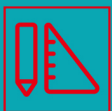




教育图书



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

全品学练考

主编 肖德好

练习册

高中物理4

选择性必修第一册 RJ

北京
专版

天津出版传媒集团
天津人民出版社

01

目录设置更加符合一线上课实际，详略得当，拓展有度。

01 第一章 动量守恒定律

PART ONE

- 1 动量
 - 2 动量定理
 - 第 1 课时 动量定理
 - 第 2 课时 动量定理的应用
 - 3 动量守恒定律
 - 第 1 课时 动量守恒定律
 - 第 2 课时 动量守恒定律的应用
 - 4 实验：验证动量守恒定律
 - 5 弹性碰撞和非弹性碰撞
 - 6 反冲现象 火箭
 - 第 1 课时 反冲现象 火箭
 - 第 2 课时 人船模型 爆炸
- 专题课：“弹簧类”模型和“光滑圆弧(斜面)轨道”模型
- 专题课：“子弹打木块”模型和“滑块—木板”模型

02

以学习任务驱动为导向，更加贴近课堂流程，符合学生认知规律。

学习任务一 冲量的理解与计算

[问题导学]

将一把直尺(或一支笔杆)放在桌边,尺身大部分悬空.把一个笔帽轻轻地扣在直尺悬空的一端.现在,你的手边有一张长长的纸条.你的挑战是:将纸条放在笔帽和直尺之间,然后在不碰倒笔帽和直尺的情况下,将纸条从它们之间抽出来.你应该缓慢而稳定地拉动纸条,还是应该极其迅速地抽出纸条?想想看为什么.

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空.

1. 冲量:力与_____的乘积.
2. 定义式: $I = F\Delta t$.单位是_____,符号是_____.

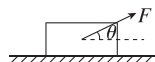
3. 物理意义:冲量反映了_____对_____的累积效应.

4. 标矢性:冲量是_____,如果力的方向恒定,则冲量的方向与力的方向_____.

5. 作用效果:使物体的_____发生变化.

例 1 (多选)[2026·北京人大附中高二月考]

如图所示,一物体静止在水平地面上,受到与水平方向成 θ 角的恒定拉力 F 作用,经过时间 t 后,物体仍保持静止.下列说法正确的有 ()



- A. 物体所受拉力 F 的冲量大小为 $Ft\cos\theta$
- B. 物体所受摩擦力的冲量大小是 $Ft\cos\theta$
- C. 物体所受支持力的冲量大小为零
- D. 物体所受合力的冲量大小为零

| 素养提升 |

动碰动的弹性碰撞

情境:若在一光滑水平面上有两个质量分别为 m_1 、 m_2 的刚性小球 A 和 B,以初速度 v_1 、 v_2 运动,若它们能发生碰撞(为一维弹性碰撞),碰撞后它们的速度 v_1' 和 v_2' 分别是多大?

【列式】碰撞过程中系统动量守恒:

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

弹性碰撞中没有机械能损失:

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

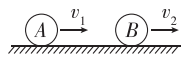
【结论】

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

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

示例 (多选) 如图所示,光滑水平面上有一质量 $m_A = 1 \text{ kg}$ 的 A 球和一质量 $m_B = 1.5 \text{ kg}$ 的 B 球同向运动. 已知 A 球的初速度 $v_1 = 10 \text{ m/s}$, B 球的初速度 $v_2 = 5 \text{ m/s}$,运动一段时间后,两球发生对心正碰. 下列说法正确的是 ()

- A. 当两球发生的碰撞是弹性碰撞时, A 球对 B 球的冲量为 $7.5 \text{ N} \cdot \text{s}$
- B. 碰撞的过程中,系统损失的机械能可能为 8 J
- C. 碰撞后, A 球的速度可能为 5 m/s
- D. 当两球发生的碰撞是完全非弹性碰撞时, A 球对 B 球的冲量为 $3 \text{ N} \cdot \text{s}$



2 简谐运动的描述

(时间:40 分钟 总分:42 分)

(选择题每小题 3 分)

基础巩固练

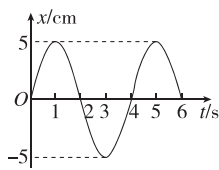
◆ 知识点一 描述简谐运动的物理量

1. 下列关于简谐运动的振幅、周期和频率的说法正确的是 ()
- A. 振幅是矢量,方向从平衡位置指向最大位移处
- B. 周期和频率的乘积是一个常数
- C. 振幅增加,周期必然增加,而频率减小
- D. 做简谐运动的物体,其频率与振幅成正比

◆ 知识点二 简谐运动的表达式

4. 如图所示,是一个弹簧振子的振动图像,则该小球位移随时间变化的关系式为 ()

- A. $x = 0.05 \sin 0.5\pi t (\text{m})$
- B. $x = 0.05 \sin 4\pi t (\text{m})$
- C. $x = 5 \sin 0.5\pi t (\text{m})$
- D. $x = 0.05 \cos 0.5\pi t (\text{m})$



综合提升练

10. 弹簧振子做简谐运动, O 为平衡位置, 当它经过点 O 时开始计时, 经过 0.5 s , 小球第一次到达点 M, 再经过 0.2 s 第二次到达点 M, 则弹簧振子的周期可能为 ()
- A. 0.6 s
- B. 0.8 s
- C. 1.2 s
- D. 1.8 s

拓展挑战练

12. (多选) 一小球沿 x 轴做简谐运动, 平衡位置在坐标原点, $t = 0$ 时小球的位移为 -0.1 m , $t = 1 \text{ s}$ 时位移为 0.1 m , 下列说法正确的是 ()
- A. 若振幅为 0.1 m , 则周期可能为 $\frac{2}{3} \text{ s}$
- B. 若振幅为 0.1 m , 则周期可能为 $\frac{4}{5} \text{ s}$
- C. 若振幅为 0.2 m , 则周期可能为 4 s
- D. 若振幅为 0.2 m , 则周期可能为 6 s

