

1. (2025 西城校级月考)“比冲”是航天器发射系统的常用物理量,用于表达动力系统的效率,其可以描述为单位质量推进剂产生的冲量。据此分析,“比冲”的单位可以是 ()

- A. $\text{N} \cdot \text{s}$ B. N C. m/s D. m/s^2

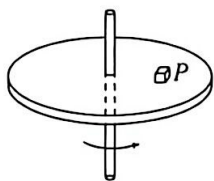
2. (2021 北京,10,3 分)如图所示,圆盘在水平面内以角速度 ω 绕中心轴匀速转动,圆盘上距轴 r 处的 P 点有一质量为 m 的小物体随圆盘一起转动。某时刻圆盘突然停止转动,小物体由 P 点滑至圆盘上的某点停止。下列说法正确的是 ()

A. 圆盘停止转动前,小物体所受摩擦力的方向沿运动轨迹切线方向

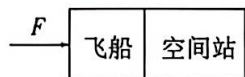
B. 圆盘停止转动前,小物体运动一圈所受摩擦力的冲量大小为 $2m\omega r$

C. 圆盘停止转动后,小物体沿圆盘半径方向运动

D. 圆盘停止转动后,小物体整个滑动过程所受摩擦力的冲量大小为 $m\omega r$



3. (2024 西城一模)如图是采用动力学方法测量空间站质量的原理图。已知飞船的质量为 m ,其推进器工作时飞船受到的平均推力为 F 。飞船与空间站对接后,推进器工作时间为 Δt ,测出飞船和空间站的速度变化为 Δv 。下列说法正确的是 ()



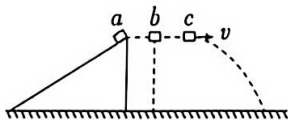
A. 空间站的质量为 $\frac{F\Delta t}{\Delta v}$

B. 空间站的质量为 $\frac{F\Delta t}{\Delta v} - m$

C. 飞船对空间站的作用力大小为 F

D. 飞船对空间站的作用力大小一定为 $m \frac{\Delta v}{\Delta t}$

4. (2025 西城期末)如图所示,质量相同的三个小物块 a 、 b 、 c 处在同一高度,光滑斜面固定在水平地面上。将 a 和 b 由静止释放,同时将 c 沿水平方向抛出。不计空气阻力,下列说法正确的是 ()



A. 三个物块同时落地

B. 三个物块动能的变化量相同

C. 三个物块落地前瞬间的动能相同

D. 重力对三个物块的冲量相同

5. 用豆粒模拟气体分子,可以模拟气体压强产生的原理。如图所示,从距秤盘 80 cm 高度把 1 000 粒豆粒连续均匀地倒在秤盘上,持续作用时间为 1 s,豆粒弹起时竖直方向的速度大小变为碰前的一半。若每个豆粒只与秤盘碰撞一次,且碰撞时间极短(在豆粒与秤盘碰撞极短时间内,碰撞力远大于豆粒受到的重力),已知 1 000 粒豆粒的总质量为 100 g。不计空气阻力,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,则在碰撞过程中秤盘受到的压力大小约为 ()



- A. 0.2 N B. 0.6 N C. 1.0 N D. 1.6 N

6. (2022 北京,12,3 分)“雪如意”是我国首座国际标准跳台滑雪场地。跳台滑雪运动中,裁判员主要根据运动员在空中的飞行距离和动作姿态评分。运动员在进行跳台滑雪时大致经过四个阶段:①助滑阶段,运动员两腿尽量深蹲,顺着助滑道的倾斜面下滑;②起跳阶段,当进入起跳区时,运动员两腿猛蹬滑道快速伸直,同时上体向前伸展;③飞行阶段,在空中运动员保持身体与雪板基本平行、两臂伸直贴放于身体两侧的姿态;④着陆阶段,运动员落地时两腿屈膝,两臂左右平伸。下列说法正确的是 ()



A. 助滑阶段,运动员深蹲是为了减小与滑道之间的摩擦力

B. 起跳阶段,运动员猛蹬滑道主要是为了增加向上的速度

C. 飞行阶段,运动员所采取的姿态是为了增加水平方向速度

D. 着陆阶段,运动员两腿屈膝是为了减少与地面的作用时间



7. (2023 海淀二模) 关于做自由落体运动的物体, 下列说法正确的是 ()

