



教育图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年专注教育行业

全品智能作业

QUANPIN ZHINENGZUOYE

高中物理4 | 选择性必修第一册 RJ

主 编 肖德好

天津出版传媒集团
天津人民出版社

CONTENTS 目录

第一章

动量守恒定律

1 动量	001
2 动量定理	003
▶ 专题 动量定理的应用及连续体问题	005
3 动量守恒定律	007
▶ 专题 动量守恒定律的应用	009
4 实验:验证动量守恒定律	011
5 弹性碰撞和非弹性碰撞	013
第1课时 弹性碰撞	013
第2课时 非弹性碰撞和碰撞的可行性	015
▶ 专题 碰撞过程的图像	017
6 反冲现象 火箭	019
▶ 专题 人船模型及其拓展	021
▶ 专题 滑块—木板模型、弹簧类碰撞模型	023
▶ 专题 碰撞中的功能分析	025
易错易混知识专练(一)	027
单元过关检测(一)	029

第二章

机械振动

1 简谐运动	033
2 简谐运动的描述	035
3 简谐运动的回复力和能量	037
▶ 特训 简谐运动的动力学特征与图像	039
4 单摆	041
5 实验:用单摆测量重力加速度	043
6 受迫振动 共振	045
易错易混知识专练(二)	047
单元过关检测(二)	049
阶段强化检测(一)	053

攻略手册

要点攻略 1 力的两种累积的对比	攻 001
溯源攻略 2 推导动量定理的表达式	攻 002
模型攻略 3 动量定理在流体模型中的应用	攻 003
模型攻略 4 动量定理在微粒模型中的应用	攻 004
方法攻略 5 如何判断动量是否守恒	攻 004
溯源攻略 6 推导动量守恒定律的表达式	攻 005
实验攻略 7 验证动量守恒定律实验中速度的测量方法	攻 006
模型攻略 8 弹性碰撞和非弹性碰撞	攻 008
模型攻略 9 “动碰静”模型和“动碰动”模型	攻 008
要点攻略 10 碰撞能否真实发生的条件	攻 010
模型攻略 11 人船模型	攻 011
模型攻略 12 子弹打木块模型和滑块—木板模型	攻 012
模型攻略 13 滑块—一曲(斜)面模型	攻 014
模型攻略 14 弹簧类模型	攻 016
模型攻略 15 弹簧振子的简谐运动过程	攻 017
方法攻略 16 确定简谐运动表达式的思路	攻 018
方法攻略 17 画过程图解决简谐运动中对称性问题	攻 019
方法攻略 18 简谐运动的几种证明方法	攻 020
模型攻略 19 单摆模型的特点及其周期公式	攻 021
溯源攻略 20 证明单摆的运动是简谐运动	攻 023
模型攻略 21 圆弧摆	攻 024
模型攻略 22 双线摆	攻 025
模型攻略 23 斜面摆	攻 026
模型攻略 24 折线摆	攻 026
要点攻略 25 固有振动、受迫振动和共振的对比	攻 028
方法攻略 26 带动法	攻 029
方法攻略 27 同侧法	攻 030
方法攻略 28 “上下坡”法	攻 031
方法攻略 29 微平移法	攻 031
方法攻略 30 波的多解问题的求解方法	攻 032

第三章

机械波

1 波的形成	057
2 波的描述	059
专题 机械波的双向与多解问题	061
专题 振动图像与波的图像	063
3 波的反射、折射和衍射	065
4 波的干涉	067
特训 波的干涉与衍射	069
5 多普勒效应	071
易错易混知识专练(三)	073
单元过关检测(三)	075
阶段强化检测(二)	079

第四章

光

1 光的折射	083
实验 测量玻璃的折射率	085
2 全反射	087
专题 光的折射与全反射的综合应用	089
3 光的干涉	091
4 实验:用双缝干涉测量光的波长	093
5 光的衍射	095
6 光的偏振 激光	097
专题 光学棱镜、柱体类折射问题	099
专题 光学视深视高类、透光区域类问题	101
易错易混知识专练(四)	103
单元过关检测(四)	105
模块综合检测(一)	109
模块综合检测(二)	113

攻略手册

模型攻略 31 波的衍射及使波明显衍射的方法	攻 034
模型攻略 32 波的叠加原理	攻 034
模型攻略 33 波的干涉条件及干涉图样	攻 036
模型攻略 34 多普勒效应中音调变化与相对运动的关系	攻 037
模型攻略 35 放在杯内水中的筷子“变粗”又“折断”的原因	攻 039
实验攻略 36 测量折射率实验中转换测量量的思想	攻 040
要点攻略 37 光疏介质与光密介质——全反射能否发生的首要因素	攻 041
模型攻略 38 海市蜃楼与沙漠蜃景	攻 042
溯源攻略 39 推导视深公式	攻 043
模型攻略 40 霓与虹中的七彩排列	攻 044
要点攻略 41 双缝干涉中明暗条纹出现的条件	攻 046
溯源攻略 42 推导双缝干涉中相邻亮条纹间距的表达式	攻 047
模型攻略 43 利用劈尖干涉判断物体表面的凸凹性	攻 049
要点攻略 44 三种衍射图样的对比	攻 050
要点攻略 45 单缝衍射与双缝干涉的对比	攻 052
要点攻略 46 增反膜、增透膜与偏振滤光片的应用	攻 053
要点攻略 47 激光的几个特性及其应用	攻 054



攻略手册 (要点·方法·模型·溯源·实验)

重点难点 凝练核心
 训练技巧 构建理论
 探究本质 激发创新
 一本自我拔高的**攻略手册**

1 动量

建议用时:40分钟

基础巩固

1. 关于动量的概念,下列说法正确的是 ()

- A. 动量是个标量,只有大小没有方向
- B. 动量的大小是由物体所受到的力决定的
- C. 动量是个矢量,动量的方向与速度的方向相同
- D. 动量是个矢量,动量的方向与速度的方向不相同

2. [2025·江苏镇江中学高二月考] 两个质量不同的物体,若它们的 ()

- A. 动能相等,则质量大的动量小
- B. 动能相等,则动量大小也相等
- C. 动量大小相等,则动能也相等
- D. 动量大小相等,则质量大的动能小

3. [2026·浙江宁波中学高二开学考] 对于一个质量不变的物体,下列说法中正确的是 ()

- A. 做匀速直线运动的物体,其动量可能变化
- B. 做匀速圆周运动的物体,其动量一定不变
- C. 物体的速度发生变化时,其动量一定变化
- D. 物体的动能发生变化时,其动量可能不变

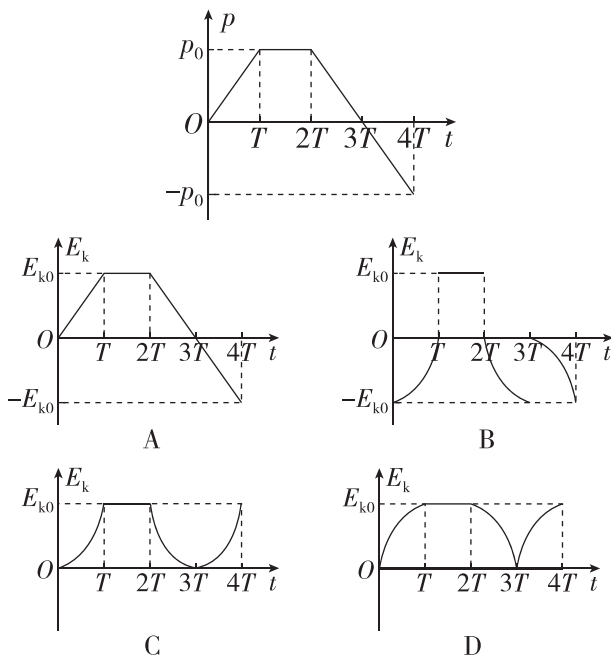
4. 关于动量,下列说法中正确的是 ()

- A. 做平抛运动的物体,动量不变
- B. 做匀变速直线运动的物体,它的动量一直在改变
- C. 物体的动量变化,动能也一定变化
- D. 甲物体动量 $p_1 = 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,乙物体动量 $p_2 = -10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,所以 $p_1 > p_2$

5. [2026·黑龙江佳木斯高二期中] 在我国空间站的微重力环境中,一个质量为 0.2 kg 的球形水珠以 2 m/s 的水平速度垂直撞向特制疏水材料平板,随后以 1 m/s 的速度反弹. 设初速度方向为正方向,则水珠的动量变化量为 ()

- A. $0.2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- B. $-0.2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- C. $0.6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- D. $-0.6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

6. [2025·四川绵阳南山中学高一期末] 一物体做直线运动,其动量随时间变化的 $p-t$ 图像如图所示. 下列描述此物体的 E_k-t 图像中可能正确的是 ()



能力提升

7. 从同一高度抛出完全相同的甲、乙、丙三个小球,甲球竖直向上抛出,乙球竖直向下抛出,丙球水平抛出. 若三个小球落地时的速率相同,不计空气阻力,则下列说法正确的是 ()

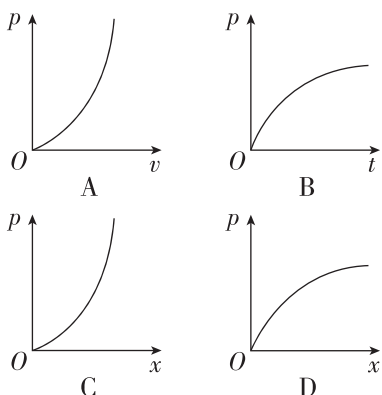
- A. 抛出时甲、乙两球动量相同,其动量大小均不小于丙的动量大小
- B. 落地时三个小球的动量相同,动能也相同
- C. 从抛出到落地的过程中,三个小球的动量变化量相同
- D. 从抛出到落地的过程中,三个小球的动量变化量不同