CONTENTS



目录

01 第一章 动量守恒定律

PART ONE

1 动量	001
2 动量定理	003
第 1 课时 动量定理	003
第 2 课时 动量定理的应用	005
3 动量守恒定律	007
第 1 课时 动量守恒定律	007
第 2 课时 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
6 反冲现象 火箭	015
第 1 课时 反冲现象 火箭	015
第 2 课时 人船模型 爆炸	017
专题课:“弹簧类”模型和“光滑圆弧(斜面)轨道”模型	019
专题课:“子弹打木块”模型和“滑块—木板”模型	021

02 第二章 机械振动

PART TWO

1 简谐运动	023
2 简谐运动的描述	025
3 简谐运动的回复力和能量	027
4 单摆	029
5 实验:用单摆测量重力加速度	031
6 受迫振动 共振	033

03 第三章 机械波

PART THREE

1 波的形成	035
2 波的描述	037
专题课:机械振动和机械波的综合问题	039
3 波的反射、折射和衍射	041
4 波的干涉	043
5 多普勒效应	045

04 第四章 光

PART FOUR

1 光的折射	047
2 全反射	049
3 光的干涉	051
4 实验:用双缝干涉测量光的波长	053
5 光的衍射	055
6 光的偏振 激光	057

■ 参考答案 (练习册) [另附分册 P059~P090]

■ 导学案 [另附分册 P091~P208]

» 测 评 卷

章末素养测评(一) [第一章 动量守恒定律]	卷 01
章末素养测评(二) [第二章 机械振动]	卷 03
章末素养测评(三) [第三章 机械波]	卷 05
章末素养测评(四) [第四章 光]	卷 07
模块综合测评	卷 09
参考答案	卷 11

第一章 动量守恒定律

1 动量

(时间:40 分钟 总分:39 分)

(选择题每小题 3 分)

基础巩固练

◆ 知识点一 动量及动量的变化量

1. 物体的质量与速度的乘积叫动量,在国际单位制中动量的单位是 ()

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

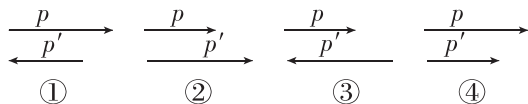
2. 下列运动中的物体,动量始终保持不变的是 ()

- A. 正常运行的地球静止卫星
B. 用绳子拉着物体,沿斜面做匀速直线运动
C. 小球碰到竖直墙壁被弹回,速度大小不变
D. 荡秋千的小孩,每次荡起的高度保持不变

3. 质量为 5 kg 的小球以 5 m/s 的速度竖直落到地板上,随后以 3 m/s 的速度反向弹回.若取竖直向下的方向为正方向,则小球动量的变化量为 ()

- A. $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ B. $-10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
C. $40 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ D. $-40 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

4. 如图, p 、 p' 分别表示物体受到碰撞前后的动量,短线表示的动量大小为 $15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,长线表示的动量大小为 $30 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,箭头表示动量的方向,在下列所给的四种情况下,所有线均平行,物体动量改变量相同的是 ()



- A. ①② B. ①③ C. ②④ D. ③④

◆ 知识点二 动量与动能的比较

5. (多选)[2025·北京三十五中高二期中考]关于动量和动能,以下说法中正确的是 ()

- A. 物体的动量不变,则动能不变
B. 物体的动能不变,则动量不变

C. 动量相同的两个物体,质量大的物体动能大
D. 动能相同的两个物体,质量大的物体动量大

6. [2024·北京怀柔一中高二期中]质量为 2 kg 的物体,当它的运动状态发生变化时,以下分析正确的是 ()

- A. 速度由 3 m/s 增大为 9 m/s ,它的动量增大为原来的 9 倍
B. 速度由 3 m/s 增大为 6 m/s ,它的动能增大为原来的 4 倍
C. 速度由向东的 3 m/s 变为向西的 3 m/s ,它的动量变化量为 0
D. 速度由向东的 3 m/s 变为向西的 3 m/s ,它的动能变化量为 18 J

7. (6 分)[2025·北京一六一中学高二月考]一小孩把一质量为 0.5 kg 的篮球由静止释放,释放后篮球的重心下降高度为 1.25 m 时与地面相撞,反弹后篮球的重心上升的最大高度为 0.45 m ,不计空气阻力,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,求地面与篮球相互作用的过程中:

- (1)(4 分)篮球动量的变化量;
(2)(2 分)篮球动能的变化量.

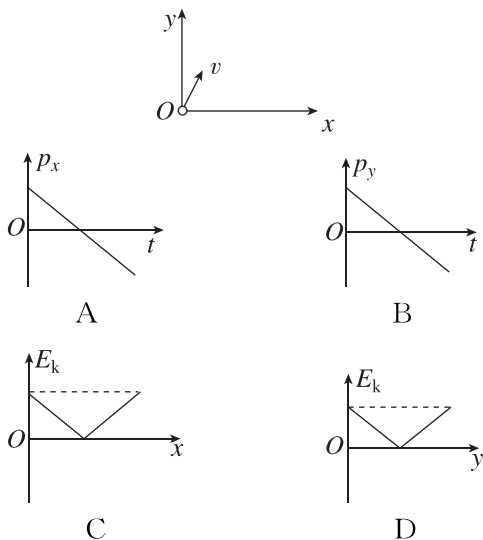
班级	
姓名	
题号	答案
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

综合提升练

8. (教材题改编)在空中相同高度处以相同的速率分别抛出质量相同的三个小球. 一个竖直上抛, 一个竖直下抛, 一个平抛, 若不计空气阻力, 从三个小球抛出到落地的过程中 ()

- A. 三个球动量的变化量相同
- B. 下抛球和平抛球动量的变化量相同
- C. 上抛球动量变化量最大
- D. 三球落地时的动量相同

9. 如图所示, 在 $t=0$ 时小球被斜向上抛出, 空气阻力可以忽略. 以抛出点为原点, 以水平向右为 x 轴正方向, 竖直向上为 y 轴正方向, 建立平面直角坐标系. 关于小球运动过程中, 动量在 x 方向的分量 p_x 随时间 t 、动量在 y 方向的分量 p_y 随时间 t 、动能 E_k 随水平位移 x 、动能 E_k 随竖直位移 y 的变化关系, 可能正确的是 ()



