2022 北京昌平高三二模

物　　理

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 某核反应方程为 ${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^3\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+\mathrm{X}$，已知 ${}_1^2\mathrm{H}$ 的质量为 2.0141u，${}_1^3\mathrm{H}$ 的质量为 3.0160u，${}_2^4\mathrm{He}$ 的质量为 4.0026u，X 的质量为 1.0087u。下列说法正确的是（　　）

A. X 是质子，该核反应方程释放能量　　B. X 是中子，该核反应方程释放能量

C. X 是质子，该核反应方程吸收能量　　D. X 是中子，该核反应方程吸收能量

2. 以下现象能显著表现出光的波动性的是（　　）

A. 单色光经过杨氏双缝后在屏上得到明暗相间的图样

B. 紫外线照射锌板，使电子从锌板表面逸出

C. 光　同一种均匀介质中沿直线传播

D. 光经过三棱镜后发生偏折

3. 下列说法正确的是（　　）

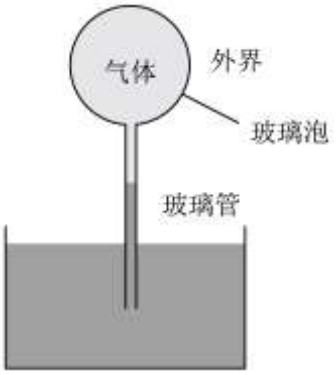
A. 水流速度越大，水分子的热运动越剧烈

B. 水凝结成冰后，水分子的热运动停止

C. 水的温度越高，水分子热运动的平均动能越大

D. 水的温度升高，每个水分子的运动速率都会增大

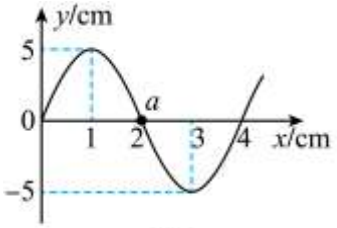
4. 伽利略设计的一种测温装置如图所示，细玻璃管的上端与导热良好的玻璃泡连通，下端插入水中，玻璃泡中封闭有一定质量的理想气体。实验时，外界大玻璃泡大气压强保持不变，若观察到玻璃管中的水柱上升，下列判断正确的是（　　）



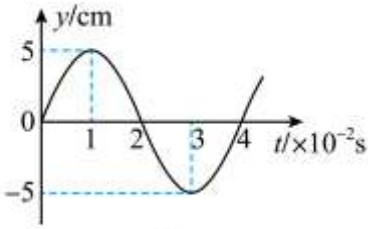
A. 外界大气的温度降低　　B. 外界大气的温度升高

C. 玻璃泡内气体的压强增大　　D. 玻璃泡内气体的压强不变

5. 一列简谐横波某时刻的波形图如图甲所示，由该时刻开始计时，质点 a 的振动图像如图乙所示。下列说法正确的是（　　）



甲



乙

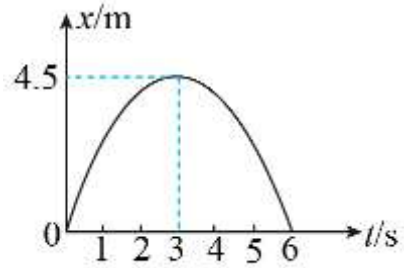
A. 该波的波长为 2cm

B. 该波的波速为 1m/s

C 波沿 x 轴负方向传播

D. 经过 1 周期，质点 a 沿 x 轴运动了 4cm

6. 一质点做竖直上抛运动，其位移 x 与时间 t 关系图像如图所示，下列说法正确的是（　　）



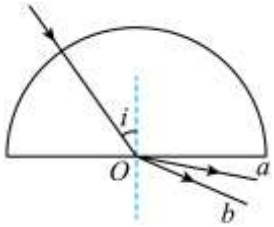
A. t=0 时，质点的速度为零

B. t=3s 时，质点的速度和加速度均为零

C. 在 t=0 至 t=3s 间，质点的速度与加速度同向

D. 在 t=3s 至 t=6s 间，质点　速度与加速度同向

7. 如图所示，包含红、蓝两种颜色的一束复色光沿半径方向射入一块半圆形玻璃砖，在玻璃砖底面的入射角为 i，经过折射后射出到空气中，下列说法正确的是（　　）



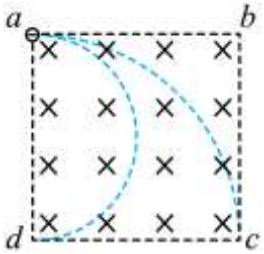
A. a 光为红光，b 光为蓝光

B. 玻璃砖对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率

C. 在玻璃砖中，a 光的传播速度小于 b 光的传播速度

D. 若入射角 i 逐渐增大，则 b 光的折射光首先消失

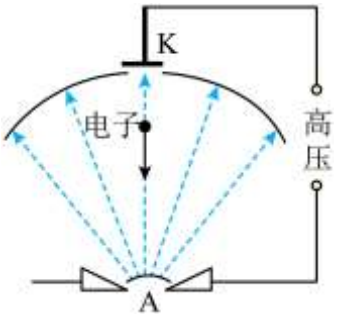
8. 如图所示，正方形 $abcd$ 内存在垂直于纸面向里的匀强磁场，一束电子以大小不同的速度从 a 点沿 ab 方向射入磁场。不计电子的重力和电子间的相互作用。对于从 c 点和 d 点射出的电子，下列说法正确的是（　　）



A. 轨道半径之比为1:2　　B. 线速度大小之比为1:2

C. 向心力大小之比为1:2　　D. 在磁场中运动时间之比为1:2

9. 电子束焊接是利用加速和会聚的高速电子流轰击工件接缝处，使金属熔合的一种焊接方法。电子束焊接机中的电场线如图中虚线所示。K 为阴极，A 为阳极，电子束从阴极逸出后经电场加速到达阳极，不考虑电子重力及电子间的相互作用，下列说法正确的是（　　）



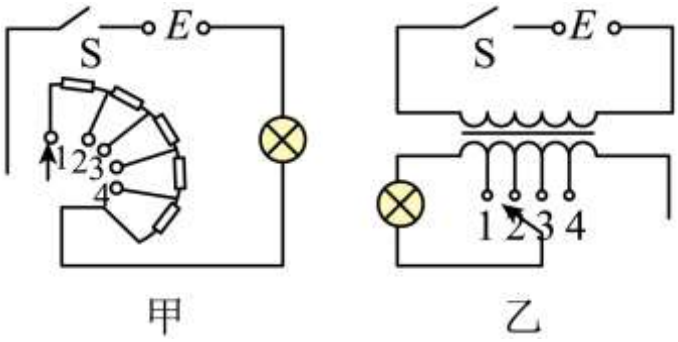
A. 电子束焊接原理是将电子流的动能转化为内能

B. *K* 点电势高于 *A* 点电势

C. 电子由 K 运动到 A，电势能增加

D. 电子由 K 运动到 A，加速度不变

10. 甲、乙两种亮度可调的台灯内部电路示意图如图所示，其中甲台灯通过变阻器调节灯泡亮度，乙台灯通过改变理想变压器副线圈的匪数词节灯泡亮度，两台灯所用电源和灯泡均相同，下列说法正确的是（　　）



A. 两台灯均可使用直流电源

B. 甲台灯的旋转开关从 1 调到 4 的过程中，灯泡逐渐变暗

C. 乙台灯的旋转开关从 1 调到 4 的过程中，灯泡逐渐变亮

D. 当两台灯亮度相同时，电源的输出功率相同

11. 2022 年 2 月 5 日，北京冬奥会短道速滑比赛在首都体育馆举行，中国队以 2 分 37 秒 348 夺得混合团体接力冠军。比赛中“接棒”运动员在前面滑行，“交棒”运动员从后面用力推前方“接棒”运动员完成接力过程，如图所示，假设交接棒过程中两运动员的速度方向均在同一直线上，忽略运动员与冰面之间的摩擦，对于两运动员交接棒的过程，下列说法正确的是（　　）



