

2026年上学期高一期末调研考试

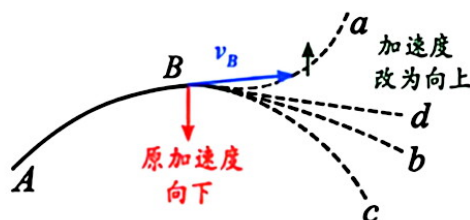
物理试卷

总分：100分 时间：75分钟

第I部分选择题（共43分）

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

1. 某质点从A点沿图中的曲线运动到B点，质点受力的方向为F。经过B点后，若力的方向突然变为与原来相反，它从B点开始可能沿图中的哪一条虚线运动



【答案】A

【思路引领】

B点速度改加速度方向；原轨迹在B点向下弯；说明加速度的法向分量向下；力反向后，加速度的法向分量改为向上，因此轨迹应向上弯，选a。

【解答过程】

在B点，原轨迹向下弯→向下；力反向后→a向上→轨迹向上弯，故选A。

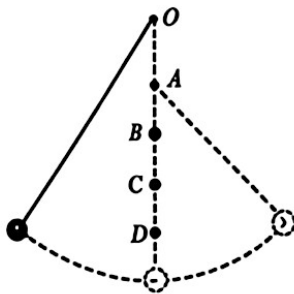
【易错点】

速度方向与加速度方向不要混淆。

【题型总结 / 方法点拨】

曲线运动：加速度方向决定轨迹弯曲方向。

2. 如图所示，细绳的一端固定于O点，另一端系一个小球，在O点的正下方有A、B、C、D四个位置可供一个钉子，B点是细绳的中点，当钉子钉在哪个位置时细绳与钉子相碰绳就最容易断。



【答案】D

【思路引领】

绳打到钉子后做速度相同；

最低点拉力 $T = mg + \frac{mv^2}{r}$ ；

钉子越低，D点对应新半径越大，

越容易断。D点对应新半径最小，所以最易断。

【易错点】

注意比较碰钉后的新半径。

【题型总结 / 方法点拨】

最低点拉力：

$$T = mg + \frac{mv^2}{r}$$

3. 地球的公转轨道接近圆，但彗星的运动轨道则是一个非常扁的椭圆。天文学家哈雷成功预言哈雷彗星的回归，哈雷彗星最近出现的时间是1986年，预测下次飞近地球将在2061年。如图为地球与哈雷彗星绕日运动的示意图，且图中M点为两轨道的交点，则下列分析正确的是



【答案】B

【思路引领】

M点地球和哈雷彗星到太阳距离相同，所以加速度 $a = \frac{GM}{r^2}$ 相同；开普勒第三定律 $T^2 \propto a^3$ ；哈雷彗星半长轴与地球公转半径之比约为 $75^{2/3}$ ，不是 $\sqrt{75}$ ，也不是 $\sqrt{175}$ ；等时间扫过面积不同是针时同一颗星自身成立。

【题型总结 / 方法点拨】

$$a = \frac{GM}{r^2} ; T^2 \propto a^3$$

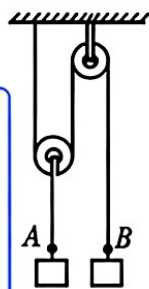
【易错点】

A错：速度不一定相同；

C错：半长轴比值是

$75^{2/3}$ ；D错：等时间扫过面积定律只对同一星体自身成立。

4. 如图所示，若质动滑轮下方悬挂重物A，轻质定滑轮下方悬挂重物B，悬挂滑轮的轻质细绳竖直。开始时，重物A、B处于静止状态，滑轮无A、B开始运动。已知A、B的质量相等，假设摩擦阻力和空气阻力均忽略不计，重力加速度为g，当A的位移为h时



【答案】C

【思路引领】

A上升h，B下降2h，且 $v_B = 2v_A$ ；机械能守恒： $mg \cdot 2h - mgh = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2$ ；

代入 $v_B = 2v_A$ ，得 $v_A = \sqrt{\frac{2gh}{5}}$ ；

补充： $K_A = \frac{mgh}{5}$ ， $K_B = \frac{4mgh}{5}$ ，

因此A、B、D都错。

【解答过程】

1. 位移关系：A上升h，

B下降2h；

2. 速度关系： $v_B = 2v_A$ ；

3. 能量守恒： $mg \cdot 2h - mgh =$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2$$

4. 解析： $v_A = \sqrt{\frac{2gh}{5}}$ ，

故选C。

【易错点】

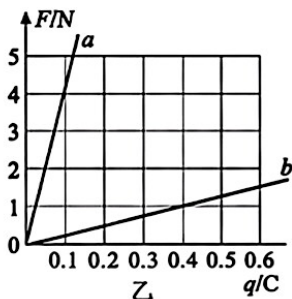
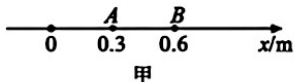
位移关系和速度关系

