

# 2024 北京海淀高三查漏补缺

## 物 理

使用说明：

1. 本练习是在区高三期中、期末、一模、二模四次统练基础上对于某些知识、能力点的补充和再设计。该份试题没有猜题、押题的意思，是在正常高考复习过程中，要求学生落实的、前四次统一练习中又涉及较少的知识或者能力考点。

2. 本查漏补缺题仅供老师们在校内、区内使用，老师们需结合本校近期对于复习的落实情况加以选择使用，要设计好针对本校学生实际能力水平的难度，目的是扫知识与能力的死角。

感谢大家的支持和辛勤付出，预祝高考取得好成绩！

### 力学部分

1. 两列振动方向相同、振幅分别为  $A_1$  和  $A_2$  的相干简谐横波相遇。下列说法正确的是

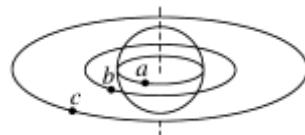
- A. 波峰与波峰相遇处质点离开平衡位置的位移始终为  $A_1+A_2$
- B. 波峰与波谷相遇处质点的振幅为  $|A_1-A_2|$
- C. 波峰与波谷相遇处质点的位移总是小于波峰与波峰相遇处质点的位移
- D. 波峰与波峰相遇处质点的振动频率一定大于波峰与波谷相遇处质点的振动频率

2. 把月球看作质量分布均匀的球体，已知万有引力常量为  $G$ 。设想利用绕月球做匀速圆周运动的嫦娥号飞行器估算月球的质量，下列判断正确的是

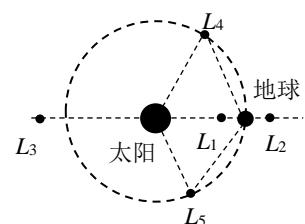
- A. 只要测得嫦娥号飞行器的质量和轨道半径
- B. 只要测得嫦娥号飞行器的轨道高度和周期
- C. 只要测得嫦娥号飞行器的质量和周期
- D. 只要测得嫦娥号飞行器的轨道半径和周期

3. 如图所示， $a$  为地球赤道上的物体， $b$  为沿地球表面附近做匀速圆周运动的人造卫星， $c$  为地球同步卫星。关于  $a$ 、 $b$ 、 $c$  做匀速圆周运动的说法中错误的是

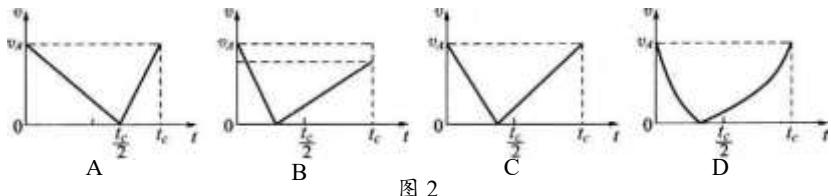
- A.  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三物体，都仅由万有引力提供向心力
- B. 周期关系为  $T_a=T_c>T_b$
- C. 线速度的大小关系为  $v_a < v_c < v_b$
- D. 向心加速度的大小关系为  $a_b > a_c > a_a$



4. 1772 年，法籍意大利数学家拉格朗日在论文《三体问题》中指出：两个质量相差悬殊的天体（如太阳和地球）所在同一平面上有 5 个特殊点，如图中的  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $L_4$ 、 $L_5$  所示，人们称为拉格朗日点。若飞行器位于这些点上，会在太阳与地球共同引力作用下，可以几乎不消耗燃料而保持与地球同步做圆周运动。若发射一颗卫星定位于拉格朗日  $L_2$  点，下列说法正确的是

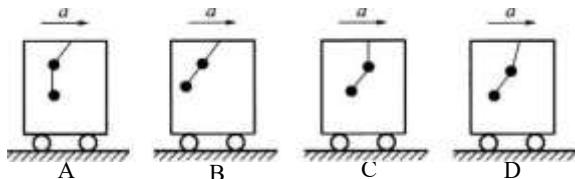


- A. 该卫星绕太阳运动周期大于地球公转周期  
 B. 该卫星在  $L_2$  点处于平衡状态  
 C. 该卫星绕太阳运动的向心加速度大于地球绕太阳运动的向心加速度  
 D. 该卫星在  $L_2$  处所受太阳和地球引力的合力比在  $L_1$  处小
5. 如图 1 所示, 有两个光滑固定斜面 AB 和 BC, A 和 C 两点在同一水平面上上, 斜面 BC 比斜面 AB 长, 一个滑块自 A 点以速度  $v_A$  上滑, 到达 B 点时速度减小为零, 紧接着沿 BC 滑下, 设滑块从 A 点到 C 点的总时间是  $t_c$ , 那么图 2 中, 正确表示滑块速度大小  $v$  随时间  $t$  变化规律的是

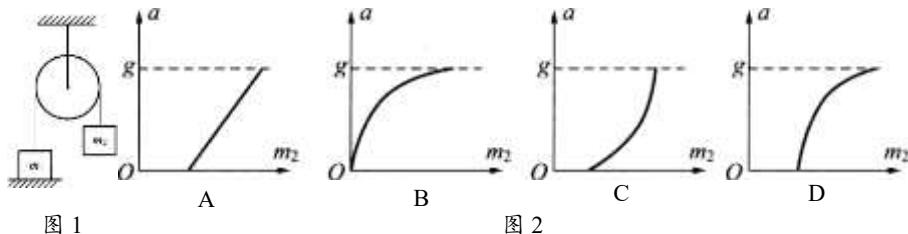


6. 利用水滴下落可以测出当地的重力加速度  $g$ , 调节水龙头, 让水一滴一滴地流出, 在水龙头的正下方放一盘子, 调节盘子的高度, 使一个水滴碰到盘子时恰好有另一水滴从水龙头开始下落, 而空中还有一个正在下落中的水滴. 测出水龙头到盘子间距离为  $h$ , 再用秒表测时间, 以第一个水滴离开水龙头开始计时, 到第  $N$  个水滴落在盘中, 共用时间为  $t$ , 则重力加速度  $g = \underline{\hspace{2cm}}$

7. 如图所示, 车厢里悬挂着两个质量不同的小球, 上面的球比下面的球质量大, 当车厢向右作匀加速运动(空气阻力不计)时, 下列各图中正确的是



8. 如图 1 所示, 一轻绳通过一光滑定滑轮, 两端各系一质量为  $m_1$  和  $m_2$  的物体,  $m_1$  放在地面上, 当  $m_2$  的质量发生变化时,  $m_1$  的加速度  $a$  的大小与  $m_2$  的关系大致如图 2 所示中的

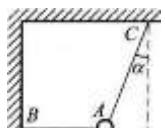


9. 如图所示, 小球由细线 AB、AC 拉住静止, AB 保持水平, AC 与竖直方向成  $\alpha$  角, 此时 AC 对球的拉力为  $T_1$ 。现将 AB 线烧断, 小球开始摆动, 当小球返同原处时, AC 对小球拉力为  $T_2$ , 则  $T_1$  与  $T_2$  之比为

- A. 1:1      B. 1: $\cos^2\alpha$       C.  $\cos^2\alpha:1$       D.  $\sin^2\alpha:\cos^2\alpha$

10. 同步卫星离地球球心的距离为  $r$ , 运行速率为  $v_1$ , 加速度大小为  $a_1$ , 地球赤道上的物体随地球自转的向心加速度大小为  $a_2$ , 第一宇宙速度为  $v_2$ , 地球半径为  $R$ , 则

11.  $\underline{\hspace{2cm}}$

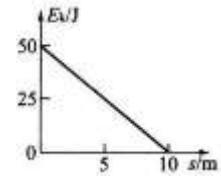


- A.  $a_1 : a_2 = R:r$     B.  $a_1 : a_2 = R^2:r^2$     C.  $v_1 : v_2 = R^2:r^2$     D.  $v_1 : v_2 = \sqrt{R}:\sqrt{r}$

11. 质量为  $2\text{kg}$  的物体以  $50\text{J}$  的初动能在粗糙的水平面上滑行，其动能的变化与位移的关系如图所示，则物体在水平面上滑行的时间为

- A.  $5\text{s}$     B.  $4\text{s}$     C.  $2\sqrt{2}\text{s}$     D.  $2\text{s}$

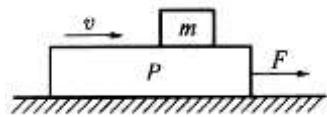
12. 一个物块从斜面底端冲上足够长的斜面后，返回到斜面底端。已知小物块的初动能为  $E$ ，它返回斜面底端的速度大小为  $v$ ，克服摩擦阻力做功为  $\frac{E}{2}$ 。若小物块冲上斜面的初动能变为  $2E$ ，则有



- A. 返回斜面底端时的动能为  $E$     B. 返回斜面底端时的动能为  $\frac{3E}{2}$

- C. 返回斜面底端时的速度大小为  $2v$     D. 克服摩擦阻力做的功仍为  $\frac{E}{2}$

13. 如图所示，一足够长的木板在光滑的水平面上以速度  $v$  匀速运动，现将质量为  $m$  的物体竖直向下轻轻地放置在木板上的  $P$  处，已知物体  $m$  和木板之间的动摩擦因数为  $\mu$ 。为保持木板的运动速度不变，从物体  $m$  放到木板上到它相对木板静止的过程中，对木板施一水平向右的作用力  $F$ ，力  $F$  要对木板做功，做功的数值可能为



- A.  $\frac{mv^2}{4}$     B.  $\frac{mv^2}{2}$     C.  $mv^2$     D.  $2mv^2$

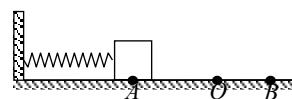
14. 如图所示，用长为  $l$  的轻绳悬挂一质量为  $M$  的沙箱，沙箱静止。一质量为  $m$  的弹丸以速度  $v$  水平射入沙箱并留在其中，随后与沙箱共同摆动一小角度。不计空气阻力。对于子弹射向沙箱到与其共同摆过一小角度的过程中，下列说法正确的是

- A. 整个过程中，弹丸和沙箱组成的系统动量守恒  
 B. 子弹击中沙箱到与沙箱共速的过程机械能守恒  
 C. 若保持  $M$ 、 $m$ 、 $l$  不变， $v$  变大，则系统损失的机械能变大  
 D. 若保持  $M$ 、 $m$ 、 $v$  不变， $l$  变大，则弹丸与沙箱的最大摆角不变



15. 如图所示，轻质弹簧一端固定，另一端连接一小物块， $O$  点为弹簧在原长时物块的位置。物块由  $A$  点静止释放，沿粗糙程度相同的水平面向右运动，最远到达  $B$  点。在从  $A$  到  $B$  的过程中，物块

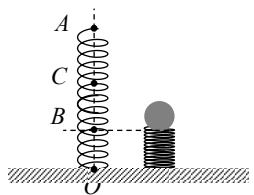
- A. 加速度先增大后减小  
 B. 经过  $O$  点时的速度最大  
 C. 重力的冲量为零  
 D. 所受弹簧弹力做的功等于摩擦生热



16. 如图所示，将轻质弹簧的一端固定在水平桌面上  $O$  点，当弹簧处于自由状态时，弹簧另一端在  $A$  点。

用一个金属小球挤压弹簧至  $B$  点，由静止释放小球，随即小球被弹簧竖直弹出，已知  $C$  点为  $AB$  的中点，则

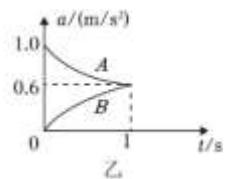
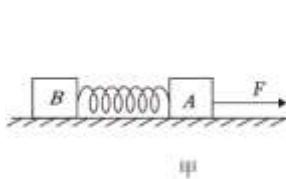
- A. 从  $B$  到  $A$  过程中，小球的机械能守恒  
 B. 从  $B$  到  $A$  过程中，小球的动能一直在增大  
 C. 从  $B$  到  $A$  过程中，弹簧的弹性势能先增大后减小



