

考点 5 机械能和动量—高考物理一轮复习考点创新题训练

1. 如图所示，一个沙漏装置挂在弹簧测力计下方，从出口至底部的高度为 H (H 足够大)，沙子的总质量为 m 。近似认为沙子从出口下落的初速度为 0，沙子随时间均匀漏下，忽略空气阻力，不计沙子间的相互影响。沙子落完的总时间为 t ，重力加速度为 g ，下列说法正确的是()



- A. 出口下方 0~2 cm 范围内沙子数与 2~4 cm 范围内沙子数相等
- B. 沙子落到容器底部变为静止的过程中，动量变化量的方向向下
- C. 容器底部受到的平均冲击力 $F = \frac{m\sqrt{2gH}}{t} + mg$
- D. 从沙子开始下落到全部落到底部的过程中，弹簧测力计示数先变大后变小

2. 如图所示，水龙头开口处直径 $d = 2 \text{ cm}$ ，距离地面高度 $h = 0.4 \text{ m}$ ，打开水龙头，流出水的速率 $v_0 = 1 \text{ m/s}$ ，水在空中形成一条完整的水流，不考虑空气阻力，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，已知水的密度 $\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，水落到地面上速度变为零，以下说法正确的是()



- A. 水流在落地前的截面直径为 $\frac{\sqrt{3}}{3} \text{ cm}$
- B. 水流在落地前的截面直径为 $\sqrt{3} \text{ cm}$
- C. 水流对地面的平均冲击力大小为 $0.3\pi \text{ N}$
- D. 水流对地面的平均冲击力大小为 $0.6\pi \text{ N}$

3. 铅球运动员分别采用原地推铅球和滑步推铅球两种方式进行练习，如图为滑步推铅球过程示意图。已知两种方式铅球出手时相对地面的位置和速度方向都相同，滑步推铅球比原地推铅球可增加约 2 m 的成绩，忽略空气阻力，下列说法正确的是()



- A. 滑步方式推出的铅球先落地
- B. 滑步方式推出的铅球动量的变化量一定大
- C. 两种方式推出的铅球在相同高度速率可能相同
- D. 两种方式推出的铅球离手后，相同高度时的速度方向不可能相同

4. 如图 1 所示为两碰碰车，在某次碰撞过程中，甲车静止在水平地面上， $t = 0$ 时刻乙车以某一初速度运行，之后与甲车发生正碰，已知两车质量均为 $m = 20 \text{ kg}$ ，车上游客质量之比为 1:2 (所在车未知)，碰撞前后两车动量大小随时间的变化图像如图 2 所示，碰撞时间可忽略，车所受阻力为车总重力的 k 倍，整个过程车无动力。则()



图1

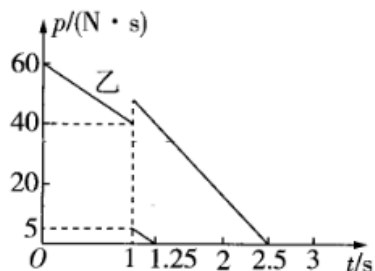
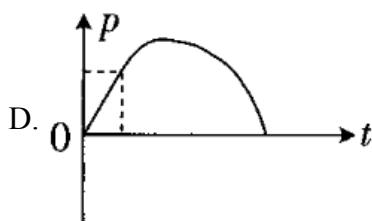
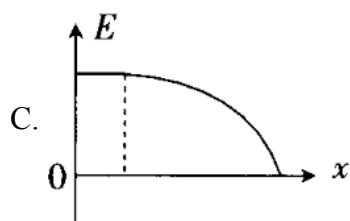
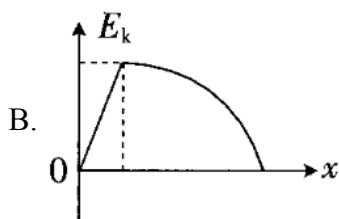
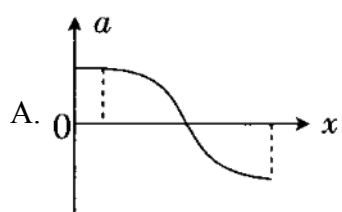
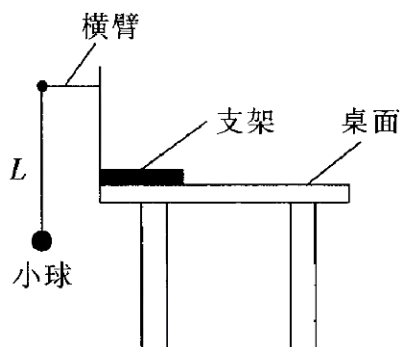