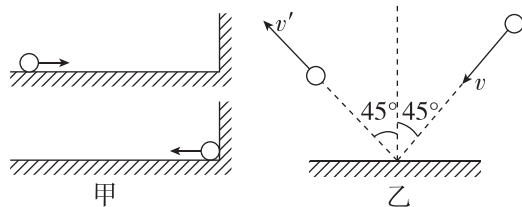
10. (9分)物理学中把质量 m 和速度 v 乘积定义为物体的动量, 用字母 p 表示, 表达式 $p=mv$, 动量的单位是 $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, 动量与速度、位移、加速度等都是矢量, 动量的方向与速度方向相同. 动量变化量为 $\Delta p = p_2 - p_1$, 其方向与速度变化量方向相同.

(1)(3分)质量为 2 kg 的物体, 沿同一方向速度由 3 m/s 增大为 6 m/s , 求它的动量变化量 Δp_1 的大小;

(2)(3分)如图甲所示, 一个质量为 0.1 kg 的钢球以 6 m/s 的速度水平向右运动, 碰到坚硬的墙壁后弹回, 沿着同一直线以 6 m/s 的速度水

平向左运动, 求碰撞前后钢球的动量变化量 Δp_2 的大小和方向;

(3)(3分)如图乙所示, 一个质量为 m 的钢球, 以速度 v 斜射到水平放置的坚硬大理石板上, 入射角是 45° . 碰撞后被斜着弹出, 弹出的角度也是 45° , 速度变为 v' , 且其大小与 v 的大小相同. 求碰撞前后钢球的动量变化量 Δp_3 的大小和方向.



2 动量定理

第1课时 动量定理

(时间:40分钟 总分:39分)

(选择题每小题3分)

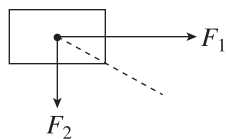
基础巩固练

◆ 知识点一 冲量的理解与计算

1. 关于冲量,下列说法正确的是 ()

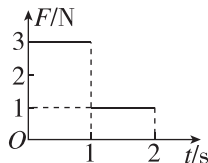
- A. 合力的冲量是物体动量变化的原因
- B. 作用在静止的物体上的力的冲量一定为零
- C. 动量越大的物体受到的冲量越大
- D. 冲量的方向与物体运动的方向相同

2. 如图所示,两个互相垂直的力 F_1 和 F_2 作用在同一物体上,使物体沿虚线方向运动,经过某段时间后, F_1 对物体的冲量为 $4\text{ N}\cdot\text{s}$, F_2 对物体的冲量为 $3\text{ N}\cdot\text{s}$,则 F_1 和 F_2 的合力对物体的冲量大小为 ()



- A. $1\text{ N}\cdot\text{s}$
- B. $3.5\text{ N}\cdot\text{s}$
- C. $5\text{ N}\cdot\text{s}$
- D. $7\text{ N}\cdot\text{s}$

3. [2024·北京怀柔一中高二期中] 一质量为 1 kg 的质点静止于光滑水平面上,从 $t=0$ 时刻开始,受到水平外力 F 作用,如图所示.下列判断正确的是 ()



- A. 第 1 s 末的速度为 1.5 m/s
- B. 第 1 s 内 F 的冲量为 $4\text{ N}\cdot\text{s}$
- C. 前 2 s 内 F 的冲量为 $3\text{ N}\cdot\text{s}$
- D. 第 2 s 末的动量为 $4\text{ kg}\cdot\text{m/s}$

◆ 知识点二 用动量定理定性分析

4. 如图所示,从高处跳到低处时,为了安全,一般都要屈腿,这样做是为了 ()



- A. 减小冲量
 - B. 减小动量的变化量
 - C. 增大与地面的冲击时间,从而减小冲力
 - D. 增大人对地面的压强,起到安全作用
5. [2025·北京通州区高二期中] 下列几种物理现象的解释正确的是 ()
- A. 易碎物品运输时要用柔软材料包装,是为了增加作用时间,减小受力
 - B. 跳远时在沙坑里填沙,是为了减小运动员落地时受到的冲量
 - C. 推箱子时推不动,是因为推力的冲量为零
 - D. 船舷常常悬挂旧轮胎,是为了减小靠岸时船的动量

◆ 知识点三 动量定理的有关计算

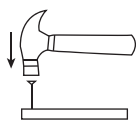
6. 高空坠物很危险.一块质量为 0.1 kg 的橡皮泥被团成小球状,从 20 m 高的楼上掉下,落在坚硬的水泥地上,变成薄片状.若橡皮泥与地面的作用时间约为 0.01 s , g 取 10 m/s^2 ,则地面受到的平均冲力最接近 ()

- A. 2 N
- B. 20 N
- C. 200 N
- D. 2000 N

班级	
姓名	
题号	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

7. (6分)(教材题改编)[2025·北京三十五中高二月考] 如图所示,用 0.5 kg 的铁锤钉钉子,打击前铁锤的速度为 4 m/s. 打击后铁锤的速度变为 0,设打击时间为 0.01 s,重力加速度 g 取 10 m/s. 求:

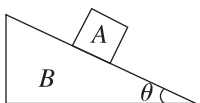
- (1)(3分)打击前,铁锤动量的大小;
- (2)(3分)考虑铁锤所受的重力,钉子对铁锤的平均作用力是多大.



