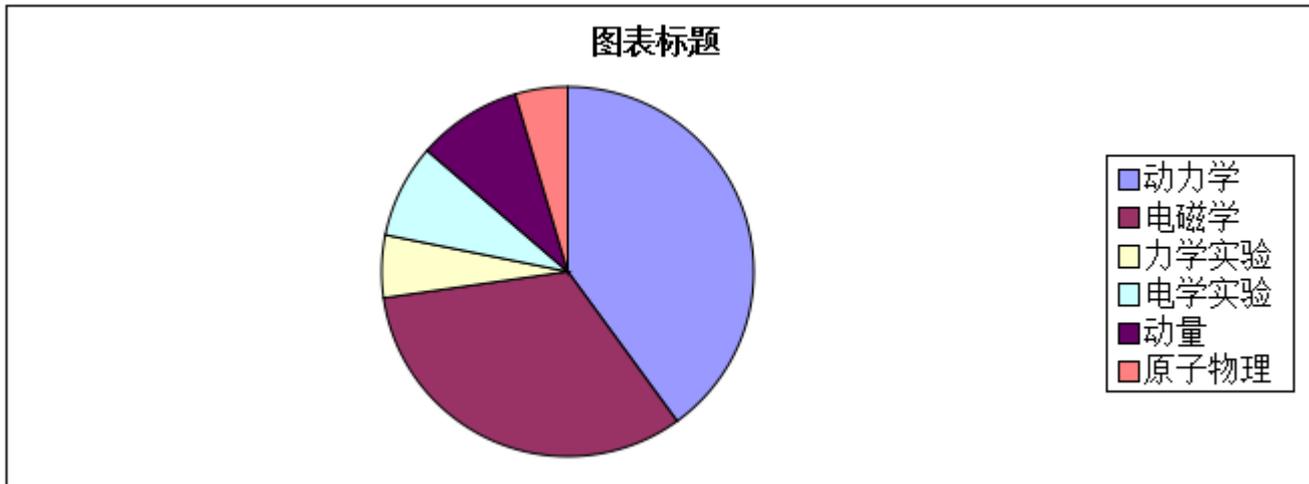


2015 高考新课标 1 理综物理部分解析

南昌新东方高中部 刘颖 郭迪华

知识点分布



一、整体试卷较去年难度变化不大

- 1、题型的设置依然沿袭原来的五道单选，三道多选，一道实验，两道道计算，两道选修的模式；
- 2、考查内容依然以力学，电磁学主干知识为主；
- 3、整体难度变化不大，中低档题难度稳定，难题区分度更好，对学生的探究能力要求更高。

二、试题沿袭近几年的亮点考察

1、数形结合的图像考察依然在考试中占了很大比重

用数学方法解决物理问题一直是高考要求的很重要的能力，如选择题 20 题

2、对知识和规律的探究过程要求更高

3、新情景问题不断升级，理论联系实际的能力越来越强

14.两相邻匀强磁场区域的磁感应强度大小不同、方向平行。一速度方向与磁感应强度方向垂直的带

电粒子（不计重力），从较强磁场区域进入到较弱磁场区域后，粒子的

- A.轨道半径减小，角速度增大
- B.轨道半径减小，角速度减小
- C.轨道半径增大，角速度增大
- D.轨道半径增大，角速度减小

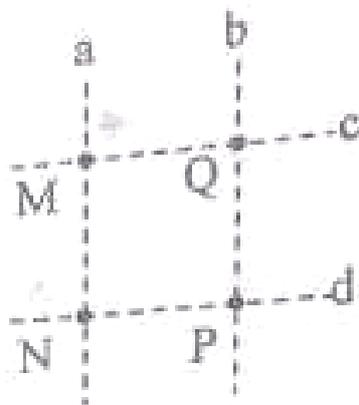
【答案】：D

【解析】根据 $qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$ ，B 减小，所以 R 增大，再根据 $\omega = \frac{v}{R}$ 知，角速度减小，所以选 D。

