

## 2025 年北京市海淀区高考物理一模试卷

一、单选题：本大题共 14 小题，共 42 分。

1. 关于光现象及应用，下列说法正确的是( )

- A. 佩戴特制的眼镜观看立体电影，是利用了光的折射
- B. 医学上用光纤制成内窥镜做人体内部检查，是利用了光的偏振
- C. 雨后太阳光入射到水滴形成彩虹，是由于光的干涉
- D. 光经过针尖时，其影的轮廓模糊不清，出现明暗相间的条纹，是由于光的衍射

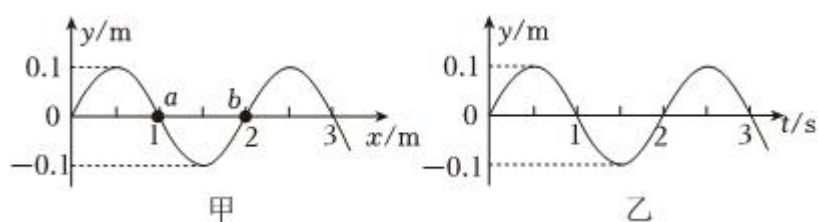
2. 下列核反应方程中，括号内的粒子为质子的是( )

- A.  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + ( )$
- B.  ${}^{11}_3\text{B} + ( ) \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^{14}_7\text{N}$
- C.  ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + ( )$
- D.  ${}^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pa} + ( )$

3. 关于分子动理论，下列说法正确的是( )

- A. 悬浮在液体中的固体微粒越大，布朗运动越明显
- B. 当分子间的距离减小时，分子间作用力一定增大
- C. 物体的温度升高，物体每个分子的动能都增大
- D. 温度是分子热运动剧烈程度的标志

4. 图甲为一列沿  $x$  轴正向传播的简谐横波在  $t = 0$  时的图像，图甲中某质点的振动情况如图乙所示，下列说法正确的是( )

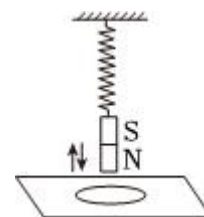


- A. 图乙可能是质点  $a$  的振动图像
- B. 再经  $1\text{s}$  质点  $a$  将沿  $x$  轴运动到  $x = 2\text{m}$  处
- C. 质点  $b$  的位移与时间的关系为  $y = 0.1\sin(\pi t)\text{m}$
- D. 波在传播过程中，质点  $a$  在  $2\text{s}$  内运动的路程为  $0.8\text{m}$

5. 如图所示，弹簧上端固定、下端悬挂一个磁铁，在磁铁正下方放置一个固定在桌面上的闭合铜质线圈。将磁铁托起到某一高度后放开，磁铁开始上下振动。不计空气阻力。

下列说法正确的是( )

- A. 磁铁振动过程中、线圈始终有收缩的趋势



- B. 磁铁振动过程中、弹簧和磁铁组成系统的机械能保持不变
- C. 磁铁远离线圈时，线圈对桌面的压力小于线圈的重力
- D. 磁铁靠近线圈时，线圈与磁铁相互吸引

6. 某同学用如图所示的可拆变压器完成“探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系”实验，可拆变压器上各接线柱对应的数字表示倍率为“ $\times 100$ ”的匝数。将原线圈的“0”和“1”接线柱与学生电源连接，将副线圈的“0”和“8”接线柱与电压表连接，测得副线圈的输出电压为  $15V$ 。下列说法正确的是( )



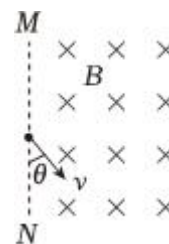
- A. 原线圈接的是学生电源的直流电压挡
- B. 原线圈的输入电压可能是  $2V$
- C. 原、副线圈之间靠铁芯导电来传输能量
- D. 若将电源改接原线圈的“0”和“4”接线柱，则副线圈的输出电压将大于  $15V$

7. 如图所示，两相同物块用细线相连接，放在粗糙水平面上，在水平恒力  $F$  作用下，一起做匀加速直线运动，物块间细线的拉力大小为  $T$ 。当两物块均由粗糙的水平面运动到光滑的水平面上且仍在  $F$  的作用下运动，则( )



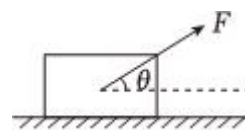
- A. 两物块的加速度变大，细线的拉力仍为  $T$
- B. 两物块的加速度不变，细线的拉力仍为  $T$
- C. 两物块的加速度变大，细线的拉力小于  $T$
- D. 两物块的加速度不变，细线的拉力小于  $T$

8. 如图所示， $MN$  右侧有垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度大小为  $B$ 。质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的两个电性不同的粒子，均以与  $MN$  夹角为  $\theta$ 、大小为  $v$  的速度垂直磁场射入。不计重力及粒子间的相互作用。则两粒子( )



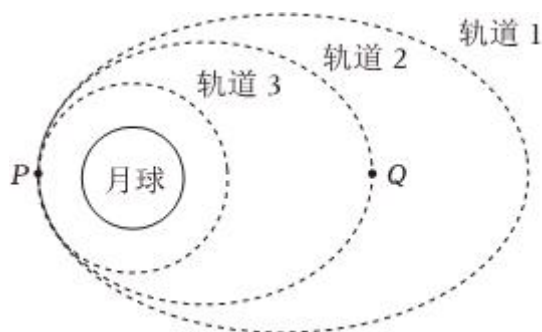
- A. 在磁场中运动轨迹的半径不同
- B. 在磁场中运动的时间不同
- C. 射出磁场时的速度方向不同
- D. 射出位置到射入位置的距离不同

9. 如图所示，物体在与水平方向夹角为  $\theta$ 、大小为  $F$  的拉力作用下，从静止开始沿水平地面向右做匀加速直线运动，物体和地面之间的动摩擦因数为  $\mu$ 。在物体运动时间为  $t$  的过程中( )



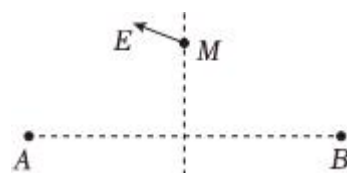
- A. 仅改变 $\theta$ ，拉力对物体做的功不变
- B. 仅改变 $\mu$ ，合力对物体做的功不变
- C. 仅改变拉力大小 $F$ ，物体受到重力的冲量不变
- D. 仅改变拉力大小 $F$ ，物体受到摩擦力的冲量不变

10. 2024 年 6 月，“嫦娥六号”探测器成功着陆在月球背面预选着陆区，开启人类探测器首次在月球背面实施的样品采集任务。“嫦娥六号”被月球捕获进入月球轨道的部分过程如图所示：探测器在椭圆轨道 1 运行经过 $P$ 点时变轨进入椭圆轨道 2、在轨道 2 上经过 $P$ 点时再次变轨进入圆轨道 3。三个轨道相切于 $P$ 点， $Q$ 点是轨道 2 上离月球最远的点。下列说法正确的是( )



