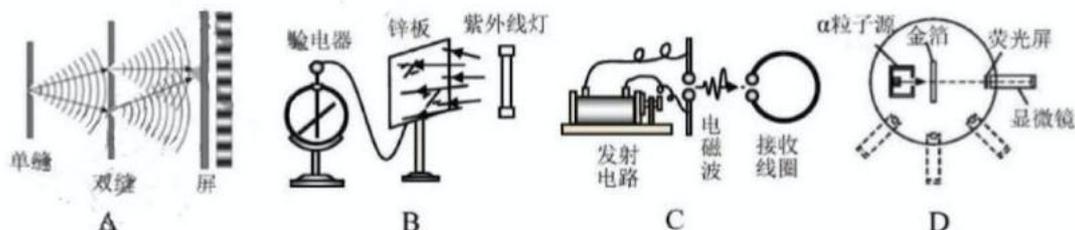


天津市高考物理试卷真题答案及解析

1. 在物理学发展的进程中，人们通过对某些重要物理实验的深入观察和研究，获得正确的理论认识。下列图示的实验中导致发现原子具有核式结构的是（ ）



【答案】D

【解析】导致发现原子具有核式结构的实验应该是 α 粒子散射实验，卢瑟福通过此实验提出原子核式结构，故D正确。

2. 北斗问天，国之夙愿。我国北斗三号系统的收官之星是地球静止轨道卫星，其轨道半径约为地球半径的7倍。与近地轨道卫星相比，地球静止轨道卫星



- A. 周期大
- B. 线速度大
- C. 角速度大
- D. 加速度大

【答案】A

【解析】本题根据卫星绕中心天体运动的规律，万有引力提供向心力 $G\frac{Mm}{r^2} = ma = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ ，线速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，角速度 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ，周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ，加速度 $a = \frac{GM}{r^2}$ ，由于静止轨道卫星的轨道半径比近地轨道卫星的轨道半径大，所以周期大、线速度小、角速度小、加速度小，故A正确。

3. 新冠肺炎疫情突发，中华儿女风雨同舟、守望相助，筑起了抗击疫情的巍峨长城。志愿者用非接触式体温测量仪，通过人体辐射的红外线测量体温，防控人员用紫外线灯在无人的环境下消杀病毒，为人民健康保驾护航。红外线和紫外线相比较

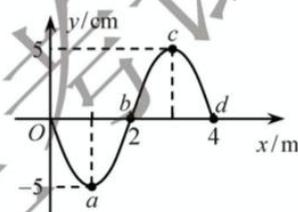
- A. 红外线的光子能量比紫外线的大
- B. 真空中红外线的波长比紫外线的长
- C. 真空中红外线的传播速度比紫外线的大
- D. 红外线能发生偏振现象，而紫外线不能

【答案】B

【解析】红外线的光子能量比紫外线的小，故A错误；真空中光速一致，红外线的波长比紫外线的长，故C错误，B正确；光是横波，所以都能发生偏振现象，故D错误。

4. 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，周期为 T ， $t=0$ 时的波形如图所示。 $t=\frac{T}{4}$ 时

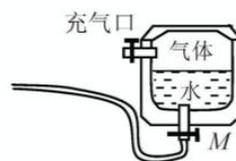
- A. 质点 a 速度方向沿 y 轴负方向
- B. 质点 b 沿 x 轴正方向迁移了 1 m
- C. 质点 c 的加速度为零
- D. 质点 d 的位移为 -5 cm



【答案】C

【解析】 $t=\frac{T}{4}$ 时，质点 a 速度方向沿 y 轴正方向，故 A 错误；质点不随波迁移，所以 B 错误；质点 c 在 $t=\frac{T}{4}$ 时到达平衡位置，加速度为 0，故 C 正确； $t=\frac{T}{4}$ 时， d 处于波峰，位移为 $+5\text{ cm}$ ，故 D 错误

5. 水枪是孩子们喜爱的玩具，常见的气压式水枪储水罐示意如图。从储水罐充气口充入气体，达到一定压强后，关闭充气口。扣动扳机将阀门 M 打开，水即从枪口喷出。若在水不断喷出的过程中，罐内气体温度始终保持不变，则气体