【难度】：A

【考点】：带电粒子在磁场中的圆周运动

15.如图，直线 a、b 和 c、d 是处于匀强电场中的两组平行线，M、N、P、Q 是它们的交点，四点处的电势分别为 φ_M 、 φ_N 、 φ_P 、 φ_Q 。一电子由 M 点分别运动到 N 点和 P 点的过程中，电场力所做的负功相等，则



- A.直线 a 位于某一等势面内， $\varphi_M > \varphi_Q$
- B.直线 c 位于某一等势面内， $\varphi_M > \varphi_N$
- C.若电子由 M 点运动到 Q 点，电场力做正功
- D.若电子由 P 点运动到 Q 点，电场力做负功

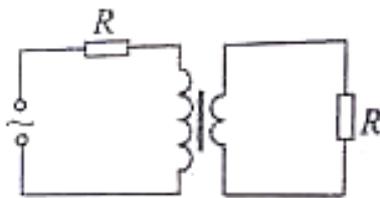
【答案】：B

【解析】：根据 $W = qU$ ，做功相等，电势差 $U_{MN} = U_{MP}$ ，所以 N、P 两点的电势相等，电场线垂直直线 d，再根据电子由 M 点分别运动到 N 点和 P 点做负功，电子所受电场力向上，所以电场线向下。直线 c，d 是等势线，所以 A、C 错，电子由 P 点运动到 Q 点，电场力做正功，D 错，选 B

【难度】：B

【考点】：电场，电场线，等势面，电场力做功

16. 一理想变压器的原、副线圈的匝数比为 3:1，在原、副线圈的回路中分别接有阻值相同的电阻，原线圈一侧接在电压为 220V 的正弦交流电源上，如图所示。设副线圈回路中电阻两端的电压为 U ，原、副线圈回路中电阻消耗的功率的比值为 k ，则



- A. $U = 66V, k = \frac{1}{9}$ B. $U = 22V, k = \frac{1}{9}$
 C. $U = 66V, k = \frac{1}{3}$ D. $U = 22V, k = \frac{1}{3}$

【答案】：A。

【解析】：设副线圈电流为 I ，电压为 U 。根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ， $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 知原线圈电压为 $3U$ ，电流为 $\frac{1}{3}I$ ，

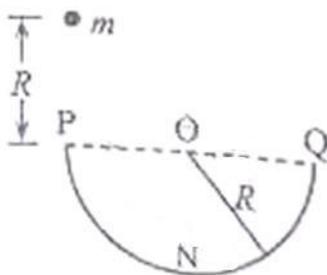
再由 $U = IR$ 有： $3IR + \frac{1}{3}IR = 220$ ，得出 $U = IR = 66V$ ，原线圈中电阻消耗的功率 $P = (\frac{1}{3}I)^2 R = \frac{1}{9}I^2 R$ ，

副线圈中电阻消耗的功率 $P = I^2 R$ ，所以答案选 A

【难度】：B

【考点】：变压器，欧姆定律，电功率。

17.如图，一半径为 R ，粗糙程度处处相同的半圆形轨道竖直固定放置，直径 POQ 水平。一质量为 m 的质点自 P 点上方高度 R 处由静止开始下落，恰好从 P 点进入轨道。质点滑到轨道最低点 N 时，对轨道的压力为 $4mg$ ， g 为重力加速度的大小。用 W 表示质点从 P 点运动到 N 点的过程中克服摩擦力所做的功。则



- A. $W = \frac{1}{2}mgR$ ，质点恰好可以到达 Q 点
- B. $W > \frac{1}{2}mgR$ ，质点不能到达 Q 点
- C. $W = \frac{1}{2}mgR$ ，质点到达 Q 后，继续上升一段距离
- D. $W < \frac{1}{2}mgR$ ，质点到达 Q 后，继续上升一段距离

【答案】：C

【解析】：根据圆周运动， $F_{向} = 4mg - mg = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v_N = \sqrt{\frac{3}{2}gR}$ ，根据动能定理：

$\frac{1}{2}mv_N^2 - 0 = mg2R - W_f \Rightarrow W_f = \frac{1}{2}mgR$ ，过了 N 点后速度相对前面在减小，对轨道的压力将会减小，所以摩擦力减小，运动到 Q 点时，摩擦力做功将会小于 $\frac{1}{2}mgR$ ，到达 Q 点后，可以继续上升一段距离。

