

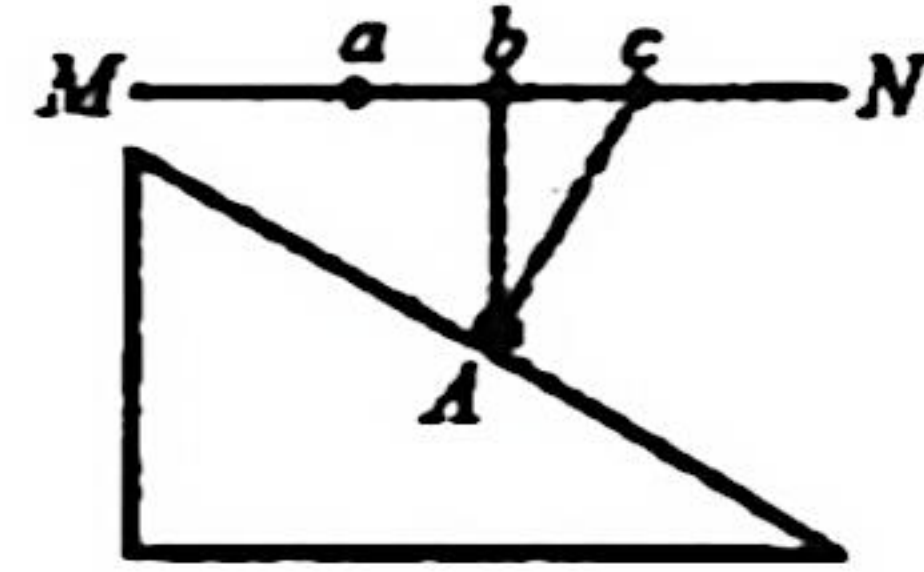
一、选择题（本题共 10 小题，共计 46 分，1-7 题单选，每小题 4 分，8-10 题多选，每小题 6 分，选对但不全得 3 分）

1. 华为的 WiFi6+ 路由器采用了芯片级协同、动态窄频宽技术，大幅提升了手机等终端侧的功率谱密度(PSD)，带来了信号穿墙能力的大幅提升。功率谱密度的单位是瓦特每赫兹(W/Hz)，改用国际单位制基本单位表示正确的是 ()

- A. $N \cdot m/s$ B. J/s^2 C. $kg \cdot m^2/s^4$ D. $kg \cdot m^2/s^3$

2. 如图所示，把一带正电的小球 A 放在光滑绝缘斜面上，欲使小球 A 能静止在图示的位置上，需在 MN 之间固定一带电小球 B，其中 b 点在 A 球的正上方，c 点与 A 球的连线与斜面垂直，则 B 球可能 ()

- A. 位于 a 点，带正电
B. 位于 b 点，带负电
C. 位于 c 点，带正电
D. 位于 c 点，带负电



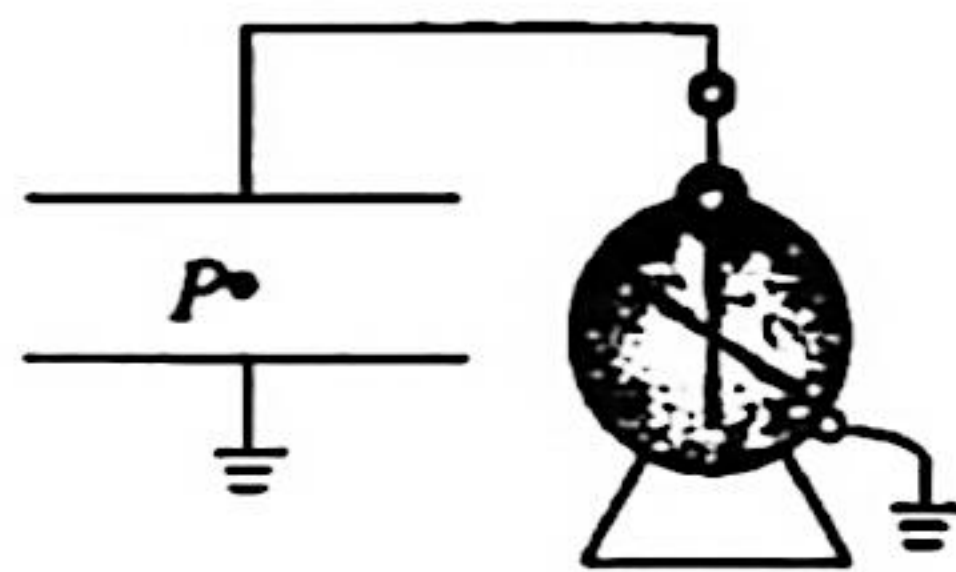
3. 如图所示，质量为 2kg 的物体 A 静止在竖直轻弹簧上端，质量也为 2kg 的物体 B 用不可伸长的细线悬挂起来处于静止状态。A、B 挨在一起，且 A、B 之间恰好无压力。某时刻将细线剪断，则细线剪断瞬间，下列说法中正确的是 ($g = 10m/s^2$)，()

