

物理试卷

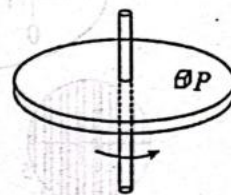
考试时间 75 分钟 试题满分 100 分

一、选择题 (1-7 题单选题每题 4 分。8-10 题为多选题每题 6 分，漏选得 3 分、错选不得分。共计 46 分)

1. 物理学中有很多物理量，这些物理量的单位之间存在关系。下列关于单位制的说法正确的是 ()

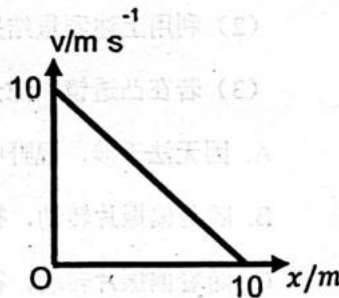
- A. 长度、质量、时间都是基本量，因此 cm, g, s 都属于基本单位
- B. 电容的单位 F 也可以表示为 $A^2s^2/(kg \cdot m^2)$
- C. 库仑定律中静电力常量 k 的单位，如果用国际单位制中的基本单位表示，可以写作 $N \cdot m^2/C^2$
- D. 已知球状液滴小振动频率 $f = \sqrt{\frac{K}{\rho r^3}}$ ，式中 ρ 为液滴密度，r 为液滴半径，则比例系数 K 的单位为 N

2. 如图，一足够大的水平圆盘以角速度 ω 绕过圆心的竖直轴匀速转动。圆盘上距轴 R 处的 P 点有一质量为 m 的小物体随圆盘一起转动。某时刻圆盘突然停止转动，小物体由 P 点滑至圆盘上的某点 Q 处 (图中未画出) 停止。下列说法正确的是 ()



- A. 圆盘停止转动前，小物体所受摩擦力大小为 $mR\omega^2$ ，摩擦力方向与运动方向相反
- B. 圆盘停止转动前，小物体在圆周运动一个周期内所受摩擦力的冲量大小为 $2\pi mR\omega$
- C. 圆盘停止转动后，直至停止运动，小物体在此滑动过程中所受摩擦力的冲量大小为 $mR\omega$
- D. 圆盘停止转动后，小物体沿过 P 点的圆盘半径方向向外做离心运动

3. 某兴趣小组利用传感器研究玩具小车运动。现使小车在 $x=0$ 处以 $v_0=10m/s$ 的初始速度在直线轨道上进行刹车运动，直至停止。用传感器记录该过程小车速度 v 随位置 x 变化的关系，并绘制出如图所示的 v-x 图像。发现该图像恰是直线。则 ()



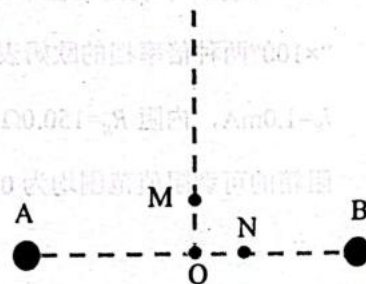
- A. 小车运动至位移中点 $x=5m$ 处的加速度大小为 $5m/s^2$
- B. 小车运动前 5m 过程的平均速度为 $7.5m/s$
- C. 刹车全过程所用时间等于 2s
- D. 刹车全过程所用时间小于 2s

4. 真空中有两个点电荷，电荷量均为 $-q$ ($q \geq 0$)，固定于相距为 $2L$ 的 A、B 两点，O 是 AB 中点。图中 M 为 AB 中垂线上一点，N 为 AB 连线上一点，且 $OM=ON=x$ ， $x \ll L$ 。已知