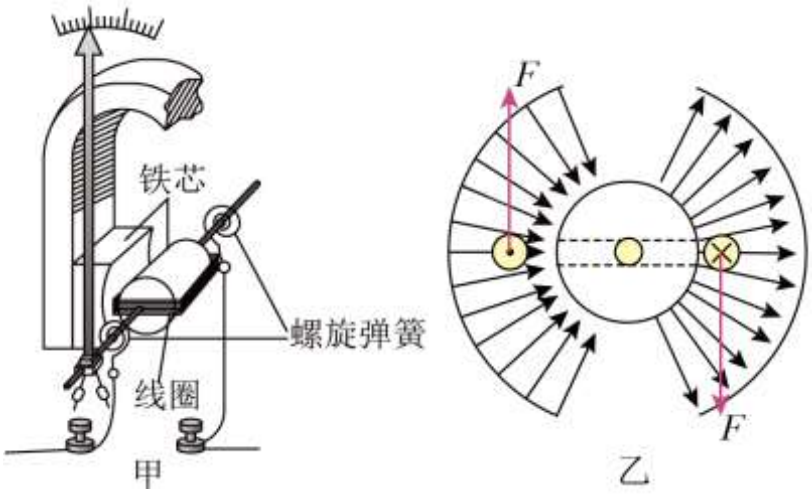
A. 两运动员的动量变化一定相同

B. 两运动员相互作用力的冲量之和一定等于零

C. 两运动员相互作用力的功之和一定等于零

D. 两运动员组成的系统动量和机械能均守恒

12. 如图甲所示是磁电式电表内部结构示意图，蹄形磁铁的两极间有一个固定的圆柱形铁芯，铁芯外面套有一个可以绕轴转动的铝框，在铝框上绕有铜线圈。电表指针固定铁芯在线圈上，可与线圈一起转动，线圈的两端分别接在两个螺旋弹簧上，被测电流经过这两个弹簧流入线圈。蹄形磁铁与铁芯间的磁场可看作是均匀辐射分布的，如图乙所示，无论线圈转到什么位置，线圈平面总与线圈所在磁场甲的方向平行。关于磁电式电表，下列说法不正确的是（　　）



A. 磁电式电表的原理是通电线圈在磁场中因受安培力而转动

B. 改变线圈中电流的方向，指针会反向偏转

C. 增加线圈的匝数可以提高电表的灵敏度

D. 用塑料框代替铝框，在使用电表时可以使指针更迅速稳定在示数位置上

13. 与静止点电荷　电场类似，地球周围也存在引力场，引力做功与路径无关，所以可定义引力场强度和引力势。设地球的质量为 M，地球半径为 R，引力常量为 G，质量为 m 的质点距地心距离为 r（$r > R$）时，引力势能为 $E_{\mathrm{p}} = -G\dfrac{mM}{r}$（取无穷远处为势能零点）。下列说法正确的是（　　）

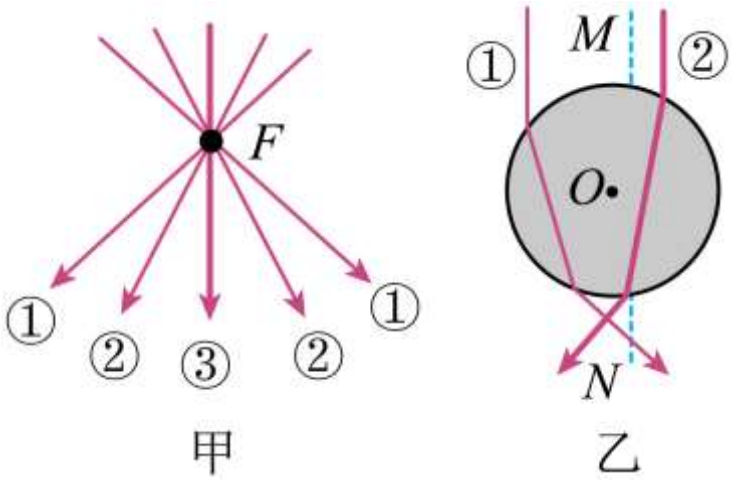
A. 距地心 r 处，地球的引力场强度大小为 $G\dfrac{m}{r^2}$

B. 距地心 r 处，地球的引力势为 $-G\dfrac{M}{r}$

C. r 增大，引力场强度和引力势均增大

D. r 增大，引力场强度和引力势均减小

14. 激光是 20 世纪 60 年代发明的一种新型光源，它有很多特点，其中之一是光束截面上光强分布不均匀，中心强，向外依次减弱，也可以这样理解：如图甲中的一束激光，经焦点 F 会聚后向下照射，光线①由单个光子 $h\nu$ 构成，光线②由双光子 $2h\nu$ 构成，光线③由三光子 $3h\nu$ 构成，能量最大。如图乙所示，一透明微粒处于向下照射的激光束中，微粒中心 O 位于激光束中心轴 MN 左侧，激光束穿过微粒时发生了折射（图中只画出两条光线，且强度②>①），微粒的折射率大于周围介质的折射率，不考虑光的反射和吸收。入射光束由光子组成，光子在与微粒作用时速度方向发生了改变，说明微粒对光子施加了作用力。下列说法正确的是（　　）



A. 光线①对微粒的作用力方向为向右偏上

B. 光线②对微粒的作用力方向为向左偏上

C. 光线①和光线②对微粒的作用力大小相等

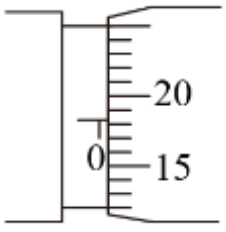
D. 光线①和光线②对微粒作用力的合力会将微粒推向光束中心

第二部分

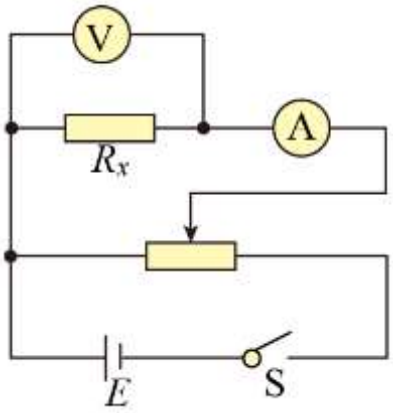
本部分共 6 题，共 58 分。

15. 物理实验一般都涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据处理、误差分析等，例如：

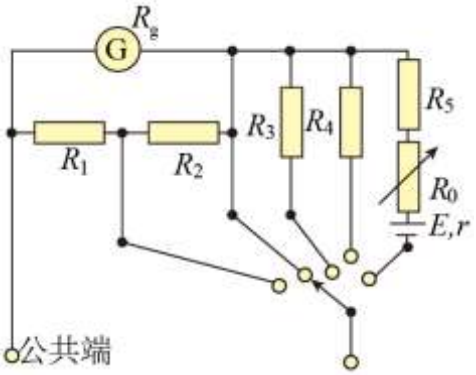
（1）实验仪器，用螺旋测微器测量电阻丝的直径，示数如图所示，则该电阻丝的直径为_____mm；



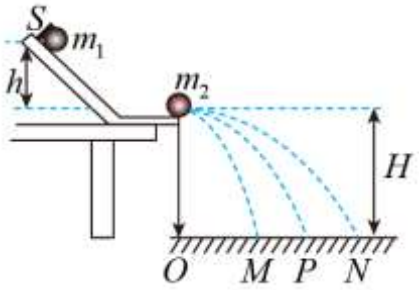
（2）误差分析，某同学用图所示的电路测量一段金属丝的电阻。不考虑偶然误差，测量值与真实值相比较将_____（选填“偏大”、“偏小”或“不变”），误差主要是由_____（选填“电流表”或“电压表”）的内阻引起的；



（3）实验原理，图为指针式多用电表电路简图。某同学用指针式多用电表测量电学中的物理量时，发现直流电流、电压表盘刻度线是均匀的，而电阻表盘刻度线是不均匀的，结合图简要分析电阻表盘刻度线不均匀的原因。（　　）



16. 用如图所示的装置做“验证动量守恒定律”实验，即研究小球在斜槽末端碰撞时动量是否守恒。



（1）在实验中可以不测量速度的具体数值，仅通过测量_____（选填选项前的字母）间接地解决这个问题。

A.小球开始释放的高度 h

B.小球做平抛运动的射程 OP、OM、ON

C.小球抛出点距地面的高度 H

（2）下列关于本实验条件的叙述，正确的是_____。（选填选项前的字母）

A.同一组实验中，入射小球必须从同一位置由静止释放

B.入射小球的质量必须大于被碰小球的质量

C.轨道倾斜部分必须光滑

D.轨道末端必须水平

（3）图中 O 点是小球抛出点在地面上的垂直投影，实验时先让入射小球多次从斜槽上位置 S 由静止释放，通过白纸和复写纸找到其平均落地点的位置 P，测出平抛射程 OP。然后，把半径相同的被碰小球静置于轨道的水平部分末端，仍将入射小球从斜轨上位置 S 由静止释放，与被碰小球发生正碰，并多次重复该操作，两小球平均落地点位置分别为 M、N。实验中还需要测量的物理量有_____。（选填选项前的字母）

