2015年普通高等学校招生全国统一考试(新课标Ⅰ卷)物理

一、选择题

1.(6分)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)，从较强的磁场区域进入以较弱磁场区域后，粒子

A.轨道半径减小，角速度增大

B.轨道半径减小，角速度减小

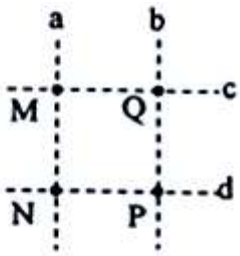
C.轨道半径增大，角速度增大

D.轨道半径增大，角速度减小

解析：由于磁场方向与速度方向垂直，粒子只受到洛伦兹力作用，洛伦兹力不做功，从较强区域到较弱区或后，粒子速率不变，但磁感应强度变小，根据半径公式 $R=\frac{mv}{qB}$ 可以轨道半径变大，由 $\omega=\frac{v}{R}$ 可以角速度变小。选项D正确。

答案：D

2.(6分)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 ΦM、ΦN、ΦP、ΦQ。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，ΦM>ΦQ

B.直线c位于某一等势面内，ΦM>ΦN

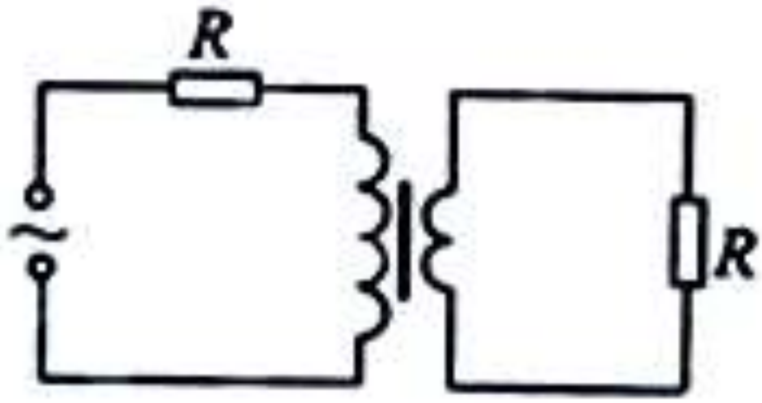
C.若电子由M点运动到Q点，电场力做正功

D.若电子由P点运动到Q点，电场力做负功

解析：电子带负电荷，从M到N和P做功相等，说明电势差相等，即N和P的电势相等，匀强电场中等势线为平行的直线，所以NP和MQ分别是两条等势线，从M到N，电场力对负电荷做负功,说明MQ为高电势，NP为低电势。所以直线c位于某一等势线内，但是 $\varphi_M=\varphi_N$，选项A错B对。若电子从M点运动到Q点，初末位置电势相等，电场力不做功，选项C错。电子作为负电荷从P到Q即从低电势到高电势，电场力做正功，电势能减少，选项D错。

答案：B

3.(6分)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=220V，k=$\frac{1}{9}$

B. U=22V，k=$\frac{1}{9}$

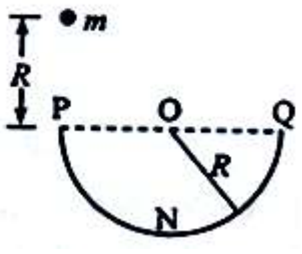
C. U=66V，k=$\frac{1}{3}$

D. U=22V，k=$\frac{1}{3}$

解析：原副线圈电压比等于匝数比，根据副线圈负载电阻的电压 u，可知副线圈电压为 3u，线圈电流 $I=\frac{u}{R}$，原副线圈电流与匝数成反比，所以原线圈电流 $I_1=\frac{u}{3R}$，那么原线圈输入电压 $220=3u+\frac{u}{3R}\times R$，整理得 u=66V；原副线圈电阻消耗的功率根据 $p=I^2R$，电阻相等，电流之比为 1：3，可以得功率比为 1：9，k=$\frac{1}{9}$。所以选项 A 正确。

答案：A

4. (6 分)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 点上方高度为 R 处由静止开始下落，恰好从 P 点进入轨道。质点没到轨道最低点 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 P 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

