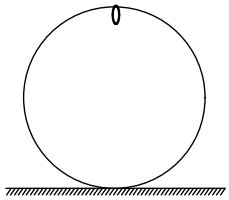
2017 年全国理综 II

1. 如图，一光滑大圆环固定在桌面上，环面位于竖直平面内，在大圆环上套着一个小环。小环由大圆环的最高点从静止开始下滑，在小环下滑的过程中，大圆环对它的作用力 (A)



A. 一直不做功
B. 一直做正功
C. 始终指向大圆环圆心
D. 始终背离大圆环圆心

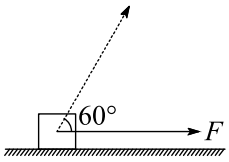
> 大圆环光滑，没有摩擦力对小环做功，大圆环给小环的弹力与小环速度方向始终垂直，对小环也不做功，故 A 正确 B 错误；由受力分析可得，一开始大圆环对小环的弹力背离大圆环圆心，后来大圆环对小环的弹力指向大圆环圆心，故 CD 错误。
>
> 故选 A。

2. 一静止的铀核放出一个 α 粒子衰变成钍核，衰变方程为 ${}^{238}_{92}\mathrm{U} \longrightarrow {}^{234}_{90}\mathrm{Th} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$。下列说法正确的是 (B)

A. 衰变后钍核的动能等于 α 粒子的动能
B. 衰变后钍核的动量大小等于 α 粒子的动量大小
C. 铀核的半衰期等于其放出一个 α 粒子所经历的时间
D. 衰变后 α 粒子与钍核的质量之和等于衰变前铀核的质量

> 根据动量守恒定律可知，生成的钍核的动量与 α 粒子的动量等大反向，选项 B 正确；根据 $E_k = \frac{p^2}{2m}$ 可知，衰变后钍核的动能小于 α 粒子的动能，选项 A 错误；铀核的半衰期等于一半数量的铀核衰变需要的时间，而放出一个 α 粒子所经历的时间是一个原子核衰变的时间，故两者不等，选项 C 错误；由于该反应放出能量，由质能方程可知，衰变后 α 粒子与钍核的质量之和小于衰变前铀核的质量，选项 D 错误。
>
> 故选 B。

3. 如图，一物块在水平拉力 F 的作用下沿水平桌面做匀速直线运动。若保持 F 的大小不变，而方向与水平面成 60° 角，物块也恰好做匀速直线运动。物块与桌面间的动摩擦因数为 (C)



A. $2-\sqrt{3}$ B. $\frac{\sqrt{3}}{6}$ C. $\frac{\sqrt{3}}{3}$ D. $\frac{\sqrt{3}}{2}$

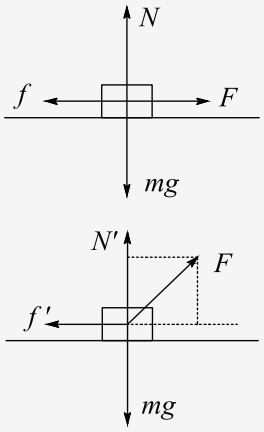
物块在水平拉力 F 作用下做匀速直线运动时 $F=\mu mg$

物块在斜向上的拉力作用下做匀速直线运动时 $F\cos 60^\circ=\mu N'$

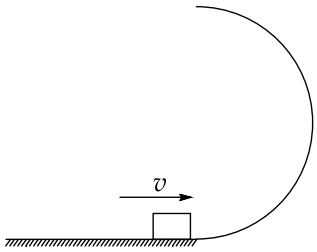
$N'=mg-F\sin 60^\circ$

联立可得 $\mu=\frac{\sqrt{3}}{3}$

故 C 正确。



4. 如图，半圆形光滑轨道固定在水平地面上，半圆的直径与地面垂直。一小物块以速度 v 从轨道下端滑入轨道，并从轨道上端水平飞出，小物块落地点到轨道下端的距离与轨道半径有关，此距离最大时，对应的轨道半径为（重力加速度大小为 g）(B)



