

2018 年普通高等学校招生全国统一考试 (全国 I 卷)

物理考试逐题解析

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】

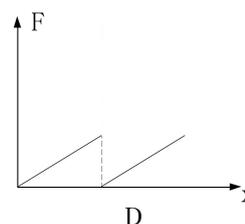
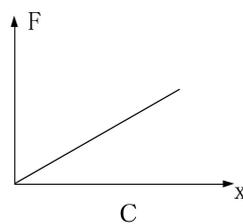
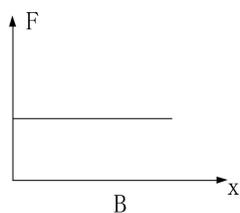
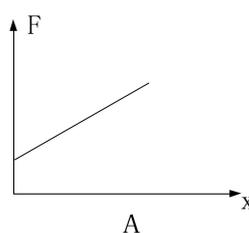
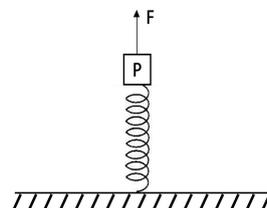
A. 由 $v = at$ 得, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}ma^2t^2$, $E_k \propto t^2$, A 错;

B. 由 $v^2 = 2ax$ 得, $E_k = \frac{1}{2}m \times 2ax$, $E_k \propto x$, B 对;

C. $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, $E_k \propto v^2$, C 错;

D. 由 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$ 得, $E_k \propto p^2$, D 错。

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】

假设物块 P 的质量为 m ，弹簧的劲度系数为 k ，设最初物块静止在弹簧上时弹簧的压缩量为 x_0 ，则根据受力平衡关系，得到

$$mg = kx_0$$

当物块 P 在拉力 F 的作用下向上做匀加速直线运动的过程中（弹簧恢复原长前），有：

$$F + F_{\text{弹}} - mg = ma$$

其中：弹簧弹力可表示为

$F_{\text{弹}} = k(x_0 - x)$ ，其中 x 表示 P 离开静止位置的位移。

综合以上三个等式可以得到：

$$F = kx + ma$$

由此可见，只有选项 A 符合要求，所以本题选 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, $k = \frac{64}{27}$

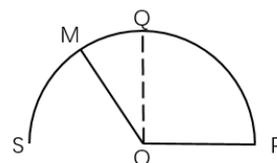
D. a, b 的电荷异号, $k = \frac{64}{27}$

【答案】D

【解析】合力为水平方向, a, b 对 c 的库仑力分别为引力、斥力, 由此判断 a, b 所带电荷为异号。根据矢量三角形法则, 可以得到 $F_{ac} : F_{bc} = 4 : 3$, 利用库仑定律经过化简

$$\frac{q_a q_c}{4^2} : \frac{q_b q_c}{3^2} = 4 : 3, \text{ 则 } k = \frac{64}{27}$$

17. 如图, 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 I); 再使磁感应的大小以一定的变化率从 B 增加到 B' (过程 II)。在过程 I、II 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】解析: 由公式 $q = \bar{I}t = \frac{\Delta\Phi}{R\Delta t} t = \frac{\Delta\Phi}{R}$ 。过程一 $q_1 = \frac{B\Delta S}{R} = \frac{B\frac{\pi l^2}{4}}{R} = \frac{B\pi l^2}{4R}$
过程二 $q_2 = \frac{\Delta BS}{R} = \frac{(B' - B)S}{R} = \frac{(B' - B)\pi l^2}{2R}$, 由 $q_1 = q_2$, 则 $\frac{B}{4} = \frac{B' - B}{2}$, 则 $\frac{B'}{B} = \frac{3}{2}$, B 选项正确。

开关闭合并保持一段时间后，线圈电流稳定，感应电流消失，小磁针回到原来的位置，故 B、C 错误；

开关闭合并保持一段时间再断开后的瞬间，由于楞次定律，小磁针下方导线感应出从北到南方向的电流，因此小磁针处磁场方向垂直纸面向外，小磁针 N 极朝垂直纸面向外的方向转动，D 正确。