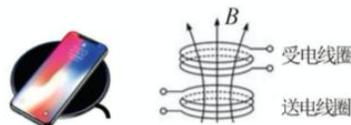
- A. 压强变大
- B. 对外界做功
- C. 对外界放热
- D. 分子平均动能变大

【答案】B

【解析】水不断喷出过程中，气体体积变大，但温度始终保持不变，根据 $\frac{pV}{T} = C$ 可知， p 减小，故 A 错误；体积变大，气体对外界做功，故 B 正确；根据热力学第一定律， $\Delta U = Q + W$ ，由于气体对外做功，所以 $W < 0$ ，气体温度始终不变，所以 $\Delta U = 0$ ，所以 $Q > 0$ ，故气体从外界吸热，C 错误；由于温度不变，所以分子平均动能不变，故 D 错误。

6. 手机无线充电是比较新颖的充电方式。如图所示，电磁感应式无线充电的原理与变压器类似，通过分别安装在充电基座和接收能量装置上的线圈，利用产生的磁场传递能量。当充电基座上的送电线圈通入正弦式交变电流后，就会在邻近的受电线圈中感应出电流，最终实现为手机电池充电。在充电过程中

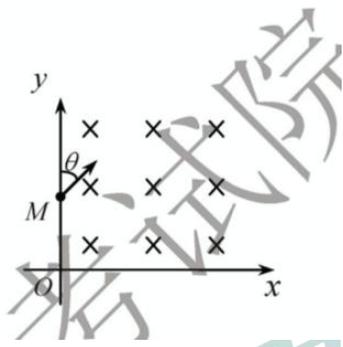
- A. 送电线圈中电流产生的磁场呈周期性变化
- B. 受电线圈中感应电流产生的磁场恒定不变
- C. 送电线圈和受电线圈通过互感现象实现能量传递
- D. 手机和基座无需导线连接，这样传递能量没有损失



【答案】AC

【解析】由于互感现象，所以送电线圈在受电线圈处产生周期性变化的磁场，在线圈中产生周期性变化的电流，而能量传递过程中有磁场的损失和热量的耗散，故选择 AC

7. 如图所示, 在 Oxy 平面的第一象限内存在方向垂直纸面向里, 磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。一带电粒子从 y 轴上的 M 点射入磁场, 速度方向与 y 轴正方向的夹角 $\theta = 45^\circ$ 。粒子经过磁场偏转后在 N 点 (图中未画出) 垂直穿过 x 轴。已知 $OM = a$, 粒子电荷量为 q , 质量为 m , 重力不计。则



- A. 粒子带负电荷
- B. 粒子速度大小为 $\frac{qBa}{m}$
- C. 粒子在磁场中运动的轨道半径为 a
- D. N 与 O 点相距 $(\sqrt{2}+1)a$

【答案】AD

【解析】根据题目可知, 粒子向下偏转, 所以根据左手定则判断, 粒子带负电荷, 故 A 正确; 根据几何关系可知, $r = \sqrt{2}a$, 根据 $Bqv = m\frac{v^2}{r}$, 得 $v = \frac{\sqrt{2}Ba q}{m}$, 故 BC 错误; NO 距离为 $a + r = (\sqrt{2} + 1)a$, 故 D 正确。

8. 复兴号动车在世界上首次实现速度 350 km/h 自动驾驶功能, 成为我国高铁自主创新的又一重大标志性成果。一列质量为 m 的动车, 初速度为 v_0 , 以恒定功率 P 在平直轨道上运动, 经时间 t 达到该功率下的最大速度 v_m , 设动车行驶过程所受到的阻力 F 保持不变。动车在时间 t 内



- A. 做匀加速直线运动
- B. 加速度逐渐减小
- C. 牵引力的功率 $P = Fv_m$
- D. 牵引力做功 $W = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

【答案】BC

【解析】本题描述的过程属于恒功率启动, 根据 $P = Fv$, $F - f = ma$, 联立可得 $\frac{P}{v} - f = ma$, 速度越大, 加速度越小, 故 A 错误, B 正确; 最大速度时牵引力和阻力相等, 所以 $P = fv_m$, 故 C 正确; 根据动能定理, $W - W_f = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 故 D 错误。

9. (12分)

(1) 某实验小组利用图1所示装置测定平抛运动的初速度。把白纸和复写纸叠放在一起固定在竖直木板上，在桌面上固定一个斜面，斜面的底边 ab 与桌子边缘及木板均平行。每次改变木板和桌边之间的距离，让钢球从斜面顶端同一位置滚下，通过碰撞复写纸，在白纸上记录钢球的落点。