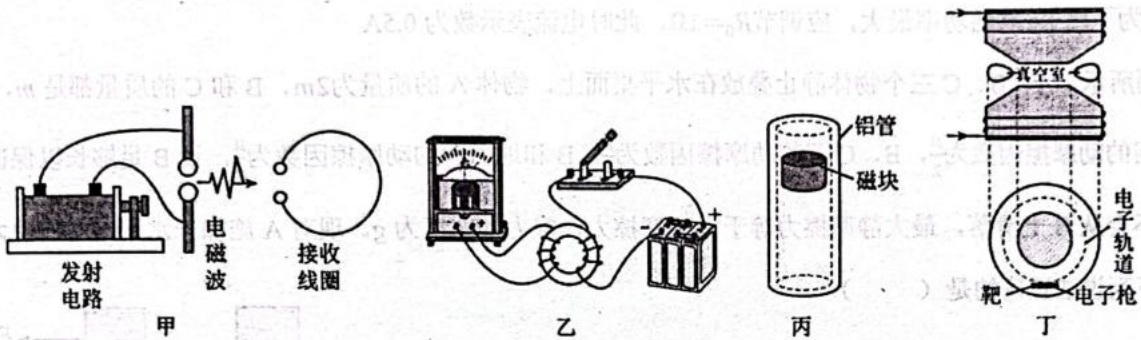
电荷量为 q_1 、 q_2 的两点电荷之间的电势能 $E_p = k \frac{q_1 q_2}{r}$ ，k 为静电力常量，r

为两电荷间距。则下列说法错误的是 ()

- A. N 处电场强度比 M 处电场强度大
- B. 电荷量为 $-q$ 的试探电荷在 N 处电势能比在 M 处电势能大



- C. 在 N 点放入一电子, 从静止释放, 电子的运动不可视为简谐运动
 D. 在 M 点放入一质子, 从静止释放, 质子的运动可视为简谐运动
5. 已知地球绕太阳公转周期 $T=365$ 天, 引力常量 $G=6.67 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ 。在地球表面观察, 太阳的视直径 θ (即太阳直径的两端点与眼睛连线所夹的角度) 为 0.53° 。据此估算太阳的平均密度为 ()
- A. $1.4 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ B. $1.4 \times 10^5 \text{kg/m}^3$ C. $7.6 \times 10^{-3} \text{kg/m}^3$ D. $7.6 \times 10^{-1} \text{kg/m}^3$
6. 下列四幅图中的现象说法正确的是 ()

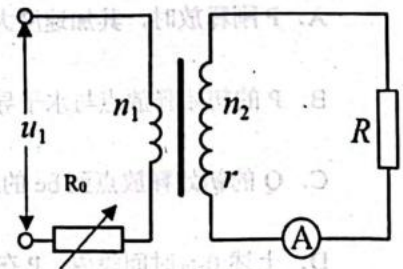


- A. 麦克斯韦利用甲图装置, 发现发射电路有火花放电时, 接收线圈也火花放电, 验证了电磁波存在
 B. 乙图中若仅增大电池电动势, 其余条件不变, 则开关闭合瞬间, 检流计的指针偏角会变大
 C. 丙图中若铝管侧壁沿竖直方向有裂缝, 则小磁块在铝管中下落过程将不会受到电磁阻尼作用
 D. 电子在丁图的感应加速器中加速运动时, 上、下线圈中的变化电流产生的变化磁场会激发感生电场, 感生电场力可以为电子的圆周运动提供了向心力

7. 同位素 ${}^{14}_6\text{C}$ 相对含量的测量在考古学中有重要应用, ${}^{14}_6\text{C}$ 发生 β 衰变生成 ${}^{14}_7\text{N}$ 。对古木样品, 测得 ${}^{14}_6\text{C}$ 与 ${}^{12}_6\text{C}$ 个数之比为 4×10^{-13} 。采用同样办法, 测得活木头中 ${}^{14}_6\text{C}$ 与 ${}^{12}_6\text{C}$ 个数之比为 1.2×10^{-12} , 由于活木头与外部环境不断进行碳交换, 该比例长期保持稳定。已知 ${}^{14}_6\text{C}$ 的半衰期约为 5.73×10^3 年, ${}^{14}_6\text{C}$ 的比结合能记为 E_1 , ${}^{14}_7\text{N}$ 的比结合能记为 E_2 。可能用到的数据: $\ln 3 = 1.10, \ln 2 = 0.69$ 。下列说法错误的是 ()

- A. ${}^{14}_6\text{C}$ 发生 β 衰变的衰变方程为 ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$
 B. ${}^{14}_6\text{C}$ 发生 β 衰变的过程释放的核能 $\Delta E = 14 E_2 - 14 E_1$
 C. 该古木被砍伐的时间距今约 9×10^3 年
 D. 衰变产生的电子是一种轻子, 属于基本粒子