综合提升练

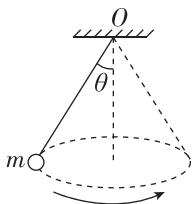
8. [2024·北京丰台区高二期中] 如图所示,质量为 m 的物体 A,沿倾角为 θ 的固定粗糙斜面 B 由静止开始下滑,经过时间 t 滑至底端,此时速度为 v ,重力加速度为 g . 则物体 A 在下滑过程中 ()

- A. 重力的冲量大小为 $mg t \sin \theta$
- B. 物体所受重力的冲量方向沿斜面向下
- C. 斜面支持力的冲量大小为 0
- D. 合力的冲量大小为 mv



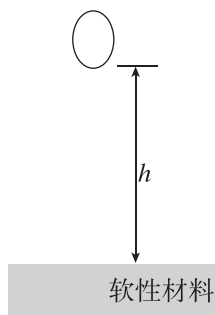
9. 如图所示,不可伸长的轻绳一端悬挂在天花板上的 O 点,另一端系着质量为 m 的小球,给小球一定的速度 v ,使之在水平面内做周期为 T 的匀速圆周运动. 不计空气阻力,下列说法正确的是 ()

- A. 小球运动半周的过程中,动量不变
- B. 小球运动半周的过程中,合力的冲量大小为 $2mv$
- C. 小球运动一周的过程中,重力的冲量为零
- D. 小球运动一周的过程中,拉力的冲量为零



10. (9分)某同学发现,鸡蛋从同一高度由静止下落到不同材料表面,材料越软,鸡蛋从接触材料到停止运动所用时间越长,鸡蛋越不容易破碎. 为研究这个现象,该同学建立如图所示的模型:质量为 m 的鸡蛋从高为 h 处由静止下落到某种软性材料表面,然后再经时间 t 速度减为 0. 将材料对鸡蛋的作用力视为恒力,重力加速度为 g ,不计空气阻力.

- (1)(3分)求鸡蛋刚接触材料表面瞬间的速度大小 v ;
- (2)(3分)在鸡蛋从接触材料到停止运动的过程中,求材料对鸡蛋的作用力大小 F ;
- (3)(3分)根据(2)问中的计算结果分析,材料越软,鸡蛋越不容易破碎的原因.

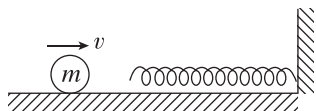


(选择题每小题3分)

基础巩固练

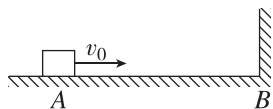
◆ 知识点一 动量定理与动能定理的区别和应用

1. [2026·北京首师大附中高二开学考] 如图所示,质量为 m 的球以速度 v 沿光滑水平面向一右端固定的轻质弹簧运动,从接触弹簧到与弹簧再度分离的过程中,弹簧对球所施冲量大小 I 及对球做的功 W 分别为 ()



- A. $I=0, W=0$ B. $I=0, W=mv^2$
C. $I=2mv, W=0$ D. $I=2mv, W=mv^2$

2. [2026·北京一六一中学高二开学考] 如图所示,一质量为 $m=0.5\text{ kg}$ 的小物块沿着从 A 向 B 的方向朝着墙壁运动,与墙壁碰撞前瞬间速度的大小为 4 m/s ,与墙碰后以大小为 2 m/s 的速度反向运动直至静止. 已知碰撞时间为 0.05 s ,以从 A 到 B 的方向为正方向,则下列说法正确的是 ()



- A. 碰撞前后小物块动量的变化量为 $\Delta p = -3\text{ kg} \cdot \text{m/s}$
B. 物块在反向运动过程中克服摩擦力做的功为 $W=2\text{ J}$
C. 碰撞过程中墙对小物块的冲量为 $I=3\text{ N} \cdot \text{s}$
D. 碰撞过程中墙面对小物块平均作用力的大小为 $F=20\text{ N}$

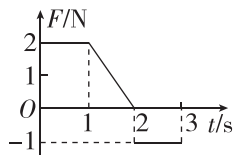
◆ 知识点二 应用动量定理处理多过程问题

3. [2025·北京朝阳区高二期末] 高空作业须系安全带,如果质量为 m 的高空作业人员不慎跌落,从开始跌落到安全带对人刚产生作用力前人下落的距离为 h (可视为自由落体运动). 此后经历时间 t 安全带达到最大伸长,若在此过程中该作用力始终竖直向上,重力加速度大小为 g ,则该段时间安全带对人的平均作用力大小为 ()

- A. $\frac{m\sqrt{2gh}}{t} + mg$ B. $\frac{m\sqrt{2gh}}{t} - mg$
C. $\frac{m\sqrt{gh}}{t} + mg$ D. $\frac{m\sqrt{gh}}{t} - mg$

4. 一质量为 2 kg 的物块在合力 F 的作用下由静止开始沿直线运动,合力 F 随时间 t 变化的关系图像如图所示,则 ()

- A. $t=2\text{ s}$ 时,物块的动量大小为 0
B. $t=3\text{ s}$ 时,物块的速率为 2 m/s
C. $t=0$ 到 $t=1\text{ s}$ 时间内,合力 F 对物块冲量的大小为 $1\text{ N} \cdot \text{s}$
D. $t=2\text{ s}$ 到 $t=3\text{ s}$ 时间内,物块动量变化量的大小为 $1\text{ kg} \cdot \text{m/s}$



◆ 知识点三 应用动量定理处理流体问题

5. [2025·北京丰台区高二期中] 如图所示,清洗汽车的高压水枪喷出的水柱截面是直径为 D 的圆形,水流速度为 v ,水柱垂直射向汽车表面,冲击汽车后速度减为零. 已知水的密度为 ρ ,则水流对汽车的作用力大小为 ()

- A. $\frac{\rho\pi v D^2}{4}$
B. $\frac{\rho\pi v^2 D^2}{4}$
C. $\frac{\rho\pi v D^2}{8}$
D. $\frac{\rho\pi v^2 D^2}{8}$



6. [2025·北京五十中高二期] 高压水流切割器又称“水刀”,它将水以极高的速度垂直喷射到材料表面进行切割作业. 如图所示,某型号“水刀”对被切割物体的压强可以达到 $1.2 \times 10^8\text{ Pa}$. 假设“水刀”喷嘴喷出的水打到材料表面后速度立即减为零,已知水的密度为 $1.0 \times 10^3\text{ kg/m}^3$,则高压水流的速度约为 ()