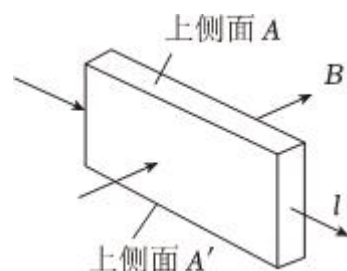
- A. 探测器从轨道 1 进入轨道 2 的过程中，需点火加速
- B. 探测器在轨道 2 上从 $P$ 点运行到 $Q$ 点的过程中，机械能越来越大
- C. 探测器分别沿着轨道 2 和轨道 3 运行，经过 $P$ 点时的加速度相同
- D. 探测器在轨道 3 上运行的周期大于其在轨道 1 上运行的周期

11. 两个点电荷 $A$ 和 $B$ 的电荷量分别为 $q_A$ 和 $q_B$ ， $M$ 是点电荷连线中垂线上的某点其电场方向如图所示。下列说法正确的是( )



- A.  $q_A$ 与 $q_B$ 的大小可能相等
- B.  $A$ 和 $B$ 为同种电荷，且 $q_A > q_B$
- C.  $A$ 和 $B$ 为异种电荷，且 $q_A > q_B$
- D. 若 $A$ 和 $B$ 的电荷量均变为原来的 2 倍，则 $M$ 点的电场方向不变

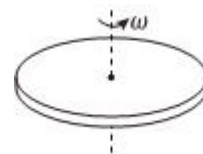
12. 如图所示，一定厚度和宽度的半导体板放在匀强磁场中，当半导体板通过一定电流，且电流与磁场方向垂直时，在上侧面 $A$ 和下侧面 $A'$ 之间会产生一定的电势差 $U_H$ 。将这种半导体板制成磁敏元件，可用来探测某空间的磁场。下



列说法正确的是( )

- A. 若半导体板内载流子为电子, 则上侧面A的电势比下侧面A'的电势高
- B. 探测空间磁场时,  $U_H$ 与被测磁场的磁感应强度呈线性关系
- C. 探测空间磁场时, 磁敏元件的摆放方向对 $U_H$ 的数值无影响
- D. 在图示情况下, 半导体板单位体积中载流子数目越大,  $U_H$ 越大

13. 飞轮储能是一种利用高速旋转的飞轮来储存和释放能量的技术。飞轮能储存能量, 是因为转动的物体具有动能。如图所示, 将飞轮简化为圆盘, 可绕通过其圆心且与圆盘平面垂直的转轴转动。可以把圆盘分成很多小块, 任取一小块都能根据 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 来计算其动能, 将所有小块的动能累加即可以求得飞轮转动的动能。下列说法正确的是( )



- A. 飞轮转动时的动能与其转动的角速度成正比
- B. 飞轮转动的动能与其质量分布是否均匀无关
- C. 保持角速度的大小不变, 若飞轮改为绕其直径转动, 则其动能不变
- D. 保持角速度的大小不变, 若飞轮改为绕其直径转动, 则其动能变小

14. 当波源与观测者发生相对运动时, 观测者接收到波的频率发生变化, 这是我们熟悉的多普勒效应。观测者和波源之间的距离变化越快, 多普勒效应越明显。

原子会吸收和发出某些特定波长的电磁波, 我们观测到的某颗恒星的光谱包含由此恒星的大气层中的原子引起的吸收谱线。已知钠原子具有一条波长为  $5895.9\text{\AA}$  ( $1\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$ ) 的特征谱线( $D_1$ 线)。研究人员在观测某双恒星系统时, 从  $t = 0$  时开始在表中记录双恒星系统中的钠原子在 $D_1$ 线对应波长处的吸收光谱, 其中 1 号恒星和 2 号恒星在吸收波长处吸收光谱的波长分别为 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ , 假定研究人员处于双恒星运动所在平面, 双恒星均近似做匀速圆周运动, 且不考虑双恒星系统质心(质点系的质量中心)的运动。不考虑相对论效应和宇宙膨胀的影响。关于该双恒星系统, 下列说法正确的是( )

$t/d$	$\lambda_1/A$	$\lambda_2/A$
0.3	5893.1	5897.5
0.6	5892.8	5897.7
0.9	5893.7	5897.2
1.2	5896.2	5896.2
1.5	5897.3	5895.1
1.8	5898.7	5894.3
2.1	5899.0	5894.1
2.4	5898.1	5894.6
2.7	5896.4	5895.6
3.0	5894.5	5896.7
3.3	5893.1	5897.3
3.6	5892.8	5897.7
3.9	5893.7	5897.2

- A. 双恒星绕质心转动的周期约为  $1.8d$
- B.  $t = 1.5d$  观测到波长为  $\lambda_1$  的光是 1 号恒星靠近观测者时发出的
- C. 在  $2.7d \sim 3.0d$  间观测到波长为  $\lambda_1$  的光是 1 号恒星在距离观测者最近位置附近发出的
- D. 通过比较观测波长变化量，可判断 1 号恒星质量较小

## 二、实验题：本大题共 2 小题，共 18 分。

15. (1) 现有一个阻值约为  $2k\Omega$  的定值电阻，用多用电表测其电阻，应选用电阻\_\_\_\_\_挡(选填“ $\times 10$ ” “ $\times 100$ ” 或 “ $\times 1k$ ” )；图 1 为已选定挡位后正在测量中的多用电表表盘，其对应的阻值是\_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

(2) 用图 2 所示装置探究两个互成角度的力的合成规律。如图甲所示，轻质小圆环挂在橡皮条的一端，橡皮条的另一端固定，橡皮条恰好伸直时的长度为  $GE$ 。通过两个弹簧测力计共同拉动小圆环，小圆环受到拉力  $F_1$ 、 $F_2$  的共同作用，静止于  $O$  点，橡皮条伸长的长度为  $EO$ ，如图乙所示。改用一个力  $F$  单独拉住小圆环，仍使它静止于  $O$  点，如图丙所示。关于本实验，下列说法正确的是\_\_\_\_\_。(选填选项前的字母)

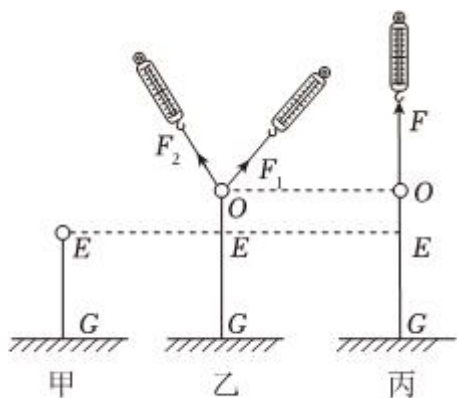


图2

A.需要记录GE和EO的长度

B.描点确定拉力方向时，所描两点之间的距离应适当大一些

C.借助该实验数据也可以完成“探究力的分解规律”的实验

(3)某同学通过双缝干涉实验测量单色光的波长。该同学调整好实验装置后，分别用图 3 所示的氢原子在可见光区的四条谱线中的 $H_\beta$ 和 $H_\gamma$ 两条谱线的光照射双缝。已知氢原子四条谱线的波长 $\lambda$ 满足 $\frac{1}{\lambda} = R_m(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2})$  ( $n = 3、4、5、6$ ，其中 $n = 3$  对应 $H_\alpha$ ， $R_m$ 为常量)。在干涉图样中，条纹间距较小的是谱线\_\_\_\_\_所对应的光形成的。(选填“ $H_\beta$ ”或“ $H_\gamma$ ”)