A. $\frac{v^2}{16g}$ B. $\frac{v^2}{8g}$ C. $\frac{v^2}{4g}$ D. $\frac{v^2}{2g}$

物块由最低点到最高点有 $\frac{1}{2}mv^2=2mgr+\frac{1}{2}mv_1^2$

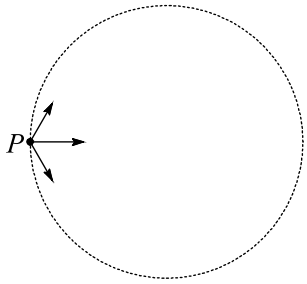
物块做平抛运动 $x=v_1t$，$t=\sqrt{\frac{4r}{g}}$

联立解得 $x=\sqrt{\frac{4v^2}{g}r-16r^2}$

由数学知识可知，当 $r=\frac{\frac{4v^2}{g}}{2\times 16}=\frac{v^2}{8g}$

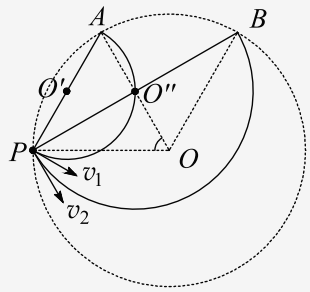
时，x 最大，故选 B。

5. 如图，虚线所示的圆形区域内存在一垂直于纸面的匀强磁场，P 为磁场边界上的一点。大量相同的带电粒子以相同的速率经过 P 点，在纸面内沿不同的方向射入磁场。若粒子射入速率为 v_1，这些粒子在磁场边界的出射点分布在六分之一圆周上；若粒子射入速率为 v_2，相应的出射点分布在三分之一圆周上。不计重力及带电粒子之间的相互作用。则 $v_2 : v_1$ 为 (C)

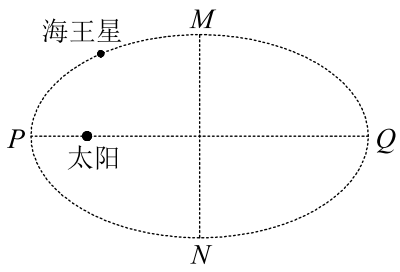


A. $\sqrt{3} : 2$　　B. $\sqrt{2} : 1$　　C. $\sqrt{3} : 1$　　D. $3 : \sqrt{2}$

如图所示，设圆形磁场区域的半径为 R，由题意，粒子以速率 v_1 射入磁场，最远可到达 A 点，粒子以速率 v_2 射入磁场，最远可到达 B 点，结合几何知识，以速率 v_1 射入磁场的粒子的轨道半径 $r_1 = \frac{R}{2}$，以速率 v_2 射入磁场的粒子的轨道半径 $r_2 = \frac{\sqrt{3}R}{2}$，粒子在匀强磁场中做圆周运动 $qvB = m\frac{v^2}{r}$，轨道半径 $r = \frac{mv}{qB}$，联立可得 $\frac{v_2}{v_1} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{\sqrt{3}}{1}$，故 C 正确。



6. 如图，海王星绕太阳沿椭圆轨道运动，P 为近日点，Q 为远日点，M、N 为轨道短轴的两个端点，运行的周期为 T_0。若只考虑海王星和太阳之间的相互作用，则海王星在从 P 经过 M、Q 到 N 的运动过程中 (CD)



A. 从 P 到 M 所用的时间等于 $\frac{T_0}{4}$

B. 从 Q 到 N 阶段，机械能逐渐变大

C. 从 P 到 Q 阶段，速率逐渐变小

D. 从 M 到 N 阶段，万有引力对它先做负功后做正功

由开普勒第二定律知，行星与太阳的连线在相等时间内扫过的面积相等，所以从 P 到 M 所用的时间小于从 M 到 Q 所用的时间，而从 P 到 Q 所用的时间为 $\frac{T_0}{2}$，所以从 P 到 M 所用的时间小于 $\frac{T_0}{4}$，故 A 错误；从 Q 到 N 阶段，只有万有引力对海王星做功，机械能保持不变，故 B 错误；从 P 到 Q 阶段，海王星机械能守恒，势能增大，所以动能减少，速率减小，故 C 正确；从 M 到 Q 阶段，万有引力做负功，从 Q 到 N 阶段，万有引力做正功，故 D 正确。