$v_B = 2v_A$ 容易漏掉。

本页题型总结

1. 曲线运动看速度切线与加速度法向分量。 2. 最低碰钉比较新半径与最低点拉力。 3. 天体题抓住同一点半径与开普勒第三定律。 4. 滑轮题先列位移速度关系，再用能量法。

5. 在一个点电荷 Q 的电场中, 让 x 轴与它的一条电场线重合, 坐标轴上 A 、 B 两点的坐标分别为 0.3m 和 0.6m (图甲)。在 A 、 B 两点分别放置试探电荷, 其受到的静电力跟试探电荷的电荷量的关系, 如图乙中直线 a 、 b 所示。



答案: A

思路引领:

- $F = qE$, 图线斜率表示电场强度 E ($F = qE$)。
- 由图甲可知 x_A 、 x_B 距点电荷位置的比值, 故 $E_A : E_B = 16 : 1$;
- 点电荷场强 $E \propto \frac{1}{r^2}$ 。
- $\frac{E_A}{E_B} = \frac{r_B^2}{r_A^2} = 16 \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 4 : 1$;
- $r_B = 4r_A$ 。
- 因 $x_A = 0.3\text{m}$, $x_B = 0.6\text{m}$, 点电荷位于 A 左侧 $x = 0.2\text{m}$ 处。

1. 点电荷 Q 位于 $x = 0.2\text{m}$ 处

- A. A 、 B 两点的电场强度大小之比为 $E_A : E_B = 4 : 1$
- C. 将点电荷 q 的电量加倍, A 点电场强度变为原来的 $\sqrt{2}$
- D. 将一电子从 A 点移动到 B 点, 电子受到的电场力逐渐增加

解答过程 (选项分析):

- A : $E_A : E_B = 16 : 1$, 不是 $4 : 1$, 故 A 正确。
- B : 点电荷场强加倍, 场强 $E \propto Q$, 故 A 点场强也加倍, 不是变为 $\sqrt{2}$ 倍, 故 B 错。
- C : 电子从 A 移到 B , 离点电荷更近, E 变大, 所受静电力 $F = |q_e|E$ 逐渐减小, 故 C 错。
- D : 结论与 C 相反, 故 D 错。

易错点:

- F 不等于场强, $F = qE$ 。
- 要看图线斜率 ($E = \frac{F}{q}$)。斜率越大, 电场强度越大。
- 点电荷场强 $E \propto \frac{1}{r^2}$, 要用距离关系求位置。

题型总结 / 方法点拨:

在 $F-q$ 图像中, 直线斜率表示电场强度, 再结合 $E \propto \frac{1}{r^2}$ 求位置或判断变化。

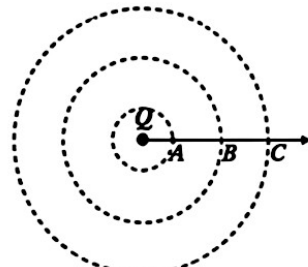
6. 如图, 三个同心圆是点电荷 Q 周围的三个等势面, A 、 B 、 C 分别是这三个等势面上的点。已知这三个圆的半径关系为 $r_C - r_B = r_B - r_A$, 且这三点在同一条电场线上。现将一个电荷量 q 为 $+1.6 \times 10^{-6}\text{C}$ 的电荷从 A 点移到 C 点, 其电势能减少 $1.92 \times 10^{-5}\text{J}$

- A. 若取 A 点的电势为 0 , C 点的电势为 12V
- B. 若取 A 点的电势为 0 , B 点的电势为 -6V
- C. 将电荷 q 从 B 点移到 C 点, 电场力做功小于 $9.6 \times 10^{-6}\text{J}$
- D. 将电荷 q 从 A 点移到 B 点, 电场力做功等于 $9.6 \times 10^{-6}\text{J}$

答案: C

思路引领:

- 电势能减少 $1.92 \times 10^{-5}\text{J}$, 说明电场力做功 $W = 1.92 \times 10^{-5}\text{J}$ 。
- $W = q(U_A - U_C)$, 得 $U_A - U_C = \frac{1.92 \times 10^{-5}}{1.6 \times 10^{-6}}$
- 若取 $U_A = 0$, 则 $U_C = -12\text{V}$ 。
- 圆 $U = k\frac{Q}{r}$ 为非线性, 等半径差不等于等电势差, 且 $W_{AB} > W_{BC}$, 故 $W_{BC} < 9.6 \times 10^{-6}\text{J}$ 。



解答过程 (选项分析):