8. 甲、乙两辆汽车的质量分别为 m_1 和 m_2 ,沿水平方向做匀速直线运动并且具有相等的动能,则甲、乙两辆汽车动量大小的比值是 ()

- A. $\left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2$
- B. $\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$
- C. $\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$
- D. $\left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2$

9. (多选)质量为 3 kg 的物体在水平面上做直线运动,若速度大小由 2 m/s 变成 6 m/s,则在此过程中动量变化量的大小可能是 ()
- A. 4 kg · m/s B. 12 kg · m/s
C. 20 kg · m/s D. 24 kg · m/s

10. 我国新型电动汽车迅猛发展,一辆新型电动汽车在水平路面上进行测试时,汽车由静止以恒定的加速度启动,在汽车做匀加速直线运动的时间内,下列关于汽车的动量大小 p 和汽车的速度大小 v 、运动时间 t 、位移大小 x 的关系图像,可能正确的是 ()



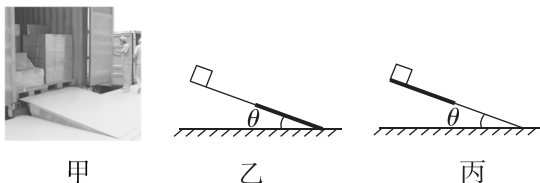
11. [2025 · 河北石家庄高一期中] 一个质量为 2 kg 的物体静止在光滑水平面上,物体在两个相互垂直的水平力作用下开始运动,力 F_1 对物体做的功为 3 J,力 F_2 对物体做的功为 4 J,随后同时撤去这两个力.撤去这两个力的瞬间,物体的动量大小为 ()
- A. $2\sqrt{5}$ kg · m/s B. 10 kg · m/s
C. $2\sqrt{7}$ kg · m/s D. 14 kg · m/s

12. [2025 · 广东广州执信中学高一期中] 一个质量为 0.6 kg 的小球从距离地面高度为 5 m 处以 1 m/s 的初速度水平抛出,不计空气阻力,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,则小球从抛出到刚要着地的过程中 ()
- A. 重力做功 60 J
B. 重力做功的平均功率是 60 W
C. 着地前瞬间重力做功的瞬时功率为 60 W
D. 动量的变化量为 $30 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

挑战自我

13. (多选)如图甲所示为某品牌的卸货斜面木板.如图乙所示为某次卸货简化图,板面上半部分光滑,下半部分粗糙,卸货时木板与地面的倾

角为 θ ;若将木板翻转,上半部分粗糙,下半部分光滑,同样保持卸货倾角为 θ ,如图丙所示.两种情况下,完全相同且可视为质点的货物由静止从顶端释放,下列关于两种卸货情况,判断正确的是 ()



- A. 货物运动到斜面底端时动量关系为 $p_{乙} = p_{丙}$
B. 货物运动到斜面底端时动量关系为 $p_{乙} > p_{丙}$
C. 货物从斜面顶端运动到底端所用时间的关系为 $t_{乙} < t_{丙}$
D. 货物从斜面顶端运动到底端所用时间的关系为 $t_{乙} = t_{丙}$

14. 汽车碰撞试验是综合评价汽车安全性能最有效的方法之一,也是各国政府检验汽车安全性能的强制手段之一.在某次正面碰撞试验中,让质量 $m = 1 \times 10^3 \text{ kg}$ 的汽车驶向固定的碰撞试验台,速度大小为 $v_0 = 13 \text{ m/s}$,撞击后汽车的速度大小变为 $v_1 = 2 \text{ m/s}$,方向与原方向相反,若碰撞时间 $t = 0.05 \text{ s}$.求:
- (1) 碰撞前汽车动量的大小;
(2) 碰撞前后汽车动量的变化量.



2 动量定理

建议用时:40分钟

基础巩固

1. [2025·陕西安康高二期末] 一辆救护车行驶在水平路面上,下列说法正确的是 ()

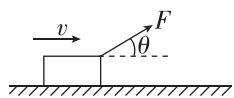
- A. 救护车的动量发生变化,其动能可能不变
- B. 救护车受到的合力越大,救护车的动量就越大
- C. 救护车的牵引力越大,动量的变化率就越大
- D. 救护车的合力的冲量方向与动量方向一致

2. [2025·山东济宁高二期中] 中国乒乓球队在2024年巴黎奥运会上包揽乒乓球项目5枚金牌.关于乒乓球运动,下列说法正确的是 ()

- A. 球拍对乒乓球的弹力越大,乒乓球的动量变化一定越大
- B. 一次击球过程中,球拍对乒乓球的冲量大小等于乒乓球对球拍的冲量大小
- C. 球拍将飞来的乒乓球以原速率反向击出的过程,乒乓球的动量保持不变
- D. 球拍将飞来的乒乓球以原速率反向击出的过程,乒乓球的动能增大

3. [2026·河北秦皇岛三中高二月考] 如图所示,质量为 m 的物体在一个与水平方向成 θ 角的恒定拉力 F 作用下沿水平面向右做匀速直线运动,重力加速度为 g ,则下列关于物体在时间 t 内所受力的冲量表述正确的是 ()

- A. 拉力 F 的冲量大小为 $Ft \cos \theta$



- B. 摩擦力的冲量大小为 $Ft \sin \theta$
- C. 重力的冲量大小为 mgt
- D. 物体所受支持力的冲量大小为 mgt

4. [2026·广西南宁二中高二月考] 2025年5月全国体操锦标赛暨第十五届全国运动会体操成年组资格赛在广西南宁三塘体育训练比赛基地极限综合馆举办.体操运动员在落地时,总是要曲腿,这是为了 ()

- A. 减小运动员的动能变化量
- B. 减小地面对腿的冲量
- C. 减小运动员的动量变化量
- D. 减小地面对腿的冲击力

5. [2026·江苏梅村高级中学高二月考] “智能防摔马甲”是一款专门为老年人研发的科技产品.该装置通过马甲内的传感器和微处理器精准识别穿戴者的运动姿态,在其失衡瞬间迅速打开安全气囊进行主动保护,能有效地避免摔倒带来的伤害.在穿戴者着地的过程中,安全气囊可以 ()

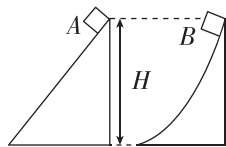
- A. 减小穿戴者所受重力的冲量
- B. 减小地面对穿戴者的平均冲击力
- C. 减小穿戴者动量的变化量
- D. 减小穿戴者与地面的接触时间

能力提升

6. (多选)[2025·安徽六安高二期末] 一根细绳系着小球,在光滑水平面上做匀速圆周运动,小球质量为 m ,速度大小为 v ,做匀速圆周运动的周期为 T ,则以下说法中正确的是 ()

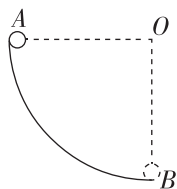
- A. 经过时间 $t = \frac{T}{2}$,小球动量变化量为 0
- B. 经过时间 $t = \frac{T}{4}$,小球动量变化量大小为 $\sqrt{2}mv$
- C. 经过时间 $t = \frac{T}{2}$,细绳对小球的冲量大小为 $2mv$
- D. 经过时间 $t = \frac{T}{4}$,重力对小球的冲量大小为 0

7. [2026·江苏常州金坛一中高二月考] 两个相同的小铁块 A 和 B,分别从固定的、高度相同的光滑斜面和圆弧斜面的顶点滑到底部,如图所示.若它们的初速度都为零,且下滑到底部的路程相同,则下列说法正确的是 ()



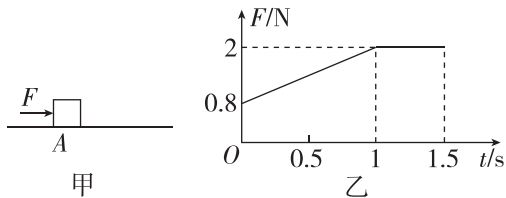
- A. 它们到达底部时动量相同
- B. 它们到达底部过程中重力做功相同
- C. 它们到达底部过程中重力的冲量相同
- D. 整个过程中合力的冲量相同

8. [2026·江苏常州一中高二月考] 如图所示, AB 为固定的四分之一光滑圆弧轨道, O 为圆心, AO 水平, BO 竖直, 轨道半径为 R . 将质量为 m 的小球(可视为质点)从 A 点由静止释放, 重力加速度为 g , 在小球从 A 点运动到 B 点的过程中, 小球 ()



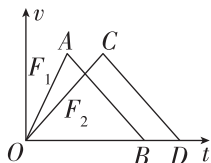
- A. 所受合力的冲量斜向右上方
- B. 所受合力的冲量大小为 $m\sqrt{2gR}$
- C. 所受支持力的冲量水平向右
- D. 所受支持力的冲量大小为 0

9. [2026·山东泰安一中高二月考] 如图甲所示, 一个小物块在水平向右的推力 F 作用下从 A 点由静止开始向右做直线运动, 力 F 的大小随时间变化的规律如图乙所示, 物块的质量 $m=1\text{ kg}$, 与台面间的动摩擦因数 $\mu=0.1$, g 取 10 m/s^2 . 则物块在 $t=1.5\text{ s}$ 时刻的速度大小为 ()



