

西南大学附中 2023—2024 学年度上期期中考试

高三物理试题

(满分: 100 分; 考试时间: 75 分钟)

注意事项:

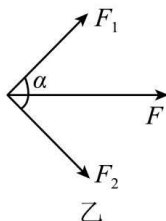
1. 答题前, 考生先将自己的姓名、班级、考场/座位号、准考证号填写在答题卡上。
2. 答选择题时, 必须使用 2B 铅笔填涂; 答非选择题时, 必须使用 0.5 毫米的黑色签字笔书写; 必须在题号对应的答题区域内作答, 超出答题区域书写无效; 保持答卷清洁、完整。
3. 考试结束后, 将答题卡交回 (试题卷学生保存, 以备评讲)。

一、单项选择题: 本大题共 7 个小题, 每小题 4 分, 共 28 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1. 2023 年杭州亚运会上, 运动员正在进行射箭项目比赛, 如图甲所示。释放箭的瞬间, 若弓弦的拉力为 100N, 如图乙中的 F_1 和 F_2 所示。弓弦对箭产生的作用力为 120N, 如图乙中的 F 所示, 则弓弦的夹角 α 应为 ($\cos 53^\circ = 0.6$) ()



甲



乙

A. 106°

B. 74°

C. 143°

D. 127°

【答案】A

【解析】

【详解】由图可知, F_1 、 F_2 、 F 构成了一个菱形, 根据力的分解可知

$$\frac{\frac{1}{2}F}{F_1} = \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{60\text{N}}{100\text{N}} = 0.6$$

所以

$$\frac{\alpha}{2} = 53^\circ$$

则

$$\alpha = 106^\circ$$

故选 A。

2. 2023 年国庆长假期间, 各地游客朋友来到重庆, 欣赏“轻轨穿楼”景观, 感受山城独特魅力。假如轻轨列车进站时从某时刻起做匀减速直线运动, 分别用时 3s、2s、1s 连续通过三段位移后停下, 则这三段位移的

平均速度之比是 ()

A. 27: 8: 1

B. 3: 2: 1

C. 9: 4: 1

D. 5: 3: 1

【答案】C

【解析】

【详解】可将列车减速过程看作初速度为 0 的加速过程，根据匀变速直线运动规律

$$x = \frac{1}{2}at^2$$

可知 3s 通过

$$x_3 = \frac{1}{2}at_6^2 - \frac{1}{2}at_3^2$$

2s 通过

$$x_2 = \frac{1}{2}at_3^2 - \frac{1}{2}at_1^2$$

1s 通过

$$x = \frac{1}{2}at_1^2$$

通过三段位移的比为 27: 8: 1，根据平均速度的计算公式

$$\bar{v} = \frac{x}{t}$$

可知这三段位移的平均速度之比是 9: 4: 1。

故选 C。

3. 2023 年 9 月 21 日，“天宫课堂”第四课在中国空间站开讲，授课期间利用了我国的中继卫星系统进行信号传输，天地通信始终高效稳定。已知空间站在距离地面 400 公里左右的轨道上运行，其运动视为匀速圆周运动，中继卫星系统中某卫星是距离地面 36000 公里左右的地球静止轨道卫星（同步卫星），则该卫星 ()



“天宫课堂”第四课 课程表	
授课时间：2023年9月21日（周四）下午15时45分	
序号	项目名称
1	梦天实验舱介绍
2	球形火焰实验
3	奇妙“乒乓球”实验
4	动量守恒实验
5	又见陀螺实验
6	天地互动环节

A. 授课期间经过北京正上空

B. 加速度大于空间站的加速度

C. 运行速度大于地球的第一宇宙速度

D. 运行周期大于空间站的运行周期

【答案】D

【解析】

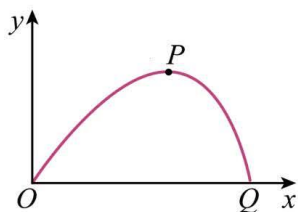
【详解】A. 中继卫星是地球同步卫星，只能定点于赤道正上方，所以该卫星不可能经过北京正上空，故 A 错误；

BCD. 根据万有引力提供向心力，有

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma = m \frac{4\pi^2}{T^2} r = m \frac{v^2}{r}$$

中继卫星轨道半径大于近地卫星轨道半径也大于空间站轨道半径，所以加速度小于空间站的加速度，运行速度小于地球的第一宇宙速度即近地卫星的速度，运行周期大于空间站的运行周期，故 BC 错误、D 正确。故选 D。

4. 如图所示，在考虑空气阻力的情况下，一小石子从 O 点抛出，沿轨迹 OPQ 运动，其中 P 是最高点。若小石子所受空气阻力大小与瞬时速度大小成正比，则 ()



