

2013 年普通高等学校招生统一考试（山东理综）

物理部分

[学科网试卷总评] 从整体上看，2013 年高考山东卷理综物理试题，题型较往年未变化，整体的文字阅读量与试题计算量与往年持平，难度适中。此套试题有利于不同类型的高校选拔新生，符合素质教育培养学生创新和实践能力的要求，再一次成功的实现了素质教育与高考命题的完美对接。本卷在考查高中物理基础知识和基本技能的基础上，重点考查了考生的物理思维能力、物理实验能力以及综合分析和应用的能力，注重对中学物理教学形成良好的导向作用。

试题无论从考查知识点的深度，还是考查考生思考问题的能力上都对考生提出一定的要求。下面对试题做简要的分析：

第 14 题，考查学生对高中物理学史实的掌握，但并非简单的记忆，而是通过设置同在力学上有重大贡献的科学家牛顿来迷惑考生，以此考查考生的辨析理解能力。此题属容易题。

第 15 题，考查整体法在受力分析中的应用，若考生思维不严密，审题不清，不能恰当的选用整体法，很容易陷入繁杂的分析与计算中。此题难度较低。

第 16 题，重点考查考生的逻辑推理能力，考生须清楚在两物体的运动过程中，有哪些力做功，做正功还是负功，有哪些能量发生转化，正确应用动能定理和能量守恒定律。此题难度中等。

第 17 题，此题是教材习题的衍生题，考查学生对交流电及其“四值”的理解，选项 D 需借助楞次定律分析感应电流的方向。难度中等。

第 18 题，高考要求考生能通过图象分析解决问题。对于此题，由于四个选项均是 $F-t$ 图象，所以考生可以灵活的选用排除法来解答，即任选一个过程结合选项图比较分析，逐次排伪，最后存真。此题难度较低。

第 19 题，考查等量异种点电荷的电场，此题对考生的理解与应用能力要求较高。选项 A、C 可以根据等量异种点电荷电场的分布规律直接判断，而选项 B、D 不能直接确定正误，可依据电荷的独立作用原理分析出 a、c 两点的电势能的高低，进而得出 a、c 两点的电势高低。本题难度中等。

第 20 题，通过考生熟知的“双星模型”考查万有引力定律的应用，只要根据两恒星间的万有引力提供各自圆周运动的向心力列出表达式分析，即可得出答案。本题难度较低。

第 21 题，今年的实验题难度不大，除一些常用仪器的读数问题和基本操作外，主要考察考生处理实验数据的能力以及对实验方案的评价与改进，考查灵活运用知识的能力。

第 22 题，此题是力与运动问题的小型综合题，第（1）问比较简单，列出基本的运动学关系式即可解答；第（2）问通过受力分析，依据牛顿第二定律列出表达式后，需借助数学三角函数求极值来分析解答，对考生的推理计算能力与文字表述能力要求较高。

第 23 题，此题考查带电粒子在电场、磁场（组合场）中的运动问题，要求考生能分析比较复杂的物理模型及所遵循的物理规律，难度较大，尤其是第（3）问。解答此题时，考生可以根据题目所给出的条件，再结合所学的相关物理规律做出运动轨迹的简图，利用运动的对称性加以分析，确定完整的运动轨迹，进而求出运动时间。书写答题步骤时，考生需注意语言文字的表述要条理、清晰，表达式要科学、规范。

第 36-38 题，均为选做题，考生择其一作答即可。3 道选做题均是常规题目，也是考生容易得分的试题。主要考查基本概念与基本规律的应用，涉及的分析过程较简单，难度较低，考生只要平时掌握住考试大纲上提到的知识点，问题即可迎刃而解。详细的解析过程后面已给出，此处不再赘述。

总而言之，今年的高考题考查点仍以力学和电磁学为主，尽管哪一年的高考都有一些知识点没有涉及到，但我们在平时的复习备考过程中，仍要依照考试大纲、紧扣课程标准，面面俱到，不留遗漏，并且在复习的过程中，注重综合分析能力与逻辑思维能力的培养，养成科学、规范的审题、答题习惯。

第I卷

【本解析为学科网名师解析团队原创，授权学科网独家使用，如有盗用，依法追责！】

二、**选择题**（本题包括 7 小题，每小题给出的四个选项中，有的只有一个选项正确，有的有多个选项正确，全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分）

