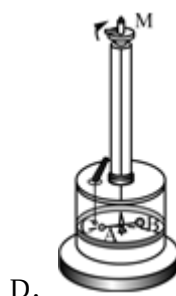
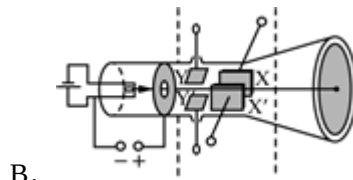


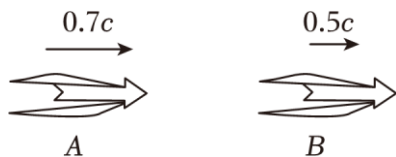
2022-2023 学年江苏省镇江市高一（下）期末物理试卷

一、单项选择题：共 10 题，每小题 4 分，共计 40 分。每小题只有一个选项最符合题意。

1.（4 分）下列所示电子器件，属于电容器的是（ ）



2.（4 分）如图所示，在未来某年 A 乘坐速度为 $0.7c$ （ c 为光速）的宇宙飞船追赶正前方的 B，B 的飞行速度为 $0.5c$ ，A 向 B 发出一束光进行联络，则 B 观测到该光束的传播速度为（ ）



A. $0.2c$

B. $0.7c$

C. $1.0c$

D. $1.2c$

3.（4 分）摩天轮深受游客喜爱。游客在乘坐摩天轮时，随座舱在竖直平面内做匀速圆周运动，下列说法正确的是（ ）



A. 摩天轮运动到最低点时，游客对座椅的压力大于游客的重力

B. 摩天轮运动到最高点时，游客对座椅的压力等于游客的重力

C. 摩天轮匀速转动过程中，不同游客受到的合外力大小相等

D. 摩天轮匀速转动过程中，摩天轮上各点线速度大小相等

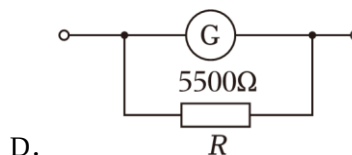
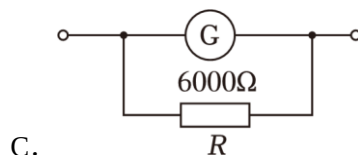
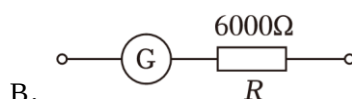
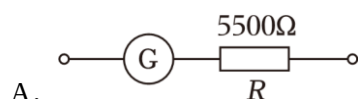
4.（4 分）“复兴号”动车组运行时所受阻力与其速率成正比。当动车组以速度 v 匀速行驶时，牵引力功率

为 P ，若以速度 $2v$ 匀速行驶时，牵引力功率为（ ）

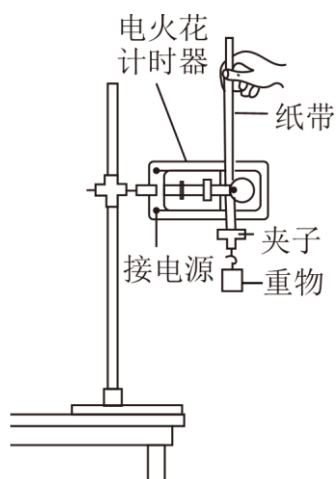


- A. P B. $2P$ C. $4P$ D. $8P$

5.（4分）某电流表 G 的内阻为 500Ω ，满偏电流为 0.5mA ，要把它改装成量程为 3V 的电压表。下列改装中，正确的是（ ）

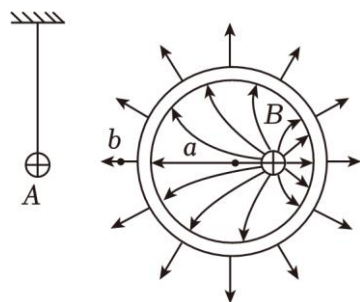


6.（4分）小华同学利用如图所示的装置验证机械能守恒定律。下列说法正确的是（ ）



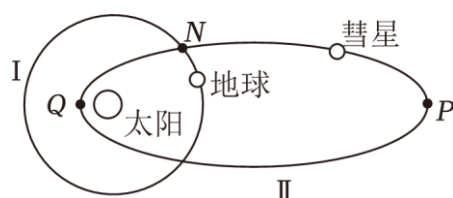
- A. 电火花计时器应连接交流电源，工作电压约为 8V
 B. 实验中应手提纸带上端，先释放纸带再启动电火花计时器
 C. 打出的纸带前面一小段被损毁，用剩余部分也能验证机械能守恒定律
 D. 实验中所测重物的动能增加量通常比其重力势能的减少量稍大

7.（4分）如图所示，一个绝缘的金属球壳内放置一个带正电的小球 B ，球壳外用绝缘细线悬挂一个带正电的检验电荷 A 。a、b 分别位于球壳内外。下列说法正确的是（ ）



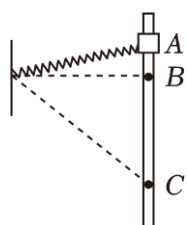
- A. 电场强度 $E_a < E_b$
- B. 电势 $\varphi_a < \varphi_b$
- C. 球 A 向右偏离竖直方向
- D. 球壳内表面各点电势相等

8. (4 分) 如图所示，地球的公转轨道 I 可近似看作圆，某彗星运动轨道 II 是一个非常扁的椭圆，Q 是近日点，P 是远日点，N 点是两轨道交点。不考虑地球和彗星间的引力，下列说法正确的是 ()



- A. 彗星和地球经过 N 点时速度相同
- B. 彗星经过 Q 点的速率大于地球运动速率
- C. 彗星从 Q 点到 P 点做加速度减小的加速运动
- D. 彗星与太阳连线和地球与太阳连线在相同时间内扫过的面积相同

- (多选) 9. (4 分) 如图所示，轻质弹簧一端固定，另一端与一质量为 m 、套在粗糙竖直固定杆 A 点的圆环相连。圆环从 A 点由静止开始下滑，经过 B 点弹簧水平且处于原长，到达 C 点的速度为零。若圆环在 C 点获得一竖直向上的速度 v ，上滑回到 A 点的速度为零。弹簧始终在弹性限度内，不计空气阻力，则圆环 ()

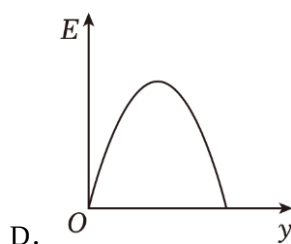
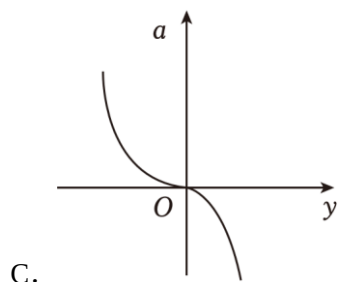
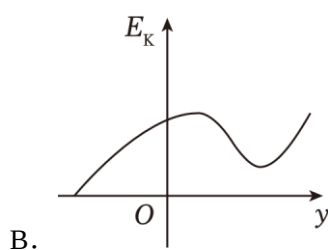
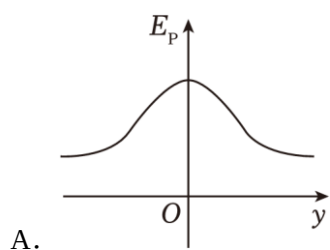
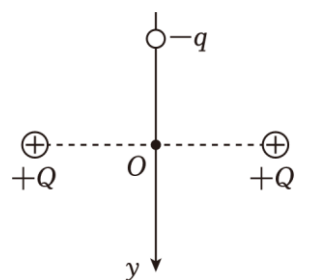


