

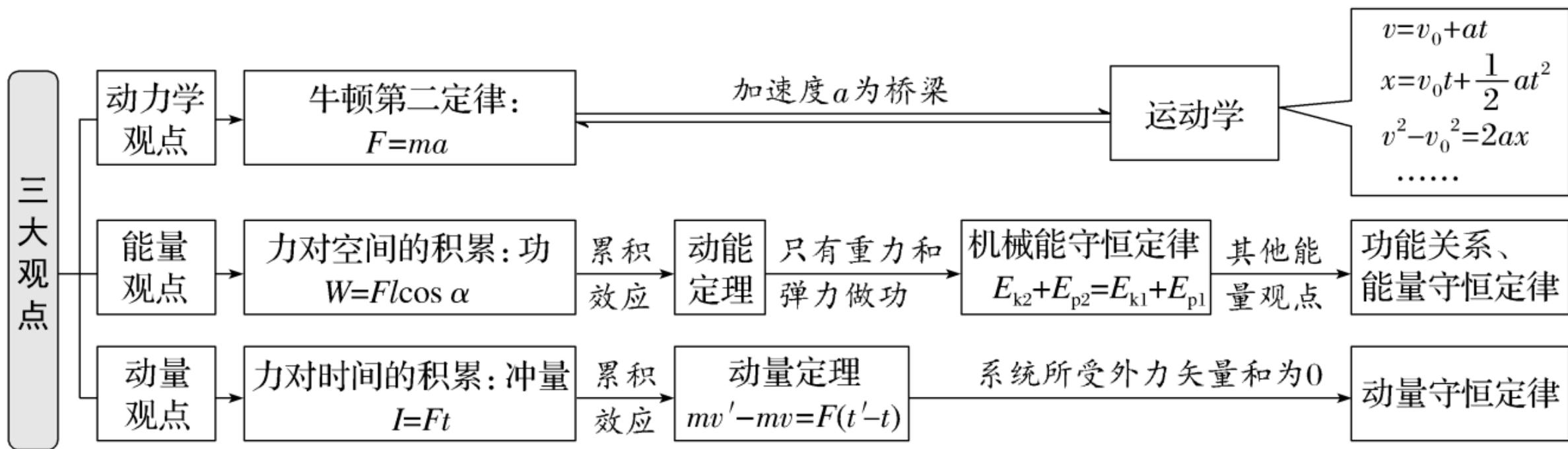
素养提升13⇒

三大基本观点的综合应用



深化理解

1. 三大观点及相互联系



2. 三大观点的选用原则

- (1) 若是多个物体组成的系统，优先考虑使用两个守恒定律（动量守恒、机械能守恒）。
- (2) 若物体（或系统）涉及速度和时间，应考虑使用动量定理。
- (3) 若物体（或系统）涉及位移和时间，且受到恒力作用，应考虑使用牛顿第二定律。
- (4) 若物体（或系统）涉及位移和速度，应考虑使用动能定理，系统中摩擦力做功时应用摩擦力乘以相对路程，动能定理解决曲线运动和变加速运动特别方便。

CONTENTS



考点一



考点二



考点三



跟踪训练·巩固提升

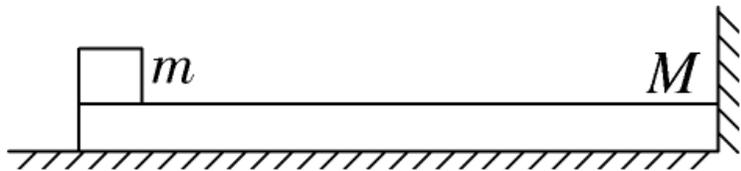




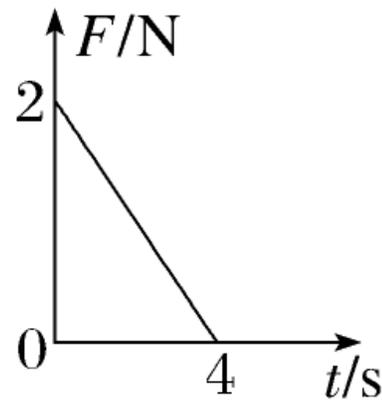
考点一

动量与动力学观点的综合应用

【例1】 (多选) 如图甲, 质量为 $m = 2 \text{ kg}$ 的小物块放在长木板左端, 小物块与长木板间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.1$ 。长木板静



