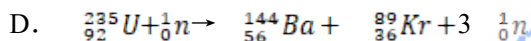
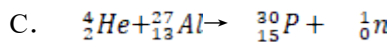
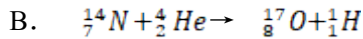
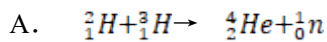


# 2017年天津市高考物理试卷解析版

## 参考答案与试题解析

一、选择题（每小题6分，共30分。每小题给出的四个选项中，只有一个选项是正确的）

1.（6分）我国自主研发制造的国际热核聚变核心部件在国际上率先通过权威机构认证，这是我国对国际热核聚变项目的重大贡献。下列核反应方程中属于聚变反应的是（ ）



【考点】JF：原子核的人工转变；JJ：裂变反应和聚变反应。

【专题】31：定性思想；43：推理法；54O：衰变和半衰期专题。

【分析】正确解答本题需要掌握：裂变、聚变的反应的特点，即可分析核反应的性质。

【解答】解：核聚变是指由质量小的原子，主要是指氘或氚，在一定条件下（如超高温和高压），发生原子核互相聚合作用，生成新的质量更重的原子核，并伴随着巨大的能量释放的一种核反应形式，

用快速粒子（天然射线或人工加速的粒子）穿入原子核的内部使原子核转变为另一种原子核的过程，这就是原子核的人工转变

由此可知：核反应方程  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$  是原子核的聚变反应；B与C属于原子核的人工核转变；D属于裂变反应；

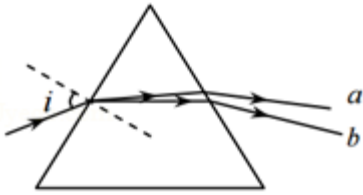
故只有A正确；BCD错误；

故选：A。

【点评】本题考查核反应的分类，要正确理解核裂变、聚变及其他相关核反应的性质，并掌握质量数守恒电荷数守恒分析核反应方程。

2.（6分）明代学者方以智在《阳燧倒影》中记载：“凡宝石面凸，则光成一条，有数棱则

必有一面五色”，表明白光通过多棱晶体折射会发生色散现象。如图所示，一束复色光通过三棱镜后分解成两束单色光 a、b，下列说法正确的是（ ）



- A. 若增大入射角  $i$ ，则  $b$  光先消失
- B. 在该三棱镜中  $a$  光波长小于  $b$  光
- C.  $a$  光能发生偏振现象， $b$  光不能发生
- D. 若  $a$ 、 $b$  光分别照射同一光电管都能发生光电效应，则  $a$  光的遏止电压低

【考点】H3：光的折射定律；IC：光电效应。

【专题】31：定性思想；43：推理法；54I：光电效应专题。

【分析】依据光的折射定律，判定两光的折射率大小，再根据  $\sin C = \frac{1}{n}$ ，即可判定各自临界角大小，进而可求解；

根据折射率的定义公式求解折射率，由折射定律得出折射率关系，就知道波长关系；

只要是横波，均能发生偏振现象；

根据  $qU_c = \frac{1}{2}mv_m^2$ ，结合光电效应方程  $\frac{1}{2}mv_m^2 = h\nu - W$ ，从而即可求解。

【解答】解：A、根据折射率定义公式  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ，从空气斜射向玻璃时，入射角相同，光线  $a$

对应的折射角较大，故光线  $a$  的折射率较小，即  $n_a < n_b$ ，若增大入射角  $i$ ，在第二折射面上，则两光的入射角减小，依据光从光密介质进入光疏介质，且入射角大于或等于临界角时，才能发生光的全反射，因此它们不会发生光的全反射，故 A 错误；

B、根据折射率定义公式  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ，从空气斜射向玻璃时，入射角相同，光线  $a$  对应的折

射角较大，故光线  $a$  的折射率较小，即  $n_a < n_b$ ，则在真空中  $a$  光波长大于  $b$  光波长，故 B 错误；

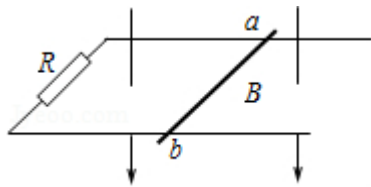
C、只要是横波，均能发生偏振现象，若  $a$  光能发生偏振现象， $b$  光一定能发生，故 C 错误；

D、a 光折射率较小，则频率较小，根据  $E=h\nu$ ，则 a 光光子能量较小，则 a 光束照射逸出光电子的最大初动能较小，根据  $qU_c = \frac{1}{2}mv_m^2$ ，则 a 光的遏止电压低，故 D 正确；

故选：D。

**【点评】** 本题关键依据光路图来判定光的折射率大小，然后根据折射率定义公式比较折射率大小，学会判定频率高低的方法，同时掌握光电效应方程，及遏止电压与最大初动能的关系。

3. (6 分) 如图所示，两根平行金属导轨置于水平面内，导轨之间接有电阻 R。金属棒 ab 与两导轨垂直并保持良好接触，整个装置放在匀强磁场中，磁场方向垂直于导轨平面向下。现使磁感应强度随时间均匀减小，ab 始终保持静止，下列说法正确的是 ( )