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星

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】本题考察双星问题。两颗中子星各自受到的万有引力充当向心力。由 $m_1\omega^2r_1 = m_2\omega^2r_2$ ， $r_1 + r_2 = l$ 。可得 $r_1 = \frac{m_2l}{m_1 + m_2}$ ， $r_2 = \frac{m_1l}{m_1 + m_2}$ 。又由

$\frac{Gm_1m_2}{l^2} = m_1\omega^2r_1$ ，带入 r_1 ，可得 $m_1 + m_2 = \frac{\omega^2l^3}{G}$ ，B 对 A 错。再由 $v = \omega r$ 可求出

各自的线速度大小。C 对。转速 n 已知，由 $\omega = 2\pi n$ 可得圆周运动角速度，而非自转角速度。D 错。故选 BC。

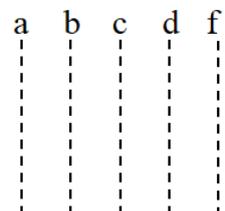
21. 图中虚线 a、b、c、d、f 代表匀强电场内间距相等的一组等势面，已知平面 b 上的电势为 2V，一电子经过 a 时的动能为 10eV，从 a 到 d 的过程中克服电场力所做的功为 6eV，下列说法正确的是

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 2 倍



【答案】AB

【解析】本题考察等势面以及电场中的能量问题

等间距的等势面，说明该电场为匀强电场，电子在 a 的动能为 10eV，从 a 到 d 克服电场力做功 6eV，说明 a、d 间电势差为 6V，a、c 间电势差 4V，又 c 电势为零，可知 a 电势为 4V，电势能为 -4eV，则电子运动过程中，电势能、动能之和为 6eV。

综上：a、b、c、d、f 电势依次为 4V，2V，0，-2V，-4V

电势能依次为 -4eV，-2eV，0，2eV，4eV

a、b、c、d 动能依次为 10eV，8eV，6eV，4eV

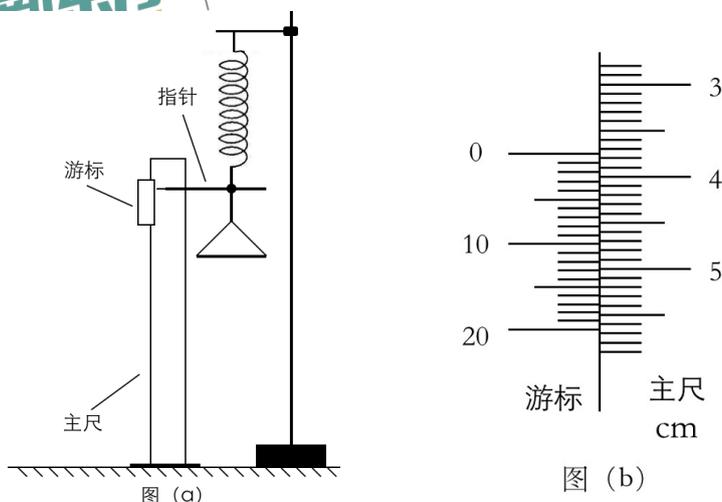
A. 正确，c 电势为零

- B. 若电子垂直射入，做直线运动，可以到达；但若电子不垂直射入，电子的水平速度在到达 f 之前可能减为零，无法到达；选项正确
- C. d 电势能为 $2eV$ ，选项错误
- D. b 动能为 $8eV$, d 动能为 $4eV$, 速率为 $\sqrt{2}$ 倍关系, 选项错误

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 $\underline{\hspace{2cm}}$ cm 。当地的重力加速度大小为 9.80m/s^2 , 此弹簧的劲度系数为 $\underline{\hspace{2cm}}$ N/m (保留 3 位有效数字)。



