，根据

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

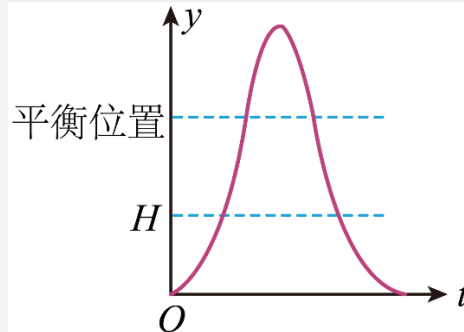
速度逐渐增大， $y-t$ 图像斜率逐渐增大，当木块接触弹簧后到合力为零前，根据牛顿第二定律

$$mg - k(y - H) = F = ma$$

木块的速度继续增大，做加速度减小的加速运动，所以 $y-t$ 图像斜率继续增大，当弹簧弹力大于木块的重力后到最低点过程中

$$F = k(y - H) - mg$$

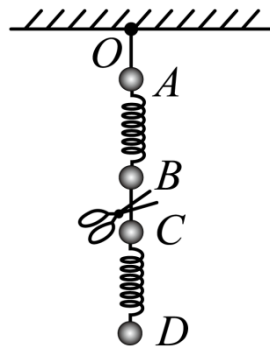
木块所受合外力向上，木块做加速度增大的减速运动，所以 $y-t$ 图斜率减小，到达最低点后，木块向上运动，经以上分析可知，木块先做加速度减小的加速运动，再做加速度增大的减速运动，再做匀减速直线运动到最高点，而 C 图中 H 点过后速度就开始逐渐减小，实际速度还应该增大，直到平衡位置速度到达最大，然后速度逐渐减为零；D 图前半段速度不变，不符合题意，正确 $y-t$ 示意图如下



故 CD 错误。

故选 B。

6. (2024·湖南·高考真题) 如图，质量分别为 $4m$ 、 $3m$ 、 $2m$ 、 m 的四个小球 A、B、C、D，通过细线或轻弹簧互相连接，悬挂于 O 点，处于静止状态，重力加速度为 g 。若将 B、C 间的细线剪断，则剪断瞬间 B 和 C 的加速度大小分别为 ()



A. g , $1.5g$

B. $2g$, $1.5g$

C. $2g$, $0.5g$

D. g , $0.5g$

【答案】A

【详解】剪断前，对 BCD 分析

$$F_{AB} = (3m + 2m + m)g$$

对 D

$$F_{CD} = mg$$

剪断后，对 B

$$F_{AB} - 3mg = 3ma_B$$

解得

$$a_B = g$$

方向竖直向上；对 C

$$F_{DC} + 2mg = 2ma_C$$

解得

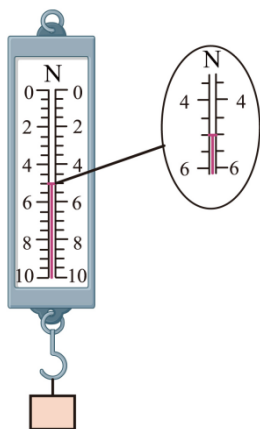
$$a_C = 1.5g$$

方向竖直向下。

故选 A。

二、实验题

7. (2024·宁夏四川·高考真题) 学生小组为了探究超重和失重现象, 将弹簧测力计挂在电梯内, 测力计下端挂一物体。已知当地重力加速度大小为 9.8m/s^2 。



- (1) 电梯静止时测力计示数如图所示, 读数为____N (结果保留 1 位小数);
- (2) 电梯上行时, 一段时间内测力计的示数为 4.5N , 则此段时间内物体处于____ (填“超重”或“失重”) 状态, 电梯加速度大小为____ m/s^2 (结果保留 1 位小数)。

【答案】 (1) 5.0

(2) 失重 1.0

【详解】 (1) 由图可知弹簧测力计的分度值为 0.5N , 则读数为 5.0N 。

(2) [1] 电梯上行时, 一段时间内测力计的示数为 4.5N , 小于物体的重力可知此段时间内物体处于失重状态;