- A. ab 中的感应电流方向由 b 到 a
- B. ab 中的感应电流逐渐减小
- C. ab 所受的安培力保持不变
- D. ab 所受的静摩擦力逐渐减小

**【考点】** BB： 闭合电路的欧姆定律； CC： 安培力； D9： 导体切割磁感线时的感应电动势。

**【专题】** 31： 定性思想； 43： 推理法； 53C： 电磁感应与电路结合。

**【分析】** 根据楞次定律得出感应电流的方向，结合法拉第电磁感应定律判断感应电流是否不变，根据安培力公式分析安培力是否保存不变，结合平衡分析静摩擦力的变化。

**【解答】** 解： A、磁感应强度均匀减小，磁通量减小，根据楞次定律得，ab 中的感应电流方向由 a 到 b，故 A 错误。

B、由于磁感应强度均匀减小，根据法拉第电磁感应定律  $E = \frac{\Delta BS}{\Delta t}$  得，感应电动势恒定，

则 ab 中的感应电流不变，故 B 错误。

C、根据安培力公式  $F=BIL$  知，电流不变，B 均匀减小，则安培力减小，故 C 错误。

D、导体棒受安培力和静摩擦力处于平衡， $f=F$ ，安培力减小，则静摩擦力减小，故 D

正确。

故选：D。

**【点评】** 本题考查了法拉第电磁感应定律、楞次定律、安培力公式的基本运用，注意磁感应强度均匀变化，面积不变，则感应电动势不变，但是导体棒所受的安培力在变化。

4. (6分) “天津之眼”是一座跨河建设、桥轮合一的摩天轮，是天津市的地标之一。摩天轮悬挂透明座舱，乘客随座舱在竖直面内做匀速圆周运动。下列叙述正确的是 ( )



- A. 摩天轮转动过程中，乘客的机械能保持不变
- B. 在最高点，乘客重力大于座椅对他的支持力
- C. 摩天轮转动一周的过程中，乘客重力的冲量为零
- D. 摩天轮转动过程中，乘客重力的瞬时功率保持不变

**【考点】** 4A：向心力；52：动量定理；63：功率、平均功率和瞬时功率。

**【专题】** 31：定性思想；43：推理法；52C：功率的计算专题；52F：动量定理应用专题。

**【分析】** 根据机械能的定义分析机械能的变化情况；

根据向心力的来源分析重力和支持力的情况；

根据冲量的定义分析冲量；

根据瞬时功率计算式计算重力的瞬时功率。

**【解答】** 解 A、机械能等于重力势能和动能之和，摩天轮运动过程中，做匀速圆周运动，乘客的速度大小不变，则动能不变，但高度变化，所以机械能在变化，A 错误；

B、圆周运动过程中，在最高点，由重力和支持力的合力提供向心力  $F$ ，向心力指向下方，所以  $F = mg - N$ ，则支持力  $N = mg - F$ ，所以重力大于支持力，B 正确；

C、转动一周，重力的冲量为  $I = mgT$ ，不为零，C 错误；

D、运动过程中，乘客的重力大小不变，速度大小不变，但是速度方向时刻在变化，所以

重力的瞬时功率在变化，D 错误。

故选：B。

**【点评】** 本题涉及的知识点比较多，但是都考查了基本的公式，学习过程中一定要把最基础的概念和公式牢记，这样我们就能得心应手。

5. (6分) 手持较长软绳端点 O 以周期 T 在竖直方向上做简谐运动，带动绳上的其他质点振动形成简谐波沿绳水平传播，示意如图。绳上有另一质点 P，且 O、P 的平衡位置间距为 L。t=0 时，O 位于最高点，P 的位移恰好为零，速度方向竖直向上，下列判断正确的是 ( )



- A. 该简谐波是纵波  
B. 该简谐波的最大波长为 2L  
C.  $t = \frac{T}{8}$  时，P 在平衡位置上方  
D.  $t = \frac{3T}{8}$  时，P 的速度方向竖直向上