- A. 动能 E_k 随时间 t 变化的快慢 $\frac{\Delta E_k}{\Delta t}$ 随时间均匀增大
- B. 动量 p 随时间 t 变化的快慢 $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ 随时间均匀增大
- C. 重力势能 E_p 随位移 x 变化的快慢 $\frac{\Delta E_p}{\Delta x}$ 随时间均匀减小
- D. 机械能 E 随位移 x 变化的快慢 $\frac{\Delta E}{\Delta x}$ 随时间均匀减小

8. (2024 东城一模) 一个质量为 m 的网球从距地面高 H_1 处自由下落, 反弹的最大高度为 H_2 。不考虑所受的空气阻力, 重力加速度用 g 表示, 对网球与地面接触的运动过程, 下列判断正确的是 ()

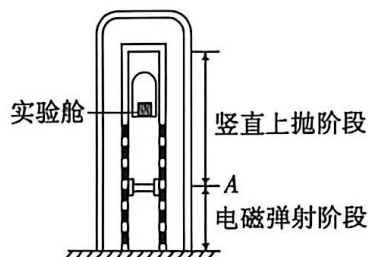
- A. 网球的加速度方向先向上后向下
- B. 网球速度为 0 时受地面的弹力最大
- C. 地面对网球所做的功等于 $mg(H_1 - H_2)$
- D. 网球受地面的平均冲击力大小为 $\frac{m(\sqrt{2gH_1} + \sqrt{2gH_2})}{\sqrt{\frac{2H_1}{g}} + \sqrt{\frac{2H_2}{g}}}$

9. (2024 海淀二模) 如图所示, 一个沙漏沿水平方向以速度 v 做匀速直线运动, 沿途连续漏出沙子, 单位时间内漏出的沙子质量恒定为 Q , 出沙口距水平地面的高度为 H 。忽略沙子漏出瞬间相对沙漏的初速度, 沙子落到地面后立即停止, 不计空气阻力, 已知重力加速度为 g 。在已有沙子落地后的任意时刻, 下列说法正确的是 ()

- A. 沙子在空中形成的几何图形是一条抛物线
- B. 在空中飞行的沙子的总质量为 $Q\sqrt{\frac{2H}{g}}$
- C. 沙子落到地面时对地面的作用力大小为 Qv
- D. 沙子落到地面时与沙漏的水平距离为 $v\sqrt{\frac{2H}{g}}$

10. (2024 西城一模) 2023 年 7 月, 由中国科学院研制的电磁弹射实验装置启动试运行, 该装置在地面构建微重力实验环境, 把“太空”搬到地面。实验装置像一个“大电梯”, 原理如图所示, 在电磁弹射阶段, 电磁弹射系统推动实验舱竖直向上加速运动至 A 位置, 撤除电磁作用。此后, 实验舱做竖直上抛运

动, 到达最高点后返回 A 位置, 再经历一段减速运动后静止。某同学查阅资料了解到: 在上述过程中的某个阶段, 忽略阻力, 实验舱处于完全失重状态, 这一阶段持续的时间为 4 s, 实验舱的质量为 500 kg。根据上述信息, 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 作出以下判断, 其中正确的是 ()



- A. 实验舱向上运动的过程始终处于超重状态
- B. 实验舱运动过程中的最大速度为 40 m/s
- C. 向上弹射阶段, 电磁弹射系统对实验舱做的功大于 $1 \times 10^5 \text{ J}$
- D. 向上弹射阶段, 电磁弹射系统对实验舱的冲量等于 $1 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{s}$

11. (2023 东城二模) 一个质量为 m 的物体, 在光滑水平面上向左做匀加速直线运动。某时刻物体的速度为 v_1 , 经过一段时间 Δt , 速度变为 v_2 。

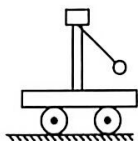
- (1) 求物体的加速度大小 a ;
- (2) 若物体所受合力为 F , 在 Δt 时间内动量的变化量为 Δp , 根据牛顿第二定律推导 Δp 与 F 的关系;
- (3) 若物体继续向左运动与竖直墙壁发生碰撞。碰前瞬间物体的速度大小为 7 m/s, 碰后物体以 6 m/s 的速度反向运动。碰撞时间为 0.05 s, 已知 $m = 0.5 \text{ kg}$, 求碰撞过程中墙壁对物体的平均作用力。