A.入射小球和被碰小球的质量 m_1、m_2　B.入射小球开始的释放高度 h

C.小球抛出点距地面的高度 H　D.两球相碰后的平抛射程 OM、ON

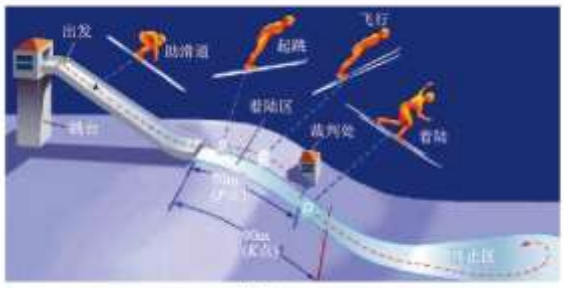
（4）在实验误差允许范围内，若满足关系式_____（用所测物理量的字母表示），则可以认为两球碰撞前后的动量守恒；若满足关系式_____（用所测物理量的字母表示），则可以认为两球发生的是弹性碰撞。

17. 首钢滑雪大跳台（图甲）承担 2022 年北京冬奥会“跳台滑雪”比赛项目，跳台滑雪线路由助滑道、起跳区、着陆坡和停止区构成。其中助滑道可简化如图乙所示：由长为 L、倾角为 θ 的斜坡 AB 和弧形 BCD 构成，AB 和 BCD 在 B 处相切，A 与 D 的高度差为 h，质量为 m 的运动员（可视为质点）着滑雪板从 A 端无初速度下滑，沿助滑道滑至 D 端起跳。假设滑雪板与 AB 间的动摩擦因数为 μ，运动员在 BCD 段克服摩擦力做的功是在 AB 段克服摩擦力做功的 0.5 倍。不计空气阻力，重力加速度为 g。

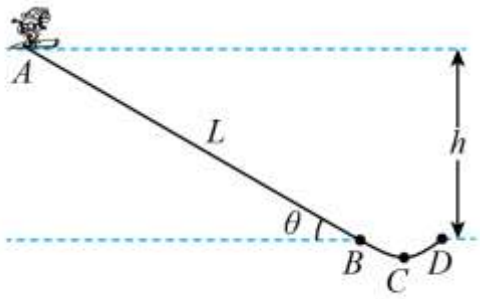
（1）请画出运动员在斜坡 AB 上运动时的受力示意图；

（2）求运动员在斜坡 AB 上运动的加速度大小 a。

（3）求运动员清到 D 端时的动能 E_k。



甲



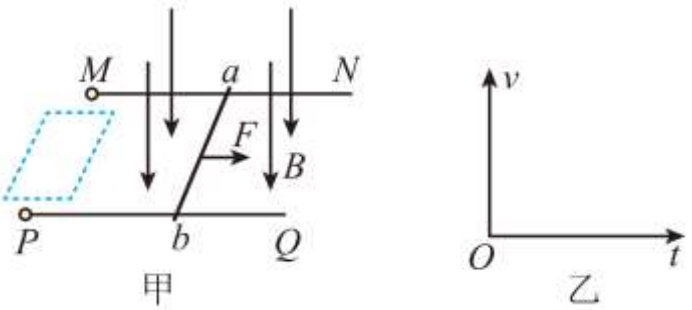
乙

18. 如图甲所示，两根相互平行、相距为 L 的长直金属导轨 MN，PQ 固定在水平面内，质量为 m、电阻为 r 的导体棒 ab 垂直于 MN、PQ 放在轨道上，与轨道接触良好，整个装置处于竖直向下匀强磁场中，磁感应强度大小为 B。不计导轨的电阻及导体棒与导轨之间的摩擦。

（1）若轨道端点 M、P 间接有阻值为 R 的电阻，对导体棒 ab 施一水平向右的恒力 F，使导体棒由静止开始沿导轨向右运动，求导体棒 ab 能达到的最大速度 v_m；并在图乙所示的坐标系中定性画出导体棒 ab 的速度 v 随时间 t 变化的图像；

（2）若轨道端点 M、P 间接一电动势为 E、内阻不计的电源，接通电路后，导体棒由静止开始沿导轨向右运动，求导体棒 ab 能达到的最大速度 v_m；

（3）上述两种情形中，都发生了电能与机械能间的相互转化，请简要说明两种情形中能量转化有何不同。



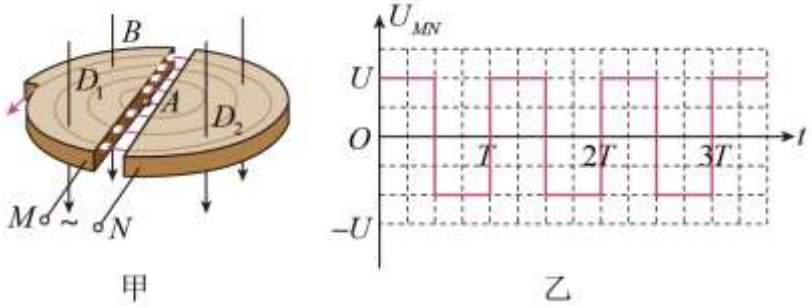
19. 回旋加速器的工作原理如图甲所示。D 形盒的半径为 R，匀强磁场的磁感应强度大小为 B，方向与盒面垂直。A 处粒子源产生质量为 m、电荷量为 $+q$ 的带电粒子。加在两盒狭缝间的交变电压 U_{MN} 随时间 t 的变化规律如图乙所示，电压的峰值为 U，周期 $T=\dfrac{2\pi m}{Bq}$。一束粒子在 $t=0\sim\dfrac{T}{2}$ 时间内均匀的飘入两盒间狭缝，初速度忽略不计。不计带电粒子所受重力和粒子间的相互作用。

（1）若忽略带电粒子通过两盒间狭缝的时间。求：

a.带电粒子经过 1 次加速后的速度大小 v_1；

b.带电粒子获得的最大动能 E_{km}。

（2）若带电粒子通过两盒间狭缝的时间不可忽略，且能够射出的粒子每次经过狭缝均做匀加速运动。现要求飘入狭缝的带电粒子中至少有 99%可以射出，则狭缝的间距 d 最大应该为多少？



20. 类比是研究问题的常用方法

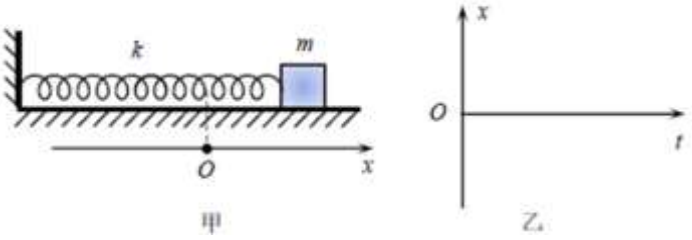
（1）情境 1：如图甲所示，将一弹簧振子放置在光滑的水平面上，以弹簧处于原长时物块所处位置为坐标原点 O、水平向右为正方向建立 x 轴。当振子偏离平衡位置的位移为 x 时，其回复力为 $F=-kx$；而 $F=ma$ 、$a=\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ 、$v=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$，可以得到振子位移 x 随时间 t 变化的方程为 $m\dfrac{\Delta\left(\dfrac{\Delta x}{\Delta t}\right)}{\Delta t}+kx=0$（①式）。将物块从 O 点右侧某一位置由静止释放并开始计时，在图乙所示的坐标系中定性画出弹簧振子的位移 x 随时间 t 变化的图像。

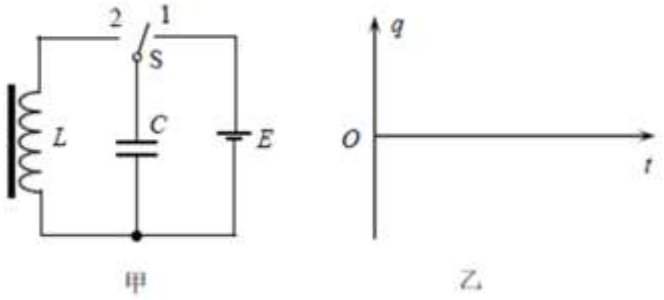
（2）情境 2：如图甲所示，电源的电动势为 E，内阻不计；电容器的电容为 C，自感线圈的自感系数为 L，电阻不计，开关 S 先接 1，给电容器充电；然后将开关接 2，发现电容器极板的电荷量 q 随时间 t 的变化规律与情境 1 中振子位移 x 随时间 t 的变化规律类似。