D. 从  $B$  到  $C$  过程弹簧弹力对小球做功大于从  $C$  到  $A$  过程弹簧弹力对小球做功

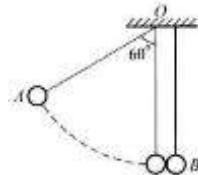
17. 如图甲所示，物块  $A$ 、 $B$  中间用一根轻质弹簧相连，

静止在光滑水平面上，弹簧处于原长，物块  $A$  的质量为  $1.5\text{kg}$ 。 $t=0$  时对物块  $A$  施加水平向右的恒力  $F$ ， $t=1\text{s}$  时撤去，在  $0\sim 1\text{s}$  内两物块的加速度随时间变化的情况如图乙所示。弹簧始终处于弹性限度内，则



- A.  $F$  大小为  $1\text{N}$       B.  $t=1\text{s}$  时弹簧弹力为  $0.6\text{N}$   
 C. 物块  $B$  的质量为  $0.8\text{kg}$       D.  $t=1\text{s}$  时物块  $A$  的速度为  $0.8\text{m/s}$

18. 如图所示，两个完全相同的小球  $A$ 、 $B$  用等长的细线悬于  $O$  点。线长  $L$ 。若将  $A$  由图示位置静止释放，则  $B$  球被碰后第一次速度为零时的高度不可能是



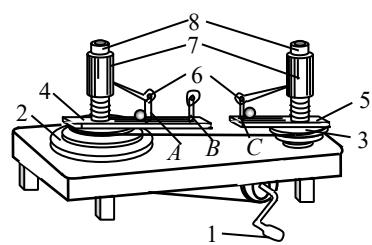
- A.  $L/2$       B.  $L/4$       C.  $L/8$       D.  $L/10$

19. 把一个筛子用四根弹簧支起来，筛子上装一个电动偏心轮，它的转动会给筛子形成一个周期性的驱动力，这样就做成了一个共振筛，筛子自由振动时每次全振动用时  $2\text{s}$ ，在某电压下电动偏心轮转速为  $36\text{r/min}$ ，若增大电压可以使偏心轮转速提高，增加筛子质量，可以增大筛子的固有周期，那么，要使筛子的振幅变大，可采取的措施有(1)\_\_\_\_\_、(2)\_\_\_\_\_。

20. 近十多年来我国大力发展空军和海军。无论是飞机还是战舰设计，都需要复杂的流体力学知识。当流体流动时，根据流动特征可以分成湍流和层流：如果流体质点的轨迹是有规则的光滑曲线（最简单的情形是直线），这种流动叫层流，此时流体分层流动，各层互不混合，没有这种性质的流动叫湍流。不同状态的流体动力学方程不一样。流体力学中用一个无量纲的数--雷诺数  $Re$  (Reynolds number)，来表征流体的这一特征，一般情况下，雷诺数小的时候是层流，雷诺数大的时候是湍流。已知雷诺数由四个变量决定，流体的流速  $v$ 、流体的密度  $\rho$ 、特征长度  $d$ ，黏性系数  $\mu$ 。已知黏性系数  $\mu$  为流体中相距  $dx$  的两平行液层，由于内摩擦，使垂直于流动方向的液层间存在速度梯度  $dv/dx$ ，当速度梯度为 1 个单位，相邻层“单位”接触面  $S$  上所产生的黏滞力  $F$ （亦称内摩擦力）即黏性系数，以  $\mu$  表示： $\mu = \frac{F/S}{dv/dx}$ ，式中： $\frac{dv}{dx} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta x}$  是速度随空间尺度  $x$  的变化率。请根据所学知识对雷诺数的表达式做出判断，以下表达式中可能正确的是：

- A.  $Re = \frac{\rho \sqrt{vd}}{\mu}$       B.  $Re = \frac{\rho v d}{\mu}$       C.  $Re = \frac{\rho v d^2}{\mu}$       D.  $Re = \frac{\rho v d}{\mu^3}$

21. 用如图甲所示的实验装置来探究影响向心力大小的因素。长槽横臂的挡板  $B$  到转轴的距离是挡板  $A$  的 2 倍，长槽横臂的挡板  $A$  和短槽横臂的挡板  $C$  到各自转轴的距离相等。转动手柄 1，使变速塔轮 2 和 3 以及长槽 4 和短槽 5 随之匀速转动，槽内的小球就做匀速圆周运动。小球做圆周运动的向心力由横臂 6 的挡板对小球的压力提供，球对挡板的反作用力通过横臂的杠杆使弹簧测力套筒 7 下降，从而露出标尺 8，标尺 8 上露出的红白相间等分格子的多少可以显示出两个球所受向心力的大小。



- (1) 在研究向心力  $F$  的大小与质量  $m$ 、角速度  $\omega$  和半径  $r$  之间的关系时，我们主要用到的物理方法是 ( )

A. 控制变量法

B. 等效替代法

C. 理想实验法

- (2) 某位同学将皮带套在两边半径相等的变速塔轮上, 下表记录了其探究实验的部分结果, 请补齐第6组左标尺的格数。

次	小球1质量	小球2质量	小球1位置	小球2位置	左标尺/格	右标尺/格
1	$m$	$m$	$B$	$C$	4	2
2	$m$	$2m$	$B$	$C$	4	4
3	$2m$	$m$	$B$	$C$	—	2

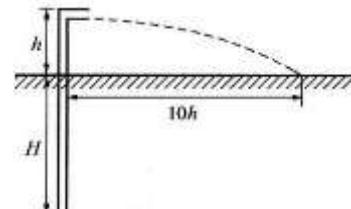
- (3) 为了探究金属球的向心力  $F$  的大小与角速度  $\omega$  之间的关系, 下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

A. 应使用两个质量相等的小球

B. 应使两小球分别放在  $A$ 、 $C$  位置

C. 应将皮带套在两边半径相等的变速塔轮上

22. 拧开水龙头水就会流出来, 为什么连续的水流柱的直径在下流过程中会变小? 设水龙头的开口直径为  $1\text{cm}$ , 安装在离地面  $75\text{cm}$  高处, 若水龙头开口处水的流速为  $1\text{m/s}$ , 那么水流柱落到地面的直径应为多少? (取  $g=10\text{m/s}^2$ )



23. 如图所示为推行节水工程的转动喷水“龙头”, “龙头”距地面为  $h$ , 其喷灌半径可达  $10h$ , 每分钟喷出水的质量为  $m$ , 所用的水从地下  $H$  深的井里抽取。设水以相同的速率喷出, 水泵的效率为  $\eta$  不计空气阻力。试求:

(1) 喷水龙头喷出水的初速度。

(2) 水泵每分钟对水所做的功。

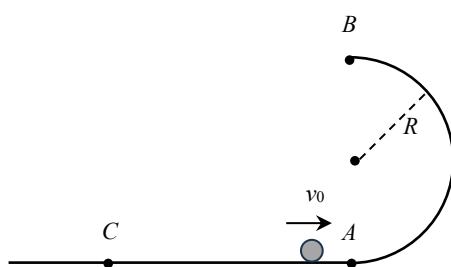
(3) 带动水泵的电动机的最小输出功率。

24. 如图所示, 半径为  $R$  的光滑半圆轨道固定在竖直平面内, 半圆与光滑水平地面相切于最低点  $A$ 。质量为  $m$  的小球以初速度  $v_0$  从  $A$  点冲上竖直圆环, 沿轨道运动到  $B$  点飞出, 最后落在水平面上的  $C$  点, 重力加速度为  $g$ , 不计空气阻力。

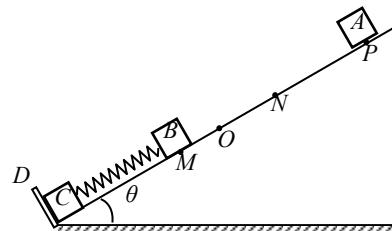
(1) 求小球运动到轨道末端  $B$  点时的速度大小  $v$ ;

(2) 求  $A$ 、 $C$  两点间的距离  $x$ ;

- (3) 若半圆形轨道不光滑, 小球仍以初速度  $v_0$  从  $A$  点冲上半圆轨道后, 恰能沿轨道运动到  $B$  点飞出, 落在水平地面上  $D$  点。请你在图中标出  $D$  点的大致位置; 并求出小球落在  $C$  点时动能与落在  $D$  点时动能的差值  $\Delta E_k$ 。



25. 如图所示, 在倾角为  $\theta = 30^\circ$  的光滑斜面的底端有一个固定挡板  $D$ , 小物体  $C$  靠在挡板  $D$  上, 小物体  $B$  与  $C$  用轻质弹簧拴接。当弹簧处于自然长度时,  $B$  在  $O$  点; 当  $B$  静止时,  $B$  在  $M$  点,  $OM = l$ 。在  $P$  点还有一小物体  $A$ , 使  $A$  从静止开始下滑,  $A$ 、 $B$  相碰后一起压缩弹簧。 $A$  第一次脱离  $B$  后最高能上升到  $N$  点,  $ON = 1.5l$ 。 $B$  运动还会拉伸弹簧, 使  $C$  物体刚好能脱离挡板  $D$ 。 $A$ 、 $B$ 、 $C$  的质量都是  $m$ 。求:



(1) 弹簧的劲度系数;

(2) 弹簧第一次恢复到原长时  $B$  速度的大小;

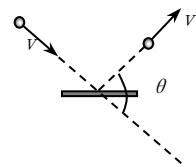
(3)  $M$ 、 $P$  之间的距离。

26. 中国水力资源理论蕴藏量、技术可开发量、经济可开发量及已建和在建开发量均居世界首位，水力资源是中国能源资源的最重要的组成部分之一。在世界能源日益紧缺的大背景下，如何充分利用水能，同时更好地保护环境，实现可持续发展，已成为中国水电建设乃至能源战略调整的必然选择。

(1) 2006 年 5 月 20 日全线修建成功的三峡大坝在防洪、抗旱、发电等领域都起到了非常重要的作用。三峡电站是世界上装机容量最大的水电站。设通过大坝的，流量为  $Q$ （单位时间内流过的水的体积），水的密度为  $\rho$ ，三峡大坝平均水位差为  $H$ ，不计上游水流速度，坝底涡轮机将机械能转化为电能的效率为  $\eta$ ，重力加速度为  $g$ 。计算三峡电站的平均发电功率。

(2) 水力资源丰富的也会导致我国南方在每年的汛期遭受洪涝灾害的困扰。为降低洪涝灾害所带来的损失，一个最简单的做法就是修建防洪堤坝。在河流转弯处，河水会对外侧河岸产生附加压强，因此转弯处的防洪堤坝需要修的更加牢固。下面我们对河流转弯处河水对外侧河岸产生的这一附加压强做一些定量研究。

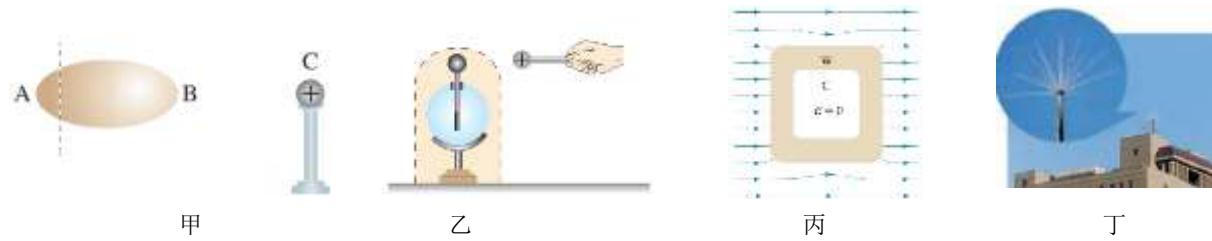
①这一附加压强的产生是由于河水转弯动量变化引起的。我们首先来研究一个简单模型。质量为  $m$  的小球斜射到木板上，与木板发生完全弹性碰撞，即碰撞前后的速度大小都是  $v$ ，如图所示。已知碰撞后的速度方向相对于碰撞前转过了  $\theta$  角，碰撞过程中忽略小球所受重力。设小球与木板相互作用的时间为  $\Delta t$ 。求出碰撞前后木板对小球的平均作用力的大小。