- A. 下滑过程中，弹簧的弹性势能一直增大
- B. 下滑过程中，经过 B 点时的速度最大

C. 下滑过程中，圆环克服摩擦力做的功为 $\frac{1}{4}mv^2$

D. 上滑过程中经过 B 点的速度大于下滑过程中经过 B 点的速度

10. (4 分) 如图所示，一对电荷量相等的正点电荷关于竖直方向的 Oy 轴对称放置。一带负电的小球从负 y 轴由静止释放，小球沿 y 轴正向运动。带电小球电势能为 E_p ，动能为 E_k ，加速度为 a ，机械能为 E ，取无穷远为电势能零点。下列关于带电小球运动过程中的图像可能正确的是 ()



二、非选择题：共 5 题，共 60 分。其中第 12 题~第 15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位。

11. (15 分) 为测定某液体的电阻率，某学习小组选取了一根管壁很薄的塑料管，在塑料管里面灌满了液体，两端用铜塞塞住管口，形成一段封闭的液体柱。

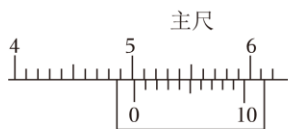


图 1

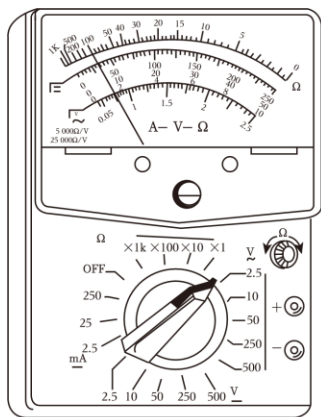


图 2

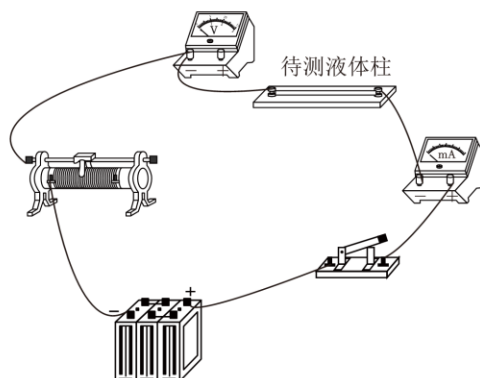


图 3

(1) 分别用刻度尺和游标卡尺测出其长度 L 和外径 d ，游标卡尺如图 1 所示，其读数 d 为 mm。

(2) 用多用电表粗测液体柱的阻值 R ，多用电表测量情况如图 2 所示，为了更准确的测出液体柱的阻值，下列操作正确的是 _____。

- A. 将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 10$ ”的位置，两表笔短接调零，再次测量电阻
- B. 将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 1k$ ”的位置，两表笔短接调零，再次测量电阻
- C. 将两表笔短接调零，再将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 10$ ”的位置，再次测量电阻
- D. 将两表笔短接调零，再将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 1k$ ”的位置，再次测量电阻

(3) 该小组为进一步精确测量液体柱的阻值，选择了如下实验器材：

- A. 直流电源：电动势 12V，内阻不计，额定电流为 1A；
- B. 电流表 A：量程 $0 \sim 10\text{mA}$ ，内阻约 10Ω ；
- C. 电压表 V：量程 $0 \sim 15\text{V}$ ，内阻约 $15k\Omega$ ；
- D. 滑动变阻器 R：最大阻值 10Ω ；
- E. 开关、导线等

为多次测量数据，该小组采用分压电路进行测量，请在如图 3 的实物接线图中完成余下导线的连接。

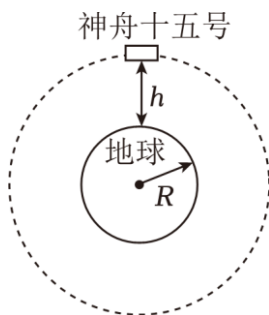
(4) 该小组在实验中测得电压表和电流表的示数分别为 U 和 I ，则海水电阻率表达式为 $\rho =$ (用题中的字母表示)。

(5) 若考虑塑料管管壁的厚度，其测量结果与真实值相比是 _____ (填“偏大”、“相等”或“偏小”)。

12. (8 分) 2022 年我国发射的神舟十五号在轨道上运行可视为匀速圆周运动，运行周期为 T ，距地面的高度为 h ，地球半径为 R ，引力常量为 G 。求：

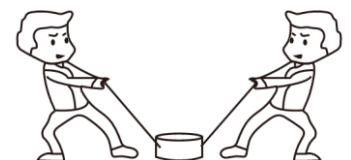
(1) 地球的质量 M ；

(2) 地球的第一宇宙速度 v 。



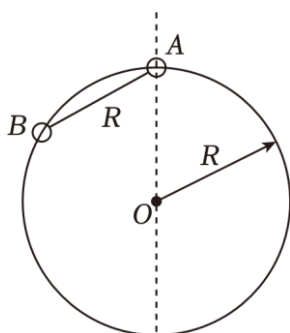
13. (8 分) 如图所示，人们常用“打夯”的方式把松散的地面夯实。设某次打夯符合以下模型：两人同时通过绳子对重物各施加一个恒力，力的大小均为 250N，方向都与竖直方向成 37° ，重物离开地面 30cm 后人停止施力。已知重物的质量为 30kg， g 取 10m/s^2 ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。求：

- (1) 两人对重物所做的功；
- (2) 重物离开地面的最大高度。



14. (13 分) 如图所示，两个质量均为 m 的小环 A、B 用长为 R 的轻杆连接，两小环可以在半径为 R ，固定在竖直平面内的光滑圆环上滑动，开始时将 A 固定在圆环的最高点。求：

- (1) 轻杆对 B 的拉力大小；
- (2) 将 A 释放后，当 A 滑到最低点时，A 小环的速度大小；
- (3) 从 A 释放后到杆中弹力第一次为零时，杆对 B 环所做的功。



15. (16 分) 如图 1 所示，水平放置的平行金属板 A、B 间距为 $d=30\text{cm}$ ，板长 $L=60\text{cm}$ ，A、B 右端竖直放置一足够大的荧光屏 P。大量质量 $m=1.0\times 10^{-7}\text{kg}$ ，电荷量 $q=+4.0\times 10^{-2}\text{C}$ 的带电粒子从 A、B 板左侧由静止经电压为 $U=5.0\times 10^2\text{V}$ 的电场加速后，持续水平射入金属板 A、B 间。在 A、B 板间有如图 2 所示的周期电压 U_{AB} ，已知 $U_0=1.5\times 10^2\text{V}$ ，不计粒子重力和粒子之间的相互作用，求：