A. 小石子从 O 点到 P 点的时间大于从 P 点到 Q 点的时间

B. 从 O 点到 Q 点的过程中，小石子速度的水平分量越来越小

C. 从 O 点到 Q 点的过程中，小石子速度的竖直分量越来越小

D. 从 O 点到 Q 点的过程中，小石子加速度的竖直分量在 Q 点时最大

【答案】B

【解析】

【详解】ACD. 小石子从 O 点到 P 点，竖直方向受到向下的重力和向下的阻力，重力和竖直方向阻力之和产生竖直方向的分加速度，小石子速度减小，空气阻力减小，加速度减小，到 P 点时，竖直方向加速度为重力加速度；小石子从 P 点到 Q 点，竖直方向受到向下的重力和向上的阻力，重力和竖直方向阻力之差产生竖直方向的分加速度，小石子速度增大，空气阻力增大，加速度减小，到 Q 点时，竖直方向加速度最小；即整段过程中，O 点竖直方向的加速度最大，根据

$$h = \frac{1}{2} at^2$$

可知，后一阶段竖直加速度小，所以时间长，小石子从 O 点到 P 点的时间小于从 P 点到 Q 点的时间，故 ACD

错误；

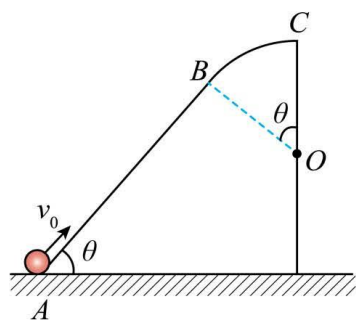
B. 从 O 点到 Q 点的过程中，小石子水平方向始终受到与速度方向相反的阻力，速度的水平分量越来越小，

故 B 正确。

故选 B。

5. 如图所示，固定在竖直面内的粗糙轨道 ABC 由直线段 AB 和圆弧段 BC 组成，两段相切于 B 点， BC 段圆心为 O ，最高点为 C ， A 与 C 的高度差等于圆弧轨道的直径 $2R$ 。质量为 m 的小球从 A 点以初速度

$v_0 = \sqrt{5gR}$ 冲上轨道，能恰好沿轨道运动到 C 点。若小球所受阻力大小恒定，下列说法正确的是（ ）



A. 小球在 C 点受到轨道的支持力大小为 0

B. 小球从 A 到 C 的过程中，机械能减少了 $\frac{5}{2}mgR$

C. 小球从 A 到 C 的过程中，克服了轨道的阻力做功 $\frac{1}{2}mgR$

D. 若要让小球从 C 点脱离轨道，则至少要将小球的初速度 v_0 增大到 $2\sqrt{gR}$

【答案】C

【解析】

【详解】A. 小球能恰好沿轨道运动到 C 点，即到达 C 点时速度恰好为零，所以小球在 C 点受到轨道的支持力与小球所受的重力等大反向，故 A 错误；

B. 小球从 A 到 C 的过程中，机械能减少了

$$E = \frac{1}{2}mv_0^2 - 2mgR = \frac{1}{2}mgR$$

故 B 错误；

C. 小球从 A 到 C 的过程中，克服了轨道阻力做功

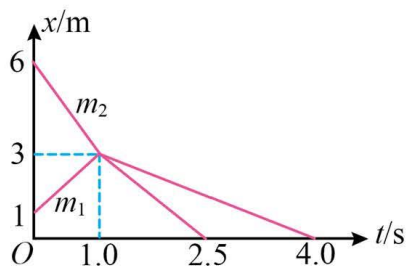
$$W = \frac{1}{2}mv_0^2 - 2mgR = \frac{1}{2}mgR$$

故 C 正确；

D. 由于 $2\sqrt{gR} < \sqrt{5gR}$ ，所以初速度为 $2\sqrt{gR}$ 时，小球到达不了 C 点，故 D 错误。

故选 C。

6. 质量为 $m_1=1\text{kg}$ 和 $m_2=2\text{kg}$ 的两个物体在光滑水平面上发生正碰，取 m_1 碰前的运动方向为正方向，它们的位置坐标 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_1 的动量大于 m_2 的动量
- B. 碰撞后 m_2 的速率为 2m/s
- C. 碰撞过程中 m_1 的动量变化量大小为 $3\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- D. 碰撞过程中 m_1 、 m_2 共损失机械能 8J

【答案】D

【解析】

【详解】A. 取 m_1 碰前的运动方向为正方向，则碰前质量为 m_1 的物体速度为正，质量为 m_2 的物体速度为负，碰后两物体速度都为负，根据图像斜率可知碰撞前 m_1 的速度为

$$v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = 2 \text{ m/s}$$

动量为

$$p_1 = m_1 v_1 = 2 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

碰撞前 m_2 的速度大小为

$$v_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = 3 \text{ m/s}$$

动量大小为

$$p_2 = m_2 v_2 = 6 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

所以碰撞前 m_1 的动量小于 m_2 的动量，故 A 错误；

B. 根据图像斜率可知碰后两物体的速度为

$$v' = \frac{\Delta x'}{\Delta t'} = 1 \text{ m/s}, \quad v'' = \frac{\Delta x''}{\Delta t''} = 2 \text{ m/s}$$