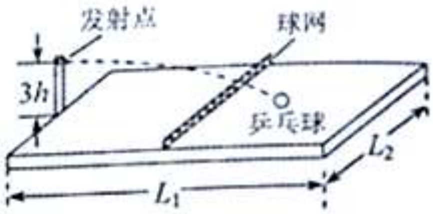
C. W= $\frac{1}{2}mgR$ ，质点到达 Q 点后，继续上升一段距离

D. W< $\frac{1}{2}mgR$ ，质点到达 Q 点后，继续上升一段距离

解析：质点在 N 时，沿半径方向的合力提供做向心，可得 $4mg-mg=m\frac{v^2}{R}$，所以动能为 $E_k=\frac{3}{2}mgR$，从最高点到 N 点的过程中，由动能定理得 $mg\cdot 2R+w=\frac{3}{2}mgR$，即摩擦力做功为 $w=-\frac{1}{2}mgl$，质点在运动过程中，沿半径方向的合力提供向心力，即 $F_N-mg\sin\theta=ma=m\frac{v^2}{R}$，根据左右对称，在同一高度，由于摩擦力做功导致右半幅的速度小，轨道弹力小，滑动摩擦力 $f=\mu F_N$ 变小，所以摩擦力做功变小，那么从 N 到 Q，由动能定理得 Q 点动能为 $E_{kQ}=\frac{3}{2}mgR-mgR-w'$，由于 $w'<\frac{mgR}{2}$，所以 Q 点速度仍然没有减小到 0，仍会继续向上运动一段距离，所以选项 C 对。

答案：C

5.(6 分)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另为 L1 和 L2，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水平发射乒乓球，发射点距台面高度为 3h，不计空气的作用，重力加速度大不为 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，就能使乒乓球落在右侧台面上，则 v 的最大取值范围是



A. $\frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{6h}}<v<L_1\sqrt{\frac{g}{6h}}$

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

解析：无论发射机向哪个方向发射，乒乓球都是做平抛运动，竖直高度决定了运动的时间 $t=\sqrt{\frac{2\times 3h}{g}}=\sqrt{\frac{6h}{g}}$，水平方向匀速直线运动，水平位移最小即沿中线发射恰好过网，此时从发球点到球网，下降的高度为 $3h-h=2h$，水平位移大小为 $\frac{L_1}{2}$，可得运动时间为 $t=\sqrt{\frac{2\times 2h}{g}}=\sqrt{\frac{4h}{g}}$，对应的最小速度 $v=\frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{4h}}$。水平位移最大即斜向对方台面的两个角发射，此时的位移大小为 $\frac{1}{2}\sqrt{4L_1^2+L_2^2}$，对应的初速度 $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{(4L_1^2+L_2^2)g}{6h}}$，所以平抛的初速度 $\frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{4h}} < v < \frac{1}{2}\sqrt{\frac{(4L_1^2+L_2^2)g}{6h}}$。选项 D 正确。

答案：D

6.(多选)(6 分)1824 年，法国科学家阿拉果完成著名的“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

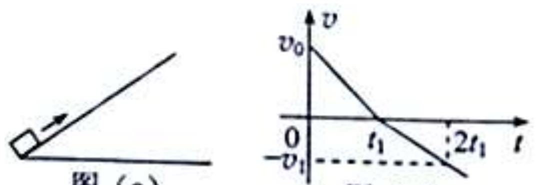
C.在圆盘转动的过程中，磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量发生了变化

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

解析：圆盘运动过程中，半径方向的金属条在切割磁感线，在圆心和边缘之间产生了感应电动势，选项 A 对；圆盘在径向的辐条切割磁感线的过程中，内部距离圆心不同的点电势不等而形成涡流，选项 B 对；圆盘转动过程中，圆盘位置、面积和磁场都没有发生变化，所以磁通量不变，选项 C 错。圆盘本射呈现电中性，不会产生环形电流，选项 D 错。

答案：AB

7.(多选)(6 分)如图(a)，一物体在 t=0 时刻滑上一固定伤斜面，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_2均为已知量，则可求出



图(a)　图(b)

