

2014年普通高等学校招生全国统一考试（山东卷）

理科综合 物理试题（110分/300分）

第I卷（必做，共42分）

14.如图，用两根等长轻绳将木板悬挂在竖直木桩上等高的两点，制成一简易秋千。某次维修时将两轻绳剪去一小段，但仍保持等长且悬挂点不变。木板静止时， F_1 表示木板所受合力的大小， F_2 表示单根轻绳对木反拉力的大小，则维修后



- A. F_1 不变， F_2 变大
B. F_1 不变， F_2 变小
C. F_1 变大， F_2 变大
D. F_1 变小， F_2 变小

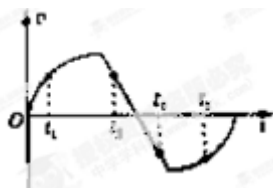
【答案】A

【解析】

试题分析：前后两次木板始终处于静止状态，因此前后两次木板所受合力 F_1 都等于零，保持不变，C、D 错误；绳子剪去一段后长度变短，悬挂木板时绳子与竖直方向夹角 θ 变大，将力沿水平方向和竖直方向正交分解，在竖直方向上， $2F_2 \cos \theta = mg$ ，而物体的重力不变，因此单根绳的拉力 F_2 变大，A 正确，B 错误。

【学科网考点定位】：共点力的平衡，力的分解

15. 一质点在外力作用下做直线运动，其速度 v 随时间 t 变化的图象如图。在图中标出的时刻中，质点所受合外力的方向与速度方向相同的有



- A. t_1 B. t_2 C. t_3 D. t_4

【答案】AC

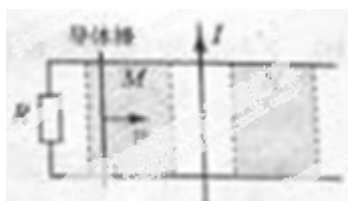
【解析】

试题分析：如果质点所受合力的方向与速度方向相同，物体做加速运动；合力的方向与速度方向相反，物体做减速运动。在 t_1 、 t_3 时刻，速度都在不断增加，因此合力的方向与速度方向相同，A、C 正确；而在 t_2 、 t_4 时刻，速度在不断减小，合力的方向与速度方向相反，B、D 错误。

【学科网考点定位】 $v-t$ 图象

16. 如图，一端接有定值电阻的平行金属轨道固定在水平面内，通有恒定电流的长直绝缘导线垂直并紧靠轨道固定，导体棒与轨道垂直且接触良好。在向右匀速通过 M 、 N 两区的过程中，导体棒所受安培力分别

用 F_M 、 F_N 表示。不计轨道电阻。以下叙述正确的是^[学科网]



- A. F_M 向右 B. F_N 向左 C. F_M 逐渐增大 D. F_N 逐渐减小^[学科网]

【答案】BCD

【解析】

试题分析：根据楞次定律（来拒去留），导体棒在 M 区和 N 区受安培力的方向都向左，B 正确，A 错误；

根据法拉第电磁感应定律，可知导体棒所受安培力大小 $F = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R}$ ，由于距离导线越近，磁场的磁

感强度 B 越大，在 M 区导体棒向右运动过程中，磁感强度逐渐增大，安培力 F_M 逐渐增大，在 N 区磁感强度逐渐减小，导致安培力也逐渐减小，C、D 都正确。

【学科网考点定位】楞次定律，法拉第电磁感应定律

17. 如图，将额定电压为 60V 的用电器，通过一理想变压器接在正弦交变电源上。闭合开关 S 后，用电器正常工作，交流电压表和交流电流表（均为理想电表）的示数分别为 220V 和 2.2A。以下判断正确的是



- A. 变压器输入功率为 484W
 B. 通过原线圈的电流的有效值为 0.6A
 C. 通过副线圈的电流的最大值为 2.2A^[学科网]
 D. 变压器原、副线圈的电流匝数比 $n_1 : n_2 = 11 : 3$

【答案】BD

【解析】

试题分析：变压器为理想变压器，因此输入功率等于输出功率，即 $P_{\lambda} = U_2 I_2 = 132W$ ，A 错误；根据

$n_1 : n_2 = U_1 : U_2$ 可知，变压器的匝数比为 $n_1 : n_2 = 11 : 3$ ，D 正确；根据 $n_1 : n_2 = I_2 : I_1$ ，可得通过原线圈的

