



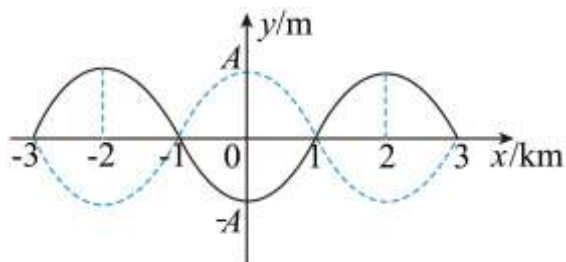
2023 北京五中高三 12 月月考

物 理

(第四次段考)

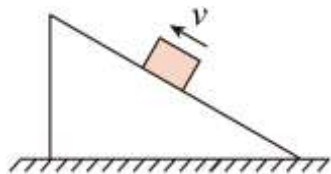
一、单项选择题。本部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。每小题只有一个选项符合题目的要求。

1. 某地震局记录了一列沿 x 轴正方向传播的地震横波，在 $t = 0$ 时刻的波形如图中实线所示， $t = 0.5 \text{ s}$ 时刻第一次出现图中虚线所示的波形。下列说法正确的是 ()



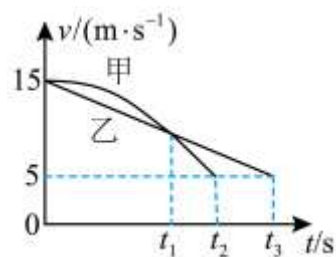
- A. 该地震波的周期为 0.5s
- B. 该地震波的波速为 4km/s
- C. $t = 0$ 时刻， $x = 1 \text{ km}$ 处质点的振动方向沿 y 轴正方向
- D. $0 \sim 0.5 \text{ s}$ 内 $x = 2 \text{ km}$ 处的质点沿 x 轴正方向前进 2km 的距离

2. 如图所示，水平面上有一上表面光滑的斜面体，一小物块沿其上表面匀减速上滑，此过程中斜面体始终保持静止，下列说法正确的是 ()



- A. 斜面体受到地面的摩擦力水平向左
- B. 斜面体受到地面的摩擦力为零
- C. 斜面体对地面的压力小于斜面体与物块的重力之和
- D. 斜面体对地面的压力等于斜面体与物块的重力之和

3. ETC 是高速公路上不停车电子收费系统的简称。汽车在进入 ETC 通道感应识别区前需要减速至 5 m/s ，然后匀速通过感应识别区。甲、乙两辆以 15 m/s 的速度行驶的汽车在进入 ETC 通道感应识别区前都恰好减速至 5 m/s ，减速过程的 $v-t$ 图像如图所示，则 ()



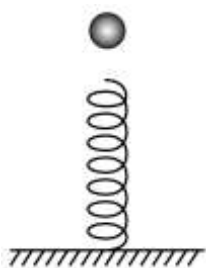
- A. t_1 时刻甲车的速度大于乙车的速度



- B. $0 \sim t_1$ 时间内甲、乙两车的平均速度相同
- C. $0 \sim t_1$ 时间内甲、乙两车的速度变化量相同
- D. t_1 时刻甲、乙两车距感应识别区的距离相同

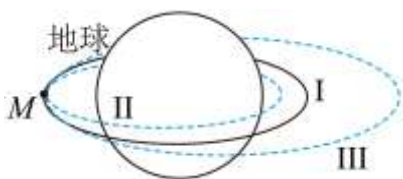
4. 2022 年 12 月 4 日，神舟十四号乘组与十五号乘组完成在轨轮换后，返回地球。载人飞船返回舱进入大气层后，距地面 10km 左右时开启降落伞，速度减至约 8m/s，接下来以这个速度在大气中降落，在距地面 1.2m 时，返回舱的四台缓冲发动机开始向下喷气，舱体再次减速，到达地面时速度约为 2m/s。由以上信息可知（ ）

- A. 开启降落伞减速的过程中，舱体处于失重状态
 - B. 在大气中匀速降落过程中，舱体的机械能保持不变
 - C. 缓冲发动机开启过程中，航天员的加速度约为 $5g$
 - D. 舱体与地面撞击的过程中，撞击力的冲量大于舱体重力的冲量
5. 如图所示，竖直轻弹簧下端固定在水平面上，一小球从弹簧正上方某一高度处由静止开始自由下落，接触弹簧后把弹簧压缩到一定程度（在弹性限度内）。不计空气阻力。则（ ）



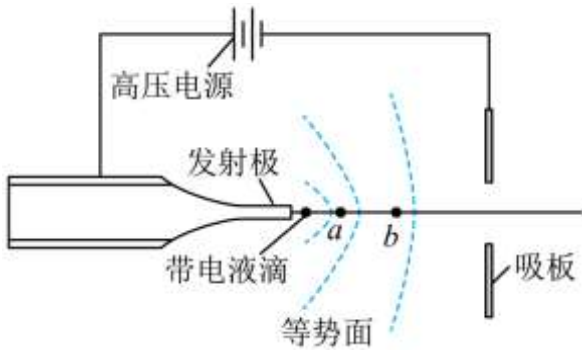
- A. 从接触弹簧到运动至最低点的过程中，小球的加速度不断增大
- B. 从接触弹簧到运动至最低点的过程中，小球的速度先增大后减小
- C. 从接触弹簧到运动至最低点的过程中，小球的机械能守恒
- D. 小球在最低点时所受的弹力大小等于其所受的重力大小

6. 如图所示，卫星沿圆形轨道 I 环绕地球运动。当其运动到 M 点时采取了一次减速制动措施，进入椭圆轨道 II 或 III。轨道 I、II 和 III 均与地球赤道面共面。变更轨道后（ ）



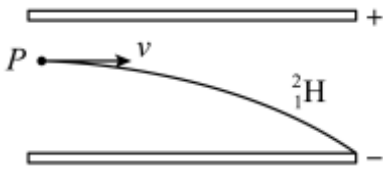
- A. 卫星沿轨道 III 运动
- B. 卫星经过 M 点时的速度小于 7.9km/s
- C. 卫星经过 M 点时的加速度变大
- D. 卫星环绕地球运动的周期变大

7. 如图所示为某种静电推进装置的原理图，发射极与吸极接在高压电源两端，两极间产生强电场，虚线为等势面，在强电场作用下，一带电液滴从发射极加速飞向吸极，a、b 是其路径上的两点，a、b 两点的电场强度分别为 E_a 、 E_b ，电势分别为 φ_a 、 φ_b 。下列说法正确的是（ ）