- A. 轻弹簧弹力大小为 40N
B. 物体 B 的加速度大小为 $10m/s^2$
C. 物体 A 的加速度大小为 0
D. 物体 B 对物体 A 的压力大小为 10N

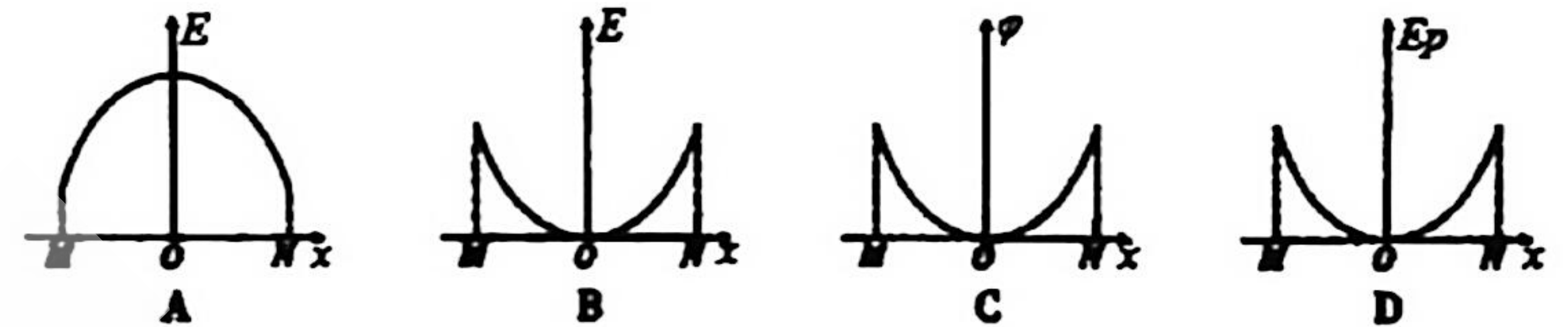
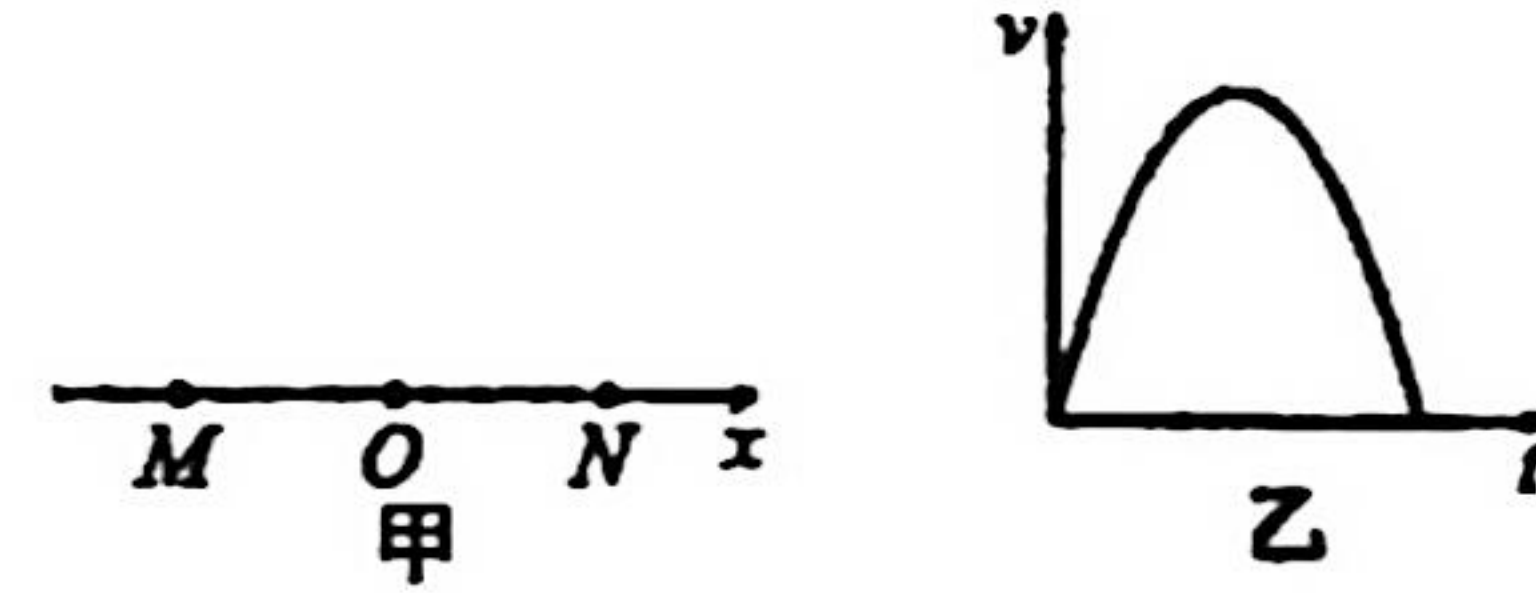