故选 CD。

7. 两条平行虚线间存在一匀强磁场，磁感应强度方向与纸面垂直。边长为 0.1 m、总电阻为 0.005 Ω 的正方形导线框 abcd 位于纸面内，cd 边与磁场边界平行，如图 a 所示。已知导线框一直向右做匀速直线运动，cd 边于 $t = 0$ 时刻进入磁场。线框中感应电动势随时间变化的图线如图 b 所示（感应电流的方向为顺时针时，感应电动势取正）。下列说法正确的是（BC）

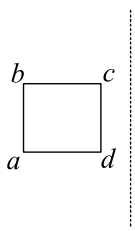


图 a

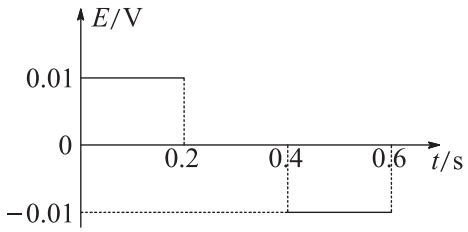


图 b

A. 磁感应强度的大小为 0.5 T

B. 导线框运动速度的大小为 0.5 m/s

C. 磁感应强度的方向垂直于纸面向外

D. 在 $t = 0.4$ s 至 $t = 0.6$ s 这段时间内，导线框所受的安培力大小为 0.1 N

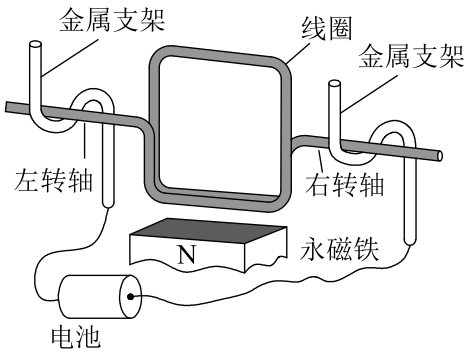
由 $E - t$ 图象可知，线框经过 0.2 s 全部进入磁场，则速度 $v = \frac{l}{t} = \frac{0.1}{0.2}$ m/s $= 0.5$ m/s

选项 B 正确；$E = 0.01$ V，根据 $E = BLv$ 可知 $B = 0.2$ T，选项 A 错误；根据楞次定律可知，磁感应强度的方向垂直于纸面向外，选项 C 正确；在 $t = 0.4$ s 至 $t = 0.6$ s 这段时间内，导线框中的感应电流 $I = \frac{E}{R} = \frac{0.01}{0.005}$ A $= 2$ A

所受的安培力大小为 $F = BIL = 0.04$ N，选项 D 错误。

故选 BC。

8. 某同学自制的简易电动机示意图如图所示。矩形线圈由一根漆包线绕制而成，漆包线的两端分别从线圈的一组对边的中间位置引出，并作为线圈的转轴。将线圈架在两个金属支架之间，线圈平面位于竖直面内，永磁铁置于线圈下方。为了使电池与两金属支架连接后线圈能连续转动起来，该同学应将（AD）



A. 左、右转轴下侧的绝缘漆都刮掉

B. 左、右转轴上下两侧的绝缘漆都刮掉

C. 左转轴上侧的绝缘漆刮掉，右转轴下侧的绝缘漆刮掉

D. 左转轴上下两侧的绝缘漆都刮掉，右转轴下侧的绝缘漆刮掉

> 先有半个周期通电，另外半个周期不通电，线圈就可以借助惯性做完整的圆周运动。选项 C 中左转轴上侧和右转轴下侧的绝缘漆刮掉，整个周期内都不通电，线圈无法运动，故 C 错误；选项 B 中，左右两侧转轴的上下都把绝缘漆刮掉，后半个周期线圈受力方向相反，线圈不能做完整的圆周运动，故 B 错误；选项 AD 只有半个周期通电，可以实现线圈做完整的圆周运动，故 AD 正确。
>
> 故选 AD。