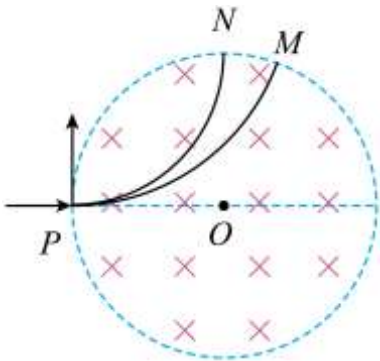
- A. $E_a > E_b$, $\varphi_a > \varphi_b$ B. $E_a < E_b$, $\varphi_a > \varphi_b$
 C. $E_a > E_b$, $\varphi_a < \varphi_b$ D. $E_a < E_b$, $\varphi_a < \varphi_b$

8. 具有相同质子数和不同中子数的原子称为同位素. 让氢的三种同位素原子核 (${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^3_1\text{H}$) 以相同的速度从带电平行板间的 P 点沿垂直于电场的方向射入电场, 其中氘核 (${}^2_1\text{H}$) 恰好能离开电场, 轨迹如图所示. 不计粒子的重力, 则 ()



- A. ${}^1_1\text{H}$ 不能离开电场
 B. ${}^3_1\text{H}$ 在电场中受到的电场力最大
 C. ${}^3_1\text{H}$ 在电场中运动的时间最短
 D. 在电场中运动的过程中电场力对 ${}^1_1\text{H}$ 做功最少

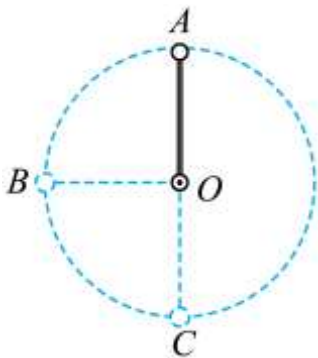
9. 如图所示, 圆形区域内有垂直纸面向里的匀强磁场, 一带电粒子从圆周上的 P 点沿半径方向射入磁场. 若粒子射入磁场时的速度大小为 v_1 , 运动轨迹为 PN ; 若粒子射入磁场时的速度大小为 v_2 , 运动轨迹为 PM . 不计粒子的重力. 下列判断正确的是 ()



- A. 粒子带负电
 B. 速度 v_1 大于速度 v_2
 C. 粒子以速度 v_1 射入时, 在磁场中运动时间较长
 D. 粒子以速度 v_1 射入时, 在磁场中受到的洛伦兹力较大

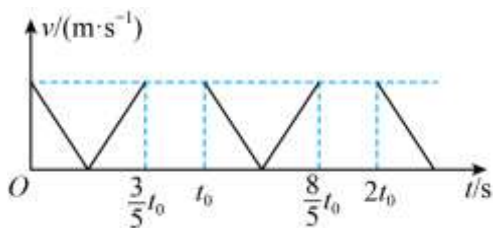


10. 如图所示，轻杆的一端固定在通过 O 点的水平转轴上，另一端固定一小球，轻杆绕 O 点在竖直平面内沿顺时针方向做匀速圆周运动，其中 A 点为最高点、 C 点为最低点， B 点与 O 点等高，下列说法正确的是 ()



- A. 小球经过 A 点时，所受杆的作用力一定竖直向下
- B. 小球经过 B 点时，所受杆的作用力沿着 BO 方向
- C. 从 A 点到 C 点的过程，小球重力的功率保持不变
- D. 从 A 点到 C 点的过程，杆对小球的作用力做负功

11. 质量为 m 的同学原地跳绳时，上下运动，其速度大小 v 随时间 t 的变化图像如图所示。重力加速度为 g 。则 ()



- A. $0 \sim t_0$ 内，该同学的最大速度约为 $\frac{3}{5}gt_0$
- B. $0 \sim t_0$ 内，该同学上升的最大高度约为 $\frac{9}{50}gt_0^2$
- C. 该同学克服重力做功的平均功率约为 $\frac{9}{200}mg^2t_0$
- D. 每跳一次，地面对该同学所做的功约为 $\frac{9}{200}mg^2t_0^2$

12. 跳台滑雪主要分为 4 个阶段，助滑阶段、起跳阶段、飞行阶段和落地阶段。在飞行阶段，运动员会采取一种身体向前倾，同时滑雪板向前分开呈“V”字型的经典姿势，如图所示。这种姿势能够加大运动员与下方空气接触的面积，并且还可以让身体和雪板与水平方向呈最为理想的夹角，就像飞机起飞一样，从而获得较大的空气托举力。关于运动员在飞行阶段采用“V”字型姿势，下列说法正确的是 ()



- A. 可以增加水平方向的飞行速度
- B. 可以增加竖直方向的加速度
- C. 可以增加运动员的机械能
- D. 可以获得更长的飞行时间

13. 某同学根据查阅到的某种热敏电阻的 $R-t$ 特性曲线（如图1），设计了图2所示的恒温箱温度控制电路。图2中， R_t 为热敏电阻， R_1 为可变电阻，控制系统可视作 $R = 200\Omega$ 的电阻，电源的电动势 $E = 9.0V$ ，内阻不计。当通过控制系统的电流小于 $2mA$ 时，加热系统将开启，为恒温箱加热；当通过控制系统的电流等于 $2mA$ 时，加热系统将关闭。下列说法正确的是（ ）

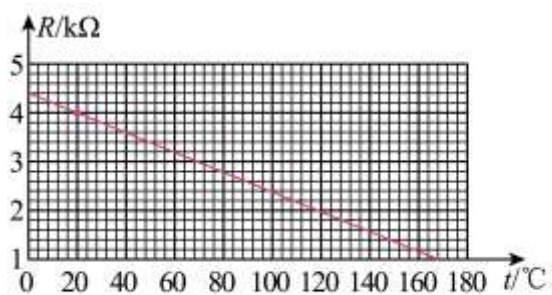


图1

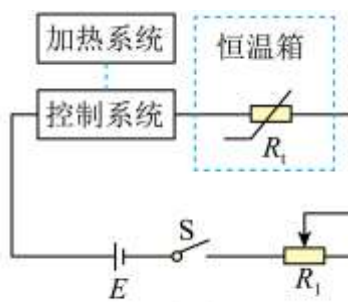


图2

- A. 若要使恒温箱内温度保持 $20^\circ C$ ，应将 R_1 调为 500Ω
- B. 若要使恒温箱内温度升高，应将 R_1 增大
- C. 若恒温箱内温度降低，通过控制系统的电流将增大
- D. 保持 R_1 不变，通过控制系统的电流大小随恒温箱内的温度均匀变化