- A. $\frac{9}{10}\text{ m/s}$
- B. $\frac{13}{12}\text{ m/s}$
- C. $\frac{11}{12}\text{ m/s}$
- D. 2 m/s

10. (多选)[2025·湖南长沙一中高二月考] 水平推力 F_1 和 F_2 分别作用于水平面上等质量的甲、乙两物体上, 作用一段时间后撤去推力, 物体将继续运动一段时间后停下来. 两物体的 $v-t$ 图像如图所示, 图中线段 $AB \parallel CD$, 则整个运动过程中 ()

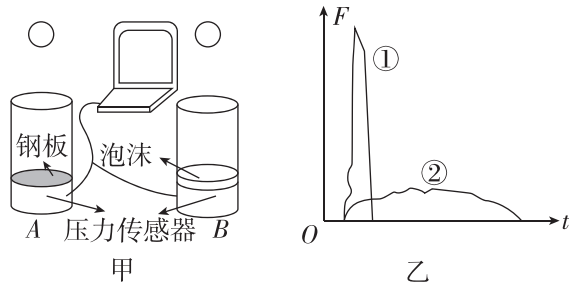


- A. F_1 的冲量大于 F_2 的冲量
- B. F_1 的冲量等于 F_2 的冲量
- C. 两物体受到的摩擦力大小相等
- D. 摩擦力对甲的冲量小于摩擦力对乙的冲量

挑战自我

11. (多选)[2025·广东广州南武中学高一期末] 如图甲所示, 两个质量相同的钢球从 A 、 B 装置正上方同时释放, 分别与 A 、 B 装置底部发

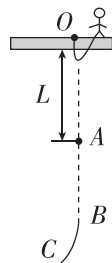
生碰撞, 碰后两球沿竖直方向反弹且速度相同. A 装置底部为钢板, B 装置底部为泡沫, 用压力传感器同时测出力随时间变化的曲线①和曲线②, 如图乙所示, 下列说法正确的是 ()



- A. 两小球到达底部时, 碰前的动量不同
- B. 整个碰撞过程中, 两小球所受合力的冲量一样大
- C. 曲线①代表 B 装置碰撞情况, 曲线②代表 A 装置碰撞情况
- D. 曲线①与时间轴围成的面积小于曲线②与时间轴围成的面积

12. [2025·山东乐陵一中高二月考] 如图所示, 游乐场有一种将蹦极运动和大型滑梯结合起来的游乐项目, 一位质量 $m=60\text{ kg}$ 的游客系着一条原长为 $L=5\text{ m}$ 的弹性绳, 由静止开始从 O 点下落, 弹性绳从开始张紧至最长状态(即下端到达 B 点)所用时间为 $t_1=1\text{ s}$, 将此游客视为质点, 不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 . 求:

- (1) 从开始下落至弹性绳最长状态的过程中, 游客受到的重力冲量 I 的大小;
- (2) 从开始张紧至最长状态的过程中, 弹性绳受到的平均冲力 F 的大小.

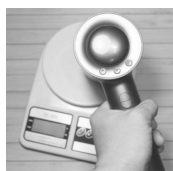


基础巩固

1. 在汽车相撞时,汽车的安全气囊可使头部受伤率减少 25%左右,面部受伤率减少 80%左右.某次汽车正面碰撞测试中,汽车以 108 km/h 的速度撞上测试台后停下,安全气囊在系有安全带的假人的正前方水平弹出,假人用时 0.2 s 停下.车内假人的质量为 50 kg,则下列说法正确的是 ()

- A. 安全气囊的作用是减小碰撞前后假人动量的变化量
- B. 安全气囊对假人的作用力小于假人对安全气囊的作用力
- C. 碰撞过程中安全气囊和安全带对假人的冲量大小为 300 N·s
- D. 碰撞过程中安全气囊和安全带对假人的平均作用力大小为 7500 N

2. [2026·河北邯郸九校高二月考] 某同学利用身边的常见器材在家完成了有趣的物理实验,如图所示.当手持吹风机垂直向电子秤的托盘吹风时,电子秤示数为 36.0 克.假设吹风机出风口为圆形,其半径为 5 cm,空气密度为 1.29 kg/m³,实验前电子秤已校准,重力加速度 g 取 10 m/s².则此时吹风机的风速约为 ()



- A. 6 m/s
- B. 8 m/s
- C. 10 m/s
- D. 12 m/s

3. [2026·江苏赣榆高级中学高二月考] 有一宇宙飞船以 $v=3\times 10^3$ m/s 的相对速度飞入一宇宙微粒尘区.飞船在垂直速度方向的正面面积 $S=2$ m²,飞船途经此微尘区路径上每 1 m 长度内微粒的平均质量 $m=2\times 10^{-7}$ kg.设微粒与飞船外壳碰撞后附着于飞船上,要使飞船速度保持不变,则飞船的牵引力应增加 ()

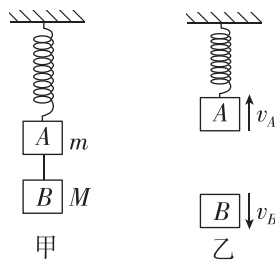
- A. 3.6×10^3 N
- B. 3.6 N
- C. 1.2×10^{-3} N
- D. 1.8 N

4. [2026·山东青岛一中高二月考] 排球运动员进行垫球训练,排球以 6 m/s 的速度竖直向下落在运动员的小臂上,然后以 8 m/s 的速度竖直向上垫起.已知排球的质量为 270 g,排球与手臂的作用时间为 0.2 s.不计空气阻力, g 取 10 m/s²,下列说法正确的是 ()

- A. 排球速度变化量的大小为 2 m/s
- B. 排球受到手臂的冲量大小为 3.78 N·s
- C. 排球动量变化量的大小为 3.78 kg·m/s
- D. 排球对手臂的平均作用力大小为 18.9 N

能力提升

5. 物体 A 和 B 用轻绳相连在轻质弹簧下静止不动,如图甲所示,A 的质量为 m ,B 的质量为 M .当连接 A、B 的绳忽然断开后,物体 A 上升经某一位置时的速度大小为 v_A ,这时物体 B 下落的速度大小为 v_B ,如图乙所示.这段时间里,弹簧的弹力对物体 A 的冲量为 ()



- A. mv_A
- B. $mv_A - Mv_B$
- C. $mv_A + Mv_B$
- D. $mv_A + mv_B$

6. [2026·陕西西安高新一中高二期开学考] 如图所示是我国首次进行立式风洞跳伞实验的情景,风洞喷出竖直向上的气流使几个实验者悬在空中,若气流密度、气流速度大小均保持不变,气流吹到人身上后速度均变为零,其中甲、乙两人的质量分别为 m_1 、 m_2 ,受风面积分别为 S_1 、 S_2 ,下列关系式正确的是 ()

- A. $\frac{m_1}{S_1} = \frac{m_2}{S_2}$
- B. $\frac{m_1}{\sqrt{S_1}} = \frac{m_2}{\sqrt{S_2}}$
- C. $m_1 S_1 = m_2 S_2$
- D. $m_1 S_1^2 = m_2 S_2^2$



班级

姓名

题号

1

2

3

4

5

6

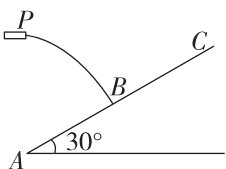
7

8

9

7. [2025·广东广州执信中学高二月考] 翡翠湖公园有一水流造景设施的截面如图所示,水平喷水口 P 的横截面积为 S , 喷水的流速恒定为 v , 从 P 喷出的水柱恰好能垂直撞到倾角为 30° 的斜面 AC 上的 B 处, 速度瞬间变为零, 之后沿斜面流下. 已知水的密度为 ρ , 重力加速度为 g , 不计空气阻力, 则 ()

- A. 水流单位时间撞到 B 处的体积为 $Q=2Sv$
- B. 水流在 B 处的速度为 $v_B = \frac{\sqrt{3}v}{3}$
- C. 水流对 B 处的冲击力为 $F=4\rho Sv^2$
- D. 空中水的质量为 $m = \frac{\sqrt{3}\rho Sv^2}{g}$



8. 雨滴从高空落下, 由于受空气阻力的作用, 经短时间加速后便匀速下落. 因此, 雨滴通常不会砸伤人, 但是对微小的蚊子而言, 雨滴可能是致命的. 如果雨滴以 $v_0=10\text{ m/s}$ 的速度匀速下落, 恰好砸中一只停在地面上的蚊子, 经过 $t=5.0\times 10^{-3}\text{ s}$, 速度减为零. 已知雨滴的质量 $m=1.0\times 10^{-4}\text{ kg}$, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 , 在 t 时间内:

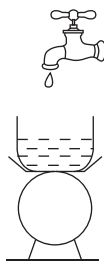
- (1) 求雨滴所受的合外力的冲量大小 I ;
- (2) 已知蚊子重力 $G=2.0\times 10^{-5}\text{ N}$, 求雨滴对蚊子的平均作用力与蚊子重力的大小之比 k .



