2012 年山东理综

1. 以下叙述正确的是（AD）

   A. 法拉第发现了电磁感应现象

   B. 惯性是物体的固有属性，速度大的物体惯性一定大

   C. 牛顿最早通过理想斜面实验得出力不是维持物体运动的原因

   D. 感应电流遵从楞次定律所描述的方向，这是能量守恒定律的必然结果

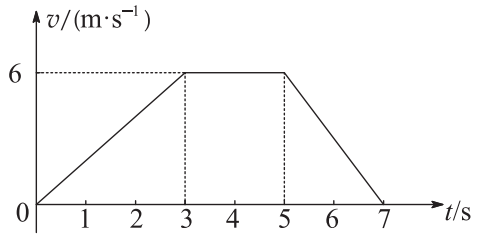
   > 惯性是物体的固有属性，质量是决定物体惯性大小的唯一因素，选项 B 错误；伽利略最早通过理想斜面实验得出力不是维持物体运动的原因，选项 C 错误。

2. 2011 年 11 月 3 日，“神舟八号”飞船与“天宫一号”目标飞行器成功实施了首次交会对接。任务完成后“天宫一号”经变轨升到更高的轨道，等待与“神舟九号”交会对接。变轨前和变轨完成后“天宫一号”的运行轨道均可视为圆轨道，对应的轨道半径分别为 R_1、R_2，线速度大小分别为 v_1、v_2。则 $\frac{v_1}{v_2}$ 等于（B）

   A. $\sqrt{\frac{R_1^3}{R_2^3}}$　　B. $\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$　　C. $\frac{R_2^2}{R_1^2}$　　D. $\frac{R_2}{R_1}$

   > 万有引力提供向心力有 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$，得 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$，所以 $\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$，选项 B 正确。

3. 将地面上静止的货物竖直向上吊起，货物由地面运动至最高点的过程中，$v-t$ 图像如图所示。以下判断正确的是（AC）

   A. 前 3 s 内货物处于超重状态

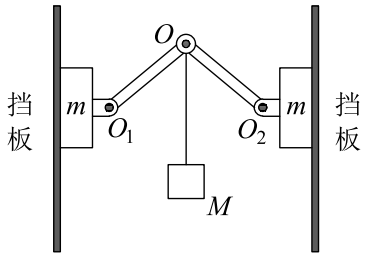
   B. 最后 2 s 内货物只受重力作用

   C. 前 3 s 内与最后 2 s 内货物的平均速度相同

   D. 第 3 s 末至第 5 s 末的过程中，货物的机械能守恒

   > 根据 $v-t$ 图像可知，前 3 s 内货物向上做匀加速直线运动，加速度向上，处于超重状态，选项 A 正确；最后 2 s 内货物做匀减速直线运动，加速度大小为 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=3\,\mathrm{m/s^2}$，受重力和拉力作用，选项 B 错误；根据匀变速直线运动平均速度公式 $\overline{v}=\frac{v_0+v_t}{2}$，前 3 s 内与最后 2 s 内货物的平均速度相同，都为 3 m/s，选项 C 正确；第 3 s 末至第 5 s 末的过程中，货物匀速上升，机械能不守恒，选项 D 错误。

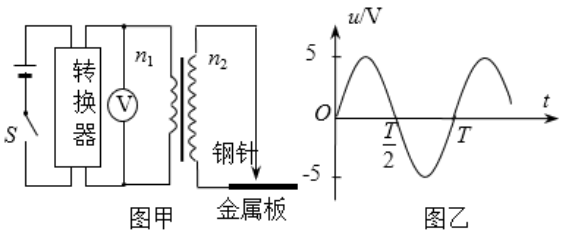
4. 如图所示，两相同轻质硬杆 OO_1、OO_2 可绕其两端垂直纸面的水平轴 O、O_1、O_2 转动，在 O 点悬挂一重物 M，将两相同木块 m 紧压在竖直挡板上，此时整个系统保持静止。F_f 表示木块与挡板间摩擦力的大小，F_N 表示木块与挡板间正压力的大小。若挡板间的距离稍许增大后，系统仍静止且 O_1、O_2 始终等高，则（BD）



