

2018 年普通高等学校招生全国统一考试

理科综合能力测试（物理部分）

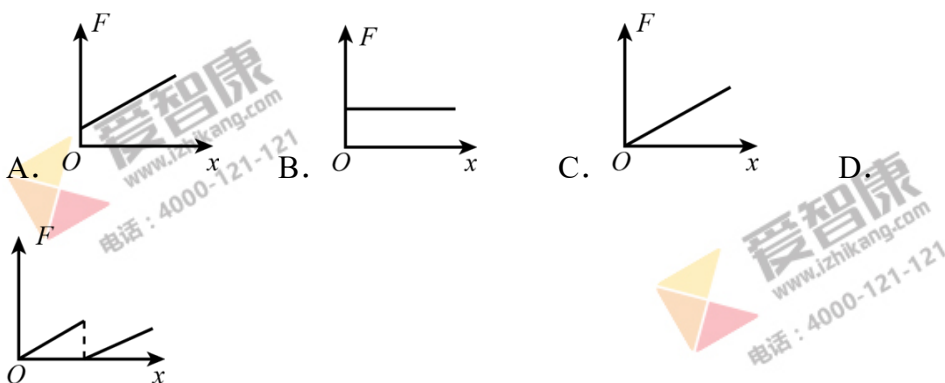
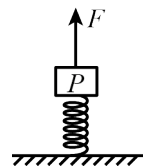
二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 分，在每小题给出的四个选项中，第 14~18 题只有一项符合题目要求，第 19~21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

14. 高铁列车在启动阶段的运动可看作初速度为零的匀加速直线运动，在启动阶段，列车的动能（ ）
- A. 与它所经历的时间成正比 B. 与它的位移成正比
- C. 与它的速度成正比 D. 与它的动量成正比

【答案】B

【解析】列车作匀加速直线运动，由牛顿第二定律，合外力为定值；再由动能定理可知 $F_{\text{合}} \cdot x = E_k - 0$ ，故动能与位移成正比。故选 B。

15. 如图，轻弹簧的下端固定在水平桌面上，上端放有物块 P，系统处于静止状态，现用一竖直向上的力 F 作用在 P 上，使其向上做匀加速直线运动。以 x 表示 P 离开静止位置的位移，在弹簧恢复原长前，下列表示 F 和 x 之间关系的图像可能正确的是（ ）

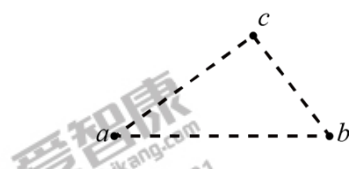


【答案】A

【解析】静止状态时，物块平衡，设初始位置弹簧形变量为 Δx ，有 $mg = k \cdot \Delta x$ ，若用外力 F 使其匀加速运动，由牛顿第二定律，有 $F + k(\Delta x - x) - mg = ma$ ，

解得 $F = kx + ma$ ，为一次函数，故选 A.

16. 如图，三个固定的带电小球 a 、 b 和 c ，相互间的距离分别为 $ab = 5\text{cm}$ ， $bc = 3\text{cm}$ ， $ca = 4\text{cm}$ ，小球 c 所受库仑力的合力的方向平行于 a 、 b 的连线，设小球 a 、 b 所带电荷量的比值的绝对值为 k ，则 ()



A. a 、 b 的电荷同号， $k = \frac{16}{9}$

B. a 、 b 的电荷异号， $k = \frac{16}{9}$

C. a 、 b 的电荷同号， $k = \frac{64}{27}$

D. a 、 b 的电荷异号， $k = \frac{64}{27}$

【答案】D

【解析】设 a 、 c 之间的力为 F_1 ， b 、 c 之间的力为 F_2 ；因为 c 球所受合力为水平方向，由几何关系可知 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{4}{3}$ ，且 a 、 b 异号。

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{Q_a}{r_{ac}^2}}{\frac{Q_b}{r_{bc}^2}} = \frac{9k}{16} = \frac{4}{3}, \quad k = \frac{64}{27}, \quad \text{故选 D.}$$

