参考答案与详解

2021年1月浙江省普通高校招生选考科目考试 · 物理

本站自编 | 共 22 题

本题答案与解析由逐光知理物理教研组依据原卷独立编撰，选择题给出答案键，非选择题给出关键公式与演算过程，供校核使用。公式与物理量按 *Times New Roman* 斜体排版。

1 D	**2** C	**3** A	**4** D	**5** D	**6** C
7 C	**8** B	**9** A	**10** B	**11** C	**12** B
13 D	**14** ABD	**15** AD	**16** BD		

1．答案：D

A．N 不是国际单位制基本单位，根据冲量的定义 $I=Ft$ 可知，$\mathrm{N\cdot s}$ 是冲量的单位，A 错误；

B．根据功率的计算公式 $P=Fv$ 可知功率的单位可以表示为 $\mathrm{N\cdot m/s}$，但 N 不是国际单位制基本单位，B 错误；

C．根据动量的定义 $p=mv$ 可知，$\mathrm{kg\cdot m/s}$ 是动量的单位，C 错误；

D．根据 $P=Fv$ 可知功率的单位可以表示为 $\mathrm{N\cdot m/s}$，结合 $F=ma$ 可知 $\mathrm{N=kg\cdot m/s^2}$，则功率的单位 $\mathrm{W=N\cdot m/s=kg\cdot m^2/s^3}$，D 正确。

故选 D。

2．答案：C

【考点】光电效应 $E_k=h\nu-W_0$，光子能量 $E=h\nu$；玻尔模型能级差决定吸收或辐射光子频率。

【审题】2020 年 12 月我国科学家在量子计算领域取得了重大成果，构建了一台 76 个光子 100 个模式的量子计算机“九章”，它处理“高斯玻色取样”的速度比目前最快的超级计算机“富岳”快一百万亿倍。关于量子，下列说法正确的……。解题时先配平核反应方程，再算质量亏损或能级差，最后用 $E=mc^2$ 或 $h\nu$ 求能量。

【解析】量子是不可分割的最小的单元，体现了物质的不连续性，即通常所说的“量子化”。

故选 C。

【知识锚点】光电效应 $E_k=h\nu-W_0$，光子能量 $E=h\nu$；玻尔模型能级差决定吸收或辐射光子频率。

【选项研判】正确选项为 C；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。

【答案】C

【模型提炼】近代物理题按“守恒—能级—能量”分析。

【易错提醒】不要认为半衰期随温度变化；也不要漏掉核反应中的光子或中微子。

3．答案：A

【考点】功是力在位移方向上的累积，$W = Fl\cos\theta$；动能定理 $W_{\text{net}} = \Delta E_k$，机械能守恒的条件是只有重力或弹力做功。

【审题】2020 年 11 月 10 日，我国“奋斗者”号载人潜水器在马里亚纳海沟成功坐底，坐底深度 10909m。“奋斗者”号照片下列情况中“奋斗者”号一定可视为质点的是。解题时先选研究过程，再算各力做功，最后用动能定理或机械能守恒列式。

【解析】A．估算潜水器下降的总时间时，潜水器的大小和形状相对运动的轨迹可以忽略，可以视为质点，A 正确；

BD．用推进器使其转弯时和科学家在其舱内进行实验时，都需要研究潜水器本身的特点，不可视为质点，BD 错误；

C．在海沟中穿越窄缝时，潜水器的大小和形状相对窄缝，尺寸不可以忽略，不可视为质点，C 错误。

故选 A。

【选项研判】正确选项为 A；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。

【答案】A

【模型提炼】能量题优先看“有哪些力做功、是否有摩擦、是否守恒”。

【易错提醒】不要漏掉摩擦力做负功，也不要把“匀速”误认为机械能守恒。

4．答案：D

选项 A：小车在水平方向向左加速，加速度不为零。除重力与支持力外，小车必然还受木板对它的摩擦力（及可能的牵引力），只受重力和支持力不能产生水平方向的加速度，错误。