挑战自我

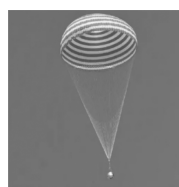
9. 某同学利用所学知识测水龙头水流对地面的冲击速度, 水的流量是 $Q=9\times 10^{-4}\text{ m}^3/\text{s}$. 现将质量为 0.5 kg 的杯子放在台秤上, 水龙头开始往杯中注水, 开始注水至 10 s 末时, 台秤的读数为 98.6 N . 假设水流垂直打在杯子底面后没有反弹, 水的密度 $\rho=1\times 10^3\text{ kg/m}^3$, g 取 10 m/s^2 . 则注入杯中水流的速率约为 ()

A. 3 m/s B. 4 m/s C. 5 m/s D. 6 m/s



10. [2026·山东淄博实验中学高二月考] 2025年4月30日13时08分, 神舟十九号载人飞船返回舱在东风着陆场成功着陆. 返回舱在距离地表约 10 km 的高度打开降落伞, 速度减至 8 m/s 后保持匀速向下运动. 在距离地面的高度约 1 m 时, 如图乙所示, 返回舱底部配备的4台着陆反推发动机开始点火竖直向下喷气, 使返回舱的速度在 0.2 s 内由 8 m/s 降到 2 m/s . 假设反推发动机工作时主伞与返回舱之间的绳索处于松弛状态, 此过程返回舱的质量变化和受到的空气阻力均忽略不计. 返回舱的总质量为 $3\times 10^3\text{ kg}$, g 取 10 m/s^2 .

- (1) 求反推发动机工作过程中返回舱的动量变化量;
- (2) 估算反推发动机工作过程中返回舱受到的平均推力大小;
- (3) 若已知反推发动机喷气过程中返回舱受到的对时间平均的推力大小为 F , 喷出气体的密度为 ρ , 4台发动机喷气口的直径均为 D , 喷出气体的重力忽略不计. 相比喷出气体的速度, 返回舱运动的速度可忽略. 请推导喷出气体的速度大小.



甲



乙



3 动量守恒定律

建议用时:40 分钟

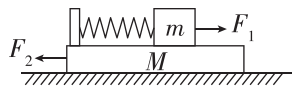
基础巩固

1. [2025·重庆巴蜀中学高二月考] 关于动量和动量守恒的条件,下列说法正确的是 ()

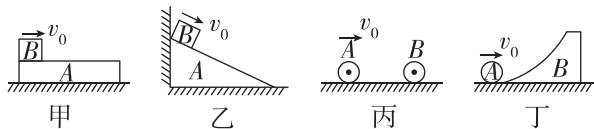
- A. 只要系统所受合外力为零,系统就一定动量守恒
- B. 物体的动量不变,其动能可能变化
- C. 只要系统所受外力做的功为零,系统就动量守恒
- D. 只要系统内存在摩擦力,系统动量就不可能守恒

2. [2025·四川成都石室中学高一期中] 如图所示,质量为 M 的长木板置于光滑水平面上,一轻质弹簧左端固定在木板左端的挡板上(挡板固定在长木板上),右端与质量为 m 的小木块连接.木块与长木板之间光滑,开始时都静止,弹簧处于自然状态.现同时对小木块、长木板施加反向的水平恒力 F_1 、 F_2 ,木块和长木板开始运动到弹簧第一次最长的过程,弹簧未超过其弹性限度,则对小木块、长木板和弹簧组成的系统,下列说法正确的是 ()

- A. 若 $F_1 = F_2$, $m = M$, 系统机械能一定不守恒、动量一定守恒
- B. 若 $F_1 = F_2$, $m \neq M$, 系统机械能一定守恒、动量一定不守恒
- C. 若 $F_1 \neq F_2$, $m = M$, 系统机械能一定不守恒、动量一定守恒
- D. 若 $F_1 \neq F_2$, $m \neq M$, 系统机械能一定守恒、动量一定不守恒



3. [2025·福建晋江养正中学高二月考] 如图甲、乙、丙、丁所示反映的物理过程中,以物体 A 和物体 B 为一个系统,符合系统机械能守恒且水平方向动量守恒的是 ()



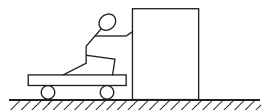
- A. 图甲中,在光滑水平面上,物体 B 以初速度 v_0 滑上上表面粗糙的静止长木板 A
- B. 图乙中,在光滑水平面上,物体 B 以初速度 v_0 滑下靠在墙边的表面光滑的斜面 A

C. 图丙中,在光滑水平面上物体 A 以初速度 v_0 与物体 B 发生碰撞后粘在一起

D. 图丁中,在光滑水平面上物体 A 以初速度 v_0 滑上表面光滑的圆弧轨道 B

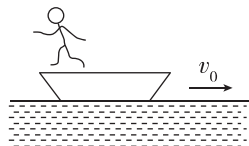
4. 如图所示,小车与木箱紧挨着静止放在光滑的水平冰面上,现有一男孩站在小车上用力向右迅速推出木箱,关于上述过程,下列说法正确的是 ()

- A. 男孩和木箱组成的系统动量守恒
- B. 小车与木箱组成的系统动量守恒
- C. 男孩、小车与木箱三者组成的系统动量守恒
- D. 木箱的动量的变化量与男孩、小车的总动量的变化量相同



5. [2025·上海二中高二期中] 如图所示,质量为 M 的小船在静止水面上以速率 v_0 向右匀速行驶,一质量为 m 的救生员站在船尾,相对小船静止.若救生员以相对水面速率 v 水平向左跃入水中(不计水的阻力),则救生员跃出后小船的速率为 ()

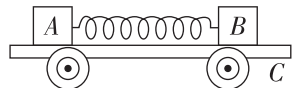
- A. $v_0 + \frac{mv}{M}$
- B. $v_0 - \frac{mv}{M}$
- C. $v_0 + \frac{m(v_0 + v)}{M}$
- D. $v_0 + \frac{m(v_0 - v)}{M}$



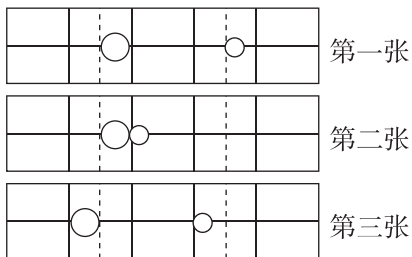
能力提升

6. [2026·江苏如皋中学高二月考] 如图所示, A、B 两物体质量之比为 3 : 2, 原来静止在平板小车 C 上, A、B 间有一根被压缩的弹簧, 地面光滑, 当弹簧突然释放后, 下列说法错误的是 ()

- A. 若 A、B 与平板车间的动摩擦因数相同, 则 A、B 组成的系统动量守恒
- B. 若 A、B 与平板车间的动摩擦因数不相同, 则 A、B、C 组成的系统动量守恒
- C. 若 A、B 所受的摩擦力大小相等, 则 A、B 组成的系统动量守恒
- D. 若 A、B 所受的摩擦力大小不相等, 则 A、B、C 组成的系统动量守恒

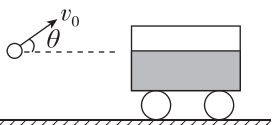


7. [2025·江苏南京金陵中学高二月考]“天宫课堂”第四课中,航天员演示小球碰撞实验.分析实验视频,每隔相等的时间截取一张照片,如图所示.小球和大球的质量分别为 m_1 、 m_2 ,可估算出 ()



- A. $m_1 : m_2 = 1 : 1$ B. $m_1 : m_2 = 1 : 2$
 C. $m_1 : m_2 = 2 : 3$ D. $m_1 : m_2 = 1 : 5$

8. [2025·山西太行中学高二月考] 如图所示,一个小孩将质量为 m_1 的石头以大小为 v_0 、仰角为 θ 的初速度抛入一个装有沙子的总质量为 M 的静止的沙车中,石头抛出点和沙子上表面在同一水平面内,沙车与水平地面间的摩擦可以忽略.石头和沙车获得共同速度后,沙车底部出现一小孔,沙子从小孔中漏出,不计空气阻力,则 ()

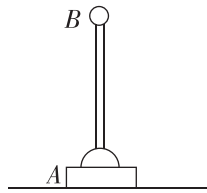


- A. 石头和沙车的共同速度 $v = \frac{m_1 v_0 \cos \theta}{M + m_1}$
- B. 石头和沙车获得共同速度后漏沙过程中系统动量守恒
- C. 沙子漏出后做直线运动,水平方向的速度变大
- D. 当漏出质量为 m_2 的沙子时,沙车的速度 $v' = \frac{M v_0 \cos \theta}{M + m_1}$

9. “嫦娥六号”在轨速度为 v_0 ,着陆器对应的组合体 A 与轨道器对应的组合体 B 分离时间为 Δt ,分离后 B 的速度为 v ,且与 v_0 同向,A、B 的质量分别为 m 、 M . 求:
 (1)分离后 A 的速度 v_1 ;
 (2)分离时 A 对 B 的推力大小.