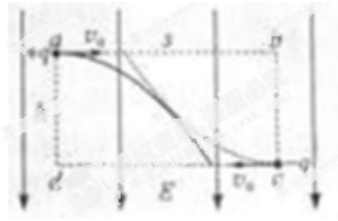
电流的有效值 $I_1 = 0.6A$ ，B 正确；通过副线圈电流的有效值为 2.2A，因此通过副线圈电流的最大值为

$2.2\sqrt{2}A$ ，C 错误。

【学科网考点定位】变压器，交变电流的有效值

18. 如图，场强大小为 E 、方向竖直向下的匀强电场中有一矩形区域 $abcd$ ，水平边 ab 长为 s ，竖直边 ad 长为 h 。质量均为 m 、带电荷量分别为 $+q$ 和 $-q$ 的两粒子，由 a 、 c 两点先后沿 ab 和 cd 方向以速率 v_0 进

入矩形区（两粒子不同时出现在电场中）。不计重力，若两粒子轨迹恰好相切，则 v_0 等于^[学科网]



- A. $\frac{s}{2}\sqrt{\frac{2qE}{mh}}$ B. $\frac{s}{2}\sqrt{\frac{qE}{mh}}$ C. $\frac{s}{4}\sqrt{\frac{2qE}{mh}}$ D. $\frac{s}{4}\sqrt{\frac{qE}{mh}}$

【答案】B

【解析】

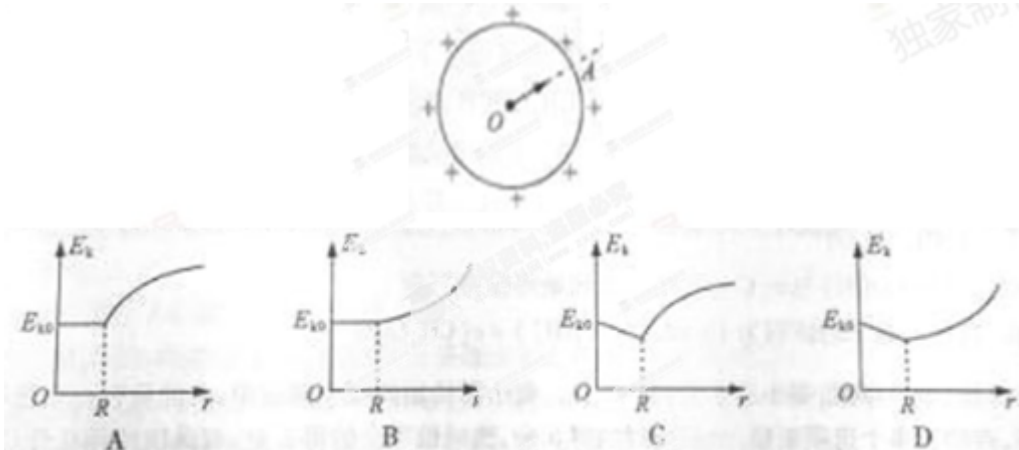
试题分析：两个粒子都做类平抛运动，轨迹相切时，速度方向恰好相反，即在该点，速度方向与水平方向

夹角相同 $\frac{v_0}{at_1} = \frac{v_0}{at_2}$ ，而 $Eq = ma$ ，两个粒子都做类平抛运动，水平方向： $v_0t_1 + v_0t_2 = s$ ，竖直方向：

$\frac{1}{2}at_1^2 + \frac{1}{2}at_2^2 = h$ ，由以上各式整理得： $v_0 = \frac{s}{2}\sqrt{\frac{Eq}{mh}}$ ，因此 B 正确，ACD 错误。

【学科网考点定位】平抛运动，牛顿第二定律

19. 如图，半径为 R 的均匀带正电薄球壳，其上有一小孔 A 。已知壳内的场强处处为零；壳外空间的电场与将球壳上的全部电荷集中于球心 O 时在壳外产生的电场一样。一带正电的试探电荷（不计重力）从球心以初动能 E_{k0} 沿 OA 方向射出。^[学科网]下列关于试探电荷的动能 E_k 与离开球心的距离 r 的关系图象，可能正确的是



【答案】A

【解析】

试题分析：由于在球壳内场强处处为零，因此从 O 向 A 运动的过程中电荷不受电场力，做匀速直线运动，动能不发生变化，图象为一条水平直线，^[学科网] C、D 错误；通过 A 点后，电荷做加速运动，但场强逐渐减小，通过相同的位移，电场力做功逐渐减小，根据动能定理，试探电荷的动能的增量逐渐减小，即图象的斜率逐渐减小，A 正确，B 错误。