9. 某同学研究在固定斜面上运动物体的平均速度、瞬时速度和加速度之间的关系。使用的器材有：斜面、滑块、长度不同的矩形挡光片、光电计时器。

实验步骤如下：

① 如图 a，将光电门固定在斜面下端附近；将一挡光片安装在滑块上，记下挡光片前端相对于斜面的位置，令滑块从斜面上方由静止开始下滑；

② 当滑块上的挡光片经过光电门时，用光电计时器测得光线被挡光片遮住的时间 Δt；

③ 用 Δs 表示挡光片沿运动方向的长度，如图 b 所示，$\bar{v}$ 表示滑块在挡光片遮住光线的 Δt 时间内的平均速度大小，求出 $\bar{v}$；

④ 将另一挡光片换到滑块上，使滑块上的挡光片前端与①中的位置相同，令滑块由静止开始下滑，重复步骤②、③；

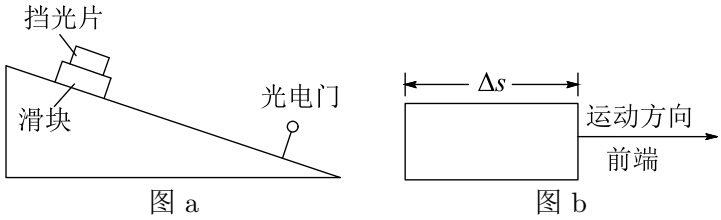
⑤ 多次重复步骤④；

⑥ 利用实验中得到的数据作出 $\bar{v}-\Delta t$ 图，如图 c 所示。

完成下列填空：

(1) 用 a 表示滑块下滑的加速度大小，用 v_A 表示挡光片前端到达光电门时滑块的瞬时速度大小，则 $\bar{v}$ 与 v_A、a 和 Δt 的关系式为 $\bar{v}=$ 。

(2) 由图 c 可求得，$v_A =$ cm/s，$a =$ cm/s^2。（结果保留 3 位有效数字）



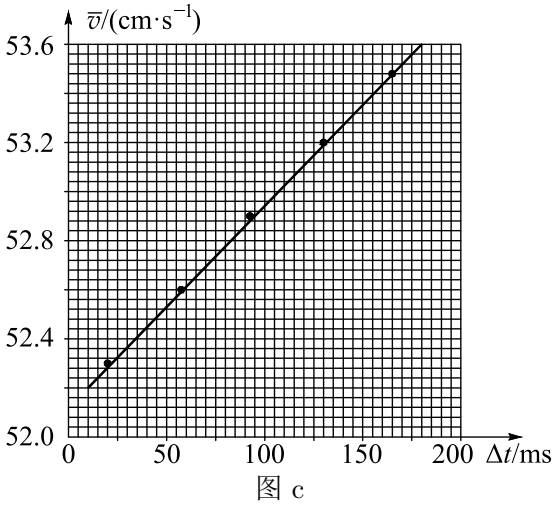


图 c

(1) $\overline{v} = v_A + \frac{1}{2}a\Delta t$ (2) 52.1，16.3（15.8 ~ 16.8）

（1）做匀变速直线运动的物体，平均速度等于中间时刻的瞬时速度，所以 $\overline{v} = v_{\frac{t}{2}} = v_A + a\frac{\Delta t}{2}$

（2）v_A 为图线与纵轴的截距，大小约为 $v_A = 52.1\,\text{cm/s}$；图线斜率的 2 倍为加速度，由图知 $k = \frac{\Delta\overline{v}}{\Delta t} = 8.125\,\text{cm/s}^2$