【答案】3.775(以第十五格对齐为准) 53.7

【解析】本题主要考察螺旋测微器的读数和弹力的应用

如图可知读数为: $3.7\text{cm} + 15 \times 0.05\text{mm} = 3.775\text{cm}$

弹簧原长为 1.950cm

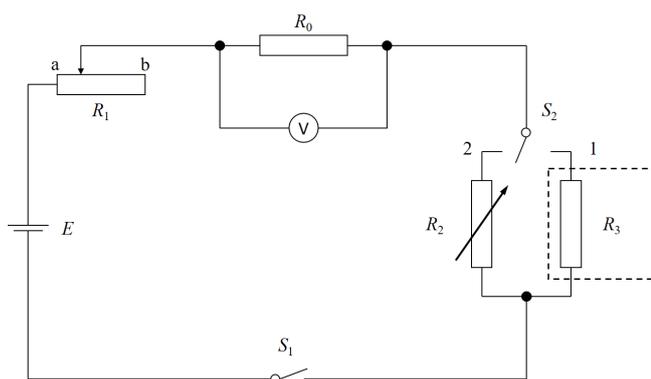
则形变量为 $x = 3.775\text{cm} - 1.950\text{cm} = 1.82\text{cm} = 0.01825\text{m}$

弹簧的弹力大小为 $F = mg = 0.100\text{kg} \times 9.80\text{m/s}^2 = 0.98\text{N}$

根据胡克定律 $F = kx$, 得弹簧的劲度系数 $k = \frac{F}{x} = \frac{0.98}{0.01825} \text{N/m} \approx 53.7\text{N/m}$

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 $0\sim 999.9\Omega$); 单刀快关 S_1 ; 单刀双掷开关 S_2 。



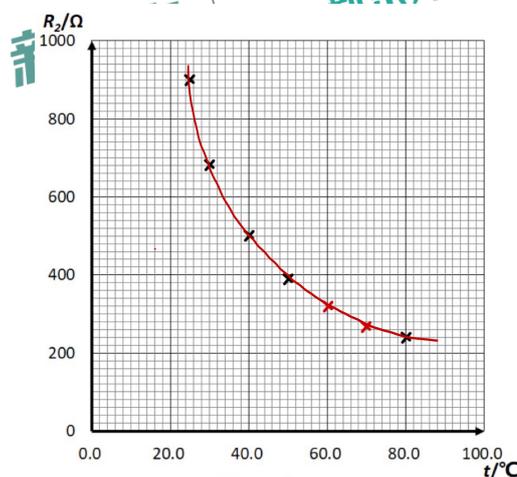
图(a)

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 S_1 , 记下此时 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。

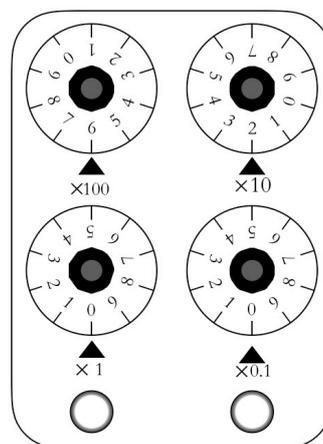
$t/^{\circ}\text{C}$	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
R_2/Ω	900.0	680.0	500.0	390.0	320.0	270.0	240.0

回答下列问题:

- (1) 在闭合 S_1 前, 图(a)中 R_1 的滑片应移动到“a”或“b”端;
- (2) 在图(b)的坐标纸上补齐数据表中所给数据点, 并作出 R_2-t 曲线;



图(b)



图(c)

- (3) 由图(b)可得到 R_T 在 $25.0^{\circ}\text{C}\sim 80.0^{\circ}\text{C}$ 范围内的温度特性, 当

$t=44.0^{\circ}\text{C}$ 时，可得 $R_T=$ _____ Ω ；

(4)将 R_T 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) 如图所示 (3) 450 (4) 620.0, 33.0

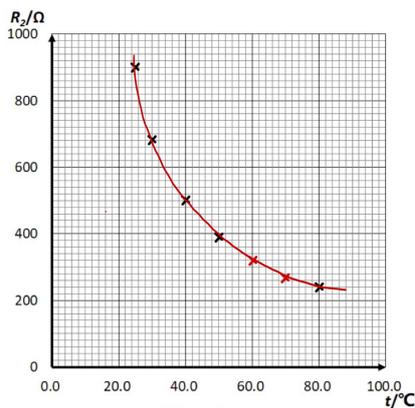


图 (b)