**【考点】** F4：横波的图象；F5：波长、频率和波速的关系。

**【专题】** 31：定性思想；43：推理法；51D：振动图像与波动图像专题。

**【分析】** 由横波、纵波的定义得到简谐波为横波；再由 P 的运动状态得到 OP 之间的距离与波长的关系，进而求得最大波长；根据 P 的运动状态可得之后任意时刻 P 的位置及速度。

**【解答】** 解：A、该简谐波上质点振动方向为竖直方向，波的传播方向为水平方向，两者垂直，故为横波，故 A 错误；

B、t=0 时，O 位于最高点，P 的位移恰好为零，速度方向竖直向上，故两者间的距离为

$$(n + \frac{1}{4})\lambda, n = 0, 1, 2, 3, \dots,$$

又有 O、P 的平衡位置间距为 L，则  $\lambda_{\max} = \frac{L}{\frac{1}{4}} = 4L$ ，故 B 错误；

C、 $t=0$  时，P 的位移恰好为零，速度方向竖直向上，那么， $t=\frac{T}{8}$  时，P 在平衡位置上方，

并向上运动，故 C 正确；

D、 $t=0$  时，P 的位移恰好为零，速度方向竖直向上，那么， $t=\frac{3T}{8}$  时，P 在平衡位置上方，

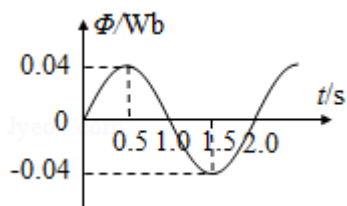
并向下运动，故 D 错误；

故选：C。

**【点评】** 在波的传播过程中，波上的质点并不随波的传播而运动，质点只在平衡位置附近做简谐运动；随波传播的只是波的形式和能量。

二、不定项选择题（每小题 6 分，共 18 分。每小题给出的四个选项中，都有多个选项是正确的。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，选错或不答的得 0 分）

6.（6 分）在匀强磁场中，一个 100 匝的闭合矩形金属线圈，绕与磁感线垂直的固定轴匀速转动，穿过该线圈的磁通量随时间按图示正弦规律变化。设线圈总电阻为  $2\Omega$ ，则（ ）



A.  $t=0$  时，线圈平面平行于磁感线

B.  $t=1\text{s}$  时，线圈中的电流改变方向

C.  $t=1.5\text{s}$  时，线圈中的感应电动势最大

D. 一个周期内，线圈产生的热量为  $8\pi^2\text{J}$

**【考点】** BH：焦耳定律；E3：正弦式电流的图象和三角函数表达式；E4：正弦式电流的最大值和有效值、周期和频率。

**【专题】** 32：定量思想；4C：方程法；53A：交流电专题。

**【分析】** 根据图象得到  $t=0$  时穿过线圈平面的磁通量大小，由此确定线圈的位置；根据图象斜率确定第感应电流方向和  $t=1.5\text{s}$  时感应电动势大小；计算此交流电的最大值和有效值，根据焦耳定律计算一个周期产生的热。

**【解答】** 解：A、根据图象可知，在  $t=0$  时穿过线圈平面的磁通量为零，所以线圈平面平行于磁感线，故 A 正确；

B、 $\Phi - t$  图象的斜率为  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，即表示磁通量的变化率，在  $0.5\text{s} \sim 1.5\text{s}$  之间，“斜率方向”不变，表示的感应电动势方向不变，则电流强度方向不变，故 B 错误；

C、根据法拉第电磁感应定律可得  $E = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，所以在  $t = 1.5\text{s}$  时，斜率为零，则感应电动势为零，故 C 错误；

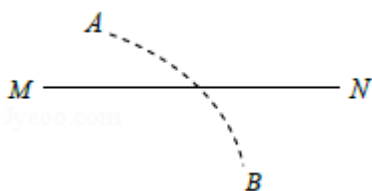
D、感应电动势的最大值为  $E_m = NBS\omega = N\Phi_m\omega = 100 \times 0.04 \times \frac{2\pi}{2} \text{V} = 4\pi \text{V}$ ，有效值  $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}\pi \text{V}$ ，根据焦耳定律可得一个周期产生的热为  $Q = \frac{E^2}{R}T = \frac{8\pi^2}{2} \times 2\text{J} = 8\pi^2\text{J}$ ，

故 D 正确。

故选：AD。

**【点评】** 本题考查交变电流产生过程中，感应电动势与磁通量、磁通量变化率的关系，关键抓住两个特殊位置：一是线圈与磁场垂直位置是磁通量最大的位置，该位置是电流方向改变的转换点；二是线圈与磁场平行位置，该位置磁通量为零，是电流强度增大与减小的转换点。

7. (6分) 如图所示，在点电荷 Q 产生的电场中，实线 MN 是一条方向未标出的电场线，虚线 AB 是一个电子只在静电力作用下的运动轨迹。设电子在 A、B 两点的加速度大小分别为  $a_A$ 、 $a_B$ ，电势能分别为  $E_{pA}$ 、 $E_{pB}$ 。下列说法正确的是 ( )



- A. 电子一定从 A 向 B 运动  
B. 若  $a_A > a_B$ ，则 Q 靠近 M 端且为正电荷  
C. 无论 Q 为正电荷还是负电荷一定有  $E_{pA} < E_{pB}$   
D. B 点电势可能高于 A 点电势

**【考点】** AE：电势能与电场力做功。

**【专题】** 31：定性思想；43：推理法；532：电场力与电势的性质专题。

**【分析】** 由运动轨迹得到电场力方向，进而得到电势的比较，从而根据加速度的比较得

到点电荷  $Q$  的正负。

**【解答】**解 A、由于不知道电子速度变化，由运动轨迹图不能判断电子向那个方向运动，故 A 错误；

B、若  $a_A > a_B$ ，则 A 点离点电荷  $Q$  更近即  $Q$  靠近 M 端；又由运动轨迹可知，电场力方向指向凹的一侧即左侧，所以，在 MN 上电场方向向右，那么  $Q$  靠近 M 端且为正电荷，故 B 正确；