甲



乙

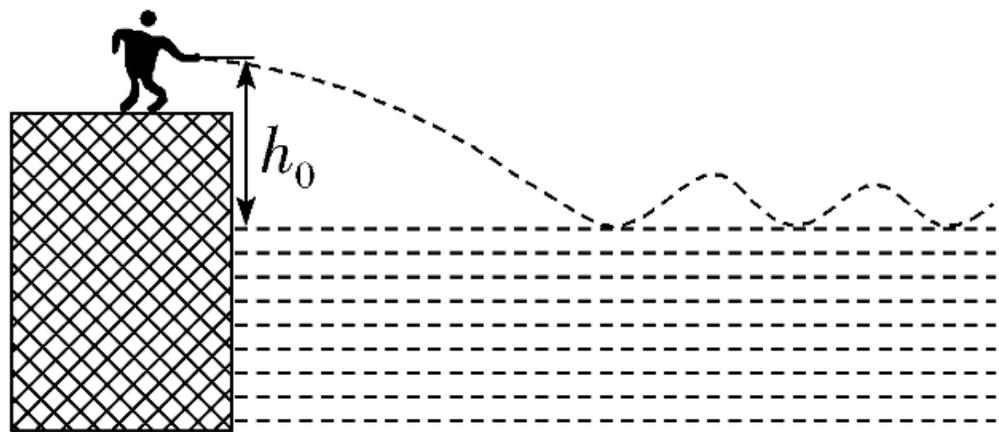
止在水平面上, 右端紧靠竖直墙面, 质量为 $M = 0.5 \text{ kg}$, 与地面间的动摩擦因数为 $\mu_2 = 0.07$ 。 $t = 0$ 时刻小物块获得水平向右的初速度 $v_0 = 8 \text{ m/s}$, 同时给小物块施加如图乙所示的水平向右的作用力。 4 s 时小物块与竖直墙壁发生弹性碰撞, 碰撞时间极短。最终, 小物块静止于长木板上某一位置, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 。 则 ()

- ✓ A. 4 s内水平向右作用力的冲量大小是4 N·s
- B. 4 s内水平向右作用力的冲量大小是2 N·s
- ✓ C. 小物块与竖直墙碰撞前瞬间速度的大小是6 m/s
- ✓ D. 小物块相对长木板静止时，距长木板右端的距离是12 m

解析：冲量大小即为 $F-t$ 图线与坐标轴围成的面积，则 $I = \frac{2 \times 4}{2} \text{ N} \cdot \text{s} = 4 \text{ N} \cdot \text{s}$ ，A正确，B错误；对小物块，取向右为正方向，由动量定理可得 $I - \mu_1 mgt = mv - mv_0$ ，代入数据解得 $v = 6 \text{ m/s}$ ，C正确；

小物块与墙壁碰撞后速度大小不变, 方向向左, 对长木板, 由牛顿第二定律可得 $\mu_1 mg - \mu_2 (M + m) g = Ma_1$, 解得长木板加速度大小为 $a_1 = 0.5 \text{ m/s}^2$, 对小物块可得 $\mu_1 mg = ma_2$, 解得小物块加速度大小为 $a_2 = 1 \text{ m/s}^2$, 设经过时间 t , 小物块和长木板速度相等, 由运动学公式可得 $v' = a_1 t = v - a_2 t$, 解得 $t = 4 \text{ s}$, 由于 $a_2 > a_1$, 所以小物块和长木板共速后保持相对静止, 长木板位移为 $x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 = 4 \text{ m}$, 小物块位移为 $x_2 = vt - \frac{1}{2} a_2 t^2 = 16 \text{ m}$, 这段时间内相对位移为 $\Delta x = x_2 - x_1 = 12 \text{ m}$, 所以小物块相对长木板静止时, 距长木板右端距离为 12 m , D正确。

【例2】 “打水漂”是很多同学体验过的游戏，小石片被水平抛出，碰到水面时并不会直接沉入水中，而是擦着水面滑行一小段距离再次弹起飞行，跳跃数次后沉入水中，俗称“打水漂”。



如图所示，某同学在岸边离水面高度 $h_0 = 0.8 \text{ m}$ 处，将一质量 $m = 20 \text{ g}$ 的小石片以初速度 $v_0 = 16 \text{ m/s}$ 水平抛出。若小石片第1次在水面上滑行时受到水平阻力的大小为 1.2 N ，接触水面 0.1 s 后弹起，弹起时竖直方向的速度是刚接触水面时竖直速度的 $\frac{3}{4}$ 。取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，不计空气阻力。求：