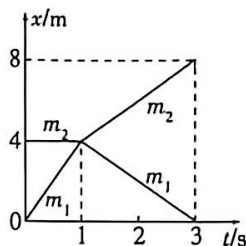
1. (2024 西城校级月考) 短道速滑接力赛上, “接棒”的运动员甲提前站在“交棒”的运动员乙前面, 并且开始向前滑行, 待乙追上甲时, 乙猛推甲一把, 使甲获得更大的速度向前冲出, 如图所示。在乙推甲的过程中, 忽略运动员与冰面在水平方向上的相互作用, 则甲、乙组成的系统 ()



- A. 动量不守恒, 机械能守恒
B. 动量不守恒, 机械能不守恒
C. 动量守恒, 机械能守恒
D. 动量守恒, 机械能不守恒
2. (2025 东城校级月考) 如图所示, 小车放在光滑的水平面上, 将系绳小球拉开到一定角度, 然后同时放开小球和小车, 那么在以后的过程中 ()



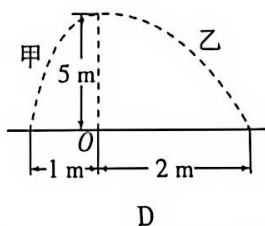
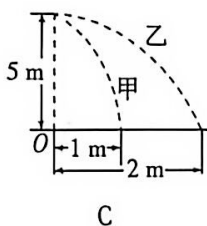
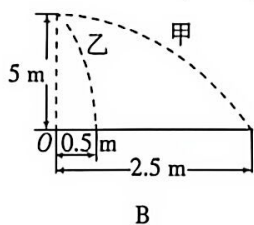
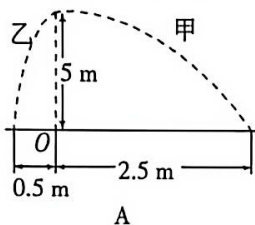
- A. 小球向左摆动时, 小车也向左运动, 且系统动量守恒
B. 小球向左摆动时, 小车向右运动, 且系统动量守恒
C. 小球向左摆到最高点, 小球的速度为零而小车的速度不为零
D. 在任意时刻, 小球和小车在水平方向的动量一定大小相等、方向相反
3. (2023 朝阳一模) 一个原来静止的原子核发生衰变时, 放出一个动量大小为 p_1 的电子, 同时在垂直于电子运动方向上放出动量大小为 p_2 的某种粒子, 则衰变后新原子核的动量 ()
- A. 大小为 $p_1 + p_2$
B. 大小为 $\sqrt{p_1^2 + p_2^2}$
C. 方向与 p_1 方向相反
D. 方向与 p_2 方向相反
4. (2022 北京, 10, 3 分) 质量为 m_1 和 m_2 的两个物体在光滑水平面上正碰, 其位置坐标 x 随时间 t 变化的图像如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 碰撞前 m_2 的速率大于 m_1 的速率
B. 碰撞后 m_2 的速率大于 m_1 的速率
C. 碰撞后 m_2 的动量大于 m_1 的动量
D. 碰撞后 m_2 的动能小于 m_1 的动能
5. (2023 丰台二模) 如图所示, 甲、乙两人静止在水平冰面上, 甲推乙后, 两人同时向相反方向沿直线做减速运动。已知甲的质量小于乙的质量, 两人与冰面间的动摩擦因数相同, 两人之间的相互作用力远大于地面的摩擦力。下列说法正确的是 ()



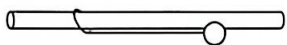
- A. 甲推乙的过程中, 甲和乙的机械能守恒
B. 乙停止运动前任意时刻, 甲的速度总是大于乙的速度
C. 减速过程中, 地面摩擦力对甲做的功等于对乙做的功
D. 减速过程中, 地面摩擦力对甲的冲量大于对乙的冲量
6. (2024 西城校级期中) 一弹丸在飞行到距离地面 5 m 高时仅有水平速度 $v = 2 \text{ m/s}$, 爆炸成为甲、乙两块水平飞出, 甲、乙的质量比为 3 : 1。不计质量损失, 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 则下列图中两块弹片飞行的轨迹可能正确的是 ()