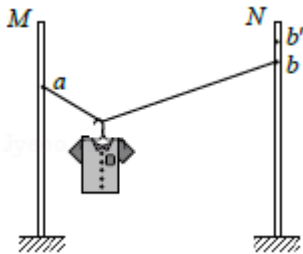
D、由 B 可知，电场线方向由 M 指向 N，那么 A 点电势高于 B 点，故 D 错误；

C、由 B 可知，电子所受电场力方向指向左侧，那么，若电子从 A 向 B 运动，则电场力做负功，电势能增加；若电子从 B 向 A 运动，则电场力做正功，电势能减小，所以，一定有  $E_{pA} < E_{pB}$  求解过程与  $Q$  所带电荷无关，只与电场线方向相关，故 C 正确；

故选：BC。

**【点评】**带电粒子在电场中运动，带正电的粒子电场力方向与电场线方向一致；带负电的粒子，电场力方向与电场线方向相反。

8. (6分) 如图所示，轻质不可伸长的晾衣绳两端分别固定在竖直杆 M、N 上的 a、b 两点，悬挂衣服的衣架钩是光滑的，挂于绳上处于静止状态。如果只人为改变一个条件，当衣架静止时，下列说法正确的是 ( )



- A. 绳的右端上移到  $b'$ ，绳子拉力不变
- B. 将杆 N 向右移一些，绳子拉力变大
- C. 绳的两端高度差越小，绳子拉力越小
- D. 若换挂质量更大的衣服，则衣服架悬挂点右移

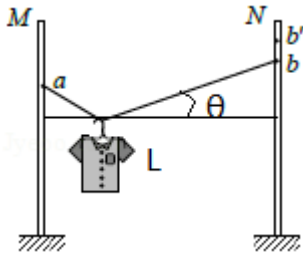
**【考点】**2G：力的合成与分解的运用；3C：共点力的平衡。

**【专题】**31：定性思想；42：等效替代法；527：共点力作用下物体平衡专题。

**【分析】**绳子两端上下移动时，两杆距离不变，据此分析两端绳子间夹角的变化情况，进而分析拉力的变化；

两杆之间距离发生变化时，分析两段绳子之间的夹角变化，进而分析拉力变化。

【解答】解：如图所示，两个绳子是对称的，与竖直方向夹角是相等的。



假设绳子的长度为  $X$ ，则  $X\cos\theta=L$ ，绳子一端在上下移动的时候，绳子的长度不变，两杆之间的距离不变，则  $\theta$  角度不变；

AC、两个绳子的合力向上，大小等于衣服的重力，由于夹角不变，所以绳子的拉力不变  
A 正确，C 错误；

B、当杆向右移动后，根据  $X\cos\theta=L$ ，即  $L$  变大，绳长不变，所以  $\theta$  角度减小，绳子与竖直方向的夹角变大，绳子的拉力变大，B 正确；

D、绳长和两杆距离不变的情况下， $\theta$  不变，所以挂的衣服质量变化，不会影响悬挂点的移动，D 错误。

故选：AB。

【点评】本题在判断绳子拉力的变化关键是把握一个合力的不变，然后分析绳子夹角的变化情况，而夹角的变化情况又与两杆距离有关，写出了距离与夹角关系，题目就会变的容易

### 三、解答题（共 6 小题，满分 72 分）

9.（4 分）我国自主研制的首艘货运飞船“天舟一号”发射升空后，与已经在轨运行的“天宫二号”成功对接形成组合体。假设组合体在距地面高度为  $h$  的圆形轨道上绕地球做匀速圆周运动，已知地球半径为  $R$ ，地球表面重力加速度为  $g$ ，且不考虑地球自转的影响。

则组合体运动的线速度大小为  $\underline{R\sqrt{\frac{g}{R+h}}}$ ，向心加速度大小为  $\underline{g\left(\frac{R}{R+h}\right)^2}$ 。



【考点】4F：万有引力定律及其应用。

【专题】31：定性思想；43：推理法；528：万有引力定律的应用专题。

【分析】地球表面重力与万有引力相等，卫星绕地球圆周运动万有引力提供圆周运动向心力，从而即可求解。

【解答】解：在地球表面的物体受到的重力等于万有引力，有：

$$mg = G \frac{Mm}{R^2}$$

$$\text{得： } GM = R^2g,$$

根据万有引力提供向心力有：

$$G \frac{mM}{(R+h)^2} = \frac{mv^2}{R+h},$$

$$\text{得： } v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{R^2g}{R+h}} = R \sqrt{\frac{g}{R+h}};$$