- (1) 粒子离开加速电场时的速度大小和打在屏 P 上的粒子在 A、B 板间的运动时间；

（2）沿 A、B 板中间虚线入射的粒子离开电场时在竖直方向的最大偏移量；

（3）荧光屏 P 能被粒子打到的长度。

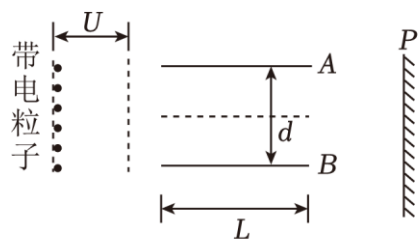


图1

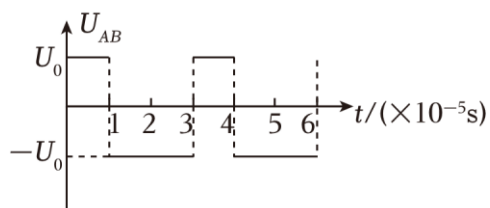


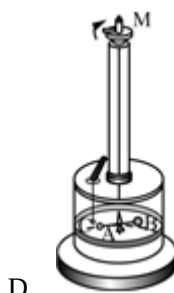
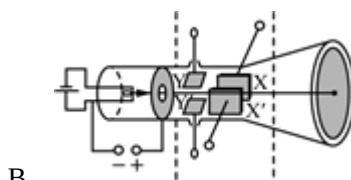
图2

2022-2023 学年江苏省镇江市高一（下）期末物理试卷

参考答案与试题解析

一、单项选择题：共 10 题，每小题 4 分，共计 40 分。每小题只有一个选项最符合题意。

1.（4 分）下列所示电子器件，属于电容器的是（ ）



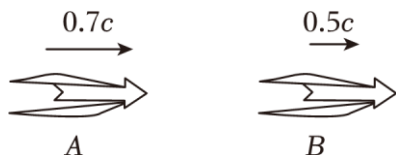
【答案】A

【分析】由电学元件的形状可得出电学元件的性质，并能得出属于哪一种电学元件。

【解答】解：由图可知，A 是可变电容器，B 是示波器，C 是静电计，D 是库仑的扭秤装置，故 A 正确，BCD 错误；

故选：A。

2.（4 分）如图所示，在未来某年 A 乘坐速度为 $0.7c$ （ c 为光速）的宇宙飞船追赶正前方的 B，B 的飞行速度为 $0.5c$ ，A 向 B 发出一束光进行联络，则 B 观测到该光束的传播速度为（ ）



A. $0.2c$

B. $0.7c$

C. $1.0c$

D. $1.2c$

【答案】C

【分析】光速不变原理：在狭义相对论中，指出无论在何种惯性系（惯性参照系）中观察，光在真空中的传播速度都是一个常数，不随光源和观察者所在参考系的相对运动而改变。故真空中的光速对任何观察者来说都是相同的，即为 c 。

【解答】解：根据爱因斯坦相对论，在任何参考系中，光速不变，即光速不随光源和观察者所在参考系

的相对运动而改变。所以 B 观测到该光束的传播速度为 $1.0c$ ，所以 ABD 错误，C 正确。

故选：C。

- 3.（4 分）摩天轮深受游客喜爱。游客在乘坐摩天轮时，随座舱在竖直平面内做匀速圆周运动，下列说法正确的是（ ）



- A. 摩天轮运动到最低点时，游客对座椅的压力大于游客的重力
- B. 摩天轮运动到最高点时，游客对座椅的压力等于游客的重力
- C. 摩天轮匀速转动过程中，不同游客受到的合外力大小相等
- D. 摩天轮匀速转动过程中，摩天轮上各点线速度大小相等

【答案】A

【分析】游客随摩天轮做匀速圆周运动过程中，由合力提供向心力，根据牛顿第二定律分析解答，线速度是矢量，有大小和方向。

【解答】解：A. 摩天轮运动到最低点时，游客的加速度向上，所以座椅对游客的支持力大于游客的重力，则游客对座椅的压力大于游客的重力，故 A 正确；

B. 摩天轮运动到最高点时，由重力和支持力的合力提供向心力，游客对座椅的压力小于游客的重力，故 B 错误；

C. 摩天轮匀速转动过程中，不同游客转动速度大小相等，但不同游客质量可能不同，所以游客需要的向心力大小可能不同，而游客受到的合外力提供向心力，所以不同游客受到的合外力大小不一定相等，故 C 错误；

D. 摩天轮匀速转动过程中，摩天轮上各点角速度大小相等，线速度大小不相等，故 D 错误。

故选：A。

- 4.（4 分）“复兴号”动车组运行时所受阻力与其速率成正比。当动车组以速度 v 匀速行驶时，牵引力功率为 P ，若以速度 $2v$ 匀速行驶时，牵引力功率为（ ）



A. P

B. 2P

C. 4P

D. 8P

【答案】C

【分析】汽车在行驶时所受阻力与速率成正比，即 $f=kv$ ， k 是比例系数。对两种情况，分别根据 $P=Fv$ ，以及 $F=f$ 列式，即可求出速度为 $2v$ 时发动机的功率。

【解答】解：由题可知

$$f=kv$$

当动车组以速度 v 匀速行驶时，牵引力功率为 P ，则

$$P=Fv$$

$$\text{又 } F=f$$

$$\text{联立解得： } P=kv^2$$

若以速度 $2v$ 匀速行驶时，

$$f' = 2kv$$

则牵引力功率为：

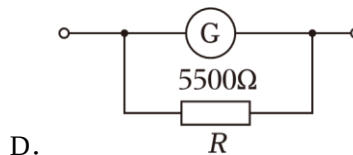
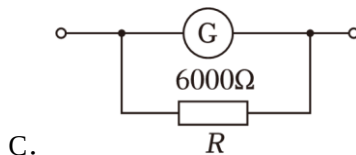
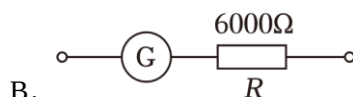
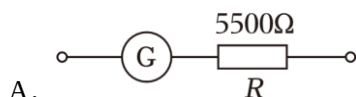
$$P' = F' \cdot 2v$$

$$\text{又 } F' = f'$$

联立解得： $P' = 4P$ ，故 ABD 错误，C 正确。

故选：C。

- 5.（4分）某电流表 G 的内阻为 500Ω ，满偏电流为 0.5mA ，要把它改装成量程为 3V 的电压表。下列改装中，正确的是（ ）



【答案】A

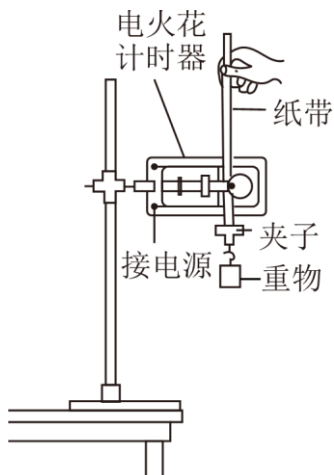
【分析】电流表改装成为电压表要串联电阻分压，要串联电阻为 $\frac{U}{I_g} - R_g$ （ U 为改装后量程），据此分析。