14. 2023 年春节期间，中国科幻电影《流浪地球 2》热映。《流浪地球》系列影片设定：若干年后，太阳上的氢元素将被耗尽，太阳由“氢核聚变”阶段进入“氦核聚变”阶段，并成为一颗红巨星，地球将被太阳吞没、气化。因此，人类启动了“流浪地球”计划。人类的自救之旅的第一阶段是“刹车阶段”，利用 2000 台安装在地球赤道上的“转向式行星发动机”，通过喷射高能高压的粒子流，推动地球停止自转；第二阶段是“逃逸阶段”，利用“推进式行星发动机”推动地球加速，增大公转速度，逐渐脱离太阳系，开启“流浪”之旅。

根据以上素材，结合所学，判断下列说法正确的是（ ）

- A. 不考虑其它因素，地球停止自转的过程中，赤道上的物体所受重力逐渐减小
- B. 不考虑其它因素，地球停止自转的过程中，南北极处的物体所受重力逐渐增大
- C. “转向式行星发动机”的喷口方向应该与自转速度方向相反，“推进式行星发动机”的喷口方向应该与公转速度方向相反

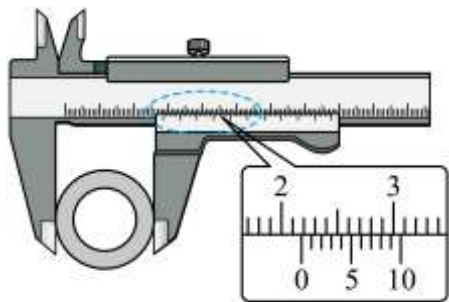


D. 聚变要克服原子核之间的库仑斥力，因此氦核聚变比氢核聚变需要的温度更高

二、实验题（共 18 分）

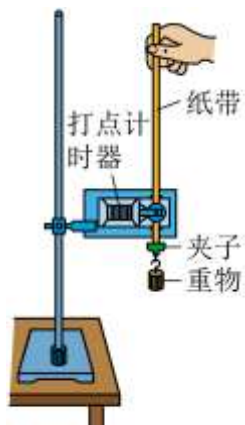
15. 物理实验一般涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析等。

(1) 用游标卡尺测量某金属管的外径，示数如图甲所示。则该金属管的外径为_____mm。

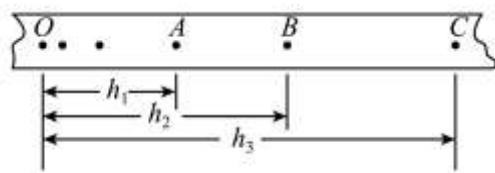


甲

(2) 利用图乙所示装置验证机械能守恒定律。图丙为实验所得的一条纸带，在纸带上选取连续的、点迹清晰的 3 个点 A 、 B 、 C ，测出 A 、 B 、 C 与起始点 O 之间的距离分别为 h_1 、 h_2 、 h_3 。已知打点计时器的打点周期为 T ，重物质量为 m ，当地重力加速度为 g 。从打 O 点到打 B 点的过程中，重物增加的动能_____，减少的重力势能_____。

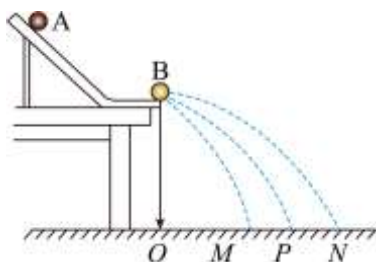


乙



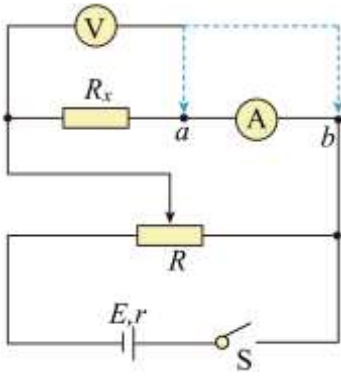
丙

(3) 如图所示，用半径相同的 A 、 B 两球的碰撞可以验证动量守恒定律。某同学认为即使 A 球质量 m_1 大于 B 球质量 m_2 ，也可能使 A 球反弹。请说明该同学的观点是否正确并给出理由_____。

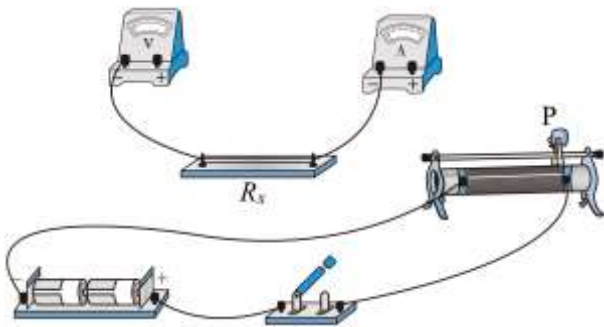


16. 某同学用伏安法测金属丝的电阻 R_x （阻值约 5Ω 左右）。实验所用器材为：电池组（电动势 $3V$ ）、电流表（内阻约 0.1Ω ）、电压表（内阻约 $3k\Omega$ ）、滑动变阻器 R （ $0\sim 20\Omega$ ）开关、导线若干。