- A. 250 m/s
B. 300 m/s
C. 350 m/s
D. 400 m/s



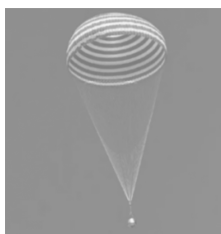
综合提升练

7. (多选)[2026·北京一六一中学高二开学考] 将如图所示的跳水过程简化为运动员沿竖直方向的运动. 若运动员的质量为 m , 起跳后重心上升的最大高度为 h , 从最高点至入水后速度减为零的过程所用时间为 t , 重力加速度为 g , 不考虑空气阻力. 根据题中信息, 可以求得 ()

- A. 在上升过程中, 运动员重力势能的变化量
- B. 从入水到速度减为零的过程中, 水的阻力对运动员做的功
- C. 在空中运动过程中, 重力对运动员的冲量大小
- D. 从入水到速度减为零的过程中, 水对运动员作用力的冲量大小



8. (10分)[2025·北京西城区高二期末] 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. 如图甲所示, 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 3×10^3 kg, g 取 10 m/s².



甲



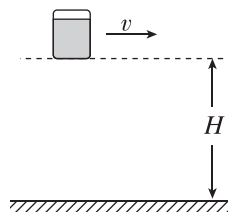
乙

- (1)(3分) 求反推发动机工作过程中返回舱的动量变化量;
- (2)(2分) 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)(5分) 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, 喷出气体的速度远大于返回舱运动的速度. 请推导: 喷出气体的速度大小, 以及每台发动机提供功率的表达式.

拓展挑战练

9. 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为 Qv
- D. 沙子落到地面时与沙漏的水平距离为 $v \sqrt{\frac{2H}{g}}$

3 动量守恒定律

第1课时 动量守恒定律

(时间:40分钟 总分:36分)

(选择题每小题3分)

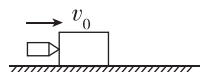
基础巩固练

◆ 知识点一 动量守恒定律

1. 关于系统动量守恒的条件,下列说法正确的是 ()

- A. 只要系统内存在摩擦力,系统的动量就不可能守恒
- B. 只要系统中有一个物体具有加速度,系统的动量就不守恒
- C. 只要系统所受合外力为零,系统动量就守恒
- D. 系统中所有物体的加速度都为零时,系统的总动量不一定守恒

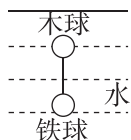
2. 下列各图所反映的物理过程中,系统动量守恒的是 ()



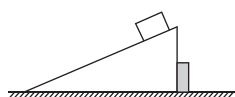
在光滑水平面上,子弹水平射入木块的过程中
甲



剪断细线,压缩的轻弹簧恢复原长的过程中
乙



两球匀速下降,细线断裂后,它们在水中运动的过程中
丙



木块沿光滑固定斜面由静止滑下的过程中
丁

- A. 只有甲和乙
- B. 只有丙和丁
- C. 只有甲和丙
- D. 只有乙和丁

◆ 知识点二 动量守恒定律的基本应用

3. [2025·北京三十五中高二期中考] 在光滑水平面上停着一辆较长的木板车,木板车的右端停着一辆四驱赛车.如果开动赛车使之在木板上向左运动,则木板车 ()

- A. 向右运动
- B. 向左运动
- C. 保持静止
- D. 运动方向无法确定

4. a 、 b 两球在光滑的水平面上沿同一直线发生正碰,作用前 a 球动量 $p_a = 30 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, b 球动量 $p_b = 0$,碰撞过程中, a 球的动量减少了 $20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,则作用后 b 球的动量为 ()

- A. $-20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- B. $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- C. $20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
- D. $30 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

5. 质量为 m 的小孩站在质量为 M 的滑板上,小孩和滑板均处于静止状态,忽略滑板与地面间的摩擦.小孩沿水平方向跃离滑板,离开滑板时对地速度大小为 v_0 ,此时滑板的速度大小为 ()

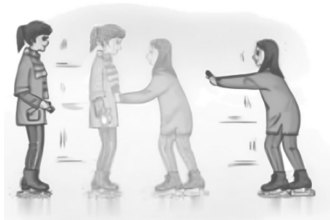
- A. $\frac{m}{M}v_0$
- B. $\frac{M}{m}v_0$
- C. $\frac{M}{M-m}v_0$
- D. $\frac{m}{M-m}v_0$

6. 质量为 M 的气球,下面用细线吊着一个质量为 m 的物块,不计空气对物块的作用力,若气球以大小为 v 的速度向下匀速运动,某时刻细线断开,当气球的速度为零时(此时物块还没有落到地面),物块的速度为 ()

- A. $\frac{m+M}{m}v$
- B. $(m+M)v$
- C. $\frac{m}{m+M}v$
- D. 0

班级	
姓名	
答题区	题号
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9

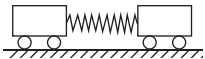
7. [2025·北京丰台区高二期中] 甲、乙两人静止在光滑的冰面上,甲推乙后,两人向相反方向滑去,如图所示,在甲推乙之前,两人的总动量为0,甲推乙后两人都有了动量.在此过程中下列说法正确的是 ()



- A. 甲的动量变化量与乙的动量变化量相同
- B. 甲的动能增加量一定等于乙的动能减少量
- C. 甲对乙的冲量大小一定等于乙对甲的冲量大小
- D. 甲、乙两人组成的系统机械能守恒

综合提升练

8. [2024·北京首师大附中高二月考] 如图所示,光滑水平面上两小车中间夹一压缩了的轻弹簧,左右两手分别按住左右两小车,使它们静止,若以两车及弹簧组成系统,则下列说法中不正确的是 ()



- A. 两手同时放开后,系统总动量始终为零
- B. 先放开左手后放开右手,两手都放开后动量不守恒
- C. 先放开左手,后放开右手,总动量向左
- D. 无论何时放手,只要从两手都放开后到弹簧恢复原长的过程中,系统总动量都保持不变,但系统的总动量不一定为零