选项 B：木板保持静止，小车向左加速，说明木板对小车水平方向的作用力（静摩擦力）向左；木板对小车的作用力是竖直向上的支持力与水平向左的静摩擦力的合力，方向斜向左上方，不是水平向左，错误。

选项 C：木板对小车的作用力与小车对木板的作用力是一对作用力与反作用力，由牛顿第三定律，二者大小一定相等，错误。

选项 D：由牛顿第三定律，作用力与反作用力大小一定相等，正确。

答案：D。

5．答案：D

【考点】平行板电容器 $C = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$，$U = \frac{Q}{C}$；导体达到静电平衡后内部场强为零，整个导体是等势体。

【审题】是某一带电导体周围的电场线与等势面。解题时先判断电场方向与疏密，再比较电势高低，最后结合电荷正负判断电势能。

【解析】A．带电导体处于静电平衡状态，导体内部的场强处处为 0，导体表面为等势面，整个导体为一个等势体，A 错误；

B．沿电场线方向电势降低，所以 A、C 两点的电势大于 B 点的电势，B 错误；

C．电场线的疏密程度表示电场强度的强弱，所以 B 点的电场强度小于 A 点的电场强度，C 错误；

D．根据 $E_p = q\varphi$ 可知，正电荷从高电势 A 点沿虚线移动到低电势 B 点，电势能减小，电场力做正功，D 正确。

故选 D。

【选项研判】正确选项为 D；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。

【答案】D

【模型提炼】静电场题按“场强—电势—电势能—做功”顺序分析。

【易错提醒】负电荷在电势高处电势能反而小；电场线弯曲时，粒子轨迹一般不与电场线重合。

6．答案：C

A．同学坐在轮胎上从静止开始沿雪道下滑，做加速运动，受力分析可得。

根据牛顿第二定律可知加速度 $a = g\sin\theta - \mu g\cos\theta$，又因为 μ 相同，所以同学们做匀加速直线运动，A 错误；

B．下滑过程中摩擦力做负功，雪道上的同学们机械能减小，B 错误；

C．根据匀加速直线运动位移与时间的关系 $s = \frac{1}{2}at^2$，可知同学们前后距离随着时间不断增大，也可以从速度的角度分析，同学们做匀加速直线运动，随着时间的增加，速度越来越大，相等时间内通过的位移越来越大，所以同学们前后距离随着时间不断增大，C 正确；

D．各同学质量可能不同，所以重力沿雪道向下的分力 $mg\sin\theta$ 也可能不相同，D 错误。

故选 C。

7．答案：C

【考点】万有引力提供天体做圆周运动的向心力：$G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$。

【解析】根据

$G\frac{m_2 m}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$

可得

$v = \sqrt{\frac{Gm_2}{r}} = \sqrt{\frac{6.67\times10^{-11}\times7.3\times10^{22}}{(1.7\times10^3+200)\times10^3}}\,\text{m/s} = 1.6\times10^3\,\text{m/s}$

故选 C。

【选项研判】正确选项为 C；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。

【答案】C

【模型提炼】天体运动题围绕“一个方程、两个半径、三个参量”展开。

【易错提醒】不要混淆天体半径与轨道半径；也不要把第一宇宙速度与发射速度混为一谈。

8．答案：B

（1）根据螺线管内部的磁感线分布可知，在螺线管的内部，越接近于中心位置，磁感线分布越均匀，越接近两端，磁感线越不均匀，可知螺线管越长，内部的磁场越接近匀强磁场。

故选 B。

9．答案：A

运动员重心做斜抛运动，只受重力，任意相等时间间隔内速度的变化量 $\Delta v = g\Delta t$ 相同，A 对。A、D 两位置速度大小相同但方向不同，B 错；从 A 到 B 与从 C 到 D 的竖直位移不同，所用时间不同，C 错；重心最高点不在 B、C 的正中间，D 错。选 A。