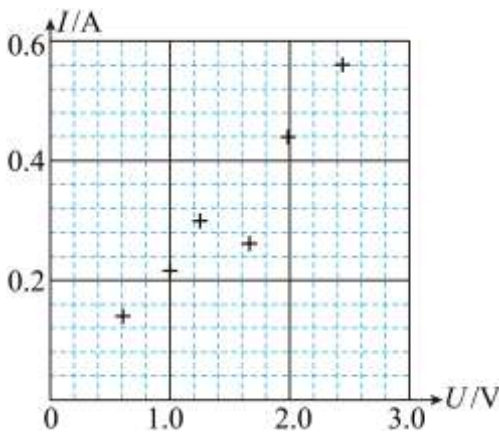
(1) 图中电压表的右端应与_____（选填“ a ”或“ b ”）点连接。



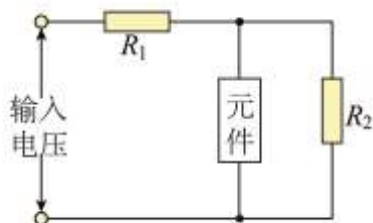
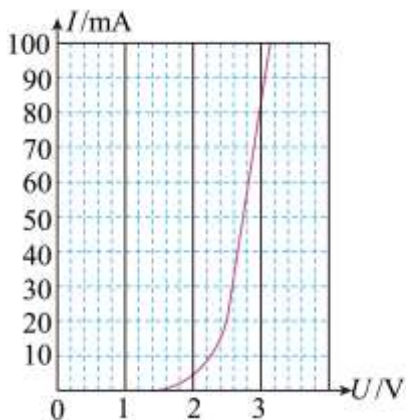
(2) 图是测量 R_x 的实验器材实物图，图中已连接了部分导线，滑动变阻器的滑片 P 置于变阻器的右端。请根据 (1) 问中的电路图，补充完成图中实物间的连线，并使闭合开关的瞬间，电压表或电流表读数均为最小值_____。



(3) 该同学在坐标纸上建立如图所示的坐标系，标出了与测量数据对应的 6 个点。请在该图中描绘出 $I-U$ 图线_____，利用图线可得该金属丝的阻值 $R_x =$ _____ Ω (结果保留两位有效数字)。



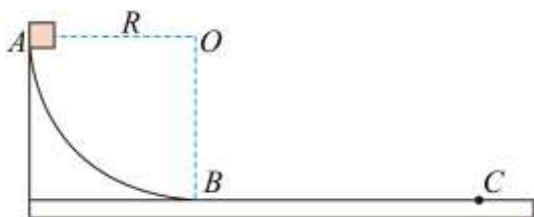
(4) 通过电路元件的 $I-U$ 图像可以了解其性能。该同学查阅说明书，了解到某元件具有维持用电器两端电压稳定的作用，其正常工作电压为 3.0V，电流约为 83mA， $I-U$ 图像如图所示。若使用该元件与一额定电压为 3.0V 的用电器 R_2 并联，通过适当的电阻 R_1 构成如图所示的电路。当输入电压在一定范围内波动时，用电器 R_2 两端电压能够稳定在 3.0V 不变，请分析说明其原因_____。



三、论述计算题（共 40 分。按要求作图，写出必要的物理推导过程和文字描述）

17. 如图所示，竖直平面内半径 $R=0.2\text{ m}$ 的光滑 $1/4$ 圆弧轨道固定在水平桌面上，与桌面相切于 B 点。质量 $m=0.5\text{ kg}$ 的小物块由 A 点静止释放，最后静止于桌面上的 C 点。已知物块与桌面间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。取 $g=10\text{ m/s}^2$ 。求：

- (1) 物块在 B 点时的速度大小 v_B ；
- (2) 物块在 B 点时所受圆弧轨道的支持力大小 N ；
- (3) B 、 C 两点间的距离 x 。



18. 如图 1 所示，边长为 l 、总电阻为 R 的正方形导线框 $abcd$ ，以恒定速度 v 沿 x 轴运动，并穿过图中所示的宽度为 $3l$ 的匀强磁场区域，磁感应强度为 B 。

- (1) 求 ab 边刚进入磁场时，线框中产生的电动势 E ；
- (2) 求 ab 边刚进入磁场时，线框受到的安培力的大小 F ；
- (3) 以顺时针方向为电流的正方向，由线框在图示位置的时刻开始计时，在图 2 中画出线框中的电流随时间变化的图像，并求线框穿过磁场区域的全过程产生的电能 $E_{\text{电}}$ 。

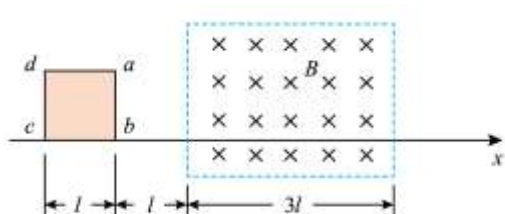


图 1

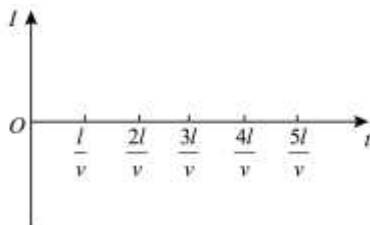
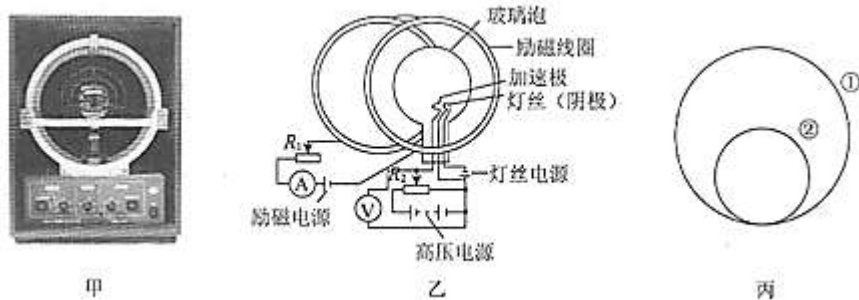


图 2

19. 图甲为洛伦兹力演示仪的实物照片，图乙为其工作原理图。励磁线圈为两个圆形线圈，线圈通上励磁电流 I （可由电流表示数读出）后，在两线圈间可得到垂直线圈平面的匀强磁场，其磁感应强度的大小和 I 成正比，比例系数用 k 表示， I 的大小可通过“励磁电流调节旋钮”调节；电子从被加热的灯丝逸出（初速不



计), 经加速电压 U (可由电压表示数读出) 加速形成高速电子束, U 的大小可通过“加速电压调节旋钮”调节. 玻璃泡内充有稀薄气体, 在电子束通过时能够显示电子的径迹. 请讨论以下问题:



- (1) 调整灯丝位置使电子束垂直进入磁场, 电子的径迹为圆周. 若垂直线圈平面向里看电子的绕行方向为顺时针, 那么匀强磁场的方向是怎样的?
- (2) 用游标瞄准圆形电子束的圆心, 读取并记录电子束轨道的直径 D 、励磁电流 I 、加速电压 U . 请用题目中的各量写出计算电子比荷 q/m 的计算式.
- (3) 某次实验看到了图丙①所示的电子径迹, 经过调节“励磁电流调节旋钮”又看到了图丙②所示的电子径迹, 游标测量显示二者直径之比为 2:1; 只调节“加速电压调节旋钮”也能达到同样的效果.

a. 通过计算分别说明两种调节方法是如何操作的;

b. 求通过调节“励磁电流调节旋钮”改变径迹的情况中, 电子沿①、②轨道运动一周所用时间之比.