图3

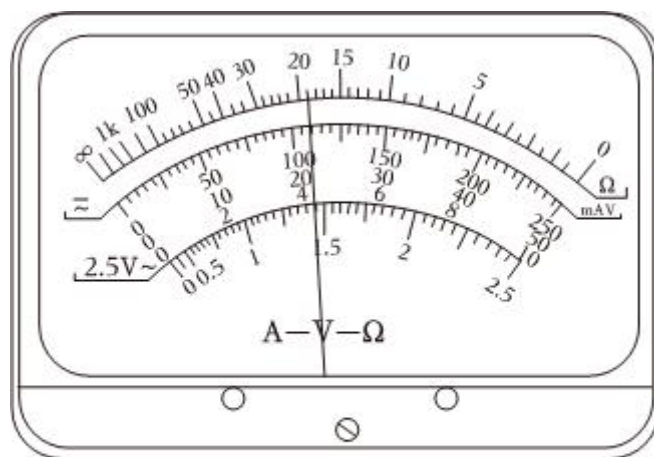


图1

16. 某实验小组用图 1 所示电路测量一段粗细均匀、阻值约为  $5\Omega$  的金属丝的电阻率。

(1)实验室有电源(电动势 $E$ 为  $3.0V$ ，内阻约为  $1\Omega$ )、开关和导线若干，以及下列器材：

A. 电流表(量程  $0 \sim 0.6A$ ，内阻约  $0.125\Omega$ )

B. 电流表(量程  $0 \sim 3A$ ，内阻约  $0.025\Omega$ )

C. 电压表(量程  $0 \sim 3V$ ，内阻约  $3k\Omega$ )

E. 滑动变阻器( $0 \sim 5\Omega$ ，额定电流  $2A$ )

F. 滑动变阻器( $0 \sim 1k\Omega$ ，额定电流  $0.5A$ )

为了比较准确地测量金属丝的电阻阻值  $R_x$ ，实验中电流表应选\_\_\_\_\_，滑动变阻器应选\_\_\_\_\_。(选填器材前的字母)

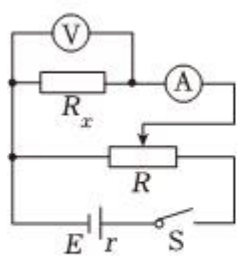


图1

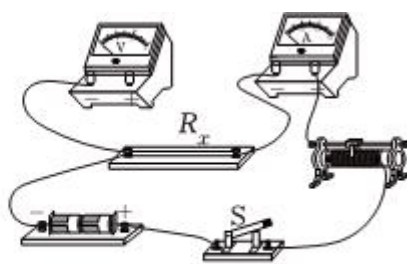


图2

(2) 图 2 所示为测量  $R_x$  的实验器材实物图，图中已连接了部分导线，请根据图 1 电路图补充完成图 2 中实物间的连线。

(3) 该小组同学正确连接电路、改变滑动变阻器的滑片位置，测量得到多组电压  $U$  和电流  $I$ ，并在图 3 坐标系中标出。

a. 请在图 3 中画出  $U - I$  图线。

b. 已通过  $U - I$  图线得到了  $R_x$ 。为准确测量待测金属丝的电阻率，请写出还需要测量的物理量及对应的测量方法。

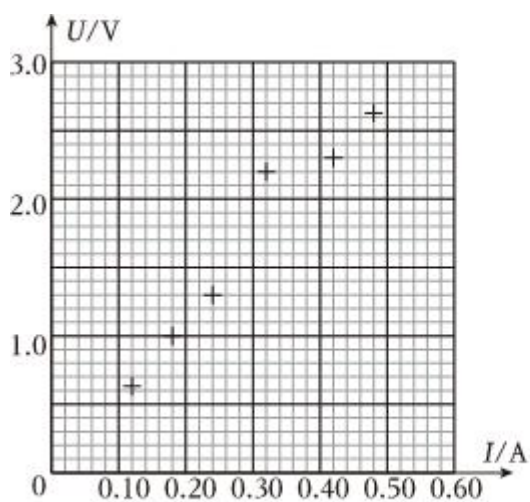


图3

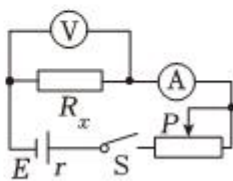
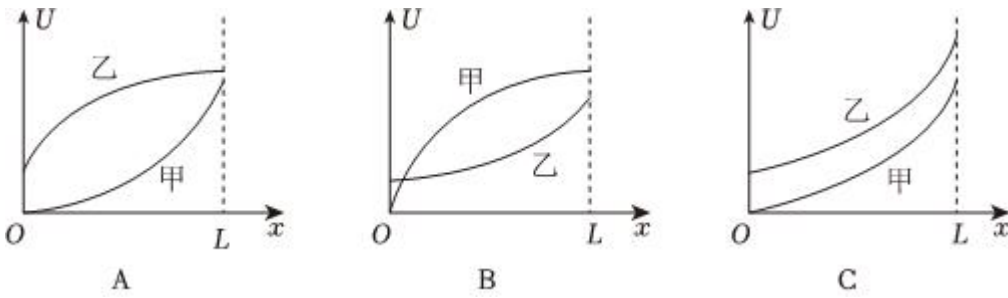


图4

(4) 该小组同学利用上述相同实验器材，分图 3 别按照图 1 和图 4 的电路图正确连接电路。按操作规范，将滑动变阻器滑片从一端滑向另一端，探究电压表示数  $U$  与滑片移动距离  $x$  间的关系，分别得到图线甲和乙。

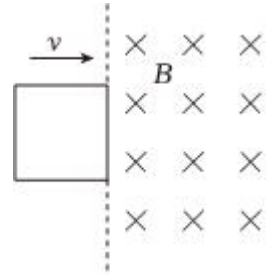


已知滑动变阻器电阻丝的总长度为 $L$ ，下列反映 $U-x$ 关系的示意图中可能正确的是\_\_\_\_\_。



### 三、计算题：本大题共 4 小题，共 40 分。

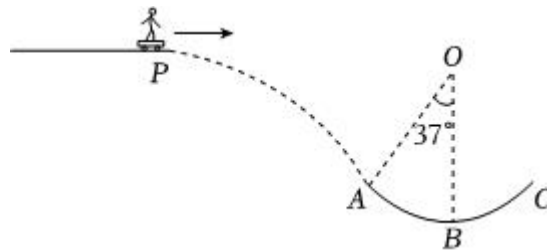
17. 如图所示，光滑水平面内存在一有界匀强磁场，磁感应强度大小为 $B$ 、方向如图所示。一边长为 $L$ 的正方形单匝导线框位于水平面内，某时刻导线框以垂直磁场边界的初速度 $v$ 从磁场左边缘进入磁场。已知导线框的质量为 $m$ 、电阻为 $R$ 。求导线框完全进入磁场的过程中：



- (1) 感应电流的最大值 $I$ ；
- (2) 加速度的最大值 $a$ ；
- (3) 流过导线截面的电荷量 $q$ 。

18. 如图所示，运动员以一定速度从 $P$ 点沿水平方向离开平台，恰能从 $A$ 点与轨道相切进入粗糙圆弧轨道 $AC$ ，沿圆弧轨道在竖直平面做圆周运动。已知运动员(含装备)质量 $m = 50\text{kg}$ ，运动员进入圆弧轨道时的速度大小 $v_A = 10\text{m/s}$ ，圆弧轨道的半径 $R = 4\text{m}$ ，圆弧轨道 $AB$ 对应的圆心角 $\angle AOB = 37^\circ$ 。测得运动员在轨道最低点 $B$ 时对轨道的压力是其总重力的 3.8 倍。取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 、 $\sin 37^\circ = 0.6$ 、 $\cos 37^\circ = 0.8$ 。将运动员视为质点，忽略空气阻力。求：