根据万有引力定律和牛顿第二定律可得，卫星所在处的加速度， $G \frac{mM}{(R+h)^2} = ma$ ,

$$\text{得 } a = \frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{R^2g}{(R+h)^2} = g \left( \frac{R}{R+h} \right)^2;$$

$$\text{故答案为： } R \sqrt{\frac{g}{R+h}}; g \left( \frac{R}{R+h} \right)^2.$$

【点评】本题主要考查在星球表面万有引力与重力相等，卫星绕地球圆周运动的向心力由万有引力提供，掌握规律是正确解题的关键。

10. (4分) 如图所示，打点计时器固定在铁架台上，使重物带动纸带从静止开始自由下落，利用此装置验证机械能守恒定律。

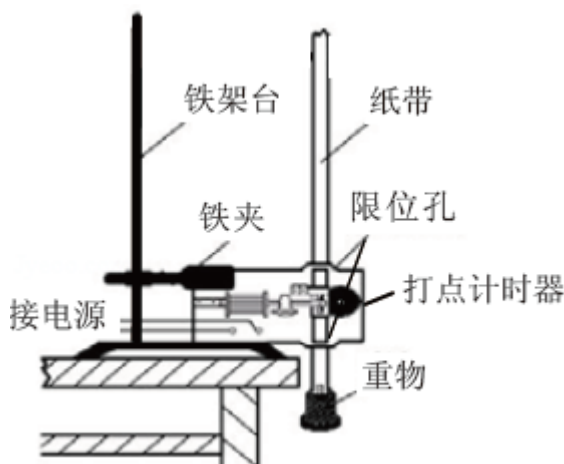
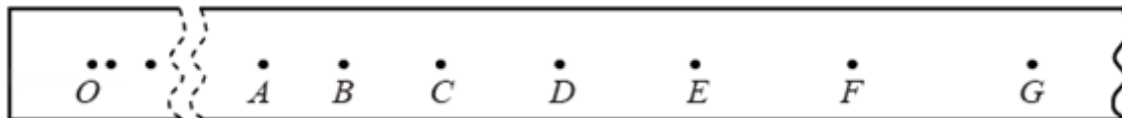
①对于该实验，下列操作中对减小实验误差有利的是 AB。

- A. 重物选用质量和密度较大的金属锤
- B. 两限位孔在同一竖直面内上下对正
- C. 精确测量出重物的质量
- D. 用手托稳重物，接通电源后，撒手释放重物

②某实验小组利用上述装置将打点计时器接到 50Hz 的交流电源上，按正确操作得到了一条完整的纸带，由于纸带较长，图中有部分未画出，如图所示。纸带上各点是打点计时器打出的计时点，其中 O 点为纸带上打出的第一个点。重物下落高度应从纸带上计时

点间的距离直接测出，利用下列测量值能完成验证机械能守恒定律的选项有 BC。

- A. OA、AD 和 EG 的长度                      B. OC、BC 和 CD 的长度  
C. BD、CF 和 EG 的长度                      D. AC、BD 和 EG 的长度



**【考点】** MD: 验证机械能守恒定律.

**【专题】** 13: 实验题; 31: 定性思想; 43: 推理法; 52E: 机械能守恒定律应用专题.

**【分析】** 根据实验原理，结合实验中的注意事项后分析解答；

依据这段时间内的平均速度等于中时刻瞬时速度，从而确定动能的变化，再依据重力势能表达式，进而确定其的变化，即可验证。

**【解答】** 解：

①A、实验供选择的重物应该相对质量较大、体积较小的物体，这样能减少摩擦阻力的影响，从而减小实验误差，故 A 正确。

B、为了减小纸带与限位孔之间的摩擦图甲中两限位孔必须在同一竖直线，这样可以减小纸带与限位孔的摩擦，从而减小实验误差，故 B 正确。

C、因为我们是比较  $mgh$ 、 $\frac{1}{2}mv^2$  的大小关系，故  $m$  可约去，不需要测量重锤的质量，对减小实验误差没有影响，故 C 错误。

D、实验时，先接通打点计时器电源再放手松开纸带，对减小实验误差没有影响，故 D 错误。

②根据这段时间内的平均速度等于中时刻瞬时速度，结合动能与重力势能表达式，

A、当 OA、AD 和 EG 的长度时，只有求得 F 点与 BC 的中点的瞬时速度，从而确定两者的动能变化，却无法求解重力势能的变化，故 A 错误；

B、当 OC、BC 和 CD 的长度时，同理，依据 BC 和 CD 的长度，可求得 C 点的瞬时速度，从而求得 O 到 C 点的动能变化，因知道 OC 间距，则可求得重力势能的变化，可以验证机械能守恒，故 B 正确；

C、当 BD、CF 和 EG 的长度时，依据 BD 和 EG 的长度，可分别求得 C 点与 F 点的瞬时速度，从而求得动能的变化，再由 CF 确定重力势能的变化，进而得以验证机械能守恒，故 C 正确；

D、当 AC、BD 和 EG 的长度时，依据 AC 和 EG 长度，只能求得 B 点与 F 点的瞬时速度，从而求得动能的变化，而 BF 间距不知道，则无法验证机械能守恒，故 D 错误；

故答案为：①AB； ②BC。

**【点评】**考查实验的原理，掌握如何处理实验误差的方法，理解验证机械能守恒的中，瞬时速度的求解，及重力势能的表达式的应用。

11. (10 分) 某探究性学习小组利用如图 1 所示的电路测量电池的电动势和内阻。其中电流表  $A_1$  的内阻  $r_1 = 1.0\text{k}\Omega$ ，电阻  $R_1 = 9.0\text{k}\Omega$ ，为了方便读数和作图，给电池串联一个  $R_0 = 3.0\Omega$  的电阻。