17. 如图所示，导体轨道 $OPQS$ 固定，其中 PQS 是半圆弧， Q 为半圆弧的中点， O 为圆心。轨道的电阻忽略不计， OM 是有一定电阻，可绕 O 转动的金属杆， M 端位于 PQS 上， OM 与轨道接触良好。空间存在与半圆所在平面垂直的匀强磁场，磁感应强度的大小为 B 。现使 OM 从 OQ 位置以恒定的角速度逆时针转到 OS 位置并固定（过程 1）；再使磁感应强度的大小以一定的变化率从 B 增加到 B' （过程 2），过程 1、2 中，流过 OM 的电荷量相等，则 $\frac{B'}{B}$ 等于 ()



A. $\frac{5}{4}$

B. $\frac{3}{2}$

C. $\frac{7}{4}$

D. 2

【答案】B

【解析】由 $q = I\Delta t = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t R} \Delta t = \frac{\Delta\Phi}{R}$ 可得

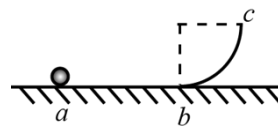
过程 1 有, $q_1 = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{B\pi l^2}{4R}$

过程 2 有, $q_2 = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{B' - B}{2R} \pi l^2$

又 $q_2 = q_1$, 解得

$\frac{B'}{B} = \frac{3}{2}$, 故选 B.

18. 如图, abc 是竖直面内的光滑固定轨道, ab 水平, 长度为 $2R$, bc 是半径为 R 的四分之一圆弧, 与 ab 相切于 b 点, 一质量为 m 的小球, 始终受到与重力大小相等的水平外力的作用, 自 a 点从静止开始向右运动, 重力加速度为 g , 小球从 a 点运动到其轨迹最高点, 机械能的增量为 ()



- A. $2mgR$ B. $4mgR$ C. $5mgR$ D. $6mgR$

【答案】C

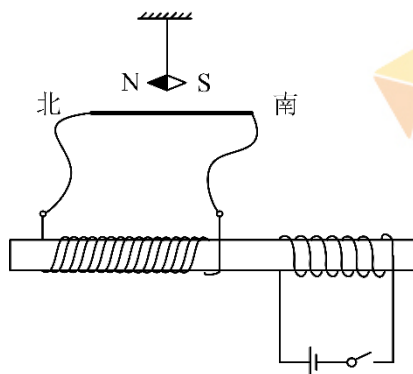
【解析】小球从 a 到 c , 由动能定理, $F \cdot 3R - mgR = \frac{1}{2}mv_0^2$, $\because F = mg$, \therefore

$v_0 = 2\sqrt{gR}$, 过 c 点后, 作类斜抛运动, 对于竖直方向分运动, 从 c 点到最高点,

时间 $t = \frac{v_0}{g}$, 水平位移为 $x = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{F}{m} \frac{(2\sqrt{gR})^2}{g^2} = 2R$, 由功能关系,

$F \cdot 5R = \Delta E = 5mgR$, 故选 C.

19. 如图, 两个线圈绕在同一根铁芯上, 其中一线圈通过开关与电源连接, 另一线圈与远处沿南北方向水平放置在纸面内的直导线连接成回路, 将一小磁针悬挂在直导线的正上方, 开关未闭合时小磁针处于静止状态, 下列说法正确的是 ()



- A. 开关闭合后的瞬间，小磁针的 N 极朝垂直纸面向里的方向转动；
B. 开关闭合并保持一段时间后，小磁针的 N 极指向垂直纸面向里的方向；
C. 开关闭合并保持一段时间后，小磁针的 N 极指向垂直纸面向外的方向；
D. 开关闭合并保持一段时间再断开后的瞬间，小磁针的 N 极朝垂直纸面向外的方向转动。