20.

雨滴在穿过云层的过程中, 不断与漂浮在云层中的小水珠相遇并结合为一体, 其质量逐渐增大. 现将上述过程简化为沿竖直方向的一系列碰撞. 已知雨滴的初始质量为 m_0 , 初速度为 v_0 , 下降距离 l 后与静止的小水珠碰撞且合并, 质量变为 m_1 . 此后每经过同样的距离 l 后, 雨滴均与静止的小水珠碰撞且合并, 质量依次变为 m_2 、 m_3 、…… m_n 、…… (设各质量为已知量). 不计空气阻力.

(1) 若不计重力, 求第 n 次碰撞后雨滴的速度 v_n' ;

(2) 若考虑重力的影响,

a. 求第 1 次碰撞前、后雨滴的速度 v_1 和 v_1' ;

b. 求第 n 次碰撞后雨滴的动能 $\frac{1}{2} m_n v_n'^2$;



参考答案

一、单项选择题。本部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。每小题只有一个选项符合题目的要求。

1. 【答案】B

【详解】AB. 一列沿 x 轴正方向传播的地震横波，在 $t = 0$ 时刻的波形如图中实线所示， $t = 0.5 \text{ s}$ 时刻第一次出现图中虚线所示的波形，则该地震波的波速为

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2}{0.5} \text{ km/s} = 4 \text{ km/s}$$

该地震波的周期为

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{4}{4} \text{ s} = 1 \text{ s}$$

故 A 错误，B 正确；

C. 根据波形平移法可知， $t = 0$ 时刻， $x = 1 \text{ km}$ 处质点的振动方向沿 y 轴负方向，故 C 错误；

D. 质点只是在平衡位置上下振动，不会随波向前移动，故 D 错误；

故选 B。

2. 【答案】C

【详解】小物块加速度沿斜面向下，根据对斜面体和小物块整体分析可知，将整体加速度 a 分解为水平方向的 a_1 和竖直方向的 a_2 ，则根据牛顿第二定律

$$f = ma_1, (M + m)g - F_N = ma_2$$

故斜面体受到地面的摩擦力水平向右，根据牛顿第三定律，地面对斜面体的支持力大小等于斜面体对地面的压力，斜面体对地面的压力小于斜面体与物块的重力之和。

故选 C。

3. 【答案】C

【详解】A. 由图可知， t_1 时刻甲车的速度等于乙车的速度，故 A 错误；

B. $v-t$ 图像与时间轴围成的面积表示位移，由图知， $0 \sim t_1$ 时间内甲车的位移大于乙车，则 $0 \sim t_1$ 时间内甲车的平均速度大于乙车，故 B 错误；

C. 0 时刻两车速度相同， t_1 时刻甲车的速度与乙车的速度也相同，则 $0 \sim t_1$ 时间内甲、乙两车的速度变化量相同，故 C 正确；

D. $v-t$ 图像与时间轴围成的面积表示位移，由图知，甲车在 t_2 时刻到达识别区，乙车在 t_3 时刻到达识别区，而甲车在 $t_1 \sim t_2$ 内位移小于乙车在 $t_1 \sim t_3$ 内位移，说明 t_1 时刻甲车更靠近识别区，故 D 错误。

故选 C。

4. 【答案】D

【详解】A. 开启降落伞减速的过程中，加速度向上，舱体处于超重状态，A 错误；

B. 在大气中匀速降落过程中，动能不变，重力势能减少，机械能减少，B 错误；



C. 缓冲发动机开启过程中，根据运动学公式

$$v^2 - v_0^2 = 2ah$$

代入数据解得

$$a = 25\text{m/s}^2$$

可知航天员的加速度约为 $2.5g$ ，C 错误；

D. 根据题意可知，舱体与地面撞击的过程中，撞击力的冲量竖直向上，重力的冲量竖直向下，物体的动量变化量向上，撞击力的冲量大于舱体重力的冲量，D 正确。

故选 D。

5. 【答案】B

【详解】AB. 小球从接触弹簧到运动至最低点的过程中，受重力和弹簧弹力作用，弹力从零逐渐增大，开始阶段小于重力，小球合力向下，做加速运动，后阶段弹力大于重力，合力向上，小球做减速运动，故小球加速度先减小后增大、速度先增大后减小，A 错误，B 正确；

C. 小球从接触弹簧到运动至最低点的过程中，弹簧弹力对小球做负功，小球机械能减少，转化为弹簧弹性势能，C 错误；

D. 小球在最低点时所受的弹力大小大于其所受的重力大小，D 错误。

故选 B。

6. 【答案】B

【详解】A. 卫星运动到 M 点时减速，万有引力大于向心力，卫星做近心运动，卫星沿轨道 II 运动，A 错误；

B. 卫星在近地轨道运动的速度约为 7.9km/s ，在轨道 I 的半径大于近地轨道的半径，根据

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

可知，卫星经过 M 点时的速度小于 7.9km/s ，B 正确；

C. 根据

$$\frac{GMm}{r^2} = ma$$

得

$$a = \frac{GM}{r^2}$$

由于 M 点离地球的距离不变，卫星经过 M 点时的加速度大小不变，C 错误；

D. 根据开普勒第三定律，轨道 II 的半长轴小于轨道 I 的半径，故从轨道 I 变到轨道 II，卫星环绕地球运动的周期变小，D 错误。



故选 B。

7. 【答案】A

【详解】由图可知，发射极与电源正极连接，吸极与电源负极相连，所以产生的强电场方向由 a 指向 b ，则 $\varphi_a > \varphi_b$ ，由等势面的疏密与电场线的疏密之间的关系可知， $E_a > E_b$ ，故 A 正确，BCD 错误。

故选 A。

8. 【答案】A

【详解】A. 三种粒子在电场中均做类平抛运动，设金属板的长度为 L ， P 点距底板的距离为 h ，则由平抛运动的相关知识可得

$$h = \frac{1}{2} \cdot \frac{Eq}{m} t^2, \quad L = vt$$

联立解得

$$h = \frac{EqL^2}{2mv^2}$$

分析可知，能否离开电场与比荷有关，氦核 (${}^2_1\text{H}$) 恰好能离开电场，则可知 ${}^1_1\text{H}$ 不能离开电场，故 A 正确；