②下面我们来研究河流转弯处河水对外侧河岸产生的这一附加压强。设水的密度为  $\rho$ ，由坝底到水面的高度为  $h$ ，河宽为  $w$ 。计算这一附加压强。设河流拐弯处可看作外侧半径为  $R$  的圆弧，河道宽度相等，流速  $v$  为定值。（提示：在  $\theta$  非常小的情况下  $\sin\theta \approx \theta$ ）

## 电磁学部分

1. 关于图中四幅图像的说法正确的是

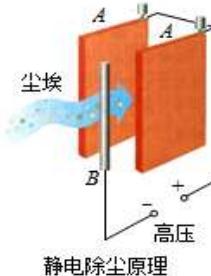


- A. 甲图中，将带正电的小球  $C$  靠近不带电的导体，再沿图中虚线将导体分割成  $A$ 、 $B$  两部分后， $A$  所带电荷量小于  $B$  所带电荷量
- B. 乙图中，用金属网把验电器罩起来，使带电金属球靠近验电器，箔片会张开
- C. 丙图中，处于静电平衡状态的导体腔的内外表面感应出等量异种电荷，导体壳内空腔  $C$  电场强度为 0

D. 丁图中，将尖锐的金属棒安装在建筑物的顶端并通过导线与大地相连制成避雷针，利用的是尖端放电原理

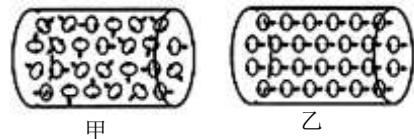
2. 静电除尘原理是设法使空气中的尘埃带电，在静电力作用下，尘埃到达电极而被收集起来。如图所示，静电除尘器由板状收集器A和线状电离器B组成，A、B间接有高压电源，它们之间形成很强的电场，能使空气中的气体分子电离，进而使通过除尘器的尘埃带电，最后被吸附到正极A上。下列选项正确的是( )

- A. 收集器A吸附大量尘埃的原因是尘埃带上了正电
- B. 收集器A吸附大量尘埃的原因是尘埃带上了负电
- C. 收集器A和电离器B之间形成的是匀强电场
- D. 静电除尘过程是机械能向电场能转化的过程

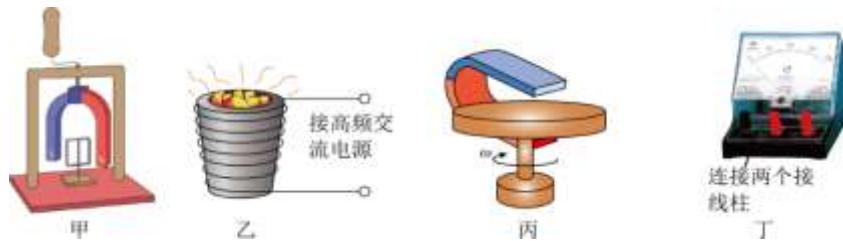


3. 安培对物质具有磁性的解释可以用如图所示的情景来表示，那么

- A. 甲图代表了被磁化的铁棒的内部情况
- B. 乙图代表了被磁化的铁棒的内部情况
- C. 磁体在常温环境与高温环境下磁性强弱相同
- D. 磁体在高温环境下磁性会加强

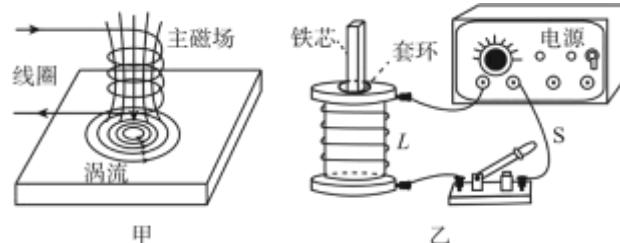


4. 关于教材中的四幅插图，下列说法正确的是



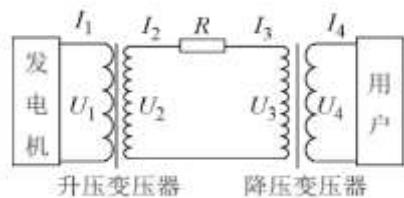
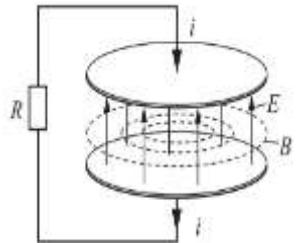
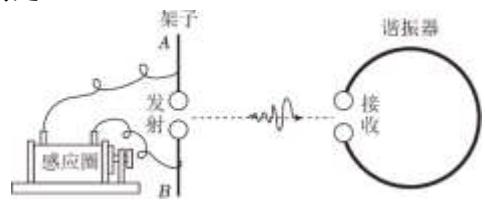
- A. 图甲，摇动手柄使磁铁转动，铝框不动
- B. 图乙，真空冶炼炉可以接高电压的恒定电流
- C. 图丙，铜盘转动时，穿过铜盘的磁通量不变，铜盘中没有感应电流
- D. 图丁，微安表在运输时把正、负接线柱用导线连在一起，对电表起到了保护作用

5. 图甲所示是工业上探测物件表面层内部是否存在缺陷的涡流探伤技术的原理图。其原理是用通电线圈使物件内产生涡电流，借助探测线圈测定涡电流的改变，从而获得物件内部是否断裂及位置的信息。如图乙所示的是一个带铁芯的线圈L、开关S和电源用导线连接起来的跳环实验装置，将一个套环置于线圈L上且使铁芯穿过其中，闭合开关S的瞬间，套环将立刻跳起。对以上两个实例的理解正确的是

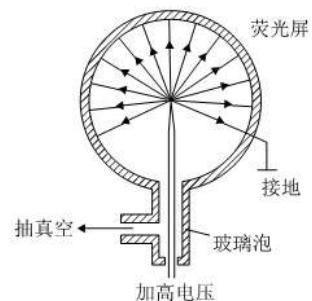


- A. 涡流探伤技术运用了电流的热效应，跳环实验演示了自感现象
- B. 能被探测的物件和实验所用的套环必须是导电材料

- C. 以上两个实例中的线圈所连接的电源都必须是交流电源  
D. 以上两个实例中的线圈所连接的电源可以都是稳恒电源
6. 法拉第圆盘发电机的示意图如图所示。铜圆盘安装在竖直的铜轴上，两铜片 P、Q 分别于圆盘的边缘和铜轴接触，关于流过电阻 R 的电流，下列说法正确的是
- A. 若圆盘转动的角速度恒定，则电流大小恒定  
B. 若从上往下看，圆盘顺时针转动，则电流沿 b 到 a 的方向流过电阻 R  
C. 若圆盘转动方向不变，角速度大小发生变化，则电流方向可能发生变化  
D. 若圆盘转动的角速度变为原来的 2 倍，则电流在 R 上的热功率也变为原来的 2 倍
7. 1886 年，赫兹做了如图所示实验，关于该实验，以下说法正确的是
- A. 实验证实了电磁波的存在  
B. 实验证实了法拉第的电磁场理论  
C. 实验可以说明电磁波是一种纵波  
D. 在真空环境下进行实验，仍能观察到明显的火花放电
8. 麦克斯韦在前人研究的基础上，创造性地建立了经典电磁场理论，进一步揭示了电现象与磁现象之间的联系。他大胆地假设：变化的电场就像导线中的电流一样，会在空间产生磁场，即变化的电场产生磁场。以平行板电容器为例：圆形平行板电容器在充、放电的过程中，板间电场发生变化，产生的磁场相当于一连接两板的板间直导线通以充、放电电流时所产生的磁场。若某时刻连接电容器和电阻 R 的导线中电流 i 的方向，及电容器板间电场强度 E 的方向如图中所示，则下列说法正确的是
- A. 两平行板间的电场正在增强  
B. 该变化电场产生逆时针方向(俯视)的磁场  
C. 该变化电场产生的磁场越来越强  
D. 电路中的电流正比于板间的电场强度的大小
9. 无线电波、红外线、可见光、紫外线、X 射线、 $\gamma$  射线合起来，形成了范围非常广阔的电磁波谱。不同的电磁波产生的机理不同，表现出的特性也不同，因而其用途也不同。下列应用中符合实际的是
- A. 医院里常用紫外线对病人进行透视  
B. 医院里常用红外线照射病房和手术室进行消毒  
C. 用 X 射线处理医院排放的污水，可杀死各种病原体，保护环境免受污染  
D. 用  $\gamma$  射线照射马铃薯，可防止其发芽，以便长期保存
10. 如图所示是远距离输电的示意图，变压器均为理想变压器，发电机的输出电压恒定，输电线上损耗的功率为  $P_R$ ，变压器原副线圈的电压以及电流用图中的量表示，则当用户增多，处于用电高峰期时，下列说法正确的是
- A.  $U_2$  变大 B.  $P_R$  增大  
C.  $U_4$  变大 D.  $I_1$  变小



11. 衍射现象限制了光学显微镜的分辨本领，最好的光学显微镜也只能分辨  $200\text{nm}$  大小的物体，而场致发射显微镜的分辨率大大提高。其原理如图所示，在真空玻璃泡中心放置待测金属针(这根金属针的针尖即是该显微镜的观察对象)，泡的内壁涂有荧光导电膜，在金属针和荧光导电膜间加很高的电压，形成如图所示的辐射状的电场。在泡内充以少量氦气，氦原子碰到针尖时会失去一个电子形成氦离子，然后向荧光屏运动，引起荧光材料发光，在荧光屏上就看到了针尖的某种像，如分辨率足够高，还可以分辨出针尖端个别原子的位置。若把氦离子改成电子，并将电极方向互换，打到荧光屏上分辨率会降低。忽略氦离子和电子的重力，其初速度可视为零，不考虑运动过程中带电粒子间相互作用，下列说法中正确的是

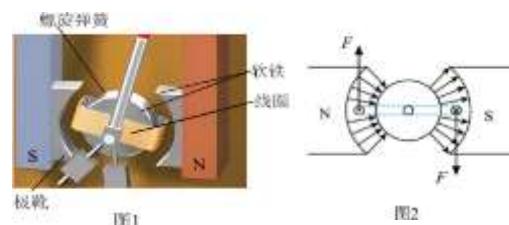


- A. 氦离子运动过程中加速度不断增大
- B. 氦离子运动过程中电势能不断增大
- C. 分辨率降低是因为电子的德布罗意波长比氦离子的长
- D. 若所加电压为  $U$ , 玻璃泡的半径为  $r$ , 则距离针尖  $r/2$  处的电场强度大小为  $U/r$

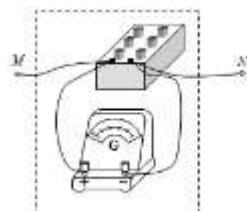
12. 过量接收电磁辐射有害人体健康，按照有关规定，工作场所受到的电磁辐射强度(单位时间内垂直通过单位面积的电磁辐射能量)不得超过某个临界值  $W$ ，若某无线电通讯装置的电磁辐射功率为  $P$ ，朝各个方向均匀辐射电磁波。则符合规定的安全区域到该通讯装置的距离至少为

$$\text{A. } \sqrt{\frac{W}{\pi P}} \quad \text{B. } \sqrt{\frac{W}{4\pi P}} \quad \text{C. } \sqrt{\frac{P}{\pi W}} \quad \text{D. } \sqrt{\frac{P}{4\pi W}}$$