【解答】解：根据电表的改装原理可知，要把它改装成量程为 3V 的电压表，需要串联一个电阻，根据串联电路的分压原理，串联的阻值为

$$R_{\text{串}} = \frac{U}{I_g} - R_g = \frac{3}{0.5 \times 10^{-3}} \Omega - 500 \Omega = 5500 \Omega, \text{ 故 A 正确, BCD 错误;}$$

故选：A。

- 6.（4分）小华同学利用如图所示的装置验证机械能守恒定律。下列说法正确的是（ ）



- A. 电火花计时器应连接交流电源，工作电压约为8V
- B. 实验中应手提纸带上端，先释放纸带再启动电火花计时器
- C. 打出的纸带前面一小段被损毁，用剩余部分也能验证机械能守恒定律
- D. 实验中所测重物的动能增加量通常比其重力势能的减少量稍大

【答案】C

【分析】根据打点计时器的工作原理选择合适的工作电压；

根据实验原理掌握正确的实验操作；

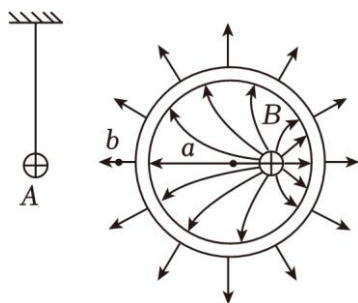
根据运动学公式和机械能守恒定律，结合题目选项完成分析。

- 【解答】解：A. 根据打点计时器的工作原理可知，电火花计时器应接220V的交流电源，故A错误；
- B. 如果先放开纸带开始运动，再接通计时器的电源，由于重物运动较快，不利于数据的采集和处理，会对实验产生较大的误差；同时先打点，再释放纸带，可以使打点稳定，可以使纸带上打满点，由此可提高纸带的利用率，故B错误；
- C. 前面的纸带损毁，利用后面纸带的两个相距较远的点迹也能验证机械能守恒律，利用匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于这段时间的平均速度，可分别求出打下这两点的速度，进而可求出动能的增加量，量出两点的距离后，可以求出重力势能的减小量，然后两者对比，即可验证机械能守恒定律，故C正确；
- D. 重物带动纸带下落过程中，除了重力还受到阻力，从能量转化的角度，因为阻力做功，重力势能有部分转化给摩擦产生的内能，因此重力势能的减小量通常略大于动能的增加量，故D错误。

故选：C。

- 7.（4分）如图所示，一个绝缘的金属球壳内放置一个带正电的小球B，球壳外用绝缘细线悬挂一个带正

电的检验电荷 A。a、b 分别位于球壳内外。下列说法正确的是（ ）



- A. 电场强度 $E_a < E_b$
- B. 电势 $\varphi_a < \varphi_b$
- C. 球 A 向右偏离竖直方向
- D. 球壳内表面各点电势相等

【答案】D

【分析】A、电场线的疏密表示场强的大小，据此分析作答；

B、沿电场线方向电势降低，据此分析作答；

C、根据带电体在电场中所受电场力方向分析作答；

D、处于静电平衡的整个导体是一个等势体，据此分析作答。

【解答】解：A、电场线的疏密表示场强的大小，电场线越密的地方场强越大；由于 a 处电场线较密，因此电场强度 $E_a > E_b$ ，故 A 错误；

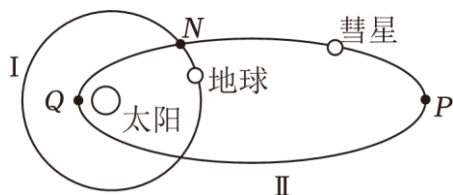
B、沿电场线方向电势降低，故电势 $\varphi_a > \varphi_b$ ，故 B 错误；

C、正电荷在金属球壳外的球 A 所在处产生水平向左的电场，带正电的检验电荷 A 受的电场力向左，故电荷 A 向左偏离竖直方向，故 C 错误；

D、球壳处于静电平衡，处于静电平衡的整个导体是一个等势体，因此球壳内表面各点电势相等，故 D 正确。

故选：D。

- 8.（4 分）如图所示，地球的公转轨道 I 可近似看作圆，某彗星运动轨道 II 是一个非常扁的椭圆，Q 是近日点，P 是远日点，N 点是两轨道交点。不考虑地球和彗星间的引力，下列说法正确的是（ ）



- A. 彗星和地球经过 N 点时速度相同

- B. 彗星经过 Q 点的速率大于地球运动速率
 C. 彗星从 Q 点到 P 点做加速度减小的加速运动
 D. 彗星与太阳连线和地球与太阳连线在相同时间内扫过的面积相同

【答案】B

【分析】做曲线运动的物体的速度方向沿轨迹的切线方向，从而分析出彗星和地球在 N 点的速度关系；
 彗星受到的万有引力提供向心力，根据牛顿第二定律得出速度的大小关系；

根据卫星变轨的知识，结合牛顿第二定律得出彗星的速度和加速度的变化；

根据开普勒第二定律分析出彗星和太阳连线以及地球与太阳连线在相等时间内扫过的面积的关系。

【解答】解：A. 做曲线运动的物体的速度方向沿轨迹切线方向，根据图像可知彗星和地球经过 N 点时速度方向不相同，则彗星和地球经过 N 点时速度不相同，故 A 错误；

B. 若过 Q 点作椭圆的内切圆，该圆半径小于地球的公转轨道 I 的半径，彗星受到的万有引力提供向心力，则根据牛顿第二定律可得：

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

$$\text{解得： } v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

可知，过 Q 点椭圆的内切圆上的卫星的线速度大于地球公转的线速度，由于过 Q 点椭圆的内切圆轨道相对椭圆是低轨道，由该轨道变轨到椭圆，需要在切点 Q 加速，即椭圆 Q 位置的速度大于过 Q 点椭圆的内切圆上的卫星的线速度，即彗星经过 Q 点的速率大于地球运动速率，故 B 正确；

C. 彗星从 Q 点到 P 点过程，彗星到太阳的间距增大，万有引力减小，根据牛顿第二定律可知：

$$\frac{GMm}{r^2} = ma$$

$$\text{解得： } a = \frac{GM}{r^2}$$

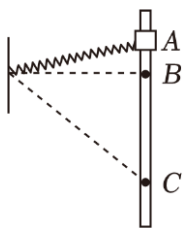
彗星的加速度减小，又由于万有引力做负功，则彗星在该过程的速度减小，即彗星从 Q 点到 P 点做加速度减小的减速运动，故 C 错误；