*a.*类比①式，写出电荷量 q 随时间 t 的变化方程；

*b.*从开关 S 接 2 瞬间开始计时，在图乙所示的坐标系中定性画出电容器上极板的电荷量 q 随时间 t 变化的图像。

（3）质量是物体做机械运动时惯性大小的量度，在电磁现象中也存在“惯性”。在情境 2 中，哪个物理量可用来度量电磁“惯性”的大小？





参考答案

1. 某核反应方程为${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^3\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+\mathrm{X}$，已知${}_1^2\mathrm{H}$的质量为2.0141u，${}_1^3\mathrm{H}$的质量为3.0160u，${}_2^4\mathrm{He}$的质量为4.0026u，X的质量为1.0087u。下列说法正确的是（　　）

A. X是质子，该核反应方程释放能量　　B. X是中子，该核反应方程释放能量

C. X是质子，该核反应方程吸收能量　　D. X是中子，该核反应方程吸收能量

【答案】B

【解析】

【详解】根据核反应方程质量数和核电荷数守恒得：X的质量数为1，核电荷数为0。所以X是中子。

反应前质量为

2.0141u +3.0160u =5.0301u

反应后质量为

4.0026u+1.0087u=5.0113u

反应过程质量亏损为

$\Delta m=5.0301\mathrm{u}-5.0113\mathrm{u}=0.0188\mathrm{u}$

故该核反应方程释放能量，故B正确，ACD错误。

故选B。

2. 以下现象能显著表现出光的波动性的是（　　）

A. 单色光经过杨氏双缝后在屏上得到明暗相间的图样

B. 紫外线照射锌板，使电子从锌板表面逸出

C. 光在同一种均匀介质中沿直线传播

D. 光经过三棱镜后发生偏折

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A．单色光经过杨氏双缝后在屏上得到明暗相间的图样，这是波的干涉现象，A正确；

B．紫外线照射锌板，使电子从锌板表面逸出，这是光的粒子性的体现，B错误；

C．光在同一种均匀介质中沿直线传播，这与波动性无关，C错误；

D．光经过三棱镜后发生偏折，这是光的色散，是折射率不同造成的结果，D错误；

故选A。

3. 下列说法正确的是（　　）

A. 水流速度越大，水分子的热运动越剧烈

B. 水凝结成冰后，水分子的热运动停止

C. 水的温度越高，水分子热运动的平均动能越大

D. 水的温度升高，每个水分子的运动速率都会增大

【答案】C

【解析】

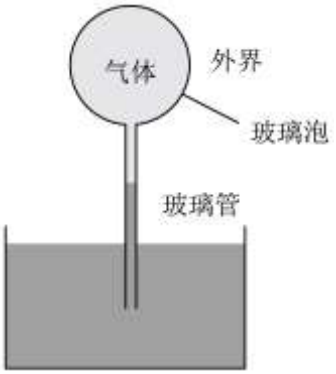
【详解】A．水流速度是机械运动速度，不能反映热运动情况，A 错误；

B．分子在永不停息地做无规则运动，B 错误；

CD．水的温度升高，水分子的平均动能增大，并非每一个水分子的运动速率都增大，D 错误；C 正确。

故选 C

4. 伽利略设计的一种测温装置如图所示，细玻璃管的上端与导热良好的玻璃泡连通，下端插入水中，玻璃泡中封闭有一定质量的理想气体。实验时，外界大玻璃泡大气压强保持不变，若观察到玻璃管中的水柱上升，下列判断正确的是（　　）



A. 外界大气的温度降低　　B. 外界大气的温度升高

C. 玻璃泡内气体的压强增大　　D. 玻璃泡内气体的压强不变

【答案】A

【解析】

【详解】设玻璃泡中气体压强为 p，外界大气压强为 p'，则有

$$p' = p + \rho gh$$

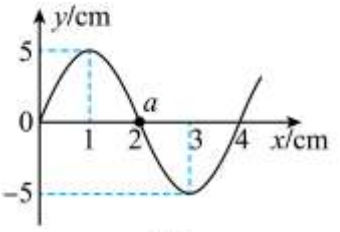
且玻璃泡中气体与外界大气温度相同，液柱上升，气体体积 V 减小，由理想气体的状态方程

$$\frac{pV}{T} = C$$

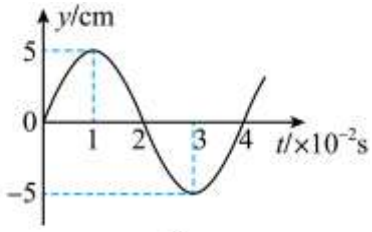
可知，V 减小，气泡内压强减小，则 T 减小，即外界大气的温度降低，BCD 错误，A 正确。

故选 A。

5. 一列简谐横波某时刻的波形图如图甲所示，由该时刻开始计时，质点 a 的振动图像如图乙所示。下列说法正确的是（　　）



甲



乙

A. 该波的波长为 2cm　　B. 该波的波速为 1m/s

C. 波沿 x 轴负方向传播　　D. 经过 1 周期，质点 a 沿 x 轴运动了 4cm

【答案】B

【解析】

【详解】A．根据图甲可知，该波的波长为 4cm，A 错误；

B．根据图乙可知该波的周期为 0.04s，则该波的波速为

$$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{0.04}{0.04}\text{m/s}=1\text{m/s}$$

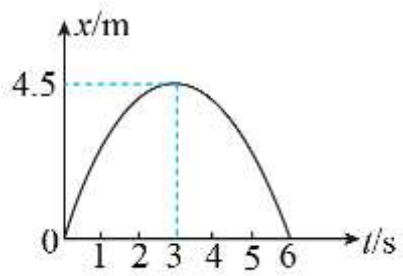
B 正确；

C．根据图乙，由该时刻开始计时，质点 *a* 从平衡位置开始向上振动，再结合图甲可知波向 *x* 轴正方向传播，C 错误；

D．质点 *a* 只会在平衡位置附近上下振动，而不会沿着 *x* 轴运动，D 错误。

故选 B。

6. 一质点做竖直上抛运动，其位移 *x* 与时间 *t* 的关系图像如图所示，下列说法正确的是（　　）



A. *t*=0 时，质点的速度为零

B. *t*=3s 时，质点的速度和加速度均为零

C. 在 *t*=0 至 *t*=3s 间，质点　速度与加速度同向

D. 在 *t*=3s 至 *t*=6s 间，质点的速度与加速度同向

【答案】D

【解析】

【详解】A．*x*-*t* 图的斜率表示速度，*t*=0 时斜率不为 0，A 错误；

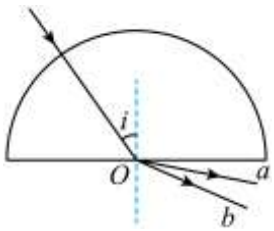
B．*t*=3s 时，质点的速度为零，但随后速度即发生变化，说明加速度不为零，B 错误；

C．在 *t*=0 至 *t*=3s 间，图像斜率在减小，物体在做减速运动，速度与加速度反向，C 错误；

D．在 *t*=3s 至 *t*=6s 间，图像斜率在增大，质点的速度与加速度同向，D 正确。

故选 D。

7. 如图所示，包含红、蓝两种颜色的一束复色光沿半径方向射入一块半圆形玻璃砖，在玻璃砖底面的入射角为 *i*，经过折射后射出到空气中，下列说法正确的是（　　）



A. *a* 光为红光，*b* 光为蓝光

B. 玻璃砖对 *a* 光的折射率小于对 *b* 光的折射率

C. 在玻璃砖中，*a* 光的传播速度小于 *b* 光的传播速度

D. 若入射角 *i* 逐渐增大，则 *b* 光的折射光首先消失

【答案】C

【解析】

【详解】ABC．光线 *a* 的偏折程度大，根据光路可逆结合折射定律公式可得

$$n=\frac{\sin\gamma}{\sin i}$$

其中 γ 是折射角，可知 *a* 光的折射率大；再根据公式

$$v=\frac{c}{n}$$

可知 *a* 光在玻璃中的传播速度小。

而 *a* 光的折射率大，说明 *a* 光的频率高，根据

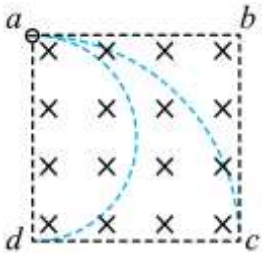
$c=\lambda f$

a 光在真空中的波长较短，故 C 正确、AB 错误；

D．若改变光束的入射方向使 *i* 角逐渐变大，则折射光线 *a* 的折射角先达到 90°，故 *a* 光先发生全反射，折射光线先消失，故 D 错误。

故选 C。

8. 如图所示，正方形 *abcd* 内存在垂直于纸面向里的匀强磁场，一束电子以大小不同的速度从 *a* 点沿 *ab* 方向射入磁场。不计电子的重力和电子间的相互作用。对于从 *c* 点和 *d* 点射出的电子，下列说法正确的是（　　）