7. (2025 海淀校级月考) 一名连同装备总质量为 M 的航天员, 脱离宇宙飞船后, 在离飞船 x 处与飞船处于相对静止状态。装备中有一个高压气源能以速度 v (以飞船为参考系) 喷出气体从而使航天员相对于飞船运动。如果航天员一次性向远离飞船方向喷出质量为 Δm 的气体, 使航天员在时间 t 内匀速返回飞船。下列说法正确的是 ()

- A. 喷出气体的质量 Δm 等于 $\frac{Mx}{vt}$
- B. 若高压气源喷出气体的质量不变但速度变大, 则返回时间大于 t
- C. 若高压气源喷出气体的速度变大但动量不变, 则返回时间大于 t
- D. 在喷气过程中, 航天员、装备及气体所构成的系统动量和机械能均守恒

8. (2024 东城期末) 某固定的光滑水平金属杆上套有一个质量为 m 的圆环, 圆环用一根长为 L 、不可伸长的轻绳系着, 绳子的另一端系一质量为 M 的小钢球。现将小钢球拉至水平位置由静止释放, 圆环在轻绳拉力作用下也会由静止开始运动, 不计空气阻力与一切摩擦, 圆环与钢球均视为质点, 重力加速度为 g 。下列说法正确的是 ()



- A. 系统动量守恒, 系统机械能也守恒
- B. 小钢球到达最低点时的速度大小为 $\sqrt{2gL}$
- C. 小钢球到达左侧最高点时速度不为零
- D. 小钢球从释放到第一次到达最低点, 在水平方向上向左运动了 $\frac{m}{M+m}L$

9. (2024 东城一模) 如图所示, 质量为 M 、倾角为 θ 的光滑斜劈置于光滑水平地面上, 质量为 m 的小球第①次和第②次分别以方向水平向右和水平向左、大小均为 v_0 的初速度与静止的斜劈相碰, 碰撞中无机械能损失。重力加速度用 g 表示, 下列说法正确的是 ()

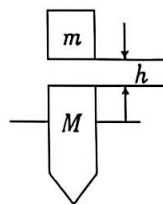


- A. 这两次碰撞过程小球和斜劈组成的系统动量都守恒
- B. 第②次碰撞后斜劈的速度小于 $\frac{2mv_0 \sin^2 \theta}{M}$
- C. 第②次碰撞过程中地面对斜劈的支持力等于 $(M+m)g$
- D. 第①次碰撞前、后小球的速度方向一定在同一直

线上; 第②次碰撞前、后小球速度方向与垂直斜面方向的夹角一定相等

10. (2024 通州一模) 重锤打桩机打桩过程可简化为如图所示的模型: 用动力装置将质量为 $m = 1\,000\text{ kg}$ 的重锤提升到高处自由释放, 重锤下落 $h = 0.8\text{ m}$ 后与质量为 $M = 1\,000\text{ kg}$ 的桩发生碰撞, 碰撞时间极短, 碰后二者一起运动。设桩受到泥土的阻力恒为 $f = 30\,000\text{ N}$, 重力加速度取 $g = 10\text{ m/s}^2$, 不计空气阻力。求:

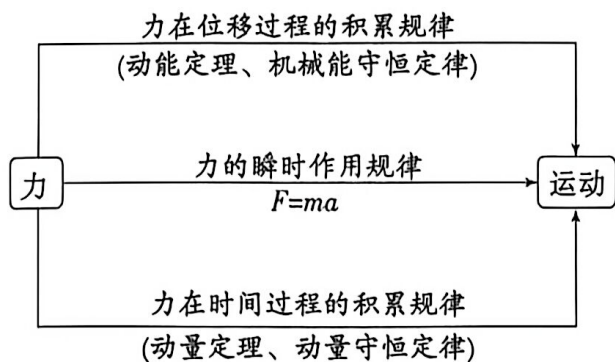
- (1) 重锤与桩碰撞前瞬时速度的大小 v_0 ;
- (2) 重锤与桩碰撞后速度的大小 v ;
- (3) 本次打桩后, 桩下降的距离 d 。



知识梳理

一、力学知识体系和解决动力学问题的基本观点

1. 力学的知识体系。力学研究的是物体的受力与运动变化的关系, 其知识脉络如下:



2. 解决动力学问题的三个基本观点: 动力学观点、动量观点、能量观点。

动力学观点	运用牛顿运动定律结合运动学知识解题, 可处理匀变速运动问题
能量观点	用动能定理和能量守恒观点解题, 可处理非匀变速运动问题
动量观点	用动量守恒观点解题, 可处理非匀变速运动问题