D. 根据开普勒第二定律可知，在同一轨道上，某一行星与太阳连线在相同时间内扫过的面积相同，对于彗星和地球而言，各自与太阳的连线在相同时间内扫过的面积不相同，故 D 错误。

故选：B。

- （多选）9. （4 分）如图所示，轻质弹簧一端固定，另一端与一质量为 m、套在粗糙竖直固定杆 A 点的圆环相连。圆环从 A 点由静止开始下滑，经过 B 点弹簧水平且处于原长，到达 C 点的速度为零。若圆环在 C 点获得一竖直向上的速度 v，上滑回到 A 点的速度为零。弹簧始终在弹性限度内，不计空气阻力，

则圆环（ ）



- A. 下滑过程中，弹簧的弹性势能一直增大
- B. 下滑过程中，经过 B 点时的速度最大
- C. 下滑过程中，圆环克服摩擦力做的功为 $\frac{1}{4}mv^2$
- D. 上滑过程中经过 B 点的速度大于下滑过程中经过 B 点的速度

【答案】CD

【分析】根据弹簧形变量的变化分析弹簧弹性势能的变化；分析圆环经过 B 点时的受力情况，判断圆环经过 B 点的速度是否最大；研究圆环从 A 处到 C 处的过程和从 C 处到 A 处的过程，分别运用动能定理列出等式，求出下滑过程中克服摩擦力做的功；研究圆环从 A 处由静止开始下滑到 B 过程和圆环从 B 处上滑到 A 的过程，运用动能定理列出方程，从而比较上滑经过 B 的速度与下滑经过 B 的速度大小。

【解答】解：A、下滑过程中，弹簧的伸长量先逐渐减至零，再逐渐增大，弹簧的弹性势能先减小后增大，故 A 错误；

B、圆环下滑过程中经过 B 时，合力等于重力，方向竖直向下，圆环继续向下加速，则经过 B 时的速度并非最大，最大速度在 B 和 C 之间某一位置，故 B 错误；

C、设下滑过程中摩擦力做的功为 W_f ，弹簧的弹力做功为 $W_{\text{弹}}$ ，AC 间的高度为 h 。圆环从 A 处由静止开始下滑到 C 处的过程，由动能定理得： $mgh + W_f + W_{\text{弹}} = 0$

从 C 处回到 A 处的过程，由动能定理得： $-mgh + W_f + (-W_{\text{弹}}) = 0 - \frac{1}{2}mv^2$

联立解得： $W_f = -\frac{1}{4}mv^2$ ，所以下滑过程中克服摩擦力做的功为 $\frac{1}{4}mv^2$ ，故 C 正确；

D、圆环从 A 处由静止开始下滑到 B 处过程，由动能定理得： $mgh' + W'_f + W'_{\text{弹}} = \frac{1}{2}mv_{B\text{下}}^2$

圆环从 B 处上滑到 A 处的过程，由动能定理得： $-mgh' + W'_f + (-W'_{\text{弹}}) = 0 - \frac{1}{2}mv_{B\text{上}}^2$ ，

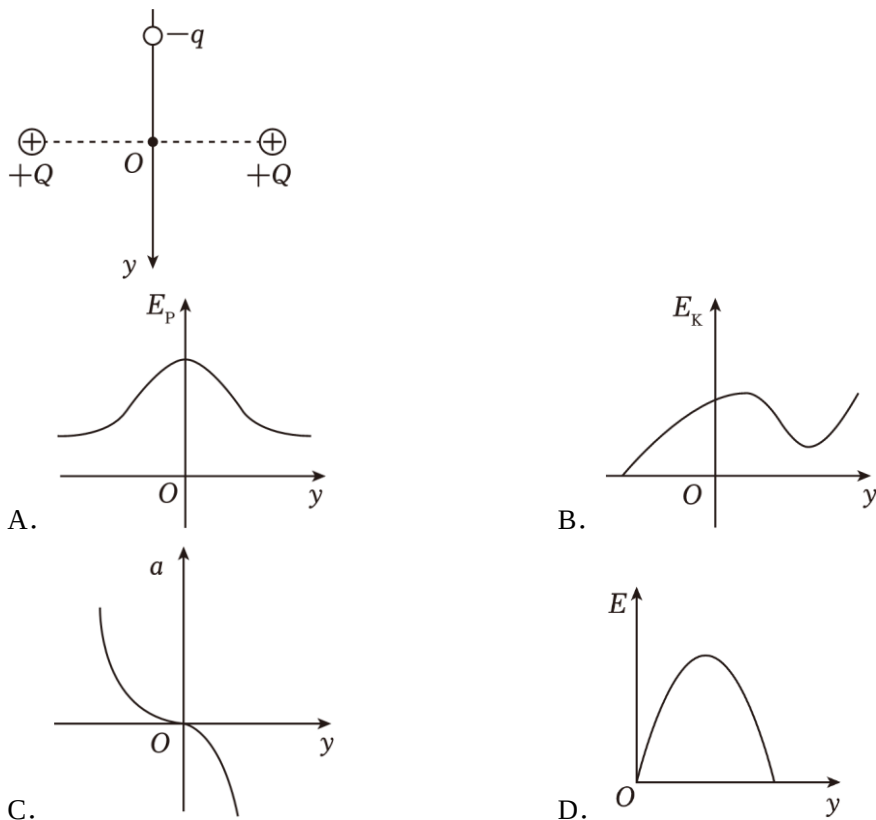
即： $mgh' - W'_f + W'_{\text{弹}} = \frac{1}{2}mv_{B\text{上}}^2$ ，

由于 $W'_f < 0$ ，所以 $\frac{1}{2}mv_{B\text{上}}^2 > \frac{1}{2}mv_{B\text{下}}^2$ ，则有： $v_{B\text{上}} > v_{B\text{下}}$ ，即圆环上滑经过 B 的速度大于下滑经过

B 的速度，故 D 正确。

故选：CD。

10. (4分) 如图所示，一对电荷量相等的正点电荷关于竖直方向的 Oy 轴对称放置。一带负电的小球从负 y 轴由静止释放，小球沿 y 轴正向运动。带电小球电势能为 E_p ，动能为 E_k ，加速度为 a ，机械能为 E ，取无穷远为电势能零点。下列关于带电小球运动过程中的图像可能正确的是 ()



【答案】B

【分析】等量同种电荷中垂线上的电场强度的变化规律为：从无穷远处到 O 点再到无穷远处，电场强度先增大后减小， O 点最小，再增大再减小， $E_p - x$ 图象的斜率表示电场力的大小，结合图象分析即可得答案。

【解答】解：A. 取无穷远处为电势的零点，则一对电荷量相等的正点电荷周围的电势为正，负电荷在电势为正的地方电势能小于零；等量同种电荷中垂线上 O 点处的电势最高，则负电荷在 O 点的电势能最小，故 A 错误；

B. 带电小球沿 y 轴正向运动，重力一直做正功；而电场力先做正功，再做负功，最后电场力做功趋向于 0，所以小球的机械能先增大后减小最终趋向于守恒，当电场力等于重力且电场力的方向向上时，小球的动能最大，所以动能可能先增大后减小，最终只有重力做功，动能不断增大，故 D 错误，B 正确；