【学科网考点定位】动能定理，点电荷的电场

20. 2013 年我国相继完成“神十”与“天宫”对接、“嫦娥”携“玉兔”落月两大航天工程。某航天爱好者提出“玉兔”回家的设想：如图，将携带“玉兔”的返回系统由月球表面发射到 h 高度的轨道上，与在该轨道绕月球做圆周运动的飞船对接，然后由飞船送“玉兔”返回地球。设“玉兔”质量为 m ，月球半径为 R ，月面的重力加速度为 $g_{月}$ 。以月面为零势能面，“玉兔”在 h 高度的引力势能可表示为 $E_p = \frac{GMmh}{R(R+h)}$ ，其中 G 为引力常量， M 为月球质量。【学科网】若忽略月球的自转，从开始发射到对接完成需要对“玉兔”做的功为



- A. $\frac{mg_{月}R}{(R+h)}(h+2R)$ B. $\frac{mg_{月}R}{(R+h)}(h+\sqrt{2}R)$ C. $\frac{mg_{月}R}{(R+h)}(h+\frac{\sqrt{2}}{2}R)$ D. $\frac{mg_{月}R}{(R+h)}(h+\frac{1}{2}R)$

【答案】D

【解析】

试题分析：在月球表面上， $\frac{GMm}{R^2} = mg_{月}$ ，而在距离月球表面 h 高处时， $\frac{GMm}{(R+h)^2} = m\frac{v^2}{R+h}$

在高 h 处玉兔的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{2(R+h)} = \frac{mg_{月}R^2}{2(R+h)}$ ，而将玉兔发送到该处时，对它做的功应等于它在

该处的机械能，即对它做的功 $W = E_k + E_p = \frac{mg_{月}R}{(R+h)}(h+\frac{1}{2}R)$ ，因此 D 正确，ABC 错误。

【学科网考点定位】万有引力与航天，机械能守恒及其应用

第II卷（必做 56 分+选做 12 分，共 68 分）

【必做部分】

21. (8 分) 某实验小组利用弹簧秤和刻度尺，测量滑块在木板上运动的最大速度。

实验步骤：

- ① 用弹簧秤测量橡皮泥和滑块的总重力，记作 G ；
- ② 将装有橡皮泥的滑块放在水平木板上，通过水平细绳和固定弹簧秤相连，如图甲所示。在 A 端向右拉动木板，待弹簧秤示数稳定后，将读数记作 F ；【学科网】
- ③ 改变滑块上橡皮泥的质量，重复步骤①②；

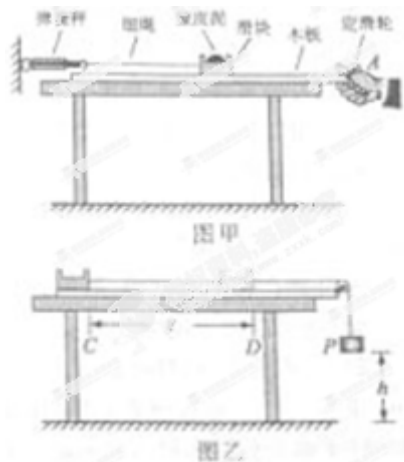
实验数据如下表所示：

G/N	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00
F/N	0.59	0.83	0.99	1.22	1.37	1.61

④如图乙所示，将木板固定在水平桌面上，滑块置于木板上左端 C 处，细绳跨过定滑轮分别与滑块和重物 P 连接，保持滑块静止，测量重物 P 离地面的高度 h ；

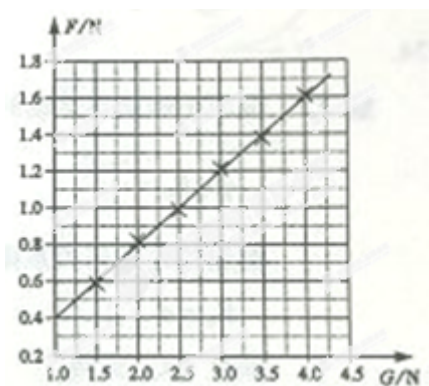
⑤滑块由静止释放后开始运动并最终停在木板上的 D 点（未与滑轮碰撞），测量 C 、 D 间的距离 s 。

完成下列作图和填空：[学科网]



- (1) 根据表中数据在给定坐标纸上作出 $F - G$ 图线。
- (2) 由图线求得滑块和木板间的动摩擦因数 $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$ （保留 2 位有效数字）。
- (3) 滑块最大速度的大小 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ （用 h 、 s 、 μ 和重力加速度 g 表示）。