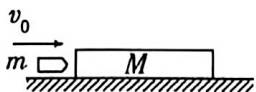
二、利用动量和能量观点解题的策略

- 若研究对象为一个系统, 应优先考虑应用动量守恒定律和能量守恒定律 (机械能守恒定律)。
- 若研究对象为单一物体, 且涉及功和位移问题时, 应优先考虑动能定理。
- 因为动量守恒定律、能量守恒定律 (或机械能守恒定律)、动能定理都只考查物理过程始末两个状态有关物理量间的关系, 对过程的细节不予细究, 这正是它们的方便之处。

三、动量守恒和能量守恒综合应用的常见模型

模型分类	特点及满足的规律
碰撞模型	碰撞现象满足的规律: (1) 动量守恒定律; (2) 机械能不增加; (3) 速度要合理。 a. 碰前两物体同向运动, 若要发生碰撞, 则应有①_____, 碰后原来在前的物体速度一定增大, 若碰后两物体同向运动, 则应有②_____。 b. 碰前两物体相向运动, 碰后两物体的运动方向不可能都不改变
弹簧模型 (水平面光滑)	弹簧处于最长 (最短) 状态时两物体速度相等, 弹性势能③_____, 系统动量守恒、机械能守恒。 $m_1 v_0 = (m_1 + m_2) v_{共}$, ④_____。 弹簧处于原长时⑤_____为零, 系统动量守恒、机械能守恒。 $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$, $\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$, $v_1 =$ ⑥_____, $v_2 =$ ⑦_____。
光滑 $\frac{1}{4}$ 圆轨道模型 (水平面光滑)	最高点: 两物体具有⑧_____, 系统⑨_____, 系统机械能守恒。 $mv_0 = (M + m) v_{共}$, $\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} (M + m) v_{共}^2 + mgh$。 最低点: 两物体分离点, 系统水平方向动量守恒, 系统机械能守恒。 $mv_0 = mv_1 + Mv_2$, $\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} M v_2^2$

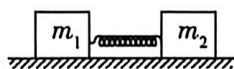


模型分类	特点及满足的规律
子弹打木块模型  (水平面光滑)	系统动量守恒、能量守恒, 当子弹未穿出时有 $mv_0 = (m+M)v$, $F_f L_{\text{相对}} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(M+m)v^2$ 。木块放于光滑水平面上, 若子弹穿出, 则系统产生的热量相等

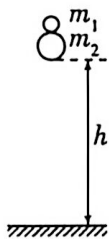
自主评价

1. 多选 如图所示, 水平面上有两个木块, 两木块的质量分别为 m_1 、 m_2 , 且 $m_2 = 2m_1$ 。开始两木块之间有一根用轻绳缚住的已压缩的轻弹簧, 烧断绳后, 两木块分别向左、右运动。若两木块与水平面间的动摩擦因数分别为 μ_1 、 μ_2 , 且 $\mu_1 = 2\mu_2$, 则在弹簧恢复原长的过程中, 两木块 ()

- A. 动量大小之比为 1 : 1
B. 速度大小之比为 2 : 1
C. 通过的路程之比为 2 : 1
D. 通过的路程之比为 1 : 1



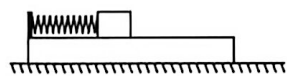
2. 如图所示, 两质量分别为 m_1 和 m_2 的弹性小球 (可视为质点) 叠放在一起, 从高度为 h 处自由落下, h 远大于两小球半径, 所有的碰撞都是弹性碰撞, 且都发生在竖直方向。已知 $m_2 = 3m_1$, 不计



空气阻力, 则质量为 m_1 的小球反弹后能达到的高度为 ()

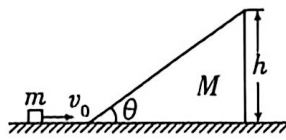
- A. h B. $2h$ C. $3h$ D. $4h$

3. (2025 朝阳期中) 如图所示, 水平面上放一足够长的木板, 木板左侧固定一轻弹簧并与物块的左侧连接, 控制木板和物块均静止并使弹簧处于压缩状态, 不计各表面摩擦。现同时释放木板和物块, 则 ()