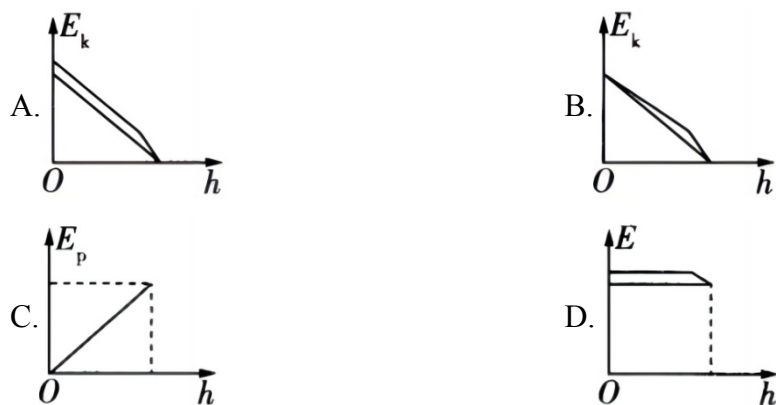
图2

- A. 甲车上游客的质量为 20 kg
- B. 题述碰撞过程无能量损失
- C. 甲车运动过程中阻力的冲量大小为 30 N · s
- D. 两车均静止时的距离为 $\frac{37}{64}$ m

5. 蹦极也叫机索跳，是近年来新兴的一项非常刺激的户外休闲运动，蹦极运动可以用如图所示的实验装置来模拟，在桌面边缘固定一个支架，在支架横臂的端点上系一根轻质弹性绳（弹性绳上的弹力遵循胡克定律），在弹性绳的另一端系一小球，使小球从支架横臂悬点处由静止释放，小球始终未触地，不计空气阻力。下列四幅图像分别表示小球从静止释放到运动至最低点的过程中，加速度 a 、动能 E_k 、机械能 E 随位移 x 的变化规律及动量 p 随时间 t 的变化规律，其中可能正确的是()



6. 篮球运动员原地运球可简化为以下情境：由于篮球撞地弹起过程有能量损失，每当篮球运动到最高点时，手掌给其一竖直向下的恒力并作用一段距离，使篮球每次弹起的高度均相同。不考虑空气阻力，取地面为零势能面。篮球弹起后到再次落地前，篮球动能 E_k 、重力势能 E_p 、机械能 E 随离地高度 h 变化的图像，合理的是()



7. 我国在人工智能和无人驾驶技术领域已取得较大突破。在某次测试中，质量为 m 的汽车沿一长度为 s 的山坡直线行驶，测试发现，若下坡时关掉油门，则汽车的速度保持不变；若汽车由静止开始从坡底匀加速上坡，当速度为 v_0 时，汽车功率恰好达到额定功率，再以此功率运动时间 t_0 到达坡顶，此时刚好达到最大速度 v_m ，坡面的倾角为 α ，重力加速度为 g ，汽车受到的阻力始终为重力的 k 倍。则()

A. 关掉油门后的下坡过程，若增加汽车的载重，则汽车会加速运动

B. 上坡过程中，达到最大速度时汽车的牵引力大小为 $(k + \sin \alpha)mg$

C. 上坡过程中，汽车做非匀加速运动的位移为 $v_m t_0 + \frac{v_0^2 - v_m^2}{2(k + \sin \alpha)g}$

D. 汽车从坡底到坡顶的过程中，所用时间大于 $\frac{2s}{v_m}$

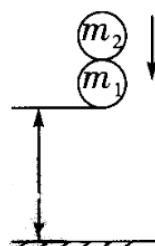
8. 质量为 m_1 和 m_2 的两弹性小球相互接触但不挤压，如图所示。将两球从某高度自由释放到第一次发生碰撞的时间为 t 。已知两球间的碰撞均为弹性碰撞，小球与地面间的碰撞无动能损失，两小球均可视为质点，不计空气阻力，若 $m_1 = 3m_2$ ，则()

