

第 3.3 节 牛顿运动定律的综合应用

要点一 对超重、失重的理解

1. 应用物理知识分析生活中的常见现象, 可以使物理学习更加有趣和深入。例如平伸手掌托起物体, 由静止开始竖直向上运动, 直至将物体抛出。对此现象分析正确的是()

- A. 手托物体向上运动的过程中, 物体始终处于超重状态
- B. 手托物体向上运动的过程中, 物体始终处于失重状态
- C. 在物体离开手的瞬间, 物体的加速度大于重力加速度
- D. 在物体离开手的瞬间, 手的加速度大于重力加速度

2. 如图 3-3-1 所示, 与轻绳相连的物体 A 和 B 跨过定滑轮, 质量 $m_A < m_B$, A 由静止释放, 不计绳与滑轮间的摩擦, 则在 A 向上运动的过程中, 轻绳的拉力()

{INCLUDEPICTURE"15WL3-39.TIF"}

图 3-3-1

- A. $T = m_A g$
- B. $T > m_A g$
- C. $T = m_B g$
- D. $T > m_B g$

3. 在升降电梯内的地面上放一体重计, 电梯静止时, 晓敏同学站在体重计上, 体重计示数为 50 kg, 电梯运动过程中, 某一段时间内晓敏同学发现体重计示数如图 3-3-2 所示, 在这段时间内下列说法中正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL3-40.TIF"}

图 3-3-2

- A. 晓敏同学所受的重力变小了
- B. 晓敏对体重计的压力小于体重计对晓敏的支持力
- C. 电梯一定在竖直向下运动
- D. 电梯的加速度大小为 $\frac{g}{5}$, 方向一定竖直向下

要点二 动力学中整体法与隔离法的应用

[典例] 如图 3-3-4 所示的装置叫做阿特伍德机, 是阿特伍德创制的一种著名力学实验装置, 用来研究匀变速直线运动的规律。绳子两端的物体下落(上升)的加速度总是小于自由落体的加速度 g , 同自由落体相比, 下落相同的高度, 所花费的时间要长, 这使得实验者有足够的时间从容的观测、研究。已知物体 A 、 B 的质量相等均为 M , 物体 C 的质量为 m , 轻绳与轻滑轮间的摩擦不计, 绳子不可伸长, 如果 $m = \frac{1}{4}M$, 求:

{INCLUDEPICTURE"15WL3-42.TIF"}

图 3-3-4

(1) 物体 B 从静止开始下落一段距离的时间与其自由落体下落同样的距离所用时间的比值;

(2) 系统由静止释放后运动过程中物体 C 对 B 的拉力。

[针对训练]

1. (多选)如图 3-3-5 所示,一足够长的木板静止在粗糙的水平面上, $t=0$ 时刻滑块从板的左端以速度 v_0 水平向右滑行,木板与滑块间存在摩擦,且最大静摩擦力等于滑动摩擦力。滑块的 $v-t$ 图像可能是图 3-3-6 中的()

{INCLUDEPICTURE"15WL3-43+.TIF"}

图 3-3-5

{INCLUDEPICTURE"15WL3-43-.TIF"}

图 3-3-6

2. (多选)如图 3-3-7 所示, A 、 B 两物块的质量分别为 $2m$ 和 m , 静止叠放在水平地面上。 A 、 B 间的动摩擦因数为 μ , B 与地面间的动摩擦因数为 μ 。最大静摩擦力等于滑动摩擦力,重力加速度为 g 。现对 A 施加一水平拉力 F , 则()

{INCLUDEPICTURE"14GW-7.TIF"}

图 3-3-7

A. 当 $F < 2\mu mg$ 时, A 、 B 都相对地面静止

B. 当 $F = 5\mu mg$ 时, A 的加速度为 μg

C. 当 $F > 3\mu mg$ 时, A 相对 B 滑动

D. 无论 F 为何值, B 的加速度不会超过 μg

要点三 动力学中的临界极值问题

[典例 1] 如图 3-3-8 所示, 一不可伸长的轻质细绳跨过定滑轮后, 两端分别悬挂质量为 m_1 和 m_2 的物体 A 和 B 。若滑轮有一定大小, 质量为 m 且分布均匀, 滑轮转动时与绳之间无相对滑动, 不计滑轮与轴之间的摩擦。设细绳对 A 和 B 的拉力大小分别为 T_1 和 T_2 , 已知下列四个关于 T_1 的表达式中有一个是正确的。请你根据所学的物理知识, 通过一定的分析, 判断正确的表达式是()

{INCLUDEPICTURE"LZ115.tif"}

图 3-3-8

A. $T_1 = \frac{(m+2m_2)m_1g, m+2(m_1+m_2)}{2}$ B. $T_1 = \frac{(m+2m_1)m_2g, m+4(m_1+m_2)}{2}$

C. $T_1 = \frac{(m+4m_2)m_1g, m+2(m_1+m_2)}{2}$ D. $T_1 = \frac{(m+4m_1)m_2g, m+4(m_1+m_2)}{2}$

[典例 2] 如图 3-3-9 所示, 质量为 $m=1\text{ kg}$ 的物块放在倾角为 $\theta=37^\circ$ 的斜面体上, 斜面体质量为 $M=2\text{ kg}$, 斜面与物块间的动摩擦因数为 $\mu=0.2$, 地面光滑, 现对斜面体施一水平推力 F , 要使物块 m 相对斜面静止, 试确定推力 F 的取值范围。(g 取 10 m/s^2)