碰撞过程中动量守恒，有

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = -p_1' - p_2'$$

可知碰后 m_2 的速率为 1m/s , m_1 的速率为 2m/s , 故 B 错误;

C. 碰撞过程中 m_1 的动量变化量大小为

$$\Delta p = -p_1' - p_1 = -4\text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

故 C 错误;

D. 碰撞过程中 m_1 、 m_2 共损失机械能为

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

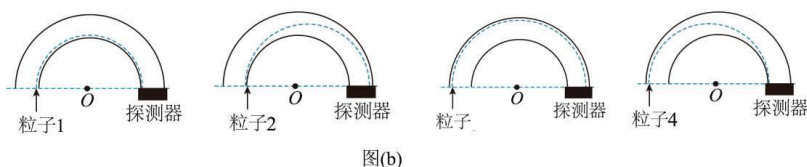
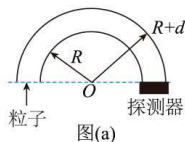
解得

$$\Delta E = 8\text{J}$$

故 D 正确;

故选 D。

7. 一种可用于卫星上的带电粒子探测装置, 由两个同轴的半圆柱形带电导体极板 (半径分别为 R 和 $R+d$) 和探测器组成, 其横截面如图 (a) 所示, 点 O 为圆心。在截面内, 极板间各点的电场强度大小与其到 O 点的距离成反比, 方向指向 O 点。4 个带正电的同种粒子从极板间通过, 到达探测器。不计重力。粒子 1、3 做圆周运动, 圆的圆心为 O 、半径分别为 r_1 、 r_2 ($R < r_1 < r_2 < R+d$); 粒子 2 从距 O 点 r_1 的位置入射并从距 O 点 r_2 的位置出射; 粒子 4 从距 O 点 r_2 的位置入射并从距 O 点 r_1 的位置出射, 轨迹如图 (b) 中虚线所示。则 ()



- A. 粒子 1 入射时的动能等于粒子 2 入射时的动能
- B. 粒子 1 入射时的动能等于粒子 3 入射时的动能
- C. 粒子 2 入射时的动能小于粒子 4 入射时的动能
- D. 粒子 4 入射时的动能大于它出射时的动能

【答案】B

【解析】

【详解】A. 粒子 1 进入极板后做匀速圆周运动，有

$$F_1 = m \frac{v_1^2}{r_1}$$

粒子 2 进入极板后做离心运动，有

$$F_1 < m \frac{v_2^2}{r_1}$$

所以

$$\frac{1}{2}mv_1^2 < \frac{1}{2}mv_2^2$$

故 A 错误；

B. 粒子 3 进入极板后做匀速圆周运动，有

$$F_2 = m \frac{v_3^2}{r_2}$$

因为极板间各点的电场强度大小与其到 O 点的距离成反比，则

$$F_1 r_1 = F_2 r_2$$

所以

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_3^2$$

故 B 正确；

C. 粒子 4 进入极板后做向心运动，有

$$F_2 > m \frac{v_4^2}{r_2}$$

解得

$$\frac{1}{2}mv_4^2 < \frac{1}{2}mv_3^2 = \frac{1}{2}mv_3^2 < \frac{1}{2}mv_2^2$$

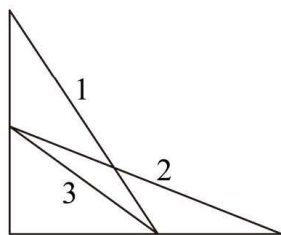
故 C 错误；

D. 粒子 4 进入极板后做向心运动，电场力做正功，所以入射时的动能小于它出射时的动能，故 D 错误。

故选 B。

二、多项选择题：本题共 3 小题，每小题 5 分，共 15 分。每小题有多项符合题目要求，全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. 如图所示，三个光滑斜面 1、2、3 固定在水平面上，斜面 1 与 3 底边相同，斜面 2 和 3 高度相同，当物体先后沿三个斜面从顶端由静止下滑到底端时，对于整个下滑过程，下列说法正确的是（ ）



- A. 三种情况下物体滑到斜面底端时的速率 $v_1 > v_2 = v_3$
- B. 三种情况下物体滑到底端时重力做功的瞬时功率 $P_1 > P_2 = P_3$
- C. 在斜面 2 和斜面 3 上，合外力对物体的冲量不相同
- D. 在斜面 2 和斜面 3 上，合外力对物体做的功不相等