【难度】：B

【考点】：圆周运动，动能定理

18. 一带有乒乓球发射机的乒乓球台如图所示，水平台面的长和宽分别为 L_1 和 L_2 ，中间球网高度为 h ，发射机安装于台面左侧边缘的中点，能以不同速率向右侧不同方向发射乒乓球，发射点距台面高度为 $3h$ 。不计空气阻力，重力加速度大小为 g ，若乒乓球的发射速率 v 在某范围内，通过选择合适的方向，就能使乒乓球落到网右侧台面上，则 v 的最大取值范围是



- A. $\frac{L_1}{2} \sqrt{\frac{g}{2h}} < v < L_1 \sqrt{\frac{g}{6h}}$
- B. $\frac{L_1}{4} \sqrt{\frac{g}{h}} < v < \sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{6h}}$
- C. $\frac{L_1}{2} \sqrt{\frac{g}{6h}} < v < \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{6h}}$
- D. $\frac{L_1}{4} \sqrt{\frac{g}{h}} < v < \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{6h}}$

【答案】：D

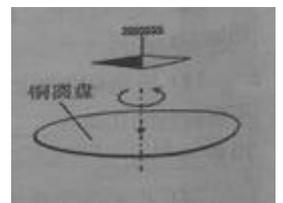
【解析】：刚好过网， $t = \frac{L_1}{2v_0}$ ， $2h = \frac{1}{2}gt^2$ ，所以 $v_0 = \frac{L_1}{4} \sqrt{\frac{g}{h}}$ ；恰好打到右边角： $t = \frac{\sqrt{L_1^2 + (\frac{L_2}{2})^2}}{v_0}$ ，

$$3h = \frac{1}{2}gt^2, \quad \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{6h}}$$

【难度】：B

【考点】：平抛运动

19. 1824年，法国科学家阿拉果完成了著名的“圆盘实验”。实验中将一铜圆盘水平放置，在其中心正上方用柔软细线悬挂一枚可以自由旋转的磁针，如图所示，实验中发现，当圆盘在磁针的磁场中绕过圆盘中心的竖直轴旋转时，磁针也随着一起转动起来，但



略有滞后，下列说法正确的是

- A.圆盘上产生了感应电动势
- B.圆盘内的涡电流产生的磁场导致磁针转动
- C.在圆盘转动的过程中，磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量发生了变化
- D.圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成电流，此电流产生的磁场导致磁针转动

【答案】：AB

【解析】：在整个过程中穿过圆的磁通量始终未零，C 错，圆盘中的电子随圆盘形成的电流和原子核形成的电流抵消，不会产生磁场，D 错

【难度】：C

【考点】：电磁感应

20.如图 (a)，一物块在 $t=0$ 时刻滑上一固定斜面，其运动的 $v-t$ 图线如图 (b) 所示，若重力加速度及图中的 v_0 、 v_1 、 t_1 均为已知量，则可求出

- A.斜面的倾角
- B.物块的质量
- C.物块与斜面间的动摩擦因数
- D.物块沿斜面滑行的最大速度

【答案】：ACD

【解析】根据牛顿第二定律有： $mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_1 = m \frac{v_0}{t_1}$ (1) $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_2 = m \frac{v_1}{t_1}$

(2) 由两式及题意知：ACD 正确，质量不能求出来

【难度】：B

【考点】：牛顿第二定律，运动学 $v-t$ 图像

21.我国发射的“嫦娥三号”登月探测器靠近月球后，先在月球表面附近的近似圆轨道上绕月运行，然后经过一系列过程，在离月面 4m 高处做一次悬停（可认为相对于月球静止）：最后关闭发动机，探测器自由下落。已知探测器的质量约为 $1.3 \times 10^2 \text{ kg}$ ，地球质量约为月球的 81 倍，地球半径约为月球半径的 3.7 倍，地球表面的重力加速度大小约为 9.8 m/s^2 ，则此探测器

- A.在着陆前的瞬间，速度大小约为 8.9 m/s
- B.悬停时受到的反冲作用力约为 $2 \times 10^3 \text{ N}$
- C.从离开近月圆轨道到着陆这段时间内，机械能守恒
- D.在近月圆轨道上运行的线速度小于人造卫星在近地圆轨道上运行的线速度