4. 如图所示，平行板电容器的上极板带正电且与静电计相连，静电计金属外壳和电容器下极板都接地。在两极板间有一固定在 P 点的负点电荷，以 E 表示两板间的电场强度， φ 表示 P 点的电势， E_p 表示该点电荷在 P 点的电势能， θ 表示静电计指针的偏角。若仅将上极板 ()

- A. 向上移少许，则 θ 不变
B. 向下移少许，则 E 不变
C. 向左移少许，则 φ 减小
D. 向右移少许，则 E_p 增大

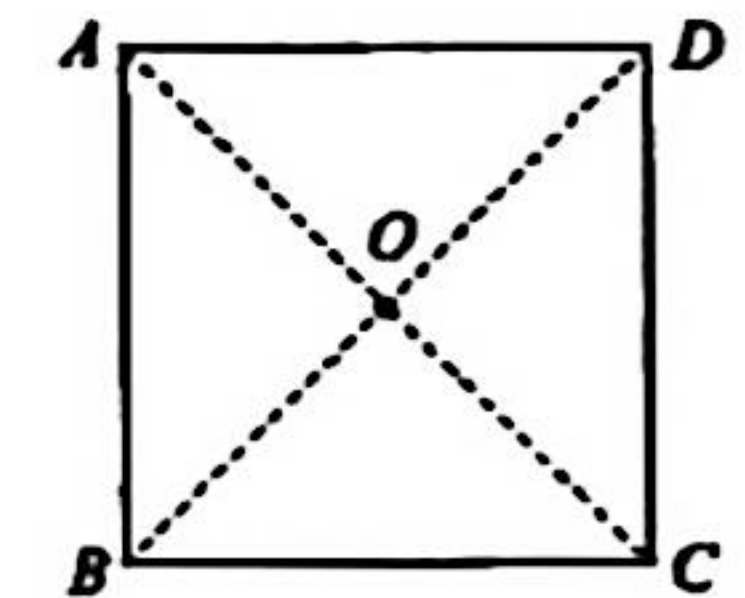


5. 在某电场中沿与电场强度平行的方向建立 x 轴，如图甲所示。电子在 M 点处由静止释放，仅在电场力的作用下恰好运动到 N 点，其速度随时间的变化图像如图乙所示。以 MN 的中点 O 为坐标原点，沿直线向右为正方向建立坐标轴，规定 O 点为零势能点，沿 +x 方向为电场强度的正方向，则 MN 之间的电场强度 E、电势 φ 以及电子的电势能 E_p 随 x 的变化图像中可能正确的是 ()



6. 如图所示，边长为 $a = 10cm$ 的正方形 ABCD 处在匀强电场中，且正方形平面与电场线平行。已知 $\varphi_A = 2V$ ， $\varphi_B = 4V$ ， $\varphi_C = 6V$ ，O 是对角线 AC、BD 的交点，下列说法正确的是 ()