【答案】AC

【解析】

【详解】A. 设物体滑到底端时的速度为 v ，根据动能定理得

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

三种情况下物体滑到斜面底端时的速率

$$v_1 > v_2 = v_3$$

故 A 正确；

B. 物体滑到底端时重力做功的瞬时功率

$$P = mgv \sin \theta$$

根据 A 分析可知

$$P_1 > P_3 > P_2$$

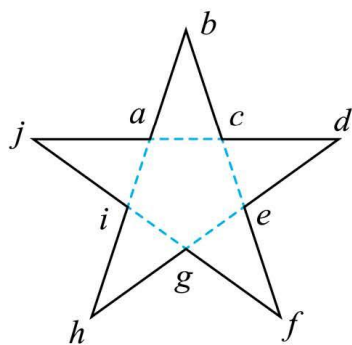
故 B 错误；

C. 在斜面 2 和斜面 3 上，合外力对物体的冲量等于动量变化量。动量变化量大小相等，方向不相同，故 C 正确；

D. 在斜面 2 和斜面 3 上，合外力对物体做的功等于重力做功，相等，故 D 错误。

故选 AC。

9. 如图所示，五角星是边长相等的共面十边形，若在 e 、 i 点固定电荷量相等的正点电荷，一带负电的试探电荷 q 从 b 点由静止释放，仅在静电力作用下运动。则 ()



- A. j 、 f 两点的电场强度大小相等
B. 试探电荷 q 从 b 点运动到 g 点过程中，其电势能先减少后增大
C. 试探电荷 q 从 b 点运动到 g 点过程中，其加速度一直减小
D. 若在 b 点给试探电荷 q 一个合适的初速度，它可以做匀速圆周运动

【答案】ABD

【解析】

【详解】A. 根据对称性可知， j 、 f 两点的电场强度大小相等，故 A 正确；

B. 试探电荷 q 从 b 点运动到 g 点过程中，受电场力先向下后向上，电场力先做正功后做负功，其电势能先减少后增大，故 B 正确；

C. 试探电荷 q 从 b 点运动到 g 点过程中，到连线中点，场强为零，加速度为零，最小，故加速度不是一直减小，故 C 错误；

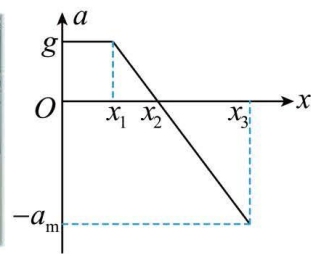
D. 若在 b 点给试探电荷 q 一个合适的初速度，垂直纸面方向，它可以在库仑力充当向心力作用下，做匀速圆周运动，故 D 正确。

故选 ABD。

10. “蹦极”是很多年轻人喜爱的极限运动（如图甲所示），质量为 m 的蹦极爱好者从跳台上落下，其加速度随下降位移变化的图像如图乙所示（图甲 x_1 、 x_2 、 g ，已知， x_3 、 a_m 未知，忽略空气阻力以及绳索的重力，蹦极所用的绳索可看成满足胡克定律的弹性绳， g 为重力加速度，对于蹦极爱好者，下列说法正确的是（ ）



甲



乙

A. 下降位移为 x_2 时, 速度最大

B. 下降过程中的最大速度大小为 $\sqrt{\frac{g(x_1+x_2)}{2}}$

C. 下降的最大位移 $x_3 = \sqrt{x_2^2 + x_1^2} + x_2$

D. 下降过程中的最大加速度大小为 $a_m = \sqrt{\frac{x_2+x_1}{x_2-x_1}}g$

【答案】AD

【解析】

【详解】A. 由图乙可知, $0 \sim x_2$ 位移内, 人的加速度方向始终向下, 人先做自由落体运动, 后做加速度逐渐减小的加速运动, 下降位移为 x_2 时, 蹦极爱好者加速度为零, 此时速度最大, 故 A 正确;

B. 根据动能定理可得

$$W_{\text{合}} = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2$$

$a \sim x$ 图像的面积乘以人的质量即为合外力的功, 由图像可得

$$mgx_1 + \frac{1}{2}mg(x_2 - x_1) = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2$$

解得

$$v_{\text{max}} = \sqrt{g(x_2 + x_1)}$$

故 B 错误;

C. $F-x$ 图像的面积表示弹性绳弹力的功, 设绳子劲度系数为 k , 由胡克定律及其 $F-x$ 图像可求出弹性绳的弹性势能表达式为 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ 。对全过程由机械能守恒定律可得

$$mgx_3 = \frac{1}{2}k(x_3 - x_1)^2$$

在 x_2 处, 由平衡条件可得

$$k(x_2 - x_1) = mg$$

联立解得

$$x_3 = x_2 + \sqrt{x_2^2 - x_1^2}$$

故 C 错误;

D. 在 x_3 处, 由牛顿第二定律可得

$$k(x_3 - x_1) - mg = ma_m$$

解得

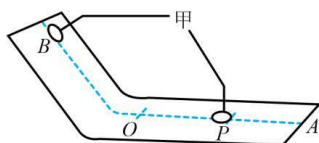
$$a_m = \sqrt{\frac{x_2 + x_1}{x_2 - x_1}} g$$