14.伽利略开创了实验研究和逻辑推理相结合探索物理规律的科学方法，利用这种方法伽利略发现的规律有（ ）

- A.力不是维持物体运动的原因
- B.物体之间普遍存在相互吸引力
- C.忽略空气阻力，重物与轻物下落得同样快
- D.物体间的相互作用力总是大小相等，方向相反

【答案】 AC

【解析】 伽利略利用“理想斜面实验”说明力不是维持物体运动的原因，通过“比萨斜塔实验”证明忽略空气阻力，重物和轻物下落一样快，选项 A、C 正确。牛顿发现了万有引力定律，说明物体之间普遍存在相互吸引力，物体间的相互作用力总是大小相等、方向相反，这是牛顿第三定律的内容，从而排除 B、D。

【学科网考点定位】 物理学史实，伽利略和牛顿两人贡献的辨析与比较。

15. 如图所示，用完全相同的轻弹簧 A、B、C 将两个相同的小球连接并悬挂，小球处于静止状态，弹簧 A 与竖直方向的夹角为 30° ，弹簧 C 水平，则弹簧 A、C 的伸长量之比为 ()



A. $\sqrt{3}:4$

B. $4:\sqrt{3}$

C. 1:2

D. 2:1

【答案】 D

【解析】 将两小球看做一个整体分析，可知整体受到重力、轻弹簧 A、C 的拉力共 3 个力的作用而处于平衡状态，将轻弹簧 A 的拉力沿竖直方向和水平方向分解可知水平方向上满足 $F_{Ax} = F_A \sin 30^\circ = F_C$ ，故 $F_A:F_C = 2:1$ ，据题意可知三个弹簧的劲度系数相同，由胡克定律 $F = kx$ 可知弹簧 A、C 的伸长量之比为 2:1，本题选 D。

【学科网考点定位】 共点力的平衡，受力分析，胡克定律。

16. 如图所示，楔形木块 abc 固定在水平面上，粗糙斜面 ab 和光滑斜面 bc 与水平面的夹角相同，顶角 b 处安装一定滑轮。质量分别为 M、m ($M > m$) 的滑块，通过不可伸长的轻绳跨过定滑轮连接，轻绳与斜面平行。两滑块由静止释放后，沿斜面做匀加速运动。若不计滑轮的质量和摩擦，在两滑块沿斜面运动的过程中 ()



A. 两滑块组成系统的机械能守恒

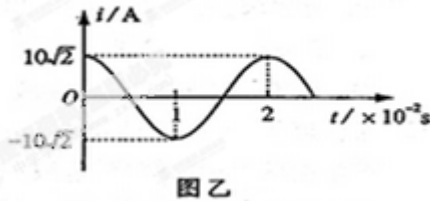
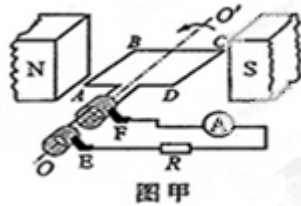
- B. 重力对 M 做的功等于 M 动能的增加
- C. 轻绳对 m 做的功等于 m 机械能的增加
- D. 两滑块组成系统的机械能损失等于 M 克服摩擦力做的功

【答案】 CD

【解析】 由题意可知滑块 M 沿斜面向下做匀加速运动，滑块 m 沿斜面向上做匀加速运动，两者的加速度大小相等，由于斜面 ab 粗糙，摩擦力对 M 做负功，故系统的机械能减少，选项 A 错误；由动能定理可知重力、绳的拉力以及摩擦阻力对 M 做的功等于 M 动能的增加量，选项 B 错误；由功能关系可得除重力外其他外力做的功等于物体（或系统）机械能的变化，故轻绳的拉力对 m 做的功等于 m 机械能的增加，摩擦力做的功等于系统机械能的减少量，选项 C、D 正确。本题选 CD。

【学科网考点定位】 能的转化与守恒，动能定理。

17. 图甲是小型交流发电机的示意图，两磁极 N 、 S 间的磁场可视为水平方向的匀强磁场， A 为交流电流表。线圈绕垂直于磁场方向的水平轴 OO' 沿逆时针方向匀速转动，从图示位置开始计时，产生的交变电流随时间变化的图像如图乙所示，以下判断正确的是（ ）