则 $a = 16.3\,\text{cm/s}^2$。

10. 某同学利用如图 a 所示的电路测量一微安表（量程为 100 μA，内阻大约为 2500 Ω）的内阻。可使用的器材有：两个滑动变阻器 R_1、R_2（其中一个阻值为 20 Ω，另一个阻值为 2000 Ω）；电阻箱 R_z（最大阻值为 99999.9 Ω）；电源 E（电动势约为 1.5 V）；单刀开关 S_1 和 S_2。C、D 分别为两个滑动变阻器的滑片。

(1) 按原理图（a）将图 b 中的实物连线。

(2) 完成下列填空：① R_1 的阻值为 Ω（填“20”或“2000”）。②为了保护微安表，开始时将 R_1 的滑片 C 滑到接近图 a 中的滑动变阻器的 端（填“左”或“右”）对应的位置；将 R_2 的滑片 D 置于中间位置附近。③将电阻箱 R_z 的阻值置于 2500.0 Ω，接通 S_1。将 R_1 的滑片置于适当位置，再反复调节 R_2 的滑片 D 的位置。最终使得接通 S_2 前后，微安表的示数保持不变，这说明 S_2 接通前 B 与 D 所在位置的电势 （填“相等”或“不相等”）。④将电阻箱 R_z 和微安表位置对调，其他条件

保持不变，发现将 R_z 的阻值置于 2601.0 Ω 时，在接通 S_2 前后，微安表的示数也保持不变。待测微安表的内阻为 Ω（结果保留到个位）。

(3) 写出一条提高测量微安表内阻精度的建议：。

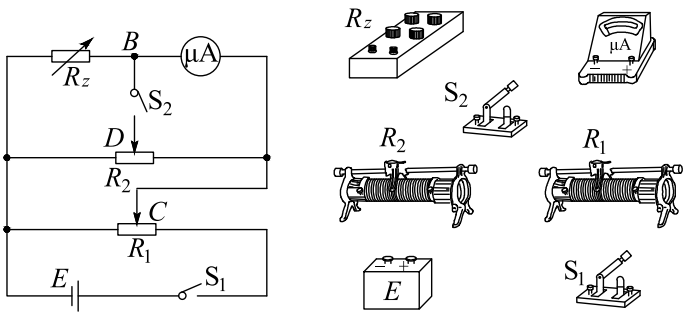
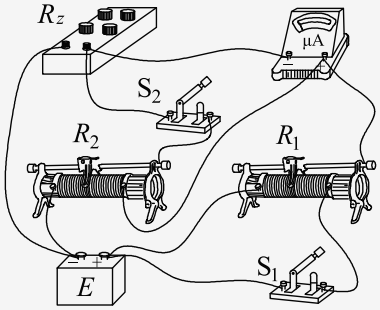


图 a　　图 b

(1) 连线如图　(2) ① 20，②左，③相等，④ 2550　(3) 调节 R_1 上的分压，尽可能使微安表接近满量程

（1）实物连线如图：



（2）①滑动变阻器 R_1 要接成分压电路，则要选择阻值较小的 20 Ω 的滑动变阻器；

②为了保护微安表，开始时将 R_1 的滑片 C 滑到接近图 a 中滑动变阻器的左端对应的位置；

③将电阻箱 R_z 的阻值置于 2500.0 Ω，接通 S_1；将 R_1 的滑片置于适当位置，再反复调节 R_2 的滑片 D 的位置；最终使得接通 S_2 前后，微安表的示数保持不变，这说明 S_2 接通前后在 BD 中无电流流过，可知 B 与 D 所在位置的电势相等；

④设滑片 P 两侧电阻分别为 R_{21} 和 R_{22}，因 B 与 D 所在位置的电势相等，可知 $\frac{R_{z1}}{R_{21}} = \frac{R_A}{R_{22}}$