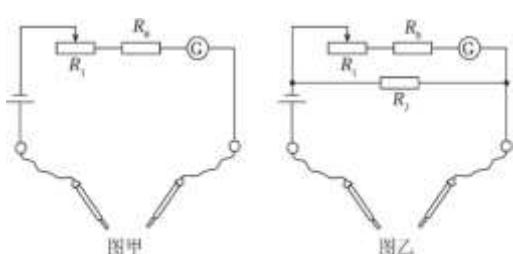
13. 如图1所示为磁电式电流表的结构图，其基本组成部分是磁体和放在磁体两级之间的线圈，线圈缠绕在铝框上。极靴和中间软铁制成的圆柱，形成辐向磁场，使磁场总沿半径方向，如图2所示。当线圈中有恒定电流时，安培力带动线圈偏转，在螺旋弹簧的共同作用下最终稳定。下列说法正确的是
- A. 线圈受到的安培力的大小随转动发生改变  
B. 可以把线圈缠绕的铝框换成绝缘材料框架  
C. 线圈在转动过程中不产生感应电动势  
D. 增加线圈匝数，可增加测量的灵敏度



14. 如图所示，虚线框内为改装好的电表， $M$ 、 $N$ 为新电表的接线柱。已知灵敏电流计  $G$  的满偏电流为  $100\mu\text{A}$ ，内阻为  $495.0\Omega$ ，电阻箱读数为  $5.0\Omega$ 。根据以上数据计算可知改装好的电表
- A. 电流量程为  $1\mu\text{A}$
  - B. 电流量程为  $10\text{mA}$
  - C. 电压量程为  $1\text{mV}$
  - D. 电压量程为  $50\text{mV}$



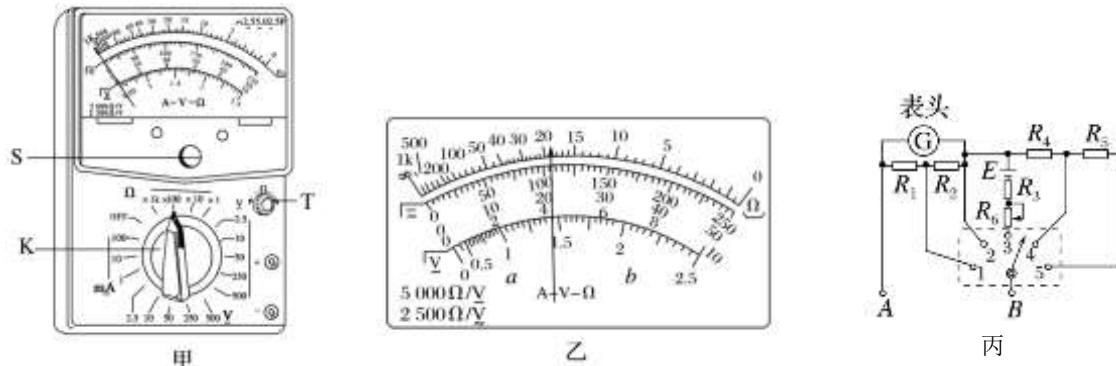
15. 某同学想自己设计并改装一个欧姆表。他手上有如下器材：量程  $300\mu\text{A}$ 、内阻  $900\Omega$  的电流计；电动势  $1.5\text{V}$  的一节干电池，内阻不计；滑动变阻器、电阻箱和若干定值电阻。他设计的电路如图甲所示，实验时他将两表笔短接，电流计指针满偏时，他计算出电路中的总电阻为  $5k\Omega$ 。然



后他将一个 $50\Omega$ 和 $10\Omega$ 的电阻分别接到两表笔之间时，发现电流计指针指示的位置几乎一样，很难区分。经过研究后他认为，要想比较准确地测量几十欧姆的电阻，用图甲所示电路并不合适，为此他设计了如图乙所示的电路。并联合适电阻 $R_2$ 后，使干路电流是流经电流计电流的100倍。则

- A. 将图乙电路中的两表笔短接，此时电路中的总电阻是 $5\Omega$
- B. 分别将一个 $50\Omega$ 和 $10\Omega$ 的电阻先后接到图乙电路的两表笔之间，通过干电池的电流几乎没有区别
- C. 分别将一个 $50\Omega$ 和 $10\Omega$ 的电阻先后接到图乙电路的两表笔之间，电流计指针指示的位置明显不同
- D. 在图甲电路和图乙电路的两表笔之间分别接入 $5k\Omega$ 和 $50\Omega$ 的电阻，通过两电流计的电流明显不同

16. 某实验小组在实验室练习使用多用电表测电阻：



(1) 多用电表表盘如图甲所示，某同学在完成机械调零后，准备测电阻，他进行如下操作，请帮助他完成以下实验步骤：

- ① 将K旋转到电阻挡“ $\times 10$ ”的位置。
- ② 将红、黑表笔短接，旋动\_\_\_\_\_（填“S”或“T”），使指针对准电阻挡的\_\_\_\_\_刻线（填“0”或“ $\infty$ ”）。
- ③ 将两表笔分别与待测电阻相接，发现指针偏转角度过小，将K旋转到电阻挡“ $\times \underline{\hspace{1cm}}$ ”的位置（选填1、100）。

(2) 该同学在做好正确操作后，表盘指针如图乙所示，则该电阻阻值为\_\_\_\_\_ $\Omega$ 。

(3) 图(a)是该实验小组绘制的多用电表内部电路图，图中E是电池； $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 和 $R_5$ 是固定电阻， $R_6$ 是可变电阻；表头的满偏电流为 $250\mu A$ ，内阻为 $480\Omega$ 。虚线方框内为换挡开关，A端和B端分别与两表笔相连。该多用电表有5个挡位，5个挡位为：直流电压 $1V$ 挡和 $5V$ 挡，直流电流 $1mA$ 挡和 $2.5mA$ 挡，欧姆 $\times 100\Omega$ 挡。根据题给条件可得： $R_1 + R_2 = \underline{\hspace{1cm}}\Omega$ ， $R_4 = \underline{\hspace{1cm}}\Omega$ 。

(4) 该实验小组猜想电池内阻的变化可能会对电阻的测量有影响，于是他们找来新旧两节干电池。先用一新电池（电动势为 $1.5V$ ，内阻较小）放入指定位置，测得该电阻读数为 $R$ ；更换另外一个旧电池（电动势为 $1.5V$ ，内阻较大），欧姆表调零后测得该电阻读数为 $R'$ ，则阻值 $R \underline{\hspace{1cm}} R'$ （填大于、等于、小于）

17. 某同学完成“探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系”的实验。

(1) 他在实验室找到下列器材：

- A. 可拆变压器（铁芯、两个已知匝数的线圈）
- B. 开关、导线若干
- C. 低压交流电源

在本实验中，还需用到的实验器材有\_\_\_\_\_。

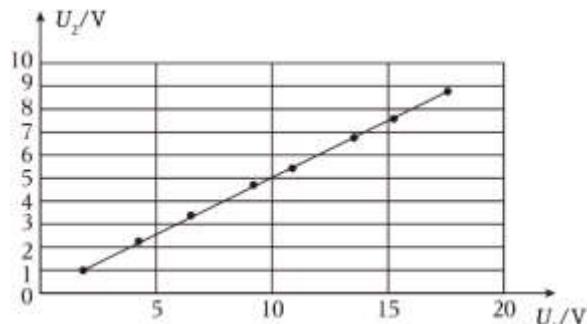
- (2) 该同学做实验时, 保持原、副线圈的匝数不变, 改变原线圈的输入电压, 并对原线圈电压和副线圈电压做了测量, 得到如表。

组别	1	2	3	4	5	6	7	8
$U_1$	2.30	4.60	6.69	8.81	10.8	13.10	15.21	17.31
$U_2$	1.13	2.28	3.34	4.38	5.4	6.51	7.59	8.64

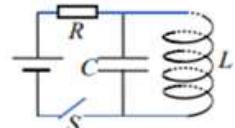
上述操作过程中存在安全隐患, 是\_\_\_\_\_。

有一组数据的记录不符合要求, 是第\_\_\_\_组;

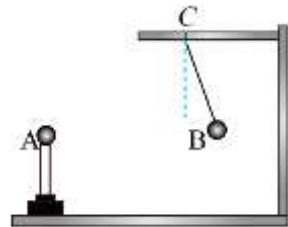
- (3) 他将数据输入 Excel 图表, 并利用插入散点图得到如图图像, 查阅资料知道此时原、副线圈的匝数分别为  $n_1 = 800$  和  $n_2 = 400$ , 由此可知变压器原、副线圈电压与匝数的关系为\_\_\_\_。(用物理量符号表示)



18. 在如图所示的电路中, 电容器的电容为  $C = 4 \times 10^{-6} F$ , 线圈的电阻可以忽略, 电感  $L = 9 \times 10^{-4} H$ , 闭合电键  $S$ , 稳定后断开, 图中  $LC$  回路开始电磁振荡, 振荡开始后  $t = 3.14 \times 10^{-4} s$ , 电容器  $C$  的上极板正在\_\_\_\_电(选填“充”或“放”), 带\_\_\_\_电(选填“正”或“负”), 线圈中电流的方向向\_\_\_\_(选填“上”或“下”), 磁场能正在\_\_\_\_(选填“增大”或“减小”)。

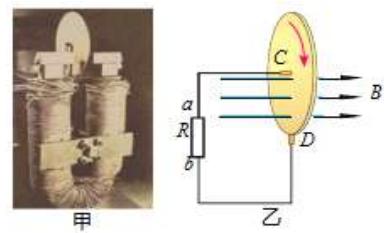


19. 某同学选用两个完全相同的小球  $A$ 、 $B$  来验证库仑定律。让小球  $A$  和  $B$  带上同种电荷,  $A$  球放在左右可移动且上下高度可调节的绝缘座上,  $B$  球用绝缘丝线悬挂于玻璃棒  $C$  点, 如图。实验时, 保证  $A$ 、 $B$  两球球心在同一水平线上, 待  $B$  球平衡后, 丝线偏离竖直线的角度为  $\theta$ , 已知  $B$  球质量为  $m$ , 重力加速度为  $g$ 。先保持两球电荷量不变, 使  $A$  球从远处逐渐向  $B$  球靠近, 观察到两球距离越小, 悬线的偏角越大; 再保持两球距离不变, 改变小球所带的电荷量, 观察到电荷量越大,  $B$  球悬线的偏角越大。



- (1) 实验中用到的探究方法是:\_\_\_\_\_;
- (2) 在阅读教材后, 该同学知道了库仑定律的表达式, 并知道了均匀分布的带电球体可以等效为电荷量全部集中在球心处的一个点电荷; 根据该知识, 他将两个半径为  $R$  的金属小球分别带上了  $q_1$  和  $q_2$  的正电, 并使其球心相距  $3R$  时两小球处于平衡状态, 应用库仑定律, 计算了两球之间的库仑力  $F_1$ ;
- (3) 对  $B$  球根据平衡条件计算  $A$ 、 $B$  两球之间的电场力  $F_2$ (用  $m$ 、 $g$ 、 $\theta$  表示); 比较发现  $F_1$ \_\_\_\_\_  $F_2$ (选填“大于”“小于”“等于”), 原因是:\_\_\_\_\_。

20. 如图甲所示为法拉第发明的圆盘发电机, 图乙是其原理示意图, 其中的铜质圆盘安装在水平的铜轴上, 铜质圆盘的圆心与铜轴重合, 圆盘的圆心到边缘正好在两磁极之间, 两块铜片  $C$ 、 $D$  分别与圆盘的转动轴和边缘良好接触, 用导线将两块铜片与电阻  $R$  连接起来形成闭合回路, 在圆盘绕铜轴匀速转动时, 通过电阻  $R$  的电流是恒定的。为讨



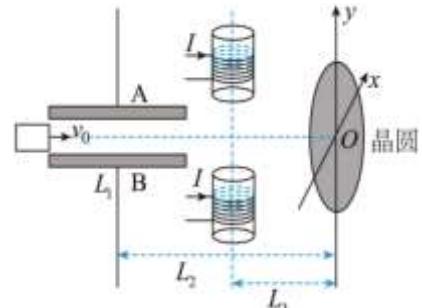
论问题方便，将磁场简化为水平向右磁感应强度为 $B$ 的匀强磁场；将圆盘匀速转动简化为一根始终在匀强磁场中绕铜轴匀速转动、长度为圆盘半径的导体棒，其等效电阻为 $r$ 。除了 $R$ 和 $r$ 以外，其他部分电阻不计。已知圆盘半径为 $a$ ，匀速转动的角速度为 $\omega$ 。