- A. D 点的电势 $\varphi_D = 8V$
B. O 点的电势 $\varphi_O = 3V$
C. 电场强度大小为 $20\sqrt{2} V/m$
D. 电场强度大小为 $10\sqrt{2} V/m$



7. 2021 年 6 月 29 日，一篇发表在《天体物理学杂志快报》的论文称发现了两例来自黑洞吞噬中子星的引力波事件。有研究发现黑洞是通过不断“吸食”中子星表面的物质，从而慢慢吞噬中子星的。假设吞噬过程末期较短时间内黑洞和中子星之间的距离保持不变，总质量不变，黑洞质量大于中子星质量，二者可视为双星系统，则吞噬末期 ()

- A. 二者之间的万有引力变大
B. 黑洞和中子星做圆周运动的角速度不变
C. 中子星的轨道半径逐渐减小
D. 黑洞做圆周运动的线速度逐渐增大

8. 在物理学的重大发现中科学家们创造出了许多物理学方法，如理想实验法、控制变量法、极限思想法、类比法和建立物理模型法等。以下关于所用物理学研究方法的叙述正确的是 ()

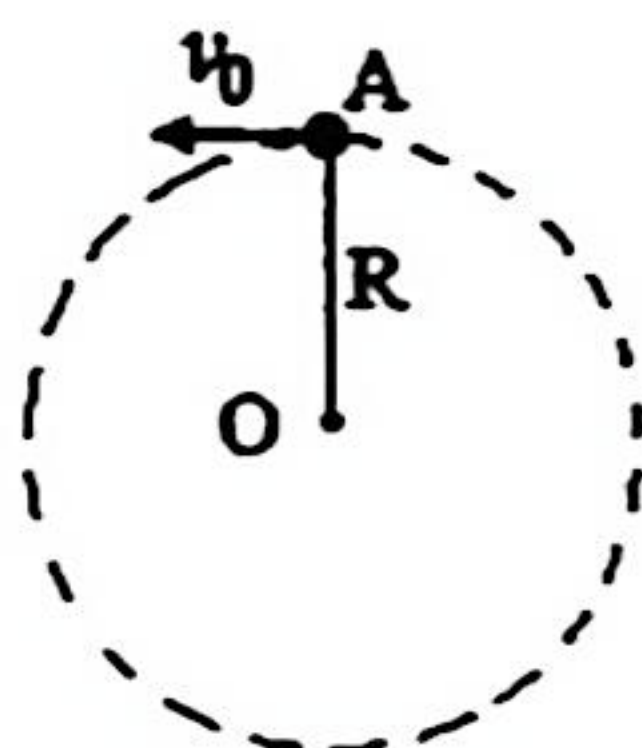
- A. 在不需要考虑物体本身的大小和形状时，用质点来代替物体的方法叫假设法
B. 从科学方法角度来说，物理学中引入“加速度”概念运用了比值定义法

C. 根据速度定义式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 当 Δt 非常非常小时, $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 就可以表示物体在 t 时刻的瞬时

速度, 该定义主要应用了理想模型法

D. 在推导匀变速直线运动位移公式时, 把整个运动过程划分成很多小段, 每一小段近似看作匀速直线运动, 然后把各小段的位移相加, 这里采用了微元法

9. 细线拉着一质量为 m 的带电小球在竖直平面内做半径为 R 的圆周运动。该区域内存在水平方向的匀强电场(图中未画出), 小球所受电场力水平向右, 大小是其重力的 3 倍。圆周上 A 点在圆心的正上方, 小球过 A 点时的速度大小为 v_0 , 方向水平向左。除受重力、电场力及细线的拉力外小球不受其他力的作用, 重力加速度为 g , 在小球做圆周运动的过程中()



- A. 小球最小速率为 $\sqrt{v_0^2 - 2gR}$
- B. 小球速率最小时其电势能最大
- C. 若小球过 A 点时细线断开, 之后小球电势能最大时速率为 $\frac{3v_0}{3}$
- D. 若小球过 A 点时细线断开, 之后小球电势能最大时速率为 $\frac{3v_0}{2}$