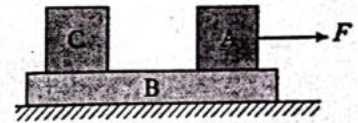
8. 变压器在生活中随处可见, 比如手机充电器。某同学在使用“超级快充”模式给手机充电时, 发现充电器发热严重, 他猜想可能是因为线圈的绕线电阻不能忽略所致。已知有绕线电阻的线圈可看作是理想线圈与相应电阻串联。为了进一步详细研究绕线电阻对变压器性能的影响, 该同学连接了如图所示的电路, 图中变压器原、副线圈的匝数比 $n_1:n_2 = 1:10$ 。原线圈绕线电阻忽略不计, 电阻箱 R_0 电阻可调范围足够大。副线圈绕线电阻为



$r=10\Omega$, 负载电阻为 $R=90\Omega$, 交流电流表内阻可忽略。现接入如图 $u_1 = 10\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$ 的交流电压, 下列说法正确的是 ()

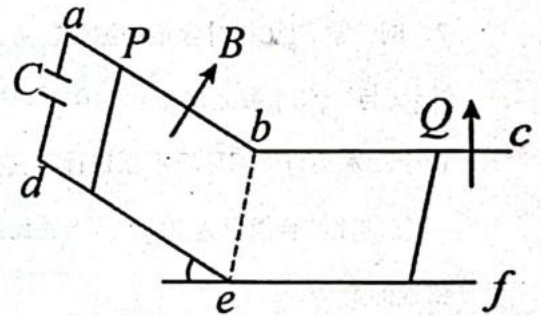
- A. 若 $R_0=0$, 副线圈两端电压为 100V
- B. 若 $R_0=0$, 原线圈电流为 10A
- C. 无论 R_0 取定何值, 在 $t=\frac{n}{100}\text{s}(n=1,2,3,\dots)$ 时刻, 流过 R 的电流瞬时值为 0
- D. 为了使 R_0 消耗功率最大, 应调节 $R_0=1\Omega$, 此时电流表示数为 0.5A

9. 如图所示, A、B、C 三个物体静止叠放在水平桌面上, 物体 A 的质量为 $2m$, B 和 C 的质量都是 m , A、B 间的动摩擦因数为 $\frac{\mu}{2}$, B、C 间的动摩擦因数为 $\frac{\mu}{6}$, B 和地面间的动摩擦因数为 $\frac{\mu}{8}$, 设 B 足够长以保证 A、C 不会从 B 上滑落, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度为 g 。现对 A 施加一水平向右的拉力 F , 则下列说法正确的是 ()



- A. 为了使 A、B、C 均静止, F 应小于 $\frac{1}{2}\mu mg$
- B. 无论力 F 为何值, B 的加速度不会超过 $\frac{1}{4}\mu g$
- C. 无论力 F 为何值, C 的加速度不会超过 $\frac{1}{6}\mu g$
- D. 当 $F=\mu mg$ 时, B、C 间会相对滑动

10. 如图, 倾斜金属导轨 abed 与水平面的倾角为 37° , 上方连接一电容器, 电容 $C = \frac{m}{B^2 L^2}$ 。水平光滑金属轨道 bc、ef 平行且足够长, 与倾斜导轨在 be 处通过绝缘材料平滑连接。虚线左侧磁场方向与导轨垂直向上, 虚线右侧磁场方向竖直向上, 两部分匀强磁场的磁感应强度大小均为 B 。质量均为 m 的导体棒 P、Q 在图示位置同时静止释放。导体棒 Q 的电阻为 R , 其余电阻均不计。导体棒 P 与倾斜导轨间的动摩擦因数为 $\mu = 0.5$, 平行导轨间距、导体棒长度均为 L , 重力加速度大小为 g , $\sin 37^\circ = 0.6$ 。已知 P 刚运动至 be 处时速度为 v_0 , 若取此刻为计时起点, 则 t_0 时刻起 P 的速度不再变化, 且全过程中 P、Q 始终未相遇。下列说法正确的是 ()



- A. P 刚释放时, 其加速度大小为 $a = \frac{1}{5}g$
- B. P 的初始释放点与水平导轨的高度差 $h = \frac{3v_0^2}{g}$
- C. Q 的初始释放点到 bc 的距离 $x_Q > \frac{mv_0 R}{2B^2 L^2}$, 以确保 P、Q 不相遇
- D. 上述 0- t_0 时间段内, P 在水平导轨上运动的位移大小为 $x = \frac{1}{2}v_0(t_0 + \frac{mR}{2B^2 L^2})$