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.物块沿斜面向上滑行的最大高度

解析：小球滑上斜面的初速度 v_0 已知，向上滑行过程为匀变速直线运动，末速度 0，那么平均速度即 $\frac{v_0}{2}$，所以沿斜面向上滑行的最远距离 $s=\frac{v_0}{2}t_1$，根据牛顿第二定律，向上滑行过程 $\frac{v_0}{t_1}=g\sin\theta+\mu g\cos\theta$，向下滑行 $\frac{v_1}{t_1}=g\sin\theta-\mu g\cos\theta$，整理可得 $g\sin\theta=\frac{v_0+v_1}{2t_1}$，从而可计算出斜面的倾斜角度 θ 以及动摩擦因数，选项 AC 对。根据斜面的倾斜角度可计算出向上滑行的最大高度 $s\sin\theta=\frac{v_0}{2}t_1\times\frac{v_0+v_1}{2gt_1}=v_0\frac{v_0+v_1}{4g}$，选项 D 对。仅根据速度时间图像，无法找到物块质量，选项 B 错。
答案：ACD

8.(多选)(6 分)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(可认为是相对于月球静止)；最后关闭发动机，探测器自由下落。已知探测器的质量约为 1.3×103kg，地球质量约为月球的 81 倍，地球半径约为月球的 3.7 倍，地球表面的重力加速度大小为 9.8m/s2。则此探测器
A.在着陆前的瞬间，速度大小约为 8.9m/s
B.悬停时受到的反冲作用力约为 2×103N
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

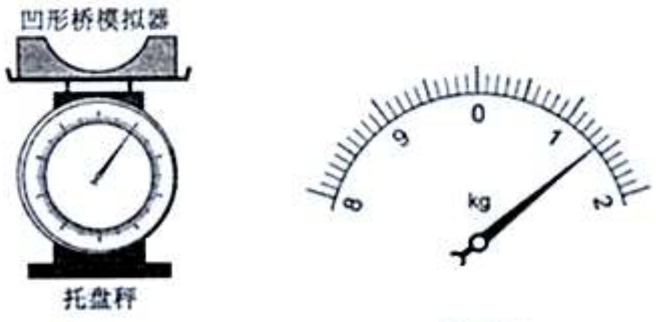
解析：星球表面万有引力提供重力即 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$，重力加速度 $g=\frac{GM}{R^2}$，地球表面

$g=\frac{GM}{R^2}=9.8\text{m/s}^2$，则月球表面 $g'=\frac{G\frac{1}{81}M}{(\frac{1}{3.7}R)^2}=\frac{3.7\times3.7}{81}\times\frac{GM}{R^2}=\frac{1}{6}g$，则探测器重力 $G=mg'=1300\times\frac{1}{2}\times9.8N=2000N$，选项 B 正确；探测器做自由落体运动，末速度 $v=\sqrt{2g'h}\approx\sqrt{\frac{4}{3}\times9.8}\text{m/s}\neq 8.9\text{m}$,，选项A错误。关闭发动机后，仅在月球引力作用下机械能守恒，而离开近月轨道后还有制动悬停，所以机械能不守恒，选项C错误。

答案：BD

二、非选择题

9.某物理小组的同学设计了一个粗测玩具小车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=0.20m)。



图（a） 图（b）

完成下列填空：

(1)将凹形桥模拟器静置于托盘上，如图(a)所示，托盘的示数为1.00kg；

(2)将小车从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：

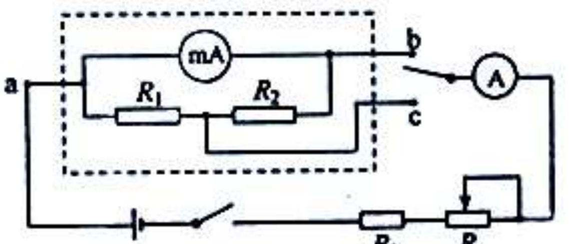
序号	1	2	3	4	5
m(kg)	1.80	1.75	1.85	1.75	1.90

(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/s2 ，计算结果保留 2 位有效数字)。

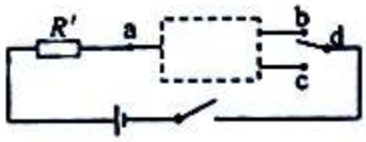
解析：(2)根据秤盘指针可以量程是10kg，指针所指示数1.4kg，

答案：(2)1.4　　(4) 7.94N ；　　$v\approx1.4\text{m/s}$

10.(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。



图（a）



图（b）

(1)已知毫安表表头的内阻为100Ω，满偏电流为1mA；R1和R2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 $R_1=$______Ω，$R_2=$______Ω。