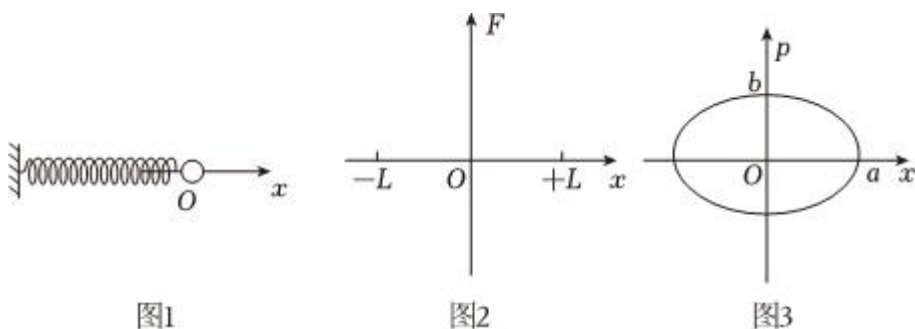
- (1) 运动员从 $P$ 点到 $A$ 点运动过程所用时间 $t$ ；
- (2) 运动员在 $B$ 点时的动能 $E_{kB}$ ；
- (3) 在圆弧轨道 $AB$ 段运动过程中，摩擦力对运动员所做的功 $W$ 。



19. 如图 1 所示，把一个质量为 $m$ 的小球连接在劲度系数为 $k$ 的轻质弹簧的右端，弹簧的左端固定，小球置于光滑水平面，小球和弹簧组成的系统称为弹簧振子。以弹簧原长时小球的位置为坐标原点 $O$ ，以水平向右



为正方向建立坐标轴 $Ox$ 。小球在运动过程中弹簧始终在弹性限度内，忽略摩擦阻力的影响。



(1)把小球拉向 $O$ 点的右方 $x = +L$ 处，然后由静止释放，小球沿着坐标轴做往复运动。

a.在图 2 中画出弹簧弹力 $F$ 随 $x$ 变化的示意图，并由此求出小球从 $x = +L$ 处静止释放至第一次运动到平衡位置 $O$ 的过程中，弹簧对小球做的功 $W$ 。

b.求小球从 $x = +L$ 处静止释放至第一次运动到平衡位置 $O$ 的过程中，弹簧对小球冲量的大小 $I$ 。

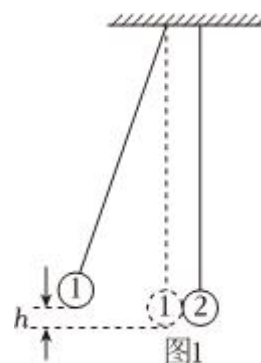
(2)动量 $p$ 随位移 $x$ 变化的图像在理论物理、近代数学分析的发展中扮演了重要的角色。如图 3 所示，小球运动过程的 $p - x$ 图线为椭圆，已知弹簧振子系统的机械能为 $E$ 。

a.求该椭圆的半长轴 $a$ 和半短轴 $b$ 。

b.实际上，小球在运动过程中受到微小的阻力，在相当长的时间内可近似认为其 $p - x$ 图线是一系列面积不同的封闭椭圆。经过一段相当长的时间 $T$ ，椭圆的面积减小为原来的 90%，求这段时间内克服微小阻力做功的平均功率 $P$ 。(已知椭圆的面积 $S = \pi ab$ )

20. 寻求守恒量，是解决物理问题的重要方法。

(1)如图 1 所示，用细线悬挂的两个完全相同的小球，静止时恰能接触且悬线平行、球心等高。把小球 1 向左拉起一定高度 $h$ 后由静止释放，与小球 2 发生弹性正碰。已知重力加速度为 $g$ ，求碰后瞬间小球 2 的速度大小 $v$ 。



(2)某同学设计了一个“电磁弹射”装置，并将其简化成如图 2 所示的模型。在水平光滑导轨上，固定着两个相同的“载流线圈”，放置着三个质量均为 $m$ 的小磁铁充当“磁性弹头”，弹头 2 和弹头 3 左侧都非常靠近无磁性的、质量均为 $m$ 的弹性“圆柱”。弹头和圆柱可以在水平导轨上沿轴线自由移动，圆柱静止时，其左端恰好位于载流线圈圆心处。发射过程如下：弹头 1 仅受载流线圈 1 施加的磁力作用从静止开始加速运动，通过碰撞将动能传给中间的弹头 2；弹头 2 被载流线圈 2 加速，通过碰撞将动能传给弹头 3，弹头 3 最终被弹出。

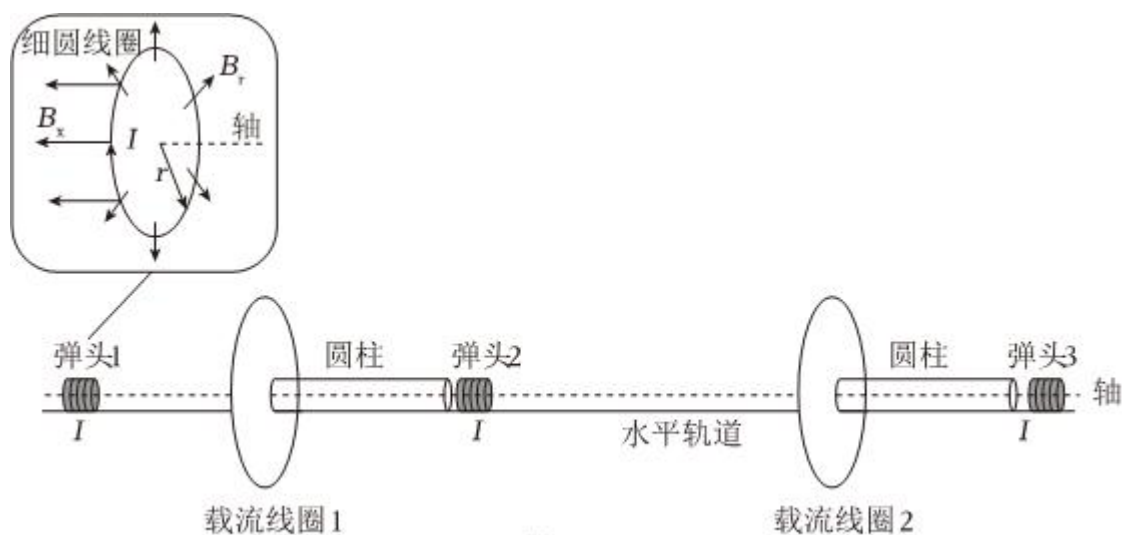


图2

弹头可视为半径为 $r$ ，电流大小恒为 $I$ 、方向如图2方框中所示的单匝细圆线圈，且 $r$ 远小于载流线圈半径。所有碰撞均可视为弹性正碰，不考虑弹头之间的磁力作用，相邻两线圈之间的距离足够远，水平轨道足够长。

a. 标出载流线圈1和载流线圈2中电流的方向。

b. 已知载流线圈1在弹头1处产生磁场的磁感应强度的轴向分量 $B_x$ 和径向分量 $B_r$ 。求弹头1在图2方框中所示情况下受到载流线圈1的作用力的大小 $F$ 。

c. 通过查阅资料得知：电流为 $i$ 、面积为 $S$ 的单匝细圆线圈放入磁感应强度为 $B$ 的外界匀强磁场中所具有的“势能”可表示为 $E_p = -iBS\cos\theta$ ，其中 $\theta$ 为细圆线圈在轴向上产生的磁场与外界匀强磁场之间的夹角。