9. 某同学的质量为 60 kg,在军事训练中要求他从岸上以大小为 2 m/s 的速度跳到一条向他缓缓漂来的小船上,然后去执行任务,小船的质量是 140 kg,初始速度大小是 0.5 m/s,该同学上船后又跑了几步,最终停在船上(船未与岸相撞),不计水的阻力,则 ()

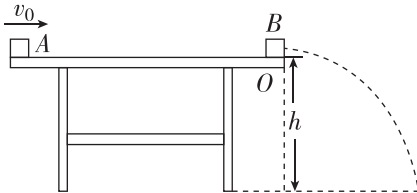
- A. 该同学和小船最终静止在水面上
- B. 该过程这位同学的动量变化量大小为 105 kg·m/s
- C. 船最终的速度大小是 0.95 m/s
- D. 船的动量变化量大小为 70 kg·m/s

10. (9分)[2025·北京顺义一中高二期中] 如图所示,在距水平地面高为 $h=0.60\text{ m}$ 的水平桌面左边缘有一质量为 $m_A=1.0\text{ kg}$ 的物块 A 以 $v_0=5.0\text{ m/s}$ 的初速度沿桌面水平向右运动,经过位移 $x=1.8\text{ m}$ 与放在桌面右边缘 O 点的物块 B 发生正碰,碰后物块 A 的速度变为 0,物块 B 离开桌面后落到地面上.设两物块均可视为质点,它们的碰撞时间极短,物块 A 与桌面间的动摩擦因数为 $\mu=0.25$,物块 B 的质量为 $m_B=1.6\text{ kg}$,重力加速度 g 取 10 m/s^2 .求:

(1)(3分)两物块碰撞前瞬间,物块 A 的速度大小 v_A ;

(2)(3分)物块 B 落地时的动能 E_k ;

(3)(3分)物块 A 与 B 碰撞的过程中系统损失的机械能 E .

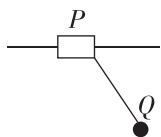


(选择题每小题3分)

基础巩固练

◆ 知识点一 某一方向动量守恒定律的应用

1. 如图所示,滑块 P 套在固定的光滑横杆上,小球 Q 通过轻质细绳与滑块相连,将小球从图示位置释放,空气阻力忽略不计,下列说法正确的是 ()

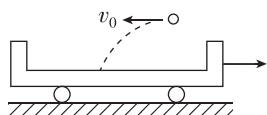


- A. 滑块和小球组成的系统动量守恒,机械能守恒
 B. 滑块和小球组成的系统动量守恒,机械能不守恒
 C. 滑块和小球组成的系统水平方向动量守恒,机械能守恒
 D. 滑块和小球组成的系统动量不守恒,机械能不守恒

2. 质量为 M 的小车在光滑的水平地面上以速度 v_0 匀速运动,当车中的沙子从车底部的小孔中不断流下时,车子速度将 ()

- A. 减小 B. 不变
 C. 增大 D. 无法确定

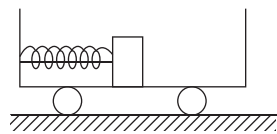
3. 如图所示,质量为 0.5 kg 的小球在距离车底面高 20 m 处以一定的初速度向左平抛,落在以 7.5 m/s 的速度沿光滑水平面向右匀速行驶的小车中,车底涂有一层油泥,车与油泥的总质量为 4 kg ,设小球刚要落到车底面前的瞬时速度是 25 m/s , g 取 10 m/s^2 ,则当小球与小车相对静止时,小车的速度是 ()



- A. 4 m/s
 B. 5 m/s
 C. 8.5 m/s
 D. $\frac{25}{3}\text{ m/s}$

◆ 知识点二 动量守恒定律的应用

4. [2025·北京九中高二期中考] 如图所示,光滑水平地面上有一小车,一根细绳将车厢挡板与滑块相连,中间压缩一根弹簧,弹簧与车厢、滑块都相连,滑块与车厢的水平底板间有摩擦,剪断细绳后的过程中 ()

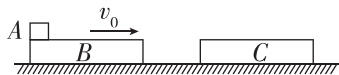


- A. 弹簧、滑块组成的系统动量守恒,机械能守恒
 B. 弹簧、滑块组成的系统动量不守恒,机械能不守恒
 C. 弹簧、滑块、小车组成的系统动量守恒,机械能守恒
 D. 弹簧、滑块、小车组成的系统动量不守恒,机械能不守恒

5. 质量相同的 A 、 B 两小车置于光滑的水平面上,有一个质量为 m 的人静止在 A 车上,两车都静止,当这个人自 A 车跳到 B 车上,接着又跳回 A 车上,最终相对 A 车静止,则 A 车最终的速率 ()

- A. 等于零 B. 小于 B 车的速率
 C. 大于 B 车的速率 D. 等于 B 车的速率

6. 如图所示,在光滑的水平面上静止放置着一个质量为 $4m$ 的木板 B ,它的左端静止放置着一个质量为 $2m$ 的物块 A ,现让 A 、 B 一起以水平速度 v_0 向右运动,与其前方静止的另一个与 B 相同的木板 C 相碰后粘在一起,在两木板相碰后的运动过程中,物块恰好没有滑下木板,且物块 A 可视为质点,则两木板的最终速度为 ()

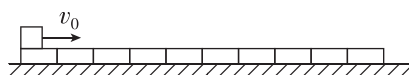


- A. $\frac{v_0}{2}$ B. $\frac{2v_0}{5}$
 C. $\frac{3v_0}{5}$ D. $\frac{4v_0}{5}$

班级	
姓名	
题号	答案
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

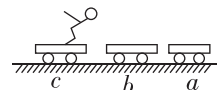
7. (6分) 如图所示,光滑水平地面上依次放置着质量 $m=0.08\text{ kg}$ 的 10 块完全相同的长直木板. 一质量 $M=1.0\text{ kg}$ 、大小可忽略的小铜块以初速度 $v_0=6.0\text{ m/s}$ 从长木板左侧滑上木板,当铜块滑离第一块木板时,速度大小为 $v_1=4.0\text{ m/s}$,铜块最终停在第二块木板上. 求:

- (1)(3分) 第一块木板的最终速度;
 (2)(3分) 铜块的最终速度. (结果保留两位有效数字)



9. 如图所示,三辆完全相同的平板小车 a 、 b 、 c 成一直线排列,静止在光滑水平面上. c 车上有一小孩跳到 b 车上,接着又立即从 b 车跳到 a 车上. 小孩跳离 c 车和 b 车时对地的水平速度相同. 他跳到 a 车上相对 a 车保持静止,此后 ()

- A. a 、 b 两车运动速率相等
 B. a 、 c 两车运动速率相等
 C. 三辆车的速率关系为 $|v_c|=|v_b|>|v_a|$
 D. a 、 c 两车运动方向相反



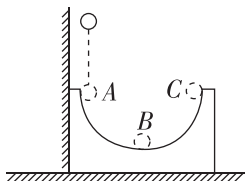
10. (9分) 甲、乙两个小孩各乘一辆冰车在水平地面上游戏,甲和他的冰车的质量为 $M=30\text{ kg}$,乙和他的冰车的质量也是 $M=30\text{ kg}$. 游戏时甲推着一个质量 $m=15\text{ kg}$ 的箱子,以大小为 $v_0=3.0\text{ m/s}$ 的速度向东滑行,乙以同样大小的速度迎面滑来. 不计水平地面的摩擦力.

- (1)(3分) 若甲向东以 5 m/s 的速度将箱子推给乙,甲的速度变为多少?
 (2)(6分) 甲至少以多大的速度将箱子推给乙,才能避免相撞? (题中各速度均以地面为参考系)

综合提升练

8. [2025·北京八一学校高二月考] 如图所示,将一光滑的半圆槽置于光滑水平面上,槽的左侧紧靠在墙壁上. 现让一小球自左侧槽口 A 的正上方从静止开始落下,与圆弧槽相切且从 A 点进入槽内,则下列结论中正确的是 ()

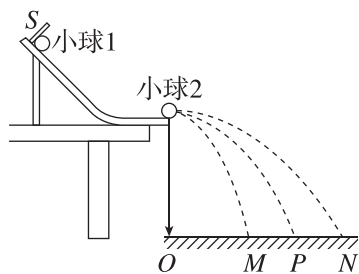
- A. 小球在半圆槽内运动的全过程中,只有重力对它做功
 B. 小球在半圆槽内运动的全过程中,小球与半圆槽在水平方向动量守恒
 C. 小球自半圆槽 B 点向 C 点运动的过程中,小球与半圆槽在水平方向动量守恒
 D. 小球离开 C 点以后,将做竖直上抛运动



4 实验:验证动量守恒定律

(时间:40 分钟 总分:42 分)

1. (6 分)[2025·北京西城区高二期末] 用如图所示装置做“验证动量守恒定律”实验. 实验中使用的小球 1 和 2 质量分别为 m_1 、 m_2 , 半径分别为 r_1 、 r_2 . 在木板上铺一张白纸, 白纸上铺放复写纸, 记下重锤线所指的位置 O .

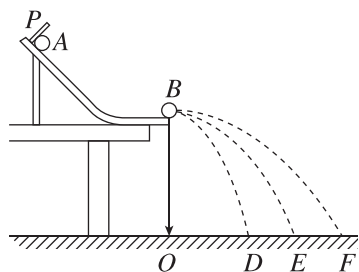


(1)(3 分)实验中小球 1 和 2 的质量和半径需满足_____ (填选项前的字母).

- A. $m_1 > m_2$ B. $m_1 = m_2$
C. $r_1 > r_2$ D. $r_1 = r_2$

(2)(3 分)实验时,先不放小球 2,让小球 1 从斜槽上某一点 S 由静止滚下,找到其平均落地点的位置 P ,测量平抛射程 OP . 再把小球 2 静置于斜槽轨道末端,让小球 1 仍从 S 处由静止滚下,与小球 2 碰撞,并多次重复,分别找到小球 1 与小球 2 相碰后平均落地点的位置 M 、 N ,测量平抛射程 OM 、 ON . 要验证两球碰撞前后动量守恒,需验证的关系式为_____.

2. (8 分)如图所示,用“碰撞实验器”可以验证动量守恒定律,图中的 O 点为小球抛出点在记录纸上的垂直投影. 先将 A 球多次从斜轨上 P 位置由静止释放,找到其平均落点 E . 然后,把半径相同的 B 球静置于水平轨道的末端,再将 A 球从斜轨上 P 位置由静止释放,两球相碰,重复多次,分别确定碰后 A 球和 B 球的平均落点 D 和 F . 测得 A 球的质量为 m_A , B 球的质量为 m_B , 且 $m_A > m_B$.



(1)(2 分)实验中,确定平均落点需要的器材是_____ (填选项前的字母).

- A. 天平 B. 秒表 C. 圆规

(2)(3 分)分别测出 O 到平均落点的距离,记为 OD 、 OE 、 OF .

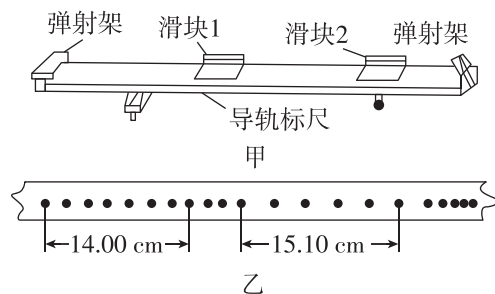
①(2 分)实验中,直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的,可以通过测量小球做平抛运动的水平射程来代替小球碰撞前后的速度,简述其可行的依据:_____.

②(1 分)在误差允许范围内,若关系式_____成立,即可验证碰撞前后动量守恒.