10．答案：B

A．光的波动性是光的本性，个别光子也能表现出概率波特征（单光子干涉），并非光子之间相互作用的结果，错误。

B．玻尔把普朗克的量子概念引入原子结构，提出定态与跃迁假说，成功解释氢光谱，正确。

C．光电效应证明光子具有能量 $h\nu$、揭示光的粒子性；证明光子具有动量 $p = h/\lambda$ 的是康普顿效应，错误。

D．α 射线使周围空气电离，空气中的负离子被带正电的小球吸引而中和电荷，验电器带电量减小，张角变小，错误。

故选 B。

11．答案：C

【考点】理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$，热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$；温度是分子平均动能的标志。

【审题】一辆汽车在水平高速公路上以 80km/h 的速度匀速行驶，其 1s 内能量分配情况则汽车。解题时先确定气体状态参量，再判断过程类型，最后列状态方程或热力学第一定律。

【解析】A．由图可知，发动机 1s 内克服转动阻力做功为 $0.45\times10^4\text{J}$，则输出功率为 $P=\frac{W}{t}=\frac{0.45\times10^4}{1}\text{W}=4.5\text{kW}$。选项 A 错误；

BCD．每 1s 消耗的燃料有 $6.9\times10^4\text{J}$ 进入发动机，则最终转化成的内能的量为 $6.9\times10^4\text{J}$，选项 C 正确，BD 错误。故选 C。

【选项研判】正确选项为 C；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。

【答案】C

【模型提炼】热学题按“状态参量—过程—能量”三步建模。

【易错提醒】不要把热量与内能等同；也不要忽略做功的正负号。

12．答案：B

A．爆炸时，水平方向，根据动量守恒定律可知 $m_1v_1-m_2v_2=0$

因两块碎块落地时间相等，则 $m_1x_1-m_2x_2=0$

则 $\frac{x_1}{x_2}=\frac{m_2}{m_1}=\frac{1}{2}$

则两碎块的水平位移之比为 $1:2$，而从爆炸开始抛出到落地的位移之比不等于 $1:2$，选项 A 错误；

B．设两碎片落地时间均为 t，由题意可知

$\frac{(5-t)v_x}{(6-t)v_x}=\frac{1}{2}$

解得 $t=4\text{s}$

爆炸物的爆炸点离地面高度为

$h=\frac{1}{2}gt^2=\frac{1}{2}\times10\times4^2\text{m}=80\text{m}$

选项 B 正确；

CD．爆炸后质量大的碎块的水平位移 $x_1=(5-4)\times340\text{m}=340\text{m}$

质量小的碎块的水平位移 $x_2=(6-4)\times340\text{m}=680\text{m}$

爆炸后两碎块落地点之间的水平距离为 $340\text{m}+680\text{m}=1020\text{m}$

质量大的碎块的初速度为

$v_{10}=\frac{x_1}{t}=\frac{340}{4}\text{m/s}=85\text{m/s}$

选项 CD 错误。

故选 B。

13．答案：D

A．简谐波Ⅰ和Ⅱ的波长均为 0.48m，选项 A 错误；

B．从波形 1 到波形 5 经历的时间为 $\frac{1}{2}T$，则 $\frac{1}{2}T=4\times0.12\text{s}$，可得简谐波Ⅰ和Ⅱ的周期均为 $T=0.96\text{s}$。选项 B 错误；

C．绳上各点中加强点和减弱点振幅不相同，选项 C 错误；

D．AC 两点均为振动减弱点，则两波源到两点的距离之差分别为 $\frac{\lambda}{2}(2n+1)$ 和 $\frac{\lambda}{2}(2n-1)$，则两波源到 A 点和 C 点的路程差之差的绝对值是 $|\frac{\lambda}{2}(2n+1)-\frac{\lambda}{2}(2n-1)|=\lambda=0.48\text{m}$。选项 D 正确。