【答案】AD

【解析】A. 开关闭合的瞬间，可判断出右侧线圈中电流方向由楞次定律可知，导线电流方向由南向北。

由右手定则可知，磁针周围磁场方向垂直纸面向里，所以小磁针 N 级向里偏。

B、C 保持一段时间时，由于没有磁通量的变化，左边的线圈将不能产生感应电流，导线没有产生磁场，所以小磁针不偏。

D. 开关断开的一瞬间，可判断出右侧线圈中的电流方向和变化，由楞次定律可知，导线电流方向由北向南。

由右手定则可知，磁针周围磁场方向垂直直面向外，所以小磁针 N 级向外偏，故答案为 AD。

20. 2017 年，人类第一次直接探测到来自双中子星合并的引力波。根据科学家们复原的过程，在两颗中子星合并前约 100s 时，它们相距约 400km，绕二者连线上的某点每秒转动 12 圈。将两颗中子星都看作是质量均匀分布的球体，由这些数据，万有引力常量并利用牛顿力学知识，可以估算出这一时刻两颗中子（ ）

- A. 质量之积
B. 质量之和
C. 速率之和
D. 各自的自转角速度

【答案】BC

【解析】设两颗中子星的质量分别为 m_1 ， m_2 ，圆周运动的半径为 r_1 ， r_2 ，相距 L ，角速度 ω ，则有万有引力充当向心力可知：

$$\frac{Gm_1m_2}{L^2} = m_1\omega^2r_1,$$

$$\frac{Gm_1m_2}{L^2} = m_2\omega^2r_2,$$

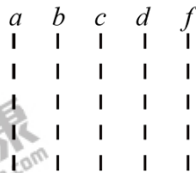
化简后得：
$$\frac{G(m_1+m_2)}{L^3} = \omega^2$$

已知转速 n ，可知角速度 ω ；又已知距离 L ，故可知质量之和 m_1+m_2 ；

$v_1+v_2 = \omega r_1 + \omega r_2 = \omega L$ ，故可知速率之和。

故选 BC。

21. 图中虚线 a 、 b 、 c 、 d 、 f 代表匀强电场内间距相等的一组等势面，已知平面 b 上的电势为 2V ，一电子经过 a 时的动能为 10eV ，从 a 到 d 的过程中克服电场力所做的功为 6eV ，下列说法正确的是 ()



- A. 平面 c 上的电势为零
- B. 该电子可能到达不了平面 f
- C. 该电子经过平面 d 时，其电势能为 4eV
- D. 该电子经过平面 b 时的速率是经过 d 时的两倍

【答案】AB

【解析】A. 由电势差和电场力做功关系可知， $U_{ad} = \frac{W_{ad}}{q} = \frac{-6\text{eV}}{-e} = 6\text{V}$ ，故每两条等势面之间的电势差为 2V ；由于 $\varphi_b = 2\text{V}$ ，且从 a 到 f 电势降低，故 $\varphi_a = 4\text{V}$ ， $\varphi_c = 0\text{V}$ ， $\varphi_d = -2\text{V}$ ， $\varphi_f = -4\text{V}$ ，故 A 正确；

B. 电子的初速度未知，若水平分速度较小，会无法达到平面 f ，故 B 正确；

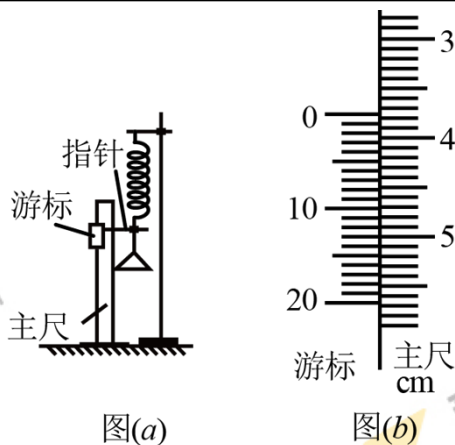
C. $\varphi_d = -2\text{V}$ ，故 $E_{pd} = \varphi_d \cdot q = -2\text{V} \times (-e) = 2\text{eV}$ ，故 C 错误；

D. 由于 $E_{ka} = 10\text{eV}$ ，故 $E_{kb} = 8\text{eV}$ ， $E_{kd} = 4\text{eV}$ ，电子在 b 面时的动能是在 d 面时的 2 倍，由公式 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 可知，速率应该为 $\sqrt{2}$ 倍，故 D 错误。

故选 AB.