C. 当电场力方向向上且与重力相等时，加速度为 0，可知加速度为 0 的点在 y 轴正半轴某一点，故 C 错误；

D. 电场力先做正功，再做负功，最后电场力做功趋向于 0，所以小球的机械能先增大后减小最终趋向于守恒，故 D 错误。

故选：B。

二、非选择题：共 5 题，共 60 分。其中第 12 题～第 15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位。

11.（15 分）为测定某液体的电阻率，某学习小组选取了一根管壁很薄的塑料管，在塑料管里面灌满了液体，两端用铜塞塞住管口，形成一段封闭的液体柱。

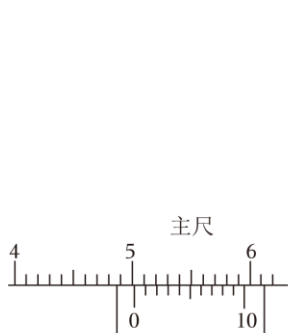


图 1

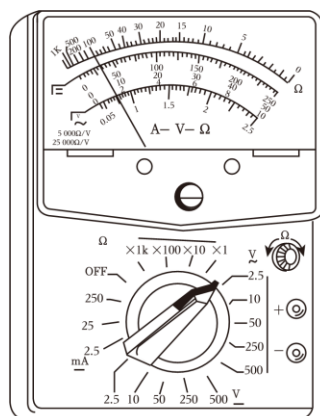


图 2

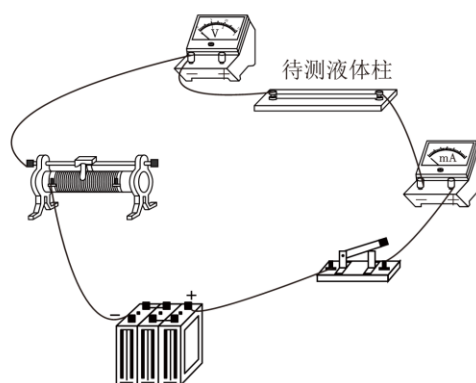


图 3

(1) 分别用刻度尺和游标卡尺测出其长度 L 和外径 d ，游标卡尺如图 1 所示，其读数 d 为 5.4 mm。

(2) 用多用电表粗测液体柱的阻值 R ，多用电表测量情况如图 2 所示，为了更准确的测出液体柱的阻值，下列操作正确的是 B。

- A. 将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 10$ ”的位置，两表笔短接调零，再次测量电阻
- B. 将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 1k$ ”的位置，两表笔短接调零，再次测量电阻
- C. 将两表笔短接调零，再将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 10$ ”的位置，再次测量电阻
- D. 将两表笔短接调零，再将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 1k$ ”的位置，再次测量电阻

(3) 该小组为进一步精确测量液体柱的阻值，选择了如下实验器材：

- A. 直流电源：电动势 12V，内阻不计，额定电流为 1A；
- B. 电流表 A：量程 0~10mA，内阻约 10 Ω ；
- C. 电压表 V：量程 0~15V，内阻约 15k Ω ；
- D. 滑动变阻器 R：最大阻值 10 Ω ；
- E. 开关、导线等

为多次测量数据，该小组采用分压电路进行测量，请在如图 3 的实物接线图中完成余下导线的连接。

(4) 该小组在实验中测得电压表和电流表的示数分别为 U 和 I ，则海水电阻率表达式为 $\rho = \frac{\pi d^2 U}{4IL}$ (用题中的字母表示)。

(5) 若考虑塑料管管壁的厚度，其测量结果与真实值相比是 偏大 (填“偏大”、“相等”或“偏小”)。

【答案】(1) 50.4；(2) B；(3) 如上图所示；(4) $\frac{\pi d^2 U}{4IL}$ ；(5) 偏大

【分析】(1) 根据游标卡尺的读数规则得出对应的示数；

(2) 根据多用电表的读数规则得出对应的电阻；

(3) 根据实验原理分析出对应的实验电路；

(4) 根据电阻定律得出电阻率的表达式；

(5) 理解塑料管厚度对电阻的影响，从而得出电阻率的测量值和真实值的大小关系。

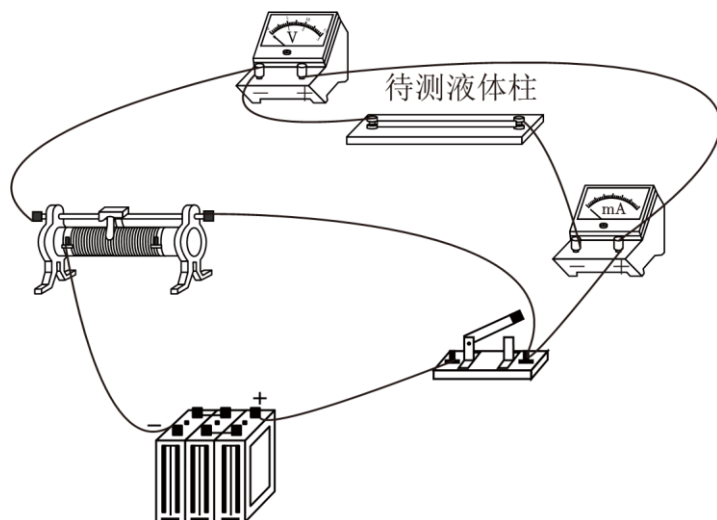
【解答】解：(1) 游标卡尺的分度值为 0.1mm，不需要估读，则外径的读数为：

$$d = 50\text{mm} + 4 \times 0.1\text{mm} = 50.4\text{mm}$$

(2) 由图可知，选择开关置于“ $\times 100$ ”时指针的偏转角度较小，所以应该换大倍率挡，即应将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 1k$ ”的位置，然后进行欧姆调零，即红黑表笔短接，调整欧姆调零旋钮使指针指向电流最大值处，再次测量电阻。

故选 B。

(3) 实验电路图如图所示



(4) 根据欧姆定律有

$$R = \frac{U}{I}$$

根据电阻定律可得

$$R = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{L}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$\text{联立可得: } \rho = \frac{\pi d^2 U}{4IL}$$

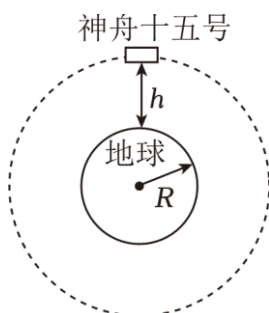
（5）若考虑塑料管管壁的厚度，则液体柱的直径的测量值大于真实值，即 d 偏大，所以液体电阻率的测量值偏大。