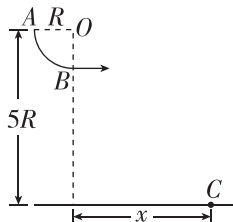
挑战自我

10. (多选)如图所示,质量为 M 的滑块 A 放在光滑的水平面上,轻杆一端用活动铰链与 A 相连,另一端固定一个质量为 m 的小球 B,开始时杆竖直,A、B 均静止,给 B 一个小的扰动,使 B 从静止开始在竖直面内运动,若 A 固定在地面上,杆水平时 B 的速度大小为 v_1 ,若 A 不固定,杆水平时 B 的速度大小为 v_2 ,A 的速度大小为 v_3 ,不计空气阻力,则下列判断正确的是 ()



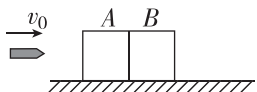
- A. $v_1 > v_2$ B. $v_1 = v_2$
 C. $m v_2 = M v_3$ D. $v_3 = 0$

11. 如图所示,一对杂技演员(都可视为质点)乘秋千(秋千绳处于水平位置)从 A 点由静止出发绕 O 点下摆,当摆到最低点 B 时,女演员在极短时间内将男演员沿水平方向推出,然后自己刚好能回到高处 A. 已知男演员质量 m_1 和女演员质量 m_2 的关系为 $m_1 : m_2 = 2 : 1$,秋千的质量不计,秋千的绳长为 R ,C 点比 O 点低 $5R$. 求男演员落地点 C 与 O 点的水平距离 x . (不计空气阻力,重力加速度为 g)



基础巩固

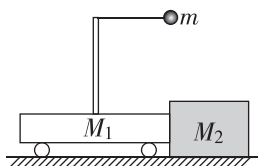
1. (多选)如图所示,光滑水平面上有 A、B 两个木块,A、B 紧靠在一起,子弹以速度 v_0 向原来静止的 A 射去,子弹击穿 A 留在 B 中.下面说法正确的是 ()



- A. 子弹击中 A 的过程中,子弹和 A、B 组成的系统动量守恒
 B. 子弹击中 A 的过程中,A 和 B 组成的系统动量守恒
 C. 子弹击中 A 的过程中,子弹和 A 组成的系统动量守恒
 D. 子弹击穿 A 后,子弹和 B 组成的系统动量守恒

2. 如图所示,质量为 M_1 的小车和质量为 M_2 的滑块均静止在光滑水平面上,小车紧靠滑块(不粘连),在小车上固定的轻杆顶端系细绳,绳的末端拴一质量为 m 的小球,将小球向右拉至细绳水平且绷直后释放,在小球从释放至第一次达到左侧最高点的过程中,下列说法正确的是 ()

- A. 小球与小车组成的系统机械能守恒
 B. 小球与小车组成的系统在水平方向动量守恒
 C. 小球运动至最低点后,小车和滑块分离
 D. 小球一定能向左摆到释放时的高度



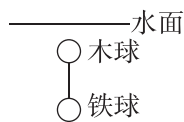
3. [2026·江苏常州金坛一中高二月考] 两名质量相等的滑冰人甲和乙都静止在光滑的水平冰面上.现在其中一人向另一人抛出一个篮球,另一人接球后再抛回.如此反复几次之后,甲和乙最后的速率关系是 ()

- A. 若甲最后接球,则一定是 $v_{甲} < v_{乙}$
 B. 若甲最先抛球,则一定是 $v_{甲} < v_{乙}$

- C. 若乙最后接球,则一定是 $v_{甲} < v_{乙}$
 D. 无论怎样抛球和接球,都是 $v_{甲} > v_{乙}$

4. [2025·辽宁大连二十四中高一期中] 如图所示,在一个平静的足够深的水池中,木球通过细线连接一个铁球,二者一起以速度 v 竖直向下匀速运动,铁球质量是木球的 4 倍,运动过程中水的阻力忽略不计(浮力不可忽略).某时刻细线断开,当木球运动至最深处时,铁球的速度为 ()

- A. $\frac{5}{4}v$ B. $\frac{3}{2}v$
 C. $\frac{7}{4}v$ D. $2v$



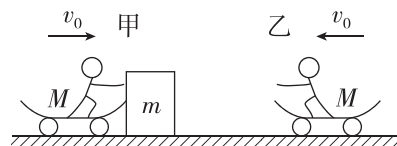
能力提升

5. [2026·贵州遵义高级中学高二月考] 《三国演义》中“草船借箭”是后人熟悉的故事.若草船的质量为 M ,每支箭的质量为 m ,草船以速度 v_1 驶来时,对岸士兵多箭齐发,箭以相同的速度 v_2 水平射中草船.假设此时草船正好停下来,不计水的阻力,则射出的箭的数目为 ()

- A. $\frac{(M+m)v_1}{mv_2}$ B. $\frac{Mv_1}{(M+m)v_2}$
 C. $\frac{Mv_1}{mv_2}$ D. $\frac{mv_1}{Mv_2}$

6. (多选)[2025·山西太原十二中高二期开学考] 如图所示,甲和他的冰车总质量为 $M=30\text{ kg}$,甲推着质量 $m=15\text{ kg}$ 的小木箱一起以速度 $v_0=2\text{ m/s}$ 向右滑行.乙和他的冰车总质量也为 $M=30\text{ kg}$,乙以同样大小的速度迎面而来.为了避免相撞,甲将小木箱以速度 v 沿冰面推出,木箱滑到乙处时乙迅速把它抓住.若不计冰面的摩擦力,则小木箱的速度 v 可能为 ()

- A. 4 m/s
 B. 5 m/s
 C. 6 m/s
 D. 7 m/s

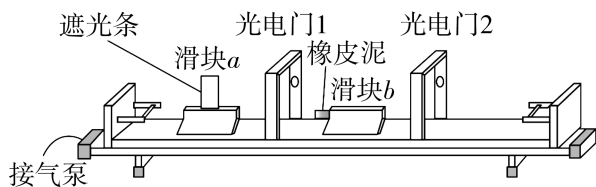


4 实验:验证动量守恒定律

建议用时:40分钟

基础实验

1. [2026·江苏如皋中学高二月考] 某实验小组利用气垫导轨验证动量守恒定律,实验装置如图所示.安装好器材后,进行了以下操作,完成下列填空:



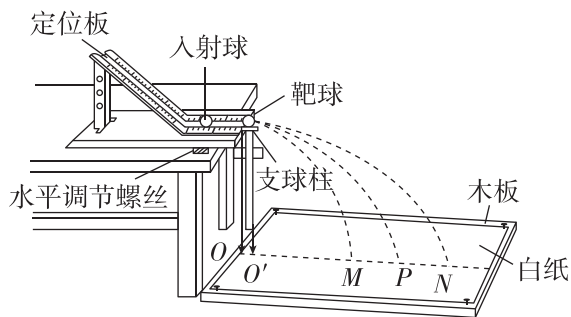
(1)用天平测得滑块 a (含遮光条)、 b (含橡皮泥)的质量分别为 m_a 、 m_b ;本实验中_____ (选填“需要”或“不需要”) $m_a > m_b$.

(2)打开气泵,待稳定后调节气垫导轨,直至轻推滑块 a 后, a 上遮光条通过光电门1和2的时间_____ (选填“相等”或“不等”),说明气垫导轨已调至水平.

(3)将滑块 a 推至光电门1的左侧,将滑块 b 放在光电门1和2之间.向右轻推一下 a ,滑块 a 通过光电门1后与静止的滑块 b 碰撞粘在一起通过光电门2.测得滑块 a 通过光电门1、2的时间分别为 t_1 和 t_2 .该步骤中_____ (选填“需要”或“不需要”)测量遮光条的宽度 d .

(4)改变滑块 a 推出时的速度,重复步骤(3),作出以 t_1 为纵坐标,以_____ (选填“ t_2 ”或“ $\frac{1}{t_2}$ ”)为横坐标的图线.若该图线为过原点的直线,且直线的斜率 $k = \frac{1}{2}$,则证明碰撞过程中两滑块的总动量守恒.

2. 如图所示的装置常用来验证动量守恒定律.



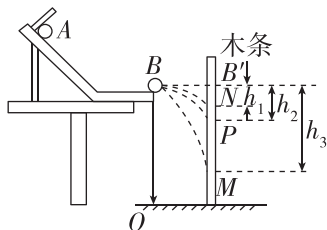
(1)安装实验仪器,应使斜槽末端处于_____ 状态.在木板上依次铺上白纸、复写纸.利用重垂线在白纸上分别标注斜槽端口、靶球初位置的投影点 O 和 O' .

(2)用天平测出两个大小相同、质量不同的钢球质量,质量为 m_1 的钢球作为入射球,质量为 m_2 的钢球作为靶球,则 m_1 _____ (选填“ $>$ ”“ $<$ ”或“ $=$ ”) m_2 .

(3)先让入射球单独从斜槽上端紧靠定位板的位置自由滑下,在白纸上留下落地点 P .在支球柱上放上靶球,让入射球从斜槽上端_____ 自由滑下,与靶球发生碰撞,两球分别在白纸上留下落地点分别为 M 、 N .

(4)测出入射球两次落地点 P 、 M 与点 O 的距离分别为 x 和 x_1 ,靶球落地碰撞点 N 与点 O' 的距离 x_2 ,在实验误差允许范围内,若 m_1 、 m_2 和 x 、 x_1 、 x_2 满足关系_____ ,就验证了两钢球碰撞前、后总动量守恒.

3. [2025·江苏徐州棠张中学高二月考] 某实验探究小组利用如图实验装置研究两物体碰撞过程中的守恒量.



(1)实验步骤如下:

- 将白纸、复写纸固定在竖直放置的木板上,用来记录实验中球1、球2与木板的撞击点;
- 利用天平测量出1、2两小球的质量分别为 m_1 、 m_2 ;
- 调节轨道末端水平,木板竖立在轨道末端右侧并与轨道接触,让入射球1从斜轨上 A 点由静止释放,与木板撞击点为 B' ;
- 将木板平移到图中所示位置固定;
- 让入射球1从斜轨上 A 点由静止释放,与木板撞击点为 P ;
- 把球2静止放置在水平轨道的末端 B 点,让入射球1从斜轨上 A 点由静止释放,确定球1和球2相撞后与木板的撞击点;
- 用秒表分别测量两球从 B 点到各撞击点 N 、 P 、 M 所用的时间 t_1 、 t_2 、 t_3 ;
- 用刻度尺测得 B' 与 N 、 P 、 M 各点的高度差分别为 h_1 、 h_2 、 h_3 .