(1) 论证圆盘匀速转动产生的感应电动势 $E = \frac{1}{2}B\omega a^2$ 。

(2) 圆盘匀速转动一圈，电阻 $R$ 产生的热量；

(3) 若圆盘匀速转动时，闭合回路的电流为 $I$ ，试从电动势的定义及闭合电路能量转化与守恒的角度论证圆盘产生的感应电动势 $E = I(R + r)$ 。

21. 半导体掺杂是集成电路生产中最基础的工作，某公司开发的第一代晶圆掺杂机主要由三部分组成：离子发生器，控制器和标靶。简化模型如图所示，离子发生器产生电量为 $+q$ ，质量为 $m$ 的离子，以足够大速度 $v_0$ 沿电场的中央轴线飞入电场；控制器由靠得很近的平行金属板 $A$ 、 $B$ 和相互靠近的两个电磁线圈构成(忽略边缘效应)，极板 $A$ 、 $B$ 长为 $L_1$ ，间距为 $d$ ，加上电压时两板间的电场可当作匀强电场，两电磁线圈间的圆柱形磁场可以当作匀强磁场，磁感应强度与电流的关系 $B = kI$ ， $k$ 为已知常数，匀强电场(柱形)与匀强磁场的中轴线互相垂直相交，磁场横截面的半径为 $r_0$ ；标靶是半径为 $R$ 的单晶硅晶圆，并以晶圆圆心为坐标原点，建立 $Oxy$ 正交坐标系。晶圆与匀强电场的中轴线垂直，与匀强磁场的中轴线平行，且与匀强电场中心和柱形匀强磁场中轴线的距离分别为 $L_2$ 和 $L_3$ ，其中 $R = \sqrt{3}L_3$ 。 $U_{AB} = 0$ ,  $I = 0$ 时，离子恰好打到晶圆的 $(0,0)$ 点。



(1) 当 $I = 0$ ,  $U_{AB} = U_1$ 时，离子恰好能打到 $(0, -R)$ 点，求 $U_1$ 的值。

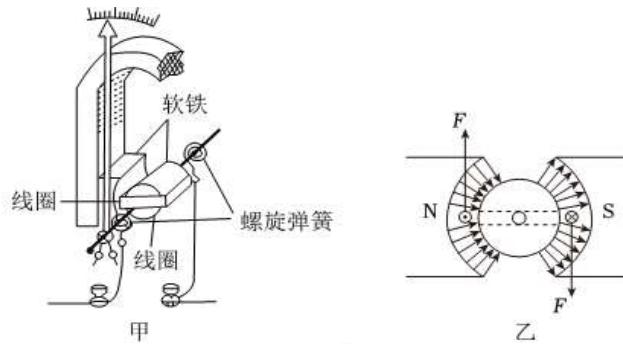
(2) 当 $U_{AB} = 0$ ,  $I = I_1$ 时，离子能打到点 $(R, 0)$ ，求 $I_1$ 的值。

(3) 试导出离子打到晶圆上位置 $(x, y)$ 与 $U_{AB}$ 和 $I$ 的关系式。(提示： $\tan\theta = \frac{2\tan\frac{\theta}{2}}{1-\tan^2\frac{\theta}{2}}$ )

22. 如图甲所示，磁电式电流表的基本组成部分是磁体和放在磁体两极之间的线圈。当电流通过线圈时，导线受到安培力的作用，使安装在轴上的线圈发生转动，指针与轴固定在一起，指针随之发生偏转。磁场沿辐向均匀分布，如图乙所示，设线圈共 $n$ 匝，垂直于纸面的边长为 $l_1$ ，平行于纸面的边长为 $l_2$ ，线圈垂直于纸面的边所在处磁感应强度大小为 $B$ 。

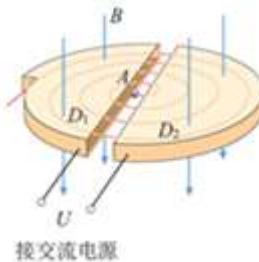
a. 当线圈内通过的电流为 $I$ 时，求线圈垂直于纸面的一条边上受到的安培力大小 $F_A$ ；

b. 当线圈内无电流通过时，指针不发生偏转。拨动电流表指针，当指针角速度为 $\omega$ 时，求穿过线圈的磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。



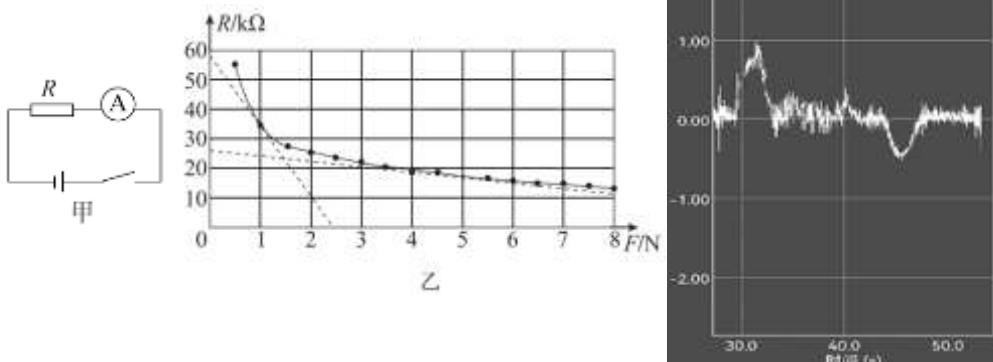
23. 1932年，劳伦斯和利文斯顿设计出了回旋加速器。回旋加速器的工作原理如图所示，置于高真空中的D形金属盒半径为 $R$ ，两盒间接交流电源，两盒间的狭缝很小，带电粒子穿过狭缝的时间可以忽略不计，磁感应强度为 $B$ 的匀强磁场与盒面垂直， $A$ 处粒子源产生的质子，质量为 $m$ 、电荷量为 $q$ ，(质子初速度很小，可以忽略)在加速器中被加速，加速电压为 $U$ 。加速过程中不考虑相对论效应和重力作用，求：

- 离子第一次进入磁场中的速度 $v$ 。
- 粒子在电场中最多被加速多少次。
- 要使质子每次经过电场都被加速，则交流电源的周期为多大。在实际装置设计中，可以采取哪些措施尽量减少带电粒子在电场中的运行时间。



24. 大多数传感器都是以物理原理为基础，将不易测量的非电学量转换成便于测量的电学量。传感器的种类很多，应用也很广泛。

- 金属的电阻率随温度的升高而增大，利用这种性质可以制作温度传感器。某金属丝的阻值 $R$ 随温度 $t$ 变化的规律为 $R = kt + R_0$ ，其中 $k$ 与 $R_0$ 均为定值。将其连入图甲所示的电路中，已知电源电动势为 $E$ ，内阻为 $r$ ，电流表为理想电表。求电流表的示数 $I$ 与温度 $t$ 的关系式。



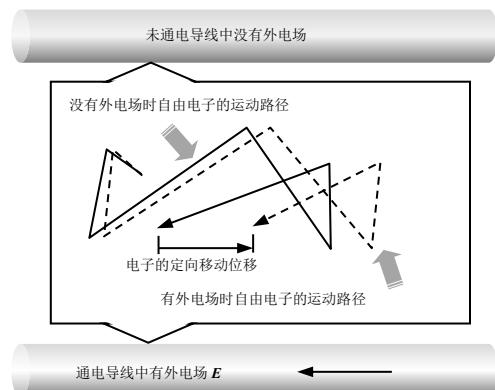
- 有些半导体材料具有压阻效应，即当沿某一轴向受到外力作用时，其电阻率发生变化，利用这种性质可以制作压力传感器。图乙所示为某半导体薄膜压力传感器的电阻 $R$ 随其所受压力 $F$ 变化的曲线。若将电阻变化量的绝对值 $\Delta R$ 与压力变化量的绝对值 $\Delta F$ 的比值称为灵敏度 $S$ 。请你估算压力为1N时该传感器的灵敏度(结果保留两位有效数字)。

(3) 为了研究随电梯一起运动的物体对电梯压力的变化规律，某同学将(2)中的压力传感器静置于电梯地板上，并将质量为 $400g$ 的物体放在传感器上。在上升的电梯中，他利用手机中的加速度传感器测量了电梯的加速度。某段时间内电梯在竖直方向的加速度 $a$ 随时间 $t$ 变化的图线如图丙所示，其中以竖直向上为 $a$ 的正方向。 $g$ 取 $10m/s^2$ 。不考虑温度对传感器的影响，且压力变化时传感器可以迅速做出反应。估算在电梯上升过程中，物体对电梯压力大小的变化范围，并从灵敏度的角度评估所选器材能否帮助他比较精确地完成此项研究。

25. 经典的金属电子论认为：在外电场（由电源提供的电场）中，金属中的自由电子受到电场力的驱动，在原热运动基础上叠加定向移动，如图所示。在定向加速运动中，自由电子与金属正离子发生碰撞，自身停顿一下，将定向移动所获得的能量转移给金属正离子，引起正离子振动加剧，金属温度升高。自由电子在定向移动时由于被频繁碰撞受到阻碍作用，这就是电阻形成的原因。

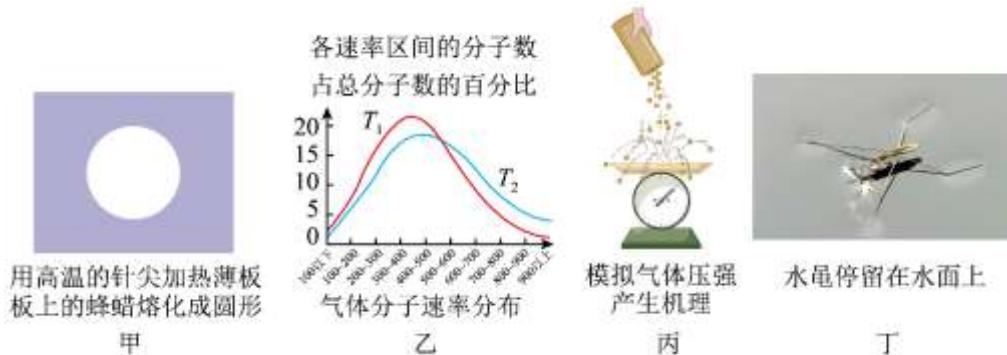
自由电子定向移动的平均速率为 $v$ ，热运动的平均速率为 $u$ ，发生两次碰撞之间的平均距离为 $x$ 。由于 $v \ll u$ ，所以自由电子发生两次碰撞的时间间隔主要由热运动决定。自由电子每次碰撞后的定向移动速率均变为零。

- a. 求该金属的电阻率 $\rho$ ，并结合计算结果至少说明一个与金属电阻率有关的宏观因素；  
 b. 该导体长度为 $L$ ，截面积为 $S$ 。若将单位时间内导体中所有自由电子因与正离子碰撞而损失的动能之和设为 $\Delta E_k$ ，导体的发热功率设为 $P$ ，试证明 $P=\Delta E_k$ 。



## 热学部分

1. 关于下列实验或现象的说法，正确的是



- A. 图甲说明薄板一定是非晶体  
 B. 图乙说明气体分子速率分布随温度变化，且 $T_1 > T_2$   
 C. 图丙的实验情景说明气体压强的大小既与分子动能有关，也与分子的密集程度有关  
 D. 图丁中的现象说明水黾受到了浮力作用，且浮力与重力平衡  
 2. 若以 $\mu$ 表示水的摩尔质量， $v$ 表示在标准状态下水蒸气的摩尔体积， $\rho$ 为在标准状态下水蒸气的密度， $N_A$ 为阿伏加德罗常数， $m$ 、 $V$ 分别表示每个水分子的质量和体积，下面正确的是

$$A. N_A = \frac{v\rho}{m} \quad B. \rho = \frac{\mu}{N_A V} \quad C. m = \rho V \quad D. V = \frac{v}{N_A}$$