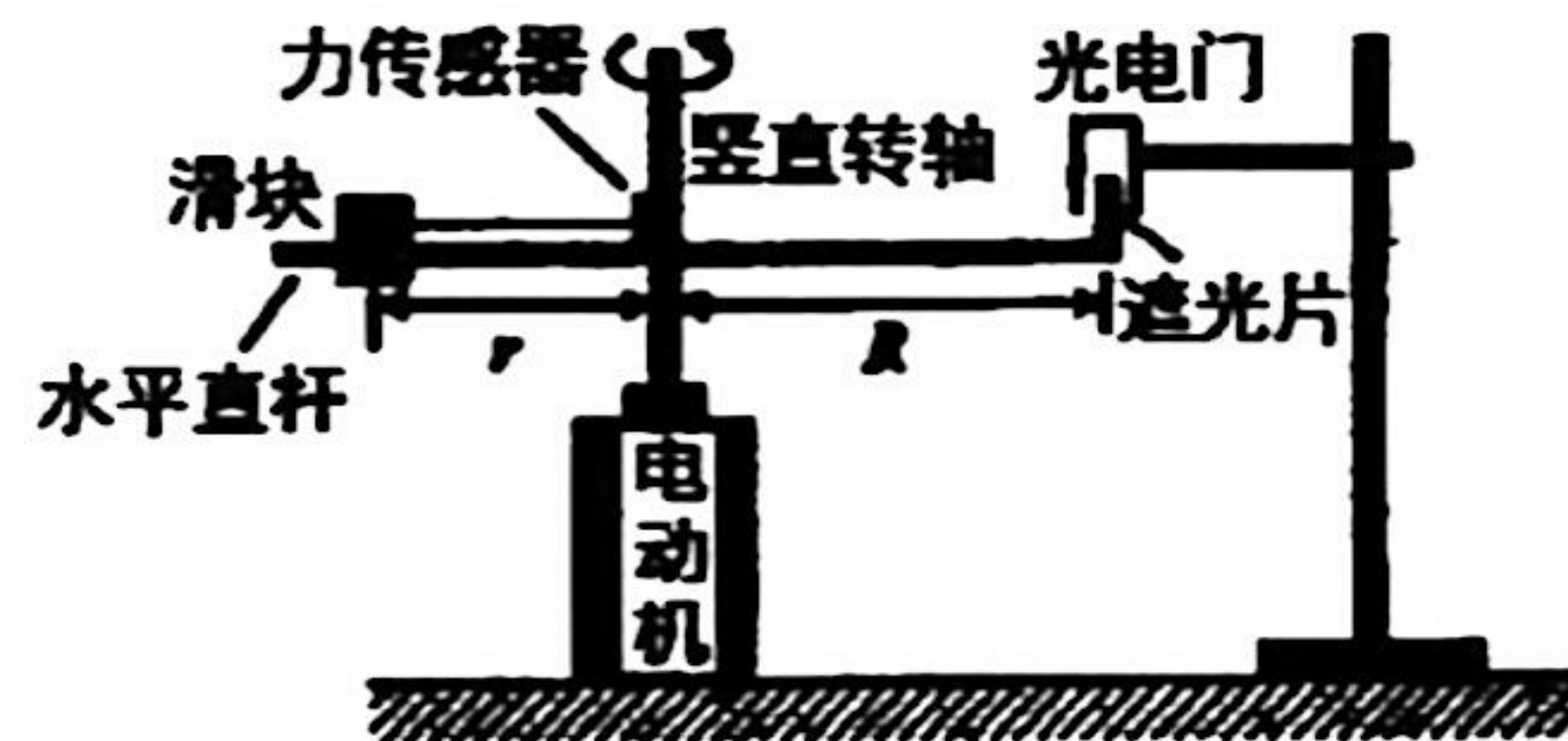
10. 如图所示, 质量 $M=3\text{kg}$ 的粗糙木板, $t=0$ 时在水平恒力 F 的作用下从静止开始沿水平面向右做匀加速直线运动, 加速度 $a=2\text{m/s}^2$. $t=1\text{s}$ 时, 将一个质量 $m=2\text{kg}$ 的小铁块(可视为质点)无初速度地放在木板最右端, 经过一段时间后, 铁块恰好不从木板上滑下。已知铁块和木板之间的动摩擦因数 $\mu_1=0.1$, 木板和地面之间的动摩擦因数 $\mu_2=0.2$, $g=10\text{m/s}^2$, 则()