- A. 弹簧恢复原长时物块动量最大
B. 弹簧伸长最长时木板动能最大
C. 木板与物块最终一起向左运动
D. 木板、物块、弹簧组成的系统机械能变大

4. 如图所示, 在足够长的光滑水平面上有一静止的质量为 $M = 2m$ 的斜面体, 斜面体表面光滑, 高度为 h , 倾角为 θ 。一质量为 m 的小物块以一定的初速度沿水平面向右运动, 不计冲上斜面过程中机械能的损失。如果斜面体固定, 则小物块恰能冲到斜面顶端。如果斜面体不固定, 则小物块冲上斜面后能到达的最大高度为 ()



- A. $\frac{h}{3}$ B. $\frac{h}{2}$ C. $\frac{2h}{3}$ D. h

关键能力 · 核心突破

工欲善其事, 必先利其器

考点一 弹性碰撞及其规律

1. 弹性碰撞是碰撞过程中无机械能损失的碰撞, 遵循的规律是动量守恒定律和机械能守恒定律, 确切地说是碰撞前后系统动量守恒, 动能不变。

(1) 题目中明确告诉物体间的碰撞是弹性碰撞。

(2) 题目中明确告诉是弹性小球或分子 (原子等微观粒子) 碰撞的, 都是弹性碰撞。

2. 弹性正碰的规律

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$\frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2 = \frac{1}{2}m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2'^2$$

$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_2' = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

碰撞前后速度满足关系: $v_1 - v_2 = v_2' - v_1'$

(1) 当 $m_1 = m_2$ 时, 有 $v_1' = v_2$, $v_2' = v_1$, 即碰后速度发生交换。

(2) 当被撞小球 (质量为 m_2) 静止时, 有 $v_2 = 0$, 则 $v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_1$, $v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_1$ 。



CS 扫描全能王

3亿人都在用的扫描App

动碰一静), 则有 $v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$, $v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$ 。

讨论: ①若 $m_1 = m_2$, 则 $v_1' = 0$, $v_2' = v_1$ (速度交换);

②若 $m_1 > m_2$, 则 $v_1' > 0$, $v_2' > 0$ (碰后两物体沿同一方向运动); 当 $m_1 \gg m_2$ 时, $v_1' \approx v_1$, $v_2' \approx 2v_1$;

③若 $m_1 < m_2$, 则 $v_1' < 0$, $v_2' > 0$ (碰后两物体沿相反方向运动); 当 $m_1 \ll m_2$ 时, $v_1' \approx -v_1$, $v_2' \approx 0$ 。

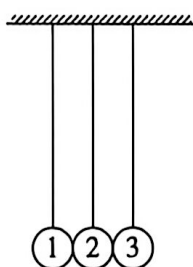
例 1 (经典高考) 在同一竖直平面内, 3 个完全相同的小钢球(1 号、2 号、3 号)悬挂于同一高度, 静止时小球恰能接触且悬线平行, 如图所示。在下列实验中, 悬线始终保持绷紧状态, 碰撞均为对心正碰。以下分析正确的是 ()

A. 将 1 号移至高度 h 释放, 碰撞后, 观察到 2 号静止、3 号摆至高度 h 。若 2 号换成质量不同的小钢球, 重复上述实验, 3 号仍能摆至高度 h

B. 将 1、2 号一起移至高度 h 释放, 碰撞后, 观察到 1 号静止, 2、3 号一起摆至高度 h , 释放后整个过程机械能和动量都守恒

C. 将右侧涂胶的 1 号移至高度 h 释放, 1、2 号碰撞后粘在一起, 根据机械能守恒, 3 号仍能摆至高度 h

D. 将 1 号和右侧涂胶的 2 号一起移至高度 h 释放, 碰撞后, 2、3 号粘在一起向右运动, 未能摆至高度 h , 释放后整个过程机械能和动量都不守恒



例 2 (2023 西城一模) 动量守恒定律的适用范围非常广泛, 不仅适用于低速、宏观的问题, 也适用于近代物理研究的高速(接近光速)、微观(小到分子、原子的尺度)领域。

(1) 质量为 $3m$ 、速度为 v 的 A 球跟质量为 m 的静止 B 球发生弹性正碰。求碰后 A 球的速度大小。

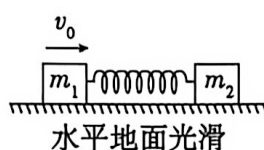
(2) 核反应堆里的中子速度不能太快, 否则不易被铀核“捕获”, 因此, 在反应堆内要放“慢化剂”, 让中子与慢化剂中的原子核碰撞, 以