- A. 电流表的示数为 10A
- B. 线圈转动的角速度为 50π rad/s
- C. 0.01s 时线圈平面与磁场方向平行
- D. 0.02s 时电阻 R 中电流的方向自右向左

【答案】 AC

【解析】 由题图乙可知交流电电流的最大值是 $I_m = 10\sqrt{2}$ A，交流电的周期 $T = 0.02$ s，

电流表的示数为交流电的有效值即 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 10$ A，选项 A 正确； 线圈转动的角速度

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 100\pi$ rad/s，选项 B 错误； 0.01 s 时流过线圈的感应电流达到最大，线圈中产生的

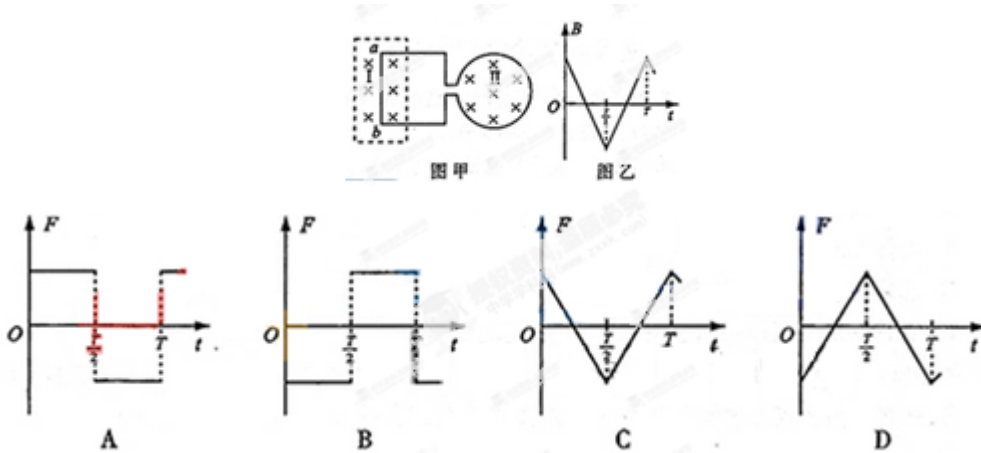
感应电动势最大，磁通量的变化率最大，则穿过线圈的磁通量为 0，即线圈平面与磁场方向

平行，选项 C 正确； 由楞次定律可知 0.02 s 时流过电阻的电流方向自左向右，选项 D 错误。

本题选 AC。

【学科网考点定位】 交变电流的产生及有效值与最大值的的关系，楞次定律。

18. 将一段导线绕成图甲所示的闭合电路，并固定在水平面（纸面）内，回路的 ab 边置于垂直纸面向里的匀强磁场 I 中。回路的圆形区域内有垂直纸面的磁场 II，以向里为磁场 II 的正方向，其磁感应强度 B 随时间 t 变化的图像如图乙所示。用 F 表示 ab 边受到的安培力，以水平向右为 F 的正方向，能正确反映 F 随时间 t 变化的图像是（ ）



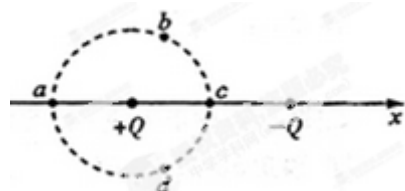
【答案】 B

【解析】 由图乙可知 $0-\frac{T}{2}$ 时间内，磁感应强度随时间呈线性变化，即 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = k$ (k 是一个常数)，圆环的面积 S 不变，由 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B \Delta S}{\Delta t}$ 可知圆环中产生的感应电动势不变，

则回路中的感应电流不变， ab 边受到的安培力不变，从而可排除选项 C、D； $0-\frac{T}{2}$ 时间内，由楞次定律可判断出流过 ab 边的电流方向为由 b 至 a ，结合左手定则可判断出 ab 边受到的安培力的方向向左，为负值，故选项 A 错误 B 正确。本题选 B。

【学科网考点定位】 感应电动势 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ，安培力，楞次定律，左手定则。

19. 如图所示，在 x 轴相距为 L 的两点固定两个等量异种点电荷 $+Q$ 、 $-Q$ ，虚线是以 $+Q$ 所在点为圆心、 $L/2$ 为半径的圆， a 、 b 、 c 、 d 是圆上的四个点，其中 a 、 c 两点在 x 轴上， b 、 d 两点关于 x 轴对称。下列判断正确的是 ()