已知载流线圈1和载流线圈2在各自圆心处产生的磁感应强度大小均为 $B_0$ 。求弹头3理论上能获得的速度上限 $v_m$ 。

## 答案和解析

### 1. 【答案】D

【解析】A、戴特制的眼镜观看立体电影，是利用了光的偏振现象，故A错误；

B、医学上用光导纤维制成内窥镜，利用了光的全反射原理，故B错误；

C、雨后彩虹是由于太阳光入射到水滴中发生的折射形成的，故C错误；

D、光经过针尖时，其影的轮廓模糊不清，出现明暗相间的条纹，是由于光的衍射，故D正确。

故选：D。

### 2. 【答案】C

【解析】根据质量数和电荷数守恒，A选项中括号内是中子，B选项中括号内是 $4\frac{1}{1}H$ ，C选项中括号内是 $\frac{1}{1}H$ ，D选项中括号内是 ${}_{-1}^0e$ ，故C正确，ABD错误。

故选：C。

### 3. 【答案】D

【解析】A、悬浮在液体中的固体小微粒越小，温度越高，布朗运动越剧烈，故A错误；

B、根据分子力与分子间的距离关系可知，分子间距离小于平衡距离时，分子间的距离减小时，分子间作用力增大，分子间距离大于平衡距离时，分子间的距离减小时，分子力可能增大，也可能减小，故B错误；

C、分子的动能与温度有关，物体的温度升高，物体内分子的平均动能增大，但并不一定每个分子的动能都增大，故C错误；

D、温度是分子热运动剧烈程度的标志，温度越高，分子热运动越剧烈，故D正确。

故选：D。

### 4. 【答案】A

【解析】A、由图乙知某质点在 $t=0$ 时正经过平衡位置向上运动，根据上下坡法可知，质点a在 $t=0$ 时的运动方向向上，所以图乙可能是质点a的振动图像，故A正确；

B、质点只能在各自的平衡位置附近做简谐运动，不能随波迁移，故B错误；

C、由图知，质点b的振幅 $A=0.1m$ ，圆频率为 $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{2}rad/s=\pi rad/s$ ，在 $t=0$ 时正经过平衡位置向下运动，则质点b的位移与时间关系为 $y=0.1\cos(\pi t)m$ ，故C错误；

D、质点在一个周期内经过的路程为 $4A$ ，波的周期为 $t=2s$ ，所以质点a在 $2s$ 内运动的路程为 $s=4A=4\times 0.1m=0.4m$ ，故D错误。

故选：A。

#### 5.【答案】C

【解析】A.磁铁靠近线圈时，由“增缩减扩”的规律可知，线圈有收缩的趋势，磁铁远离线圈时，线圈有扩张趋势，故A错误；

B.磁铁振动过程中，由于线圈中产生了感应电流，即有电能产生，由能量守恒定律可知，弹簧和磁铁组成系统的机械能会一直减小，故B错误；

C.磁铁远离线圈时，由“来拒去留”的规律可知，磁铁对线圈有向上的吸引力，导致线圈对桌面的压力小于重力，故C正确；

D.磁铁靠近线圈时，根据“来拒去留”可知，线圈与磁铁相互排斥，故D错误。

故选：C。

#### 6.【答案】B

【解析】A.变压器工作需要用交流电，故A错误；

B.根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，解得 $U_1 = \frac{15}{8}V$ ，由于各种损耗可知，原线圈的输入电压可能是2V，故B正确；

C.变压器工作时通过铁芯导磁，利用互感的原理把电能由原线圈输送到副线圈，故C错误；

D.若将电源改接原线圈的“0”和“4”接线柱，则副线圈的输出电压一定小于15V，故D错误。

故选：B。

根据变压器的工作原理作答；变压器副线圈两端的电压决定于原线圈两端电压和匝数比，结合能量损耗分析。

本题关键掌握“探究变压器线圈两端的电压与匝数的关系”实验原理和实验误差的理解。

#### 7.【答案】A

【解析】两物块相同，设质量均为 $m$ ，物块与地面间的动摩擦因数为 $\mu$ ，由牛顿第二定律得：

对两物块整体： $F - \mu \times 2mg = 2ma$

对左边的物块： $T - \mu mg = ma$

在光滑水平面上，对两物块整体： $F = 2ma'$ ，

对左边物块： $T' = ma'$

解得： $a = \frac{F}{2m} - \mu g$ ， $a' = \frac{F}{2m} > a$ ， $T = \frac{F}{2}$ ， $T' = \frac{F}{2} = T$ ，故A正确，BCD错误。

故选：A。

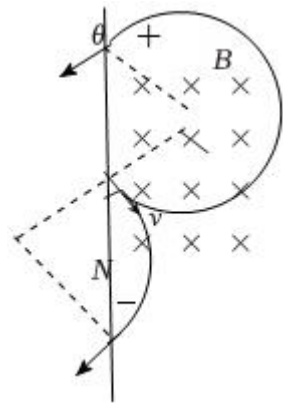
#### 8.【答案】B

【解析】A、粒子在磁场中做匀速圆周运动，根据牛顿运动定律有： $qvB = \frac{mv^2}{r}$ ， $T = \frac{2\pi r}{v}$

解得粒子做圆周运动的半径： $r = \frac{mv}{qB}$ ， $T = \frac{2\pi m}{qB}$

可见，比荷相同而电性不同的粒子的轨道半径相同，故 A 错误；

B、大致画出正负粒子的轨迹如图所示，



正粒子运动的时间 $t_+ = \frac{2\pi - 2\theta}{2\pi} \times T$ ，负粒子运动的时间为 $t_- = \frac{2\theta}{2\pi} \times T < t_+$ ，故 B 正确；

C、从上图可知，射出磁场时，速度的方向与边界的夹角为 $\theta$ ，完全相同，故 C 错误；

D、从上图还可以知道，出射点与入射点的距离均为 $2r \sin \theta$ ，也相同，故 D 错误。

故选：B。

## 9. 【答案】C

【解析】将拉力 $F$ 沿水平、竖直两个方向进行分解，水平方向的分力为 $F_x = F \cos \theta$ ，竖直方向的分力为 $F_y = F \sin \theta$ 。

AB. 竖直方向，物体受到 $F$ 沿竖直方向的分力、重力 $G$ 、地面的支持力 $N$ 的作用，因为竖直方向受力平衡，因此有 $F_y + N - G = 0$ ，即 $N = G - F_y = G - F \sin \theta$ ，由此可知地面的支持力为 $N = G - F_y = G - F \sin \theta$ ，物体受到的摩擦力大小为 $f = \mu N = \mu(G - F \sin \theta)$ ，水平方向受到的合力大小为 $F_{\text{合}} = F_x - f = F \cos \theta - \mu(G - F \sin \theta)$ ，加速度大小为 $a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{F \cos \theta - \mu(G - F \sin \theta)}{m}$ ， $t$ 时间内的位移为 $x = \frac{1}{2} a t^2$ ，拉力做功为 $W_F = F x \cos \theta$ ，合力做功为 $W_{\text{合}} = F_{\text{合}} x \cos \theta$ ，联立以上各式，可知若 $\theta$ 改变，则拉力做功改变，若 $\mu$ 改变，则合力做功改变，故 AB 错误；