【答案】：BD

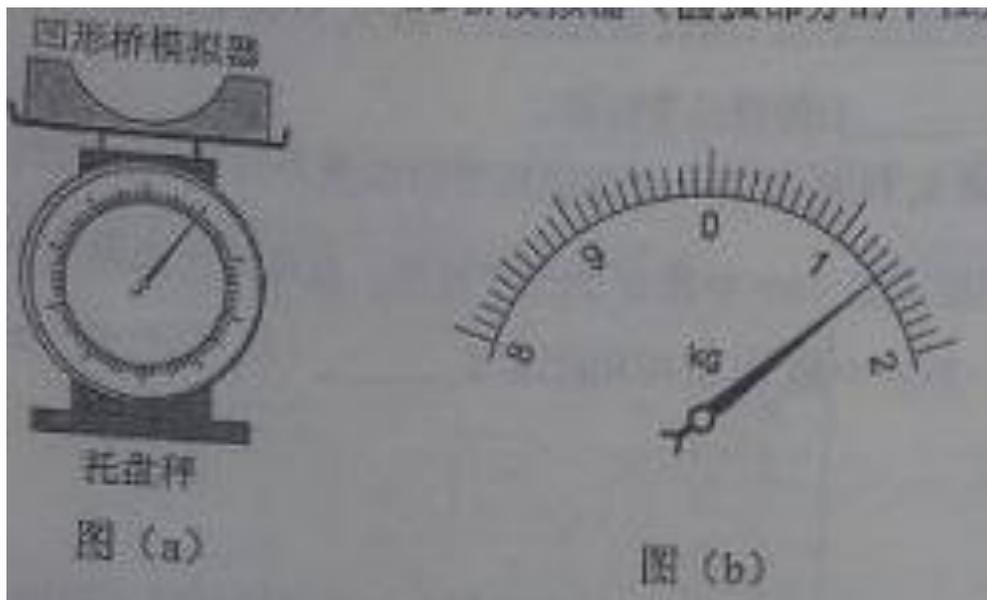
【解析】：根据在星球表面 $mg = \frac{GMm}{R^2}$ ，再根据比例关系可求出月球表面重力加速度约为 1.65 m/s^2 ，由动能定理可排除 A 选项，根据二力平衡可算出反冲力为 2.15×10^3 ，B 对，有除重力之外的力做功，机械能不守恒 C 错，贴地飞行速度 $v = \sqrt{gR}$ 可知 D 对

【难度】：B

【考点】：天体的运动

22.(6 分)

某物理小组的同学设计了一个粗制玩具小车通过凹形桥最低点时的速度的实验。所用器材有：玩具小车、压力式托盘秤、凹形桥模拟器（圆弧部分的半径为 $R=0.20 \text{ m}$ ）。



完成下列填空：

- (1) 将凹形桥模拟器静置于托盘秤上，如图 (a) 所示，托盘秤的示数为 1.00kg；
- (2) 将玩具小车静置于凹形桥模拟器最低点时，托盘秤的示数如图 (b) 所示，该示数为____ kg；
- (3) 将小车从凹形桥模拟器某一位置释放，小车经过最低点后滑向另一侧，此过程中托盘秤的最大示数为 m ；多次从同一位置释放小车，记录各次的 m 值如下表所示：

序号	1	2	3	4	5
m (kg)	1.80	1.75	1.85	1.75	1.90

- (4) 根据以上数据，可求出小车经过凹形桥最低点时对桥的压力为____ N；小车通过最低点时的速度大小为____ m/s。（重力加速度大小取 9.80m/s^2 ，计算结果保留 2 位有效数字）

答案：

(2) 1.40 (2分)