- A. b 、 d 两点处的电势相同
- B. 四点中 c 点处的电势最低
- C. b 、 d 两点处的电场强度相同
- D. 将一试探电荷 $+q$ 沿圆周由 a 点移至 c 点， $+q$ 的电势能减小

【答案】 ABD

【解析】 由等量异种点电荷的电场分布规律结合场强的叠加原理可知 b 、 d 两点处的电势相同，电场强度大小相等、方向不同，故 A 正确，C 错误；由电荷的独立作用原理可知正电荷在 $+Q$ 产生的电场中由 a 运动至 c ，电场力不做功，正电荷在 $-Q$ 产生的电场中由 a 运动至 c ，电场力做正功，故正电荷在两点电荷的电场中由 a 至 c 电场力做正功，电势能减小，选项 D 正确；沿电场线的方向电势逐渐降低，故 b 、 d 点的电势高于 c 点的电势，由 D 项的

分析结合 $\varphi = \frac{E_p}{q}$ ，可知 a 点电势高于 c 点的电势，故 B 正确。本题选 ABD。

【学科网考点定位】 等量异种点电荷的电场，电场力做功与电势能，电势与电势能。

20. 双星系统由两颗恒星组成，两恒星在相互引力的作用下，分别围绕其连线上的某一点做周期相同的匀速圆周运动。研究发现，双星系统演化过程中，两星的总质量、距离和周期

均可能发生变化。若某双星系统中两星做圆周运动的周期为 T , 经过一段时间演化后, 两星总质量变为原来的 k 倍, 两星之间的距离变为原来的 n 倍, 则此时圆周运动的周期为 ()

$A. \sqrt{\frac{n^3}{k^2}}T$
 $B. \sqrt{\frac{n^3}{k}}T$
 $C. \sqrt{\frac{n^2}{k}}T$
 $D. \sqrt{\frac{n}{k}}T$

【答案】 B

【解析】 两恒星之间的万有引力提供各自做圆周运动的向心力, 则有

$$G \frac{m_1 m_2}{L^2} = m_1 r_1 \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2, G \frac{m_1 m_2}{L^2} = m_2 r_2 \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2, \text{ 又 } L = r_1 + r_2, M = m_1 + m_2, \text{ 联立以上各式}$$

可得 $T^2 = \frac{4\pi^2 L^3}{GM}$, 故当两恒星总质量变为 kM , 两星间距变为 nL 时, 圆周运动的周期 T' 变

为 $\sqrt{\frac{n^3}{k}}T$, 本题选 B。

【学科网考点定位】 牛顿第二定律, 万有引力定律及其应用。

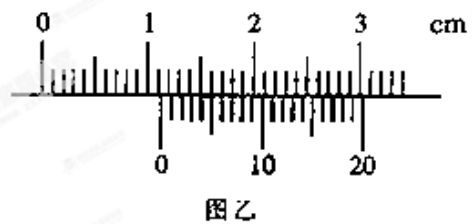
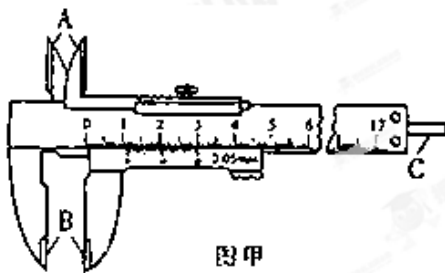
第II卷

【必做部分】

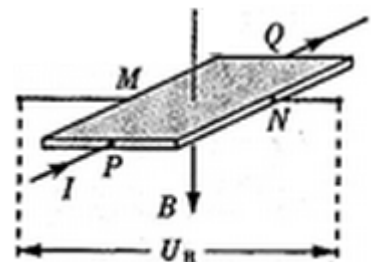
【本解析为学科网名师解析团队原创, 授权学科网独家使用, 如有盗用, 依法追责!】

21. (13分)

(1) 图甲为一游标卡尺的结构示意图, 当测量一钢笔帽的内径时, 应该用游标卡尺的 _____ (填“A”“B”或“C”) 进行测量; 示数如图乙所示, 该钢笔帽的内径为 _____ mm。