【答案】 (1) 如图所示 (2) 0.40 (0.38、0.39、0.41、0.42 均正确)；(3) $\sqrt{2\mu g(s-h)}$



【解析】

试题分析： (1) 在坐标纸上，描出各点，然后用直线将各点连接起来，得到 $F - G$ 图象，见答案。

(2) 弹簧称的示数就是物体受到的摩擦力，根据 $F = \mu F_N = \mu G$ ，可知图象的斜率就是动摩擦因数，找特殊点代入可得 $\mu = 0.4$ 。

(3) P 落地后，滑块又前进了 $s - h$ 的距离才停止运动，在这段时间内，滑块做减速运动，根据 $v^2 = 2a(s - h)$ ，而滑块的加速度 $a = \mu g$ ，代入数据整理得，最大速度为 $v = \sqrt{2\mu g(s - h)}$ 。

【学科网考点定位】 滑动摩擦力，匀变速直线运动位移与速度的关系，

22. (10 分) 实验室购买了一捆标称长度为 100m 的铜导线，某同学想通过实验测其实际长度。该同学首先测得导线横截面积为 1.0mm^2 ，查得铜的电阻率为 $1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ，再利用图甲所示电路测出铜导线的电阻

R_x ，从而确定导线的实际长度。可供使用的器材有：

电流表：量程 0.6A，内阻约 0.2Ω；

电压表：量程 3V，内阻约 9kΩ；

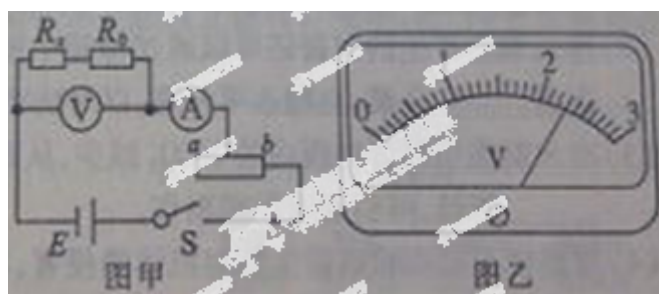
滑动变阻器 R_1 ：最大阻值 5Ω；

滑动变阻器 R_2 ：最大阻值 20Ω；

定值电阻： $R_0=3\Omega$ ；

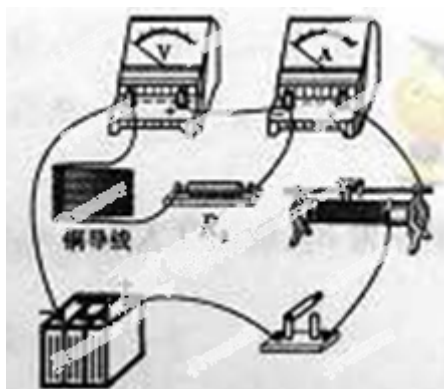
电源：电动势 6V，内阻可不计；开关、导线若干。

回答下列问题：



- (1) 实验中滑动变阻器应选_____（填“ R_1 ”或“ R_2 ”），闭合开关 S 前应将滑片移至_____端（填“a”或“b”）。
- (2) 在实物图中，已正确连接了部分导线，请根据图甲电路完成剩余部分的连接。
- (3) 调节滑动变阻器，当电流表的读数为 0.50A 时，电压表示数如图乙所示，读数为_____V。
- (4) 导线实际长度为_____m（保留 2 位有效数字）。[学科网]

【答案】 (1) R_2 ; a (2) (3) 2.30V (2.29、2.31 均正确) (4) 94 (93、95 均正确)



【解析】

试题分析：(1) 根据 $R = \rho \frac{l}{S}$ ，可估算待测电阻约 2Ω，这样 $R_0 + R$ 的总电阻约为 5Ω，滑动变阻器采用限流式接法，阻值约等于待测电阻 3—5 倍时，测量较准确，因此滑动变阻器选 R_2 ，另外测量前应将滑动变阻器调到最大值，以保护电路，因此触头应调到 a 端；

(2) 根据电路图连接实物图，见答案

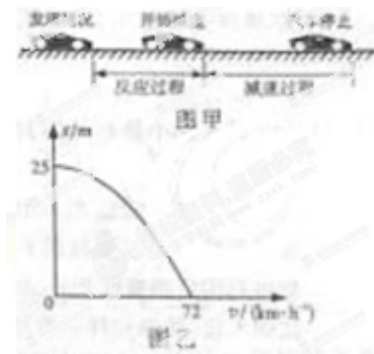
(3) 电压表最小刻度是 0.1V，读数时应估读到 0.01V，因此读数为 2.30V；