(1) 小石片第1次离开水面后到再次碰到水面前, 在空中运动的水平距离;

答案: 6 m

解析: 小石片抛出过程有 $h_0 = \frac{1}{2}gt_0^2$, $v_{y0} = gt_0$, 解得 $v_{y0} = 4$

m/s, 则第一次反弹竖直方向的分速度大小 $v_{y1} = \frac{3}{4}v_{y0} = 3$ m/s, 第

一次接触水面0.1 s, 水平方向有 $F_f = ma$, $v_{x1} = v_0 - a\Delta t$, 解得 v_{x1}

= 10 m/s, 令小石片第1次离开水面后到再次碰到水面经历时间

为 t_1 , 则有 $v_{y1} = g \cdot \frac{t_1}{2}$, $x = v_{x1}t_1$, 联立解得 $x = 6$ m。

(2) 第1次与水面接触过程中,水面对小石片的作用力大小。

答案: 2.0 N

解析: 第1次与水面接触过程竖直方向有 $F\Delta t - mg\Delta t = mv_{y1} - (-mv_{y0})$, 解得 $F = 1.6 \text{ N}$, 则水面对小石片的作用力大小 $F' =$

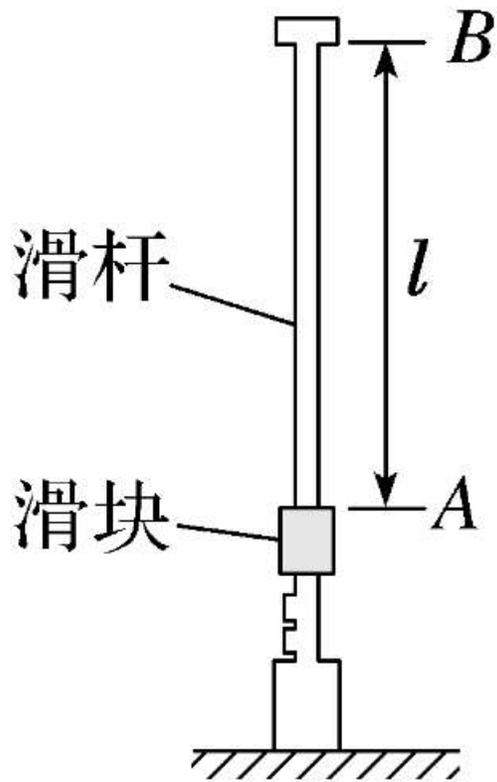
$\sqrt{F^2 + F_f^2}$, 解得 $F' = 2.0 \text{ N}$ 。

02

考点二

动量与能量观点的综合应用

【例3】 (2022·广东高考13题) 某同学受自动雨伞开伞过程的启发, 设计了如图所示的物理模型。竖直放置在水平桌面上的滑杆上套有一个滑块, 初始时它们处于静止状态。当滑块从A处以初速度 v_0 为10 m/s向上滑动时, 受到滑杆的摩擦力 F_f 为1 N。滑块滑到B处与滑杆发生完全非弹性碰撞, 带动滑杆离开桌面一起竖直向上运动。已知滑块的质量 $m = 0.2$ kg, 滑杆的质量 $M = 0.6$ kg, A、B间的距离 $l = 1.2$ m, 重力加速度 g 取 10 m/s², 不计空气阻力。求:



(1) 滑块在静止时和向上滑动的过程中, 桌面对滑杆支持力的大小 F_{N1} 和 F_{N2} ;

答案: 8 N 5 N

解析: 滑块静止时, 滑块和滑杆均处于静止状态, 以滑块和滑杆整体为研究对象, 由平衡条件可知

$$F_{N1} = (m + M)g = 8 \text{ N}$$

滑块向上滑动时, 滑杆受重力、滑块对其向上的摩擦力以及桌面的支持力, 则有 $F_{N2} = Mg - F_f$

代入数据得 $F_{N2} = 5 \text{ N}$ 。

(2) 滑块碰撞前瞬间的速度大小 v ;