(2) 现用一量程为3mA、内阻为150Ω的标准电流表Ⓐ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R0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R0应选用阻值为__________Ω的电阻，R应选用最大阻值为________Ω的滑动变阻器。

(3)若电阻R1和R2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_________(填“b”或“c”)相连。判断依据是：　　　　　　　　。

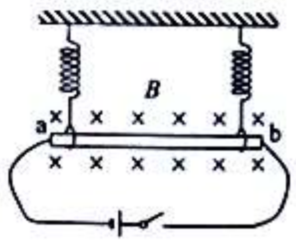
解析：(1)定什电阻和毫安有都是并联关系，电压相等，电流和电阻成反比，若使用a和b两个接线柱，量程为3mA，则通过R1的电流为2mA，电流经为1：2，所以电阻比为2：1，可得 $R_1+R_2=\frac{1}{2}R_g=50\Omega$。若使用a和c两个接线柱，电表量程为10mA，通用R1的电流为9mA，电流比为1：9，可得电阻比为9：1，即 $R_1=\frac{1}{9}(R_g+R_2)$，整理可得 $R_1=15\Omega$，$R_2=35\Omega$

(2)根据电流表校准的刻度，可知电路中总阻值最大为 $\frac{1.5v}{0.0005A}=3000\Omega$，最小阻值为 $\frac{1.5v}{0.003A}=500\Omega$。若定值电阻选择为 1000Ω，则无法校准3.0mA;所以定值电阻选择 500Ω。由于最大阻值要达到 3000Ω，所以滑动变阻器要选择 3000Ω。

(3)因为只有一个损坏，所以验证 R_2 是否损坏即可。所以d点应和接线柱 ”c”相连，若电流表无示数，则说明 R_2 短路，若电流表有示数，则说明 R_1 断路。

答案：(1) $R_1=15\Omega$　　$R_2=35\Omega$ (2) 500Ω　　3000Ω (3)c　若电流表无示数，则说明R2断路，若电流表有示数，则说明R1断路。

10.(12 分)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,重力加速度大小取 $10m/s^2$ 。判断开关闭合后金属棒所受安培力的方向,并求出金属棒的质量。



解析:

金属棒通电后,闭合回路电流 $I=\frac{U}{R}=\frac{12v}{2\Omega}=6A$

导体棒受到安培力 $F=BIL=0.06N$

根据安培定则可判断金属棒受到安培力方向竖直向下

开关闭合前 $2\times k\times 0.5\times 10^{-2}m=mg$

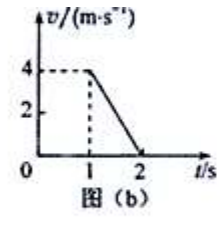
开关闭合后 $2\times k\times (0.5+0.3)\times 10^{-2}m=mg+F$

m=0.01kg

答案:m=0.01kg

11.(20 分)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

图(a)



图(b)

(1)木板与地面间的动摩擦因数 μ_1 及小物块与木板间的动摩擦因数 μ_2;

(2)木板的最小长度;

(3)木板右端离墙壁的最终距离。

解析：(1)根据图像可以判定碰撞前木块与木板共同速度为 $v=4m/s$

碰撞后木板速度水平向左，大小也是 $v=4m/s$

木块受到滑动摩擦力而向右做匀减速，根据牛顿第二定律有 $\mu_2 g=\frac{4m/s-0m/s}{1s}$

解得 $\mu_2=0.4$

木板与墙壁碰撞前，匀减速运动时间 $t=1s$，位移 $x=4.5m$，末速度 $v=4m/s$

其逆运动则为匀加速直线运动可得 $x=vt+\frac{1}{2}at^2$

带入可得 $a=1m/s^2$

木块和木板整体受力分析，滑动摩擦力提供合外力，即 $\mu_1 g=a$

可得 $\mu_1=0.1$

(2)碰撞后，木板向左匀减速，依据牛顿第二定律有 $\mu_1(\mathrm{M}+m)\mathrm{g}+\mu_2 mg=Ma_1$

可得 $a_1=\frac{4}{3}m/s^2$

对滑块，则有加速度 $a_2=4m/s^2$

滑块速度先减小到 0，此时碰后时间为 $t_1=1s$

此时，木板向左的位移为 $x_1=vt_1-\frac{1}{2}a_1t_1^2=\frac{10}{3}m$ 末速度 $v_1=\frac{8}{3}m/s$