- A : $U_C = -12\text{V}$, 不是 $+12\text{V}$, 故 A 错。
- B : 半径等差不代表电势差, $U_B \neq -6\text{V}$, 故 B 错。
- C : $W_{BC} < 9.6 \times 10^{-6}\text{J}$, 故 C 正确。
- D : $W_{AB} > 9.6 \times 10^{-6}\text{J}$, 故 D 错。

易错点:

不要误认为同心等势面半径等差就电势差相等。因为 $U = k\frac{Q}{r}$ 是非线性。

题型总结 / 方法点拨:

用 $W = q(U_1 - U_2)$ 求电势差; 分析半径变化与电势差的非线性关系, 判断各段电场力做功大小。

7. 如图所示, 质量为 m 的动车沿平直的轨道行驶, 阻力 F 保持不变。当它以速度 v 、加速度 a 加速前进时, 发动机的实际功率正好等于额定功率, 从此时开始, 发动机始终在额定功率下工作。则在动车达到最大速度 v_m 的过程中, 下列说法正确的是

- A. 动车的加速度逐渐增大
- B. 发动机的额定功率为 Fv
- C. 牵引力做的功为 $\frac{1}{2}m(v_m^2 - v^2)$
- D. 动车的最大速度大小为 $\frac{(F+ma)v}{F}$

答案: D

思路引领:

- 恒功率启动, 初始时 $F_0 = F + ma$, 额定功率 $P = F_0 v = (F + ma)v$ 。
- 最大速度时 $a = 0$, 此时 $P = Fv_m$, 解得 $v_m = \frac{(F + ma)v}{F}$



解答过程 (选项分析):

- A : 恒功率下, 速度增大则 $a = \frac{P}{mv} - \frac{F}{m}$ 逐渐减小, 故 A 错。
- B : 额定功率为 $(F + ma)v$, 不是 Fv , 故 B 错。
- C : 牵引力做功不等于动能增量, 还要克服阻力做功, 故 C 错。
- D : $v_m = \frac{(F + ma)v}{F}$, 故 D 正确。

易错点:

恒功率 (恒功率) 状态时 $a \neq 0$ 。用 $P = Fv$ 求极限速度, 不要把全过程牵引力做功等同于动能增量。

题型总结 / 方法点拨:

恒功率问题公式: $P = Fv$, 再列出起始时的牵引力表达式, 最大速度取状态 ($a = 0$) 求目标量。

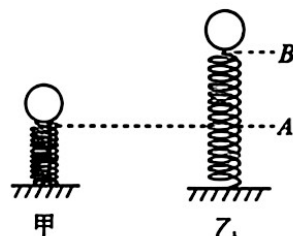
8. 把质量为 0.2kg 的小球放在竖立的弹簧上, 并把小球往下按至 A 点位置, 如图甲所示。迅速松手后, 弹簧把小球弹起, 小球升至最高位置 C (图乙), 途中经过位置 B 时弹簧正好处于自由状态。已知 B 、 A 的高度差为 0.1m , C 、 B 的高度差为 0.2m , 弹簧的质量和空气的阻力均可忽略, g 取 10m/s^2 。

- A. 小球到达 B 点速度最大
- B. 小球在 A 点的弹性势能为 0.6J
- C. 小球从位置 A 到位置 B 过程中, 小球动能先增大后减小
- D. 小球从位置 B 到位置 C 过程中, 重力对小球做功为 0.4J

答案: B、C

思路引领:

- $B \rightarrow C$ 只有重力做功, 且 C 为最高点, 故 $K_B = mg \cdot 0.2 = 0.4\text{J}$ 。
- $A \rightarrow B$: 弹簧初始弹性势能转化为动能与重力势能, 故 $E_p = K_B + mg \cdot 0.1 = 0.6\text{J}$ 。
- 最大速度在弹簧弹力与重力平衡处, 在 B 点之前。



解答过程 (选项分析):

- A : 最大速度在弹力与重力平衡处, 在 B 点之前, 故 A 错。
- B : $E_p = mg \cdot 0.2 + mg \cdot 0.1 = 0.6\text{J}$, 故 B 正确。
- C : 从 A 到 B , 动能先增大后减小, 故 C 正确。
- D : $B \rightarrow C$, 重力做功 $W_g = -mg \cdot 0.2 = -0.4\text{J}$, 故 D 错。

易错点:

- 最大速度不在 B 点。
- $B \rightarrow C$ 上升过程, 重力做负功。

题型总结 / 方法点拨:

弹簧题常用能量守恒找弹性势能; 最大速度出现在合力为零处 (弹力 = 重力)。

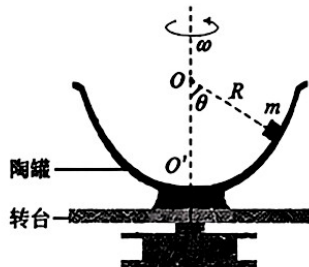


本页题型总结

- 图像斜率判场强: 在 $F-q$ 图中, 斜率表示电场强度, 要结合比例关系与 $E \propto \frac{1}{r^2}$ 求位置, 判断变化。
- 等势面问题看电势差与做功: 用 $W = q\Delta U$, 注意电势随半径变化的非线性, 等距离差不等于等电势差。
- 恒功率运动: $P = Fv$ 展开, 再结合起始牵引力及阻力表达式, 求最大速度或加速度。
- 弹簧题结合能量与受力平衡: 能量守恒求目标量, 最大速度由弹力与重力平衡处出现。

9. 如图所示, 半径为 R 的半球形陶罐, 固定在可以绕竖直轴转动的水平转台上, 转台转轴与过陶罐球心 O 的对称轴 OO' 重合。转台以一定角速度匀速转动, 一质量为 m 的小物块落入陶罐内, 经过一段时间后小物块随陶罐一起转动且相对罐壁静止, 此时小物块受到的摩擦力恰好为 0, 且它和 O 点的连线与 OO' 之间的夹角为 θ , 重力加速度为 g 。下列说法正确的是

- A. 小物块做圆周运动的半径为 R
 B. 小物块受到的支持力提供向心力
 C. 小物块受到的支持力大小为 $\frac{mg}{\cos \theta}$
 D. 转台转动的角速度为 $\sqrt{\frac{g}{R \cos \theta}}$



答案: C、D

思路引领:

- 小物块做水平圆周运动, 圆周半径 $r = R \sin \theta$, 不是 R 。
- 受力只有重力 mg 和支持力 N 。
- 竖直方向平衡: $N \cos \theta = mg$, 所以 $N = \frac{mg}{\cos \theta}$ 。
- 水平方向: $N \sin \theta = m \omega^2 (R \sin \theta)$, 所以 $\omega = \sqrt{\frac{g}{R \cos \theta}}$ 。
- 故 A 错 (半径不是 R), B 错 (支持力的竖直分量平衡重力, 水平分量提供向心力)。

易错点:

把圆周运动半径误认为 R 。

10. 我国已成功构建国际首个基于 DRO (远距离逆行轨道) 的地月空间三星座, DRO 具有“低能进入、稳定停泊、机动转移”的特点。若卫星甲从 DRO 变轨进入环月椭圆轨道, 该轨道的近月点和远月点距月球表面的高度分别为 a 和 b , 卫星的运行周期为 T ; 卫星乙从 DRO 变轨进入半径为 r 的环月圆形轨道, 周期也为 T 。月球的质量为 M , 半径为 R , 引力常量为 G 。假设只考虑月球对甲、乙的引力, 则

- A. $r = \frac{a+b+R}{2}$ B. $r = \frac{a+b}{2} + R$
 C. $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ D. $M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$

第 II 部分 非选择题 (共 57 分)

答案: B、C

思路引领:

- 近月点、远月点到月心的距离分别为 $R+a$ 和 $R+b$, 椭圆半长轴 $a_{\text{椭}} = \frac{(R+a)+(R+b)}{2} = R + \frac{a+b}{2}$ 。
- 乙与甲周期相同, 圆轨道半径 r 等于该半长轴, 故 $r = R + \frac{a+b}{2}$, B 对, A 错。
- 由万有引力提供向心力或开普勒第三定律: $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$, C 对, D 错。

易错点:

椭圆轨道半长轴不要写错。

三、实验题, 本题共 2 小题, 共 16 分, 答案或图必须填写在答题卡上指定区域的指定位置。

11. 利用图 1 的装置做“验证机械能守恒定律”实验。



图 1

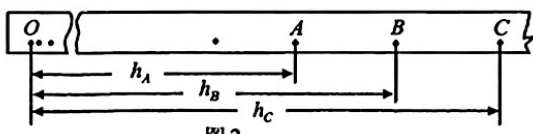


图 2

- (1) 除带夹子的重物、纸带、铁架台 (含铁夹)、打点计时器、导线及开关外, 在下列器材中, 还必须使用的器材是_____。

- A. 交流电源 B. 刻度尺 C. 天平 (含砝码)

- (2) 根据纸带算出打下 B 点时重物的速度 $v_B =$ _____ (用题中物理量表示); 从 O 点到 B 点的过程中, 重物重力势能的变化量 $\Delta E_p =$ _____ (用题中物理量表示); 动能的变化量 $\Delta E_k =$ _____ (用题中物理量表示)。

- (3) 你认为在实验过程中, 动能的增加量总是略小于重力势能的减少量, 其原因是_____。

答案:

- (1) A、B

- (2) $v_B = \frac{h_C - h_A}{2T}$; $\Delta E_p = -mgh_B$;

$$\Delta E_k = \frac{m(h_C - h_A)^2}{8T^2}$$

- (3) 存在空气阻力及纸带、打点计时器阻力, 克服阻力做功, 机械能有损失。

解答过程:

- (2) 打点时刻求 B 点速度: 相邻打点

$$\text{周期为 } T, v_B = \frac{h_C - h_A}{2T};$$

$$\text{从 O 到 B 下降了 } h_B;$$

$$\Delta E_p = -mgh_B;$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m v_B^2 = \frac{m(h_C - h_A)^2}{8T^2}.$$

方法归纳 (本实验):

- 中点时刻法
- $\Delta E_p = -mgh_{\Delta h}$
- $\Delta E_k = \frac{1}{2} m v^2$
- 比较 $|\Delta E_p|$ 与 $|\Delta E_k|$ 判断是否近似守恒

总结提升: 三类题型核心要点

1. 半球形陶罐中的圆周运动

- 圆周半径 $r = R \sin \theta$ (不是 R)
- 竖直: $N \cos \theta = mg$, $N = \frac{mg}{\cos \theta}$
- 水平: $N \sin \theta = m \omega^2 r$, $\omega = \sqrt{\frac{g}{R \cos \theta}}$

2. 椭圆轨道半长轴与周期

- $r_{\text{近}} = R + a$, $r_{\text{远}} = R + b$
- $a_{\text{椭}} = \frac{(R+a)+(R+b)}{2} = R + \frac{a+b}{2}$
- 圆轨道半径 $r = a_{\text{椭}}$ (周期相同)
- $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$

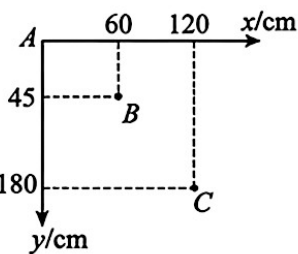
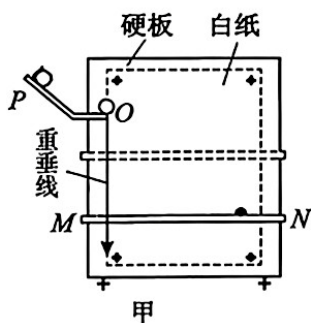
3. 验证机械能守恒实验

- 中点法求瞬时速度: $v_B = \frac{h_C - h_A}{2T}$
- $\Delta E_p = -mgh_B$, $\Delta E_k = \frac{m(h_C - h_A)^2}{8T^2}$
- 比较 $|\Delta E_p|$ 与 $|\Delta E_k|$ 判断近似守恒
- 不守恒的原因: 阻力及摩擦做功

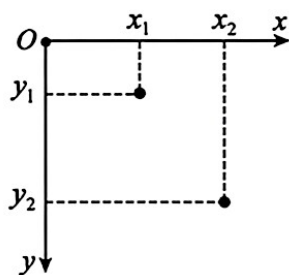
12. 某物理实验小组用图甲所示器材来探究平抛运动的特点。

思路引领

- 由 $B(60, 45)$ 、 $C(120, 180)$ 验证 $y \propto x^2$, 则 A 点是平抛运动的抛出点。
- 由 $y = \frac{1}{2}gt^2$ 求出运动时间 t , 再由 $x = v_0t$ 求初速度 v_0 。
- 合速度大小 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ 。



乙



丙

(1) 他们在白板上以重垂线方向为 y 轴正方向建立如图乙所示的坐标系，取 A 点为坐标原点并记录了 B 、 C 两点的坐标。根据图中数据判断， A 点_____(选填“是”或“不是”)平抛运动的抛出点。若取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 球平抛的初速度为_____ m/s (结果保留两位有效数字)，到 B 点时的速度大小为：_____ m/s (结果可用根号表示)。

(2) 该小组某位同学实验时忘了标记重垂线方向，为解决此问题，他以轨迹上某点为坐标原点，沿任意两个相互垂直的方向作为 x 轴和 y 轴正方向，建立直角坐标系 xOy (如图丙所示)，并测量出了轨迹上另外两个点的坐标值 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) ，且 $2x_1 < x_2$ 。

若相邻两个点迹之间的时间间隔相等，则可得重垂线方向与 y 轴间夹角的正切值为_____ (用 x_1 、 x_2 、 y_1 、 y_2 坐标表示)。

答案

- (1) 是
2.0
 $\sqrt{13}$
- (2) $\frac{x_2 - 2x_1}{y_2 - 2y_1}$

解答过程

(1) ①判定 A 点：
由 $B(60, 45)$ 、 $C(120, 180)$ ，有
 $\frac{45}{180} = \left(\frac{60}{120}\right)^2$ ，
故 $y \propto x^2$ ，所以 A 点是平抛运动的抛出点。
②求时间与初速度：
由 B 点： $y_B = 0.45 \text{ m} = \frac{1}{2}gt^2$
 $\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2y_B}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.45}{10}} = 0.30 \text{ s}$
 $x_B = 0.60 \text{ m} = v_0t \Rightarrow v_0 = \frac{0.60}{0.30} = 2.0 \text{ m/s}$
③求 B 点速度大小：
 $v_y = gt = 10 \times 0.30 = 3.0 \text{ m/s}$
 $v_B = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{2.0^2 + 3.0^2} = \sqrt{13} \text{ m/s}$