故 D 正确。

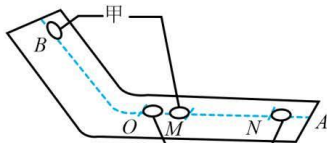
故选 AD。

三、实验题：本大题 2 小题，共 15 分。

11. 某同学为了验证对心碰撞过程中的动量守恒定律，设计了如下实验：用纸板搭建如图所示的滑道，使金属块可以平滑地从斜面滑到水平面上，其中 OA 为水平段。选择相同材质的金属块进行实验。



图(a)



图(b)

测量金属块的质量，得到甲、乙两个金属块的质量分别为 m_1 和 m_2 。将金属块甲放置在斜面上某一位置，标记此位置为 B 。由静止释放甲，当甲停在水平面上某处时，测量甲从 O 点到停止处的滑行距离 OP 。将金属块乙放置在 O 处，左侧与 O 点重合，将甲放置于 B 点由静止释放。当两枚金属块发生碰撞后，分别测量甲、乙从 O 点到停止处的滑行距离 OM 和 ON 。保持释放位置不变，重复实验若干次，得到 OP 、 OM 、 ON 的平均值分别为 s_0 、 s_1 、 s_2 。

(1) 在本实验中，甲的质量 m_1 _____ 乙的质量 m_2 (选填 “>” “<” 或 “=”)；

(2) 碰撞前，甲到 O 点时速度的大小可表示为 _____ (设金属块与纸板间的动摩擦因数都为 μ ，重力加速度为 g)；

(3) 若甲、乙碰撞过程中动量守恒，则 $\frac{\sqrt{s_0} - \sqrt{s_1}}{\sqrt{s_2}} =$ _____ (用 m_1 和 m_2 表示)

【答案】 ①. > ②. $\sqrt{2\mu g s_0}$ ③. $\frac{m_2}{m_1}$

【解析】

【详解】(1) [1] 为了保证碰撞后甲物体不反弹，则甲的质量大于乙的质量。

(2) [2] 碰撞前，设甲到 O 点的速度大小为 v_0 ，在甲从 O 点到 P 点过程中，摩擦力做功等于动能的变化量，由动能定理有

$$-\mu m_1 g s_0 = 0 - \frac{1}{2} m_1 v_0^2$$

解得

$$v_0 = \sqrt{2\mu g s_0}$$

(3) [3]同理, 可求得碰后甲乙速度

$$v_1 = \sqrt{2\mu g s_1}, \quad v_2 = \sqrt{2\mu g s_2}$$

碰撞过程满足程动量守恒, 规定向右为正方向有

$$m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

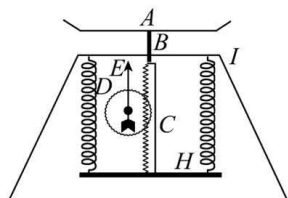
联立解得

$$m_1 \sqrt{s_0} = m_1 \sqrt{s_1} + m_2 \sqrt{s_2}$$

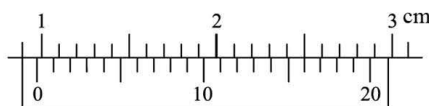
所以

$$\frac{\sqrt{s_0} - \sqrt{s_1}}{\sqrt{s_2}} = \frac{m_2}{m_1}$$

12. 某科技小组想测定弹簧托盘秤内部弹簧的劲度系数 k , 拆开发现其内部简易结构如图 (a) 所示、托盘 A 、竖直杆 B 、水平横杆 H 与齿条 C 固定连在一起, 齿轮 D 与齿条 C 啮合, 在齿轮上固定用来指示示数的指针 E , 两根完全相同的弹簧将横杆吊在秤的外壳 I 上。托盘中不放物品时, 指针 E 恰好指在竖直向上的位置。指针随齿轮转动一周后刻度盘的示数为 $P_0 = 5\text{kg}$ 。



(a)



(b)

(1) 某同学用游标卡尺测出齿轮 D 的直径 d , 用题给条件与所测得的相关量符号表示弹簧的劲度系数 $k = \underline{\hspace{2cm}}$, 测得齿轮直径如图 (b) 所示, 则读数 $d = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$, 重力加速度 $g = 9.80 \text{m/s}^2$, 带入计算出弹簧的劲度系数 $k = \underline{\hspace{2cm}} \text{N/m}$ (结果保留三位有效数字)。

(2) 为了减小实验误差, 科技小组设计了下列操作:

- 托盘中不放物品, 测出此时弹簧的长度 l_0 ;
- 在托盘中放上一物品, 读出托盘秤的示数 P_1 , 并测出此时弹簧的长度 l_1 ;
- 在托盘中增加一相同的物品, 读出托盘秤的示数 P_2 , 并测出此时弹簧的长度 l_2 ;
- 再次在托盘中增加一相同的物品, 读出托盘秤的示数 P_3 , 并测出此时弹簧的长度 l_3 ;