二、实验题 (共计 14 分)

11. (6 分) 某实验小组按图 1 所示在光具座上摆放各实验装置, 利用双缝干涉测定光的波长。双缝间距为 $d=0.300\text{mm}$, 双缝到光屏的距离为 $L=1.20\text{m}$, 实验时, 接通电源, 小灯泡作为光源正常发光, 调整光路, 使得从目镜中可以观察到干涉条纹。已知测量头游标尺为 50 分度。

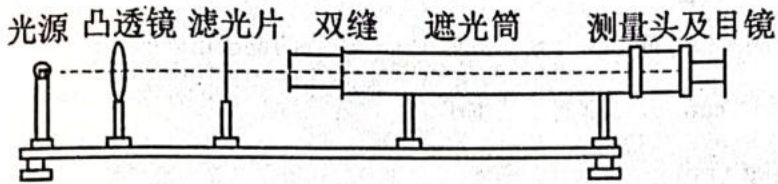


图1

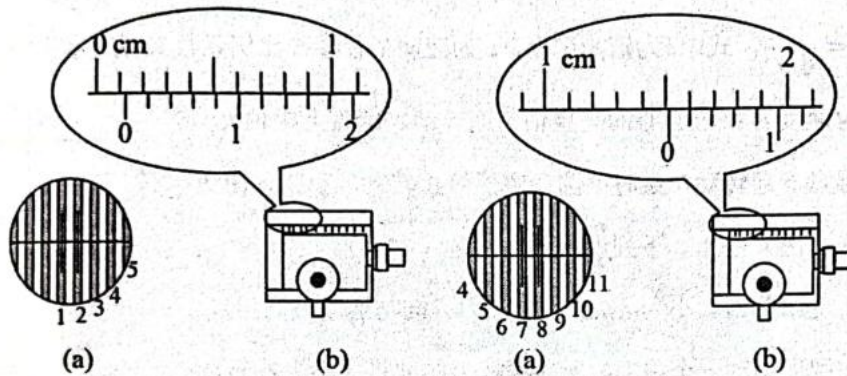


图2

图3

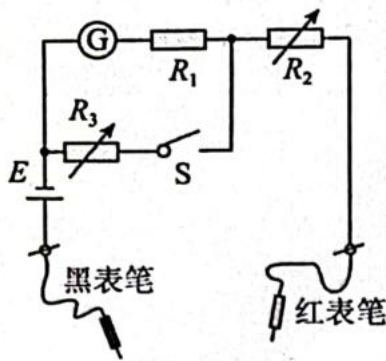
(1) 某同学调整手轮后, 从测量头的目镜看去, 先得到图 2 (a), 此时图 2 (b) 中游标卡尺的读数 $x_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ mm; 接着再转动手轮, 又得到如图 3 (a), 此时图 3 (b) 中游标尺上的读数 $x_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ mm; 可得两个相邻条纹间距 $\Delta x = \underline{\hspace{2cm}}$ mm.

(2) 利用上述测量结果, 经计算这种色光的波长 $\lambda = \underline{\hspace{2cm}}$ nm. (结果保留三位有效数字)

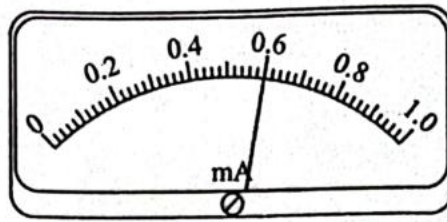
(3) 若在凸透镜和滤光片之间加一个偏振片, 在旋转偏振片一周的过程中, 在目镜中将看到 ()

- A. 因无法干涉, 视野中不再有条纹
- B. 随着偏振片转动, 视野中仍有条纹但亮度忽明忽暗
- C. 随着偏振片转动, 视野中仍有条纹且亮度不变化
- D. 仅当偏振片转动至其透振方向与单、双缝平行时才有清晰条纹, 而转至其他角度时条纹几乎无法看到

12. (8 分) 小明同学在学习了“练习使用多用电表”实验后, 准备自己连接电路制作一个具有“ $\times 10$ ”和“ $\times 100$ ”两种倍率档的欧姆表。他用一节干电池 (电动势 $E=1.50\text{V}$, 内阻 $r=1.00\Omega$)、直流电流表 (量程 $I_g=1.0\text{mA}$, 内阻 $R_g=150.0\Omega$)、定值电阻 $R_1=750.0\Omega$ 和电阻箱 R_2 、 R_3 等元件组装电路如图甲所示。两个电阻箱的可调阻值范围均为 $0-9999.9\Omega$ 。通过控制开关 S 和调节电阻箱, 改换不同倍率档位。