A. F_f 变小　　B. F_f 不变　　C. F_N 变小　　D. F_N 变大

> 把重物 M 和两木块 m 看成整体受力分析可得，竖直方向合力为零，始终木块与挡板间摩擦力 $2F_f = 2mg + Mg$，选项 A 错误、B 正确；挡板间的距离稍许增大后，对结点 O 受力分析可得，轻杆弹力增大，对木块受力分析得木块与挡板间正压力增大，选项 C 错误、D 正确。

5. 如图所示为某燃气炉点火装置的原理图，转换器将直流电压转换为图中右侧所示的正弦交变电压，并加在一理想变压器的原线圈上，变压器原、副线圈的匝数分别为 n_1、n_2。V 为交流电压表。当变压器副线圈电压的瞬时值大于 5000 V 时，就会在钢针和金属板间引发电火花进而点燃气体。以下判断正确的是（BC）

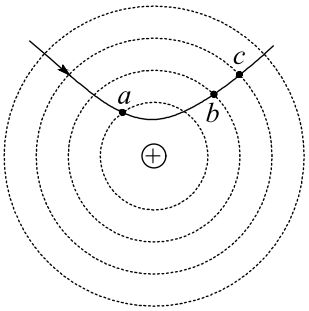


A. 电压表的示数等于 5 V　　B. 电压表的示数等于 $\frac{5}{\sqrt{2}}$ V

C. 实现点火的条件是 $\frac{n_2}{n_1} > 1000$　　D. 实现点火的条件是 $\frac{n_2}{n_1} < 1000$

> 电压表的示数为有效值，所以等于 $U_1 = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{5\sqrt{2}}{2}$ V，选项 A 错误、B 正确；实现点火的条件是副线圈电压的最大值 $U_{2m} > 5000$ V，由 $U_{2m} = \frac{n_2}{n_1}U_{1m}$ 及 $U_{1m} = 5$ V 得 $\frac{n_2}{n_1} > 1000$，选项 C 正确、D 错误。

6. 图中虚线为一组间距相等的同心圆，圆心处固定一带正电的点电荷。一带电粒子以一定初速度射入电场，实线为粒子仅在电场力作用下的运动轨迹，a、b、c 三点是实线与虚线的交点。则该粒子（CD）



A. 带负电

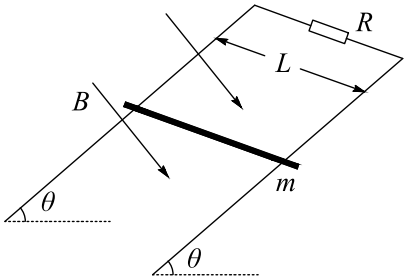
B. 在 c 点受力最大

C. 在 b 点的电势能大于在 c 点的电势能

D. 由 a 点到 b 点的动能变化大于由 b 点到 c 点的动能变化

> 根据粒子运动轨迹可知，粒子带正电，选项 A 错误；根据库仑定律可知，离点电荷最近时受力最大，选项 B 错误；从 b 点到 c 点电场力做正功，电势能减小，选项 C 正确；同心圆间距相等，所以 a 点到 b 点电势差大于 b 点到 c 点的电势差，所以由 a 点到 b 点的动能变化大于由 b 点到 c 点的动能变化，选项 D 正确。

7. 如图所示，相距为 L 的两条足够长的光滑平行金属导轨与水平面的夹角为 θ，上端接有定值电阻 R，匀强磁场垂直于导轨平面，磁感应强度为 B。将质量为 m 的导体棒由静止释放，当速度达到 v 时开始匀速运动，此时对导体棒施加一平行于导轨向下的拉力，并保持拉力的功率恒为 P，导体棒最终以 $2v$ 的速度匀速运动。导体棒始终与导轨垂直且接触良好，不计导轨和导体棒的电阻，重力加速度为 g。下列选项正确的是 (AC)