(4) 这样测得电阻值为 $R_0 + R = \frac{U}{I} = \frac{2.30}{0.5} = 4.6\Omega$ ，而 $R_0 = 3\Omega$ ，可得测电阻为 $R = 1.6\Omega$ ，根据

$$R = \rho \frac{l}{S}，代入数据，可得电阻长度 $l = 94m$$$

【学科网考点定位】 电阻定律，伏安法测电阻

23. (18分) 研究表明，一般人的刹车反应时间（即图甲中“反应过程”所用时间） $t_0 = 0.4s$ ，但饮酒会导致反应时间延长。在某次试验中，志愿者少量饮酒后驾车以 $v_0 = 72km/h$ 的速度在试验场的水平路面上匀速行驶，从发现情况到汽车停止，行驶距离 $L = 39m$ 。减速过程中汽车位移 s 与速度 v 的关系曲线如图乙所示，此过程可视为匀变速直线运动。取重力加速度的大小 $g = 10m/s^2$ 。求：【学科网】



- (1) 减速过程汽车加速度的大小及所用时间；
- (2) 饮酒使志愿者的反应时间比一般人增加了多少；
- (3) 减速过程汽车对志愿者作用力的大小与志愿者重力大小的比值。

【答案】 (1) $8m/s^2$ ， $2.5s$ ；(2) $0.3s$ ；(3) $\frac{F_0}{mg} = \frac{\sqrt{41}}{5}$

【解析】

试题分析：(1) 设减速过程中，汽车加速度的大小为 a ，运动时间为 t ，

由题可知初速度 $v_0 = 20\text{m/s}$ ，末速度 $v_t = 0$ ，位移 $s = 25\text{m}$

由运动学公式得： $v_0^2 = 2as$ ①

$t = \frac{v_0}{a} = 2.5\text{s}$ ②

由①②式代入数据得

$a = 8\text{m/s}^2$ ③

$t = 2.5\text{s}$ ④

(2) 设志愿者饮酒后反应时间的增加量为 Δt ，由运动学公式得

$L = v_0 t' + s$ ⑤

$\Delta t = t' - t_0$ ⑥

联立⑤⑥式代入数据得

$\Delta t = 0.3\text{s}$ ⑦

(3) 设志愿者所受合外力的大小为 F ，汽车对志愿者作用力的大小为 F_0 ，志愿者的质量为 m ，由牛顿第二定律得

$F = ma$ ⑧

由平行四边形定则得

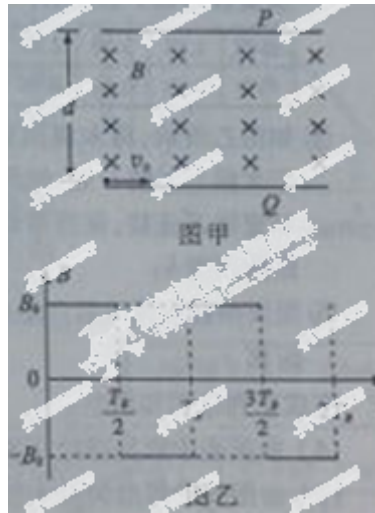
$F_0^2 = F^2 + (mg)^2$ ⑨

联立③⑧⑨式，代入数据得

$\frac{F_0}{mg} = \frac{\sqrt{41}}{5}$ ⑩

【学科网考点定位】 牛顿第二定律，匀变速直线运动规律，力的合成

24. (20分) 如图甲所示，间距为 d 、垂直于纸面的两平行板 P 、 Q 间存在匀强磁场。取垂直于纸面向里为磁场的正方向，磁感应强度随时间的变化规律如图乙所示。 $t=0$ 时刻，一质量为 m 、带电荷量为 $+q$ 的粒子（不计重力），以初速度 v_0 由 Q 板左端靠近板面的位置，沿垂直于磁场且平行于板面的方向射入磁场区。当 B_0 和 T_B 取某些特定值时，可使 $t=0$ 时刻入射的粒子经 Δt 时间恰能垂直打在 P 板上（不考虑粒子反弹）。上述 m 、 q 、 d 、 v_0 为已知量。[学科网]



(1) 若 $\Delta t = \frac{1}{2}T_B$, 求 B_0 ;

(2) 若 $\Delta t = \frac{3}{2}T_B$, 求粒子在磁场中运动时加速度的大小;