图甲



图乙

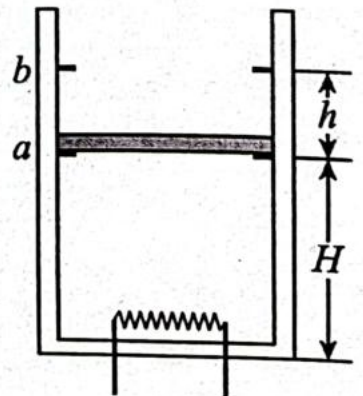
- (1)按图甲正确连接好电路。先将开关S断开，将红、黑表笔短接，调节电阻箱 R_2 ，使电流表_____，此时欧姆表是_____（填“ $\times 10$ ”或“ $\times 100$ ”）倍率。为了方便使用该欧姆表读数，还需将原电流表上的电流刻度修改为对应的电阻刻度，则如图乙指针指示的位置对应的表盘电阻刻度应为_____ Ω 。
- (2)再闭合开关S，调节电阻箱 R_2 和 R_3 ，当 $R_2=_____ \Omega$ 且 $R_3=_____ \Omega$ 时，电流表就改装成了另一倍率的欧姆表。

(3)小明同学用此欧姆表测量某一未知元件X。将红、黑表笔接在X两端时，发现指针先迅速大角度偏转，然后偏角又逐渐减小，最终指针指在最左端。则X最有可能是（ ）

- A. 二极管，且红表笔与二极管正极相连
- B. 二极管，且黑表笔与二极管正极相连
- C. 耐压值足够大的电容器
- D. 阻值随温度增加而减小的热敏电阻

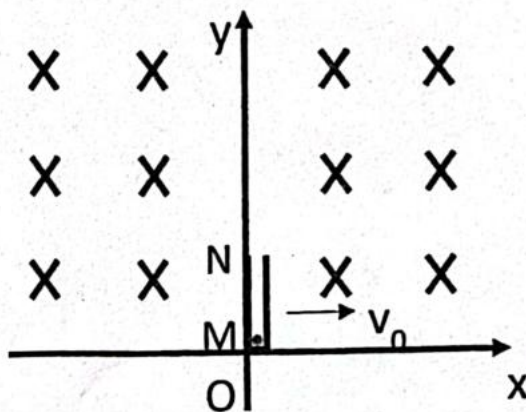
三、解答题（13题8分，14题14分，15题18分，共计40分）

13. 如图所示，一竖直放置的汽缸上端开口，内部底面积为 S ，外界大气压强为 p_0 。汽缸壁内有卡口a和b，a、b间距为 h ，a距缸底的高度为 H 。为了使卡口不损坏，活塞对其的弹力不能超过 $p_0 S$ 。活塞只能在a、b间上下移动，其下方密封有一定质量的理想气体，内能 $U=CT$ ， C 为已知常量， T 为气体的热力学温度。已知活塞质量为 $p_0 S/g$ ， g 为重力加速度，活塞厚度可忽略。活塞和汽缸壁均绝热，不计一切摩擦。开始时活塞处于静止状态，汽缸内气体压强为 p_0 ，温度为 T_0 。现用电热丝缓慢加热汽缸中的气体，直至b卡口即将损坏。



- (1) 求此时汽缸内气体的压强 P 和温度 T 。
- (2) 求此过程中气体从电热丝吸收的热量 Q 。

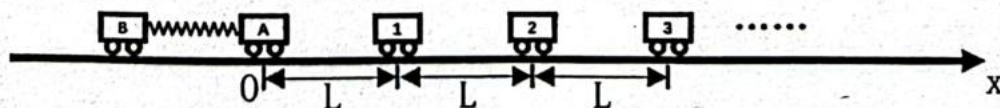
14. 如图, 在 $y > 0$ 的区域内分布有垂直纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B 。长为 L 的光滑空心绝缘细管 MN 平行于 y 轴, 初始时 M 端恰与原点 O 重合。管中有一可视为质点的带电小球, 质量为 m , 初始位于细管下端 M 处。现对细管施以外力使其能够沿 x 轴以 v_0 匀速向右平移, 一段时间后, 小球从 N 端离开细管。若小球带电量的绝对值为 $\frac{mv_0}{kBL}$, 其中 $k > 0$, 为已知常数。小球所受重力不计。