三、非选择题:

22. (5分) 如图(a)，一弹簧上端固定在支架顶端，下端悬挂一托盘；一标尺由游标和主尺构成，主尺竖直固定在弹簧左边；托盘上方固定有一能与游标刻度线准确对齐的装置，简化为图中的指针。



现要测量图(a)中弹簧的劲度系数. 当托盘内没有砝码时, 移动游标, 使其零刻度线对准指针, 此时标尺读数为1.950cm; 当托盘内放有质量为0.100kg的砝码时, 移动游标, 再次使其零刻度线对准指针, 标尺示数如图(b)所示, 其读数为_____cm.

当地的重力加速度为 9.80m/s^2 , 此弹簧的劲度系数为_____N/m (保留3位有效数字).

【答案】3.770; 53.7

【解析】由图可得在15格处对齐, $1\text{mm}/20 = 0.05\text{mm}$ (每格), $15 \times 0.05 = 0.75\text{mm}$, 主尺读数为3.7cm,

$$\therefore 3.7 + 0.075 = 3.775\text{cm}$$

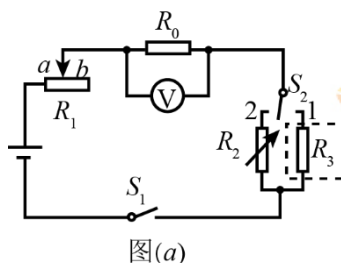
根据 $F = k\Delta x$ 可得:

$$\Delta x = 3.775\text{cm} - 1.950\text{cm} = 1.825\text{cm}$$

$$F = G = mg$$

$$k = 53.7$$

23. (10分) 某实验小组利用如图(a)所示的电路探究在 $25^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$ 范围内某热敏电阻的温度特性, 所用器材有: 置于温控室(图中虚线区域)中的热敏电阻 R_T , 其标称值(25°C 时的阻值)为 900.0Ω ; 电源 E . (6V , 内阻可忽略); 电压表 V (量程 150mV); 定值电阻 R_0 (阻值 20.0Ω), 滑动变阻器 R_1 (最大阻值为 1000Ω); 电阻箱 R_2 (阻值范围 $0 \sim 999.9\Omega$); 单刀开关 S_1 , 单刀双掷开关 S_2 .

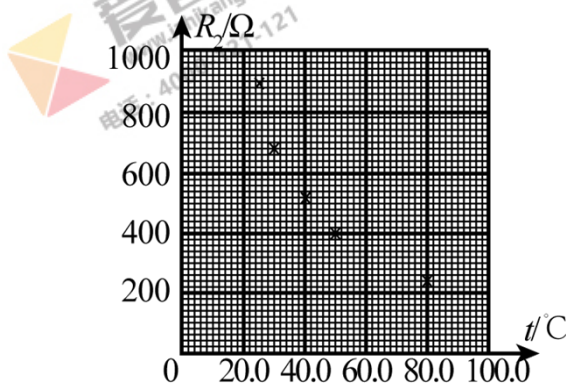


实验时, 先按图(a)连接好电路, 再将温控室的温度 t 升至 80.0°C , 将 S_2 与1端接通, 闭合 S_1 , 调节 R_1 的滑片位置, 使电压表读数为某一值 U_0 ; 保持 R_1 的滑片位置不变, 将 R_2 置于最大值, 将 S_2 与2端接通, 调节 R_2 , 使电压表读

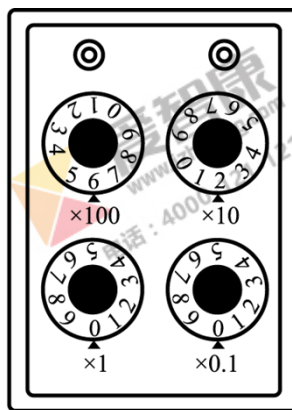
数仍为 U_0 ；断开，记下 S_1 此时 R_2 的读数，逐步降低温控室的温度 t ，得到相应温度下 R_2 的阻值，直至温度降到 25.0°C ，实验得到的 R_2-t 数据见下表。