A. $P=2mgv\sin\theta$

B. $P=3mgv\sin\theta$

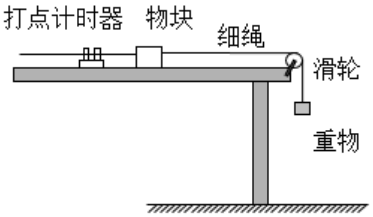
C. 当导体棒速度达到 $\frac{v}{2}$ 时加速度大小为 $\frac{g}{2}\sin\theta$

D. 在速度达到 $2v$ 以后匀速运动的过程中，R 上产生的焦耳热等于拉力所做的功

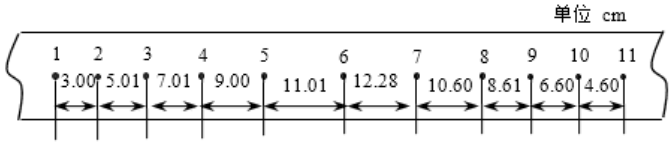
> 当速度达到 v 时开始匀速运动，受力分析可得 $mg\sin\theta=\frac{B^2L^2v}{R}$，导体棒最终以 $2v$ 的速度匀速运动时，拉力为 $F=mg\sin\theta$，所以拉力的功率为 $P=2mgv\sin\theta$，选项 A 正确、B 错误。当导体棒速度达到 $\frac{v}{2}$ 时安培力 $F=\frac{1}{2}mg\sin\theta$，加速度为 $a=\frac{1}{2}g\sin\theta$，选项 C 正确。在速度达到 $2v$ 以后匀速运动的过程中，根据能量守恒定律，R 上产生

的焦耳热等于拉力所做的功加上重力做的功，选项 D 错误。

8. 某同学利用如图所示的实验装置，探究物块在水平桌面上的运动规律。物块在重物的牵引下开始运动，重物落地后，物块再运动一段距离停在桌面上（尚未到达滑轮处）。从纸带上便于测量的点开始，每 5 个点取 1 个计数点，相邻计数点间的距离如图中右侧纸带所示。打点计时器电源的频率为 50 Hz。



图甲



图乙

(1) 通过分析纸带数据，可判断物块在两相邻计数点 _____ 和 _____ 之间某时刻开始减速。

(2) 计数点 5 对应的速度大小为 _____ m/s，计数点 6 对应的速度大小为 _____ m/s（保留三位有效数字）

(3) 物块减速运动过程中加速度的大小为 $a=$_____ $\mathrm{m/s^2}$，若用 $\frac{a}{g}$ 来计算物块与桌面间的动摩擦因数（g 为重力加速度），则计算结果比动摩擦因数的真实值 _____（填“偏大”或“偏小”）。

(1) 6；7（或 7；6） (2) 1.00；1.20 (3) 2.00；偏大

①由于计数点前后的间隔距离都小于它们的间隔距离，说明计数点 6 之前物块在加速，计数点 7 之后物块在减速，则开始减速的时刻在 6 和 7 之间。

②计数点 5 对应的速度等于 4 和 6 间的平均速度 $v_5=\frac{(9.00+11.01)\times10^{-2}}{0.2}\,\mathrm{m/s}=1.00\,\mathrm{m/s}$；同理 $v_4=\frac{(7.01+9.00)\times10^{-2}}{0.2}\,\mathrm{m/s}=0.80\,\mathrm{m/s}$；又 $v_5=\frac{v_4+v_6}{2}$ 可解得计数点 6 对应的速度大小为 $1.20\,\mathrm{m/s}$。