- (1) 试判断小球电性正负。并计算小球在管中运动的过程中, 所受洛伦兹力对其做功 W_1 以及细管对其做功 W_2 。
- (2) 求小球从 N 端离开细管后, 第一次经过 y 轴的位置纵坐标 y_1 。
- (3) 若 k 的取值可以改变, 请给出小球第二次经过 y 轴的纵坐标 y_2 的取值范围。

15. 如图, 在光滑的水平地面上静置若干可视为质点的小车。现建立 x 轴, A 车质量为 M , 位于坐标原点 O 处, B 车质量为 m , A 、 B 之间夹有一劲度系数为 k 的轻质弹簧, 弹簧未与 A 、 B 连接且初始时处于压缩状态。从 A 右侧距离为 L 处开始, 依次摆放足够多的、间距均为 L 的小车, 质量均为 m , 编号分别为 1 、 2 、 3 、 \dots 。取 $M=3m$, 已知弹簧弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$, x 为弹簧形变量。不计空气阻力。

- (1) 现静止释放 A 、 B 。发现 A 与 1 号小车碰撞前瞬间, 弹簧刚好从 A 、 B 中间掉下。求弹簧的初始压缩量 Δx 以及 A 与 1 号小车碰撞前瞬间的速度大小 v_A 。
- (2) 在 (1) 的条件下, 取 1 号小车开始运动时为计时起点, 若此后小车间发生的碰撞均为弹性碰撞。考察此后 t 时刻, 在该时刻所有正在运动的小车里, x 坐标最大的小车此刻的坐标值 x_m 。
- (3) 现去除 B 车和弹簧, 并对 A 车施以水平向右的恒定外力 F (图中未画出), 仍使 A 从 O 处由静止开始运动。且此后小车碰撞即粘在一起运动。求此后运动过程中 A 车的速度最大值 v_{max} 。



物理答案

一、选择题

1.A 2.C 3.A 4.C 5.A 6.B 7.B 8.BCD 9.AC 10.BCD

二、实验题

11. 共 6 分

(1) ①1.16 (1分) ②15.02 (1分) ③2.31 (1分)

(2) 578 (577 也给分) (1分)

(3) C (2分)

12. 共 8 分

(1) ①达到满偏电流 / 指针指在满偏刻度 / 指针指在最右端 (或其他等价表述均给分) (1分)

② $\times 100$ (1分) ③10 (2分)

(2) ①59.0 (1分) ②100.0 (1分)

(3) C (2分)

13. 共 8 分

(1) 共 4 分: $P=3P_0$ (2分), $T=3(1+\frac{h}{H})T_0$ (2分)(2) 共 4 分: 求得对外做功 $W=2P_0Sh$ (2分)吸热 $Q=2P_0Sh+CT_0(2+3\frac{h}{H})$ (2分)

14. 共 14 分

(1) 共 4 分: 正电; (1分) $W_1=0$; (1分) $W_2=\frac{1}{k}mv_0^2$; (2分)(2) 共 6 分: 指明轨迹圆心在 y 轴上或以画图形式体现圆心位置 (3分); $y_1=(\sqrt{k^2+2k}+k+1)L$ (3分)(3) 共 4 分: $y_2=(-\sqrt{k^2+2k}+k+1)L$ (2分) $0<y_2<L$ (2分)

15. 共 18 分

(1) 共 4 分: $\Delta x=4L$; (2分) $v_A=\sqrt{\frac{4kL^2}{3m}}$; (2分)(2) 共 4 分: 求得 1 车初速度 $v_1=\sqrt{\frac{3kL^2}{m}}$; (2分) $x_m=t\sqrt{\frac{3kL^2}{m}}+L$; (2分)

(3) 共 10 分:

求得与 n 车碰撞之前的速度 $v_n=\sqrt{\frac{FL}{m}\cdot\frac{n^2+5n}{(n+2)^2}}$; (6分)n=10 时最大; (2分) $v_{max}=\frac{5\sqrt{6}}{12}\sqrt{\frac{FL}{m}}$; (2分)