- A. 水平恒力 F 的大小为 12N
- B. 铁块放上木板后的一瞬间, 木板的加速度大小为 $\frac{2}{3}\text{m/s}^2$
- C. 铁块相对木板滑动的时间为 6s
- D. 木板的长度为 2m

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 54 分。

11. (6 分) 某同学用图示的装置来探究向心力 F 与质量 m 、转动半径 r 和角速度 ω 的关系。不计摩擦的水平直杆固定在竖直转轴上, 竖直转轴可以随转速可调的电动机一起转动。套在水平直杆上的质量分布均匀的长方形滑块通过细线与固定在竖直转轴上的力传感器相连接, 并随杆一起做匀速圆周运动。水平直杆的另一端到竖直转轴的距离为 R , 其边缘处安装了宽度为 d 的遮光片, 遮光片每经过光电门一次, 力传感器和光电门就同时获得一组向心力大小 F 和遮光时间为 Δt 的数据(记录数据时, 滑块相对于杆处于静止状态)。



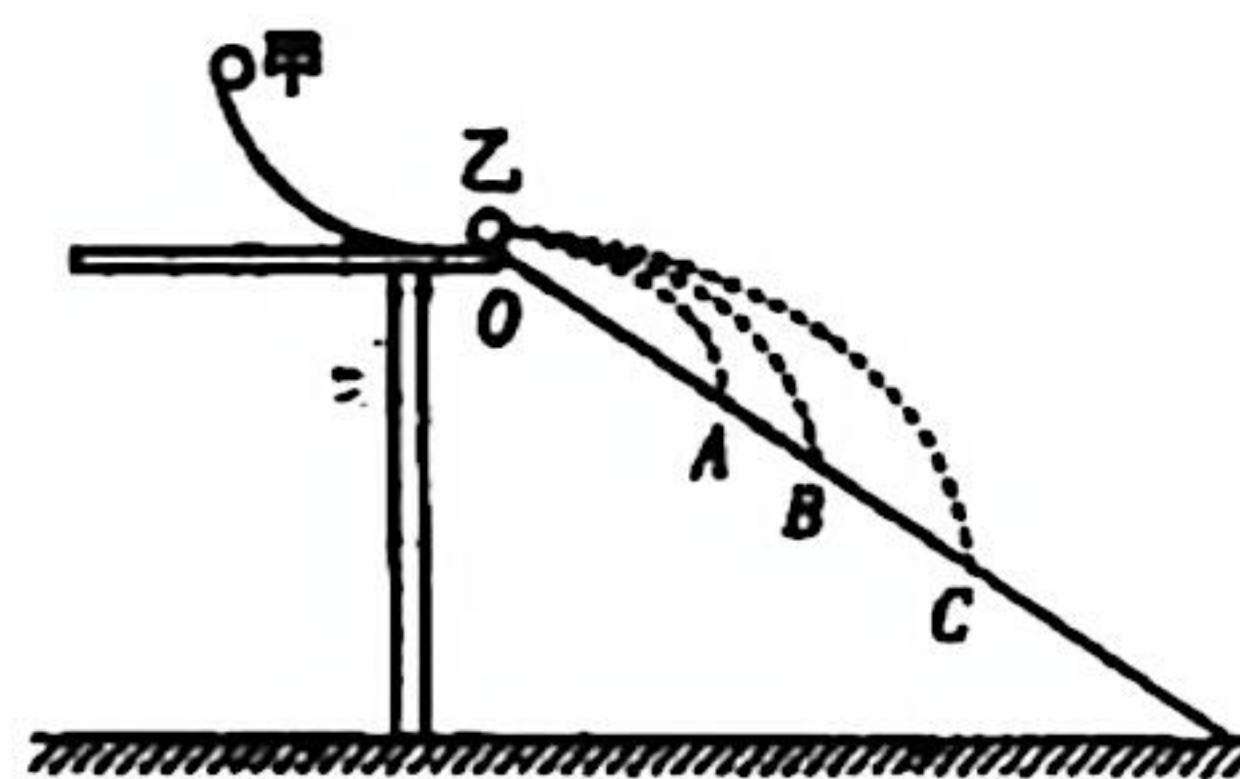
(1) 为了探究滑块的向心力 F 与角速度 ω 的关系, 该同学需要采用的实验方法为_____。