A. 轨道半径之比为$1:2$　　B. 线速度大小之比为$1:2$

C. 向心力大小之比为$1:2$　　D. 在磁场中运动时间之比为$1:2$

【答案】D

【解析】

【详解】A．设正方形边长为 *L*，根据图像可知从 *c* 点射出的电子轨道半径为 *L*，从 *d* 点射出的电子轨道半径为 $\frac{L}{2}$，则轨道半径之比为$2:1$，A 错误；

B．根据

$$qvB=m\frac{v^2}{R}$$

可得

$$v=\frac{qBR}{m}$$

因轨道半径之比为$2:1$，则线速度大小之比为$2:1$，B 错误；

C．电子所受洛伦兹力充当向心力，即

$$F_{向}=qvB$$

因线速度大小之比为$2:1$，则向心力大小之比为$2:1$，C 错误；

D．电子在磁场中的运动周期为

$$T=\frac{2\pi R}{v}=\frac{2\pi m}{qB}$$

则从 *c* 点射出的电子在磁场中的运动时间为

$$t_1=\frac{\frac{\pi}{2}}{2\pi}\cdot T=\frac{T}{4}$$

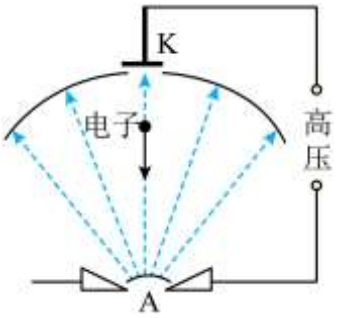
从 *d* 点射出的电子在磁场中的运动时间为

$$t_2=\frac{\pi}{2\pi}\cdot T=\frac{T}{2}$$

则在磁场中运动时间之比为$1:2$，D 正确。

故选 D。

9. 电子束焊接是利用加速和会聚的高速电子流轰击工件接缝处，使金属熔合的一种焊接方法。电子束焊接机中的电场线如图中虚线所示。K 为阴极，A 为阳极，电子束从阴极逸出后经电场加速到达阳极，不考虑电子重力及电子间的相互作用，下列说法正确的是（　　）



A. 电子束焊接原理是将电子流的动能转化为内能

B. *K* 点电势高于 *A* 点电势

C. 电子由 K 运动到 A，电势能增加

D. 电子由 K 运动到 A，加速度不变

【答案】A

【解析】

【详解】A．电子束焊接原理是将电子流的动能转化为内能，A 正确；

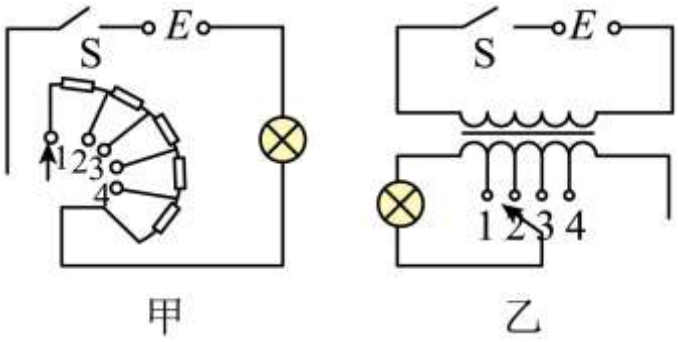
B．沿着电场线方向电势降低，所以 *K* 点电势低于 *A* 点电势，B 错误；

C．电子由 K 运动到 A，电场力做正功，电势能减小，C 错误；

D．靠近阳极 A 的地方电场线密集，电场强度大，电子从 K 运动到 A，加速度逐渐增大，D 错误。

故选 A。

10. 甲、乙两种亮度可调的台灯内部电路示意图如图所示，其中甲台灯通过变阻器调节灯泡亮度，乙台灯通过改变理想变压器副线圈的匪数词节灯泡亮度，两台灯所用电源和灯泡均相同，下列说法正确的是（　　）



A. 两台灯均可使用直流电源

B. 甲台灯的旋转开关从 1 调到 4 的过程中，灯泡逐渐变暗

C. 乙台灯的旋转开关从 1 调到 4 的过程中，灯泡逐渐变亮

D. 当两台灯亮度相同时，电源的输出功率相同

【答案】C

【解析】

【详解】A．由于乙灯是使用的变压器，因此必须用交流电源，A 错误；

B．甲灯旋转开关从 1 调到 4 的过程中，接入的电阻阻值减小，电路电流增大，灯泡逐渐变亮，B 错误；

C．乙台灯的旋转开关从 1 调到 4 的过程中，副线圈的匝数增大。根据变压器原理，原副线圈的匝数比与原副线圈的电压比相等，因此副线圈电压将增大，C 正确；

D．当两台灯亮度相同时，甲图电源功率为 EI，而乙图电源功率为 $\frac{1}{k}EI$ ，其中 k 为原副线圈匝数比，D 错误；

故选 C。

11. 2022 年 2 月 5 日，北京冬奥会短道速滑比赛在首都体育馆举行，中国队以 2 分 37 秒 348 夺得混合团体接力冠军。比赛中“接棒”运动员在前面滑行，“交棒”运动员从后面用力推前方“接棒”运动员完成接力过程，如图所示，假设交接棒过程中两运动员的速度方向均在同一直线上，忽略运动员与冰面之间的摩擦，对于两运动员交接棒的过程，下列说法正确的是（　　）



A. 两运动员的动量变化一定相同

B. 两运动员相互作用力的冲量之和一定等于零

C. 两运动员相互作用力的功之和一定等于零

D. 两运动员组成的系统动量和机械能均守恒

【答案】B

【解析】

【详解】A．两运动员组成的系统动量守恒，且两运动员的动量变化大小相等，方向相反，A 错误；

B．根据牛顿第三定律可知，两运动员之间的相互作用力大小相等，方向相反，且作用时间相等，根据

$I = Ft$

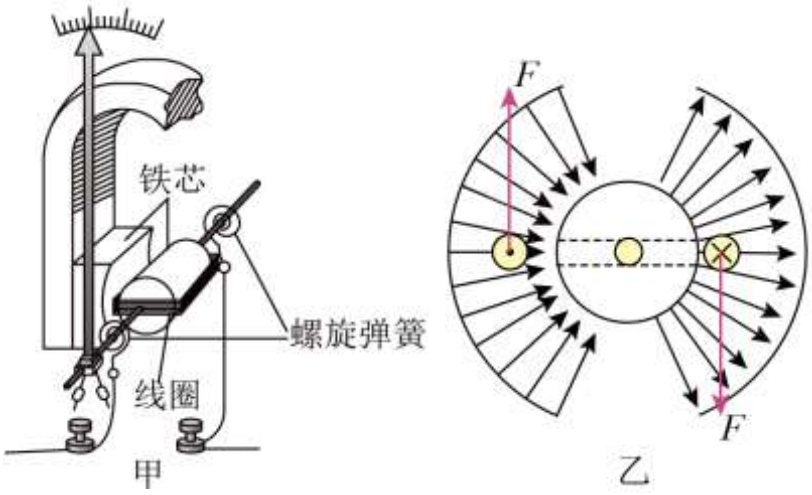
可知两运动员相互作用力的冲量大小相等，方向相反，冲量之和一定为零，B 正确；

C．两运动员相互作用时，相对地面的位移不一定相同，因此相互作用力的功之和不一定等于零，C 错误；

D．两运动员组成的系统动量守恒，但“交棒”运动员从后面用力推前方“接棒”运动员的过程中要消耗人体的化学能，转化为系统的机械能，则机械能不守恒，D 错误。

故选 B。

12. 如图甲所示是磁电式电表内部结构示意图，蹄形磁铁的两极间有一个固定的圆柱形铁芯，铁芯外面套有一个可以绕轴转动的铝框，在铝框上绕有铜线圈。电表指针固定铁芯在线圈上，可与线圈一起转动，线圈的两端分别接在两个螺旋弹簧上，被测电流经过这两个弹簧流入线圈。蹄形磁铁与铁芯间的磁场可看作是均匀辐射分布的，如图乙所示，无论线圈转到什么位置，线圈平面总与线圈所在磁场甲的方向平行。关于磁电式电表，下列说法不正确的是（　　）



A. 磁电式电表的原理是通电线圈在磁场中因受安培力而转动

B. 改变线圈中电流的方向，指针会反向偏转

C. 增加线圈的匝数可以提高电表的灵敏度

D. 用塑料框代替铝框，在使用电表时可以使指针更迅速稳定在示数位置上

【答案】D

【解析】

【详解】A．磁电式电流表的内部，在蹄形磁铁的两极间有一个可以绕轴转动的线圈，蹄形磁铁和铁芯间的磁场均匀辐向分布，当电流通过线圈时，线圈在安培力的作用下转动，故 A 正确，不符合题意；