(2) 设相邻两点时间间隔为 T 。
由匀变速运动规律 (平抛)，有
 $x_1 = v_xT$, $x_2 = 2v_xT \Rightarrow v_x = \frac{x_1}{T}$
 $y_1 = \frac{1}{2}gT^2$, $y_2 = 2gT^2$
设重垂线 (竖直向下) 与 y 轴夹角为 φ ，
则 $\tan \varphi = \frac{\text{水平方向分速度}}{\text{竖直方向分速度}}$ ：
 $= \frac{v_x}{gT} = \frac{x_1/T}{y_2/2T} = \frac{2x_1}{y_2}$
又因 $2x_1 < x_2$ ，可写为
 $\tan \varphi = \frac{x_2 - 2x_1}{y_2 - 2y_1}$

易错点

- 不能仅凭看上去弯曲判断 A 点不是抛出点，需用 $y \propto x^2$ 验证。
- 忘记单位换算： $45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m}$ 。
- (2) 题中时间间隔相等是推导 $\tan \varphi$ 的关键。

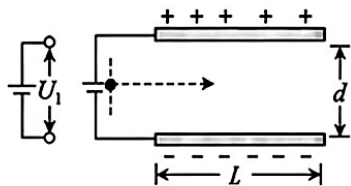
题型总结 方法点拨

- ★平抛实验三步走：
判断 $x-y$ 关系 $\rightarrow$ 求时间、初速度 $\rightarrow$ 求合速度。
- ★坐标方向遗忘时，
利用“等时间间隔”
构造关系求 $\tan \varphi$ 。

13. (12分)

如图所示，粒子发射器发射出一束质量为 m 、电荷量为 q 的粒子 (不计重力)，从静止经加速电压 U_1 加速后，沿垂直于电场方向射入两平行板中央，受偏转电压 U_2 作用后，以某一速度离开电场。已知平行板长为 L ，两板间距为 d ，求：

- 粒子进入偏转电场速度 v_0 。
- 粒子离开电场时的纵向偏移量 y 。



答案

- (1) $v_0 = \sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$
- (2) $y = \frac{U_2 L^2}{4U_1 d}$

解答过程

(1) 粒子在加速电场中，由动能定理：
 $qU_1 = \frac{1}{2}mv_0^2$
解得 $v_0 = \sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$ 。

(2) 粒子在偏转电场中做类平抛运动：

水平方向： $L = v_0t$ ； 竖直方向： $y = \frac{1}{2}at^2$ 。
电场强度： $E = \frac{U_2}{d}$ ； 加速度： $a = \frac{qE}{m} = \frac{qU_2}{md}$ 。
 $t = \frac{L}{v_0}$ 代入得 $y = \frac{1}{2} \frac{qU_2}{md} \left(\frac{L}{v_0}\right)^2$
再用 $v_0^2 = \frac{2qU_1}{m}$ ，得 $y = \frac{1}{2} \frac{qU_2}{md} \cdot \frac{L^2}{\frac{2qU_1}{m}} = \frac{U_2 L^2}{4U_1 d}$ 。

易错点

- $E = \frac{U_2}{d}$ ，方向由上正下负电极决定。
- 竖直位移与 L^2 成正比，与 U_1 成反比。

题型总结 方法点拨

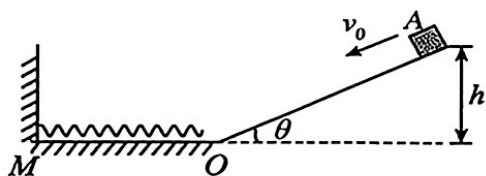
- ★带电粒子偏转题
通用思路：
先用加速电场
求 v_0 ，再把偏转
区看成类平抛运动。

本页小结

平抛实验先判断 $x-y$ 关系，再求时间和速度；带电粒子偏转题先用加速电场求 v_0 ，再把偏转区看成类平抛运动。

14. (14分)

如图所示,小物块A的质量 $m = 2.0\text{kg}$,物块与坡道间的动摩擦因数 $\mu = \frac{3}{16}$,水平面光滑,坡道顶端距水平面高度, $h = 3.0\text{m}$,倾角 $\theta = 37^\circ$,轻弹簧的一端连接在水平滑道M处并固定在墙上,另一自由端恰位于坡道的底端O点。物块A以初速度 $v_0 = 2\text{m/s}$ 从坡道顶端滑下,从坡道进入水平滑道时,在底端O点处无机械能损失(重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$),求:

(1)物块A滑到O点时的速度大小 v ;(2)弹簧为最大压缩量时的弹性势能 E_p ;(3)物块A被弹回到坡道上升的最大高度 h' 。

答案: (1) $v = 7\text{m/s}$; (2) $E_p = 49\text{J}$; (3) $h' = \frac{49}{25}\text{m} = 1.96\text{m}$ 。

思路引领:

- (1) 从坡道顶端到O点,沿斜面下滑,用动能定理求 v ;
- (2) 水平面光滑,O到最大压缩量,动能全部转化为弹性势能;
- (3) 弹簧复原到自然长度时物块回到O点,速度大小与进入弹簧时相同;再从O沿斜面上升到最高点,用能量(或动能定理)求 h' ,注意克服重力和摩擦做功。

解答过程:

(1)从坡道顶端到O点,沿斜面下滑,由动能定理有

$$mgh - \mu mg \cos \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{代入数据: } 2.0 \times 10 \times 3 - \frac{3}{16} \times 2.0 \times 10 \times 0.8 \times \frac{3}{0.6} = \frac{1}{2} \times 2.0 \times v^2 - \frac{1}{2} \times 2.0 \times (2)^2$$

$$\text{解得 } v^2 = 49, v = 7\text{m/s}.$$

$$(\text{或先求加速度 } a = g(\sin \theta - \mu \cos \theta) = 10(0.6 - \frac{3}{16} \times 0.8) = 4\text{m/s}^2,$$

$$\text{位移 } s = \frac{h}{\sin \theta} = \frac{3}{0.6} = 5\text{m}, \text{再由 } v^2 - v_0^2 = 2as \text{ 亦得 } v = 7\text{m/s}.)$$

.....3分

(2)从O点进入水平滑道到弹簧压缩量最大处,水平面光滑,无能量损失,动能全部转化为弹性势能,有

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

$$\text{代入 } m = 2.0\text{kg}, v = 7\text{m/s},$$

$$\text{得 } E_p = \frac{1}{2} \times 2.0 \times 7^2 = 49\text{J}.$$

.....2分

(3)弹簧从最大压缩量恢复到自然长度过程中,水平面光滑,无能量损失,弹性势能全部转化为动能,物块回到O点时的动能再次为49J,此时仍然水平向右,速度大小为 $v = 7\text{m/s}$ 。

从O点沿斜面上升到最高点,动能消耗在克服重力和摩擦上,由动能定理有

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh' + \mu mg \cos \theta \cdot \frac{h'}{\sin \theta}$$

$$\text{整理得 } h' \left(g + \mu g \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \right) = \frac{1}{2}v^2$$

$$\text{代入数据: } h' \left(10 + \frac{3}{16} \times 10 \times \frac{0.8}{0.6} \right) = \frac{1}{2} \times 7^2$$

$$\text{解得 } h' = \frac{49}{25}\text{m} = 1.96\text{m}.$$

.....3分

易错点:

1. 斜面上的摩擦力为 $\mu mg \cos \theta$, 摩擦力做功为 $W_f = \mu mg \cos \theta \times \frac{h}{\sin \theta}$, 不是 μmgh ;
2. (3)问不能直接把“最大压缩处→最高点”写净功公式,因弹簧具有弹性势能。应取弹簧恢复到自然长度时(物块回到O点)为有效初态,或把弹簧势能显式计入能量方程。

题型总结:

反弹上坡类问题的分析步骤:

- ① 先求下滑(或到O点)的速度;
- ② 水平光滑段用动能与弹性势能转化;
- ③ 弹簧复原后回到O点,再上坡,用能量(或动能定理)求最高点。

关键: 选择合适的初态,注意摩擦做功与弹簧能量的处理。

关键公式与提示:

1. 斜面摩擦做功: $W_f = \mu mg \cos \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta}$;
2. 水平光滑段能量守恒: $\frac{1}{2}mv^2 = E_p$;
3. 发散上坡能量(或动能定理):

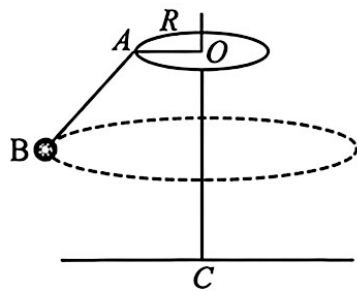
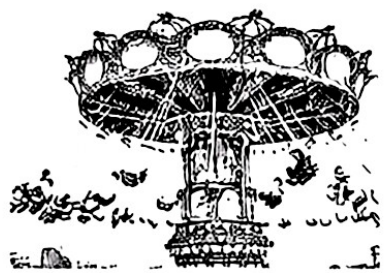
$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh' + \mu mg \cos \theta \cdot \frac{h'}{\sin \theta}.$$