B. 电场力

$$F = Eq$$

同一电场，所带电荷量相同，故三种粒子在电场中所受电场力大小相等，故 B 错误；

C. 三种粒子的初速度相同， ${}^1_1\text{H}$ 不能离开电场，故可知 ${}^1_1\text{H}$ 在电场中运动的时间最短， ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^3_1\text{H}$ 都能离开电场，则在电场中运动的时间相同，故 C 错误；

D. 电场力做功

$$W = Eqd$$

电荷量相同，电场强度相同，分析可知 ${}^1_1\text{H}$ 和 ${}^2_1\text{H}$ 在电场中运动的竖直位移相等，而 ${}^3_1\text{H}$ 在电场中运动的竖直位移较小，因此在电场中运动的过程中电场力对 ${}^3_1\text{H}$ 做功最少，故 D 错误。

故选 A。

9. 【答案】C

【详解】A. 根据左手定则可知粒子带正电，故 A 错误；

B. 根据牛顿第二定律有

$$qvB = \frac{mv^2}{R}$$

解得

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

根据图中轨迹可知， $R_1 < R_2$ ，则有

$$v_1 < v_2$$



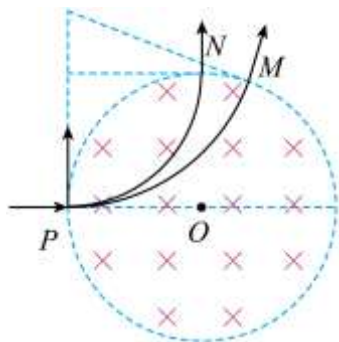
故 B 错误；

C. 粒子在磁场中的运动周期为

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

粒子在磁场中的运动时间为

$$t = \frac{\alpha}{2\pi} T$$



由图可知运动轨迹为 PN 对应的圆心角大于运动轨迹为 PM 对应的圆心角，故粒子以速度 v_1 射入时，在磁场中运动时间较长，故 C 正确；

D. 粒子在磁场中受到的洛伦兹力大小为

$$F = qvB$$

$v_1 < v_2$ ，可知 $F_1 < F_2$ ，故粒子以速度 v_1 射入时，在磁场中受到的洛伦兹力较小，故 D 错误。

故选 C。

10. 【答案】D

【详解】A. 小球经过 A 点时，合外力提供向心力，则当小球速度较小时

$$m \frac{v^2}{r} < mg$$

则所受杆的作用力竖直向上；当小球速度较大时

$$m \frac{v^2}{r} > mg$$

则所受杆的作用力竖直向下；当小球速度

$$m \frac{v^2}{r} = mg$$

则杆对小球无作用力。故 A 错误；

B. 合外力提供向心力，小球受重力和杆给的作用力，则小球所受杆的作用力为右上方。故 B 错误；

C. A 点和 C 点处重力与速度方向垂直，则小球重力的功率为 0，B 点处重力与速度共线，故重力功率不为 0，则从 A 点到 C 点的过程，小球重力的功率先增大再减小。故 C 错误；

D. A 到 C 的过程中，重力做正功，根据动能定理可知

$$W_G + W_{\text{杆}} = \Delta E_k = 0$$



故杆对小球的作用力做负功。故 D 正确。

故选 D。

11. 【答案】C

【详解】A. 由图像可知，人向上加速和向下加速过程都是匀变速直线运动，根据对称性，从最高点到最低点用时 $\frac{3}{10}t_0$ ，则其 $0\sim t_0$ 内，最大速度为

$$v_m = g \cdot \frac{3}{10}t_0 = \frac{3}{10}gt_0$$

A 错误；

B. $0\sim t_0$ 内，该同学上升的最大高度为 $0\sim \frac{3}{10}t_0$ 内的位移

$$h = \frac{1}{2}v_m \cdot \frac{3}{10}t_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{10}gt_0 \cdot \frac{3}{10}t_0 = \frac{9}{200}gt_0^2$$

B 错误；

C. 该同学在一个周期内克服重力做的功为

$$W = mgh = \frac{9}{200}mg^2t_0^2$$

则该同学克服重力做功的平均功率约为

$$P = \frac{W}{t_0} = \frac{9}{200}mg^2t_0$$

C 正确；

D. 人没有在地面支持力方向发生位移，地面对人不做功，D 错误。

故选 C。

12. 【答案】D

【详解】运动员在飞行阶段采用“V”字型姿势是为了增加身体与下方空气的接触面积，从而增加空气对身体的“托举力”，根据牛顿第二定律可知，运动员在竖直方向做加速运动的加速度将减小，从而增加了在空中飞行的时间。

故选 D。

13. 【答案】B

【详解】A. 制系统的电流等于 2mA 时，电路中的总电阻

$$R_{\text{总}} = \frac{9.0}{2 \times 10^{-3}} \Omega = 4500 \Omega$$

20°C 热敏电阻的阻值为

$$R_{t1} = 4000 \Omega$$

若要使恒温箱内温度保持 20°C，应将 R_1 调为

$$4500 \Omega - 4000 \Omega - 200 \Omega = 300 \Omega$$



A 错误；

B. 由于加热系统关闭的电流临界值 2mA 一定，即加热系统关闭的电路中临界的总电阻始终 4500Ω 。可知若要使恒温箱内保持的温度值升高，即热敏电阻的阻值减小，则必须使 R_1 增大，B 正确；

C. 若恒温箱内温度降低，热敏电阻阻值增大，通过控制系统的电流减小，C 错误；

D. 根据图 1 可知，恒温箱内的温度与热敏电阻的阻值成线性关系，通过控制系统的电流

$$I = \frac{E}{R + R_1 + R_t}$$

可知，通过控制系统的电流大小与热敏电阻的阻值不是线性关系，即保持 R_1 不变，通过控制系统的电流大小随恒温箱内的温度不是均匀变化，D 错误。

故选 B。

14. 【答案】D

【详解】AB. 不考虑其它因素，地球停止自转的过程中，赤道上的物体所受重力逐渐增大，而南北极处的物体本身不受地球自转的影响，因此在地球停止自转的过程南北极处物体的重力不变，故 AB 错误；