答案：8 m/s

解析：解法一 碰前，滑块向上做匀减速直线运动，由牛顿第二定律得 $mg + F_f = ma_1$

解得 $a_1 = 15 \text{ m/s}^2$ ，方向向下

由运动学公式得 $v^2 - v_0^2 = -2a_1l$

代入数据得 $v = 8 \text{ m/s}$ 。

解法二 由动能定理得

$$-(mg + F_f)l = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

代入数据解得 $v = 8 \text{ m/s}$ 。

(3) 滑杆向上运动的最大高度 h 。

答案：0.2 m

解析：滑块和滑杆发生的碰撞为完全非弹性碰撞，根据动量守恒定律有

$$mv = (M + m) v_{\text{共}}$$

代入数据得 $v_{\text{共}} = 2 \text{ m/s}$

此后滑块与滑杆一起竖直向上运动，根据动能定理有

$$gh = 0 - \frac{1}{2} (M + m) v_{\text{共}}^2$$

代入数据得 $h = 0.2 \text{ m}$ 。

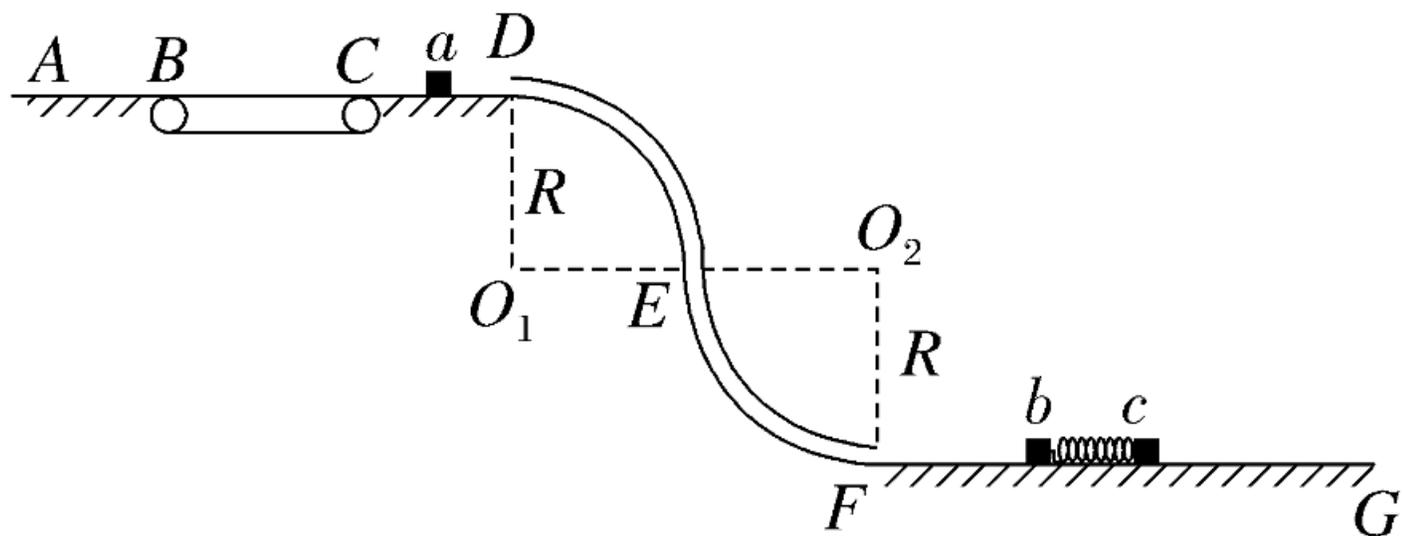


03

考点三

力学三大观点的综合应用

【例4】 (2023·浙江6月选考18题) 为了探究物体间碰撞特性, 设计了如图所示的实验装置。水平直轨道 AB 、 CD 和水平传送带平滑无缝连接, 两半径均为 $R = 0.4 \text{ m}$ 的四分之一圆周组成的竖直细圆弧管道 DEF 与轨道 CD 和足够长的水平直轨道 FG 平滑相切连接。质量为 $3m$ 的滑块 b 与质量为 $2m$ 的滑块 c 用劲度系数 $k = 100 \text{ N/m}$ 的轻质弹簧连接, 静置于轨道 FG 上。现有质量 $m = 0.12 \text{ kg}$ 的滑块 a 以初速度 $v_0 = 2\sqrt{21} \text{ m/s}$ 从 D 处进入, 经 DEF 管道后, 与 FG 上的滑块 b 碰撞(时间极短)。