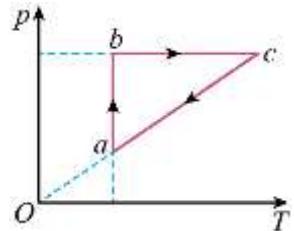
3. 下列说法正确的是

- A. 将来人们可以利用高科技手段，将流散到周围环境中的内能重新收集起来加以利用
  - B. 只要对内燃机不断进行革新，总有一天它可以把气体的内能全部转化为机械能
  - C. 第二类永动机不违反热力学第一定律，只违反热力学第二定律
  - D. 热量不可能由低温物体传给高温物体，绝对零度是不可能达到的
4. 二氧化碳对波长较长的电磁辐射（如红外线）有较强的吸收作用，而对波长较短的电磁辐射（如可见光）的吸收作用较弱。阳光中多种波长的电磁辐射透过大气照到地球表面，使地面升温，而地面的热辐射是波长较长的电磁辐射，它不容易透过大气中的二氧化碳，于是大气温度上升。大气中二氧化碳的作用像暖房的玻璃一样：太阳的热辐射容易进来，地面的热辐射却不易出去。这种效应叫“温室效应”。二氧化碳是一种重要的“温室气体”。温室效应使得大气的温度不致太低，昼夜温差不致太大，各种生物能够繁衍生息。然而，近年来由于人类的活动，大气中的二氧化碳增加，温室效应加剧，这是全球变暖的重要原因。根据上述观点及你所掌握的其它信息，判断下列说法正确的是
- A. 红外线具有明显的热效应是因为其光子能量大于可见光的光子能量
  - B. 温室效应是指二氧化碳对可见光吸收较弱，大量的可见光照射到地面，导致地球温度升高
  - C. 在地球形成的早期，火山活动频繁，排出大量的二氧化碳，温室效应显著，当时地球的气温很高
  - D. 由于现代工业大量燃烧煤炭、石油等燃料，燃烧过程放出大量热，导致地球温度升高，气候变暖。

5. 一定质量的理想气体从状态  $a$  开始，经  $a \rightarrow b$ 、 $b \rightarrow c$ 、 $c \rightarrow a$  三个过程后

回到状态  $a$ ，其  $p-T$  图像如图所示。则该气体

- A. 在状态  $a$  的内能小于在状态  $b$  的内能
- B. 分子间平均距离在状态  $a$  时小于在状态  $b$  时
- C. 在  $a \rightarrow b$  过程中，外界对气体不做功
- D. 由状态  $c \rightarrow a$  过程中，气体向外界放热



## 光学部分

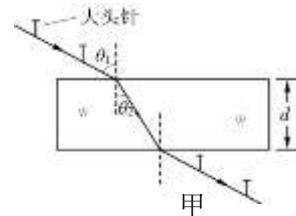
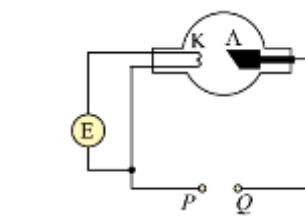
1. 下列应用激光的实例中，不正确的是

- A. 因为激光的相干性好，所以可以用激光光源直接照射双缝做干涉实验
- B. 激光的亮度高，因此我们可以用激光束来切割物体，焊接金属，在硬质难熔材料上打孔，医学上用激光“刀”做切除肿瘤等外科手术
- C. 激光是很好的单色光，它产生的干涉现象最清晰，利用干涉现象可以精确测定物体的长度
- D. 激光的亮度高，可以用来照明

2. 关于电磁波的应用，下列说法不正确的是

- A. 医院里常用  $X$  射线对病房和手术室进行消毒
- B. 工业上利用  $\gamma$  射线检查金属部件内部有无砂眼或裂缝
- C. 刑侦上用紫外线拍摄指纹照片，因为紫外线波长短、分辨率高

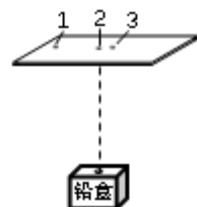
- D. 卫星用红外遥感技术拍摄云图照片，因为红外线衍射能力较强
3. 如图所示为  $X$  射线管的结构示意图， $E$  为灯丝电源。要使射线管发出  $X$  射线，须在  $K$ 、 $A$  两电极间加上几万伏的直流高压。下列说法正确的是
- A. 高压电源正极应接在  $P$  点， $X$  射线从  $K$  极发出
  - B. 高压电源正极应接在  $P$  点， $X$  射线从极  $A$  发出
  - C. 高压电源正极应接在  $Q$  点， $X$  射线从  $K$  极发出
  - D. 高压电源正极应接在  $Q$  点， $X$  射线从极  $A$  发出
4. 2016 年 9 月 25 日，被誉为“中国天眼”的世界最大单口径射电望远镜（简称 FAST）在贵州省平塘县落成启用，开始接收来自宇宙深处的电磁波。中国天眼的存在，使得深空通讯能力延伸至太阳系外缘行星，对探索宇宙的起源和地外文明具有重要意义。如果为天眼配备一部发射功率为百万瓦级 ( $10^6\text{W}$ ) 的发射机，其发射的无线电波波长为 126 厘米。普朗克常量  $h=6.6\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ ，取真空光速  $c=3\times 10^8\text{m/s}$ 。该发射机每秒钟发射的光子数量的数量级约为
- A.  $10^{23}$
  - B.  $10^{27}$
  - C.  $10^{31}$
  - D.  $10^{35}$
5. 在量子世界中，一个物体可以同时处在多个位置，一只猫可以处在“死”和“活”的叠加状态上；所有物体都具有“波粒二象性”，既是粒子也是波；两个处于“纠缠态”的粒子，即使相距遥远也具有“心电感应”，一个发生变化，另一个会瞬时发生相应改变。正是由于量子具有这些不同于宏观物理世界的奇妙特性，才构成了量子通信安全的基石。在量子保密通信中，由于量子不可分割、不可克隆和测不准的特性，所以一旦存在窃听就必然会被发送者察觉并规避。通过阅读以上材料可知
- A. 电磁波是量子化的
  - B. 量子不具有波粒二象性
  - C. 可以准确测定量子的位置
  - D. 量子相互独立互不干扰
6. 用“插针法”测定玻璃的折射率，所用的玻璃砖两面平行。正确操作后，作出的光路图及测出的相关角度如图甲所示。
- ① 这块玻璃砖的折射率  $n=$  \_\_\_\_\_ (用图中字母表示)。
  - ② 如果有几块宽度  $d$  不同的玻璃砖可供选择，为了减小误差，应选用宽度  $d$  较 \_\_\_\_\_ (选填“大”或“小”) 的玻璃砖来测量。



## 近代部分

1. 一个氘核和一个氚核经过核反应后生成氦核和中子，同时放出一个  $\gamma$  光子。已知氘核、氚核、中子、氦核的质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$ 、 $m_4$ ，普朗克常量为  $h$ ，真空中的光速为  $c$ 。则
- A. 这个核反应是裂变反应
  - B. 这个反应的核反应方程是  ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2 {}_0^1\text{n} + \gamma$
  - C. 辐射出的  $\gamma$  光子的能量  $E = (m_3 + m_4 - m_1 - m_2)c^2$

- D. 辐射出的 $\gamma$ 光子在真空中的波长  $\lambda = \frac{h}{(m_1 + m_2 - m_3 - m_4)c}$
2. 如图所示，甲图是光电管中光电流与电压关系图像，乙图是放射性元素氡的质量和初始时质量比值与时间之间的关系图像，丙图是原子核的比结合能与质量数之间的关系图像，丁图是c、d两种金属遏止电压与入射光频率之间的关系图像，下列判断正确的是
- 
- A. 甲图， $a$ 光的光子能量小于 $b$ 光的光子能量
- B. 乙图，每过3.8天反应堆的质量就减少一半
- C. 丙图， ${}^4\text{He}$ 核子平均质量比 ${}^2\text{H}$ 核子平均质量小约 $1 \times 10^{-29}\text{ kg}$
- D. 丁图，用 $a$ 光照射c、d金属，若c能发生光电效应，则d也一定可以
3. 1920年，英国物理学家卢瑟福曾预言：可能有一种质量与质子相近的不带电的中性粒子存在，他把它叫做中子。1930年发现，在真空条件下用 $\alpha$ 射线轰击铍( ${}^4\text{Be}$ )时，会产生一种看不见的、贯穿能力极强的不知名射线和另一种新粒子。经过研究发现，这种不知名射线具有如下的特点：①在任意方向的磁场中均不发生偏转；②这种射线的速度不到光速的十分之一；③用它轰击含有静止的氢核的物质，可以把氢核打出来。用它轰击含有静止的氮核的物质，可以把氮核打出来，并且被打出的氢核的最大速度 $v_H$ 和被打出的氮核的最大速度 $v_N$ 之比等于 $15:2$ 。
- 若该射线中的粒子均具有相同的能量，与氢核和氮核均发生正碰，且碰撞中没有机械能的损失。已知氢核的质量 $M_H$ 与氮核的质量 $M_N$ 之比等于 $1:14$ 。
- (1) 写出 $\alpha$ 射线轰击铍核的核反应方程。
- (2) 试根据上面所述的各种情况，通过具体计算说明该射线是由中子组成，而不是 $\gamma$ 射线。
4. 某学习小组到大学的近代物理实验室参观，实验室的老师给他们提供了一张经过放射线照射的底片，底片上面记录了在同一直线上的三个曝光的痕迹，如图所示。老师告诉他们，实验时底片水平放置，第2号痕迹位置的正下方为储有放射源的铅盒的开口，放射源可放射出 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 三种射线。然后又提供了 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 三种射线的一些信息如下表。



已知铅盒上的开口很小，故射线离开铅盒时的初速度方向均可视为竖直向上，射线中的粒子所受重力、空气阻力及它们之间的相互作用力均可忽略不计，不考虑粒子高速运动时的相对论效应。

原子质量单位  $1\text{u}=1.66 \times 10^{-27}\text{kg}$ ，元电荷  $e=1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ ，光速  $c=3.0 \times 10^8\text{m/s}$ 。

射线类型	射线性质				
	组成	质量	速度	电离作用	穿透性

$\alpha$ 射线	${}^4_2\text{He}$	4u	0.1c	强	弱
$\beta$ 射线	${}^{-1}_0\text{e}$	u/1840	约为 c	较弱	较强
$\gamma$ 射线	$\gamma$ 光子	0	c	弱	强

- (1) 学习过程中老师告诉同学们，可以利用三种射线在电场或磁场中的偏转情况对它们加以辨别。如果在铅盒与底片之间加有磁感应强度  $B=0.70\text{T}$  的水平匀强磁场，请你计算一下放射源射出  $\alpha$  射线在此磁场中形成的圆弧轨迹的半径为多大？（保留 2 位有效数字）
- (2) 老师对如图所示的“三个曝光的痕迹”解释说，底片上三个曝光的痕迹是铅盒与底片处在同一平行于三个痕迹连线的水平匀强电场中所形成的。
- ①试分析说明，第 2 号痕迹是什么射线照射形成的；
- ②请说明  $\alpha$  粒子从铅盒中出来后做怎样的运动；并通过计算说明第几号曝光痕迹是由  $\alpha$  射线照射形成的。