A. 第一次碰撞后 $11t$ 时间内，两小球还能发生 3 次碰撞

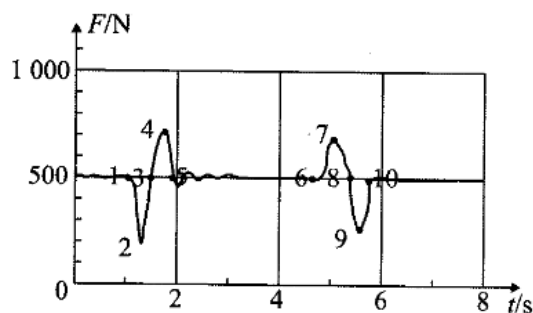
B. 第一次碰撞后 $11t$ 时间内，两小球不会发生碰撞

C. 若 $m_1 = m_2$ ，则两小球在释放后 $5t$ 时间内能发生 3 次碰撞

D. 不论 m_1 和 m_2 是什么关系， m_2 碰后反弹高度都会超过前一次

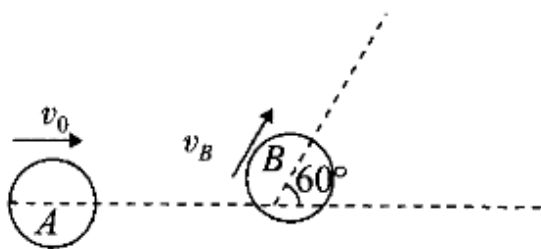


9.如图是某人站在力传感器上由静止先“下蹲”后静止再“站起”到静止过程中力传感器的示数随时间变化的图像，其中点1、3、5、6、8、10处纵坐标都是500 N，点2、4的纵坐标分别为200 N、700 N，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，由图像上各点判断人的运动情况，下列说法正确的是()



- A.下蹲时，从点1到点3过程中，加速度方向先向下后向上，点4处速度最大
- B.下蹲时，点2处加速度最大，加速度大小为 6 m/s^2 ，方向向下
- C.从点8到点10，人一直向上匀减速，点8处速度最大
- D.点8到点10的图形和点6到点8的图形与 $F = 500\text{ N}$ 横线所围的面积一定大小相等

10.如图所示，某同学玩台球，白球 A 以初速度 v_0 和静止的目标球 B 发生碰撞，碰后 B 球以速度 $v_B = \frac{v_0}{2}$ 运动，速度方向与白球 A 初速度方向的夹角为 60° 。假设两个球的质量均为 m ，碰撞时间极短。下列说法中正确的是()

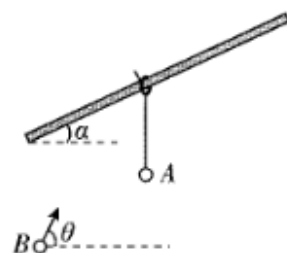


- A.碰后 A 球的速度大小为 $\frac{3}{4}v_0$
- B.碰后两个球的运动方向相互垂直
- C.碰撞过程中 A 球动量的变化量大小为 $\frac{1}{2}mv_0$ ，方向为 B 球速度的反方向
- D.碰撞过程中损失的机械能为 $\frac{1}{8}mv_0^2$

11.如图所示，粗细均匀且足够长的光滑长杆固定在竖直面内，杆与水平方向的夹角 $\alpha = 37^\circ$ ，质量不计的轻环套在杆上，轻环下用长为 L 的轻绳吊着质量为 m 的小球 A

。初始时，轻环及小球 A 在杆上的一小固定杆的作用下保持静止，将小球 B 以与水平方向成 $\theta = 60^\circ$ 角斜向右上抛出，恰好沿水平方向与小球 A 发生弹性碰撞。已知小球 B 的质量为 $3m$ ，碰撞后小球 A 在光滑长杆所在的竖直面内运动，开始时 A 、 B 两球所在位置的高度差为 L ，小球可视为质点，不计空气阻力，重力加速度为 g ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，求：

- (1) 小球 B 抛出的初速度大小；
- (2) 小球 B 与小球 A 碰撞过程中，小球 B 对小球 A 做的功；
- (3) 轻环沿杆上滑的最大距离。

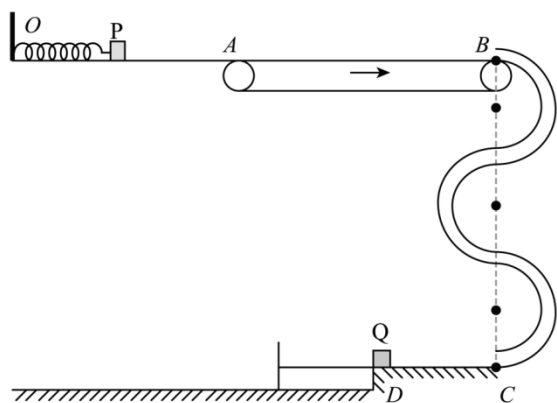


12.城市轻轨具有运量大、速度快、污染小、能耗少、安全性高等优点。某工程师为科学合理利用能量、节约能源，在保证车辆和乘客安全的前提下，设计了如图所示的轻轨车站，与站台连接的轨道都有一个小坡度。列车进站时要上坡，出站时要下坡。如果列车在途中轨道进站前的速度为 25.2km/h ，上坡前切断电源，到达站台的速度不超过 10.8km/h 。重力加速度 g 取 10m/s^2 。