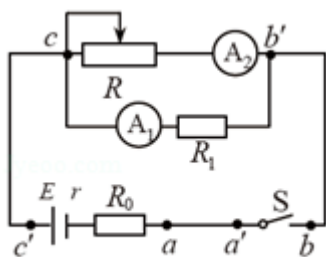


图1

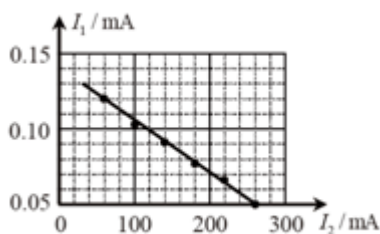


图2

①按图示电路进行连接后，发现  $aa'$ 、 $bb'$  和  $cc'$  三条导线中，混进了一条内部断开的导线。为了确定哪一条导线内部是断开的，将电键 S 闭合，用多用电表的电压挡先测量 a、b' 间电压，读数不为零，再测量 a、a' 间电压，若读数不为零，则一定是 aa' 导线断开；若读数为零，则一定是 bb' 导线断开。

②排除故障后，该小组顺利完成实验。通过多次改变滑动变阻器触头位置，得到电流表  $A_1$  和  $A_2$  的多组  $I_1$ 、 $I_2$  数据，作出图象如图 2。由  $I_1 - I_2$  图象得到的电池的电动势  $E = 1.4$  V，内阻  $r = 0.5 \Omega$ 。

**【考点】** N3：测定电源的电动势和内阻。

**【专题】** 13：实验题；23：实验探究题；32：定量思想；43：推理法；535：恒定电流专

题.

**【分析】**通过多用电表的电压示数是否为零，结合电路分析确定哪根导线断开。

根据闭合电路欧姆定律以及串并联电路的特点，得出两电流的表达式，结合图线的斜率和截距求出电动势和内阻的大小。

**【解答】**解 ①将电建 S 闭合，用多用电表的电压挡先测量 a、b' 间电压，读数不为零，可知 cc' 不断开，再测量 a、a' 间电压，若读数不为零，可知 bb' 间不断开，则一定是 aa' 间断开。若 aa' 间电压为零，则 bb' 导线断开。

②根据串并联电路的特点，结合闭合电路欧姆定律得： $E=U+Ir$ ，

则有： $E=I_1(R_1+r_1)+I_2(R_0+r)$ ，

可知  $I_1 = -\frac{I_2(r+3)}{10^4} + \frac{E}{10^4}$ ，纵轴截距  $\frac{E}{10^4} = 0.14 \times 10^{-3}$

解得： $E=1.4V$ ，

图线斜率的绝对值为： $\frac{r+3}{10^4} = \frac{(0.14-0.05) \times 10^{-3}}{260 \times 10^{-3}}$ ，解得  $r \approx 0.5\Omega$ 。

故答案为：①aa'，bb'，②1.4（1.36~1.44 均可） 0.5（0.4~0.6 均可）

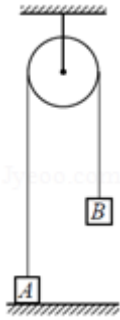
**【点评】**解决本题的关键确定故障的方法，对于图线问题，一般的解题思路是得出两物理量之间的关系式，结合图线斜率和截距进行求解，难度中等。

12.（16 分）如图所示，物块 A 和 B 通过一根轻质不可伸长的细绳连接，跨放在质量不计的光滑定滑轮两侧，质量分别为  $m_A=2\text{kg}$ 、 $m_B=1\text{kg}$ 。初始时 A 静止与水平地面上，B 悬于空中。先将 B 竖直向上再举高  $h=1.8\text{m}$ （未触及滑轮）然后由静止释放。一段时间后细绳绷直，A、B 以大小相等的速度一起运动，之后 B 恰好可以和地面接触。取  $g=10\text{m/s}^2$ 。