B．改变线圈中电流的方向，线圈受力方向相反，指针会反向偏转，故 B 正确，不符合题意；

C．线圈匝数越多，受到的安培力合力越大，越容易转动，可以提高电流表的灵敏度；故 C 正确，不符合题意；

D．用铝框做骨架，当线圈在磁场中转动时，导致铝框的磁通量变化，从而产生感应电流，出现安培阻力，使其很快停止摆动。而塑料做骨架达不到此作用，故 D 错误，符合题意。

故选 D。

13. 与静止点电荷的电场类似，地球周围也存在引力场，引力做功与路径无关，所以可定义引力场强度和引力势。设地球的质量为 M，地球半径为 R，引力常量为 G，质量为 m 的质点距地心距离为 r（$r > R$）时，引力势能为 $E_{\mathrm{P}} = -G\dfrac{mM}{r}$（取无穷远处为势能零点）。下列说法正确的是（　　）

A. 距地心 r 处，地球的引力场强度大小为 $G\dfrac{m}{r^2}$

B. 距地心 r 处，地球的引力势为 $-G\dfrac{M}{r}$

C. r 增大，引力场强度和引力势均增大

D. r 增大，引力场强度和引力势均减小

【答案】B

【解析】

【详解】A．由于点电荷电场强度大小关系为 $k\dfrac{Q}{r^2}$，对应到引力场应为 $G\dfrac{M}{r^2}$，A 错误；

B．根据电势能与电势对应关系

$E_{\mathrm{P}}=\varphi q$

可推断引力势能与引力势的对应关系

$E_{\mathrm{P}}=\varphi m$

可知

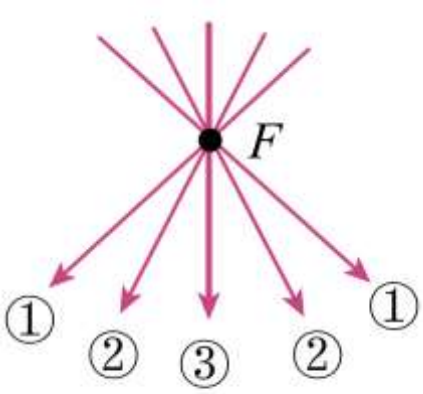
$\varphi=-G\dfrac{M}{r}$

B 正确；

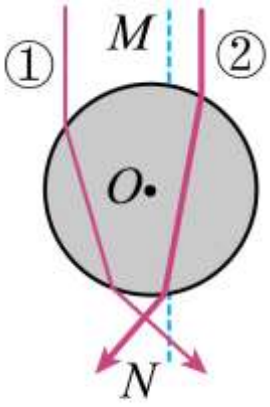
CD．根据以上分析可知，随着 r 增大，引力场强度减小，但由于引力势是负数，因此将增大，CD 均错误。

故选 B。

14. 激光是 20 世纪 60 年代发明的一种新型光源，它有很多特点，其中之一是光束截面上光强分布不均匀，中心强，向外依次减弱，也可以这样理解：如图甲中的一束激光，经焦点 F 会聚后向下照射，光线①由单个光子 $h\nu$ 构成，光线②由双光子 $2h\nu$ 构成，光线③由三光子 $3h\nu$ 构成，能量最大。如图乙所示，一透明微粒处于向下照射的激光束中，微粒中心 O 位于激光束中心轴 MN 左侧，激光束穿过微粒时发生了折射（图中只画出两条光线，且强度②>①），微粒的折射率大于周围介质的折射率，不考虑光的反射和吸收。入射光束由光子组成，光子在与微粒作用时速度方向发生了改变，说明微粒对光子施加了作用力。下列说法正确的是（　　）



甲



乙

A. 光线①对微粒的作用力方向为向右偏上

B. 光线②对微粒的作用力方向为向左偏上

C. 光线①和光线②对微粒的作用力大小相等

D. 光线①和光线②对微粒作用力的合力会将微粒推向光束中心

【答案】D

【解析】

【详解】A．光线①对微粒的作用力方向为向右偏下，A 错误；

B．光线②对微粒的作用力方向为向左偏下，B 错误；

C．光线①和光线②的能量不等，则对微拉的作用力大小不等，C 错误；

D．虽然图中只画出两条光线，但实际上光束中心左侧的光线会多于光束中心右侧的光线，光线①和光线②对微粒作用力的合力会将微粒推向光束中心，D 正确。

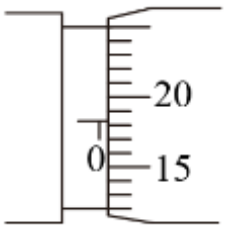
故选 D。

第二部分

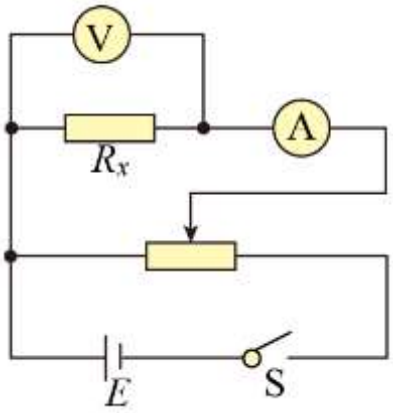
本部分共 6 题，共 58 分。

15. 物理实验一般都涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据处理、误差分析等，例如：

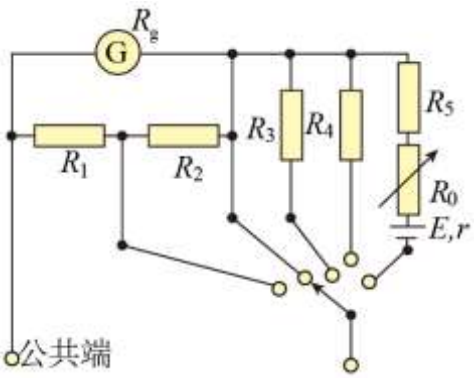
（1）实验仪器，用螺旋测微器测量电阻丝的直径，示数如图所示，则该电阻丝的直径为_____mm；



（2）误差分析，某同学用图所示的电路测量一段金属丝的电阻。不考虑偶然误差，测量值与真实值相比较将_____（选填“偏大”、“偏小”或“不变”），误差主要是由_____（选填“电流表”或“电压表”）的内阻引起的；



（3）实验原理，图为指针式多用电表电路简图。某同学用指针式多用电表测量电学中的物理量时，发现直流电流、电压表盘刻度线是均匀的，而电阻表盘刻度线是不均匀的，结合图简要分析电阻表盘刻度线不均匀的原因。（　　）



【答案】　①. 0.183（0.182~0.184）　②. 偏小　③. 电压表　④. 当用指针式多用电表测量未知电阻R_x时，通过表头的电流I与待测电阻R_x的关系为非线性关系，因此电阻表盘的刻度线是不均匀的

【解析】

【详解】（1）[1]螺旋测微器读数为

$$0\text{mm}+18.3\times0.01\text{mm}=0.183\text{mm}$$

（2）[2][3]电压表测得的电压为待测电阻两端电压，但电流表测得的电流为通过电压表和电阻的总电流，根据

$$R=\frac{U}{I}$$

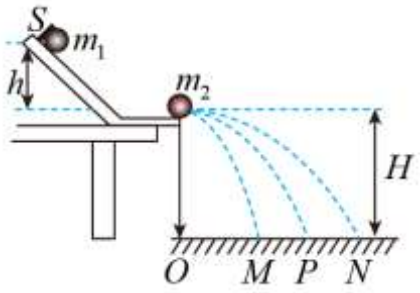
可知测量值与真实值相比较将偏小，这是由于电压表分流引起的。

（3）[4]通过表头的电流为

$$I=\frac{E}{R_{内}+R_5+R_0+r+R_x}$$

当用指针式多用电表测量未知电阻R_x时，通过表头　电流I与待测电阻R_x的关系为非线性关系，因此电阻表盘的刻度线是不均匀的。

16. 用如图所示的装置做“验证动量守恒定律”实验，即研究小球在斜槽末端碰撞时动量是否守恒。



（1）在实验中可以不测量速度的具体数值，仅通过测量_____（选填选项前的字母）间接地解决这个问题。

A.小球开始释放的高度 h

B.小球做平抛运动的射程 OP、OM、ON

C.小球抛出点距地面的高度 H

（2）下列关于本实验条件的叙述，正确的是_____。（选填选项前的字母）

A.同一组实验中，入射小球必须从同一位置由静止释放

B.入射小球的质量必须大于被碰小球的质量

C.轨道倾斜部分必须光滑

D.轨道末端必须水平

（3）图中 O 点是小球抛出点在地面上的垂直投影，实验时先让入射小球多次从斜槽上位置 S 由静止释放，通过白纸和复写纸找到其平均落地点的位置 P，测出平抛射程 OP。然后，把半径相同的被碰小球静置于轨道的水平部分末端，仍将入射小球从斜轨上位置 S 由静止释放，与被碰小球发生正碰，并多次重复该操作，两小球平均落地点位置分别为 M、N。实验中还需要测量的物理量有_____。（选填选项前的字母）