[2] 根据

$$G = mg = 5.0\text{N}$$

根据牛顿第二定律

$$mg - T = ma$$

代入数据联立解得电梯加速度大小

$$a \approx 1.0\text{m/s}^2$$

» 提升专练

一、单选题

1. (24-25 高三上·广东广州·月考) 在刚结束的巴黎奥运会, 郑钦文获得女单网球冠军, 创造历史性的一刻。如图所示, 郑钦文把飞来的网球击打回去, 落到了对方场内, 则下列说法正确的是 ()



- A. 飞来的网球速度越大, 惯性越大
- B. 球被打飞回去, 是因为力是维持物体运动状态的原因
- C. 若球拍没有击打球, 则球会保持原来的运动状态不变
- D. 球拍对球的弹力, 是因为球拍发生弹性形变而产生的

【答案】D

【详解】A. 物体的惯性只由质量决定, 与物体的速度无关, 故 A 错误;

B. 球被打飞回去, 是因为力是改变物体运动状态的原因, 故 B 错误;

C. 若球拍没有击打球, 由于球仍受重力作用, 所以球不会保持原来的运动状态不变, 故 C 错误;

D. 球拍对球的弹力, 是因为球拍发生弹性形变而产生的, 故 D 正确。

故选 D。

2. (2024·浙江温州·三模) 2023 年 10 月 30 日, 中国队在男子短道速滑 5000 米接力赛中, 以 7 分 04 秒 412 的成绩夺冠。下列说法正确的是 ()



- A. 题中“7 分 04 秒 412”表示时刻
- B. 题中“5000 米”表示位移大小
- C. 运动员在接力过程中, 惯性不变
- D. 研究队员冲线细节时, 可以将其看成质点

【答案】C

【详解】A. 题中“7 分 04 秒 412”表示时间, 选项 A 错误;

B. 题中“5000 米”表示路程, 选项 B 错误;

C. 运动员在接力过程中, 质量不变, 则惯性不变, 选项 C 正确;

D. 研究队员冲线细节时, 队员大小形状不可忽略, 不可以将其看成质点, 选项 D 错误。

故选 C。

3. (2024·山东济南·模拟预测) 一个物体在多个力的作用下处于静止状态, 如果仅使其中的一个力大小逐渐减小到零, 然后又从零逐渐恢复到原来的大小(此力的方向始终未变), 在此过程中其余各力均不变, 则下列对该过程的说法正确的是()
- A. 物体运动的速度先增大后减小
 - B. 物体运动的速度方向将发生改变
 - C. 物体运动的加速度先减小后增大
 - D. 物体运动的加速度先增大后减小

【答案】D

【详解】物体在多个力的作用下处于静止状态, 其中的一个力与其余几个力的合力大小相等、方向相反, 如果仅使其中的一个力大小逐渐减小到零, 然后又从零逐渐恢复到原来的大小, 在此过程中, 物体所受合力先增大后减小到零, 所以物体运动的加速度先增大后减小; 因加速度方向没变, 故物体运动的速度一直增大, 方向不变。

故选 D。

4. (2024·广西梧州·模拟预测) 下列关于科学研究方法以及物理学相关知识的叙述正确的是()
- A. 伽利略发现“力不是维持物体运动的原因”, 是在实验的基础上经过抽象推理得出的结论, 运用了理想实验法
 - B. 根据速度定义式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 当 Δt 非常小时, $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 就可以表示物体在 t 时刻的瞬时速度, 运用了微元的思想
 - C. 加速度 a 与质量 m 、合外力 F 之间的关系为 $a = \frac{F}{m}$, 利用了比值定义法
 - D. 利用光电门测速度, 运用了微小放大法

【答案】A

【详解】A. 伽利略发现“力不是维持物体运动的原因”, 是在实验的基础上经过抽象推理得出的结论, 运用了理想实验法, A 正确;

B. 根据速度定义式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 当 Δt 非常小时, $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 就可以表示物体在 t 时刻的瞬时速度, 运用了极限的思想, B 错误;

C. 加速度 a 与质量 m 、合外力 F 之间的关系为 $a = \frac{F}{m}$, 不是利用比值定义法, 而是牛顿在力是产生加速度的原因且用国际单位的情况下, 总结出的牛顿第二定律表达式, C 错误;

D. 利用光电门测速度, 运用了极限法, D 错误。

故选 A。

$$N = Mg - F = 600\text{N} - 280\text{N} = 320\text{N}$$

由牛顿第三定律可得：人对地面的压力大小为

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/357201143110010023>