C. “转向式行星发动机”的喷口方向应该与自转速度方向相同，“推进式行星发动机”的喷口方向应该与公转速度方向相反，以使地球在公转轨道实现跃迁，逃离太阳系，故 C 错误；

D. 聚变要克服原子核之间的库仑斥力，因此氦核聚变比氢核聚变需要的温度更高，故 D 正确。

故选 D。

二、实验题（共 18 分）

15. 【答案】 ①. 21.7 ②. $\frac{m(h_3 - h_1)^2}{8T^2}$ ③. mgh_2 ④. 见解析

【详解】(1) [1]该游标卡尺精确度为 0.1mm ，金属管的外径为 $21\text{mm} + 7 \times 0.1\text{mm} = 21.7\text{mm}$ ；

(2) [2][3]从打 O 点到打 B 点的过程中，减少的重力势能为

$$\Delta E_p = mgh_2$$

根据匀变速直线运动的规律， B 点的速度为

$$v_B = \frac{h_3 - h_1}{2T}$$

从 O 点到 B 点的过程中，重物增加的动能为

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{m(h_3 - h_1)^2}{8T^2}$$

(3) [4]该同学的观点不正确。理由如下

设碰前 A 球的动量为 p_0 ，动能为 E_{k0} ，碰后 A 球的动量为 p_1 、动能为 E_{k1} ，B 球动量为 p_2 、动能为 E_{k2} 。取碰前 A 球的运动方向为正方向，根据动量守恒定律有

$$p_0 = p_1 + p_2$$

若 A 球反弹，则

$$p_1 < 0$$



所以

$$p_2 > p_0$$

即

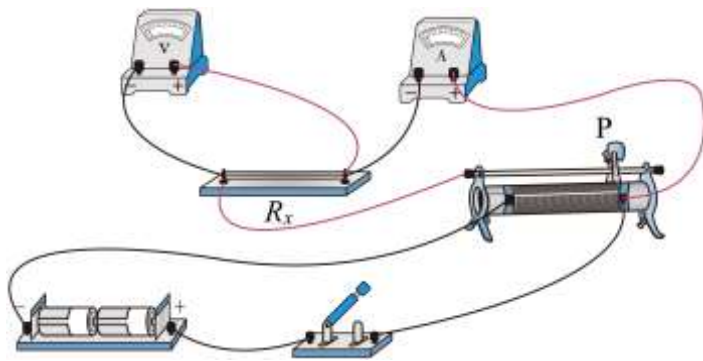
$$\sqrt{2m_2 E_{K2}} > \sqrt{2m_1 E_{K0}}$$

又因为 $m_1 > m_2$, 所以

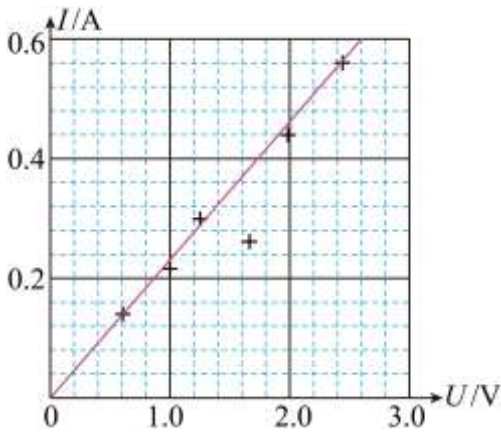
$$E_{K2} > E_{K0}$$

违背了能量守恒定律, 所以该同学的观点错误。

16. 【答案】 ①. *a* ②.



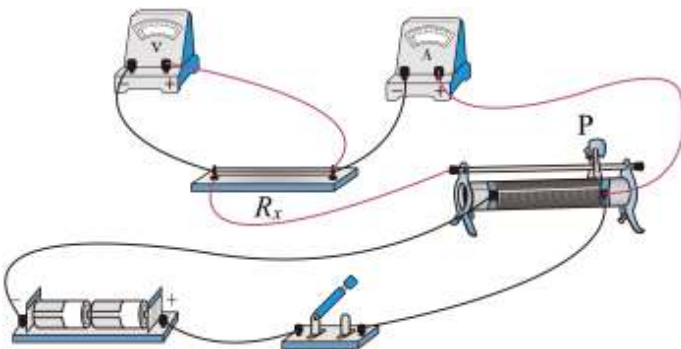
③.



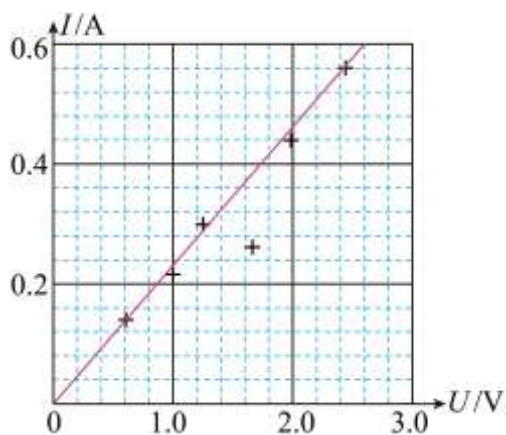
④. 4.3##4.4##4.5##4.6##4.7##4.8 ⑤. 见解析

【详解】(1) [1]依题意, 金属丝的电阻较小, 采用电流表外接法。电压表的右端应与 *a* 点连接。

(2) [2]实物图连接如图所示



(3) [3] *I-U* 图线如图所示



[4] 该金属丝的阻值为图线的斜率的倒数，即

$$R_x = \frac{1}{k} = 4.3\Omega$$

(4) [5]当输入电压有所升高时， R_2 两端的电压瞬间大于3.0V，元件中电流从83mA急剧增大，使 R_1 两端的电压增大， R_2 两端的电压又回到3.0V；当输入电压有所下降时， R_2 两端的电压瞬间小于3.0V，元件中电流从83mA急剧减小，使 R_1 两端的电压减小， R_2 两端的电压又回到3.0V。因此，用电器 R_2 两端电压能够稳定在3.0V不变。