{INCLUDEPICTURE"15WL3-46.TIF"}

图 3-3-9

[典例 3] 如图 3-3-10 所示, 一质量 $m=0.4\text{ kg}$ 的小物块, 以 $v_0=2\text{ m/s}$ 的初速度, 在与斜面成某一夹角的拉力 F 作用下, 沿斜面向上做匀加速运动, 经 $t=2\text{ s}$ 的时间物块由 A 点

运动到 B 点， A 、 B 之间的距离 $L=10\text{ m}$ 。已知斜面倾角 $\theta=30^\circ$ ，物块与斜面之间的动摩擦因数 $\mu=\frac{\sqrt{3}}{3}$ 。重力加速度 g 取 10 m/s^2 。

{INCLUDEPICTURE"LZE-16.TIF"}

图 3-3-10

- (1)求物块加速度的大小及到达 B 点时速度的大小。
- (2)拉力 F 与斜面夹角多大时，拉力 F 最小？拉力 F 的最小值是多少？

要点四 传送带模型

[典例] 一水平传送带以 2.0 m/s 的速度顺时针传动，水平部分长为 2.0 m 。其右端与一倾角为 $\theta=37^\circ$ 的光滑斜面平滑相连，斜面长为 0.4 m ，一个可视为质点的物块无初速度地放在传送带最左端，已知物块与传送带间动摩擦因数 $\mu=0.2$ ，试问：

- (1)物块能否到达斜面顶端？若能则说明理由，若不能则求出物块沿斜面上升的最大距

离。

(2)物块从出发到 4.5 s 末通过的路程。(sin 37°=0.6, g 取 10 m/s²)

{INCLUDEPICTURE"15WL3-52.TIF"}

图 3-3-12

[针对训练]

1. (多选)如图 3-3-13 所示, 水平传送带 A 、 B 两端点相距 $x=4$ m, 以 $v_0=2$ m/s 的速度 (始终保持不变)顺时针运转。今将一小煤块(可视为质点)无初速度地轻放至 A 点处, 已知小煤块与传送带间的动摩擦因数为 0.4, g 取 10 m/s²。由于小煤块与传送带之间有相对滑动, 会在传送带上留下划痕。则小煤块从 A 运动到 B 的过程中 ()

{INCLUDEPICTURE"15WL3-53.TIF"}

图 3-3-13

A. 小煤块从 A 运动到 B 的时间时 $\sqrt{2}$ s

B. 小煤块从 A 运动到 B 的时间是 2.25 s

C. 划痕长度是 4 m

D. 划痕长度是 0.5 m

2.如图 3-3-14 所示,倾角为 37° ,长为 $l=16$ m 的传送带,转动速度为 $v=10$ m/s,在传送带顶端 A 处无初速度的释放一个质量为 $m=0.5$ kg 的物体,已知物体与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.5$, g 取 10 m/s²。求: ($\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$)

{INCLUDEPICTURE"15WL3-54.TIF"}

图 3-3-14

(1)传送带顺时针转动时,物体从顶端 A 滑到底端 B 的时间;

(2)传送带逆时针转动时,物体从顶端 A 滑到底端 B 的时间。

要点五 滑块、滑板模型

[典例] 如图 3-3-15 甲所示,质量 $M=1$ kg 的木板静止在粗糙的水平地面上,木板与地面间的动摩擦因数 $\mu_1=0.1$,在木板的左端放置一个质量为 $m=1$ kg,大小可忽略的铁块,铁块与木板间的动摩擦因数 $\mu_2=0.4$, g 取 10 m/s²,试求:

(1)若木板长 $L=1$ m,在铁块上加一个水平向右的恒力 $F=8$ N,经过多长时间铁块运动到木板右端;

(2)若在铁块上加一个大小从零开始均匀增加的水平向右的力 F ,通过分析和计算后,请在图乙中画出铁块受到木板的摩擦力 f_2 随拉力 F 大小变化的图像。(设木板足够长)

{INCLUDEPICTURE"15WL3-56.TIF"}

图 3-3-15

[针对训练]

1.如图 3-3-16 所示, A 、 B 两物块叠放在一起, 放在光滑地面上, 已知 A 、 B 物块的质量分别为 M 、 m , 物块间粗糙。现用水平向右的恒力 F_1 、 F_2 先后分别作用在 A 、 B 物块上, 物块 A 、 B 均不发生相对运动, 则 F_1 、 F_2 的最大值之比为()

{INCLUDEPICTURE"15WL3-58.TIF"}

图 3-3-16

- | | |
|----------|--------------|
| A. $1:1$ | B. $M:m$ |
| C. $m:M$ | D. $m:(m+M)$ |

2.一长木板在水平地面上运动, 在 $t=0$ 时刻将一相对于地面静止的物块轻放到木板上, 以后木板运动的速度—时间图像如图 3-3-17 所示。已知物块与木板的质量相等, 物块与木板间及木板与地面间均有摩擦。物块与木板间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 且物块始终在木板上。取重力加速度的大小 $g=10\text{ m/s}^2$, 求:

{INCLUDEPICTURE"15WL3-112.TIF"}

图 3-3-17

- (1)物块与木板间、木板与地面间的动摩擦因数；
- (2)从 $t=0$ 时刻到物块与木板均停止运动时，物块相对于木板的位移的大小。