（1）B 从释放到细绳绷直时的运动时间 t；

（2）A 的最大速度 v 的大小；

（3）初始时 B 离地面的高度 H。



【考点】52：动量定理；6B：功能关系。

【专题】11：计算题；22：学科综合题；32：定量思想；43：推理法；52F：动量定理应用专题。

【分析】（1）根据自由落体规律计算运动时间；

（2）根据动量守恒定律计算 A 的最大速度；

（3）根据机械能守恒计算 B 离地面的高度 H。

【解答】解：（1）B 从释放到细绳刚绷直前做自由落体运动，有： $h = \frac{1}{2}gt^2$

代入数据解得： $t = 0.6 \text{ s}$ 。

（2）根据动量定理；以绳子运动方向为正方向；

对 A（取向上为正方向），则有： $F_2 t - m_A g t = m_A v'$ ，

对 B，则有： $-F_1 t + m_B g t = m_B v' - m_B v_B$ ；

而  $F_1 = F_2$

且  $v_B = 6 \text{ m/s}$ ，

得： $-gt = 2v' + v' - 6$

由于碰撞时间极短，因此有： $v' = 2 \text{ m/s}$

（3）细绳绷直后，A、B 一起运动，B 恰好可以和地面接触，说明此时 A、B 的速度为零，

这一过程中 A、B 组成的系统机械能守恒，有：

$$\frac{1}{2} (m_A + m_B) v'^2 + m_B g H = m_A g H$$

代入数据解得： $H = 0.6 \text{ m}$ 。

答：（1）运动时间为 0.6s；

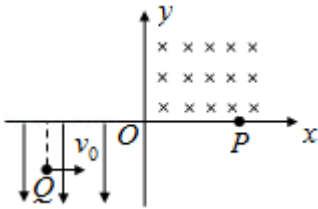
（2）A 的最大速度的大小为 2m/s；

(3) 初始时 B 离地面的高度为 0.6m。

**【点评】**本题是一道综合题，但是仅仅是各个知识点的组合，一个问题涉及一个知识点，不是很难。在处理第三问的时候，使用了整体法，系统机械能守恒，这种情况经常遇到，平时多练习。

13. (18 分) 平面直角坐标系  $xOy$  中，第 I 象限存在垂直于平面向里的匀强磁场，第 III 象限存在沿  $y$  轴负方向的匀强电场，如图所示。一带负电的粒子从电场中的 Q 点以速度  $v_0$  沿  $x$  轴正方向开始运动，Q 点到  $y$  轴的距离为到  $x$  轴距离的 2 倍。粒子从坐标原点 O 离开电场进入磁场，最终从  $x$  轴上的 P 点射出磁场，P 点到  $y$  轴距离与 Q 点到  $y$  轴距离相等。不计粒子重力，求：

- (1) 粒子到达 O 点时速度的大小和方向；
- (2) 电场强度和磁感应强度的大小之比。



**【考点】**AK：带电粒子在匀强电场中的运动；CI：带电粒子在匀强磁场中的运动。

**【专题】**11：计算题；22：学科综合题；32：定量思想；4C：方程法；537：带电粒子在复合场中的运动专题。

**【分析】**(1) 在电场中，粒子做类平抛运动，根据  $x$  轴方向的匀速直线运动和  $y$  方向的匀加速直线运动列方程求解；

(2) 粒子在电场中受到的电场力由牛顿第二定律求解加速度，再根据速度位移关系求解电场强度；根据粒子所受的洛伦兹力提供向心力得到半径计算公式，再根据几何关系得到半径大小，由此求解磁感应强度大小，然后求解比值。

**【解答】**解：(1) 在电场中，粒子做类平抛运动，设 Q 点到  $x$  轴的距离为  $L$ ，到  $y$  轴的距离为  $2L$ ，粒子的加速度为  $a$ ，运动时间为  $t$ ，有

$$\text{沿 } x \text{ 轴正方向：} 2L = v_0 t, \quad (1)$$

$$\text{竖直方向根据匀变速直线运动位移时间关系可得：} L = \frac{1}{2} a t^2 \quad (2)$$

设粒子到达 O 点时沿  $y$  轴方向的分速度为  $v_y$

$$\text{根据速度时间关系可得：} v_y = a t \quad (3)$$

设粒子到达 O 点时速度方向与 x 轴方向的夹角为  $\alpha$ ，有  $\tan\alpha = \frac{v_y}{v_0}$  ④

联立①②③④式得： $\alpha = 45^\circ$  ⑤

即粒子到达 O 点时速度方向与 x 轴方向的夹角为  $45^\circ$  角斜向上。

设粒子到达 O 点时的速度大小为  $v$ ，由运动的合成有

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{2}v_0;$$

(2) 设电场强度为  $E$ ，粒子电荷量为  $q$ ，质量为  $m$ ，粒子在电场中受到的电场力为  $F$ ，

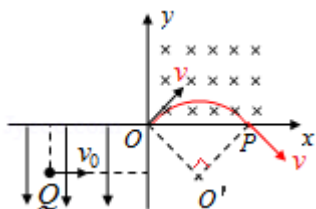
由牛顿第二定律可得： $qE = ma$  ⑧

由于  $v_y^2 = 2aL$

$$\text{解得：} E = \frac{mv_0^2}{2qL} \text{ ⑨}$$

设磁场的磁感应强度大小为  $B$ ，粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径为  $R$ ，所受的洛伦

兹力提供向心力，有  $qvB = m\frac{v^2}{R}$  ⑩



由于 P 点到 O 点的距离为  $2L$ ，则由几何关系可知  $R = \sqrt{2}L$

$$\text{解得：} B = \frac{mv_0}{qL} \text{ ⑪}$$

$$\text{联立⑨⑪式得} \frac{E}{B} = \frac{v_0}{2}.$$

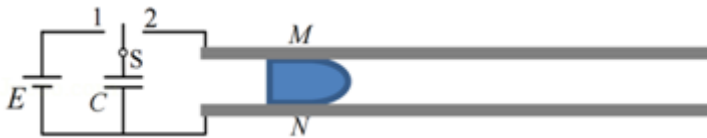
答：(1) 粒子到达 O 点时速度的大小为  $\sqrt{2}v_0$ ，方向 x 轴方向的夹角为  $45^\circ$  角斜向上。