C. 物体受到的重力大小不变，重力的作用时间不变，因此冲量不变，故 C 正确；

D. 由之前分析可知，如果 $F$ 大小改变，则摩擦力 $f$ 随之改变，作用时间不变，因此摩擦力的冲量改变，故 D 错误。

故选：C。

10.【答案】C

【解析】A.由轨道 1 变到轨道 2，半径减小，做向心运动，因此需要在P点减速，故 A 错误；

B.探测器在轨道 2 上从P点运行到Q点的过程中，只有万有引力做功，机械能守恒，故 B 错误；

C.根据牛顿第二定律，有  $G\frac{Mm}{r^2} = ma$

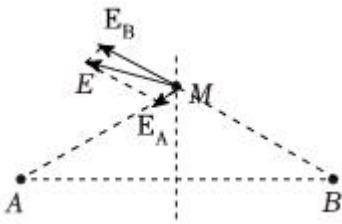
由于探测器分别沿着轨道 2 和轨道 3 运行，经过P点的距离r相同，所以经过P点时的加速度相同，故 C 正确；

D.根据开普勒第三定律  $\frac{a^3}{T^2} = k$  可知，轨道 1 的半长轴大于轨道 3 的半长轴，所以在轨道 1 上运行的周期比在轨道 3 上运行的周期大，故 D 错误。

故选：C。

11.【答案】D

【解析】结合题意及题图，根据电场强度的叠加原理可得下图：



由图可知，A和B为异种电荷， $E_B > E_A$ ，

且： $E_B = \frac{kq_B}{BM^2}$ ， $E_A = \frac{kq_A}{AM^2}$ ，

由几何关系可知： $BM = AM$ ，

则： $q_B > q_A$ ，

若A和B的电荷量均变为原来的 2 倍，则 $E_A$ 、 $E_B$ 大小均变为原来的 2 倍，但方向不变，则由矢量合成法则可知，M点的电场方向不变，故 ABC 错误，D 正确；

故选：D。

12.【答案】B

【解析】A、电子的定性移动方向与电流方向相反，根据左手定则可知，电子受到的洛伦兹力向上，则电子向上偏转，使得上侧面A的电势比下侧面A'电势低，故 A 错误；

BD、设半导体板的厚度为d、宽度为h，根据电流微观表达式可得： $I = neSv = nedhv$

当电势差稳定时，自由电子受到的洛伦兹力大小等于电场力，则有： $evB = e\frac{U_H}{h}$

联立解得： $U_H = \frac{IB}{ned}$

可知电势差 $U_H$ 与 $B$ 成正比， $U_H$ 与 $d$ 成反比，半导体板单位体积中载流子数目越大， $U_H$ 越小，故  $B$  正确， $D$  错误；

$C$ 、探测空间磁场时，磁敏元件的摆放要求磁场方向与板的厚度平行，及摆放方向对 $U_H$ 的数值有影响，故  $C$  错误。

故选： $B$ 。

### 13. 【答案】 $D$

【解析】圆盘上的各点同轴转动，角速度 $\omega$ 相等，质量为 $m$ 距转轴距离为 $r$ 的点的速度 $v = \omega r$ ，其动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(\omega r)^2 = \frac{1}{2}mr^2\omega^2 = \frac{1}{2}I\omega^2$ ，其中 $I = mr^2$ 为转动惯量。

$A$ 、圆盘绕垂直于盘面的轴转动时 $I = \frac{1}{2}mR^2$ ，其中 $m$ 为圆盘质量， $R$ 为圆盘半径，飞轮转动时的动能 $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$ ，则飞轮转动时的动能与其转动角速度的平方成正比，故  $A$  错误；

$B$ 、转动惯量 $I$ 与飞轮的质量分布是否均匀有关，飞轮转动的动能与其质量分布是否均匀有关，故  $B$  错误；

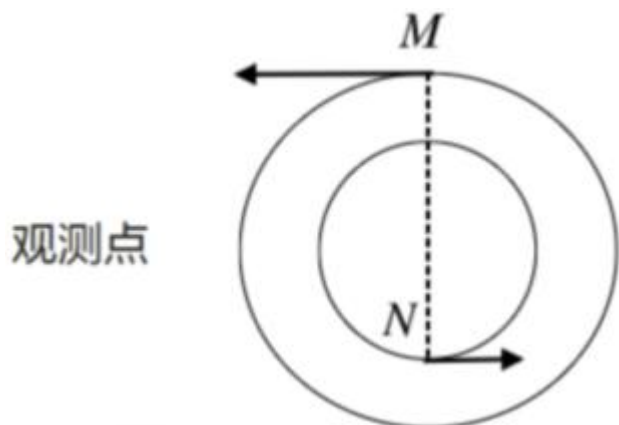
$CD$ 、飞轮绕垂直于盘面且过盘心的轴转动时的转动惯量 $I = \frac{1}{2}mR^2$ ，绕过直径的轴转动时的转动惯量 $I' = \frac{1}{4}mR^2$ ，保持角速度的大小不变，若飞轮改为绕其直径转动，则其动能变小，故  $C$  错误， $D$  正确。

故选： $D$ 。

### 14. 【答案】 $D$

【解析】对于两组 $\lambda$ 的数据，从最小值到最大值相距  $1.5d$ ，从最大值到下一个最小值相距  $1.5d$ 。波长的变化反应频率的变化，频率的变化反应恒星相对观察者位置的变化，因此行星做圆周运动的周期约为  $1.5d \times 2 = 3d$ ，故  $A$  错误；

如图所示， $M$ 点表示恒星相对观察者在靠近，且靠近速度最大的位置，根据多普勒效应，频率应在其数据中最大，波长应在其数据中最小；同理 $N$ 点表示波长应在其数据中最大。





表中 1 号恒星的最短波长(对应其最大频率)为 5892.8Å, 2 号恒星最短波长(对应其最大频率)5894.1Å, 可以看出 1 号恒星的最短波长更短, 则对应最大频率更大, 说明 1 号恒星相对观察者靠近的最大速度更大, 说明其对应的轨道半径更大, 即  $M$  点所在的圆轨道。根据双星知识, 轨道半径与质量成反比, 则 1 号恒星比 2 号恒星质量小, 故  $D$  正确。

根据前面的分析, 图中  $M$  点对应 1 号恒星波长最小的时刻, 即  $t = 0.6d$ , 那么其再转四分之一周期后(即  $t = 1.35d$ )离观测者最近, 再一个周期后(即  $t = 4.35d$ )也离观测者最近, 故  $C$  错误。

$t = 1.35d$  时恒星离观测者最近, 则  $t = 1.5d$  时 1 号恒星一定是远离观测者, 故  $B$  错误。

故选:  $D$ 。

15. 【答案】 $\times 100$ ; 1900;  $BD$ ;  $H\gamma$

【解析】(1)欧姆表中央刻度为“15”, 待测电阻的阻值约为  $2k\Omega$ , 为了减小误差, 欧姆挡的倍率选择“ $\times 100$ ”; 对应的阻值是  $1900\Omega$ ;