E. 根据测量结果及胡克定律计算弹簧的劲度系数 k 。

充分利用小组所测得数据，可用相关量的符号表示弹簧的劲度系数 $k = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

【答案】 ①. $\frac{P_0 g}{2\pi d}$ ②. 9.80 ③. 7.96×10^2 ④. $\frac{g}{6} \left(\frac{P_1}{l_1 - l_0} + \frac{P_2}{l_2 - l_0} + \frac{P_3}{l_3 - l_0} \right)$

【解析】

【详解】(1) [1] 指针随齿轮转动一周后，弹簧的长度变化量为

$$\Delta l = \pi d$$

弹力变化为

$$\Delta F = mg = P_0 g$$

则弹簧的劲度系数为

$$k = \frac{\frac{1}{2} \Delta F}{\Delta l} = \frac{P_0 g}{2\pi d}$$

[2] 由图可知，游标卡尺的读数为

$$d = 9\text{mm} + \frac{1\text{mm}}{20} \times 16 = 9.80\text{mm}$$

[3] 计算出弹簧的劲度系数为

$$k = \frac{P_0 g}{2\pi d} = \frac{5 \times 9.80}{2 \times 3.14 \times 9.80 \times 10^{-3}} \text{N/m} = 7.96 \times 10^2 \text{N/m}$$

(2) [4] 放上一物品时，计算出的劲度系数为

$$k_1 = \frac{\frac{1}{2} P_1 g}{l_1 - l_0} = \frac{P_1 g}{2(l_1 - l_0)}$$

放上两物品时，计算出的劲度系数为

$$k_2 = \frac{\frac{1}{2} P_2 g}{l_2 - l_0} = \frac{P_2 g}{2(l_2 - l_0)}$$

放上三物品时，计算出的劲度系数为

$$k_3 = \frac{\frac{1}{2} P_3 g}{l_3 - l_0} = \frac{P_3 g}{2(l_3 - l_0)}$$

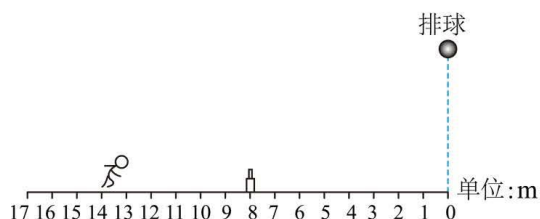
联立解得

$$k = \frac{1}{3} (k_1 + k_2 + k_3) = \frac{g}{6} \left(\frac{P_1}{l_1 - l_0} + \frac{P_2}{l_2 - l_0} + \frac{P_3}{l_3 - l_0} \right)$$

四、计算题：本题共 3 个小题，共 42 分，请写出必要的文字说明和必需的物理演算过程，只写出最终结果的不得分。

13. “奔跑吧”设计了一款“快步流星”游戏，如示意图所示，0 刻度线正上方有排球，计时按钮置于嘉宾要挑战的距离处。某嘉宾将计时按钮放在 8m 处，他从 14m 处起跑，跑到计时按钮时按下按钮，排球由静止开始下落，他恰好接到排球（即挑战成功）。若嘉宾起跑的加速度为 8m/s^2 ，运动过程中的最大速度为 8m/s ，不计他按下按钮的时间，重力加速度取 10m/s^2 ，求：

- (1) 他按下按钮时的运动速度大小；
- (2) 排球下落前距地面的高度；
- (3) 嘉宾从起跑至接住球所用的时间。



【答案】(1) 8m/s ；(2) 5.0m ；(3) 2.25s

【解析】

【详解】(1) 嘉宾加速阶段通过的位移为

$$x = \frac{v_m^2}{2a} = \frac{8^2}{2 \times 8} \text{m} = 4\text{m}$$

计时器与嘉宾起跑点间的距离为

$$x_0 = 14\text{m} - 8\text{m} = 6\text{m} > 4\text{m}$$

可知他按下按钮时，已经处于匀速运动阶段，则他按下按钮时的运动速度大小

$$v_m = 8\text{m/s}$$

(2) 设排球下落时间为 t_2 ，根据题意有

$$t_2 = \frac{L}{v_m} = \frac{8}{8} \text{s} = 1\text{s}$$

所以排球下落的高度为

$$h = \frac{1}{2}gt_2^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 \text{m} = 5\text{m}$$