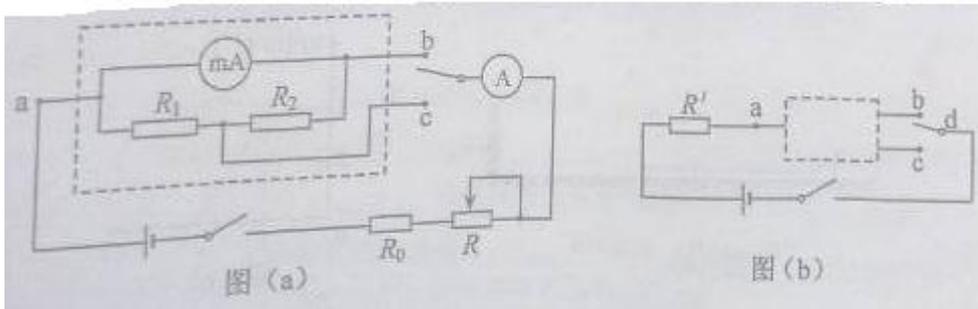
(4) 7.9 (2分) 1.4 (2分)

考点：力学实验，动能定理，圆周运动

评析：本实验难度为中等，综合考查了超重、动能定理和圆周运动最低点问题，计算时特别要注意

$g=9.8\text{m/s}^2$ 。

23. (9分)图(a)为某同学改装和校准毫安表的电路图，其中虚线框内是毫安表的改装电路。



(1)已知毫安表表头的内阻为 100Ω ，满偏电流为 1mA ； R_1 和 R_2 为阻值固定的电阻。若使用 a 和 b 两个接线柱，电表量程为 3mA ；若使用 a 和 c 两个接线柱，电表量程为 10mA 。由题给条件和数据，可求出 $R_1 = \underline{\hspace{2cm}}\Omega$ ， $R_2 = \underline{\hspace{2cm}}\Omega$ 。

(2) 现用一量程为 3mA 、内阻为 150Ω 的标准电流表 A 对改装电表的 3mA 挡进行校准，校准时需选取的刻度为 0.5 、 1.0 、 1.5 、 2.0 、 2.5 、 3.0mA 。电池的电动势为 1.5V ，内阻忽略不计；定值电阻 R_0 有两种规格，阻值分别为 300Ω 和 1000Ω ；滑动变阻器 R 有两种规格，最大阻值分别为 750Ω 和 3000Ω 。则 R_0 应选用阻值为 $\underline{\hspace{2cm}}\Omega$ 的电阻， R 应选用最大阻值为 $\underline{\hspace{2cm}}\Omega$ 的滑动变阻器。

(3)若电阻 R_1 和 R_2 中有一个因损坏而阻值变为无穷大，利用图 (b) 的电路可以判断出损坏的电阻。图 (b) 中的 R' 为保护电阻，虚线框内未画出的电路即为图(a) 虚线框内的电路。则图中的 d 点应和接线柱 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“b” 或“c”) 相连。判断依据是： $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案：

(1) 15 35 (4分，每空2分)

(2) 300 3000 (2分，每空1分)

(3) C 闭合开关，若电流表有示数说明 R_1 损坏，若电流表无示数说明 R_2 损坏

考点：电学实验，电表改装，电路故障判断

评析：本实验难度为中等

(1) 要掌握改装成电流表的原理；

(2) 根据校准时需选取的电流值来选择 R_0 和 R ，根据 $I = \frac{E}{R_{总}}$ ， $500\Omega \ll R_{总} \ll 3000\Omega$ ，所以 R_0 选

300， R 选 3000

(3) 若电流表有示数说明 R_1 部分断路 R_1 损坏，若电流表无示数说明 R_2 部分断路 R_2 损坏

24、如图，一长为 10cm 的金属棒 ab 用两个完全相同的弹簧水平地悬挂在匀强磁场中；磁场的磁感应强度大小为 0.1T，方向垂直于纸面向里；弹簧上端固定，下端与金属棒绝缘。金属棒通过开关与一电动势为 12V 的电池相连，电路总电阻为 2Ω ，已知开关断开时两弹簧的伸长量均为 0.5cm；闭合开关，系统重新平衡后，两弹簧的伸长量与开关断开时相比均改变了 0.3cm，重力加速度的大小取 $10m/s^2$ ，求开关闭合后金属棒所受安培力的方向，以及金属棒的质量。