以上步骤中不合理的项是_____ (填步骤前序号)。

(2) 为了减小实验误差, 下列做法合理的是_____ (填选项前的字母)。

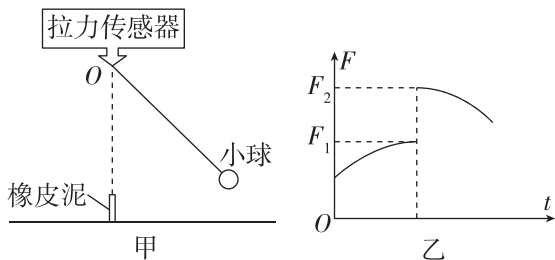
- A. 减小斜槽对小球 A 的摩擦
- B. 多次将 A 球从不同的位置释放
- C. 保证斜槽末端的切线沿水平方向
- D. 两球的质量和半径都一样大

(3) 把小球 2 放在斜轨末端边缘 B 处, 让小球 1 从斜轨上 A 处由静止开始滚下, 使它们发生碰撞, 碰后小球 1 的落点在图中的_____点。

(4) 在误差允许的范围内, 若满足关系式_____, 即表示两小球组成的系统碰撞过程中动量守恒; 再满足关系式_____, 则表示两小球的碰撞为弹性碰撞。

拓展实验

4. [2025·湖北恩施高二期末] 某实验小组用如图甲所示的装置做验证动量守恒定律的实验。轻质细线一端与固定拉力传感器 O 点连接, 另一端连结一个小球。在 O 点正下方的光滑水平桌面上静止放置一个中心与小球球心等高的片状橡皮泥(厚度忽略不计)。将小球拉起一定的偏角后由静止释放, 在最低点处与橡皮泥发生碰撞, 碰后粘在一起向左摆动。此过程中采集到的拉力 F 的大小随时间 t 变化关系如图乙所示, 图中 F_1 、 F_2 已知。当地的重力加速度大小为 g , 不考虑橡皮泥的形状和空气阻力带来的影响。



(1) 若小球质量为 m_1 , O 点到小球球心的距离为 L , 则小球碰前瞬间的速度大小为_____。

(2) 为验证碰撞过程中, 小球与橡皮泥组成的系统在水平方向上动量是否守恒, 还必须测量的物理量有_____。

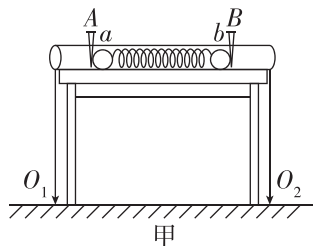
- A. 小球质量 m_1 、橡皮泥质量 m_2
- B. 细线的长度 l

C. 小球的直径 D

(3) 在误差允许的范围内, 若本实验中物理量满足关系式_____

[用题干和第(2)问的已知量、测量值的字母表示], 则可验证碰撞过程中小球、橡皮泥组成的系统在水平方向上动量守恒。

5. 如图甲所示, 小明同学用图示装置验证动量守恒定律。内壁光滑的圆筒固定在水平桌面上, 将弹簧置于圆筒内, 弹簧两端各放置一直径略小于圆筒内径的钢球, A、B 为可插入圆筒的销钉, 能将小球约束在圆筒内; 地面铺有白纸和复写纸, 实验前先将圆筒调整水平, 然后在白纸上记下系于圆筒口的重垂线正下方的点 O_1 、 O_2 。实验时, 将左右两钢球 a 和 b 向里压缩弹簧, 插入销钉, 在圆筒上标记压缩弹簧后两球的位置; 然后同时抽出两销钉, 钢球从圆筒口射出并做平抛运动, 钢球 a 和 b 的平均落点分别为 M、N, 用刻度尺测得 O_1 、M 间距为 x_1 , O_2 、N 间距为 x_2 。

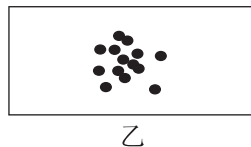


(1) 本实验还需要测量的物理量是_____ (填选项前的字母)。

- A. 两钢球 a 和 b 平抛的时间 t
- B. 两钢球 a 和 b 抛出点距离地面的高度 h
- C. 钢球 a 的质量 m_a 和钢球 b 的质量 m_b
- D. 弹簧的压缩量 x

(2) 如图乙所示是多次实验(每次约束两球的位置均相同)得到的其中一个钢球的落点分布图, 请你写出确定其平均落点的方法:

_____。



(3) 两球构成的系统动量守恒, 验证动量守恒定律的表达式为_____ (用题目给的物理量以及第(1)问所需测量的物理量来表示)。

5 弹性碰撞和非弹性碰撞

第1课时 弹性碰撞

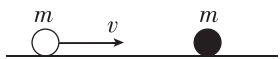
建议用时:40分钟

基础巩固

1. 下列关于碰撞的说法不正确的是 ()

- A. 弹性碰撞是一个理想化模型
- B. 两个小球碰撞过程作用时间极短,即内力远远大于外力,故两小球系统的动量守恒
- C. 两个弹性钢球发生弹性碰撞,碰撞发生过程中任何时刻两钢球总动能都守恒
- D. 弹性碰撞不一定是对心碰撞,对心碰撞也不一定是弹性碰撞

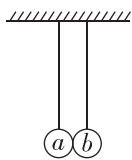
2. [2025·浙江宁波三中高二月考] 台球是一项深受人们喜爱的休闲运动. 如图所示在某次击球过程中,白球以 3 m/s 的速度向右运动与静止的黑球发生正碰. 假设白球与黑球质量相等,碰撞中没有机械能损失,将台球视为质点,通过计算得到两球碰撞后的运动情况为 ()



- A. 白球静止,黑球以 3 m/s 的速度向右运动
- B. 黑球静止,白球以 3 m/s 的速度反弹向左运动
- C. 白球和黑球都以 1.5 m/s 的速度向右运动
- D. 白球以 3 m/s 的速度反弹向左运动,黑球以 3 m/s 的速度向右运动

3. (多选) 如图所示,摆球 a 和 b 的质量分别为 m 和 $3m$,摆长相同,并排悬挂,平衡时两球刚好接触. 现将摆球 a 向左拉开一小角度后释放,若两球的碰撞是弹性碰撞,下列判断正确的是 ()

- A. 第一次碰撞后的瞬间,两球的速度大小相等
- B. 第一次碰撞后的瞬间,两球的动量大小相等
- C. 第一次碰撞后,两球的最大摆角不相等
- D. 第一次碰撞后,两球的最大摆角相等



4. (多选) 如图所示, B 球静止在光滑的水平面上,质量为 m 的 A 球以大小为 v_0 的速度沿水平面向右运动并与 B 球发生正碰,碰撞后, A 球以

一定的速度返回,碰撞时间很短,则下列判断正确的是 ()

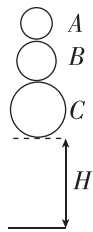


- A. B 球质量一定大于 m
- B. A 球对 B 球作用力冲量大小可能小于 mv_0
- C. 若碰撞后 A 、 B 两球的速度大小均为 $\frac{1}{2}v_0$, 则 B 球质量等于 m
- D. 若碰撞后 A 、 B 两球的速度大小均为 $\frac{1}{2}v_0$, 则碰撞过程为弹性碰撞

能力提升

5. [2025·河北石家庄二中高一月考] 物理学中有一种碰撞被称为“超弹性连续碰撞”,通过能量的转移可以使最上面的小球弹起的高度比释放时的高度更大, A 、 B 、 C 三个弹性极好的小球,相邻小球间有极小间隙,三球球心连线竖直,从离地一定高度处由静止同时释放(其中 C 球下部离地 H),所有碰撞均为弹性碰撞,且碰后 B 、 C 恰好静止,重力加速度为 g ,则下列说法不正确的是 ()

- A. C 球落地前瞬间, A 球的速度大小为 $\sqrt{2gH}$
- B. 从上至下三球的质量之比为 $1:2:6$
- C. A 球弹起的最大高度为 $25H$
- D. A 球弹起的最大高度为 $9H$

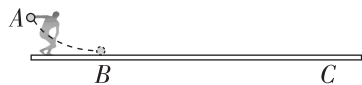


6. (多选) 一种未知粒子跟静止的氢原子核正碰,测出碰撞后氢原子核的速度是 $7v$. 该未知粒子(速度不变)跟静止的氮原子核正碰时,测出碰撞后氮原子核的速度是 v . 已知氢原子核的质量是 m_H ,氮原子核的质量是 $14m_H$,上述碰撞都是弹性碰撞,则下列说法正确的是 ()

- A. 碰撞前后未知粒子的机械能减小
- B. 未知粒子在两次碰撞前后的方向均相反
- C. 未知粒子的质量为 $\frac{7m_H}{6}$
- D. 未知粒子的质量为 $4m_H$

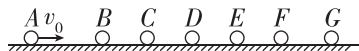
7. 保龄球运动既可以锻炼身体,又可以缓解心理压力,而且老少皆宜,广受大众的喜爱.某同学设想了如下过程来模拟一次保龄球的投掷、运行、撞击的训练过程.如图所示,将一质量为 $M=2.8\text{ kg}$ 的保龄球从 A 点开始由静止向前掷出,球沿曲线运动,脱手后,在 B 点以 $v_0=6\text{ m/s}$ 的速度切入水平球道.球做直线运动经 $t=4\text{ s}$ 时间在 C 点与质量为 $m=1.4\text{ kg}$ 的球瓶发生正碰.已知在 A 点时保龄球的下沿距离球道表面的高度为 $h=1\text{ m}$,保龄球在球道上运动时受到的阻力恒为重力的 $\frac{1}{20}$, g 取 10 m/s^2 ,忽略空气阻力,忽略保龄球的滚动,球与球瓶的碰撞时间极短,碰撞中没有能量损失,球与球瓶均可看成质点.求:

- (1) 运动员在掷球过程中对保龄球做的功 W ;
- (2) 在撞上球瓶前的瞬间,保龄球的速度 v_1 的大小;
- (3) 碰撞后,球瓶的速度 v_2 的大小.