- (1) 不考虑上坡时受到的阻力，站台的高度比途中轨道至少高多少？
- (2) 一列质量 $m = 2.0 \times 10^5\text{kg}$ 轻轨列车出站后以恒定功率沿水平轨道行驶，在 10s 内速度由 28.8km/h 增加到 72km/h 后匀速运动，已知列车受到的阻力恒为 $3.0 \times 10^5\text{N}$ ，则列车在这段时间内行驶的路程为多少？



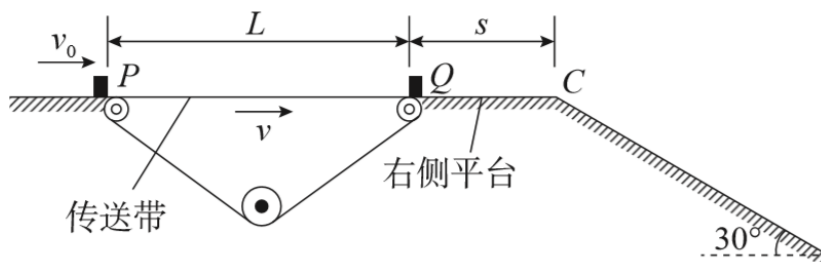
13.一自上而下的传送装置可简化为如下模型。如图所示，水平光滑轨道 OA 上安装了一理想弹簧发射器，弹簧原长小于 OA 间距离，弹簧左端固定在 O 处，弹簧右端放置一小滑块 P ，使滑块向左压缩弹簧且不拴接，在轨道右侧有一顺时针转动的水平传送带，其左右端分别与轨道 A 点和细管道 B 点等高相切，水平固定粗糙平台 CD 与细管道最低点 C 等高相切，在水平地面上有一左端带挡板的木板，木板上表面与平台 CD 等高且木板与平台紧密接触。将滑块 P 由静止释放， P 经过水平传送带和三个竖直的半圆形光滑细管道，与静止在 CD 平台末端的小滑块 Q 发生弹性碰撞，碰后 P 恰好能返回 C 点，碰后 Q 滑上木板，然后 Q 与木板左端挡板发生弹性碰撞。已知管道半径均为 R ，滑块 P 、木板质量分别为 $m_P = m$ 、 $m_{\text{木}} = 6m$ ，释放滑块 P 时弹簧弹性势能的大小为 $E_p = 3.5mgR$ ，传送带长度为 $L_1 = 4R$ ，传送带速度大小为 $v = \sqrt{gR}$ ，平台 CD 长度为 $L_2 = 2R$ ，木板长为 $L_3 = 1.5R$ ，滑块 P 与传送带间的动摩擦因数为 $\mu_1 = 0.5$ ， P 与平台 CD 间的动摩擦因数为 $\mu_2 = 0.75$ ，滑块 Q 与木板间的动摩擦因数为 $\mu_3 = 0.4$ ，木板与地面间的动摩擦因数为 $\mu_4 = 0.2$ ，重力加速度为 g ，滑块 P 、 Q 均可视为质点，所有碰撞时间极短。



- (1) 求滑块 P 到达 B 点时的速度大小 v_B ；
- (2) 求滑块 Q 的质量 m_Q ；
- (3) 滑块 P 在最后一个 $\frac{1}{4}$ 圆轨道上运动的过程中，经过 E 点（图中未画出）时重力的瞬时功率出现了极大值，求 E 点到平台 CD 的竖直高度 h ；

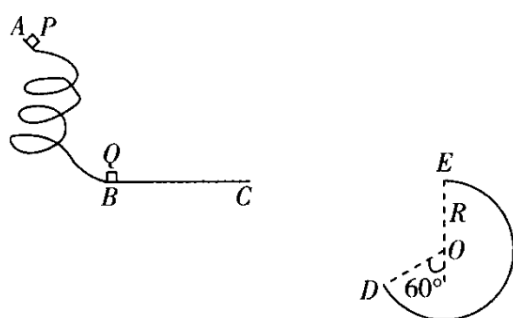
(4) 求滑块 Q 与木板间因摩擦而产生的热量 $Q_{\text{热}}$ 。