(3) 若 $B_0 = \frac{4mv_0}{qd}$, 为使粒子仍能垂直打在 P 板上, 求 T_B 。

【答案】 (1) $B_0 = \frac{mv_0}{qd}$ (2) $a = \frac{3v_0^2}{d}$; (3) $T_B = \frac{\pi d}{3v_0}$ 或 $T_B = \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{4}\right) \frac{d}{2v_0}$

【解析】

试题分析: (1) 设粒子做匀速圆周运动的半径 R_1 , 由牛顿第二定律得

$$qv_0B_0 = \frac{mv_0^2}{R_1} \quad ①$$

据题意由几何关系得

$$R_1 = d \quad ②$$

联立①②式得

$$B_0 = \frac{mv_0}{qd} \quad ③$$

(2) 设粒子做圆周运动的半径为 R_2 ，加速度大小为 a ，由圆周运动公式得

$$a = \frac{v_0^2}{R_2} \quad ④$$

据题意由几何关系得

$$3R_2 = d \quad ⑤$$

联立④⑤式得

$$a = \frac{3v_0^2}{d} \quad ⑥$$

(3) 设粒子做圆周运动的半径为 R ，周期为 T ，由圆周运动公式得

$$T = \frac{2\pi R}{v_0} \quad ⑦$$

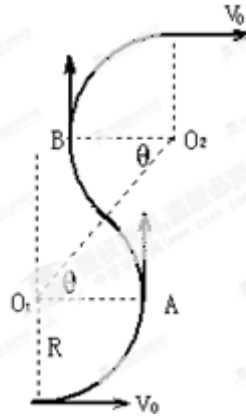
由牛顿第二定律得

$$qv_0B_0 = \frac{mv_0^2}{R} \quad ⑧$$

由题意知 $B_0 = \frac{4mv_0}{qd}$ ，代入⑧式得

$$d = 4R \quad ⑨$$

粒子运动轨迹如图所示， O_1 、 O_2 为圆心， O_1 、 O_2 连线与水平方向夹角为 θ ，在每个 T_B 内，只有 A 、 B 两个位置才有可能垂直击中 P 板，且均要求 $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ，由题意可知



$$\frac{\pi + \theta}{2\theta} T = \frac{T_B}{2} \quad (10)$$

设经历完整 T_N 的个数为 n ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$)

若在 A 点击中 P 板, 据题意由几何关系得

$$R + 2(R + R \sin \theta)n = d \quad (11)$$

当 $n=0$ 时, 无解 (12)

当 $n=1$ 时联立 (9) (11) 式得

$$\theta = \frac{\pi}{6} \text{ 或 } \left(\sin \theta = \frac{1}{2} \right) \quad (13)$$

联立 (7) (9) (10) (13) 式得

$$T_B = \frac{\pi d}{3v_0} \quad (14)$$

当 $n \geq 2$ 时, 不满足 $0 < \theta < 90^\circ$ 的要求 (15)

若在 B 点击中 P 板, 据题意由几何关系得

$$R + 2R \sin \theta + 2(R + R \sin \theta)n = d \quad (16)$$

当 $n=0$ 时无解 (17)

当 $n=1$ 时, 联立 (9) (16) 式得

$$\theta = \arcsin \frac{1}{4} \text{ 或 } \left(\sin \theta = \frac{1}{4} \right) \quad (18)$$

联立 (7) (9) (10) (18) 式得

$$T_B = \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{4}\right) \frac{d}{2v_0} \quad (19)$$

当 $n \geq 2$ 时，不满足 $0 < \theta < 90^\circ$ 的要求 (20)

37. (12分) 【物理——物理3—3】

(1) 如图，内壁光滑、导热良好的气缸中用活塞封闭有一定质量的理想气体。当环境温度升高时，缸内气体_____。(双选，填正确答案标号) [学科网]



- a. 内能增加 b. 对外做功 c. 压强增大 d. 分子间的引力和斥力都增大

【答案】 ab

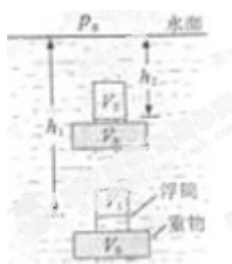
【解析】

试题分析：由于气缸导热良好，当环境温度升高时，理想气体的温度也会升高，内能增加，a 正确，这时气缸内气体压强等于大气压与活塞产生的压强之和，保持不变，因此气体发生等压变化，压强不变，温度升高，气体膨胀，对外做功，b 正确；c 错误；气体分子间距离增加，由于气体认为是理想气体，分子间即不存在引力也不存在斥力，d 错误。