A.入射小球和被碰小球的质量 m_1 、 m_2　B.入射小球开始的释放高度 h

C.小球抛出点距地面的高度 H　D.两球相碰后的平抛射程 OM、ON

（4）在实验误差允许范围内，若满足关系式_____（用所测物理量的字母表示），则可以认为两球碰撞前后的动量守恒；若满足关系式_____（用所测物理量的字母表示），则可以认为两球发生的是弹性碰撞。

【答案】 ①. B ②. ABD##ADB##BAD##BDA##DAB##DBA ③. AD##DA ④. $m_1OP = m_1OM + m_2ON$ ⑤. $m_1OP^2 = m_1OM^2 + m_2ON^2$

【解析】

【详解】（1）[1]根据动量守恒

$$m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$$

抛出后各自做平抛运动，则

水平方向

$$x = vt$$

竖直方向

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

联立代入具体射程可得

$m_1OP = m_1OM + m_2ON$

故仅需测量小球做平抛运动的射程 *OP*、*OM*、*ON*，选 B。

（2）[2] A.从同一位置静止释放以保证入射小球的初速度一致，A 正确；

B.入射小球质量必须更大，以免撞后弹回，导致再次从轨道射出时速度与碰后速度不一致，B 正确；

C.轨道无需光滑，保证入射小球运动轨迹每次都一样即可，C 错误；

D.轨道末端必须水平以保证平抛，D 正确。

故选 ABD。

（3）[3]根据（1）可知，仅需要测量入射小球和被碰小球的质量 m_1 、 m_2 以及两球相碰后的平抛射程 *OM*、*ON*，

故选 AD。

（4）[4]根据（1）可知，动量守恒表达式为

$m_1OP = m_1OM + m_2ON$

[5]再结合碰前碰后总动能不变

$\frac{1}{2}m_1v_0^{\ 2} = \frac{1}{2}m_1v_1^{\ 2} + \frac{1}{2}m_2v_2^{\ 2}$

与（1）中式子联立可得

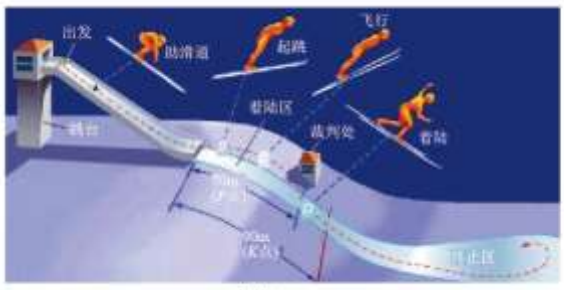
$m_1OP^2 = m_1OM^{\ 2} + m_2ON^2$

17. 首钢滑雪大跳台（图甲）承担 2022 年北京冬奥会“跳台滑雪”比赛项目，跳台滑雪线路由助滑道、起跳区、着陆坡和停止区构成。其中助滑道可简化如图乙所示：由长为 *L*、倾角为 θ 的斜坡 *AB* 和弧形 *BCD* 构成，*AB* 和 *BCD* 在 *B* 处相切，*A* 与 *D* 的高度差为 *h*，质量为 *m* 的运动员（可视为质点）着滑雪板从 *A* 端无初速度下滑，沿助滑道滑至 *D* 端起跳。假设滑雪板与 *AB* 间的动摩擦因数为 μ ，运动员在 *BCD* 段克服摩擦力做的功是在 *AB* 段克服摩擦力做功的 0.5 倍。不计空气阻力，重力加速度为 *g*。

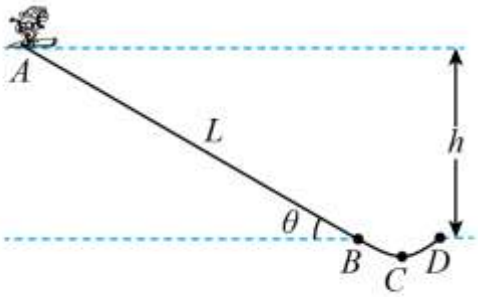
（1）请画出运动员在斜坡 *AB* 上运动时的受力示意图；

（2）求运动员在斜坡 *AB* 上运动的加速度大小 *a*。

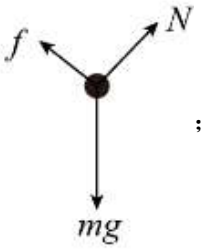
（3）求运动员清到 *D* 端时的动能 E_k 。



甲



乙

【答案】（1）

；（2） $a=g\left(\sin\theta-\mu\cos\theta\right)$；（3） $E_{\mathrm{k}}=mg\left(h-1.5\mu L\cos\theta\right)$

【解析】

【详解】（1）运动员在斜坡上受到的摩擦力 *f*，支持力为 *N*。运动员在斜坡 *AB* 上运动时的受力示意图如答图所示



（2）根据受力分析可得

$$mg\sin\theta-f=ma$$

$$f=\mu N=\mu mg\cos\theta$$

解得

$$a=g\left(\sin\theta-\mu\cos\theta\right)$$

（3）根据动能定理可得

$$mgh-fL-0.5fL=E_{\mathrm{k}}$$

解得

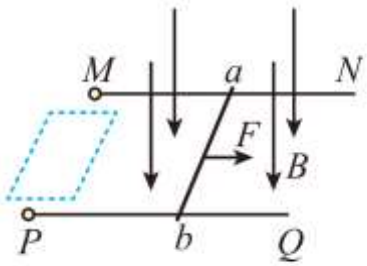
$$E_{\mathrm{k}}=mg\left(h-1.5\mu L\cos\theta\right)$$

18. 如图甲所示，两根相互平行、相距为 *L* 的长直金属导轨 *MN*，*PQ* 固定在水平面内，质量为 *m*、电阻为 *r* 的导体棒 *ab* 垂直于 *MN*、*PQ* 放在轨道上，与轨道接触良好，整个装置处于竖直向下匀强磁场中，磁感应强度大小为 *B*。不计导轨的电阻及导体棒与导轨之间的摩擦。

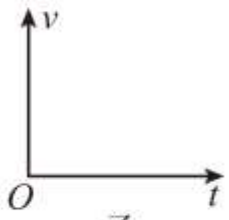
（1）若轨道端点 *M*、*P* 间接有阻值为 *R* 的电阻，对导体棒 *ab* 施一水平向右的恒力 *F*，使导体棒由静止开始沿导轨向右运动，求导体棒 *ab* 能达到的最大速度 v_{m}；并在图乙所示的坐标系中定性画出导体棒 *ab* 的速度 *v* 随时间 *t* 变化的图像；

（2）若轨道端点 *M*、*P* 间接一电动势为 *E*、内阻不计的电源，接通电路后，导体棒由静止开始沿导轨向右运动，求导体棒 *ab* 能达到的最大速度 v_{m}；

（3）上述两种情形中，都发生了电能与机械能间的相互转化，请简要说明两种情形中能量转化有何不同。

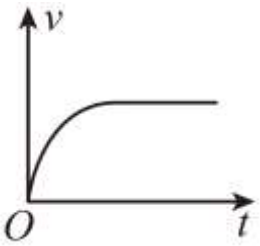


甲



乙

【答案】（1）$v_{\mathrm{m}}=\dfrac{F\left(R+r\right)}{B^2L^2}$，



；（2）$v_{\mathrm{m}}=\dfrac{E}{BL}$；（3）见解析

【解析】

【详解】（1）由导体棒运动产生　电动势为

$E=BLv$

回路中的电流为

$$I=\frac{E}{R+r}$$

导体棒受到安培力为

$$F_{安}=BIL$$

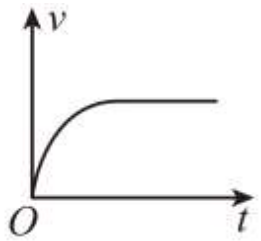
根据牛顿运动定律有

$$F-F_{安}=ma$$

当导体棒加速度　0时，速度最大，解得

$$v_{\mathrm{m}}=\frac{F(R+r)}{B^2L^2}$$

开始时，F 大于导体棒所受安培力，但随着速度的增大，安培力也在增大，则导体棒的加速度会减小，当 F 等于导体棒所受安培力时，速度达到最大，导体棒 ab 的速度 v 随时间 t 变化的图像如下图所示