便把中子的速度降下来。若认为碰撞前慢化剂中的原子核都是静止的, 且将中子与原子核的碰撞看作弹性正碰, 慢化剂应该选用质量较大的还是质量较小的原子核? 请分析说明理由。

(3) 光子不仅具有能量, 而且具有动量。某科学家在实验中观察到: 一个电子和一个正电子以相同的动能对心碰撞发生湮灭, 会转化为光子。有人认为这个过程可能只生成一个光子, 也有人认为这个过程至少生成两个光子。你赞同哪个观点? 请分析说明理由。

考点二 弹簧类问题中的动量守恒和机械能守恒

1. 模型图示



2. 模型特点

(1) 动量守恒: 两个物体与弹簧相互作用的过程中, 若系统所受外力的矢量和为零, 则系统动量守恒。

(2) 机械能守恒: 系统所受的外力为零或除弹簧弹力以外的内力不做功, 系统机械能守恒。

(3) 弹簧处于最长(最短)状态时两物体速度相等, 弹性势能最大, 系统动能非弹性碰撞拓展模型)。



(4) 弹簧恢复原长时,弹性势能为零,系统动能最大(完全弹性碰撞拓展模型,相当于碰撞结束时)。

例3 (2024 朝阳一模) 如图所示,光滑水平地面上的 P 、 Q 两物体质量均为 m , P 以速度 v 向右运动, Q 静止且左端固定一轻弹簧。当弹簧被压缩至最短时 ()

A. P 的动量为 0

B. Q 的动量达到最大值

C. P 、 Q 系统总动量小于 mv

D. 弹簧储存的弹性势能为 $\frac{1}{4}mv^2$

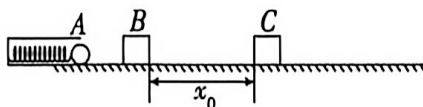


例4 (2024 海淀三模) 如图所示,在粗糙水平地面上静止放置着物块 B 和 C ,相距 $x_0 = 1.0 \text{ m}$,在物块 B 的左侧固定有少量炸药,在物块 B 的左边有一弹簧枪,弹簧的弹性势能 $E_p = 8.0 \text{ J}$,弹簧枪将光滑小球 A 水平发射出去后,小球 A 与 B 发生碰撞并导致炸药爆炸使小球 A 又恰好返回到弹簧枪中,并将弹簧压缩到初位置,物块 B 与物块 C 发生正碰,碰后瞬间物块 C 的速度 $v = 2.0 \text{ m/s}$ 。已知小球 A 和物块 B 的质量均为 $m = 1 \text{ kg}$,若 C 的质量为 B 质量的 k 倍,物块与地面的动摩擦因数 $\mu = 0.75$ 。(设碰撞时间很短, g 取 10 m/s^2)

(1) 计算 A 与 B 碰撞后瞬间 B 的速度 v_1 ;

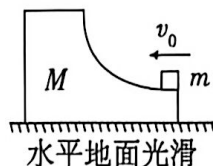
(2) 计算 B 与 C 碰撞前瞬间的速度 v_2 ;

(3) 根据 B 与 C 的碰撞过程分析 k 的取值范围,并讨论 B 与 C 碰撞后 B 的可能运动方向。



考点三 物块与斜(曲)面体的相互作用模型

1. 模型图示



2. 模型特点

(1) 最高点:两物体具有相同水平速度 $v_{共}$,物块不会从此处或提前偏离轨道。系统水平方向动量守恒, $mv_0 = (M+m)v_{共}$; 系统机械能守恒, $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(M+m)v_{共}^2 + mgh$, 其中 h 为物块上升的最大高度,不一定等于圆弧轨道的高度(完全非弹性碰撞拓展模型)。

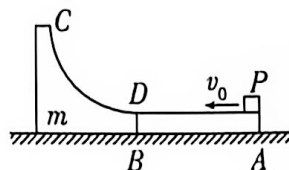
(2) 最低点:两物体分离点。系统水平方向动量守恒, $mv_0 = mv_1 + Mv_2$; 系统机械能守恒, $\frac{1}{2}mv_0^2 =$