(2) 霍尔效应是电磁基本现象之一, 近期我国科学家在该领域的实验研究上取得了突破性进展。如图丙所示, 在一矩形半导体薄片的 P 、 Q 间通入电流 I , 同时外加与薄片垂直的磁场 B , 在 M 、 N 间出现电压 U_H , 这个现



象称为霍尔效应， U_H 称为霍尔电压，且满足 $U_H = K \frac{IB}{d}$ ，式中 d 为薄片的厚度， k 为霍尔系数。某同学通过实验来测定该半导体薄片的霍尔系数。

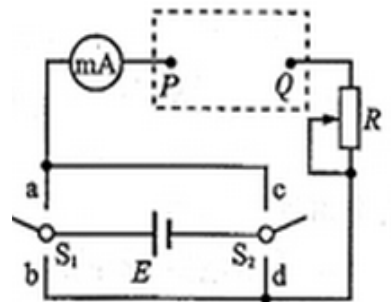
①若该半导体材料是空穴（可视为带正电粒子）导电，电流与磁场方向如图丙所示，该同学用电压表测量 U_H 时，应将电压表的“+”接线柱与_____（填“M”或“N”）端通过导线相连。

②已知薄片厚度 $d=0.40\text{mm}$ ，该同学保持磁感应强度 $B=0.10\text{T}$ 不变，改变电流 I 的大小，测量相应的 U_H 值，记录数据如下表所示。

$I(\times 10^{-3}\text{A})$	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0
$U_H(\times 10^{-3}\text{V})$	1.1	1.9	3.4	4.5	6.2	6.8

根据表中数据在给定区域内（见答题卡）画出 U_H-I 图线，利用图线求出该材料的霍尔系数为_____ $\times 10^{-3}\text{V}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}\cdot\text{T}^{-1}$ （保留2位有效数字）。

③该同学查阅资料发现，使半导体薄片中的电流反向再次测量，取两个方向测量的平均值，可以减小霍尔系数的测量误差，为此该同学设计了如图丁所示的测量电路， S_1 、 S_2 均为单刀双掷开关，虚线框内为半导体薄片（未画出）。为使电流从Q端流入，P端流出，应将 S_1 掷向_____（填“a”或“b”）， S_2 掷向_____（填“c”或“d”）。



图丁

为了保证测量安全，该同学改进了测量电路，将一合适的定值电阻串联在电路中。在保持其它连接不变的情况下，该定值电阻应串联在相邻器件_____和_____（填器件代号）之间。

【答案】 (1) A 11.30 (11.25 或 11.35 均算正确) (2) ①M ②1.5 (1.4 或 1.6 均算正确) ③b, c, S_1 , E (或 S_2 , E)

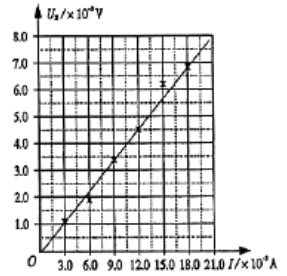
【解析】 (1) 测内经，应选游标卡尺的内测量脚，故选填A；B用来测外径，C用于测深度。

游标卡尺的主尺读数为11mm，游标尺的读数为 $6 \times 0.05\text{mm}=0.30\text{mm}$ ，故钢笔帽的内径为11.30mm。

(2) ①由于导电空穴为带正电的粒子，由电流方向和磁场方向结合左手定则可判断出正粒子向M板偏转，故M板的电势高，电压表的“+”接线柱应与M端连接。

②根据表格数据，在坐标纸上描点、连线，注意使图线尽可能多的穿过坐标点，不在线上的点均匀分布在线的两侧，误差较大的点予以舍去。（如右图所示）。

由题意 $U_H = k \frac{IB}{d}$ 知 $\frac{U_H}{I} = k \frac{B}{d}$ ，即图线的斜率表示 $k \frac{B}{d}$ ，将已知数据代入可求得 $k = 1.5 \times 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$ 。



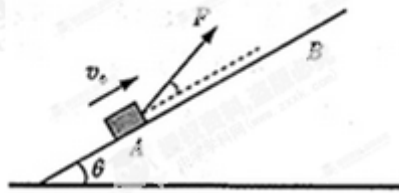
③外电路中，电流由电源正极流出，经用电器流入电源负极，故 S_1 接 b， S_2 接 c 时，电流自 Q 端流入 P 端流出；为了避免开关接错位置导致电源短路而被烧坏，应 S_1 （或 S_2 ）和电源 E 之间串联一保护电阻。