滑块向右位移 $x_2=\frac{4m/s+0}{2}t_1=2m$

此后，木块开始向左加速，加速度仍为 $a_2=4m/s^2$

木块继续减速，加速度仍为 $a_1=\frac{4}{3}m/s^2$

假设又经历 t_2 二者速度相等，则有 $a_2t_2=v_1-a_1t_2$

解得 $t_2=0.5s$

此过程，木板位移 $x_3=v_1t_2-\frac{1}{2}a_1t_2^2=\frac{7}{6}m$　　末速度 $v_3=v_1-a_1t_2=2m/s$

滑块位移 $x_4=\frac{1}{2}a_2t_2^2=\frac{1}{2}m$

此后木块和木板一起匀减速。

二者的相对位移最大为 $\Delta x=x_1+x_3+x_2-x_4=6m$

滑块始终没有离开木板，所以木板最小的长度为 $6m$

(3)最后阶段滑块和木板一起匀减速直到停止，整体加速度 $a=\mu_1 g=1m/s^2$

位移 $x_5=\frac{v_3^2}{2a}=2m$

所以木板右端离墙壁最远的距离为 $x_1+x_3+x_5=6.5m$

答案：(1) $\mu_1=0.1$　$\mu_2=0.4$　(2) $6m$　(3) $6.5m$

12.(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

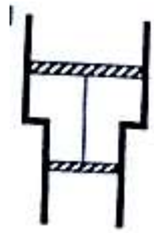
E.在熔化过程中，晶体要吸收热量，但温度保持不变，内能也保持不变

解析：晶体有固定的熔点，并不会因为颗粒的大小而改变，即使敲碎为小颗粒，仍旧是晶体，选项 A 错。根据是否有固定的熔点，可以把固体分为晶体和非晶体两类，晶体有各向异性，选项 B 对。同种元素构成的可能由于原子的排列方式不同而形成不同的晶体如金刚石和炭。选项 C 对。晶体的分子排列结构如果遭到破坏就可能形成非晶体，反之亦然，选项 D 对。熔化过程中，晶体要吸热，温度不变，但是内能增大，选项 E 错。

答案：BCD

(2)(10 分)如图，一固定的竖直气缸有一大一小两个同轴圆筒组成，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 $p=1.00\times10^5Pa$，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
解析：(1)大小活塞缓慢下降过程，活塞外表受力情况不变，气缸内压强不变，气缸内气体为等压变化，即 $\frac{v_1}{T_1}=\frac{v_2}{T_2}$

初始 $v_1=\frac{L}{2}(s_1+s_2)$

末状态 $v_2=Ls_2$

$$T_2=\frac{2}{3}T_1=330k$$

带入可得

(2)对大小活塞受力分析则有 $m_1g+m_2g+ps_1+p_1s_2=ps_2+p_1s_1$

可得 $p_1=1.1\times10^5pa$

缸内封闭的气体与缸外大气达到热平衡时，气体体积不变，为等容变化

$$\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2}$$

可得

$$p_2=1.01\times10^5pa$$

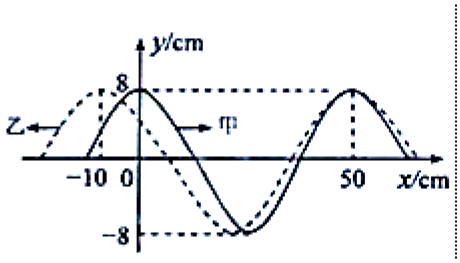
答案：i) $T_2=\frac{2}{3}T_1=330k$ (ii) $p_2=1.01\times10^5pa$

13.(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。

解析：双缝干涉条纹间距 $\Delta x=\frac{L\lambda}{d}$ ，红光波长长，所以红光的双缝干涉条纹间距较大，即 $\Delta x_1>\Delta x_2$。条纹间距根据数据可得 $\Delta x=\frac{10.5mm}{5}=2.1mm=2.1\times10^{-2}m$，根据 $\Delta x=\frac{L\lambda}{d}$ 可得 $d=\frac{L\lambda}{\Delta x}=\frac{1m\times630\times10^{-9}m}{2.1\times10^{-2}m}=3\times10^{-4}m=0.3mm$。