14. 如图所示，相距 $L = 6 \text{ m}$ 的两平台位于同一水平面内，二者之间用传送带相接，右侧平台长 $s = 3.5 \text{ m}$ ，并且与一倾角 $\theta = 30^\circ$ 的斜面在 C 点连接，斜面足够长。传送带以速率 $v = 5.0 \text{ m/s}$ 顺时针匀速转动。小滑块 P 以初速度 $v_0 = 1.0 \text{ m/s}$ 自左侧平台水平向右滑上传送带，之后与静止在右侧平台最左端的小滑块 Q 发生弹性碰撞。已知小滑块 P 、 Q 的质量分别为 $m = 2.0 \text{ kg}$ 和 $M = 3.0 \text{ kg}$ ，小滑块 P 与传送带间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.4$ ，小滑块 Q 与右侧平台间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.1$ ，重力加速度取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ， P 、 Q 均可视为质点。求：



- (1) 小滑块 P 通过传送带所需的时间。
- (2) 小滑块 Q 离开右侧平台 C 端时的速度大小。
- (3) 小滑块 Q 落到斜面上时的动能以及小滑块 Q 在从 C 点飞出至落到斜面上的过程中动量的变化量大小。

15.如图所示，左侧轨道由光滑螺旋滑槽 AB 和与 AB 末端平滑连接的水平轨道 BC 组成，右侧轨道为竖直光滑圆弧，圆心为 O ，且 D 与 O 的连线与竖直方向的夹角为 60° ， E 为轨道最高点， C 和 E 在同一水平线上。质量为 $m = 1\text{ kg}$ 的物块 P 从螺旋滑槽上距离水平轨道 BC 高度为 $h = 0.8\text{ m}$ 处由静止滑下，运动到 B 点与质量为 $m_2 = 0.2\text{ kg}$ 的物块 Q 发生弹性碰撞，碰后物块 Q 运动到 C 点后做平抛运动，物块 P 恰好停在 C 点，物块 Q 沿 D 点切线进入圆弧轨道，上升到 E 点时对轨道恰好无压力。物块 P 、 Q 均可视为质点，且与 BC 间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.4$ ，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，不计空气阻力。求：



- (1) 碰后物块 P 、 Q 的速度大小；
- (2) 圆弧轨道的半径 R ；
- (3) C 点到 E 点的距离。

答案以及解析

1.答案: C

解析: 由自由落体规律可知, 沙子下落的高度越大, 速度越大, 故出口下方越靠近出口, 沙子的速度越小, 相同高度内沙子的数量越多, A 错误。质量为 Δm 的沙子落到容器底部时的速度大小设为 v (方向向下), 则沙子落到容器底部变为静止的过程中, 动量变化量为 $\Delta p = 0 - \Delta mv = -\Delta mv$, 故动量变化量的方向向上, B 错误。因为 H 足够大, 忽略沙漏底部沙子的高度, 由动量定理可得 $F\Delta t - \Delta mg \cdot \Delta t = \Delta mv$, 其中 Δm 为极短时间 Δt 内落到瓶底的沙子的质量, 求和可得 $Ft - mg = mv$, 又 $v = \sqrt{2gH}$, 解得 $F = \frac{m\sqrt{2gH}}{t} + mg$, C 正确。沙子下落过程中处于失重状态, 会导致弹簧测力计的示数变小, 故从沙子开始下落到全部落到底部的过程中, 弹簧测力计示数会先变小, D 错误。

2.答案: C

解析: 水流做竖直下抛运动, 设落地前速度为 v , 由 $v^2 - v_0^2 = 2gh$, 得 $v = 3 \text{ m/s}$, 设水流在落地前的截面直径为 D , 水在空中形成一条完整的水流, 即经过相等时间水流的体积相等, 有 $v_0 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \Delta t = v \cdot \frac{\pi D^2}{4} \Delta t$, 解得 $D = \frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ cm}$, A、B 错误; 水流冲击地面前极短时间 $\Delta t'$ 内水的质量 $\Delta m = \rho v \frac{\pi D^2}{4} \Delta t'$, 设地面对水流的平均冲击力大小为 F , 由于时间 $\Delta t'$ 极短, 则忽略重力的冲量, 由动量定理, 有 $-F\Delta t' = 0 - \Delta mv$, 解得 $F = 0.3\pi \text{ N}$, 由牛顿第三定律可得, 水流对地面的平均冲击力大小为 $0.3\pi \text{ N}$, C 正确, D 错误。