① 为了正确完成实验，以下做法必要的是_____。

- A. 实验时应保持桌面水平
- B. 每次应使钢球从静止开始释放
- C. 使斜面的底边 ab 与桌边重合
- D. 选择对钢球摩擦力尽可能小的斜面

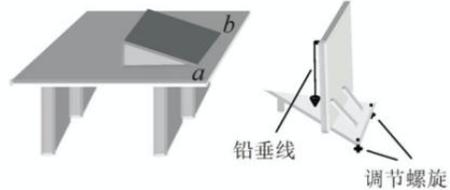


图1

② 实验小组每次将木板向远离桌子的方向移动0.2 m，在白纸上记录了钢球的4个落点，相邻两点之间的距离依次为15.0 cm、25.0 cm、35.0 cm，示意如图2。重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，钢球平抛的初速度为_____ m/s。



图2

③ 图1装置中，木板上悬挂一条铅垂线，其作用是_____。

【答案】 ① AB ② 2 ③ 方便将木板调整到竖直方向

【解析】

① 实验操作应确保钢球做的是平抛运动，所以初速度方向一定要水平，所以应保持桌面水平，并且不能让斜面的底边直接和桌边重合，故A正确C错误；每次释放小球都需要让它具有相同的抛出速度，所以一定要让钢球静止从相同高度释放，而摩擦力大小对于实验没有影响，故B正确，D错误。

② 平抛运动可分解为水平匀直和竖直方向的自由落体，所以可以根据竖直方向打出的点来计算时间间隔， $\Delta x = aT^2$ ，代入数据，可求得 $T=0.1\text{s}$ ，而水平方向 $x = v_0T$ ，所以 $v_0 = 2\text{m/s}$ 。

③ 铅垂线的作用就是确定竖直方向，并依据铅垂线，调整木板的方向

(2) 某实验小组选用以下器材测定电池组的电动势和内阻，要求测量结果尽量准确。

电压表 (量程 $0 \sim 3 \text{ V}$ ，内阻约为 $3 \text{ k}\Omega$)

电流表 (量程 $0 \sim 0.6 \text{ A}$ ，内阻约为 1Ω)

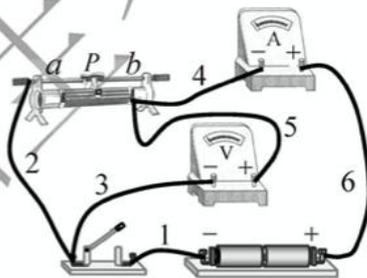
滑动变阻器 ($0 \sim 20 \Omega$ ，额定电流 1 A)

待测电池组 (电动势约为 3 V ，内阻约为 1Ω)

开关、导线若干

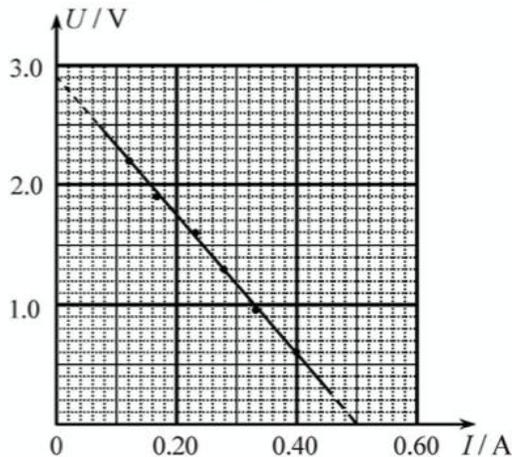
① 该小组连接的实物电路如图所示，经仔细检查，发现电路中有一条导线连接不当，这条导线对应的编号是_____。

② 改正这条导线的连接后开始实验，闭合开关前，滑动变阻器的滑片 P 应置于滑动变阻器的_____端。
(填“ a ”或者“ b ”)