$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2$ (完全弹性碰撞拓展模型)。

例5 在光滑水平面上静置有质量均为 m 的木板 AB 和滑块 CD ,木板 AB 上表面粗糙,与物块间的动摩擦因数为 μ 。滑块 CD 上表面是光滑的 $\frac{1}{4}$ 圆弧,其始端 D 点切线水平且与木板 AB 上表面相平,它们紧靠在一起,如图所示。一可视为质点的物块 P ,质量也为 m ,从木板 AB 的右端以初速度 v_0 滑上木板 AB ,滑到 B 处时速度变为 $\frac{v_0}{2}$,随后又滑上滑块 CD ,最终恰好能滑到圆弧的最高点 C 处,重力加速度为 g ,求:

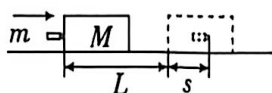
(1) 物块 P 滑到 B 处时木板 AB 的速度大小 v_{AB} ;

(2) 滑块 CD 圆弧的半径 R 。



考点四 “子弹打木块”类模型

1. 模型图示



2. 模型特点

- (1) 子弹水平打进木块的过程中, 系统的动量守恒。
- (2) 系统的机械能有损失。

3. 两种情景

- (1) 子弹嵌入木块中, 两者速度相等, 机械能损失最多(完全非弹性碰撞)。

动量守恒: $mv_0 = (m+M)v$

能量守恒: $Q = f \cdot s = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(M+m)v^2$

- (2) 子弹穿透木块。

动量守恒: $mv_0 = mv_1 + Mv_2$

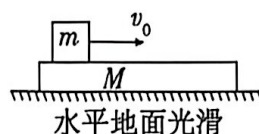
能量守恒: $Q = f \cdot d = \frac{1}{2}mv_0^2 - \left(\frac{1}{2}Mv_2^2 + \frac{1}{2}mv_1^2 \right)$

例6 一质量为 M 的木块放在光滑的水平面上, 一质量为 m 的子弹以初速度 v_0 水平打进木块并留在其中, 设子弹与木块之间的相互作用力为 f 。则:

- (1) 子弹、木块相对静止时的速度是多少?
- (2) 子弹在木块内运动的时间为多长?
- (3) 子弹、木块相互作用过程中子弹、木块发生的位移以及子弹打进木块的深度分别是多少?
- (4) 系统损失的机械能、系统增加的内能分别是多少?
- (5) 要使子弹不射出木块, 木块至少多长?

考点五 “木块滑木板”模型

1. 模型图示



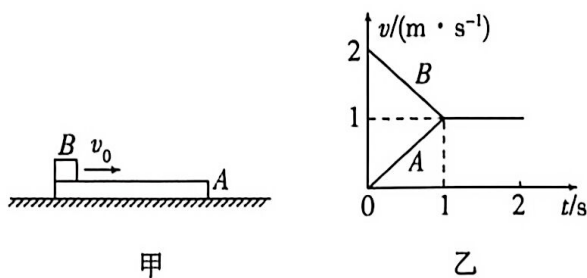
2. 模型特点

- (1) 系统的动量守恒, 但机械能不守恒, 摩擦力与两者相对位移的乘积等于系统减少的机械能。
- (2) 若木块未从木板上滑下, 当两者速度相同时, 木板速度最大, 相对位移(或相对路程)最大。(完全非弹性碰撞拓展模型)

3. 求解方法

- (1) 求速度: 根据动量守恒定律求解, 研究对象为一个系统;
- (2) 求时间: 根据动量定理求解, 研究对象为一个物体;
- (3) 求系统产生的内能或相对位移(或相对路程): 根据能量守恒定律 $Q = f\Delta s$ 或 $Q = E_{初} - E_{末}$, 研究对象为一个系统。

例7 (2025 西城校级开学考) 如图甲所示, 长木板 A 放在光滑的水平面上, 质量为 $m = 2 \text{ kg}$ 的另一物体 B 以水平速度 $v_0 = 2 \text{ m/s}$ 滑上原来静止的长木板 A 的表面。由于 A 、 B 间存在摩擦, 之后 A 、 B 速度随时间变化情况如图乙所示, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 则下列说法正确的是 ()



- 木板获得的动能为 2 J
- 系统损失的机械能为 4 J
- 木板 A 的最小长度为 2 m
- A 、 B 间的动摩擦因数为 0.1

例8 (2025 西城校级开学考) 如图所示, 一质量 $m_1 = 0.45 \text{ kg}$ 的平板小车静止在光滑的水平轨道上。车顶右端放一质量 m_2