(2) $A$ .根据实验原理, 实验时不需要记录  $GE$  和  $EO$  的长度, 需要记录结点  $O$  的位置, 故  $A$  错误;

$B$ .为了减小拉力方向确定的误差, 描点确定拉力方向时, 所描两点之间的距离应适当大一些, 故  $B$  正确;

$C$ .力的分解为力的合成的逆运算, 都遵循平行四边形定则, 借助该实验数据也可以完成“探究力的分解规律”的实验, 故  $C$  正确。

故选:  $BC$ 。

(3)根据谱线的波长  $\lambda$  与能级的关系  $\frac{1}{\lambda} = R_m(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2})$  ( $n = 3, 4, 5, 6$ ) 可知当  $n = 6$  时, 对应的波长最短;

在可见光区的四条谱线中的  $H_\beta$  和  $H_\gamma$  两条谱线的光照射双缝, 波长较短的是  $H_\gamma$

根据双缝干涉条纹间距公式  $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$  可知, 条纹间距较小的是谱线  $H_\gamma$  所对应的光形成的。

故答案为: (1)  $\times 100$ ; 1900; (2)  $BD$ ; (3)  $H_\gamma$ 。

16. 【答案】 $A$ ;  $E$ ; 见解析;  $a$ .见解析;  $b$ .见解析;  $C$

【解析】(1)根据闭合电路的欧姆定律, 电路中的最大电流  $I = \frac{E}{R_x} = \frac{3}{5}A = 0.6A$

因此电流表选择  $A$ ;

滑动变阻器采用分压式接法, 为了保证电路安全和方便调节, 滑动变阻器选择  $E$ ;

(2)根据电路图连接的实物图如图所示:

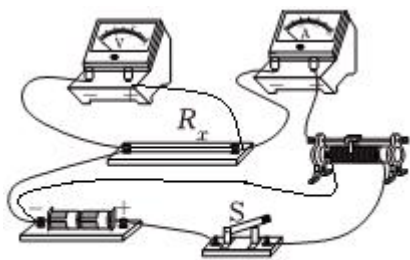


图2

(3)a.根据描点法作图，作图时要使尽量多的点落在直线上，不能落在直线上的要均匀分布在直线两侧，舍弃个别相差较远的点，如图所示：

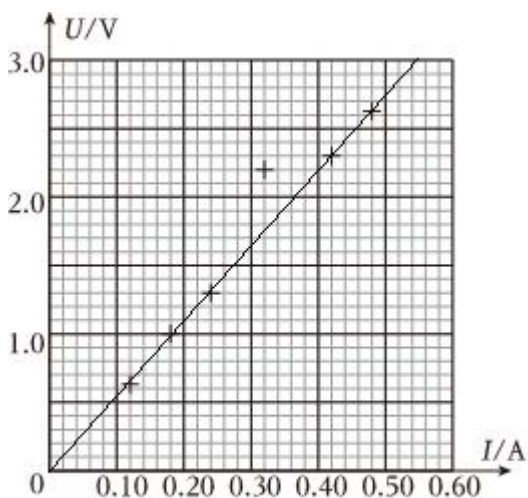


图3

b.根据电阻定律  $R_x = \rho \frac{L}{S} = \frac{\rho L}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4\rho L}{\pi d^2}$

$$\text{电阻率 } \rho = \frac{\pi d^2 R_x}{4L}$$

为准确测量待测金属丝的电阻率，通过  $U-I$  图线得到了  $R_x$  后，还需要通过游标卡尺测量金属丝的直径  $d$ ，用毫米刻度尺测量金属丝接入电路中的金属丝的长度  $L$ ；

(4)图 1 中，滑动变阻器的滑片移动距离  $x = 0$  时，滑动变阻器的滑动片位于左端，电压表的示数为零；图 4 中，滑动变阻器的滑片移动距离  $x = 0$  时，滑动变阻器的滑动片位于右端，电压表的示数的最小值为  $U = \frac{R_x E}{R + R_x + r}$ ；

图 1 中，滑动变阻器的滑片位于最右端，滑动片移动距离为  $x (x = L)$ ，电压表的示数的最大值  $U_{1m} = \frac{R_{\text{并}} E}{R_{\text{并}} + r} = \frac{E}{1 + \frac{r}{R_{\text{并}}}}$

图 2 中，滑动变阻器的滑片位于最左端，滑动片移动距离为  $x (x = L)$ ，电压表的示数的最大值  $U_{2m} = \frac{R_x E}{R_x + r} = \frac{E}{1 + \frac{r}{R_x}}$

由于  $\frac{r}{R_{\text{并}}} > \frac{r}{R_x}$ , 所以  $U_{1m} < U_{2m}$ , 即图线甲的最大值小于图线 2 的最大值;

图 2 中, 滑动变阻器的滑片位于最左端, 滑动片移动距离为  $x (x < L)$ , 滑动变阻器接入电路中的有效长度  $l = L - x$ , 设电阻丝的横截面积为  $S$ ;

$$\text{电压表示数 } U = \frac{R_x E}{R_x + r + \frac{\rho(L-x)}{S}}$$

随着  $x$  的增大, 电压表的示数增大得越快;

综上分析, 故  $C$  正确,  $AB$  错误。

故选:  $C$ 。

故答案为: (1) $A$ ;  $E$ ; (2)见解析; (3) $a$ .见解析;  $b$ .见解析; (4) $C$ 。

**17.【解析】** (1)线框刚进入磁场时, 产生的感应电动势最大为:  $E = BLv$

根据闭合电路欧姆定律, 可得感应电流:  $I = \frac{E}{R}$

则感应电流的最大值为:  $I = \frac{BLv}{R}$

(2)线框受到的安培力为:  $F = BIL$

根据牛顿第二定律可得:  $F = ma$

解得加速度的最大值为:  $a = \frac{B^2 L^2 v}{mR}$

(3)导线框完全进入磁场的过程中, 平均电动势为:  $\bar{E} = \frac{BL^2}{\Delta t}$

平均电流为:  $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R}$

流过导线截面的电荷量  $q$  为:  $q = \bar{I} \cdot \Delta t$

联立解得流过导线截面的电荷量  $q$  为:  $q = \frac{BL^2}{R}$

答: (1)感应电流的最大值  $I$  为  $\frac{BLv}{R}$ ;

(2)加速度的最大值  $a$  为  $\frac{B^2 L^2 v}{mR}$ ;

(3)流过导线截面的电荷量  $q$  为  $\frac{BL^2}{R}$ 。

**18【解析】** (1)由于运动员从  $P$  到  $A$  的运动过程为平抛运动, 且  $v_A = 10\text{m/s}$ , 故运动员在  $A$  点竖直方向速度  $v_y = gt$

可得:  $t = 0.6\text{s}$

(2)在  $B$  点由牛顿第二定律:

$$F_N - mg = m \frac{v_B^2}{R}$$

由牛顿第三定律  $F_N = F'_N = 3.8mg$

$$\text{解得: } mv_B^2 = 5600J$$

故运动员在B点的动能:

$$E_{KB} = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2} \times 5600J = 2800J$$