同理当 R_z 和微安表对调后，仍有 $\frac{R_A}{R_{21}} = \frac{R_{z2}}{R_{22}}$

联立两式解得 $R_A = \sqrt{R_{z1}R_{z2}} = \sqrt{2500 \times 2601}\,\Omega = 2550\,\Omega$

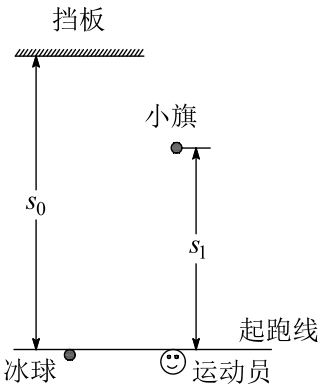
（3）为了提高测量精度，调节 R_1 上的分压，尽可能使微安表接近满量程。

11. 为提高冰球运动员的加速能力，教练员在冰面上与起跑线距离 s_0 和 s_1（$s_1 < s_0$）处分

别设置一个挡板和一面小旗，如图所示。训练时，让运动员和冰球都位于起跑线上，教练员将冰球以初速度 v_0 击出，使冰球在冰面上沿垂直于起跑线的方向滑向挡板；冰球被击出的同时，运动员垂直于起跑线从静止出发滑向小旗。训练要求当冰球到达挡板时，运动员至少到达小旗处。假定运动员在滑行过程中做匀加速运动，冰球到达挡板时的速度为 v_1。重力加速度大小为 g。求：

(1) 冰球与冰面之间的动摩擦因数；

(2) 满足训练要求的运动员的最小加速度。



(1) $\frac{v_0^2-v_1^2}{2gs_0}$ (2) $\frac{s_1(v_0+v_1)^2}{2s_0^2}$

（1）设冰球的质量为 m，冰球与冰面之间的动摩擦因数为 μ，由动能定理得 $-\mu mgs_0=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_0^2$ ①

解得 $\mu=\frac{v_0^2-v_1^2}{2gs_0}$ ②。

（2）冰球到达挡板时，满足训练要求的运动员中，刚好到达小旗处的运动员的加速度最小，设这种情况下，冰球和运动员的加速度大小分别为 a_1 和 a_2，所用的时间为 t，由运动学公式得 $v_0^2-v_1^2=2a_1s_0$ ③

$v_0-v_1=a_1t$ ④

$s_1=\frac{1}{2}a_2t^2$ ⑤

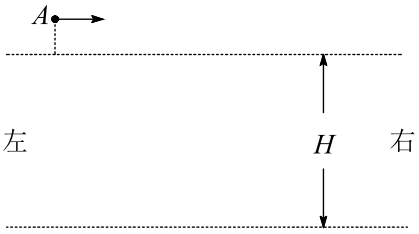
联立③④⑤式得 $a_2=\frac{s_1(v_1+v_0)^2}{2s_0^2}$ ⑥。

12. 如图，两水平面（虚线）之间的距离为 H，其间的区域存在方向水平向右的匀强电场。自该区域上方的 A 点将质量均为 m、电荷量分别为 q 和 $-q$（$q>0$）的带电小球 M、N 先后以相同的初速度沿平行于电场的方向射出。小球在重力作用下进入电场区域，并从该区域的下边界离开。已知 N 离开电场时的速度方向竖直向下；M 在电场中做直线运动，刚离开电场时的动能为 N 刚离开电场时动能的 1.5 倍。不计空气阻力，重力加速度大小为 g。求：

(1) M 与 N 在电场中沿水平方向的位移之比；

(2) A 点距电场上边界的高度；

(3) 该电场的电场强度大小。



(1) 3 : 1　(2) $\frac{1}{3}H$　(3) $E=\frac{mg}{\sqrt{2}q}$

（1）设小球 M、N 在 A 点水平射出时的初速度大小为 v_0，则它们进入电场时的水平速度仍然为 v_0。M、N 在电场中运动的时间 t 相等，电场力作用下产生的加速度沿水平方向，大小均为 a，在电场中沿水平方向的位移分别为 s_1 和 s_2，由题给条件和运动学公式得 $v_0-at=0$ ①