挑战自我

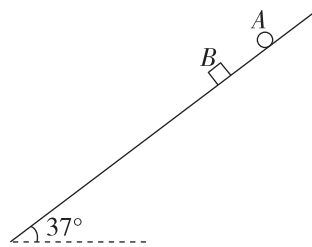
8. 如图所示, A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 G 七个质量均匀、大小相同的球, A 、 G 两球质量相等, B 、 C 、 D 、 E 、 F 五球质量相等, A 球质量小于 B 球质量, B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 G 放置在光滑的水平面上, A 球以速度 v_0 向 B 球运动, 所发生的碰撞均为弹性碰撞, 则发生一系列碰撞之后, 最终 ()



- A. 五个小球静止, 两个小球运动
- B. 四个小球静止, 三个小球运动
- C. 三个小球静止, 四个小球运动
- D. 七个小球都运动

9. [2026·江苏南京七校高二月考] 一个倾角 $\theta=37^\circ$ 的固定斜面足够长, 质量 $m_B=3\text{ kg}$ 的滑块 B 静止在斜面上, B 与斜面间的动摩擦因数 $\mu=\frac{3}{4}$. 在与 B 距离 $L=3\text{ m}$ 处, 将另一质量 $m_A=1\text{ kg}$ 的光滑小球 A 由静止释放, A 与 B 发生多次弹性碰撞且碰撞时间极短, A 、 B 均可视为质点. 设最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 不计空气阻力. 求:

- (1) A 与 B 第一次碰撞前瞬间, A 的速度大小;
- (2) A 与 B 第一次碰撞后瞬间, A 的速度大小;
- (3) A 与 B 第一次与第三次碰撞位置间的距离.



基础巩固

1. 如图所示,光滑水平地面上有质量均为 m 的三个小物块A、B、C,其中B、C通过一轻质弹簧拴接,弹簧处于原长.现给A一个向右的初速度 v_0 ,物块A与物块B发生碰撞后粘在一起继续运动,弹簧始终未超过弹性限度,则从物块A开始运动到弹簧第一次被压缩到最短的过程中,下列说法正确的是 ()



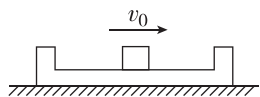
- A. 物块A、B、C组成的系统动量守恒,机械能也守恒
 B. 物块A、B、C以及弹簧组成的系统动量守恒,机械能也守恒
 C. 物块A、B、C以及弹簧组成的系统动量守恒,机械能不守恒
 D. 物块A动能的减少量等于物块B、C动能的增加量与弹簧弹性势能的增加量之和

2. (多选)[2025·福建福清一中高二月考] 在光滑水平面上,动能为 E_0 、动量的大小为 p_0 的小钢球A与静止的小钢球B发生碰撞,碰撞前后小钢球A运动方向相反.碰撞后小球A的动能和动量的大小分别为 E_A 、 p_A ,小钢球B的动能和动量的大小分别为 E_B 、 p_B ,则下列说法中正确的是 ()

- A. $E_A < E_0$ B. $p_A < p_0$
 C. $E_B > E_0$ D. $p_B < p_0$

3. [2026·湖北黄梅一中高二月考] 如图所示,质量为 M 的盒子放在光滑的水平面上,盒子内表面不光滑,盒内放有一块质量为 m 的物体,某时刻给物体一水平向右的初速度 v_0 ,则在物体与盒子前后壁多次往复碰撞后 ()

- A. 两者的速度均为零
 B. 两者的速度总不会相等



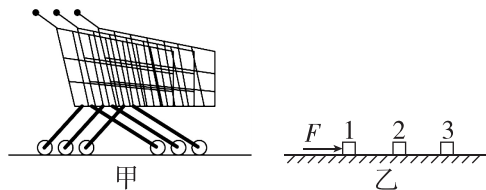
- C. 盒子的最终速度为 $\frac{mv_0}{M+m}$,方向水平向右
 D. 盒子的最终速度为 $\frac{mv_0}{M}$,方向水平向右

4. (多选)[2025·山东青岛二中高二月考] 质量为 M 的物块以速度 v 运动,与质量为 m 的静止物块发生正碰(碰撞前后物块始终在同一条直线上运动),碰撞后两者的动量正好相等.两者质量之比 $\frac{M}{m}$ 可能为 ()

- A. $\frac{1}{4}$ B. $\frac{1}{2}$ C. 2 D. 3

能力提升

5. [2025·江西丰城九中高二月考] 超市里用的购物车为顾客提供了方便,又便于收纳,收纳时一般采用完全非弹性碰撞的方式把购物车收到一起,如图甲所示.某兴趣小组在超市对同款购物车(以下简称“车”)的碰撞进行了研究,分析时将购物车简化为原来静止的小物块.已知车的净质量均为 $m = 12 \text{ kg}$,将1号车以速度 $v_1 = 6 \text{ m/s}$ 向右推出,先与2号车碰撞结合为一体后再撞击3号车,最终三车合为一体.忽略一切摩擦和阻力,则第二次碰撞过程中损失的机械能为 ()

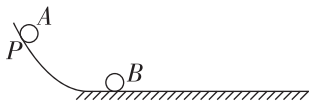


- A. 18 J B. 36 J
 C. 54 J D. 72 J

6. [2026·河北唐山一中高二月考] A、B两球在光滑水平面上沿同一直线、同一方向运动, $m_A = 1 \text{ kg}$, $m_B = 2 \text{ kg}$, $v_A = 6 \text{ m/s}$, $v_B = 2 \text{ m/s}$,当A追上B并发生碰撞后,A、B两球速度的可能值是 ()

- A. $v_A' = 5 \text{ m/s}$, $v_B' = 2.5 \text{ m/s}$
 B. $v_A' = 2 \text{ m/s}$, $v_B' = 3 \text{ m/s}$
 C. $v_A' = 3 \text{ m/s}$, $v_B' = 3.5 \text{ m/s}$
 D. $v_A' = -3 \text{ m/s}$, $v_B' = 6.5 \text{ m/s}$

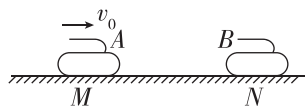
7. 如图所示, 曲面与足够长的水平地面平滑连接, 小球 A 从曲面上 P 点由静止滑下, 与静止在水平地面上的小球 B 发生弹性正碰, 由于小球 A 的质量较小, 碰后会冲上曲面, 不计一切阻力, 两小球均视为质点, 下列说法正确的是 ()



- A. 碰后小球 A 可能回到 P 点
- B. 若 $m_B = 2m_A$, 则两小球能碰撞两次
- C. 若 $m_B = 4m_A$, 则两小球能碰撞两次
- D. 若 $m_B = 4m_A$, 则两小球能碰撞三次

8. 2023 年 6 月 27 日全国残疾人冰壶锦标赛和残奥冰球锦标赛拉开序幕. 如图所示, 运动员将冰壶 A 以初速度 $v_0 = 2 \text{ m/s}$ 从 M 点水平掷出, 沿直线运动一段距离后与静止在 N 点的冰壶 B 发生正碰, 碰后冰壶 A、B 的速度大小分别为 $v_A = 0.3 \text{ m/s}$ 、 $v_B = 0.7 \text{ m/s}$, 碰撞前后 A 的速度方向不变, 运动中冰壶可视为质点且碰撞时间极短. 若冰壶 A、B 的质量均为 20 kg , 与冰面间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.015$, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 . 求:

- (1) (4 分) 两冰壶碰撞前冰壶 A 的速度大小 v_1 ;
- (2) (6 分) M、N 两点间的距离 x ;
- (3) (6 分) 通过计算判断两冰壶碰撞是否为弹性碰撞.



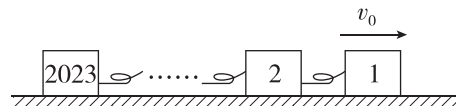
挑战自我

9. (多选)[2026 · 山东日照一中高二月考] 在光滑水平面上, A、B 两个物体在同一直线上沿同一方向运动, A 的动量为 $18 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, B 的动量为 $24 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. A 从后面追上 B, 它们相互作用一段时间后, B 的动量增大为 $32 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 方向不变. 下列说法正确的是 ()

- A. 若此过程为弹性碰撞, 则两物体的质量之比为 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{3}$
- B. 若此过程为非弹性碰撞, 则两物体的质量之比可能为 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{3}{8}$
- C. 若此过程为弹性碰撞, 则两物体的质量之比为 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{2}$
- D. 若此过程为非弹性碰撞, 则两物体的质量之比可能为 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{9}{16}$

10. 如图所示, 在光滑水平地面上有 2025 个完全相同的质量均为 m 的小滑块, 且相邻两个小滑块之间均有长为 l 的轻绳相连, 初始时所有轻绳都处于松弛状态. 现给最右边的第一个小滑块一个初速度 v_0 , 然后第二个小滑块会被拉动起来, 经过足够长时间 t , 最终所有小滑块均向右以相同的速度运动. 求:

- (1) 第 2025 个小滑块最终的速度大小 v ;
- (2) 整个系统在该过程中损失的机械能 $\Delta E_{\text{机}}$.