③在减速阶段 $\Delta x=2.00\,\mathrm{cm}$，则加速度为 $a=\frac{\Delta x}{T^2}=\frac{2.00\times10^{-2}}{0.1^2}\,\mathrm{m/s^2}=2.00\,\mathrm{m/s^2}$。在减速阶段产生加速度的力是滑动摩擦力和纸带受到的阻力，所以计算结果比动摩擦因数的真实值“偏大”。

9. 在测量金属丝电阻率的实验中，可供选用的器材如下：

待测金属丝：R_x（阻值约 $4\,\Omega$，额定电流约 $0.5\,\mathrm{A}$）；

电压表：V（量程 $3\,\mathrm{V}$，内阻约 $3\,\mathrm{k\Omega}$）；

电流表：A_1（量程 $0.6\,\mathrm{A}$，内阻约 $0.2\,\Omega$）；

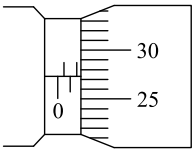
A_2（量程 $3\,\mathrm{A}$，内阻约 $0.05\,\Omega$）；

电源：E_1（电动势 3 V，内阻不计）；

E_2（电动势 12 V，内阻不计）；

滑动变阻器：R（最大阻值约 20 Ω）；

螺旋测微器；毫米刻度尺；开关 S；导线。



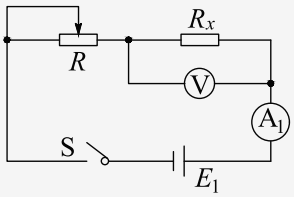
(1) 用螺旋测微器测量金属丝的直径，示数如图所示，读数为 _____ mm。

(2) 若滑动变阻器采用限流接法，为使测量尽量精确，电流表应选 _____、电源应选 _____（均填器材代号），在虚线框内完成电路原理图。

(1) 1.773 mm（1.771~1.775 均可） (2) 电流表应选 A_1，电源应选 E_1；电路采用电流表外接、滑动变阻器限流接法。

①螺旋测微器的固定刻度为 1.5 mm，可动刻度为 $27.3 \times 0.01\,\text{mm} = 0.273\,\text{mm}$，读数为 1.773 mm（1.771~1.775 均可）。

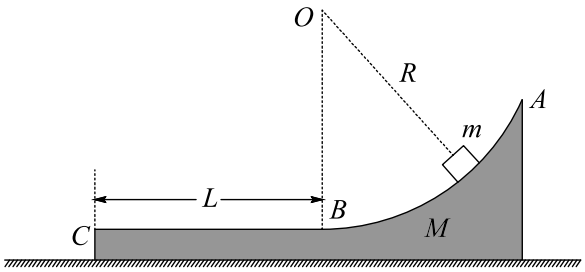
②电压表量程 3 V，所以电源应选 E_1，通过待测金属丝的最大电流约为 $I = \frac{3}{4}\,\text{A} = 0.75\,\text{A}$，所以电流表应选 A_1。电路原理图如图所示。



10. 如图所示，一工件置于水平地面上，其 AB 段为一半径 $R = 1.0\,\text{m}$ 的光滑圆弧轨道，BC 段为一长度 $L = 0.5\,\text{m}$ 的粗糙水平轨道，二者相切于 B 点，整个轨道位于同一竖直平面内，P 点为圆弧轨道上的一个确定点。一可视为质点的物块，其质量 $m = 0.2\,\text{kg}$，与 BC 间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.4$。工件质量 $M = 0.8\,\text{kg}$，与地面间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.1$。（取 $g = 10\,\text{m/s}^2$）

(1) 若工件固定，将物块由 P 点无初速度释放，滑至 C 点时恰好静止，求 P、C 两点间的高度差 h。

(2) 若将一水平恒力 F 作用于工件，使物块在 P 点与工件保持相对静止，一起向左做匀加速直线运动。①求 F 的大小。②当速度 $v = 5\,\text{m/s}$ 时，使工件立刻停止运动（即不考虑减速的时间和位移），物块飞离圆弧轨道落至 BC 段，求物块的落点与 B 点间的距离。