【答案解析】：闭合开关电流方向从 b 到 a，磁场方向垂直于纸面向里，由左手安培定则得出：开关闭合后金属棒所受安培力的方向为竖直向下。

设金属棒的质量为 M ，弹簧的弹性系数为 K

开关断开时平衡关系得： $2K\Delta X = Mg$ ①

开关闭合时电流 $I = E/R = 6A$

安培力公式 $F = BIL$ ②

平衡关系得： $2K(\Delta X + 0.003) = F + Mg$ ③

联立①②③式并代入题给数据得 $M = 0.01Kg$

25、一长木板置于粗糙水平地面上，木板左端放置一小物块；在木板右方有一墙壁，木板右端与墙

壁的距离为 4.5m，如图 (a) 所示， $t=0$ 时刻开始，小物块与木板一起以共同速度向右运动，直至 $t=1s$ 时木板与墙壁碰撞（碰撞时间极短）。碰撞前后木板速度大小不变，方向相反；运动过程中小物块始终未离开木板。已知碰撞后 1s 时间内小物块的 $v-t$ 图线如图 (b) 所示。木板的质量是小物块质量的 15 倍，重力加速度大小 g 取 $10m/s^2$ 。求

- (1) 木板与地面间的动摩擦因素 μ_1 及小物块与木板间的动摩擦因素 μ_2
- (2) 木板的最小长度
- (3) 木板右端离墙壁的最终距离

【答案解析】：(1) 设小物块的质量为 M ，则木板质量为 $15M$

小物块与木板一起以共同速度向右匀减速运动时加速度 $a = \mu_1 g$ ①

由图 (b) 可知小物块与木板共同速度 $v=4m/s$ ， $t=1s$ ，位移 $X=4.5m$

匀减速逆过程 $X=vt+(at^2)/2$ ②

联立①②式并代入题给数据得 $\mu_1=0.1$

与墙壁碰撞后对小物块分析：小物块向右做匀减速运动直至速度为 0

小物块加速度 $a_1 = \mu_2 g$ ①

同理匀减速逆过程 $v=a_1 t$ ②

联立①②式并代入题给数据得 $\mu_2=0.4$

(2) 设与墙壁碰撞后小物块向右做匀减速运动直至速度为 0 运动的位移 X_1

由图 (b) 时间 1-2s 的面积得 $X_1=2m$

时间 1-2s 内对木板受力分析得木板加速度 $a_2 = (\mu_2 Mg + 16\mu_1 Mg)/15M = 4/3$

木板向左运动的位移 $X_2 = vt - (a_2 t^2)/2 = 10/3 m$

木板的最小长度 $L = X_1 + X_2 = 16/3 m$

(3)由(2)中可知达到共同速度后，A、B一起运动到静止 $v^2 = 2a_1s_1$

$$S_3 = \frac{(4m/s - \frac{4}{3} \times 1.5m/s)^2}{2 \times 1m/s^2} = 2m$$

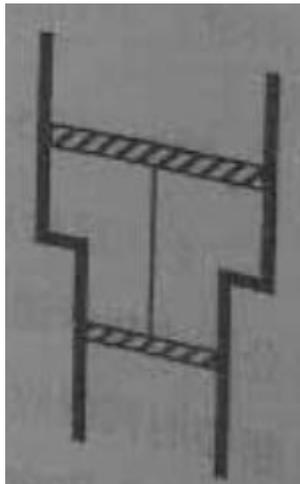
则离墙的距离为 $S_3 + S_1 = 6.5m$

33.【物理—选修3-3】(15分)

(1)(5分)下列说法正确的是_____ (填正确答案标号，选对一个得2分，选对2个得4分，选对3个得5分。每选错一个扣3分，最低得分为0分)

- A. 将一块晶体敲碎后，得到的小颗粒是非晶体
- B. 固体可以分为晶体和非晶体两类，有些晶体在不同的方向上有不同的光学性质
- C. 由同种元素构成的固体，可能会由于原子的排列方式不同而成为不同的晶体
- D. 在合适的条件下，某些晶体可以转化为非晶体，某些非晶体也可以转化为晶体
- E. 在熔化过程中，晶体要吸收热量，但温度保持不变，内能也保持不变