已知传送带长 $L = 0.8 \text{ m}$ ，以 $v = 2 \text{ m/s}$ 的速率顺时针转动，滑块 a 与传送带间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$ ，其他摩擦和阻力均不计，各滑块均可视为质点，弹簧的弹性势能 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ (x 为形变量)，重力加速度 g 取 10 m/s^2

(1) 求滑块 a 到达圆弧管道 DEF 最低点 F 时速度大小 v_F 和所受支持力大小 F_N ；

答案：10 m/s 31.2 N

解析：滑块*a*以初速度*v*₀从*D*处进入竖直圆弧轨道*DEF*运动，由动能定理有

$$mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_F^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得*v*_{*F*} = 10 m/s

在最低点*F*，由牛顿第二定律有

$$F_N - mg = m\frac{v_F^2}{R}$$

解得*F*_{*N*} = 31.2 N。

(2) 若滑块 a 碰后返回到 B 点时速度 $v_B = 1 \text{ m/s}$ ，求滑块 a 、 b 碰撞过程中损失的机械能 ΔE ；

答案：0

解析：碰撞后滑块 a 返回到 B 点的过程，由动能定理有 $-mg \cdot 2R -$

$$\mu mgL = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_a^2$$

解得 $v_a = 5 \text{ m/s}$

滑块 a 、 b 碰撞过程, 规定向右为正方向, 由动量守恒定律有 mv_F
 $= -mv_a + 3mv_b$

解得 $v_b = 5 \text{ m/s}$

碰撞过程中损失的机械能

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_F^2 - \frac{1}{2}mv_a^2 - \frac{1}{2} \times 3mv_b^2 = 0。$$

(3) 若滑块 a 碰到滑块 b 立即被粘住, 求碰撞后弹簧最大长度与最小长度之差 Δx 。

答案: 0.2 m

解析: 滑块 a 碰撞 b 后立即被粘住, 由动量守恒定律有

$$mv_F = (m + 3m) v_{ab}$$

解得 $v_{ab} = 2.5 \text{ m/s}$

滑块 a 、 b 一起向右运动，压缩弹簧， a 、 b 减速运动， c 加速运动，当 a 、 b 、 c 三者速度相等时，弹簧长度最小，由动量守恒定律有

$$(m + 3m) v_{ab} = (m + 3m + 2m) v_{abc}$$

解得 $v_{abc} = \frac{5}{3} \text{ m/s}$

由机械能守恒定律有 $E_{p1} = \frac{1}{2} \times 4m v_{ab}^2 - \frac{1}{2} \times 6m v_{abc}^2$

解得 $E_{p1} = 0.5 \text{ J}$

由 $E_{p1} = \frac{1}{2}kx_1^2$, 解得最大压缩量 $x_1 = 0.1 \text{ m}$

滑块 a 、 b 一起继续向右运动, 弹簧弹力使 c 继续加速, 使 a 、 b 继续减速, 当弹簧弹力减小到零时, c 速度最大, a 、 b 速度最小;

滑块 a 、 b 一起再继续向右运动, 弹簧弹力使 c 减速, a 、 b 加速, 当 a 、 b 、 c 三者速度相等时, 弹簧长度最大, 其对应的弹性势能与

弹簧长度最小时弹性势能相等, 由弹簧的弹性势能公式可知最大伸长量 $x_2 = 0.1 \text{ m}$

所以碰撞后弹簧最大长度与最小长度之差

$\Delta x = x_1 + x_2 = 0.2 \text{ m}$ 。

04

跟踪训练·巩固提升

提升练

1. (2023·天津高考12题) 已知 A 、 B 两物体 $m_A = 2 \text{ kg}$, $m_B = 1 \text{ kg}$, A 物体从 $h = 1.2 \text{ m}$ 处自由下落, 且同时 B 物体从地面竖直上抛, 经过 $t = 0.2 \text{ s}$ 相遇碰撞后, 两物体立刻粘在一起运动, 已知重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 求:

(1) 碰撞时离地高度 x ;

答案: 1 m

解析: 对 A 物体, 根据运动学公式可得

$$x = h - \frac{1}{2}gt^2 = 1.2 \text{ m} - \frac{1}{2} \times 10 \times 0.2^2 \text{ m} = 1 \text{ m}。$$

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/928133074036007005>