(1) 0.2 m (2) ① 8.5 N

② 0.4 m

（1）物块从 P 点下滑经 B 点至 C 点的整个过程，根据动能定理得

$mgh-\mu_1 mgL=0$ ①

代入数据得

$h=0.2\,\mathrm{m}$ ②

（2）①设物块的加速度大小为 a，P 点与圆心的连线与竖直方向间的夹角为 θ，由几何关系可得

$\cos\theta=\frac{R-h}{R}$ ③

根据牛顿第二定律，对物体有

$mg\tan\theta=ma$ ④

对工件和物体整体有

$F-\mu_2(M+m)g=(M+m)a$ ⑤

联立②③④⑤式，代入数据得 $F=8.5\,\mathrm{N}$ ⑥

②设物体平抛运动的时间为 t，水平位移为 x_1，物块落点与 B 间的距离为 x_2，由运动学公式可得

$h=\frac{1}{2}gt^2$ ⑦

$x_1=vt$ ⑧

$x_2=x_1-R\sin\theta$ ⑨

联立②③⑦⑧⑨式，代入数据得 $x_2=0.4\,\mathrm{m}$ ⑩

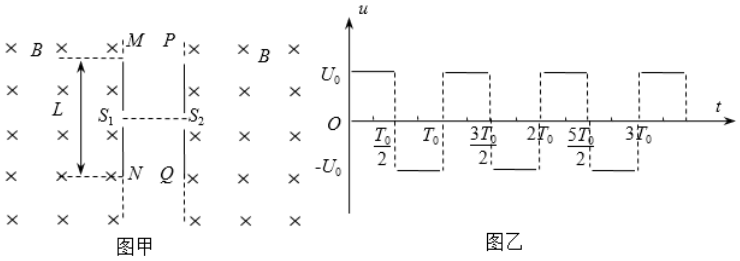
11. 如图所示，相隔一定距离的竖直边界两侧为相同的匀强磁场区，磁场方向垂直纸面向里，在边界上固定两长为 L 的平行金属极板 MN 和 PQ，两极板中心各有一小孔 S_1、S_2，两极板间电压的变化规律如图中右侧所示，正反向电压的大小均为 U_0，周期为 T_0。在 $t=0$ 时刻将一个质量为 m、电荷量为 $-q$（$q>0$）的粒子由 S_1 静止释放，粒子在电场

力的作用下向右运动，在 $t=\frac{T_0}{2}$ 时刻通过 S_2 垂直于边界进入右侧磁场区。（不计粒子重力，不考虑极板外的电场）

(1) 求粒子到达 S_2 时的速度大小 v 和极板间距 d。

(2) 为使粒子不与极板相撞，求磁感应强度的大小应满足的条件。

(3) 若已保证了粒子未与极板相撞，为使粒子在 $t=3T_0$ 时刻再次到达 S_2，且速度恰好为零，求该过程中粒子在磁场内运动的时间和磁感应强度的大小。



图甲　　图乙

(1) $v=\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$，$d=\frac{T_0}{4}\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$　(2) $B<\frac{4}{L}\sqrt{\frac{2mU_0}{q}}$　(3) $t=\frac{7T_0}{4}$，$B=\frac{8\pi m}{7qT_0}$

（1）粒子由 S_1 至 S_2 的过程中，根据动能定理得

$qU_0=\frac{1}{2}mv^2$ ①

由①式得

$v=\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$ ②

设粒子的加速度大小为 a，由牛顿第二定律得

$q\frac{U_0}{d}=ma$ ③

由运动学公式得 $d=\frac{1}{2}a\left(\frac{T_0}{2}\right)^2$ ④

联立③④式得

$d=\frac{T_0}{4}\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$ ⑤

（2）设磁感应强度大小为 B，粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R，由牛顿第二定律得

$qvB=m\frac{v^2}{R}$ ⑥

要使粒子在磁场中运动时不与极板相撞，须满足

$2R>\frac{L}{2}$ ⑦

联立②⑥⑦式得 $B<\frac{4}{L}\sqrt{\frac{2mU_0}{q}}$ ⑧

（3）设粒子在两边界之间无场区向左匀速运动的过程用时为 t_1，有

$d = vt_1$ ⑨

联立②⑤⑨式得 $t_1 = \frac{T_0}{4}$ ⑩

若粒子再次到达 S_2 时速度恰好为零，粒子回到极板间应做匀减速运动，设匀减速运动的时间为 t_2，根据运动学公式得 $d = \frac{v}{2}t_2$ (11)