$s_1=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ ②

$s_2=v_0t-\frac{1}{2}at^2$ ③

联立①②③式得 $\frac{s_1}{s_2}=3$ ④。

（2）设 A 点距电场上边界的高度为 h，小球下落 h 时在竖直方向的分速度为 v_y，由运动学公式得 $v_y^2=2gh$ ⑤

$H=v_yt+\frac{1}{2}gt^2$ ⑥

M 进入电场后做直线运动，由几何关系得 $\frac{v_0}{v_y}=\frac{s_1}{H}$ ⑦

联立①②⑤⑥⑦式可得 $h=\frac{1}{3}H$ ⑧。

（3）设电场强度的大小为 E，小球 M 进入电场后做直线运动，则 $\frac{v_0}{v_y}=\frac{qE}{mg}$ ⑨

设 M、N 离开电场时的动能分别为 E_{k1}、E_{k2}，由动能定理得 $E_{k1}=\frac{1}{2}m(v_0^2+v_y^2)+mgH+qEs_1$ ⑩

$E_{k2}=\frac{1}{2}m(v_0^2+v_y^2)+mgH-qEs_2$ ⑪

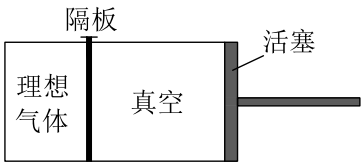
由已知条件 $E_{k1}=1.5E_{k2}$ ⑫

联立④⑤⑦⑧⑨⑩ ⑪⑫ 式可得 $E=\frac{mg}{\sqrt{2}q}$ ⑬。

13. [物理——选修 3-3]（15 分）

(1)（5 分）如图，用隔板将一绝热气缸分成两部分，隔板左侧充有理想气体，隔板右侧与绝热活塞之间是真空。现将隔板抽开，气体会自发扩散至整个气缸。待气体达

到稳定后，缓慢推压活塞，将气体压回到原来的体积。假设整个系统不漏气。下列说法正确的是（ABD）



A. 气体自发扩散前后内能相同

B. 气体在被压缩的过程中内能增大

C. 在自发扩散过程中，气体对外界做功

D. 气体在被压缩的过程中，外界对气体做功

E. 气体在被压缩的过程中，气体分子的平均动能不变

(2)（10 分）一热气球体积为 V，内部充有温度为 T_a 的热空气，气球外冷空气的温度为 T_b。已知空气在 1 个大气压、温度 T_0 时的密度为 ρ_0，该气球内、外的气压始终都为 1 个大气压，重力加速度大小为 g。

i. 求该热气球所受浮力的大小；

ii. 求该热气球内空气所受的重力；

iii. 设充气前热气球的质量为 m_0，求充气后它还能托起的最大质量。

(1) ABD (2) $\frac{\rho_0 gVT_0}{T_b}$，$\frac{\rho_0 gVT_0}{T_a}$，$\frac{\rho_0 VT_0}{T_b}-\frac{\rho_0 VT_0}{T_a}-m_0$

（1）气体向真空扩散过程中不对外做功，且又因为气缸绝热，可知气体自发扩散前后内能相同，选项 A 正确，C 错误；气体在被压缩的过程中活塞对气体做功，因气缸绝热，则气体内能增大，选项 BD 正确；气体在被压缩的过程中，因气体内能增加，则温度升高，气体分子的平均动能增加，选项 E 错误。故选 ABD。