故选 D。

14．答案：ABD

【考点】核反应遵守质量数守恒和电荷数守恒；半衰期由核本身决定，与温度、压强无关。

【审题】是我国全超导托卡马克核聚变实验装置。2018 年 11 月，该装置实现了 $1\times10^{8}\,^{\circ}\mathrm{C}$ 等离子体运行等多项重大突破，为未来和平利用聚变能量迈出了重要一步。关于核……。解题时先配平核反应方程，再算质量亏损或能级差，最后用 $E=mc^{2}$ 或 $h\nu$ 求能量。

【解析】A．聚变又叫热核反应，选项 A 正确；

B．太阳就是一个巨大的热核反应堆，选项 B 正确；

C．要使轻核发生聚变，必须使它们的距离达到 $10^{-15}\mathrm{m}$ 以内，核力才能起作用，那么热核反应时要将轻核加热到很高的温度，使它们具有足够的动能来克服核力而聚变在一起形成新的原子核，即高温能使轻核克服核力而聚变，但不是能使所有的原子核克服核力而聚变，选项 C 错误；

D．对相同质量的核燃料，轻核聚变比重核裂变产能多，选项 D 正确。

故选 ABD。

【选项研判】正确选项为 ABD；多选题须逐项独立核验，选对但不全得部分分。

【答案】ABD

【模型提炼】近代物理题按“守恒—能级—能量”分析。

【易错提醒】不要认为半衰期随温度变化；也不要漏掉核反应中的光子或中微子。

15．答案：AD

【考点】简谐运动的回复力 $F=-kx$，周期由系统本身决定；机械波的波速由介质决定，频率由波源决定，$\lambda=vT$。

【审题】为了提高松树上松果的采摘率和工作效率，工程技术人员利用松果的惯性发明了用打击杆、振动器使松果落下的两种装置，如图 、 所示。则。解题时先读周期、波长、振幅，再判断传播方向与质点振动方向，最后算路程。

【解析】A．根据共振的条件，当振动器的频率等于树木的固有频率时产生共振，此时落果效果最好，而不同的树木的固有频率不同，针对不同树木，落果效果最好的振动频率可能不同，选项 A 正确；

B．当振动器的振动频率等于树木的固有频率时产生共振，此时树干的振幅最大，则随着振动器频率的增加，树干振动的幅度不一定增大，选项 B 错误；

C．打击杆对不同粗细树干打击的振动频率不同，则打击结束后，树干的振动频率不都是相同的，选项 C 错误；

D．树干在振动器的振动下做受迫振动，则稳定后，不同粗细树干的振动频率始终与振动器的振动频率相同，选项 D 正确。

故选 AD。

【选项研判】正确选项为 AD；多选题须逐项独立核验，选对但不全得部分分。

【答案】AD

【模型提炼】振动与波题按“波源—介质—波形—质点”四层关系分析。

【易错提醒】波速不等于质点振动速度；增大波源频率不会改变同一介质中的波速。

16．答案：BD

A．当线框转动时，框内电流方向每经过中性面一次都要变化一次，则选项 A 错误；

B．由图可知，电动势的最大值为 U_m，选项 B 正确；

C．线圈转过半周，则流过电阻的电荷量为

$q=\bar{I}\Delta t=\frac{\bar{E}}{R}\Delta t=\frac{\Delta\Phi}{R}=\frac{2BL^2}{R}$

则金属框转过一周流过电阻的电荷量为

$q'=2q=\frac{4BL^2}{R}$

D．因为 $U_m=B\omega L^2$，则 $\omega=\frac{U_m}{BL^2}$

金属框转过一周电阻产生的焦耳热

$Q=\frac{U_m^2}{2R}T=\frac{U_m^2}{2R}\cdot\frac{2\pi}{\omega}=\frac{\pi U_m BL^2}{R}$