(2)(10分)如图，一固定的竖直气缸有一大一小的两个同轴圆筒组成，两圆筒中各有一个活塞，已知大活塞的质量为 $m_1 = 2.50kg$ ，横截面积为 $s_1 = 80.0cm^2$ ，小活塞的质量为 $m_2 = 1.50kg$ ，横截面积为 $s_2 = 40.0cm^2$ ；两活塞用刚性轻杆连接，间距保持为 $l = 40.0cm$ ，气缸外大气压强为 $p = 1.00 \times 10^5 Pa$ ，温度为 $T = 303K$ 。初始时大活塞与大圆筒底部相距 $\frac{l}{2}$ ，两活塞间封闭气体的温度为 $T_1 = 495k$ ，现气缸内气体温度缓慢下降，活塞缓慢下移，忽略两活塞与气缸壁之间的摩擦，重力加速度 g 取 $10m/s^2$ ，求



- (i) 在大活塞与大圆筒底部接触前的瞬间，缸内封闭气体的温度
- (ii) 缸内封闭的气体与缸外大气达到热平衡时，缸内封闭气体的压强

答案：

(1) BCD

(2)

(i) 设初始时气体体积为 V_1 ，在大活塞与大圆筒底部刚接触时，缸内封闭气体的体积为 V_2 ，温度为 T_2 。

由题意得

$$V_1 = S_2 \left(l - \frac{l}{2} \right) = S_2 l$$

$$V_2 = S_2 l$$

在活塞缓慢下移的过程中，用 p_1 表示缸内气体的压强，由力的平衡条件得

$$s_1(p_1 - p) = m_1 g + m_2 g + s_2(p_1 - p)$$

缸内气体的压强不变

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

联立得 $T_2 = 330K$

(ii) 在大活塞与大圆筒底部刚接触时，被封闭气体的压强为 p_1 。在此后与汽缸外大气达到热平衡的过程中，被封闭气体的体积不变。设达到热平衡时被封闭气体的压强为 p' ，则

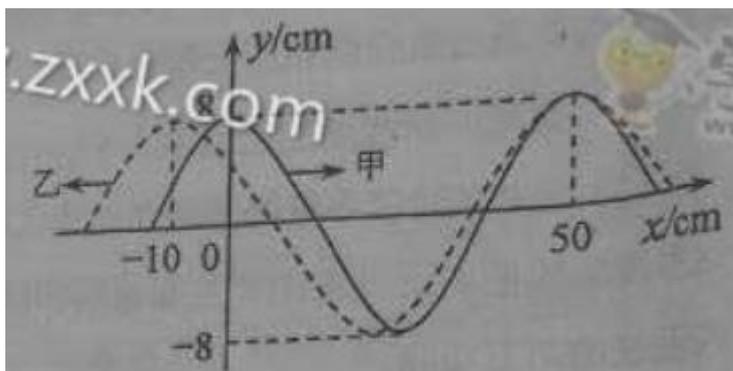
$$\frac{p'}{T} = \frac{p}{T_2}$$

代入数据得 $p' = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

34【物理—选修 3-4】（15 分）

(1) 在双缝干涉实验中，分布用红色和绿色的激光照射同一双缝，在双缝后的屏幕上，红光的干涉条纹间距 Δx_1 与绿光的干涉条纹间距 Δx_2 相比 Δx_1 _____ Δx_2 （填“>”“<”或“=”）。若实验中红光的波长为 $630nm$ ，双缝到屏幕的距离为 $1m$ ，测得第一条到第 6 条亮条纹中心间的距离为 $10.5mm$ ，则双缝之间的距离为 _____ mm 。

(2) (10
分) 甲乙两列简谐横波在同一介质
中分别沿
 25cm/s ,
所示, 求



分) 甲乙两列简谐横波在同一介质
 x 轴正向和负向传播, 波速均为
两列波在 $t=0$ 时的波形曲线如图

(i) $t=0$ 时, 介质中偏离平衡位置位移为 16cm 的所有质点的 x 坐标

(ii) 从 $t=0$ 开始, 介质中最早出现偏离平衡位置位移为 -16cm 的质点的时间

答案:

(1) > (2分) 0.300 (3分)

(2)