(3)运动员从A到B过程, 由动能定理:

$$mgR(1 - \cos 37^\circ) - W = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

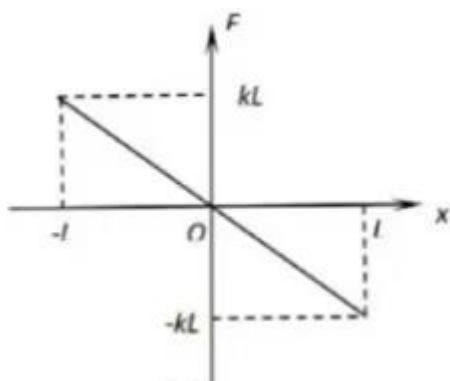
$$\text{解得: } W = 100J$$

答: (1)运动员从P点到A点运动过程所用时间为 0.6s

(2)运动员在B点时的动能为 2800J;

(3)在圆弧轨道AB段运动过程中, 摩擦力对运动员所做的功为 100J。

19.【答案】a.弹簧弹力F随x变化的示意图:



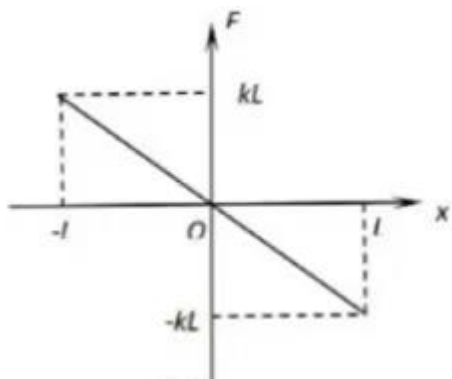
小球从  $x = +L$  处静止释放至第一次运动到平衡位置O的过程中, 弹簧对小球做的功W为  $\frac{1}{2}kL^2$ ;

b.小球从  $x = +L$  处静止释放至第一次运动到平衡位置O的过程中, 弹簧对小球冲量的大小I为  $L\sqrt{mk}$

a.该椭圆的半长轴a和半短轴b为  $\sqrt{2mE}$ ;

b.这段时间内克服微小阻力做功的平均功率P为  $\frac{E}{10T}$

【解析】(1)a.如图



图像与横坐标围成的面积大小表示做功的大小弹力对小球做功

$$W = \frac{1}{2}kL^2$$

b.由动能定理

$$W = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

有

$$\frac{1}{2}kL^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

以水平向左为正方向，由动量定理

$$I = mv - 0$$

得

$$I = L\sqrt{mk}$$

(2)a.在 $x = a$ 处小球的动能为 0，有

$$E = \frac{1}{2}ka^2$$

可得半长轴

$$a = \sqrt{\frac{2E}{k}}$$

在 $p = b$ 处弹簧的弹性势能为 0，有

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$

得

$$p = \sqrt{2mE}$$

即半短轴

$$b = \sqrt{2mE}$$

b.将(2)a结果代入椭圆面积公式椭圆面积

$$S = \pi \cdot \sqrt{\frac{2E}{k}} \cdot \sqrt{2mE}$$

解得

$$S = 2\pi E \sqrt{\frac{m}{k}}$$

有

$$E = \frac{S}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

当椭圆面积减小为 90%时，系统能量

$$E' = \frac{90\%S}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

解得

$$E' = 0.9E$$

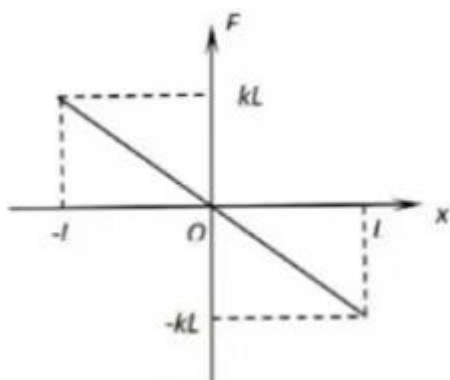
由功能关系，克服阻力做功

$$W = E - E' = 0.1E$$

平均功率

$$P = \frac{W}{T} = \frac{E}{10T}$$

答：(1)a.弹簧弹力 $F$ 随 $x$ 变化的示意图：



小球从 $x = +L$ 处静止释放至第一次运动到平衡位置 $O$ 的过程中，弹簧对小球做的功 $W$ 为 $\frac{1}{2}kL^2$ ；

b.小球从 $x = +L$ 处静止释放至第一次运动到平衡位置 $O$ 的过程中，弹簧对小球冲量的大小 $I$ 为 $L\sqrt{mk}$ 。

(2)a.该椭圆的半长轴 $a$ 和半短轴 $b$ 为 $\sqrt{2mE}$ ；

b.这段时间内克服微小阻力做功的平均功率 $P$ 为 $\frac{E}{10T}$ 。

20.【解析】(1)在小球 1 下落过程，依据动能定理有

$$mgh = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0$$

可得

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

弹性碰撞过程中，以 $v_0$ 的方向为正方向，机械能和动量均守恒

$$\begin{cases} mv_0 = mv_1 + mv \\ \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv^2 \end{cases}$$

联立可得

$$v = v_0 = \sqrt{2gh}$$

(2)a.如图



b.可将细圆线圈视为由许多小段通电直导线组成，所有小段通电导线在径向磁场 $B_r$ 作用下安培力方向均向右，将每一小段通电导线受到的安培力求和，即为周长为 $2\pi r$ 的细圆线圈(即弹头)受到的总安培力可得

$$F = 2\pi rIB_r$$

c.为使弹头 3 获得理论上的速度上限，应将弹头 1 放到左侧足够远处，且保证两弹性圆柱也足够长。设弹头 1 运动到载流线圈 1 处的速度大小为 $v_1$

根据能量守恒可得

$$0 + 0 = -\pi r^2IB_0 + \frac{1}{2}mv_1^2$$

弹头 1 与弹性圆柱之间发生弹性碰撞，设碰后弹头 1 和弹性圆柱的速度大小分别为 $v_1'$ 和 $v_2'$ ，根据弹性碰撞过程中，以 $v_1$ 的方向为正方向，机械能和动量均守恒

$$\begin{cases} mv_1 = mv_1' + mv_2' \\ \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}mv_2'^2 \end{cases}$$

可得



$$v_1' = 0, v_2' = v_1$$

即速度发生交换。同理，左侧的弹性圆柱与弹头 2 之间弹性碰撞后，速度也交换，弹头 2 获得速度  $v_1$  继续向右运动。

与上述过程类似，设弹头 2 运动到载流线圈 2 处的速度大小为  $v_2$ ，根据能量守恒可得

$$0 + \frac{1}{2}mv_1^2 = -\pi r^2 IB_0 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

接下来弹头 2 与右侧弹性圆柱交换速度、右侧弹性圆柱与弹头 3 交换速度，弹头 3 获得的最速度上限为

$$v_m = v_2 = \sqrt{\frac{4\pi r^2 IB_0}{m}}$$

答：(1)碰后瞬间小球 2 的速度大小  $v$  为  $\sqrt{2gh}$ ；

(2)a.如图



b.弹头 1 在图 2 方框中所示情况下受到载流线圈 1 的作用力的大小  $F$  为  $2\pi r IB_r$ ；

c.弹头 3 理论上能获得的速度上限为  $\sqrt{\frac{4\pi r^2 IB_0}{m}}$ 。