

第 3.2 节 牛顿第二定律和两类运动学问题

要点一 牛顿第二定律的理解

1. 根据牛顿第二定律, 下列叙述正确的是()
 - A. 物体加速度的大小跟它的质量和速度大小的乘积成反比
 - 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它所受作用力中的任一个的大小成正比
 - D. 当物体质量改变但其所受合力的水平分力不变时, 物体水平加速度大小与其质量成反比

2. (多选)关于速度、加速度、合外力之间的关系, 正确的是()
 - A. 物体的速度越大, 则加速度越大, 所受的合外力也越大
 - B. 物体的速度为零, 则加速度为零, 所受的合外力也为零
 - C. 物体的速度为零, 但加速度可能很大, 所受的合外力也可能很大
 - D. 物体的速度很大, 但加速度可能为零, 所受的合外力也可能为零

3. 如图 3-2-1 所示, 弹簧左端固定, 右端自由伸长到 O 点并系住质量为 m 的物体, 现将弹簧压缩到 A 点, 然后释放, 物体可以一直运动到 B 点。如果物体受到的阻力恒定, 则()

{INCLUDEPICTURE"15WL3-13.TIF"}

图 3-2-1

- A. 物体从 A 到 O 先加速后减速
- B. 物体从 A 到 O 做加速运动, 从 O 到 B 做减速运动
- C. 物体运动到 O 点时, 所受合力为零
- D. 物体从 A 到 O 的过程中, 加速度逐渐减小

要点二 牛顿第二定律的瞬时性

1. 如图 3-2-2 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。 A 、 B 两小球的质量分别为 m_A 、 m_B , 重力加速度为 g , 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()

{INCLUDEPICTURE"15WL3-15.TIF"}

图 3-2-2

- A. 都等于 $\frac{g}{2}$
- B. 0 和 $\frac{g}{2}$
- C. $\frac{(m_A + m_B)g}{2}$ 和 0
- D. 0 和 $\frac{(m_A + m_B)g}{2}$

2. 如图 3-2-3 所示, 物块 1、2 间用刚性轻质杆连接, 物块 3、4 间用轻质弹簧相连, 物块 1、3 质量为 m , 物块 2、4 质量为 M , 两个系统均置于水平放置的光滑木板上, 并处于静止状态。现将两木板沿水平方向突然抽出, 设抽出后的瞬间, 物块 1、2、3、4 的加速度大小分别为 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 。重力加速度大小为 g , 则有()

{INCLUDEPICTURE"15WL3-17.TIF"}

图 3-2-3

- A. $a_1=a_2=a_3=a_4=0$ B. $a_1=a_2=a_3=a_4=g$
C. $a_1=a_2=g, a_3=0, a_4=\frac{m}{m+M}g$ D. $a_1=g, a_2=\frac{m}{m+M}g, a_3=0, a_4=\frac{m}{m+M}g$

要点三 动力学的两类基本问题

1. 一质量为 $m=2\text{ kg}$ 的滑块能在倾角为 $\theta=30^\circ$ 的足够长的斜面上以 $a=2.5\text{ m/s}^2$ 匀加速下滑。如图 3-2-4 所示，若用一水平向右恒力 F 作用于滑块，使之由静止开始在 $t=2\text{ s}$ 内能沿斜面运动位移 $x=4\text{ m}$ 。求：(g 取 10 m/s^2)