(2) 电场强度和磁感应强度的大小之比为  $\frac{v_0}{2}$ 。

**【点评】** 有关带电粒子在匀强电场中的运动，可以根据带电粒子受力情况，用牛顿第二定律求出加速度，结合运动学公式确定带电粒子的速度；

对于带电粒子在磁场中的运动情况分析，一般是确定圆心位置，根据几何关系求半径，结合洛伦兹力提供向心力求解未知量；根据周期公式结合轨迹对应的圆心角求时间。

14. (20分) 电磁轨道炮利用电流和磁场的作用使炮弹获得超高速，其原理可用来研制新武器和航天运载器。电磁轨道炮示意如图，图中直流电源电动势为  $E$ ，电容器的电容为  $C$ 。两根固定于水平面内的光滑平行金属导轨间距为  $l$ ，电阻不计。炮弹可视为一质量为  $m$ 、电阻为  $R$  的金属棒  $MN$ ，垂直放在两导轨间处于静止状态，并与导轨良好接触。首先开关  $S$  接 1，使电容器完全充电。然后将  $S$  接至 2，导轨间存在垂直于导轨平面、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场（图中未画出）， $MN$  开始向右加速运动。当  $MN$  上的感应电动势与电容器两极板间的电压相等时，回路中电流为零， $MN$  达到最大速度，之后离开导轨。问：



- (1) 磁场的方向；
- (2)  $MN$  刚开始运动时加速度  $a$  的大小；
- (3)  $MN$  离开导轨后电容器上剩余的电荷量  $Q$  是多少。

**【考点】** 52：动量定理；BB：闭合电路的欧姆定律；D9：导体切割磁感线时的感应电动势。

**【专题】** 11：计算题；22：学科综合题；32：定量思想；43：推理法；53C：电磁感应与电路结合。

**【分析】** (1) 根据通过  $MN$  电流的方向，结合左手定则得出磁场的方向。

(2) 根据欧姆定律得出  $MN$  刚开始运动时的电流，结合安培力公式，根据牛顿第二定律得出  $MN$  刚开始运动时加速度  $a$  的大小。

(3) 开关  $S$  接 2 后， $MN$  开始向右加速运动，速度达到最大值  $v_{\max}$  时，根据电动势和电荷量的关系，以及动量定理求出  $MN$  离开导轨后电容器上剩余的电荷量  $Q$ 。

**【解答】** 解：(1) 电容器上端带正电，通过  $MN$  的电流方向向下，由于  $MN$  向右运动，根据左手定则知，磁场方向垂直于导轨平面向下。

(2) 电容器完全充电后，两极板间电压为  $E$ ，当开关  $S$  接 2 时，电容器放电，设刚放电时流经  $MN$  的电流为  $I$ ，有：

$$I = \frac{E}{R} \dots \textcircled{1}$$

设 MN 受到的安培力为 F，有：

$$F = I l B \dots \textcircled{2}$$

由牛顿第二定律有：

$$F = ma \dots \textcircled{3}$$

联立①②③式：得  $a = \frac{BEI}{mR} \dots \textcircled{4}$

(3) 当电容器充电完毕时，设电容器上电量为  $Q_0$ ，有：

$$Q_0 = CE \dots \textcircled{5}$$

开关 S 接 2 后，MN 开始向右加速运动，速度达到最大值  $v_{\max}$  时，设 MN 上的感应电动势为  $E'$ ，有：

$$E' = Blv_{\max} \dots \textcircled{6}$$

依题意有： $E' = \frac{Q}{C} \dots \textcircled{7}$

设在此过程中 MN 的平均电流为  $\bar{I}$ ，MN 上受到的平均安培力为  $\bar{F}$ ，有： $\bar{F} = B\bar{I}l \dots \textcircled{8}$

由动量定理，有  $\bar{F} \Delta t = mv_{\max} - 0 \dots \textcircled{9}$

$$\text{又 } \bar{I} \Delta t = Q_0 - Q \dots \textcircled{10}$$

联立⑤⑥⑦⑧⑨⑩式得： $Q = \frac{B^2 l^2 C^2 E}{m + B^2 l^2 C}$

答：(1) 磁场的方向为垂直于导轨平面向下；

(2) MN 刚开始运动时加速度  $a$  的大小为  $\frac{BEI}{mR}$ ；

(3) MN 离开导轨后电容器上剩余的电荷量  $Q$  是  $\frac{B^2 l^2 C^2 E}{m + B^2 l^2 C}$ 。

**【点评】** 本题是电磁感应与电路、力学知识的综合，解决这类题目的基本思路是对研究对象正确进行受力分析，弄清运动形式，然后依据相应规律求解，对于第三问，注意电流在变化，安培力在变化，结合动量定理，通过平均电流，结合通过的电量进行求解。