【解析】此题考查了等效电路和传感器。

(1) 闭合电路前，需要让电路中的电阻达到最大值，避免接通后烧坏电路，所以 R_1 中的滑片应滑至 b 端

(2) 如图所示

(3) 根据 (2) 中的图像， $t=44.0^{\circ}\text{C}$ 时对应的纵坐标为 450 Ω

(4) 由图 (c) 可读出 620.0 Ω ，对应于 (2) 中的横坐标为 33.0 $^{\circ}\text{C}$

24. (12 分)

一质量为 m 的烟花弹获得动能 E 后，从地面竖直升空。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) 爆炸后烟花弹向上运动的部分距地面的最大高度。

【答案】(1) $t_0 = \frac{1}{g} \sqrt{\frac{2E}{m}}$; (2) $H = \frac{2E}{mg}$

【解析】(1) 初状态: $E = \frac{1}{2}mv_0^2$

竖直上抛过程: $0 - v_0 = -gt_0$

联立有: $t_0 = \frac{1}{g} \sqrt{\frac{2E}{m}}$

(2) 竖直上抛最高点: $h_0 = \frac{1}{2}gt_0^2$

爆炸:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{动量: } 0 = \frac{1}{2}mv_1 - \frac{1}{2}mv_2 \\ \text{动能: } E = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \end{array} \right.$$

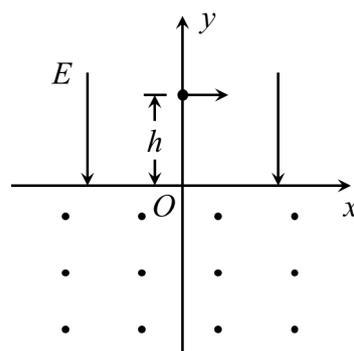
$$\text{竖直上抛: } 2(-g)h = 0^2 - v_1^2$$

$$\text{最大高度: } H = h_0 + h$$

$$\text{联立得: } H = \frac{2E}{mg}$$

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) $d = \frac{2\sqrt{3}}{3}h$ (2) $B = \sqrt{\frac{6mE}{qh}}$ (3) $s = (\frac{2\sqrt{6}}{3} - \frac{2\sqrt{3}}{3})h$

【解析】(1) ${}^1_1\text{H}$ 在电场中做类平抛运动, 竖直方向上有:

$$h = \frac{1}{2} \left(\frac{qE}{m} \right) t^2$$

解得:

$$t = \sqrt{\frac{2mh}{qE}}$$

竖直方向速度为:

$$v_y = \frac{qE}{m}t = \sqrt{\frac{2qEh}{m}}$$

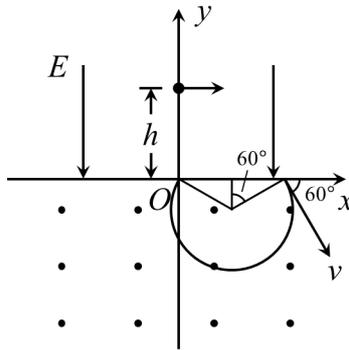
由于 ${}^1_1\text{H}$ 进入磁场时, 速度方向与 x 轴正方向的夹角为 60° , 因此水平方向速度为:

$$v_x = \frac{\sqrt{3}}{3}v_y = \sqrt{\frac{2qEh}{3m}}$$

${}^1_1\text{H}$ 第一次进入磁场的位置到原点 O 的距离为:

$$d = v_x t = \frac{2\sqrt{3}}{3} h$$

(2)