答案：＞　0.3

(2)(10 分)甲乙两列简谐横波在同一介质中分别沿 x 轴正向和负向传播，波速均为 $25cm/s$，两列波在 $t=0$ 时的波形曲线如图所示，求



(i) $t=0$ 时，介质中偏离平衡位置位移为 16 cm 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

解析：(i)根据两列波的振幅都为 $8cm$，偏离平衡位置位移为 16 cm 的的质点即为两列波的波峰相遇。

设质点 x 坐标为 x

根据波形图可知，甲乙的波长分别为 $\lambda_{乙}=60cm$， $\lambda_{甲}=50cm$

则甲乙两列波的波峰坐标分别为

$$x_1=50+k_1\times50(\mathrm{k}_1=\pm1,\pm2,\pm3\cdots\cdots)$$

$$x_1=50+k_2\times80(\mathrm{k}_2=\pm1,\pm2,\pm3\cdots\cdots)$$

综上，所有波峰和波峰相遇的质点坐标为

整理可得 $x_1=(50+300n)cm$　　$n=\pm1,\pm2,\pm3\cdots\cdots$

(ii)偏离平衡位置位移为 $-16cm$ 是两列波的波谷相遇的点，

$t=0$ 时，波谷之差 $\Delta x=(50+\frac{2n_1+1}{2}\times60)-(50+\frac{2n_2+1}{2}\times50)$　　$n=\pm1,\pm2,\pm3\cdots\cdots$

整理可得 $\Delta x=10(6\mathrm{n}_1-5\mathrm{n}_2)+5$

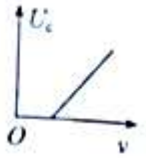
波谷之间最小的距离为 $\Delta x'=5cm$

两列波相向传播，相对速度为 $2v=50cm/s$

所以出现偏离平衡位置位移为 $-16cm$ 的最短时间 $t=\dfrac{\Delta x'}{2v}=0.1s$

答案：(ⅰ) $x_1=(50+300n)cm \qquad n=\pm1,\pm2,\pm3\cdots\cdots$ (ⅱ) $0.1s$

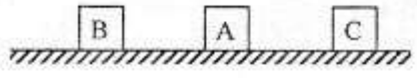
14.(15 分)(1)(5 分)在某次光电效应实验中，得到的遏制电压 u_0 与入射光的频率 ν 的关系如图所示，若该直线的斜率和截距分别为 k 和 b，电子电荷量的绝对值为 e，则普朗克常量可表示为______，所用材料的逸出功可表示为________。



解析：光电效应中，入射光子能量 $h\nu$，克服逸出功 w_0 后多余的能量转换为电子动能，反向遏制电压 $eu=h\nu-w_0$；整理得 $u=\dfrac{h}{e}\nu-\dfrac{w_0}{e}$，斜率即 $\dfrac{h}{e}=k$，所以普朗克常量 $h=ek$，截距为 b，即 $eb=-w_0$，所以逸出功 $w_0=-eb$

答案： $h=ek \qquad w_0=-eb$

(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。



解析：设 A 运动的初速度为 v_0，

A 向右运动与 C 发生碰撞，根据弹性碰撞可得

$$mv=mv_1+Mv_2$$

$$\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}m{v_1}^2+\frac{1}{2}M{v_2}^2$$

可得 $v_1=\frac{m-M}{m+M}v$　　$v_2=\frac{2m}{m+M}v$

要使得 A 与 B 发生碰撞，需要满足 $v_1<0$，即 $m<M$

A 反向向左运动与 B 发生碰撞过程，弹性碰撞

$$mv_1=mv_3+Mv_4$$

$$\frac{1}{2}mv_1{}^2=\frac{1}{2}mv_3{}^2+\frac{1}{2}Mv_4{}^2$$

整理可得

$$v_3=\frac{m-M}{m+M}v_1$$

$$v_4=\frac{2m}{m+M}v_1$$

由于 $m<M$，所以 A 还会向右运动，根据要求不发生第二次碰撞，需要满足 $v_3<v_2$

即 $v_2=\frac{2m}{m+M}v>\frac{M-m}{m+M}v_1=(\frac{m-M}{m+M})^2v$

整理可得 $m^2-4Mm>M^2$

解方程可得 $m\geq(\sqrt{5}-2)M$

答案：$m^2-4Mm>M^2$