3.答案: B

解析: 设铅球出手时的速度为 v , 与水平方向的夹角为 θ , 则铅球水平方向的位移

$x = v \cos \theta \cdot t$, 两种方式铅球落地的竖直位移相同, 有 $H = -v \sin \theta \cdot t + \frac{1}{2} g t^2$, 解得

$t = \frac{v \sin \theta + \sqrt{v^2 \sin^2 \theta + 2gH}}{g}$, v 越大, t 越大, 水平位移越大, 故滑步法推出的铅球后落地, A 错误; 滑步推铅球时, 铅球的运动时间长, 重力的冲量大, 即铅球的动量变化量大, B 正确; 铅球在空中运动时, 机械能守恒, 两种方式推出的铅球初始机械能不同, 所以两球在相同高度时, 势能相同, 动能不同, 速率不同, C 错误; 铅球在下落到和出手高度相同时, 竖直方向速度与初始时等大反向, 水平方向速度不变,

故此时两种方式推出的铅球的合速度方向相同，D 错误。

4.答案：D

解析：第一步：结合图像计算游客的质量

根据图 2 可知碰前瞬间乙车的动量大小为 $p_0 = 40 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ，碰后瞬间乙车的动量大小为

$p_1 = 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ，根据动量守恒结合图 2 可知碰后瞬间甲车的动量大小为 $p_2 = 45 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ，若碰后瞬间乙车的动量大小为 $45 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ，不符合碰撞过程动能不增加原则，根据题意可知车所受阻力为车总重力的 k 倍，则两车运动过程中的加速度大小相等，又 $p-t$ 图像斜率的绝对值表示车所受合外力的大小，根据题图 2 有 $20 \text{ N} = m_{\text{乙总}} a$, $30 \text{ N} = m_{\text{甲总}} a$ ，结合题意有

$$\frac{m_{\text{甲总}}}{m_{\text{乙总}}} = \frac{m + m_{\text{甲人}}}{m + m_{\text{乙人}}} = \frac{3}{2}, \quad m_{\text{甲人}} = 2m_{\text{乙人}}, \quad \text{解得 } m_{\text{甲人}} = 40 \text{ kg}, m_{\text{乙人}} = 20 \text{ kg}, \text{ A 错误。}$$

第二步：根据能量守恒定律判断碰撞过程是否有能量损失

根据能量守恒定律有 $\frac{p_0^2}{2m_{\text{乙总}}} = \frac{p_1^2}{2m_{\text{乙总}}} + \frac{p_2^2}{2m_{\text{甲总}}} + \Delta E_{\text{损}}$ ，代入数据解得 $\Delta E_{\text{损}} = 2.8125 \text{ J}$ ，则碰撞过程有能量损失，B 错误。

第三步：计算阻力的冲量大小

根据以上分析可知甲车运动过程中所受阻力的冲量大小为 $I = m_{\text{甲总}} at_0$ ，解得 $I = 45 \text{ N} \cdot \text{s}$ ，C 错误。

第四步：根据匀变速运动规律计算两车静止时的距离

碰后两车运动方向相反，碰后瞬间的速度大小 $v_{\text{甲}} = 0.75 \text{ m/s}$, $v_{\text{乙}} = 0.125 \text{ m/s}$ ，则两车均静止

时的距离为 $x = \frac{v_{\text{甲}}}{2} t_1 + \frac{v_{\text{乙}}}{2} t_2 = \frac{37}{64} \text{ m}$ ，D 正确。

5.答案：CD

解析：小球先做自由落体运动，再做加速度减小的加速直线运动，当弹性绳的拉力大小等于小球的重力时，小球有最大速度，最后做加速度反向增大的减速运动。在自由落体运动阶段小球的加速度等于重力加速度，设弹性绳原长为 L ，当弹性绳被拉直后，根据牛顿第二定律

有 $mg - k(x - L) = ma$ ，故 $a = \frac{mg + kL}{m} - \frac{k}{m}x$ ，故 A 项错误；根据动能定理有

$$E_k = F_{\text{合}} x = (mg - F_{\text{弹}})x, \quad \text{小球的动能 } E_k \text{ 与位移 } x$$

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/696120205032010233>