# 参考答案

## 力学部分

1. 【考查点】波的叠加

【参考答案】B

2. 【考查点】万有引力测量中心天体质量

【参考答案】D

3. 【考查点】万有引力、圆周运动

【参考答案】A

4. 考查点】万有引力定律、圆周运动

【参考答案】C

5. 【考查点】力和运动的分析、数形结合

【参考答案】C

6. 【考查点】运动学知识，时间空间关系分析

【参考答案】 $\frac{(N+1)^2 h}{2t^2}$

7. 【考查点】牛顿第二定律、整体法隔离法

【参考答案】B

8. 【考查点】牛顿第二定律、隔离法和极限思想

【参考答案】D

9. 【考查点】圆周运动动力学分析

【参考答案】B

10. 【考查点】牛顿第二定律、万有引力定律、牵连关系

【参考答案】D

11. 【考查点】动能定理、数形结合

【参考答案】C

12. 【考查点】动能定理和功能原理

【参考答案】A

13. 【考查点】动态分析和功能原理

【参考答案】C

14. 【考查点】完全非弹性碰撞

【参考答案】C

15. 【考查点】弹力、运动与力、功能关系

【参考答案】D

16. 【考查点】力与物体运动、机械能守恒定律、弹力的功

【参考答案】D

17. 【考查点】连接体、 $a-t$  图像

【参考答案】B

18. 【考查点】动量守恒定律和碰撞

【参考答案】D

19. 【考查点】共振的条件

【参考答案】(1)减小电压(2)减小筛子质量

20. 【考查点】量纲运算

【参考答案】B

21. 【考查点】实验“探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系”

【参考答案】(1) A (2) 8 (3) AB

22. 【考查点】流量的概念、运动学知识

【参考答案】在时间  $t$  内，通过任一水流柱截面的水的体积是一定的。因水流柱顶点的水流速小于下面部分的水流速，因此水柱直径上面比下面大 0.5cm

23. 【考查点】机械能守恒定律

【参考答案】(1)  $5\sqrt{2gh}$  (2)  $mg(H+26h)$  (3)  $\frac{mg(H+26h)}{60\eta}$

24. 【考查点】圆运动、平抛运动、机械能守恒

【参考答案】

(1) 小球从  $A$  点运动到  $B$  点的过程中，根据动能定理  $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -mg2R$

$$\text{解得 } v = \sqrt{v_0^2 - 4gR}$$

(2) 根据平抛运动规律  $x = vt$

$$2R = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{解得 } x = \sqrt{\frac{4R}{g}(v_0^2 - 4gR)}$$

(3) 根据小球恰好能沿轨道运动到  $B$  点飞出，可知：  $mg = m\frac{v_B^2}{R}$

$$\text{解得 } v_B = \sqrt{gR}$$

从  $B$  点飞出后，根据平抛运动规律， $2R = \frac{1}{2}gt^2$ ,  $x_{AD} = v_B t$ , 解得  $x_{AD} = 2R$  如图所示。

以水平地面为零势能面，半圆轨道光滑时，根据机械能守恒小球落在  $C$  点时的动能和在  $A$  点时机械能相等，

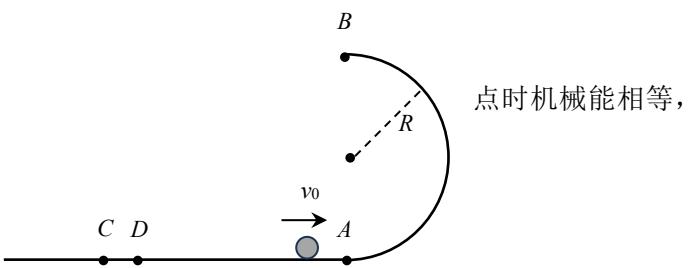
$$E_C = E_A = \frac{1}{2}mv_0^2$$

半圆轨道粗糙时，小球落在  $D$  点时的动能和在  $B$

$$E_D = E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 + 2mgR = \frac{5}{2}mgR$$

所以

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{5}{2}mgR$$



点时机械能相等，

## 25. 【考查点】动量和能量的综合性问题

【参考答案】1)  $\frac{mg}{2l}$  (2)  $\sqrt{\frac{3gl}{2}}$  (3)  $9l$

(1)  $B$  静止时，弹簧形变量为  $l$ ，弹簧产生弹力  $F=kl$

$B$  物体受力如图所示，根据物体平衡条件得

$$kl = mgsin\theta$$

得弹簧的劲度系数  $k = \frac{mgsin\theta}{l}$

(2) 当弹簧第一次恢复原长时  $A$ 、 $B$  恰好分离，设此时  $A$ 、 $B$  速度的大小为  $v_3$ 。

对  $A$  物体，从  $A$ 、 $B$  分离到  $A$  速度变为 0 的过程，根据机械能守恒定律得

$$\frac{1}{2}mv_3^2 = mg\Delta h$$

此过程中  $A$  物体上升的高度  $\Delta h = 1.5l \sin\theta$

$$\text{得 } v_3 = \sqrt{\frac{3}{2}gl}$$

(3) 设  $A$  与  $B$  相碰前速度的大小为  $v_1$ ， $A$  与  $B$  相碰后速度的大小为  $v_2$ ， $M$ 、 $P$  之间距离为  $x$ 。对  $A$  物体，

从开始下滑到  $A$ 、 $B$  相碰的过程，根据机械能守恒定律得  $mgx \sin\theta = \frac{1}{2}mv_1^2$

$A$  与  $B$  发生碰撞，根据动量守恒定律得  $m v_1 = (m+m) v_2$

设  $B$  静止时弹簧的弹性势能为  $E_p$ ，从  $A$ 、 $B$  开始压缩弹簧到弹簧第一次恢复原长的过程，根据机械能守恒定律得

$$\frac{1}{2}(m+m)v_2^2 + E_p = \frac{1}{2}(m+m)v_3^2 + (m+m)gl \sin\theta$$

$B$  物体的速度变为 0 时， $C$  物体恰好离开挡板  $D$ ，此时弹簧的伸长量也为  $l$ ，弹簧的弹性势能也为  $E_p$ 。对  $B$  物体和弹簧，从  $A$ 、 $B$  分离到  $B$  速度变为 0 的过程，根据机械能守恒定律得

$$\frac{1}{2}mv_3^2 = mgl \sin\theta + E_p$$

解得  $x = 9l$

## 26. 【考查点】能量守恒、动量定理

## 【参考答案】

(1)  $P = \eta \rho g Q H$

(2) ①  $\Delta p = m \Delta v = 2mv \sin \frac{\theta}{2}$

由动量定理  $F \Delta t = \Delta p$  可得  $F = \frac{2mv \sin \frac{\theta}{2}}{\Delta t}$

②  $\Delta t$  时间内流过的水的质量为  $\Delta m = \rho v \Delta t h w$ , 这些水转过一个小角度  $\Delta \theta$  的动量改变量为

$\Delta p = 2\Delta m v \sin \frac{\Delta \theta}{2} \approx \Delta m v \cdot \Delta \theta$ 。设这些水受到的堤坝对它的作用力大小为  $F'$ , 根据动量定理  $F' \Delta t = \Delta p$  可

得  $F' = \rho v^2 h w \Delta \theta$

根据牛顿第三定律河水对堤坝的作用力大小  $F = F' = \rho v^2 h w \Delta \theta$

$\Delta \theta$  对应的外侧面积为  $\Delta S = R \Delta \theta h$

河流转弯处河水对外侧河岸的附加压强为  $p = \frac{F}{\Delta S} = \frac{\rho v^2 w}{R}$

## 电磁学部分

1. 【考查点】静电平衡, 尖端放电

【参考答案】D

2. 【考查点】了解生产生活中关于静电的利用与防护

【参考答案】B

3. 【考查点】安培环流假说

【参考答案】B

4. 【考查点】2.2.3 通过实验, 了解自感现象和涡流现象。能举例说明自感现象和涡流现象在生产生活中的应用。

【参考答案】D

5. 【考查点】涡流

【参考答案】B

6. 【考查点】法拉第圆盘

【参考答案】A

7. 【考查点】赫兹实验

【参考答案】A

8. 【考查点】初步了解麦克斯韦电磁场理论的基本思想, 初步了解场的统一性与多样性, 体会物理学对统一性的追求。

【参考答案】D

9. 【考查点】认识电磁波谱。知道各个波段的电磁波的名称、特征和典型应用。

【参考答案】D

10. 【考查点】知道远距离输电时通常采用高压输电的原因。

【参考答案】B

11. 【考查点】物质波 衍射 电场强度和电势能

【参考答案】C

12. 【考查点】球面辐射模型

【参考答案】D

13. 【考查点】磁电式电流表原理 反电动势 电磁阻尼

【参考答案】D

14. 【考查点】电表改装

【参考答案】B

15. 【考查点】欧姆表原理

【参考答案】C

16. 【考查点】欧姆表原理、电表改装

【参考答案】(1)  $T = 0 \quad 100 \quad (2) 1900 \quad (3) 160 \quad 880 \quad (4)$  等于

17. 【考查点】探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系

【参考答案】

(1) 交流电压表或者是多用电表

(2) 使用低压交流电源的电压不能超过 12V; 5

$$(3) \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

18. 【考查点】2.3.2 通过实验，了解电磁振荡。

【参考答案】放 正 下 增大

19. 【考查点】知道点电荷模型。知道两个点电荷间相互作用的规律。体会探究库仑定律过程中的科学思想和方法。

【参考答案】(1)控制变量法; (3)大于; 两电荷带同种电荷，导致电量间距大于 $3R$ 。

20. 【考查点】电磁感应、闭合电路欧姆定律的推导

【参考答案】解：(1)根据法拉第电磁感应定律可得： $E = Ba\bar{v}$

$$\text{其中 } \bar{v} = \frac{a\omega}{2}$$

代入解得圆盘匀速转动产生的感应电动势  $E = \frac{1}{2}B\omega a^2$ ;

(2)圆盘转动过程中产生的感应电流  $I = \frac{E}{R+r}$ ,

$$\text{转动一周经过的时间 } T = \frac{2\pi}{\omega}$$

根据焦耳定律可得圆盘匀速转动一圈，电阻 $R$ 产生的热量  $Q = I^2 RT = \frac{\pi \omega B^2 a^4 R}{2(R+r)^2}$ ;

(3)圆盘中的电子因圆盘转动在匀强磁场中受到的沿半径方向的洛伦兹力为非静电力，根据能量守恒定律可得： $I^2(R+r)t = W_{\text{非}}$

根据电动势的定义式可得:  $E = \frac{W_{\text{非}}}{q}$ , 则:  $W_{\text{非}} = qE$ ,

又因  $q = It$ ,

联立可得:  $E = I(R + r)$ 。

21. 【考查点】带电粒子在匀强磁场和匀强电场的运动; 根据几何关系求相关物理量。

【参考答案】(1) 在匀强电场中有  $E = \frac{U_1}{d}$ ,  $qE = ma$ ,  $L_1 = v_0 t$ ,  $y_1 = \frac{1}{2}at^2$

根据相似三角形得  $\frac{R}{y_1} = \frac{L_2}{\frac{1}{2}L_1}$

联立解得  $U_1 = \frac{mdRv_0^2}{qL_1 L_2}$ ;

(2) 粒子在匀强磁场中轨迹如图

由几何关系得  $\tan\theta = \frac{R}{L_3} = \sqrt{3}$

解得  $\theta = \frac{\pi}{3}$

则  $\tan\frac{\pi}{6} = \frac{r_0}{r} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

解得  $r = \sqrt{3}r_0$

由洛伦兹力提供向心力得  $Bqv_0 = m\frac{v_0^2}{r}$

又  $B = kI_1$

解得  $I_1 = \frac{mv_0}{\sqrt{3}kr_0q}$ ;

(3) 纵坐标由匀强电场决定, 则  $y'_1 = \frac{1}{2}\frac{U_{AB}q}{md}t^2$ ,  $L_1 = v_0 t$ ,  $\frac{y}{y'_1} = \frac{L_2}{\frac{1}{2}L_1}$

联立解得  $y = \frac{L_1 L_2 q U_{AB}}{md v_0^2}$

由于  $-R \leq y \leq R$ , 则  $-\frac{mdRv_0^2}{qL_1 L_2} \leq U_{AB} \leq \frac{mdRv_0^2}{qL_1 L_2}$ ;