【学科网考点定位】 气体等压变化，热力学第一定律

(2) 一种水下重物打捞方法的工作原理如图所示。将一质量 $M = 3 \times 10^3 \text{ kg}$ 、体积 $V_0 = 0.5 \text{ m}^3$ 的重物捆绑在开口朝下的浮筒上。向浮筒内冲入一定质量的气体，开始时筒内液面到水面的距离 $h_1 = 40 \text{ m}$ ，筒内气体体积 $V_1 = 1 \text{ m}^3$ 。在拉力作用下浮筒缓慢上升，当筒内液面的距离为 h_2 时，拉力减为零，此时气体体积为 V_2 ，随后浮筒和重物自动上浮。求 V_2 和 h_2 。

已知大气压强 $P_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，水的密度 $\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，重力加速度的大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。不计水温变化，筒内气体质量不变且可视为理想气体，浮筒质量和筒壁厚度可忽略。



【答案】 $V_2 = 2.5 \text{ m}^3$ ； $h_2 = 10 \text{ m}$

【解析】

试题分析：当 $F = 0$ 时，由平衡条件得

$$Mg = \rho_{\text{水}} g (V_2 + V_0) \quad (1)$$

代入数据得

$$V_2 = 2.5m^3 \quad \text{②}$$

设筒内气体初、末态的压强分别为 P_1 、 P_2 ，由题意得

$$P_1 = P_0 + \rho gh_1 \quad \text{③}$$

$$P_2 = P_0 + \rho gh_2 \quad \text{④}$$

此过程中，筒内气体温度和质量不变，由玻意耳定律得

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

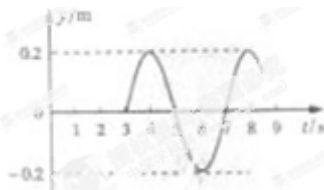
联立②③④⑤式，代入数据得

$$h_2 = 10m \quad \text{⑥}$$

【学科网考点定位】玻意耳定律

38. (12分) **【物理—物理 3—4】**

(1) 一列简谐横波沿直线传播。以波源 O 为平衡位置开始振动为计时零点，质点 A 的振动图象如图所示，已知 O 、 A 的平衡位置相距 $0.9m$ ，以下判断正确的是_____。(双选，填正确答案标号)



- a. 波长为 $1.2m$
- b. 波源起振方向沿 y 轴正方向
- c. 波速大小为 $0.4m/s$
- d. 质点 A 的动能在 $t = 4s$ 时最大

【答案】 ab

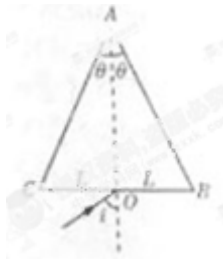
【解析】

试题分析：由于 OA 平衡位置间的距离为 $0.9m$ ，波从 O 传到 A 点用时 $t=3s$ ，波速 $v = \frac{s}{t} = 0.3m/s$ ，c 错误；

由振动图象可知，质点的振动周期为 $T = 4s$ ，根据 $v = \frac{\lambda}{T}$ ，可得波长 $\lambda = 1.2m$ ，a 正确；由于 A 点起振的方向沿 x 轴正方向，因此波源起振的方向也一定沿 x 轴正方向，b 正确，在 $t = 4s$ 时，质点 A 运动到最大位移处，此时动能为零，d 错误。

【考点定位】：机械振动和机械波

(2) 如图所示，三角形 ABC 为某透明介质的横截面， O 为 BC 边的中点，位于截面所在平面内的一束光线自 O 以角度 i 入射，第一次到达 AB 边恰好发生全反射。已知 $\theta = 15^\circ$ ， BC 边长为 $2L$ ，该介质的折射率为 $\sqrt{2}$ 。求：



(i) 入射角 i

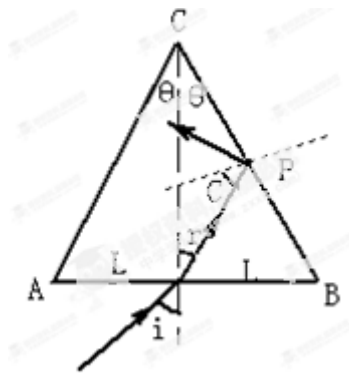
(ii) 从入射到发生第一次全反射所用的时间 (设光在真空中的速度为 c , 可能用到: $\sin 75^\circ = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4}$ 或

$\tan 15^\circ = 2 - \sqrt{3}$)。

【答案】 (i) 45° ; (ii) $\frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2c} L$