联立⑨⑩ (11) 式得 $t_2 = \frac{T_0}{2}$ (12)

设粒子在磁场中运动的时间为 t

$t = 3T_0 - \frac{T_0}{2} - t_1 - t_2$ (13)

联立⑩ (12)(13) 式得 $t = \frac{7T_0}{4}$ (14)

设粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的周期为 T，由⑥式结合运动学公式得

$T = \frac{2\pi m}{qB}$ (15)

由题意得 $T = t$ (16)

联立 (14)(15)(16) 式得 $B = \frac{8\pi m}{7qT_0}$ (17)

12. 以下说法正确的是 (AB)

A. 水的饱和汽压随温度的升高而增大

B. 扩散现象表明，分子在永不停息地运动

C. 当分子间距离增大时，分子间引力增大，分子间斥力减小

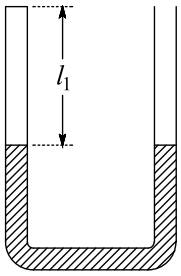
D. 一定质量的理想气体，在等压膨胀过程中，气体分子的平均动能减小

当分子间距离增大时，分子间引力减小，分子间斥力也减小，选项 C 错误；一定质量的理想气体，在等压膨胀过程中，温度升高，气体分子的平均动能增大，选项 D 错误。

13. 如图所示，粗细均匀、导热良好、装有适量水银的 U 形管竖直放置，右端与大气相通，左端封闭气柱长 $l_1 = 20\,\mathrm{cm}$（可视为理想气体），两管中水银面等高。现将右端与一低压舱（未画出）接通，稳定后右管水银面高出左管水银面 $h = 10\,\mathrm{cm}$。（环境温度不变，大气压强 $p_0 = 75\,\mathrm{cmHg}$）

(1) 求稳定后低压舱内的压强（用“cmHg”作单位）。

(2) 此过程左管内的气体对外界 _____（填“做正功”“做负功”或“不做功”），气体将 _____（填“吸热”或“放热”）。



(1) 50 cmHg　(2) 做正功；吸热

（1）设 U 形管横截面积为 S，右端与大气相通时左管中封闭气体压强为 P_1，右端与一低压舱接通后左管中封闭气体压强为 P_2，气柱长度为 l_2，稳定后低压舱内的压强为 P。左管中封闭气体发生等温变化，根据玻意耳定律得：$p_1V_1 = p_2V_2$ ①

$P_1 = P_0$ ②

$P_2 = P + P_h$ ③

$V_1 = l_1S$ ④

$V_2 = l_2S$ ⑤

由几何关系得 $h = 2(l_2 - l_1)$ ⑥

联立①②③④⑤⑥式，代入数据得

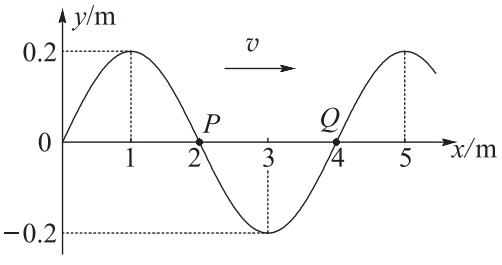
$P = 50\,\text{cmHg}$ ⑦

（2）由于左管内的气体体积增大，对外界做正功；而温度不变，由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$，气体将吸热。