选项 D 正确。

故选 BD。

17．答案：（1）ACD

（2）Ⅱ

（3）能

（4）光路图如图所示，$n=\frac{\sin i}{\sin r}$

（1）①A．题中需要将盘和砝码的重力可当作牵引力，所以首先需要补偿小车受到阻力的影响，即抬高长木板右端，小车在不接盘和砝码的情况下，轻推小车，使小车做匀速直线运动，说明小车重力沿斜面的分力与小车所受阻力等大反向，A 正确；

D．然后挂上盘与砝码 m，根据牛顿第二定律 $mg-T=ma$

对小车 M，根据牛顿第二定律 $T=Ma$

两式相比解得绳子拉力 $T=\frac{M}{M+m}mg=\frac{1}{1+\frac{m}{M}}mg$

当满足盘和砝码的总质量远小于小车的质量，即 $T=mg$，盘和砝码的重力可当作牵引力，D 正确；

B．实验过程中摩擦阻力无法消除，本实验装置无法验证“机械能守恒定律”，故 B 错误；

C．细线与长木板平行才能保证绳子的拉力与小车运动方向一致，这样盘和砝码的重力可完全当作牵引力，C 正确。

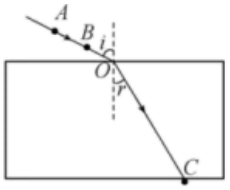
故选 ACD。

②小车做匀加速直线运动，位移逐渐增大，所以实验打出的纸带是第Ⅱ条。

③根据动能定理可知 $W=\frac{1}{2}Mv^2$，图像的斜率为 $\frac{1}{2}M$，据 $W-v^2$ 图像能求出小车的质量。

（2）光路图如图所示

根据折射定律可知 $n=\frac{\sin i}{\sin r}$。



18．答案：（1）1.45～1.47，0.63～0.67

（2）电路图如图所示

（3）D

（1）①根据闭合电路欧姆定律 $E=U+Ir$ 可得 $U=E-Ir$

将题干中的图线延长与横纵轴分别相交，如图

可知图像与纵轴交点即为电动势，即 $E=1.46\text{V}$

图像斜率的绝对值为电源内阻，即 $r=\frac{1.46-1.10}{0.56}\Omega\approx 0.64\Omega$

②电流表量程太小，使用电阻箱和电压表代替电流表进行测量，电路图如图

根据闭合电路欧姆定律 $E=U+Ir=U+\frac{U}{R}r$

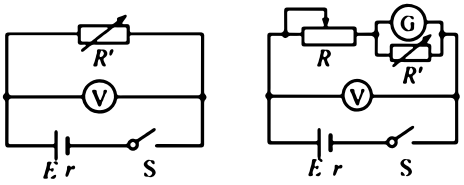
变形得 $\frac{1}{U}=\frac{r}{E}\cdot\frac{1}{R}+\frac{1}{E}$

绘制 $\frac{1}{U}-\frac{1}{R}$ 图像，可知图像斜率为 $\frac{r}{E}$，与纵轴截距为 $\frac{1}{E}$，从而求解电动势和内阻；也可以通过电阻箱改装电流表，扩大电流表的量程，实现电流的测量，电路图如图

根据闭合电路欧姆定律 $E=U+Ir$ 可以绘制 $U-I$ 图像求解电动势和内阻。

（2）由变压器铁芯结构可知

铁芯中的磁感线沿铁芯轴线方向，硅钢片应平行于磁感线所在平面（即平面 $aehd$），以阻断涡流回路、减小涡流损耗，故选 D。



19．答案：（1）$x=16\text{m}$

（2）$\mu=0.25$

（3）$\overline{P}=67.9\text{W}$

（1）小车向上做匀减速直线运动，有 $x=\frac{v_0}{2}t$

得 $x=16\text{m}$

（2）加速度 $a_1=\frac{\Delta v}{t}=8\text{m/s}^2$

上滑过程

$a_1=\frac{mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta}{m}=g\sin\theta+\mu g\cos\theta$