由几何关系可知， ${}^1_1\text{H}$ 在磁场中做圆周运动的轨迹半径为：

$$r = \frac{d}{2 \sin 60^\circ} = \frac{2}{3} h$$

运动速度为：

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\frac{8qEh}{3m}}$$

根据 $r = \frac{mv}{qB}$ ，带入数据可得：

$$B = \sqrt{\frac{6mE}{qh}}$$

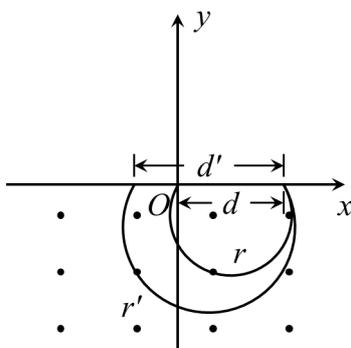
(3) ${}^1_1\text{H}$ 和 ${}^2_1\text{H}$ 以相同的初动能射入电场，由于 ${}^1_1\text{H}$ 与 ${}^2_1\text{H}$ 的质量之比为 1:2，因此 ${}^1_1\text{H}$ 与 ${}^2_1\text{H}$ 入射的初速度之比 $v_x : v'_x = \sqrt{2} : 1$ 。在电场中的运动过程中， ${}^2_1\text{H}$ 在竖直方向上有：

$$v_y^2 = 2 \cdot \frac{qE}{2m} \cdot h$$

$$v'_y = \sqrt{\frac{qEh}{m}} = \frac{\sqrt{2}}{2} v_y$$

即 $v_y : v'_y = \sqrt{2} : 1$ ，因此 ${}^2_1\text{H}$ 第一次进入磁场时，速度方向与 x 轴正方向的夹角同样为 60° 。由类平抛运动的规律可知， ${}^2_1\text{H}$ 第一次进入磁场时的位置与 ${}^1_1\text{H}$ 相同。 ${}^1_1\text{H}$ 与 ${}^2_1\text{H}$ 在磁场中做圆周运动的速度之比为 $v : v' = \sqrt{2} : 1$ ，因此 ${}^2_1\text{H}$ 在磁场中做圆周运动的轨迹半径为：

$$r' = \frac{2mv'}{qB} = \frac{\sqrt{2}mv}{qB} = \sqrt{2}r$$



由几何关系可知， ${}^2_1\text{H}$ 第一次进入磁场的位置与第一次离开磁场的位置间的距离为：

$$d' = \sqrt{2}d = \frac{2\sqrt{6}}{3}h$$

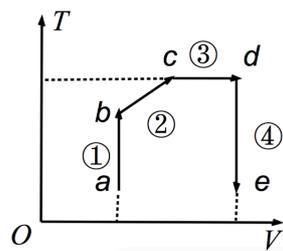
因此， ${}^2_1\text{H}$ 第一次离开磁场的位置到原点 O 的距离为：

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

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，每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)。

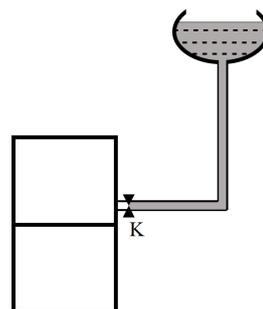
- A. 过程①中气体的压强逐渐减小
- B. 过程②中气体对外界做正功
- C. 过程④中气体从外界吸收了热量
- D. 状态 c 、 d 的内能相等
- E. 状态 d 的压强比状态 b 的压强小



(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

体缓慢地流入汽缸，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小了 $\frac{V}{6}$ 。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】(1)BDE;(2) $m = \frac{15p_0S}{26g}$

【解析】(1) 选项 A: 过程①为等容变化, 根据查理定律 $\frac{p_a}{T_a} = \frac{p_b}{T_b}$, 从 a 到 b, 温度升高, 故压强增大。A 错误。

选项 B 和 E: 过程②图像为一条倾斜的直线, 图上各点的连线与原点连线的斜率表示该点的压强大小, 从图像可以看出从 b 到 c 压强在逐渐减小, 体积在逐渐增大, 故 B 正确。从 c 到 d 为等温膨胀, 根据玻意耳定律: $p_c V_c = p_d V_d$, 从 c 到 d, 体积增大, 故压强减小, 综上: $p_d < p_c < p_b$, 故状态 d 的压强比状态 b 的压强小, E 正确。

选项 C: 过程④为等容变化, 故外界对气体做功为零, 从 d 到 c, 气体温度降低, 内能减小, 即 $\Delta U < 0$ 。根据热力学第一定律: $\Delta U = Q + W$, 其中 $W = 0$, 因此有 $Q = \Delta U < 0$, 即气体向外界放出热量。C 错误。