$t/^\circ\text{C}$	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
R_2/Ω	900.0	680.0	500.0	390.0	320.0	270.0	240.0

回答下列问题：



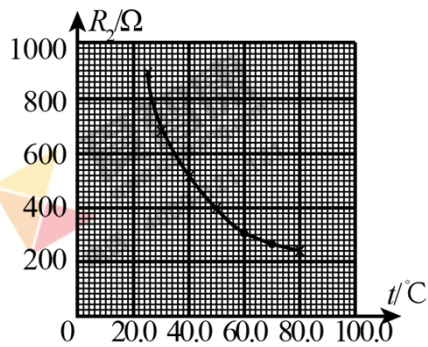
图(b)



图(c)

- 在闭合 S_1 前，图 (a) 中 R_1 的滑片应移动到_____（填“a”或“b”）端；
- 在图 (b) 的坐标纸上补齐数据表中所给数据点，并做出 R_2-t 曲线；
- 由图 (b) 可得到 R_2 在 $25^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$ 范围内的温度特性，当 $t=44^\circ\text{C}$ 时，可得 $R_2 =$ _____ Ω ；
- 将 R_2 握于手心，手心温度下 R_2 的相应读数如图 (c) 所示，该读数为_____ Ω ，则手心温度为_____ $^\circ\text{C}$ 。

【答案】 (1) b



- (2)
- (3) 450
- (4) 620.0, 33

【解析】

- 为保护电路，在闭合 S_1 前需将滑片置于阻值最大的 b 端。
- 依次在图中描出对应点，并用圆滑曲线连接起来即可
- 由图 (b) 可读出阻值约为 450Ω 。

(4) 由图 (c) 可读出阻值为 620.0Ω ，再在图 (b) 中估读出对应的温度约为 33°C 。

24. (12分) 一质量为 m 的烟花弹获得动能 E 后，从地面升空。当烟花弹上升的速度为零时，弹中火药爆炸将烟花弹炸为质量相等的两部分，两部分获得的动能之和也为 E ，且均沿竖直方向运动。爆炸时间极短，重力加速度大小为 g ，不计空气阻力和火药的质量。求

(1) 烟花弹从地面开始上升到弹中火药爆炸所经过的时间；

(2) 爆炸后烟花向上运动的部分距地面的最大高度。

解：(1) 由动能 E 和质量 m ，运用它们和动量的关系得，

$$\text{动量 } p = \sqrt{2mE}.$$

由于只有重力的冲量，由动量定理 $I = \Delta p$ 得，

$$-mgt = \Delta p = 0 - \sqrt{2mE},$$

$$\text{得答案 } t = \frac{\sqrt{2mE}}{mg}.$$

(2) 爆炸之前到达的高度 h_1 由机械能守恒得 (地面为零势能面)，

$$mgh_1 + 0 = E + 0,$$

$$h_1 = \frac{E}{mg},$$

爆炸后向上运动和向下运动的部分质量相等且无质量损失所以质量都为 $\frac{1}{2}m$ ，

设向上运动为正方向，由于爆炸时间极短，满足动量守恒条件，由 $p_1 = p_2$ 有，

$$0 = m'v_1 + m'v_2 \Rightarrow v_1 = -v_2 = v',$$

可得两部分动能相等，

总动能仍为 E 所以向上部分烟花弹的动能为 $\frac{1}{2}E$ ，

对向上运动部分烟花弹运用机械能守恒定律有 (选取爆炸时的高度为零势能面)，

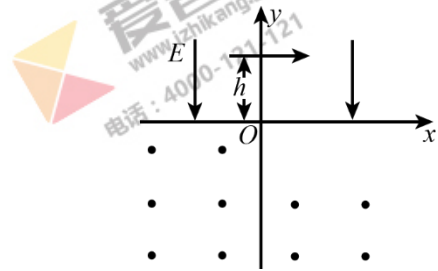
$$\frac{1}{2}E + 0 = 0 + \frac{1}{2}mgh_2,$$