本页小结: 斜面含摩擦先列功和能;弹簧水平段常用动能与弹性势能转化;反弹上坡题要注意选择合适的初态。

15. (15分)

旋转飞椅是一项大人和小孩都喜爱的娱乐项目，但有一定的危险性。现做一模拟实验，在座椅上固定一个50kg的假人模型，如图所示，假人模型用B表示，可看成质点。圆盘半径 $R=2\text{m}$ ，圆盘中心 O 到地面的高度为 $h=6\text{m}$ ，绳索AB长为 $L=5\text{m}$ ，绳与竖直方向的夹角为 θ 。当装置缓慢增加转速，使角 θ 缓慢增加至 53° 时，绳索刚好断裂，不计绳的质量和空气阻力（取 $g=10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ， $\sin 53^\circ=0.8$ ， $\cos 53^\circ=0.6$ ，结果可用根号表示）。求：

- (1) 当 $\theta=37^\circ$ 时，假人模型的速度 v 为多大；
- (2) 角 θ 由 37° 缓慢增加至 53° 时，假人所受重力做了多少功；
- (3) 假人落地时的速度大小。



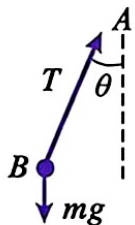
思路引领

- ① 假人做水平圆周运动，先求圆周半径 $r=R+L\sin\theta$ 。
- ② 对假人受力分解，列关系式求速度。
- ③ 角度变化时，先求高度差，由重力做功公式求 W_G 。
- ④ 绳断后，假人做平抛（初速水平），用机械能守恒求落地速度。

解答过程

已知： $m=50\text{kg}$ ， $R=2\text{m}$ ， $h=6\text{m}$ ， $L=5\text{m}$ ， $g=10\text{m/s}^2$ 。

一、假人做水平圆周运动时的受力分析



受力分解：

竖直方向： $T\cos\theta=mg$

水平方向： $T\sin\theta=m\frac{v^2}{r}$

联立得： $v^2=gr\tan\theta$

- (1) 当 $\theta=37^\circ$ 时：

$$r=R+L\sin 37^\circ=2+5\times 0.6=5\text{m}$$

$$v^2=gr\tan 37^\circ=10\times 5\times \tan 37^\circ=50\times \frac{3}{4}=37.5$$

$$v=\sqrt{37.5}=\frac{5\sqrt{6}}{2}\text{m/s}$$

- (2) θ 由 37° 增大到 53° ：

$$\begin{aligned}\text{高度增加量 } \Delta h &= L(\cos 37^\circ - \cos 53^\circ) \\ &= 5(0.8 - 0.6) = 1\text{m}\end{aligned}$$

$$\text{重力做功： } W_G = -mg\Delta h = -50\times 10\times 1 = -500\text{J}$$

- (3) 绳断时 $\theta=53^\circ$ ：

$$r=R+L\sin 53^\circ=2+5\times 0.8=6\text{m}$$

$$v_1^2=gr'\tan 53^\circ=10\times 6\times \tan 53^\circ=60\times \frac{4}{3}=80$$

$$v_1=4\sqrt{5}\text{m/s}$$

$$\text{绳断瞬间离地高度： } H=h-L\cos 53^\circ=6-5\times 0.6=3\text{m}$$

$$\text{落地前用机械能守恒： } v_1^2=v_1'^2+2gH=80+2\times 10\times 3=140$$

$$\text{落地速度： } v_1=\sqrt{140}=2\sqrt{35}\text{m/s}$$

答案

- (1) $v=\frac{5\sqrt{6}}{2}\text{m/s}$ ；
- (2) $W_G=-500\text{J}$ ；
- (3) 落地速度 $v=2\sqrt{35}\text{m/s}$ 。

易错点

- ① 圆周半径不是 $L\sin\theta$ ，应为 $r=R+L\sin\theta$ 。
- ② 求重力做功时：高度升高时 $W_G<0$ ，要注意符号。
- ③ 求落地速度时，不能只用 $v=\sqrt{2gh}$ ，需把断绳时已有的水平速度 v_1 计入。

题型总结

- ✓ 圆周运动问题：先找半径，再受力分解，列关系式（ $T\cos\theta=mg$ ， $T\sin\theta=mv^2/r$ ）。
- ✓ 角度变化时：先求高度差，再由 $W_G=-mg\Delta h$ 。
- ✓ 断绳后：转化为平抛（初速水平），用机械能守恒求末速度。

总结

- 圆周运动题先找半径再分解受力；
- 角度变化题先求高度差再求重力功；
- 断绳后若只求落地速率，可直接用机械能守恒。