- A. 等效替代法
- B. 控制变量法
- C. 微元法
- D. 比值法

(2) 某次旋转过程中遮光片经过光电门时的遮光时间为 Δt , 若滑块中心与转轴中心的距离为 r , 遮光片到转轴中心的距离为 R , 则水平直杆角速度为_____。(用 Δt 、 d 、 R 、 r 中部分或全部物理量表示)

(3) 该同学通过保持滑块质量和运动半径不变, 改变电动机旋转角速度, 获得多组数据, 以 F 为纵坐标, 以_____ (选填 Δt 、 $\frac{1}{\Delta t}$ 、 $(\Delta t)^2$ 、 $\frac{1}{\Delta t^2}$) 为横坐标, 可在坐标纸中描出数据点作一条过原点的直线, 则说明 F 与 ω^2 成正比。

12. (8 分) 某同学用如图所示的装置研究斜槽末端的小球碰撞是否满足动量守恒定律。他选取了两个大小相同、质量不同的小球, 先让质量为 m_1 的小球甲从轨道顶部释放, 由轨道末端的 O 点水平飞出并落在斜面上。再把质量为 m_2 的小球乙放在 O 点, 小球甲重复上述操作, 与小球乙发生碰撞, 碰后两小球均落在斜面上, 分别记录落点位置, 其中 A 、 B 、 C 三个落点位置与 O 点的距离分别为 L_1 、 L_2 、 L_3 。



(1) 本实验_____ (填“需要”或“不需要”) 保证斜槽轨道光滑, 两小球的质量应满足 m_1 _____ m_2 填“>”、“=”或“<”

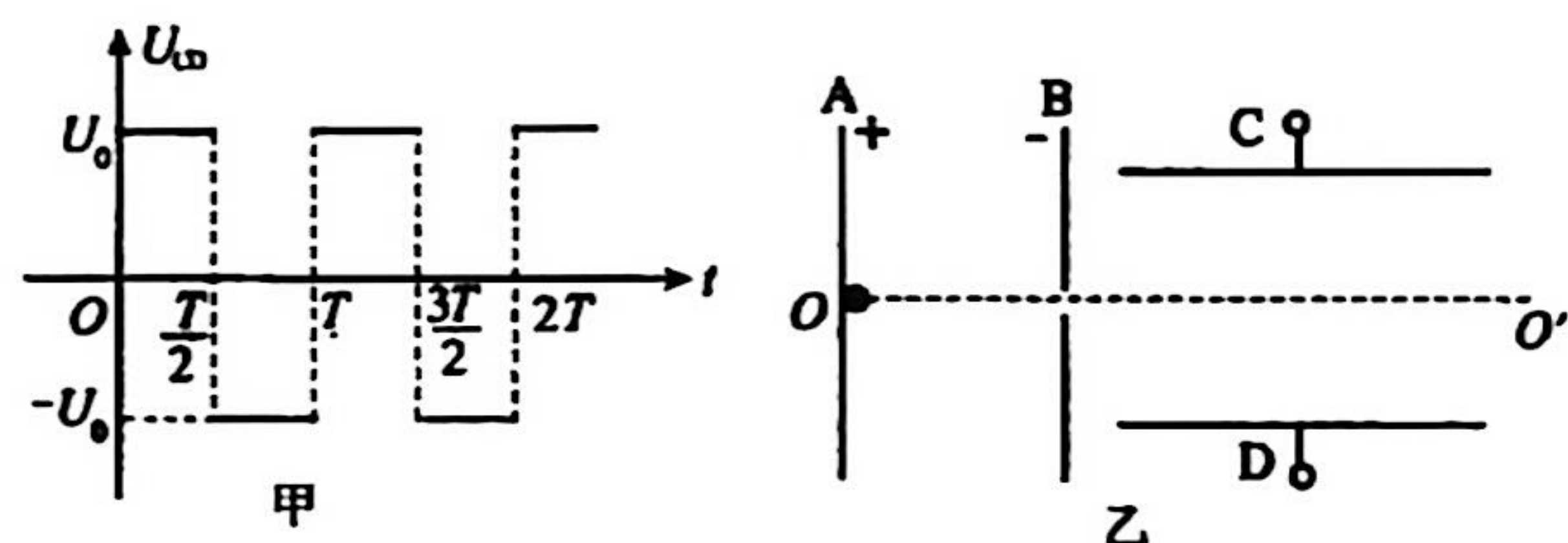
(2) 若 $m_1=km_2$, 在实验误差允许的范围内, 只要满足关系式 $k=$ _____ (结果用 L_1 、 L_2 、 L_3 表示), 就能说明两球碰撞过程动量守恒。