故答案为：（1）50.4；（2）B；（3）如上图所示；（4） $\frac{\pi d^2 U}{4IL}$ ；（5）偏大

12.（8分）2022年我国发射的神舟十五号在轨道上运行可视为匀速圆周运动，运行周期为 T ，距地面的高度为 h ，地球半径为 R ，引力常量为 G 。求：

（1）地球的质量 M ；

（2）地球的第一宇宙速度 v 。



【答案】（1）地球的质量 $\frac{4\pi^2(R+h)^3}{GT^2}$ ；

（2）地球的第一宇宙速度 $\frac{2\pi}{T} \sqrt{\frac{(R+h)^3}{R}}$ 。

【分析】（1）万有引力提供向心力，求地球的质量；

（2）万有引力提供向心力，求地球的第一宇宙速度。

【解答】解：（1）万有引力提供向心力

$$\frac{GMm}{(R+h)^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 (R+h)$$

解得

$$M = \frac{4\pi^2(R+h)^3}{GT^2}$$

（2）万有引力提供向心力

$$\frac{GMm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$$

解得

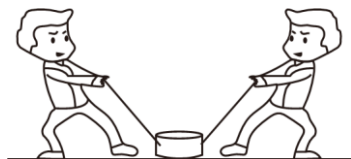
$$v = \frac{2\pi}{T} \sqrt{\frac{(R+h)^3}{R}}$$

答：（1）地球的质量 $\frac{4\pi^2(R+h)^3}{GT^2}$ ；

（2）地球的第一宇宙速度 $\frac{2\pi}{T} \sqrt{\frac{(R+h)^3}{R}}$ 。

- 13.（8分）如图所示，人们常用“打夯”的方式把松散的地面夯实。设某次打夯符合以下模型：两人同时通过绳子对重物各施加一个恒力，力的大小均为 250N，方向都与竖直方向成 37° ，重物离开地面 30cm 后人停止施力。已知重物的质量为 30kg，g 取 10m/s^2 ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。求：

- （1）两人对重物所做的功；
（2）重物离开地面的最大高度。



【答案】（1）两人对重物所做的功为 120J；

（2）重物离开地面的最大高度为 0.4m。

【分析】（1）根据功的计算公式求解两人对重物所做的功；

（2）从重物离地到重物到达最高点的过程中，根据动能定理求重物离开地面的最大高度。

【解答】解：（1）一个人对重物所做的功为

$$W = Fl \cos \alpha = 250 \times 30 \times 10^{-2} \times 0.8 \text{J} = 60 \text{J}$$

两人对重物所做的功为

$$W_{\text{总}} = 2W = 2 \times 60 \text{J} = 120 \text{J}$$

（2）设重物上升最大高度为 h，从重物离地到重物到达最高点的过程中，由动能定理得

$$W_{\text{总}} + (-mgh) = 0$$

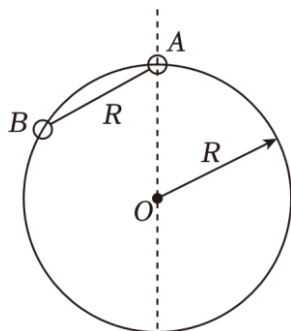
解得：h=0.4m

答：（1）两人对重物所做的功为 120J；

（2）重物离开地面的最大高度为 0.4m。

14.（13分）如图所示，两个质量均为 m 的小环 A、B 用长为 R 的轻杆连接，两小环可以在半径为 R ，固定在竖直平面内的光滑圆环上滑动，开始时将 A 固定在圆环的最高点。求：

- （1）轻杆对 B 的拉力大小；
- （2）将 A 释放后，当 A 滑到最低点时，A 小环的速度大小；
- （3）从 A 释放后到杆中弹力第一次为零时，杆对 B 环所做的功。



【答案】（1）轻杆对 B 的拉力大小为 mg ；

（2）将 A 释放后，当 A 滑到最低点时，A 小环的速度大小为 $\sqrt{3gR}$ ；

（3）从 A 释放后到杆中弹力第一次为零时，杆对 B 环所做的功为 $-\frac{1}{4}mgR$ 。

【分析】（1）根据平衡条件求解轻杆对 B 的拉力大小；

（2）将 A 释放后，根据 A、B 和轻杆组成的系统机械能守恒求解当 A 滑到最低点时，A 小环的速度大小；

（3）当轻杆处于竖直方向时，杆上弹力为零，根据机械能守恒定律和动能定理相结合求解杆对 B 环所做的功。

【解答】解：（1）由题图可知，轻杆对 B 的拉力 F_T 和圆环对 B 的支持力 F_N 与竖直方向的夹角均为 $\frac{\pi}{3}$ ，

根据平衡条件得

水平方向有：

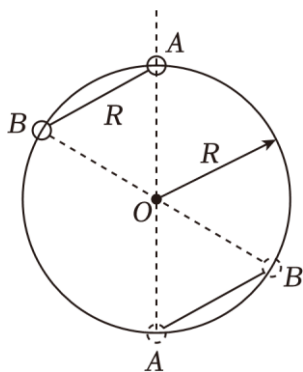
$$F_N \sin \frac{\pi}{3} = F_T \sin \frac{\pi}{3}$$

竖直方向有：

$$F_N \cos \frac{\pi}{3} + F_T \cos \frac{\pi}{3} = mg$$

解得： $F_T = mg$

（2）从释放到 A 滑到最低点的过程中，如图所示。



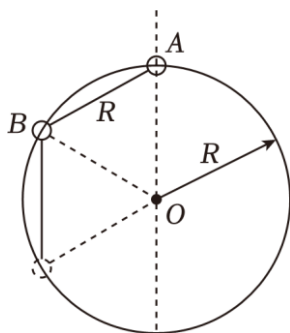
根据 A、B 和轻杆组成的系统机械能守恒，有

$$mg \cdot 2R + mgR = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2$$

又 $v_A = v_B$

解得： $v_A = \sqrt{3gR}$

（3）由分析知，当轻杆处于竖直方向时，杆上弹力为零，如图所示



由系统机械能守恒得

$$mg \frac{R}{2} + mgR = E_{kA} + E_{kB}$$

$$E_{kA} = E_{kB}$$

从释放到轻杆第一次处于竖直方向的过程中，对 B，由动能定理可得

$$mgR + W_{\text{杆}} = E_{kB}$$

解得： $W_{\text{杆}} = -\frac{1}{4}mgR$

答：（1）轻杆对 B 的拉力大小为 mg ；

（2）将 A 释放后，当 A 滑到最低点时，A 小环的速度大小为 $\sqrt{3gR}$ ；

（3）从 A 释放后到杆中弹力第一次为零时，杆对 B 环所做的功为 $-\frac{1}{4}mgR$ 。

- 15.（16 分）如图 1 所示，水平放置的平行金属板 A、B 间距为 $d=30\text{cm}$ ，板长 $L=60\text{cm}$ ，A、B 右端竖直放置一足够大的荧光屏 P。大量质量 $m=1.0 \times 10^{-7}\text{kg}$ ，电荷量 $q=+4.0 \times 10^{-2}\text{C}$ 的带电粒子从 A、B 板左侧由静止经电压为 $U=5.0 \times 10^2\text{V}$ 的电场加速后，持续水平射入金属板 A、B 间。在 A、B 板间有如