三、论述计算题（共40分。按要求作图，写出必要的物理推导过程和文字描述）

17. 【答案】(1) 2 m/s；(2) 15 N；(3) 0.4 m

【详解】(1) 物块从A运动到B，根据机械能守恒定律有

$$mgR = \frac{1}{2}mv_B^2$$

得

$$v_B = 2 \text{ m/s}$$

(2) 物块在B点时，根据牛顿第二定律有

$$N - mg = \frac{mv_B^2}{R}$$

得

$$N = 15 \text{ N}$$

(3) 物块由B点运动到C点的过程中，根据动能定理有得

$$-\mu mgx = 0 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

解得

$$x = 0.4 \text{ m}$$

18. 【答案】(1) Blv ；(2) $\frac{B^2l^2v}{R}$ ；(3) 图见解析， $\frac{2B^2l^3v}{R}$

【详解】(1) ab 边刚进入磁场时，线框中产生的电动势



$$E = Blv$$

(2) ab 边刚进入磁场时，线框中的电流

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

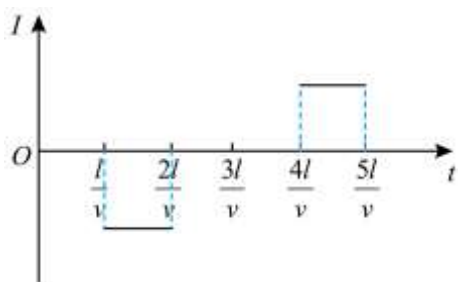
线框受到的安培力

$$F = BIl$$

联立解得

$$F = \frac{B^2 l^2 v}{R}$$

(3) 线框中的电流随时间变化的图像见答图



线框穿过磁场区域的全过程产生的电能

$$E_{\text{电}} = EIt$$

其中

$$t = \frac{2l}{v}$$

得

$$E_{\text{电}} = \frac{2B^2 l^3 v}{R}$$

19. 【答案】(1) 磁场方向垂直线圈平面向里(2) $\frac{8U}{D^2 k^2 I^2}$ (3) 保持“加速电压调节旋钮”的位置不变，调节“励磁电流调节旋钮”使励磁电流 I 变为原来的 2 倍；或保持“励磁电流调节旋钮”的位置不变，调节“加速电压旋钮”使加速电压 U 变为原来的 $\frac{1}{4}$ ；2:1

【详解】【分析】由左手定则可得磁场方向，电子从灯丝逸出后经加速电压 U 加速的过程应用动能定理即可，电子进入磁场后做匀速圆周运动运动，由洛伦兹力提供向心力即可求解，为使直径 D 变为原来的 $\frac{1}{2}$ ，两种调节方法分别是：保持“加速电压调节旋钮”的位置不变，调节“励磁电流调节旋钮”使励磁电流 I 变为原来的 2 倍；或保持“励磁电流调节旋钮”的位置不变，调节“加速电压旋钮”使加速电压 U 变为原来的 $\frac{1}{4}$ 。

解：(1)由左手定则可得磁场方向垂直线圈平面向里



(2) 设电子加速后的速度为 v ，对电子从灯丝逸出后经加速电压 U 加速的过程应用动能定理，有

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

电子进入磁场后做匀速圆周运动运动，对其应用牛顿第二定律，有 $Bqv = m\frac{v^2}{R}$

其中 $B = kI$, $R = \frac{D}{2}$

联立解得： $\frac{q}{m} = \frac{8U}{D^2k^2I^2}$

(3) 由 $\frac{q}{m} = \frac{8U}{D^2k^2I^2}$ 可得出： D 正比于 $\frac{\sqrt{U}}{I}$

a. 为使直径 D 变为原来的 $\frac{1}{2}$ ，两种调节方法分别是：保持“加速电压调节旋钮”的位置不变，调节“励磁电流调节旋钮”使励磁电流 I 变为原来的 2 倍；或保持“励磁电流调节旋钮”的位置不变，调节“加速电压旋钮”使加速电压 U 变为原来的 $\frac{1}{4}$ 。

b. 电子在磁场中做匀速圆周运动，周期 $T = \frac{2\pi R}{v}$ ，

解得 $T = \frac{2\pi m}{qB}$

通过调节“励磁电流调节旋钮”改变径迹的情况中，轨迹从①变为②，是因为励磁电流改变从而改变了磁场大小，因此电子沿①、②轨道运动一周所用时间之比

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{B_2}{B_1} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{2}{1}$$

20. 【答案】(20分)

(1) $v_n' = \frac{m_0}{m_n} v_0$

(2) 若考虑重力的影响，雨滴下降过程中做加速度为 g 的匀加速运动，碰撞瞬间动量守恒

a. $v_1' = \frac{m_0}{m_1} v_1 = \frac{m_0}{m_1} \sqrt{v_0^2 + 2gl}$

b. $\frac{1}{2} m_n v_n'^2 = \frac{1}{2m_n} (m_0^2 v_0^2 + 2gl \sum_{i=0}^{n-1} m_i^2)$

【详解】(20分)

(1) 不计重力，全过程中动量守恒， $m_0 v_0 = m_n v_n'$

得 $v_n' = \frac{m_0}{m_n} v_0$

(2) 若考虑重力的影响，雨滴下降过程中做加速度为 g 的匀加速运动，碰撞瞬间动量守恒



a. 第一次碰撞前 $v_1^2 = v_0^2 + 2gl, v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gl}$

第一次碰撞后 $m_0 v_1 = m_1 v_1'$

$$v_1' = \frac{m_0}{m_1} v_1 = \frac{m_0}{m_1} \sqrt{v_0^2 + 2gl} \quad \text{①}$$

b. 第2次碰撞前 $v_2^2 = v_1'^2 + 2gl$

利用①式化简得 $v_2^2 = \left(\frac{m_0}{m_1}\right)^2 v_0^2 + \left(\frac{m_0^2 + m_1^2}{m_1^2}\right) 2gl \quad \text{②}$

第2次碰撞后，利用②式得

$$v_2'^2 = \left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2 v_2^2 = \left(\frac{m_0}{m_2}\right)^2 v_0^2 + \left(\frac{m_0^2 + m_1^2}{m_2^2}\right) 2gl$$

同理，第3次碰撞后 $v_3'^2 = \left(\frac{m_0}{m_3}\right)^2 v_0^2 + \left(\frac{m_0^2 + m_1^2 + m_2^2}{m_3^2}\right) 2gl$

第n次碰撞后 $v_n'^2 = \left(\frac{m_0}{m_n}\right)^2 v_0^2 + \left(\frac{\sum_{i=0}^{n-1} m_i^2}{m_n^2}\right) 2gl$

动能 $\frac{1}{2} m_n v_n'^2 = \frac{1}{2 m_n} (m_0^2 v_0^2 + 2gl \sum_{i=0}^{n-1} m_i^2)$