{INCLUDEPICTURE"15WL3-20.TIF"}

图 3-2-4

(1) 滑块和斜面之间的动摩擦因数 μ ；

(2) 恒力 F 的大小。

2.某电视台在娱乐节目中曾推出一个游戏节目——推矿泉水瓶。选手们从起点开始用力推瓶子一段时间后，放手让它向前滑动，若瓶子最后停在桌上有效区域内(不能压线)视为成功；若瓶子最后没有停在桌上有效区域内或在滑行过程中倒下均视为失败。其简化模型如图 3-2-5 所示， AC 是长度 $L_1=5.5\text{ m}$ 的水平桌面，选手们将瓶子放在 A 点，从 A 点开始用一恒定不变的水平推力推它， BC 为有效区域。已知 BC 长度 $L_2=1.1\text{ m}$ ，瓶子质量 $m=0.5\text{ kg}$ ，与桌面间的动摩擦因数 $\mu=0.2$ ， g 取 10 m/s^2 。某选手作用在瓶子上的水平推力 $F=11\text{ N}$ ，瓶子沿 AC 做直线运动，假设瓶子可视为质点，该选手要想游戏获得成功，试求：在手推瓶子过程中瓶子的位移取值范围。(令 $\sqrt{5}=2.2$)

{INCLUDEPICTURE"15WL3-21.TIF"}

图 3-2-5

3.设某一舰载机的质量为 $m=2.5\times 10^4\text{ kg}$ ，速度为 $v_0=42\text{ m/s}$ ，若仅受空气阻力和甲板阻力作用，舰载机将在甲板上以加速度 $\{eq a_0=-0.8\text{m/s}^2\}$ 做匀减速运动，着舰过程中航母静止不动。

{INCLUDEPICTURE"15WL3-22.TIF"}

图 3-2-6

(1)舰载机着舰后，若仅受空气阻力和甲板阻力作用，航母甲板至少多长才能保证舰载机不滑到海里？

(2)为了舰载机在有限长度的跑道上停下来，甲板上设置了阻拦索让舰载机减速，同时考虑到舰载机挂索失败需要复飞的情况，舰载机着舰时不关闭发动机。图 3-2-6 所示为舰载机勾住阻拦索后某一时刻的情景，此时发动机的推力大小为 $F=1.2\times 10^5\text{ N}$ ，减速的加速度 a_1 大小为 20 m/s^2 ，此时阻拦索夹角 $\theta=106^\circ$ ，空气阻力和甲板阻力保持不变。求此时阻拦索承受的张力大小？(已知： $\sin 53^\circ=0.8$ ， $\cos 53^\circ=0.6$)

要点四 动力学的图像问题

(一)由 $v-t$ 图像分析物体的受力情况

[典例 1] (多选)一质点在外力作用下做直线运动，其速度 v 随时间 t 变化的图像如图 3-2-7。在图中标出的时刻中，质点所受合外力的方向与速度方向相同的有()

{INCLUDEPICTURE"15WL3-24.TIF"}

图 3-2-7

A. t_1 B. t_2 C. t_3 D. t_4

(二)根据已知条件确定某物理量的变化图像

[典例 2] 如图 3-2-8, 滑块以初速度 v_0 沿表面粗糙且足够长的固定斜面, 从顶端下滑, 直至速度为零。对于该运动过程, 若用 h 、 s 、 v 、 a 分别表示滑块的下降高度、位移、速度和加速度的大小, t 表示时间, 则下列图像最能正确描述这一运动规律的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL3-25.TIF"}

图 3-2-8

{INCLUDEPICTURE"15WL3-25+.TIF"}

(三)由 $F-t$ 图像分析物体的运动情况

[典例 3] 如图 3-2-10 甲所示, 光滑水平面上的 O 处有一质量为 $m=2\text{ kg}$ 的物体。物体同时受到两个水平力的作用, $F_1=4\text{ N}$, 方向向右, F_2 的方向向左, 大小如图乙所示。物体从静止开始运动, 此时开始计时。求:

{INCLUDEPICTURE"15WL3-26.TIF"}

图 3-2-10

- (1)当 $t=0.5\text{ s}$ 时物体的加速度大小;
- (2)物体在 $t=0$ 至 $t=2\text{ s}$ 内何时物体的加速度最大? 最大值为多少?
- (3)物体在 $t=0$ 至 $t=2\text{ s}$ 内何时物体的速度最大? 最大值为多少?