【解析】

试题分析: (i) 根据全反射规律可知, 光线在 AB 面上 P 点的入射角等于临界角 C , 由折射定律得



$$\sin C = \frac{1}{n} \quad \text{①}$$

代入数据得

$$C = 45^\circ \quad \text{②}$$

设光线在 BC 面上的折射角为 r , 由几何关系得

$$r = 30^\circ \quad \text{③}$$

根据光的折射定律

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad \text{④}$$

联立③④式代入数据得

$$i = 45^\circ \quad \text{⑤}$$

(ii) 在 $\triangle OPB$ 中, 根据正弦定理得

$$\frac{\overline{OP}}{\sin 75^\circ} = \frac{L}{\sin 45^\circ} \quad \text{⑥}$$

设所用时间为 t ，光线在介质中的速度为 v ，得

$$\overline{OP} = vt \quad \text{⑦}$$

$$v = \frac{c}{n} \quad \text{⑧}$$

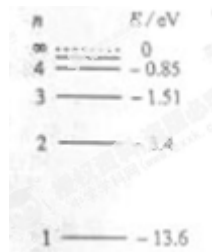
联立⑥⑦⑧式，代入数据得

$$t = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2c} L \quad \text{⑨}$$

【考点定位】：光的折射，正弦定律

39. (12分) 【物理—物理 3—4】

(1) 氢原子能级如图，当氢原子从 $n=3$ 跃迁到 $n=2$ 的能级时，辐射光的波长为 656nm 。以下判断正确的是_____。(双选，填正确答案标号)



- a. 氢原子从 $n=2$ 跃迁到 $n=1$ 的能级时，辐射光的波长大于 656nm
- b. 用波长为 325nm 的光照射，可使氢原子从 $n=1$ 跃迁到 $n=2$ 能级
- c. 一群处于 $n=3$ 能级上的氢原子向低能级跃迁时最多产生 3 种谱线
- d. 用波长为 633nm 的光照射，不能使氢原子从 $n=2$ 跃迁到 $n=3$ 的能级 [学科网]

【答案】 cd

【解析】

试题分析：由于 $n=3$ 与 $n=2$ 间的能量差为 $-1.51 - (-3.4) = 1.89\text{eV}$ ，而 $n=1$ 与 $n=2$ 间的能量差为 $-3.4 - (-13.6) = 10.2\text{eV}$ ，根据 $\Delta E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ 可知，氢原子从 $n=2$ 跃迁到 $n=1$ 的能级时辐射的波长 $\lambda = 121.6\text{nm}$ 小于 656nm ，a 错误；同样从 $n=1$ 跃迁到 $n=2$ 能级需要的光子的波长也恰好为 121.6nm ，b 错误；一群处于 $n=3$ 能级的氢原子向低能级跃迁时可能会出现 3 种可能，因此会放出 3 种不同频率的光子，c 正确；电子发生跃迁时，吸收或放出的能量一定等于这两个能级间的能量差，为一特定值，大于或小于这个特定的值都不能使之发生跃迁。因此 d 正确。

【学科网考点定位】 能级跃迁

(2) 如图，光滑水平直轨道上两滑块 A 、 B 用橡皮筋连接， A 的质量为 m ，开始时橡皮筋松弛， B 静止，给 A 向左的初速度 v_0 ，一段时间后， B 与 A 同向运动发生碰撞并粘在一起，碰撞后的共同速度是碰撞前瞬间 A 的速度的两倍，也是碰撞前瞬间 B 的速度的一半。求： [学科网]



- (i) B 的质量；
 (ii) 碰撞过程中 A 、 B 系统机械能的损失。

【答案】 (i) $m_B = 2m$; (ii) $\Delta E = \frac{1}{6}mv_0^2$

【解析】

试题分析：(i) 以初速度 v_0 的方向为正方向，设 B 的质量为 m_B ， A 、 B 碰撞后共同速度为 v ，由题意知，碰撞前瞬间 A 的速度为 $\frac{v}{2}$ ，碰撞前瞬间， B 的速度为 $2v$ ，由动量守恒定律得

$$m \frac{v}{2} + 2m_B v = (m + m_B)v \quad \text{①}$$

由①式得

$$\text{得 } m_B = 2m \quad \text{②}$$

(ii) 从开始到碰后的全过程，由动量守恒定律得

$$mv_0 = (m + m_B)v \quad \text{③}$$

设碰撞过程 A 、 B 系统机械能的损失为 ΔE ，则

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m + m_B)v^2 \quad \text{④}$$

联立②③④式得

$$\Delta E = \frac{1}{6}mv_0^2 \quad \text{⑤}$$

【学科网考点定位】 动量守恒定律，能量守恒定律