③ 实验中发现调节滑动变阻器时，电流表读数变化明显但电压表读数变化不明显。为了解决这个问题，在电池组负极和开关之间串联一个阻值为 5Ω 的电阻，之后该小组得

到了几组电压表读数 U 和对应的电流表读数 I ，并作出 $U-I$ 图像，如图所示。根据图像可知，电池组的电动势为_____ V ，内阻为_____ Ω 。



【答案】① 5 ② a ③ 2.9 0.80

【解析】

① 电流表内阻已知，相对于电源内阻不可忽略，如果按照图示连接电流表分压引起误差比较大，所以 5 错误

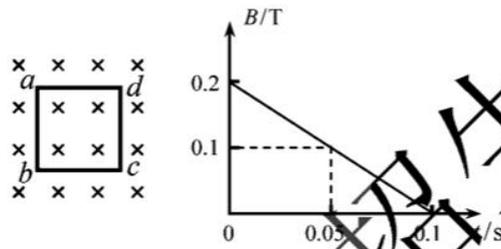
② 在电路接通之前，为了保护电路，需要把滑动变阻器滑到阻值最大处，保证电流不会过大

③ 由于串联了定值电阻，我们可以列出相应的式子： $E = U + I(R_0 + r)$ ，整理一下得到： $U = E - (R_0 + r)I$ ，所以图像中斜率为 $-(R_0 + r)$ ，纵截距为 E ，由此可以求出 $E=2.9V$ ， $r=0.80\Omega$ 。

10. (14分) 如图所示，垂直于纸面向里的匀强磁场，磁感应强度 B 随时间 t 均匀变化。

正方形硬质金属框 $abcd$ 放置在磁场中，金属框平面与磁场方向垂直，电阻 $R = 0.1\Omega$ ，边长 $l = 0.2\text{ m}$ 。求

- (1) 在 $t=0$ 到 $t=0.1\text{ s}$ 时间内，金属框中的感应电动势 E ；
- (2) $t=0.05\text{ s}$ 时，金属框 ab 边受到的安培力 F 的大小和方向；
- (3) 在 $t=0$ 到 $t=0.1\text{ s}$ 时间内，金属框中电流的电功率 P 。



【答案】(1) $E = 0.08V$ (2) $F=0.016N$ 方向垂直于 ab 向左 (3) $P=0.064W$

【解析】

(1) 在 $t=0$ 到 $t=0.1\text{ s}$ 的时间 Δt 内，磁感应强度的变化量 $\Delta B=0.2T$ ，设穿过金属框的磁通量变化量为 $\Delta\phi$ ，有： $\Delta\phi = \Delta B l^2$ ①

由于磁场均匀变化，金属框中产生的电动势是恒定的，为： $E = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ②

联立 ① ② 式，代入数据解得： $E = 0.08V$ ③

(2) 设金属框中的电流为 I ，由闭合电路欧姆定律得： $I = \frac{E}{R}$ ④

由图可知， $t=0.05\text{ s}$ 时，磁感应强度为 $B_1=0.1T$ ，金属框 ab 边受到的安培力

$F = B_1 I l$ ⑤

联立 ① ② ④ ⑤ 式，代入数据，得： $F=0.016N$ ⑥

方向垂直于 ab 向左

(3) 在 $t=0$ 到 $t=0.1\text{ s}$ 的时间 Δt 内，金属框中电流的电功率

$P = I^2 R$ ⑦

联立 ① ② ④ ⑦ 式，代入数据，得： $P=0.064W$

11. (16分) 长为 l 的轻绳上端固定, 下端系着质量为 m_1 的小球 A , 处于静止状态。 A 受到一个水平瞬时冲量后在竖直平面内做圆周运动, 恰好能通过圆周轨迹的最高点。当 A 回到最低点时, 质量为 m_2 的小球 B 与之迎面正碰, 碰后 A 、 B 粘在一起, 仍做圆周运动, 并能通过圆周轨迹的最高点。不计空气阻力, 重力加速度为 g , 求
- (1) A 受到的水平瞬时冲量 I 的大小;
 - (2) 碰撞前瞬间 B 的动能 E_k 至少多大?