(3)(3 分)某同学认为,在上述实验中仅更换 A 球和 B 球的材质,其他条件不变,可以使碰后两小球做平抛运动的水平射程发生变化. 请分析关于射程的关系式中,可能成立的是_____ (填选项前的字母).

- A. $OF < OE + OD$
B. $OF < OE$
C. $OF < OD$

3. (6 分)某同学利用打点计时器和气垫导轨做“验证动量守恒定律”实验,气垫导轨装置如图甲所示,实验所用的气垫导轨装置由导轨、滑块、弹射架等组成. 下面是实验的主要步骤:

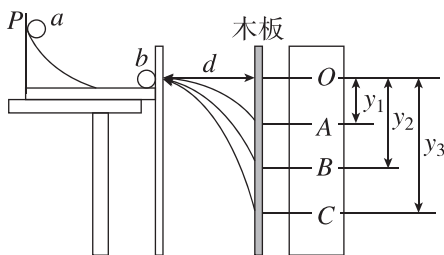


- A. 安装好气垫导轨,调节气垫导轨的调节旋钮,使导轨水平;
B. 向气垫导轨空腔内通入压缩空气;
C. 把打点计时器固定在紧靠气垫导轨左端弹射架的外侧,将纸带穿过打点计时器与弹射架,固定在滑块 1 的左端,调节打点计时器的高度,直至滑块拖着纸带移动时,纸带始终在水平方向;
D. 使滑块 1 挤压导轨左端弹射架上的橡皮绳,把滑块 2 放在气垫导轨的中间;

E. 先接通打点计时器的电源,待打点计时器工作稳定后释放滑块 1,让滑块 1 带动纸带一起运动,运动一段时间后与滑块 2 碰撞并粘在一起继续运动,打点计时器打出的纸带如图乙所示.已知滑块 1 的质量为 200 g,滑块 2(包括橡皮泥)的质量为 100 g,打点计时器每隔 0.02 s 打一个点.通过计算可知,两滑块相互作用前系统的总动量为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$;两滑块相互作用以后系统的总动量为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$.两结果不完全相等的主要原因是 _____.

(计算结果均保留三位有效数字)

4. (4 分)[2024·北京东城区高二期末] 在“验证动量守恒定律”实验中,实验装置如图所示, a 、 b 是两个半径相等的小球,其质量分别为 m_1 、 m_2 ,且满足 $m_1 > m_2$.按照以下步骤进行操作:



①在木板表面钉上白纸和复写纸,并将该木板紧靠槽口竖直固定,将小球 a 从斜槽轨道上位置 P 处由静止释放,撞到木板并在白纸上留下痕迹 O ;

②将木板水平向右移动一定距离 d 并固定,再将小球 a 多次从 P 处由静止释放,得到撞到木板上平均痕迹 B ;

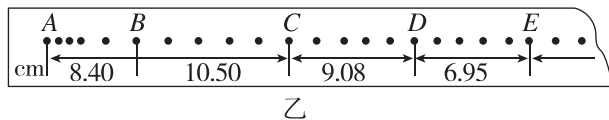
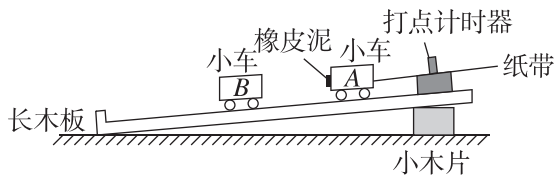
③把小球 b 静止放在斜槽轨道水平末端,让小球 a 仍从 P 处由静止释放,和小球 b 相碰.多次重复该操作,得到两球撞在木板上的平均痕迹 A 和 C ;

④测得 O 点到 A 、 B 、 C 三点的距离分别为 y_1 、 y_2 、 y_3 .

在实验误差允许的范围内,若碰撞过程动量守恒,则各物理量间应该满足 _____.

5. (10 分)某同学设计了一个用打点计时器“探究碰撞中的不变量”的实验:在小车 A 的前端粘有橡皮泥,轻推小车 A 使之拖着纸带做匀速直线运动,然后与原来静止在前方的小车 B 相碰,并粘成一体继续做匀速直线运动,他设计的实验装置如图甲所示.在小车 A 的后面连着纸带,

打点计时器的电源频率为 50 Hz,长木板的一端下面垫着小木片用以平衡摩擦力.



(1)(4 分)若已得到打点纸带如图乙所示,并将已测得的各计数点间的距离标在纸带上, A 点为运动起始点,则应选 _____ 段来计算小车 A 碰前的速度,应选 _____ 段来计算小车 A 和 B 碰后的共同速度.(以上两空均选填“ AB ”“ BC ”“ CD ”或“ DE ”)

(2)(6 分)已测得小车 A 的质量为 $m_1 = 0.40 \text{ kg}$,小车 B 的质量为 $m_2 = 0.20 \text{ kg}$,由以上测量数据可得:碰前两车质量与速度乘积之和为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$,碰后两车质量与速度乘积之和为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$.则碰撞前后两车质量与速度的乘积之和在误差允许的范围内 _____ (选填“相等”或“不相等”).(结果均保留三位有效数字)

6. (8 分)某同学用如图所示装置验证动量守恒定律,用轻质细线将小球 1 悬挂于 O 点,悬点 O 到小球 1 球心的距离为 L ,被碰小球 2 放在光滑的水平台面边缘.拉紧细线,使小球 1 从右方的 A 点(OA 与竖直方向的夹角为 α)由静止释放,运动到最低点 B 时恰与小球 2 发生正碰,碰撞后,小球 1 继续向左运动到 C 位置,小球 2 落到水平地面上到台面边缘水平距离为 x 的 D 点,已知重力加速度为 g .

(1)(4 分)实验中已经测得上述物理量中的 α 、 L 、 x 及小球 1、2 的质量 m_1 、 m_2 ,为了验证两球碰撞过程动量守恒,还应该测量的物理量有 _____, _____ (要求填写所测物理量的名称及符号).

(2)(4 分)用测得的物理量来表示,只要满足关系式 _____,则说明两小球碰撞前后的动量守恒.