选项 D: 从 c 到 d 为等温变化, 故气体内能不变。D 正确。

(2) 解: 打开 K 之前, 气缸上半部分和下半部分的气体压强都为 p_0 , 体积都为 $\frac{V}{2}$ 。打开 K 使得液体流入气缸, 关闭 K 待整个系统稳定后, 气缸上半部分气体压强为 p_1 , 气体体积为 V_1 , 下半部分气体压强为 p_2 , 气体体积为 V_2 。

$$V_2 = \frac{V}{2} - \frac{V}{6} = \frac{V}{3} \quad (1)$$

$$V_1 = V - V_2 - \frac{V}{8} = \frac{13}{24}V \quad (2)$$

整个过程温度不变, 根据玻意耳定律

$$p_0 \frac{V}{2} = p_1 \frac{V}{3} \quad (3)$$

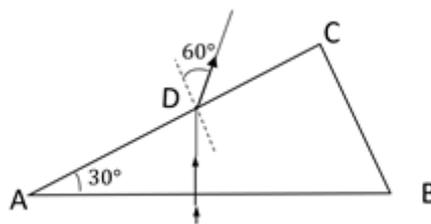
$$p_0 \frac{V}{2} = p_2 V_2 \quad (4)$$

$$\text{稳定后由平衡条件得: } p_1 S + mg = p_2 S \quad (5)$$

$$\text{联立①②③④⑤式得: } m = \frac{15p_0 S}{26g}$$

34.[物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 如图, ΔABC 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° 。



(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。

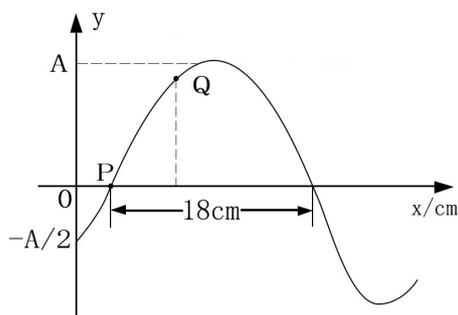


图 (a)

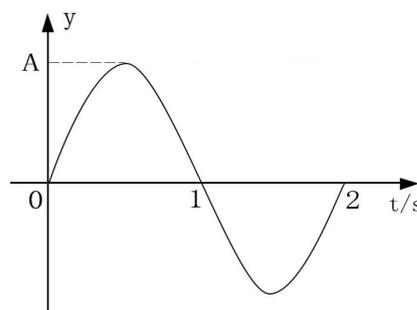


图 (b)

【答案】

(1) $\sqrt{3}$ 、大于 (2) ① $v = 0.18\text{m/s}$; 向左 ② $(9\text{cm}, 0)$

【解析】

(1) 折射率为 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$; 光的频率越大, 角度偏转越大, 蓝光比红光频率大, 故折射角应大于 60° 。

(2) ① 由右图可知 $\frac{1}{3}s$ 时 Q 点向上振动, 则对应波动图应该向左运动。由左图得 $\lambda = 18\text{cm} \times 2 = 36\text{cm}$, 由右图得 $T = 2\text{s}$, 则波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0.36\text{m}}{2\text{s}} = 0.18\text{m/s}$ 。

② 求坐标需求 Q 点平衡位置到原点的距离, 因波速已求出, 由 $x = vt$ 可知, 只需求出振动状态从 Q 点传播至原点所需时间即可。振动状态由 Q 点传播至 P 点所需时间为 $t_1 = \frac{1}{3}s$ 。此波的振动方程为

$X = A \sin \omega t = A \sin \pi t$ ，把振动状态由 P 点传播至原点所需时间设为 t_2 ，由左图可得 $\frac{A}{2} = A \sin \omega t_2, t_2 = \frac{1}{6} \text{s}$ 。 $t = t_1 + t_2 = 0.5 \text{s}$ ，
 $x = 18 \text{cm} \times 0.5 \text{s} = 9 \text{cm}$ ，即坐标为 $(9 \text{cm}, 0)$ 。