$$\text{得 } h_2 = \frac{E}{mg},$$

则爆炸后烟花弹向上运动的部分距地面的最大高度，

$$H = h_1 + h_2 = \frac{2E}{mg}.$$

25. (20分) 如图, 在 $y > 0$ 的区域存在方向沿 y 轴负方向的匀强电场, 场强大小为 E ; 在 $y < 0$ 的区域存在方向垂直于 xOy 平面向外的匀强磁场, 一个氕核 ${}^1_1\text{H}$ 和一个氘核 ${}^2_1\text{H}$ 先后从 y 轴上 $y = h$ 点以相同的动能射出, 速度方向沿 x 轴正方向. 已知 ${}^1_1\text{H}$ 进入磁场时, 速度方向与 x 轴正方向的夹角为 60° , 并从坐标原点 O 处第一次射出磁场. ${}^1_1\text{H}$ 的质量为 m , 电荷量为 q . 不计重力. 求



- (1) ${}^1_1\text{H}$ 第一次进入磁场的位置到原点 O 的距离;
- (2) 磁场的磁感应强度大小;
- (3) ${}^2_1\text{H}$ 第一次离开磁场的位置到原点 O 的距离.

答案: (1) $\frac{2\sqrt{3}}{3}h$; (2) $\sqrt{\frac{6mE}{qh}}$; (3) $\left(\frac{2\sqrt{6}}{3} - \frac{2\sqrt{3}}{3}\right)h$

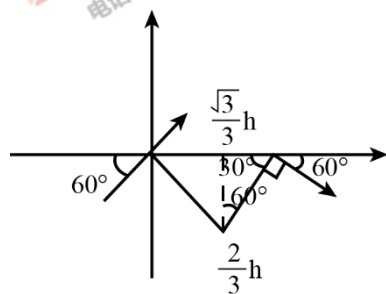
解析:

(1) 解法①: 由平抛运动推论可得: $\tan \theta = 2 \tan \alpha$ (θ 为速度偏转角, α 为位移偏转角)

即 $\sqrt{3} = 2 \frac{h}{x}$, 则 $x = \frac{2\sqrt{3}}{3}h$;

解法②: 速度偏转角为 60° , 则 $v_y = \sqrt{3}v_0$, 根据平抛运动公式: $x = v_0t$, $v_y = at$,

$h = \frac{1}{2}at^2$, 牛顿第二定律: $a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{qE}{m}$, 综上, 解得 $x = \frac{2\sqrt{3}}{3}h$;



(2)

由图可得粒子轨道半径: $R = \frac{2}{3}h$, $v = \frac{v_y}{\sin 60^\circ} = \frac{2}{\sqrt{3}}\sqrt{\frac{2Eqh}{m}} = \sqrt{\frac{8Eqh}{3m}}$; 由 $qvB = \frac{mv^2}{R}$

得: $R = \frac{mv}{qB}$, $B = \frac{mv}{Rq} = \frac{m\sqrt{\frac{8Eqh}{3m}}}{\frac{2}{3}hq} = \sqrt{\frac{6Em}{qh}}$;

(3) ${}^2_1\text{H}$ 的质量为 $2m$, 由 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 得: $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$; 所以 $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{2}{1}}$,

$v_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}v_0$;

由 $a = \frac{Eq}{m}$ 可得: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{2}{1}$, $a_2 = \frac{1}{2}a_1$;

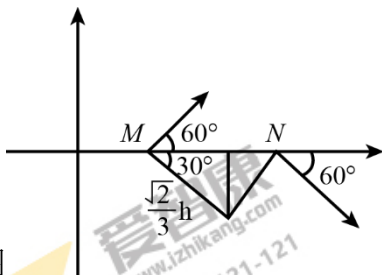
由 $h = \frac{1}{2}at^2$ 可得: $t = \sqrt{\frac{2h}{a}}$;

$\therefore \frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{a_2}{a_1}} = \sqrt{\frac{1}{2}}$, $t_2 = \sqrt{2}t_1$;