14. 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，$t = 0$ 时刻的波形如图所示，介质中质点 P、Q 分别位于 $x = 2\,\text{m}$、$x = 4\,\text{m}$ 处。从 $t = 0$ 时刻开始计时，当 $t = 15\,\text{s}$ 时质点 Q 刚好第 4 次到达波峰。

(1) 求波速。

(2) 写出质点 P 做简谐运动的表达式（不要求推导过程）。



甲

(1) 1 m/s (2) $y = 0.2\sin(0.5\pi t)$ m

①设简谐横波的波速为 v，波长为 λ，周期为 T，由图像知，$\lambda = 4$ m。由题意得

$t = 3T + \frac{3}{4}T$ ①

$v = \frac{\lambda}{T}$ ②

联立①②式，代入数据得 $v = 1$ m/s ③

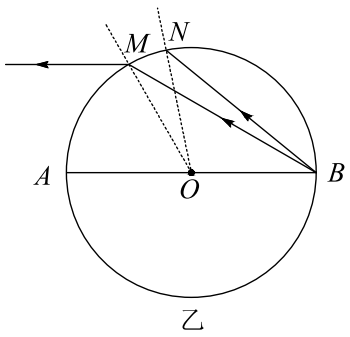
②质点 P 做简谐运动的表达式为

$y = 0.2\sin(0.5\pi t)$ m ④

15. 如图所示，一玻璃球体的半径为 R，O 为球心，AB 为直径。来自 B 点的光线 BM 在 M 点射出，出射光线平行于 AB，另一光线 BN 恰好在 N 点发生全反射。已知 ∠ABM= 30°，求：

(1) 玻璃的折射率。

(2) 球心 O 到 BN 的距离。



乙

(1) $\sqrt{3}$ (2) $\frac{\sqrt{3}}{3}R$

①设光线 BM 在 M 点的入射角为 i，折射角为 r，由几何关系可知，$i = 30°$，$r = 60°$。根据折射定律得

$n = \frac{\sin r}{\sin i}$ ①

代入数据得

$n = \sqrt{3}$ ②

②光线 BN 恰好在 N 点发生全反射，则 $\angle BNO$ 为临界角 C。

$\sin C = \frac{1}{n}$ ③

设球心到 BN 的距离为 d，由几何关系可知

$d = R\sin C$ ④

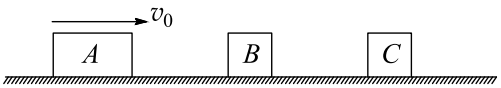
联立③④式得 $d = \frac{\sqrt{3}}{3}R$ ⑤

16. 氢原子第 n 能级的能量为 $E_n = \frac{E_1}{n^2}$，其中 E_1 为基态能量。当氢原子由第 4 能级跃迁到第 2 能级时，发出光子的频率为 ν_1；若氢原子由第 2 能级跃迁到基态，发出光子的频率为 ν_2，则 $\frac{\nu_1}{\nu_2}$ =_____。

$\frac{1}{4}$

根据跃迁公式 $h\nu = E_m - E_n$ 即可解得。

17. 光滑水平轨道上有三个木块 A、B、C，质量分别为 $m_A = 3m$、$m_B = m_C = m$，开始时 B、C 均静止，A 以初速度 v_0 向右运动，A 与 B 相撞后分开，B 又与 C 发生碰撞并粘在一起，此后 A 与 B 间的距离保持不变。求 B 与 C 碰撞前 B 的速度大小。



$\frac{6}{5}v_0$

设 AB 碰撞后 A 的速度为 v_A，B 与 C 碰撞前 B 的速度为 v_B，B 与 C 碰撞后粘在一起的速度为 v，由动量守恒定律得

对 A、B 木块：$m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$ ①

对 B、C 木块：$m_B v_B = (m_B + m_C)v$ ②

由 A 与 B 间的距离保持不变可知

$v_A = v$ ③

联立①②③式，代入数据得

$v_B = \frac{6}{5}v_0$ ④