图 2 所示的周期电压 U_{AB} ，已知 $U_0 = 1.5 \times 10^2 \text{V}$ ，不计粒子重力和粒子之间的相互作用，求：

- (1) 粒子离开加速电场时的速度大小和打在屏 P 上的粒子在 A、B 板间的运动时间；
- (2) 沿 A、B 板中间虚线入射的粒子离开电场时在竖直方向的最大偏移量；
- (3) 荧光屏 P 能被粒子打到的长度。

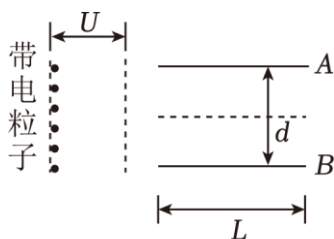


图1

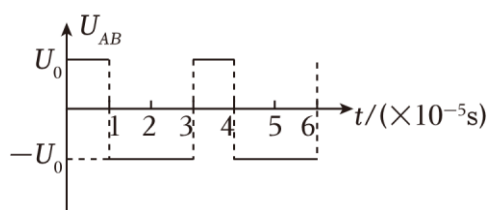


图2

【答案】(1) 粒子离开加速电场时的速度大小为 $2 \times 10^4 \text{m/s}$ ，打在屏 P 上的粒子在 A、B 板间的运动时间为 $3 \times 10^{-5} \text{s}$ ；

(2) 沿 A、B 板中间虚线入射的粒子离开电场时在竖直方向的最大偏移量为 7cm；

(3) 荧光屏 P 能被粒子打到的长度为 29cm。

【分析】(1) 根据粒子的水平方向运动解得粒子在电场中的运动时间；

(2) 粒子在电场中作类平抛运动，根据对应的运动学公式解得；

(3) 根据粒子在竖直方向的分运动解得最终打到荧光屏的竖直高度。

【解答】解：(1) 设粒子到达 N 板的速度大小为 v_0 ，由动能定理有： $qU = \frac{1}{2}mv_0^2$

$$\text{解得：} v_0 = \sqrt{\frac{2qU}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 4.0 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^2}{1.0 \times 10^{-7}}} \text{m/s} = 2 \times 10^4 \text{m/s}$$

$$\text{水平射入 A、B 之间的到达 P 板的粒子不会打在板上，则 } t = \frac{L}{v_0} = \frac{60 \times 10^{-2}}{2 \times 10^4} \text{s} = 3 \times 10^{-5} \text{s}$$

(2) 取向为 y 轴正方向，三个特殊时刻进入金属板的粒子，在竖直方向上运动的 v - t 图像如图 1 所示

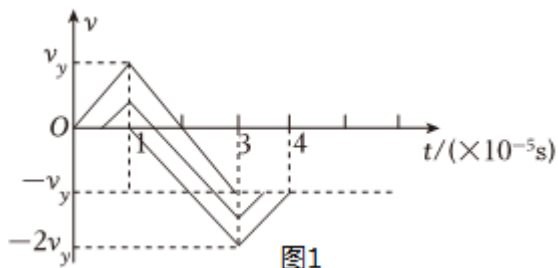


图1

由分析知， $t = (3n+1) \times 10^{-5} \text{s}$ ($n=0, 1, 2, \dots$) 时刻进入的粒子向上偏转的距离最大

$$\text{粒子在偏转电场中的加速度: } a = \frac{F_0}{m} = \frac{U_0 q}{dm} = \frac{1.5 \times 10^2 \times 4.0 \times 10^{-2}}{30 \times 10^{-2} \times 1.0 \times 10^{-7}} \text{ m/s}^2 = 2.0 \times 10^8 \text{ m/s}^2$$

$$\text{前一段满足: } y_1 = \frac{1}{2} a t_1^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^8 \times (2 \times 10^{-5})^2 \text{ m} = 0.04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

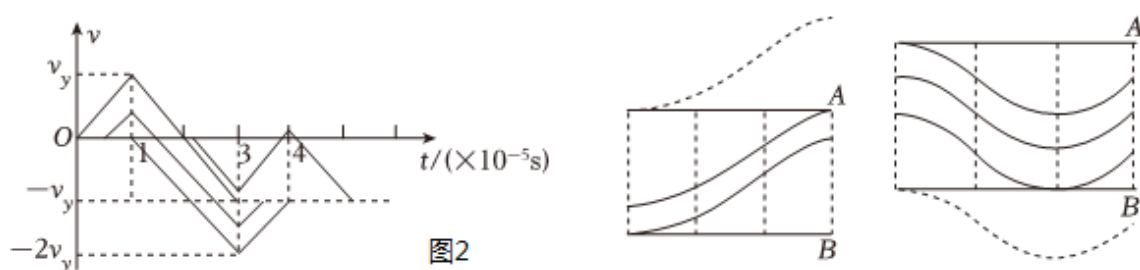
$$\text{竖直速度: } v_y = a t_1 = 2.0 \times 10^8 \text{ m/s}^2 \times 2 \times 10^{-5} \text{ s} = 4 \times 10^3 \text{ m/s}$$

$$\text{后一段满足: } y_2 = v_{1y} t_2 - \frac{1}{2} a t_2^2, \quad v_{2y} = v_{1y} - a t_2$$

$$\text{代入数据得: } y_2 = 3 \text{ cm}, \quad v_{2y} = 2 \times 10^3 \text{ m/s}$$

$$\text{即: } y_m = y_1 + y_2 = 4 \text{ cm} + 3 \text{ cm} = 7 \text{ cm}$$

(3) 由于粒子在电场中的运动时间等于电场变化的周期，由 $v-t$ 图像分析知，粒子离开电场的速度都相同。



故所有能从右侧射出金属板的粒子均相互平行射出，能被粒子打到的宽度即为粒子出电场的竖直方向位移差

$$t = (3n+1) \times 10^{-5} \text{ s} \quad (n=0, 1, 2, \dots) \text{ 时刻进入的粒子向上偏转的距离最大为 } 7 \text{ cm}$$

即某处进入的粒子最高可从 A 板边缘射出

$t = 3n \times 10^{-5} \text{ s} \quad (n=0, 1, 2, \dots)$ 时刻进入的粒子若能出电场，向下偏转的距离最大为： $y = 1 \text{ cm}$ ，但是在板间运动过程中向下的速度为零时，向下最大位移为 2 cm 。因此考虑这么一种粒子，在某位置出发，刚好向下位移最大 2 cm 到达 B 极板，随后再向上运动，此时该粒子为屏上粒子的最下端。

$$\text{故能被粒子打到的宽度即为出电场的竖直方向位移差: } \Delta h = d - y = 30 \text{ cm} - 1 \text{ cm} = 29 \text{ cm}$$

答：(1) 粒子离开加速电场时的速度大小为 $2 \times 10^4 \text{ m/s}$ ，打在屏 P 上的粒子在 A、B 板间的运动时间为 $3 \times 10^{-5} \text{ s}$ ；

(2) 沿 A、B 板中间虚线入射的粒子离开电场时在竖直方向的最大偏移量为 7 cm ；

(3) 荧光屏 P 能被粒子打到的长度为 29 cm 。