得 $\mu=0.25$

（3）下滑过程 $a_2=\frac{mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta}{m}=g\sin\theta-\mu g\cos\theta=4\text{m/s}^2$

由运动学公式 $v_t=\sqrt{2a_2x}=8\sqrt{2}\,\text{m/s}=11.3\text{m/s}$

重力的平均功率 $\overline{P}=mg\overline{v}\cos(90^\circ-\theta)=48\sqrt{2}\,\text{W}=67.9\text{W}$

20．答案：（1）$v_C=\sqrt{2gh_0}$，$I=m\sqrt{2gh_0}$，方向水平向左

（2）$F_N=2mg(\frac{h}{R}-1)$，满足的条件 $h\geq R$

（3）第 1 种情况：不滑离轨道原路返回，条件是 $h\leq\frac{5}{2}R$；第 2 种情况：与墙面垂直碰撞后原路返回，$h=\frac{9}{2}R$

（1）机械能守恒 $mgh_0=\frac{1}{2}mv_C^2$

解得 $v_C=\sqrt{2gh_0}$

动量定理 $I=mv_C=m\sqrt{2gh_0}$

方向水平向左

（2）机械能守恒 $mg(h-R)=\frac{1}{2}mv_D^2$

牛顿第二定律 $F_N=\frac{mv_D^2}{R}$

解得 $F_N=2mg(\frac{h}{R}-1)$

满足的条件 $h\geq R$

（3）第 1 种情况：不滑离轨道原路返回，条件是 $h\leq\frac{5}{2}R$

第 2 种情况：与墙面垂直碰撞后原路返回，在进入 G 之前是平抛运动

$v_xt=v_x\frac{v_y}{g}=d$，其中 $v_x=v_G\sin\theta$，$v_y=v_G\cos\theta$，则 $v_G\sin\theta\frac{v_G\cos\theta}{g}=d$

得 $v_G=2\sqrt{gR}$

机械能守恒

$mg(h-\frac{5}{2}R)=\frac{1}{2}mv_G^2$，故 h 满足的条件 $h=\frac{9}{2}R$

21．答案：（1）$E = Blv_0$

（2）$I_0 = \frac{2Blv_0}{5r}$

（3）$v = \frac{5m_1gr}{2B^2l^2}$

（4）$v' = \frac{5m_1gr}{2B^2l^2}$，$q = \frac{3Cm_1gr}{2Bl}$

【考点】法拉第电磁感应定律 $E = n\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$，楞次定律判断感应电流方向；感应电动势也可写成 $E = BLv$。

【审题】嫦娥五号成功实现月球着陆和返回，鼓舞人心。小明知道月球上没有空气，无法靠降落伞减速降落，于是设计了一种新型着陆装置。该装置由船舱、间距为 l 的平行导轨、产生垂直船舱导轨平面的磁感应强度大小为 B 的匀强磁场的磁……。解题时先判断磁通量变化趋势，再用楞次定律定方向，最后用法拉第定律算大小。

【解析】（1）刚接触月面时，线框（含 ab 边）速度立即变为零，而磁体、导轨随船舱以 v_0 继续向下运动，ab 边相对磁场以 v_0 切割磁感线，ab 边长即导轨间距 l，故