(3) 若两球碰撞过程动量守恒, 在实验误差允许的范围内, 只要满足关系式 $\sqrt{L_1}=$ _____ (结果用 L_2 、 L_3 表示), 就能说明两球的碰撞是弹性碰撞。

13. (10分) 广泛使用氢燃料作为交通能源是氢经济的一个关键因素。使用氢为能源的最大好处是它跟空气中的氧反应, 仅产生水蒸气排出, 有效减少了传统汽油车造成的空气污染问题。一种氢气燃料的汽车, 质量为 $1.0 \times 10^3 \text{kg}$, 沿倾角为 30° 的斜坡由静止开始向上运动, 汽车在运动过程中所受摩擦阻力大小恒为 2000N , 汽车发动机的额定输出功率为 $5.6 \times 10^4 \text{W}$, 开始时以 $a=1 \text{m/s}^2$ 的加速度做匀加速运动 ($g=10 \text{m/s}^2$)。求:

- (1) 汽车做匀加速运动的时间;
- (2) 汽车所能达到的最大速率。

14. (12分) 如图甲所示, 质量为 m 、带电量为 $+q$ 的初速度为零的带电粒子, 经 A 、 B 间的电场加速后, 沿水平放置的平行极板 C 、 D 的中心线 OO' 进入偏转电场。已知极板 A 、 B 间电压为 U , 极板 C 、 D 的板长为 L , 板间距离为 d 。如图乙所示, C 、 D 板间加上周期性变化的电压 U_{CD} , $T=L\sqrt{\frac{2m}{qU}}$, $U_0=\frac{Ud^2}{L^2}$ 。粒子的重力忽略不计, 两板间电场看作匀强电场。



- (1) 求粒子射入偏转电场时的速度大小 v_0 ;
- (2) 若粒子在 $t=0$ 时刻进入 C 、 D 间的偏转电场, 求粒子离开偏转电场时速度偏转角 θ 的正切值;
- (3) 若粒子在 $t=\frac{T}{4}$ 时刻进入 C 、 D 间的偏转电场, 求粒子离开偏转电场时沿垂直于板面方向的偏转距离 y 。

15. (18分) 如图, 一圆心角为 60° 、半径 R 为 1.2m 的光滑圆弧轨道固定在光滑水平轨道上。一表面与圆弧右端相切质量 $m=1 \text{kg}$ 的长木板 A 与圆弧轨道接触但不粘连。在 A 右侧放着 3 个质量均为 2m 的滑块 (视为质点)。开始时 A 和滑块均静止。左侧光滑平台上有两个可视为质点的物块 B 、 C , $m_B=3m_C=3 \text{m}$ 。 B 、 C 用细线拴连使轻弹簧处于压缩状态, 此时弹簧弹性势能为 6J , B 、 C 与弹簧不粘连。现将细线烧断, B 、 C 被弹簧弹开, 物块 B 与弹簧分离后从平台飞出, 恰好从圆弧轨道左端沿切线方向滑入, 一段时间后滑上 A 。当 A 、 B 刚共速时, A 恰好与滑块 1 发生第 1 次碰撞。一段时间后, A 、 B 再次共速时, A 恰好与滑块 1 发生第 2 次碰撞, 此后 A 、 B 第三次共速时, A 恰好与滑块 1 发生第 3 次碰撞, 最终物块 B 没从 A 上滑落。重力加速度为 $g=10 \text{m/s}^2$, 所有碰撞均为弹性碰撞, 且每次碰撞时间极短。求:

- (1) 物块 B 与弹簧恰好分离时速度大小;
- (2) 物块 B 到达固定轨道最低点时对轨道压力大小;
- (3) 最终 3 个滑块的速度分别是多少。