$\therefore x_1 = x_2 = \frac{2\sqrt{3}}{3}h$, $v_y = at = \frac{\sqrt{2}}{2}v_y$, $\therefore v_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}v_1$, 且速度方向与 x 轴方向夹角为 60°

;

由 $R = \frac{mv}{qB}$ 得 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1v_1}{m_2v_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{1} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\therefore R_2 = \sqrt{2}R_1 = \frac{2\sqrt{3}}{3}h$;



由图

知: $MN = 2 \times \frac{2\sqrt{3}}{3}h \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{2\sqrt{6}}{3}h$,

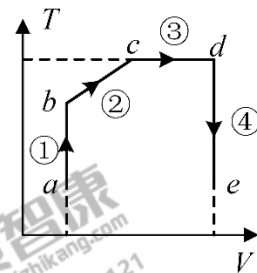
$OM = \left(\frac{2\sqrt{6}}{3} - \frac{2\sqrt{3}}{3} \right)h$

即第一次离开磁场位置到 O 的距离为 $\left(\frac{2\sqrt{6}}{3} - \frac{2\sqrt{3}}{3} \right)h$.

33. [物理——选修 3-3] (15 分)

(1) (5 分) 如图, 一定质量的理想气体从状态 a 开始, 经历过程①、②、

③、④到达状态 e ，对此气体，下列说法正确的是_____（选对1个得2分，选对2个得4分，选对3个得5分，每错选一个扣3分，最低得分为0分）。



- A. 过程①中气体的压强逐渐减小
- B. 过程②中气体对外界做正功
- C. 过程④中气体从外界吸收了热量
- D. 状态 c 、 d 的内能相等
- E. 状态 d 的压强比状态 b 的压强小

【答案】BDE

【解析】A. 由图可知，①过程等体升温，由 $\frac{P}{T} = C$ 可知，当温度升高，压强增大，故A错误；

B. 过程②气体体积 V 变大，对外界做正功，故B正确；

C. 过程④等体降温，外界不做功，但气体内能减少，为放热过程，故C错误；

D. 状态 c 、 d 温度相同，气体内能相等，故D正确；

E. 由 $\frac{PV}{T} = C$ ，得到 $\frac{T}{V} = \frac{P}{C}$ ，连接 Ob ， Od ，可得 Ob 的斜率大于 Od 的斜率，即

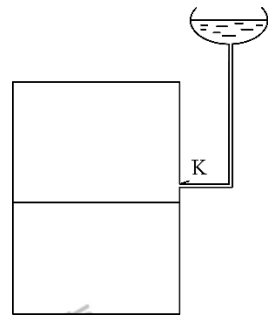
$\frac{P_b}{C} > \frac{P_d}{C}$ ，所以 $P_b > P_d$ ，故E正确。

综上，答案为BDE。

(2) (10分) 如图，容积为 V 的汽缸由导热材料制成，面积为 S 的活塞将汽缸分成容积相等的上下两部分，汽缸上部通过细管与装有某种液体的容器相连，细管上有一阀门 K 。开始时， K 关闭，汽缸内上下两部分气体的压强均为 P_0 。

· 现将 K 打开，容器内的液体缓慢的流入汽缸，当流入的液体体积为 $\frac{V}{8}$ 时，将

K 关闭。活塞平衡时其下方气体的体积减少了 $\frac{V}{6}$ 。不计活塞的质量和体积，外界温度保持不变，重力加速度大小为 g 。求流入汽缸内液体的质量。