$E = Blv_0.$

（2）ab 边相当于电源，电动势 E、内阻 r；“∧”型线框其余 6 条边构成从 a 到 b 的两条支路，每条支路 3 条边串联、阻值 $3r$，两支路并联后

$R_x = \frac{3r}{2} = 1.5r,$

总电阻 $R_{tot} = r + 1.5r = 2.5r$，故

$I_0 = \frac{E}{R_{tot}} = \frac{Blv_0}{2.5r} = \frac{2Blv_0}{5r}.$

（3）船舱（含磁体）以速度 v 相对线框向下运动，感应电流 $I = \frac{Blv}{2.5r}$，ab 边所受安培力

$F = BIl = \frac{B^2l^2v}{2.5r},$

其效果阻碍相对运动，对船舱为向上的制动力。匀速时 $F = m_1g$，解得

$v = \frac{2.5m_1gr}{B^2l^2} = \frac{5m_1gr}{2B^2l^2}.$

（4）电容器接在磁场上方两导轨之间，与“电源 + 其余边外路”并联。达到匀速后各量稳定，流过 ab 的电流仍由安培力平衡决定，$I = \frac{m_1g}{Bl}$；该电流全部流过 ab 支路（电容器充电完毕后不再通过直流），故 $v' = v = \frac{5m_1gr}{2B^2l^2}$。电容器两端电压为外路电压

$U_C = I \cdot 1.5r = \frac{3m_1gr}{2Bl}, q = CU_C = \frac{3Cm_1gr}{2Bl}.$

减速过程中电容器储能，实现了部分能量回收。（本站自拟解析）

【作答要求】写出关键公式与代入过程，注意单位统一、正方向一致和有效数字。

【答案】（1）$E = Blv_0$

（2）$I_0 = \frac{2Blv_0}{5r}$

（3）$v = \frac{5m_1gr}{2B^2l^2}$

（4）$v' = \frac{5m_1gr}{2B^2l^2}$，$q = \frac{3Cm_1gr}{2Bl}$

【模型提炼】感应题按“磁通量变化—感应电流方向—电动势大小—能量转化”推进。

【易错提醒】不要把“磁通量大”误认为“感应电动势大”，关键是变化率。

22．答案：（1）$v=\frac{E}{B}$，$\frac{q}{m}=\frac{2E}{(R_1+R_2)B^2}$

（2）$(\frac{3L^2}{R_1+R_2},0)$

（3）$(0,\frac{3L^2}{R_1+R_2})$

（4）$(\frac{3L^2}{R_1+R_2},\frac{3L^2}{R_1+R_2})$，电场引起的速度增量对 y 方向的运动不产生影响。

（1）通过速度选择器离子的速度

$v=\frac{E}{B}$

从磁分析器中心孔 N 射出离子的运动半径为 $R=\frac{R_1+R_2}{2}$

由 $\frac{mv^2}{R}=qvB$

得 $\frac{q}{m}=\frac{v}{RB}=\frac{2E}{(R_1+R_2)B^2}$

（2）经过电场后，离子在 x 方向偏转的距离 $x_1=\frac{1}{2}\frac{qE}{m}(\frac{L}{v})^2\tan\theta=\frac{qEL}{mv^2}$

离开电场后，离子在 x 方向偏移的距离 $x_2=L\tan\theta=\frac{qEL^2}{mv^2}$ $x=x_1+x_2=\frac{3qEL^2}{2mv^2}=\frac{3L^2}{R_1+R_2}$

位置坐标为 $(\frac{3L^2}{R_1+R_2},0)$

（3）离子进入磁场后做圆周运动半径 $r=\frac{mv}{qB}$ $\sin\alpha=\frac{L}{r}$

经过磁场后，离子在 y 方向偏转距离 $y_1=r(1-\cos\alpha)\approx\frac{L^2}{R_1+R_2}$

离开磁场后，离子在 y 方向偏移距离 $y_2=L\tan\alpha\approx\frac{2L^2}{R_1+R_2}$

则 $y=y_1+y_2\approx\frac{3L^2}{R_1+R_2}$

位置坐标为 $(0,\frac{3L^2}{R_1+R_2})$

（4）注入晶圆的位置坐标为 $(\frac{3L^2}{R_1+R_2},\frac{3L^2}{R_1+R_2})$

电场引起的速度增量对 y 方向的运动不产生影响。