横坐标由匀强磁场决定, 则  $Bqv_0 = m\frac{v_0^2}{r'}$

解得  $r' = \frac{mv_0}{kIq}$

由于  $\tan\frac{\theta}{2} = \frac{r_0}{r'} = \frac{kIqr_0}{mv_0}$

又  $\tan\theta = \frac{2\tan\frac{\theta}{2}}{1 - \tan^2\frac{\theta}{2}}$

联立解得  $x = L_3 \tan\theta = \frac{2kIqr_0mv_0L_3}{m^2v_0^2 - k^2I^2q^2r_0^2}$

由于  $-R \leq x \leq R$ , 则  $0 \leq I \leq \frac{mv_0}{\sqrt{3}kr_0q}$  (包含正、反向电流)。

22. 【考查点】通过实验, 认识安培力。能判断安培力的方向, 会计算安培力的大小。了解安培力在生产生活中的应用。例 1 利用电流天平等简易装置测量安培力。了解磁电式电表的结构和工作原理。

【参考答案】解:

a. 安培力大小为  $F_A = nBIL_1$

b.根据法拉第电磁感应定律有  $E_0 = 2nBl_1v$ , 结合  $v = \omega \frac{1}{2}l_2$  解得  $E_0 = nBl_1l_2\omega$

再根据法拉第电磁感应定律  $E_0 = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  可得  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Bl_1l_2\omega$

23. 【考查点】能用洛伦兹力分析带电粒子在匀强磁场中的圆周运动。了解带电粒子在匀强磁场中的偏转及其应用。了解质谱仪和回旋加速器的工作原理。

【参考答案】

(1)质子在电场中加速, 由动能定理得:  $qU = \frac{1}{2}mv^2$

解得:  $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$ ;

(2)设质子的最大速度为  $v_m$ , 在磁场中洛伦兹力提供向心力, 则有:  $qv_mB = m\frac{v_m^2}{R}$

解得:  $v_m = \frac{qBR}{m}$

质子的最大动能为:  $E_{km} = \frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{q^2B^2R^2}{2m}$

质子每经过一次电场被加速一次, 每次获得动能为:  $E_k = qU$

设最多被加速  $N$  次, 所以有:  $N = \frac{E_{km}}{E_k} = \frac{qB^2R^2}{2Um}$ ;

(3)要使质子每次经过电场都被加速, 则交流电源的周期为质子在磁场中运动周期,

由周期公式有:  $T = \frac{2\pi r}{v}$

圆周运动的向心力由洛伦兹力提供, 则有:  $qvB = m\frac{v^2}{r}$

两式联立, 解得周期为:  $T = \frac{2\pi m}{qB}$

质子在电场中做匀加速直线运动, 减小在电场中时间可以采用增大初速度, 增加加速电压, 减小两个  $D$  型盒之间的狭缝宽度。

答: (1)离子第一次进入磁场中的速度为  $\sqrt{\frac{2qU}{m}}$ ;

(2)粒子在电场中最多被加速次数为  $\frac{qB^2R^2}{2Um}$ ;

(3)要使质子每次经过电场都被加速, 则交流电源的周期为  $\frac{2\pi m}{qB}$ , 在实际装置设计中, 可以采取采用增大初速度, 增加加速电压, 减小两个  $D$  型盒之间的狭缝宽度等措施, 可尽量减少带电粒子在电场中的运行时间。

24. 【考查点】知道非电学量转换成电学量的技术意义。

【参考答案】

(1)根据闭合电路的欧姆定律可得  $I = \frac{E}{R+r}$

结合题中已知条件  $I = \frac{E}{r+R_0+kt}$ ;

(2)由题可知, 灵敏度等于图乙中曲线的斜率的绝对值, 所以当  $F = 1N$  时, 灵敏度为

$$S = |\frac{\Delta R}{\Delta F}| = \frac{58}{2.4} k\Omega/N = 24 k\Omega/N (23 k\Omega/N \sim 25 k\Omega/N \text{ 均可})$$

(3)由图丙可知, 电梯加速上升过程中的加速度  $a_1 \leq 1.0m/s^2$ , 减速上升过程中的加速度  $a_2 \leq 0.5m/s^2$ . 设加速上升过程中电梯对物体的支持力为  $F_1$ , 根据牛顿第二定律有  $F_1 - mg = ma_1$  整理得  $F_1 = m(g + a_1) \leq 0.4 \times 11N = 4.4N$

设减速上升过程中电梯对物体的支持力为  $F_2$ , 根据牛顿第二定律有  $mg - F_2 = ma_2$  整理得  $F_2 = m(g - a_2) \leq 0.4 \times 9.5N = 3.8N$

所以物体对电梯压力大小的变化范围为  $3.8N \leq F \leq 4.4N$

由图乙可知, 在此压力范围内传感器的灵敏度为  $S' = |\frac{\Delta R'}{\Delta F'}| = \frac{(26-11) \times 10^3}{8} \Omega/N = 1.9 \times 10^3 \Omega/N$

在  $3.8N \leq F_N \leq 4.4N$  的压力范围内时, 压力传感器的电阻变化量是

$$\Delta R = S' \Delta F = 1.9 \times 10^3 \Omega/N \times (4.4 - 3.8)N = 1.14 \times 10^3 \Omega$$

如此巨大的阻值变化, 是很容易测量出来的, 所以这些器材能够非常精确地完成此项研究。

## 25. 【考查点】电阻的微观解释

### 【参考答案】

a. 设导体长度为  $L$ , 截面积为  $S$ , 两端电压为  $U$ , 通过的电流为  $I$ 。

电子发生两次碰撞之间, 在原有的匀速运动(热运动)的同时, 叠加在外电场作用下由静止开始的匀加速运动(定向移动), 但因  $v \ll u$ , 所以

$$\text{两次碰撞的平均时间间隔 } t = \frac{x}{u}$$

$$\text{电子在外电场中做定向移动的加速度 } a = \frac{Ue}{mL}$$

电子碰撞前瞬间的定向移动速度  $v_t = 2v$ , 且  $v_t = at$

$$\text{整理可得导体两端电压 } U = \frac{2mvuL}{ex}$$

设在  $\Delta t$  时间内流过导体的电荷量  $\Delta q = neSv\Delta t$

$$\text{由 } I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \text{ 可知: } I = neSv$$

$$\text{代入 } R = \frac{U}{I} = \frac{2muL}{ne^2 x S}$$

$$\text{与电阻定律 } R = \rho \frac{L}{S} \text{ 比较, 有: } \rho = \frac{2mu}{ne^2 x}$$

从计算结果可知, 金属的电阻率与金属中单位体积的自由电子数  $n$ 、自由电子热运动平均速率  $u$  和碰撞的平均距离  $x$  有关, 所以在宏观上, 电阻率与金属的种类和温度有关。

$$\text{b. 导体的发热功率 } P = I^2 R = \frac{2nmv^2 u S L}{x}$$

$$\text{单位时间内一个自由电子因与正离子碰撞而损失的动能 } \Delta E = \frac{\frac{1}{2}mv_t^2}{t} = \frac{2mv^2 u}{x}$$

导体中所有自由电子在单位时间内损失的动能之和  $\Delta E_k = N \Delta E = n S L \Delta E$

$$\text{所以 } \Delta E_k = \frac{2nmv^2 u SL}{x} = P$$

## 热学部分

1. 【考查点】气体、液体和固体的非主干知识：晶体和非晶体的性质、液体的表面张力、气体压强的微观解释、气体分子速率分布的统计等。

【参考答案】 C

2. 【考查点】微观量的估算：一般对于固体、液体建立小球模型；气体建立立方体模型，只能估算气体分子的平均间距。

【参考答案】 A

3. 【考查点】热力学第二定律：简单了解热力学第二定律的内容

【参考答案】 C

4. 【考查点】

热学知识的相关应用，涉及能源环境问题

【参考答案】 C

5. 【考查点】理想气体状态方程

【参考答案】 D

## 光学部分

1. 【考查点】

了解激光的特性及应用：激光具有相干性好、平行度好、亮度高等特点。

【参考答案】 D

2. 【考查点】了解电磁波谱和光谱。

【参考答案】 A

3. 【考查点】了解 X 射线产生的机理

【参考答案】 D

4. 【考查点】 数量级估算

【参考答案】 C

5. 【考查点】简单了解波粒二象性、测不准原理、量子化

【参考答案】 A

6. 【考查点】实验：测玻璃砖的折射率

【参考答案】 ①  $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$  ② 大

## 近代部分

1. 【考查点】 质量亏损、核能的计算

【参考答案】 D

2. 【考查点】结合能、半衰期等

### 【参考答案】C

3. 【参考答案】以中子发现的实际问题为背景，考查建构弹性碰撞模型，分析推理解决问题的能力

(1) 核反应方程是  ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$

(2) 由(1)可知，该射线不带电，是由电中性的粒子流组成的。由于 $\gamma$ 射线是高速光子流，而该射线速度不到光速的十分之一，因此它不是 $\gamma$ 射线。

设该粒子的质量为 $m$ ，轰击氢核和氮核时速度为 $v$ ，打出氢核后粒子速度变为 $v_1$ ，打出氮核后粒子速度变为 $v_2$ 。由于碰撞中没有机械能的损失，且被打出的氢核和氮核的速度均为最大值，表明该粒子与氢核及氮核的碰撞为弹性碰撞。

根据动量守恒和机械能守恒，在打出氢核的过程中，有

$$mv = mv_1 + M_H v_H$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}M_H v_H^2$$

解得  $v_H = \frac{2mv}{m + M_H}$

同理，在打出氮核的过程中，有  $mv = mv_2 + M_N v_N$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}M_N v_N^2$$

解得  $v_N = \frac{2mv}{m + M_N}$

根据 $v_H$ 、 $v_N$ 的表达式及  $\frac{v_H}{v_N} = \frac{15}{2}$ ,  $\frac{M_N}{M_H} = \frac{14}{1}$ ，解得

$$m = M_H$$

即该粒子的质量与氢核（质子）质量相同，因此这种不知名的电中性粒子是中子

4. 【考查点】以探究三种射线性质为实际的问题背景，考查带电粒子在电场和磁场中典型的运动问题，以及基于计算结果进行分析推理，解决问题的能力。

### 【参考答案】

(1)  $\alpha$ 射线的粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动，设其半径为 $r$ ，根据牛顿第二定律，

有  $qvB = mv^2/r$

代入数据解得：  $r = 0.89\text{m}$

(2) ①第2号痕迹正对着储有放射源的铅盒的开口，表明形成第2号痕迹的射线做匀速直线运动，即不受电场力作用，所以不带电，故第2号痕迹是 $\gamma$ 射线照射形成的。

② $\alpha$ 射线的粒子从放射源出来经过水平匀强电场打到底片上的过程中，受恒定的电场力作用，且水平的电场力与竖直的初速度方向垂直，故应做匀变速曲线运动。

设铅盒与底片间的竖直距离为 $d$ ，电场强度为 $E$ ，带电射线从放射源射出时的初速度为 $v_0$ ，质量为 $m$ ，所带电荷量为 $q$ ，在电场中运动时间为 $t$ ，则对于粒子在电场中的运动有

竖直方向  $d=v_0 t$ , 水平方向的侧移量  $x=\frac{qE}{2m}t^2$

$$\text{解得: } x = \frac{qEd^2}{2mv_0^2}$$

因此对于  $\alpha$  射线和  $\beta$  射线的侧移量之比有

$$\frac{x_\alpha}{x_\beta} = \frac{q_\alpha}{q_\beta} \cdot \frac{m_\beta}{m_\alpha} \cdot \left( \frac{v_\beta}{v_\alpha} \right)^2 = \frac{2}{1} \times \frac{1}{4 \times 1840} \times \left( \frac{1}{0.1} \right)^2 = \frac{5}{184}$$

表明  $\alpha$  射线的偏转侧移量较小, 所以第 3 号痕迹应是  $\alpha$  射线所形成的。