(i) $t=0$ 时, 在 $x=50\text{cm}$ 处两列波的波峰相遇, 该处质点偏离平衡位置的位移为 16cm 。两列波的波峰相遇处的质点偏离平衡位置的位移均为 16cm

从图像可以看出, 甲、乙两列波的波长分别为

$$\lambda_1 = 50\text{cm}, \lambda_2 = 60\text{cm}$$

甲、乙两列波波峰的 x 坐标分别为

$$x_1 = 50 + k_1\lambda_1, k_1 = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$x_2 = 50 + k_2\lambda_2, k_2 = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

所以，介质中偏离平衡位置的位移为 16cm 的所以质点的 x 坐标为

$$x = (50 + 300n) \text{cm} \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

(ii) 只有两列波的波谷相遇处的质点的位移为 -16cm。t=0 时，两波波谷间的 x 坐标之差为

$$\Delta x' = \left(50 + (2m_2 + 1) \frac{\lambda_2}{2} \right) - \left(50 + (2m_1 + 1) \frac{\lambda_1}{2} \right)$$

式中， m_1 和 m_2 均为整数。整理得

$$\Delta x' = 10(6m_2 - 5m_1) + 5$$

由于 m_1 和 m_2 均为整数，相向传播的波谷间的距离最小为

$$\Delta x'_0 = 5 \text{cm}$$

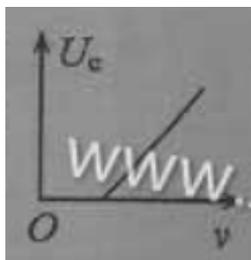
从 t=0 开始，介质中最早出现偏离平衡位置位移为 -16cm 的质点的时间为

$$t = \frac{\Delta x'_0}{2v}$$

代入数据得 t=0.1s

35. 【物理—选修 3-5】（15 分）

(1) (5 分) 在某次光电效应实验中，得到的遏制电压 u_0 与入射光的频率 ν 的关系如图所示，若该直线的斜率和截距分别为 k 和 b ，电子电荷量的绝对值为 e ，则普朗克常量可表示为_____，所用材料的逸出功可表示为_____。



(2) (10 分) 如图，在足够长的光滑水平面上，物体 A、B、C 位于同一直线上，A 位于 B、C 之间。A 的质量为 m ，B、C 的质量都为 M ，三者 _____ 都处

于静止状态，现使 A 以某一速度向右运动，求 m 和 M 之间满足什么条件才能使 A 只与 B、C 各发生一次碰撞。设物体间的碰撞都是弹性的。

答案：

(1) ek (2分) $-ek$ (3分)

(2) A 向右运动与 C 发生第一次碰撞，碰撞过程中，系统的动量守恒、机械能守恒。设速度方向向右为正，开始时 A 的速度为 v_0 ，第一次碰撞后 C 的速度为 v_{C1} ，A 的速度为 v_{A1} 。由动量守恒定律和机械能守恒定律得

$$mv_0 = mv_{A1} + Mv_{C1}$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_{A1}^2 + \frac{1}{2}Mv_{C1}^2$$

联立得

$$v_{A1} = \frac{m-M}{m+M}v_0$$

$$v_{C1} = \frac{2m}{m+M}v_0$$

如果 $m > M$ ，第一次碰撞后，A 与 C 速度同向，且 A 的速度小于 C 的速度，不可能与 B 发生碰撞；

如果 $m = M$ ，第一次碰撞后，A 与 C 交换速度，也不可能与 B 发生碰撞，所以只需要讨论 $m < M$ 的情况

第一次碰后，A 反向运动与 B 发生碰撞。设与 B 发生碰撞后，A 的速度为 v_{A2} ，B 的速度为 v_{B1} ，有

$$v_{A2} = \frac{m-M}{m+M} v_{A1} = \left(\frac{m-M}{m+M} \right)^2 v_0$$

根据题意，要求 A 只与 B、C 各发生一次碰撞，应有

$$v_{A2} \leq v_{C1}$$

联立得

$$m^2 + 4mM - M^2 \geq 0$$

解得 $m \geq (\sqrt{5}-2)M$ 其中 $m \leq -(\sqrt{5}+2)M$ 不合舍去

所以 $(\sqrt{5}-2)M \leq m < M$