【答案】(1) $I = m_1\sqrt{5gl}$ (2) $E_k = \frac{5gl(2m_1+m_2)^2}{2m_2}$

【解析】

(1) A 恰好能通过圆周轨迹的最高点, 此时轻绳的拉力刚好为 0, 设 A 在最高点的速度大小为 v , 由牛二律得:

$$m_1g = m_1\frac{v^2}{l} \quad ①$$

A 从最低点到最高点的过程中只有重力做功, 设最低点速度为 v_A , 有:

$$2m_1gl = \frac{1}{2}m_1v_A^2 - \frac{1}{2}m_1v^2 \quad ②$$

由动量定理, 有: $I = m_1v_A$ ③

联立 ① ② ③, 得:

$$I = m_1\sqrt{5gl} \quad ④$$

(2) 设两球粘在一起时的速度大小为 v_{AB} , A 、 B 粘在一起之后恰能通过圆周轨迹的最高点, 需要满足: $v_{AB} = v_A$ ⑤

要达到上述条件, 碰后两球速度方向应该与碰前 B 的速度方向相同, 以此为正方向, 设 B 碰前瞬间的速度大小为 v_B , 由动量守恒定律, 得:

$$m_2v_B - m_1v_A = (m_1 + m_2)v_{AB} \quad ⑥$$

$$\text{又 } E_k = \frac{1}{2}m_2v_B^2 \quad ⑦$$

联立 ① ② ⑤ ⑥ ⑦ 式, 得碰撞前 B 的动能 E_k 至少为

$$E_k = \frac{5gl(2m_1+m_2)^2}{2m_2} \quad ⑧$$

12. (18分) 多反射飞行时间质谱仪是一种测量离子质量的新型实验仪器,其基本原理如图所示,从离子源 A 处飘出的离子初速度不计,经电压为 U 的匀强电场加速后射入质量分析器。质量分析器由两个反射区和长为 l 的漂移管(无场区域)构成,开始时反射区 1、2 均未加电场,当离子第一次进入漂移管时,两反射区开始加上电场强度大小相等、方向相反的匀强电场,其电场强度足够大,使得进入反射区的离子能够反射回漂移管。离子在质量分析器中经多次往复即将进入反射区 2 时,撤去反射区的电场,离子打在荧光屏 B 上被探测到,可测得离子从 A 到 B 的总飞行时间。设实验所用离子的电荷量均为 q , 不计离子重力。

- (1) 求质量为 m 的离子第一次通过漂移管所用的时间 T_1 ;
- (2) 反射区加上电场, 电场强度大小为 E , 求离子能进入反射区的最大距离 x ;
- (3) 已知质量为 m_0 的离子总飞行时间为 t_0 , 待测离子的总飞行时间为 t_1 , 两种离子在质量分析器中反射相同次数, 求待测离子质量 m_1 。



【答案】(1) $T_1 = \sqrt{\frac{ml^2}{2Uq}}$ (2) $x = \frac{U}{E}$ (3) $m_1 = \left(\frac{t_1}{t_0}\right)^2 m_0$

【解析】

(1) 设离子经过加速电场加速后的速度大小为 v , 有:

$$Uq = \frac{1}{2}mv^2 \quad ①$$

离子在漂移管中做匀速直线运动, 有:

$$T_1 = \frac{l}{v} \quad ②$$

联立 ① ② 式, 得

$$T_1 = \sqrt{\frac{ml^2}{2Uq}} \quad ③$$

(2) 根据动能定理, 有:

$$qU - qEx = 0 \quad ④$$

$$x = \frac{U}{E} \quad ⑤$$

(3) 离子在加速电场中运动和反射区电场中每次单向运动均为匀变速直线运动, 平均速度

大小相等，设其为 \bar{v} ，有

$$\bar{v} = \frac{v}{2} \quad \text{⑥}$$

通过⑤式可知，离子在反射区的电场中运动路程是与离子本身无关的，所以不同离子在电场区运动的总路程相等，设为 L_1 ，在无场区的总路程设为 L_2 ，根据题目条件可知，离子在无场区速度大小恒为 v ，设离子的总飞行时间为 $t_{\text{总}}$ ，有：

$$t_{\text{总}} = \frac{L_1}{\bar{v}} + \frac{L_2}{v} \quad \text{⑦}$$

联立①⑥⑦式，得

$$t_{\text{总}} = (2L_1 + L_2) \sqrt{\frac{m}{2Uq}} \quad \text{⑧}$$

可见，离子从A到B的总飞行时间与 \sqrt{m} 成正比，由题意可得：

$$\frac{t_1}{t_0} = \sqrt{\frac{m_1}{m_0}}$$

可得：

$$m_1 = \left(\frac{t_1}{t_0}\right)^2 m_0 \quad \text{⑨}$$