【答案】 $m = \frac{15P_0S}{26g}$

【解析】分析题意，当流入液体体积为 $\frac{V}{8}$ 时，

下方气体体积 $V_{\text{下}} = \frac{V}{2} - \frac{V}{6} = \frac{V}{3}$ ①

上方气体体积 $V_{\text{上}} = V - V_{\text{下}} - \frac{V}{8} = \frac{13V}{24}$ ②

由查理定律 $PV = C$ ，

记上方气体压强为 $P_{\text{上}}$ ， $P_0 \cdot \frac{V}{2} = P_{\text{上}} \cdot V$ ③

记下方气体压强为 $P_{\text{下}}$ ， $P_0 \cdot \frac{V}{2} = P_{\text{下}} \cdot V$ ④

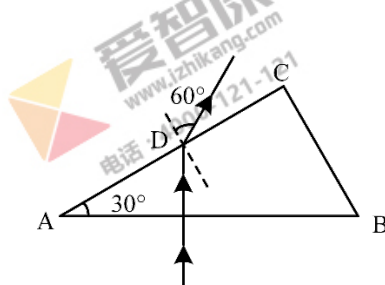
液体流入后，记液体质量为 m ，由压强平衡得 $P_{\text{下}} = P_{\text{上}} + \frac{mg}{S}$ ⑤

$m = \frac{15P_0S}{26g}$

答：流入汽缸内液体的质量 $m = \frac{15P_0S}{26g}$

34. [物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 如图， $\triangle ABC$ 为一玻璃三棱镜的横截面， $\angle A = 30^\circ$ ，一束红光垂直 AB 边射入，从 AC 边上的 D 点射出，其折射角为 60° ，则玻璃对红光的折射率为 _____。若改用蓝光沿同一路径入射，则光线在 D 点射出时的折射角 _____ (填“小于”“等于”或“大于” 60°)。



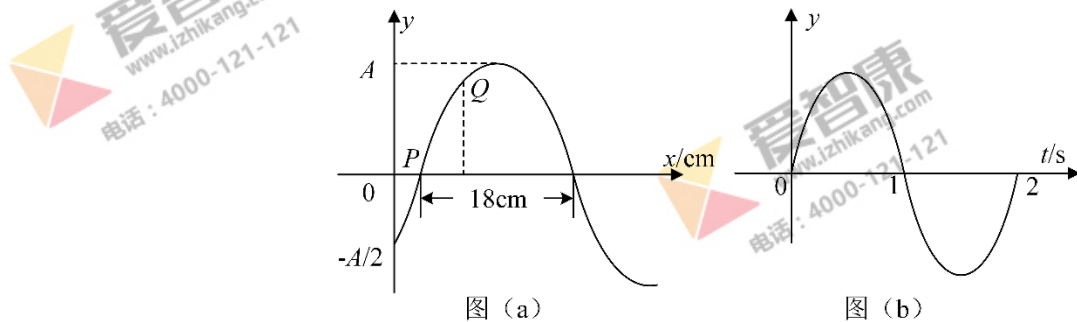
【答案】 $\sqrt{3}$ ；大于。

【解析】 $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$ ，
 $\alpha = 30^\circ$ ， $n_2 = 1$ ， $\beta = 60^\circ$ ，

所以 $n_1 = \sqrt{3}$.

同一介质，光的频率越高，折射率越大，所以 n_1 变大，因此 β 变大.

(2) (10分) 一列简谐横波在 $t = \frac{1}{3}$ s 时的波形图如图 (a) 所示， P 、 Q 是介质中的两个质点. 图 (b) 是质点 Q 的振动图像，求



- (i) 波速及波的传播方向;
 (ii) 质点 Q 的平衡位置的 x 坐标.

解: (i) 【答案】 $v = 18\text{cm/s}$ ，传播方向向左.

【解析】 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{18\text{cm} \times 2}{2\text{s}} = 18\text{cm/s}$ ，此时 Q 点振动方向向上，根据波形平移，得到传播方向向左.

(ii) 【答案】 $x = 9\text{cm}$.

【解析】 Q 从平衡位置向上起振，根据图像可知，波从 Q 传到 P 刚好是 $\frac{1}{3}$ s，又因为 O 点处为 $\frac{1}{2}$ 振幅，因此 P 到 O 的相位差是 $\frac{\pi}{6}$ ，所以需要 $\frac{1}{6}$ s，从 Q 到 O 需要共 $\frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$ s，综上 Q 点坐标为 $x = 18\text{cm/s} \times \frac{1}{2}\text{s} = 9\text{cm}$.