(3) 嘉宾加速运动时间为 t_1 ，则有

$$t_1 = \frac{v_m}{a} = \frac{8}{8} \text{ s} = 1 \text{ s}$$

嘉宾匀速运动时间为 t_3 ，则有

$$14 \text{ m} - x = v_m t_3$$

阶段

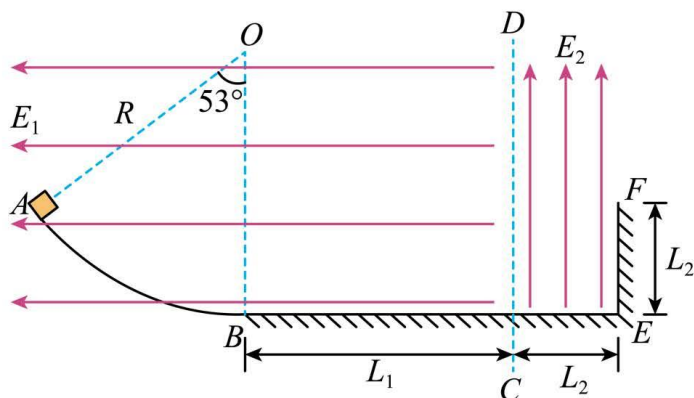
$$t_3 = \frac{14-4}{8} \text{ s} = 1.25 \text{ s}$$

运动总时间

$$t = t_1 + t_3 = 2.25 \text{ s}$$

14. 如图，圆弧轨道 AB 的圆心为 O ，半径为 $R = 2.5 \text{ m}$ ，圆弧轨道 AB 的 B 点与水平地面 BE 相切， B 点在 O 点的正下方，在 B 点的右侧有一竖直虚线 CD ， B 点到竖直虚线 CD 的距离为 $L_1 = 2.5 \text{ m}$ ，竖直虚线 CD 的左侧有一水平向左的匀强电场，场强大小为 E_1 （大小未知），竖直虚线 CD 的右侧有场强大小为 E_2 （大小未知）、竖直向上的匀强电场。竖直虚线 CD 的右侧有一竖直墙壁 EF ，墙壁 EF 到竖直虚线 CD 的距离为 $L_2 = 1 \text{ m}$ ，墙壁 EF 底端 E 点与水平地面 BE 相连接，墙壁 EF 的高度也为 $L_2 = 1 \text{ m}$ 。现将一电荷量为 $q = +4 \times 10^{-2} \text{ C}$ 、质量为 $m = 1 \text{ kg}$ 的完全绝缘的滑块从 A 点由静止释放沿圆弧轨道 AB 下滑，过 B 点时的速度大小为 4 m/s ，最后进入竖直虚线 CD 右侧。已知滑块可视为质点，圆弧轨道 AB 光滑，水平地面 BE 与滑块间的动摩擦因数为 $\mu = 0.2$ ， $g = 10 \text{ m/s}^2$ ， $\angle AOB = 53^\circ$ ， $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ 。求：

- (1) 场强 E_1 的大小；
- (2) 滑块到达竖直虚线 CD 时速度的大小和滑块从 B 点到达竖直虚线 CD 所用时间；
- (3) 要使滑块与竖直墙壁 EF 碰撞，求 E_2 的取值范围。



【答案】(1) $E_1 = 25\text{N/C}$; (2) $v = 1\text{m/s}$, $t = 1\text{s}$; (3) E_2 的取值范围为 $187.5\text{N/C} < E_2 < 300\text{N/C}$

【解析】

【详解】解: (1) 滑块从 A 点运动到 B 点的过程中, 由动能定理有

$$W_{AB} + mgR(1 - \cos 53^\circ) = \frac{1}{2}mv_B^2$$

滑块从 A 点运动到 B 点的过程中

$$W_{AB} = -qE_1R \sin 53^\circ$$

解得

$$E_1 = 25\text{N/C}$$

(2) 滑块从 B 点运动到竖直虚线 CD 的过程中, 由牛顿第二定律有

$$qE_1 + \mu mg = ma$$

得

$$a = 3\text{m/s}^2$$

根据运动学公式有

$$v_B^2 - v^2 = 2aL_1$$

$$v = v_B - at$$

解得

$$v = 1\text{m/s}$$

$$t = 1\text{s}$$

(3) 当 E_2 较小时, 滑块刚好与竖直墙壁底端 E 点碰撞, 有

$$-\mu(mg - qE_2)L_2 = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

解得

$$E_2 = 187.5\text{N/C}$$

当 E_2 较大时, 滑块刚好与竖直墙壁顶端 F 点碰撞, 从 C 点到 F 点做类平抛运动, 在水平方向有

$$L_2 = vt_1$$

$$t_1 = 1\text{s}$$

竖直方向有

$$L_2 = \frac{1}{2} a_y t_1^2$$

$$a_y = 2 \text{ m/s}^2$$

$$qE_2 - mg = ma_y$$

解得

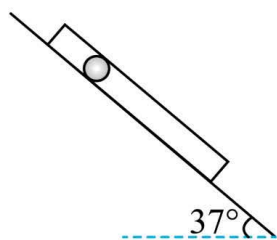
$$E_2 = 300 \text{ N/C}$$

综上, E_2 的取值范围为

$$187.5 \text{ N/C} < E_2 < 300 \text{ N/C}$$

15. 如图所示, 足够长的固定斜面上放置一长条形木盒, 斜面的倾角为 37° 。现将一可看作质点的光滑小球置于木盒中的某点, 并且和木盒同时由静止开始释放, 小球刚释放时与木盒下端的距离为 $d=2.4\text{m}$ 。已知木盒的质量 $M=2.5\text{kg}$, 小球的质量 $m=0.5\text{kg}$, 木盒与斜面间的动摩擦因数 $\mu=0.5$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力。取 $g=10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 求:

- (1) 求小球和木盒从释放后到发生第一次碰撞所需的时间;
- (2) 小球和木盒底端的碰撞为弹性碰撞, 求两者第一次至第二次碰撞期间小球与木盒底端的最大距离;
- (3) 小球和木盒底端的碰撞为弹性碰撞, 求从开始释放至两者第 n 次碰撞, 系统损失的机能。



【答案】(1) 1s; (2) 2.4m; (3) 见解析

【解析】

【详解】(1) 小球在木盒中运动时, 有

$$mg \sin 37^\circ = ma_1$$

对木盒沿斜面向下的运动过程, 有

$$Mg \sin 37^\circ - \mu(M+m)g \cos 37^\circ = Ma_2$$

$$d = \frac{1}{2} a_1 t_0^2 - \frac{1}{2} a_2 t_0^2$$

解得

$$t_0 = 1\text{s}$$

(2) 第一次碰撞前, 小球的速度为

$$v_1 = a_1 t_0 = 6\text{m/s}$$

木盒的速度为

$$v_2 = a_2 t_0 = 1.2\text{m/s}$$

小球和木盒发生弹性碰撞, 则

$$\begin{aligned} mv_1 + Mv_2 &= mv_1' + Mv_2' \\ \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 &= \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}Mv_2'^2 \end{aligned}$$

解得

$$v_1' = -2\text{m/s}, \quad v_2' = 2.8\text{m/s}$$

当二者共速时, 相对位移有最大值, 则

$$\begin{aligned} v_1' + a_1 t_1 &= v_2' + a_2 t_1 \\ \Delta x &= v_2' t_1 + \frac{1}{2}a_2 t_1^2 - (v_1' t_1 + \frac{1}{2}a_1 t_1^2) \end{aligned}$$

解得

$$\Delta x = 2.4\text{m}$$

(3) 由动量守恒定律和机械能守恒定律可解得, 每次碰撞完成后小球的速度为

$$v_{01}' = \frac{5}{3}v_{02} - \frac{2}{3}v_{01}$$

木盒的速度为

$$v_{02}' = \frac{1}{3}v_{01} + \frac{2}{3}v_{02}$$

其中 v_{01} 为每次碰撞前小球的速度, v_{02} 为每次碰撞前木盒的速度, 归纳可知, 每相邻两次碰撞间的时间间隔都为

$$t' = 2t = 2\text{s}$$

因此每相邻两次相碰之间小球速度沿斜面向下增加

$$\Delta v_1 = a_1 t' = 12\text{m/s}$$

木盒速度沿斜面向下增加

$$\Delta v_2 = a_2 t' = 2.4\text{m/s}$$

结合第(2)问分析可得出以下归纳情况:

第一次碰前小球的速度为 6m/s, 木盒的速度为 1.2m/s;

第一次碰后小球的速度为-2m/s，木盒的速度为 2.8m/s；
第二次碰前小球的速度为 10m/s，木盒的速度为 5.2m/s；
第二次碰后小球的速度为 2m/s，木盒的速度为 6.8m/s；
第三次碰前小球的速度为 14m/s，木盒的速度为 9.2m/s；
第三次碰后小球的速度为 6m/s，木盒的速度为 10.8m/s

.....

第 n 次碰后小球的速度大小为

$$v_{n1} = (4n - 6)\text{m/s}$$

第 n 次碰后木盒的速度大小为

$$v_{n2} = (4n - 1.2)\text{m/s}$$

自第 $(n-1)$ 次碰撞至第 n 次碰撞木盒的位移为

$$x_n = v_{(n-1)2}t' + \frac{1}{2}a_2t'^2 = (8n)\text{m}$$

自开始释放至第 n 次碰撞木盒的总位移为

$$x = \frac{1}{2}a_2t_0^2 + [8 + 16 + 24 + \dots + (8n)] = (0.6 + 4n^2 + 4n)\text{m}$$

损失的机械能为

$$\Delta E = Q = \mu(M + m)g \cos 37^\circ \cdot x = (7.2 + 48n^2 + 48n)\text{J}$$



关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址: www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖

全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜



自主选拔在线

自主选拔在线
zizzsw



自主选拔在线
微信号：zizzsw

自主选拔在线
微信号：zizzsw

自主选拔在线
微信号：zizzsw