（2）（i）设 1 个大气压下质量为 m 的空气在温度为 T_0 时的体积为 V_0，密度为 $\rho_0=\frac{m}{V_0}$ ①

在温度为 T 时的体积为 V_T，密度为 $\rho(T)=\frac{m}{V_T}$ ②

由盖-吕萨克定律得 $\frac{V_0}{T_0}=\frac{V_T}{T}$ ③

联立①②③式得 $\rho(T)=\rho_0\frac{T_0}{T}$ ④

气球所受到的浮力为 $f=\rho(T_b)gV$ ⑤

联立④⑤式得 $f=\rho_0 Vg\frac{T_0}{T_b}$ ⑥。

（ii）气球内热空气所受的重力为 $G=\rho(T_a)Vg$ ⑦

联立④⑦式得 $G=\rho_0 Vg\frac{T_0}{T_a}$ ⑧。

（iii）设该气球还能托起的最大质量为 m，由力的平衡条件得 $mg = f - G - m_0 g$ ⑨

联立⑥⑧⑨式得 $m = \rho_0 V T_0 \left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_a}\right) - m_0$ ⑩。

14. [物理——选修 3-4]（15 分）

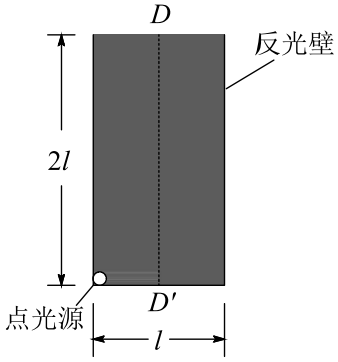
(1)（5 分）在双缝干涉实验中，用绿色激光照射在双缝上，在缝后的屏幕上显示出干涉图样。若要增大干涉图样中两相邻亮条纹的间距，可选用的方法是（ACD）

A. 改用红色激光　　B. 改用蓝色激光

C. 减小双缝间距　　D. 将屏幕向远离双缝的位置移动

E. 将光源向远离双缝的位置移动

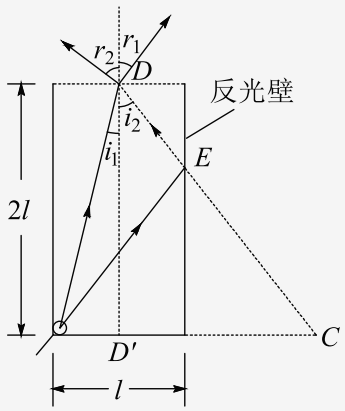
(2)（10 分）一直桶状容器的高为 $2l$，底面是边长为 l 的正方形；容器内装满某种透明液体，过容器中心轴 DD′、垂直于左右两侧面的剖面图如图所示。容器右侧内壁涂有反光材料，其他内壁涂有吸光材料。在剖面的左下角处有一点光源，已知由液体上表面的 D 点射出的两束光线相互垂直，求该液体的折射率。



(1) ACD　(2) 1.55

（1）两相邻亮条纹的间距 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$，要想增大 Δx，可使用波长更长的红色激光，而不能使用波长更短的蓝色激光，故 A 正确 B 错误；可以减小双缝间的距离 d，故 C 正确；将屏幕向远离双缝的位置移动，即增大 l，也可以增大 Δx，故 D 正确；将光源向远离双缝的位置移动，对 Δx 无影响，故 E 错误。故选 ACD。

（2）设从光源发出直接射到 D 点的光线的入射角为 i_1，折射角为 r_1。在剖面内作光源相对于反光壁的镜像对称点 C，连接 C、D，交反光壁于 E 点，由光源射向 E 点的光线，反射后沿 ED 射向 D 点。光线在 D 点的入射角为 i_2，折射角为 r_2，如图所示。



设液体的折射率为 n，由折射定律得 $n\sin i_1=\sin r_1$ ①

$n\sin i_2=\sin r_2$ ②

由题意知 $r_1+r_2=90^\circ$ ③

联立①②③式得 $n^2=\frac{1}{\sin^2 i_1+\sin^2 i_2}$ ④

由几何关系得 $\sin i_1=\frac{\frac{l}{2}}{\sqrt{4l^2+\frac{l^2}{4}}}=\frac{1}{\sqrt{17}}$ ⑤

$\sin i_2=\frac{\frac{3}{2}l}{\sqrt{4l^2+\frac{9l^2}{4}}}=\frac{3}{5}$ ⑥

联立④⑤⑥式得 $n=1.55$ ⑦。