（2）回路中的电流为

$$I=\frac{E-BLv}{r}$$

导体棒受到安培力为

$$F_{安}=BIL$$

根据牛顿运动定律

$F_{安}=ma$

当导体棒加速度为 0 时，速度最大，解得

$$v_{\mathrm{m}}=\frac{E}{BL}$$

故导体棒 *ab* 能达到的最大速度为 $\frac{E}{BL}$。

（3）情形（1）为机械能转化为电能，情形（2）为电能转化为机械能。

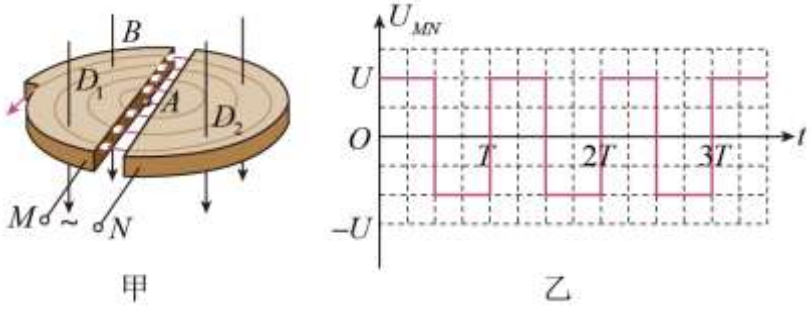
19. 回旋加速器的工作原理如图甲所示。D 形盒的半径为 *R*，匀强磁场的磁感应强度大小为 *B*，方向与盒面垂直。*A* 处粒子源产生质量为 *m*、电荷量为 $+q$ 的带电粒子。加在两盒狭缝间的交变电压 U_{MN} 随时间 *t* 的变化规律如图乙所示，电压的峰值为 *U*，周期 $T=\frac{2\pi m}{Bq}$。一束粒子在 $t=0\sim\frac{T}{2}$ 时间内均匀的飘入两盒间狭缝，初速度忽略不计。不计带电粒子所受重力和粒子间的相互作用。

（1）若忽略带电粒子通过两盒间狭缝的时间。求：

a.带电粒子经过 1 次加速后的速度大小 v_1；

b.带电粒子获得的最大动能 E_{km}。

（2）若带电粒子通过两盒间狭缝的时间不可忽略，且能够射出的粒子每次经过狭缝均做匀加速运动。现要求飘入狭缝的带电粒子中至少有 99%可以射出，则狭缝的间距 *d* 最大应该为多少？



甲　　乙

【答案】（1）a.$\sqrt{\frac{2qU}{m}}$，b.$\frac{q^2B^2R^2}{2m}$；（2）$\frac{\pi mU}{100qB^2R}$

【解析】

【详解】（1）a.根据动能定理

$$qU=\frac{1}{2}mv_1^2$$

解得

$$v_1=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

b.设带电粒子获得最大速度为 v_{m}，粒子所受洛伦兹力提供向心力

$$qv_{\mathrm{m}}B=m\frac{v_{\mathrm{m}}^2}{R}$$

解得

$$E_{\mathrm{km}}=\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}{}^{2}=\frac{q^2B^2R^2}{2m}$$

（2）带电粒子在狭缝运动的运动过程列牛顿第二定律

$$\frac{U}{d}q=ma$$

带电粒子的加速度

$$a=\frac{qU}{md}$$

带电粒子射出之前 n 次经过狭缝，且经过狭缝的总时间为 t，则有

$$E_{\mathrm{km}}=nqU\ ,\ \ nd=\frac{1}{2}at^2$$

只有在 $0\sim\left(\frac{T}{2}-t\right)$ 时间内飘入的带电粒子才能每次均被加速，则

$$\frac{\frac{T}{2}-t}{\frac{T}{2}}\geq 99\%$$

解得

$$d\leq\frac{\pi mU}{100qB^2R}$$

即狭缝的间距 d 最大为 $\frac{\pi mU}{100qB^2R}$。

20. 类比是研究问题的常用方法

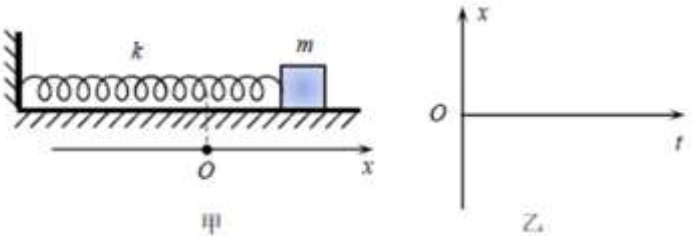
（1）情境 1：如图甲所示，将一弹簧振子放置在光滑的水平面上，以弹簧处于原长时物块所处位置为坐标原点 O、水平向右为正方向建立 x 轴。当振子偏离平衡位置的位移为 x 时，其回复力为 $F=-kx$；而 $F=ma$ 、 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 、 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$，可以得到振子位移 x 随时间 t 变化的方程为 $m\frac{\Delta\left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)}{\Delta t}+kx=0$（①式）。将物块从 O 点右侧某一位置由静止释放并开始计时，在图乙所示的坐标系中定性画出弹簧振子的位移 x 随时间 t 变化的图像。

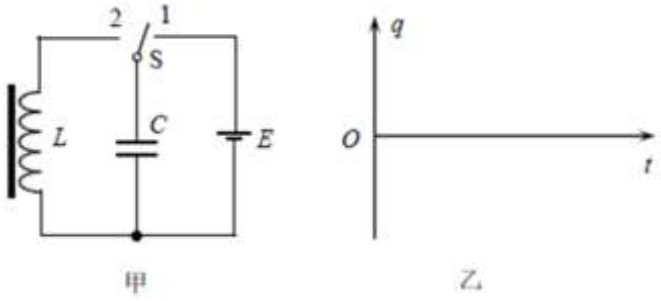
（2）情境 2：如图甲所示，电源的电动势为 E，内阻不计；电容器的电容为 C，自感线圈的自感系数为 L，电阻不计，开关 S 先接 1，给电容器充电；然后将开关接 2，发现电容器极板的电荷量 q 随时间 t 的变化规律与情境 1 中振子位移 x 随时间 t 的变化规律类似。

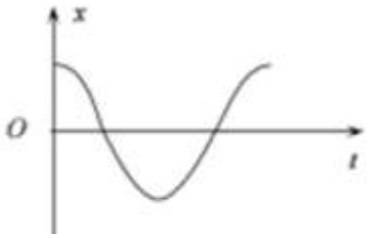
*a.*类比①式，写出电荷量 q 随时间 t 的变化方程；

*b.*从开关 S 接 2 瞬间开始计时，在图乙所示的坐标系中定性画出电容器上极板的电荷量 q 随时间 t 变化的图像。

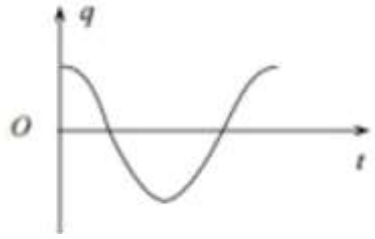
（3）质量是物体做机械运动时惯性大小的量度，在电磁现象中也存在“惯性”。在情境 2 中，哪个物理量可用来度量电磁“惯性”的大小？





【答案】（1）

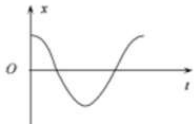
；（2）*a.* $L\frac{\Delta\left(\frac{\Delta q}{\Delta t}\right)}{\Delta t}+\frac{1}{C}q=0$，*b.*



；（3）自感系数 L

【解析】

【详解】（1）弹簧振子的位移 x 随时间 t 变化的图像如答图所示



（2）*a.*自感线圈两端电压U_L，电容器两端电压U_C，在回路中有

$$U_L=-U_C$$

$$U_C=\frac{q}{C}$$

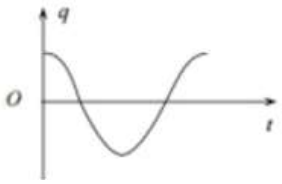
$$U_L=L\frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$i=\frac{\Delta q}{\Delta t}$$

类比可得

$$L\frac{\Delta\left(\frac{\Delta q}{\Delta t}\right)}{\Delta t}+\frac{1}{C}q=0$$

*b.*电容器上极板的电荷量 q 随时间 t 变化的图像如答图所示



（3）在电磁现象中，物理量自感系数 L 可用来度量电磁“惯性”的大小。