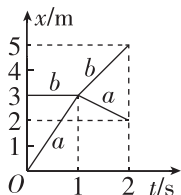
专题 碰撞过程的图像

建议用时:40 分钟

基础巩固

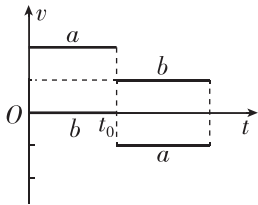
1. 质量分别为 $m_a=1\text{ kg}$ 和 $m_b=2\text{ kg}$ 的小球在光滑的水平面上发生碰撞,碰撞前后两球的位移—时间图像如图所示,则可知碰撞属于 ()

- A. 非弹性碰撞
B. 弹性碰撞
C. 完全非弹性碰撞
D. 条件不足,无法判断

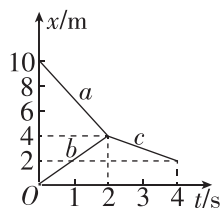


2. 在光滑的水平面上有 a 、 b 两球,其质量分别为 m_a 、 m_b ,两球在 t_0 时刻发生正碰,并且在碰撞过程中无机械能损失,两球在碰撞前后的速度图像如图所示,下列关系正确的是 ()

- A. $m_a > m_b$
B. $m_a < m_b$
C. $m_a = m_b$
D. 无法判断



3. [2025·湖北随州高二期末] A 、 B 两球沿同一直线运动并发生正碰,如图所示为两球碰撞前后的位移随时间变化的图像, a 、 b 分别为 A 、 B 两球碰前的位移随时间变化的图线, c 为碰撞后两球共同运动的位移随时间变化的图线,若 A 球质量是 $m=2\text{ kg}$,则由图像判断下列结论正确的是 ()

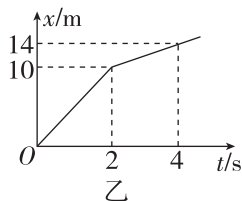
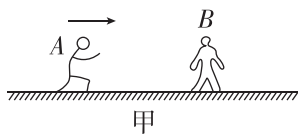


- A. 碰撞前、后 A 球的动量变化量为 $6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$
B. 碰撞时 A 球对 B 球的冲量为 $-6\text{ N}\cdot\text{s}$
C. A 、 B 两球碰撞前的总动量为 $3\text{ kg}\cdot\text{m/s}$
D. 碰撞中 A 、 B 两球组成的系统损失的动能为 10 J

4. (多选)作为时尚青年热爱的运动,溜旱冰又炫又酷,备受追捧.如图甲所示,水平地面上有 A 、 B 两位同学, A 的质量为 50 kg , B 静止在地面上, A 以一定的初速度向 B 滑去,一段时间后

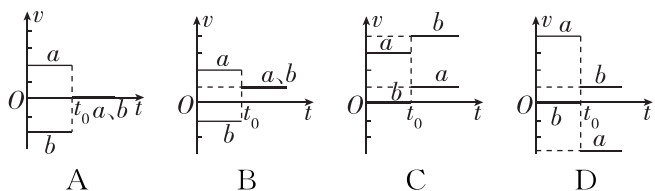
抱住 B 一起向右运动.若以向右为正, A 运动的位移—时间图像($x-t$ 图像)如图乙所示,不计空气阻力以及地面对人的阻力,则下列说法正确的是 ()

- A. B 的质量为 60 kg
B. B 的质量为 75 kg
C. A 抱住 B 的过程中损失的机械能为 375 J
D. A 抱住 B 的过程中损失的机械能为 400 J

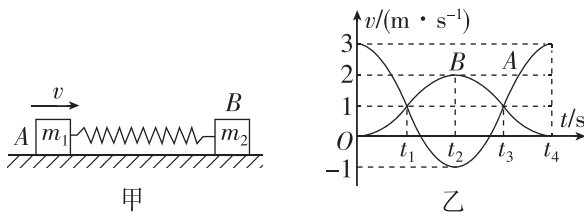


能力提升

5. (多选)[2025·江苏常州高二期中] 在光滑的水平面上,有 a 、 b 两个等大的小球, a 的质量为 $2m$, b 的质量为 m ,它们在同一直线上运动, t_0 时刻两球发生正碰,则下列关于两球碰撞前后的速度—时间图像可能正确的是 ()

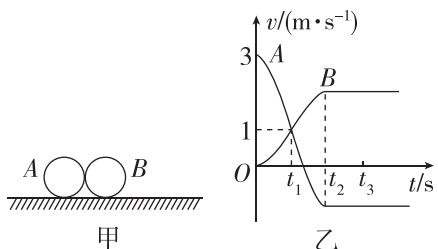


6. (多选)如图甲所示,一轻弹簧的两端与质量分别为 m_1 和 m_2 的两物块 A 、 B 相连接,并静止在光滑的水平面上.已知 $m_1=2\text{ kg}$.现使 A 瞬间获得水平向右的速度 $v_0=3\text{ m/s}$,以此刻为计时起点,两物块的速度随时间变化的规律如图乙所示.从图像信息可得 ()



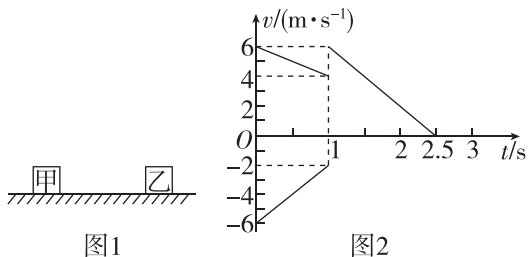
- A. 在 t_1 到 t_3 过程中,弹簧对 B 做的功为 0
B. 从 t_3 到 t_4 时刻,弹簧由压缩状态恢复到原长
C. B 物块的质量为 $m_2=4\text{ kg}$
D. 在 t_1 时刻弹簧弹性势能为 6 J

7. (多选)[2025·北京八一学校高一月考] 如图甲所示,两个弹性球 A 和 B 放在光滑的水平面上处于静止状态,质量分别为 m_1 和 m_2 ,其中 $m_1=1\text{ kg}$. 现给 A 球一个水平向右的瞬时冲量,使 A、B 球发生弹性碰撞,以此时刻为计时起点,两球的速度随时间变化的规律如图乙所示,从图示信息可知 ()



- A. B 球的质量 $m_2=2\text{ kg}$
- B. A 球和 B 球在相互挤压过程中产生的最大弹性势能为 4.5 J
- C. t_3 时刻两球的动能之和小于 0 时刻 A 球的动能
- D. 在 t_2 时刻两球动能之比为 $E_{k1}:E_{k2}=1:8$

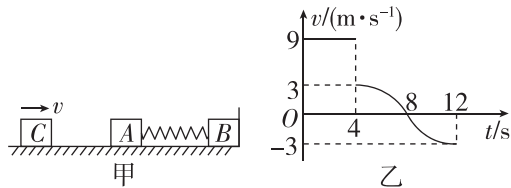
8. [2025·陕西蓝田城关中学高二期末] 如图 1 所示,两个可视为质点的滑块甲、乙放在水平面上, $t=0$ 时刻分别给两滑块一初速度,使两滑块沿同一直线相对运动,经过一段时间两滑块发生碰撞,取向右的方向为正,整个过程中两滑块的速度—时间图像如图 2 所示,则下列说法错误的是 ()



- A. 整个过程中滑块乙的位移大小为 0.5 m
- B. 滑块甲与滑块乙的质量之比为 $1:1$
- C. 滑块甲、滑块乙与水平面间的动摩擦因数之比为 $1:2$
- D. 两滑块碰撞时没有能量损失

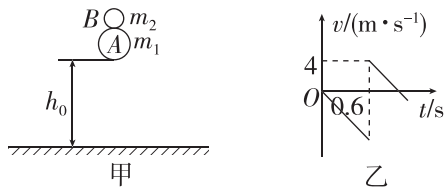
9. [2025·四川成都石室中学高一期中] 如图甲所示,物块 A、B 的质量分别是 $m_A=4.0\text{ kg}$ 和 $m_B=3.0\text{ kg}$,用轻弹簧拴接相连放在光滑的水平地面上,物块 B 右侧与竖直墙相接触. 另有一物块 C 从 $t=0$ 时以一定速度向右运动,在 $t=4\text{ s}$ 时与物块 A 相碰,并立即与 A 粘在一

起不再分开. 物块 C 的 $v-t$ 图像如图乙所示,求:
 (1) 物块 C 的质量 m_C ;
 (2) 弹簧对物块 A、C 的弹力在 4 s 到 12 s 的时间内冲量 I 的大小和方向;
 (3) 在 B 离开墙壁之后的运动过程中,物块 A、C 整体的最小速度.



挑战自我

10. [2025·重庆重点中学高二月考] 如图甲所示,将两个质量分别为 $m_1=60\text{ g}$ 、 $m_2=30\text{ g}$ 的小球 A、B 叠放在一起,中间留有微小空隙,从初始高度 $h_0=1.8\text{ m}$ 处由静止释放. A 球与地面碰撞后立即以原速率反弹, A 球与 B 球碰撞的时间为 0.01 s ,不计空气阻力,取向上为正方向, B 球的速度—时间图像如图乙所示, g 取 10 m/s^2 ,下列说法中正确的是 ()



- A. B 球与 A 球碰撞前的速度大小为 5 m/s
- B. A、B 两球发生的是弹性碰撞
- C. 若 m_2 远小于 m_1 ,第一次碰撞后, B 球上升的最大高度可能大于 20 m
- D. 两球碰撞过程中, B 球的重力冲量与 A 球对 B 球的冲量大小比值为 $1:101$