【学科网考点定位】 游标卡尺的结构与读数，电压表的使用，左手定则，闭合姆定律在科研领域的渗透与简单应用。

22. (15分) 如图所示，一质量 $m=0.4\text{kg}$ 的小物块，以 $v_0=2\text{m/s}$ 的初速度，在与斜面成某一夹角的拉力 F 作用下，沿斜面向上做匀加速运动，经 $t=2\text{s}$ 的时间物块由 A 点运动到 B 点，

A、B 之间的距离 $L=10\text{m}$ 。已知斜面倾角 $\theta=30^\circ$ ，物块与斜面之间的动摩擦因数 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 。

重力加速度 g 取 10 m/s^2 。



- 求物块加速度的大小及到达 B 点时速度的大小。
- 拉力 F 与斜面的夹角多大时，拉力 F 最小？拉力 F 的最小值是多少？

【答案】 (1) 3m/s^2 8m/s (2) 30° $2.6\sqrt{3} \text{ N}$

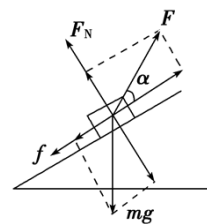
【解析】 (1) 设小物块加速度的大小为 a ，则 $L = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ ，

将已知数据代入可得 $a = 3\text{m/s}^2$ ，到达 B 点的速度 $v_B = v_0 + at = 2\text{m/s} + 3 \times 2 \text{ m/s} = 8\text{m/s}$ 。

(2) 设 F 与斜面的夹角为 α ，对物体受力分析如图

沿斜面方向有 $F \cos \alpha - (mg \sin \alpha + f) = ma$

垂直斜面方向有 $F_N + F \sin \alpha = mg \cos \theta$



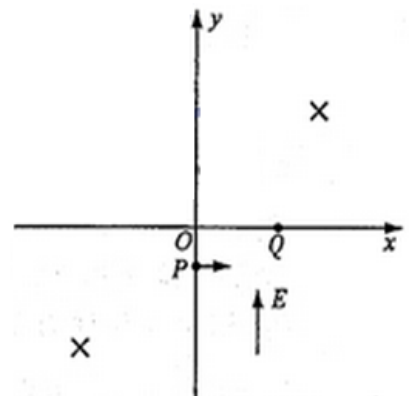
$$\text{又 } f = \mu F_N, \sin \theta = \frac{1}{2}, \cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

联立可得 $F(\cos \alpha + \frac{\sqrt{3}}{3} \sin \alpha) = m(g+a) = 5.2 \text{ N}$ ，由数学知识可知当

$\cos \alpha + \frac{\sqrt{3}}{3} \sin \alpha$ 取得最大值时，对应的 F 值最小，当 $\alpha = 30^\circ$ 时， $\cos \alpha + \frac{\sqrt{3}}{3} \sin \alpha$ 的值最大，为 $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ ，故 $F_{\min} = 2.6\sqrt{3} \text{ N}$ 。

【学科网考点定位】 匀变速直线运动的基本规律，受力分析，力的正交分解，牛顿第二定律，运用数学知识求极值。

23. (18分) 如图所示，在坐标系 xoy 的第一、第三象限内存在相同的匀强磁场，磁场方向垂直于 xoy 面向里；第四象限内有沿 y 轴正方向的匀强电场，电场强度大小为 E 。一质量为 m 、带电量为 $+q$ 的粒子自 y 轴的 P 点沿 x 轴正方向射入第四象限，经 x 轴上的 Q 点进入第一象限，随即撤去电场，以后仅保留磁场。已知 $OP=d$ ， $OQ=2d$ ，不计粒子重力。



(1) 求粒子过 Q 点时速度的大小和方向。

(2) 若磁感应强度的大小为一定值 B_0 ，粒子将以垂直 y 轴的方向进入第二象限，求 B_0 ；

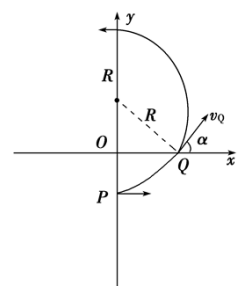
(3) 若磁感应强度的大小为另一确定值，经过一段时间后粒子将再次经过 Q 点，且速度与第一次过 Q 点时相同，求该粒子相邻两次经过 Q 点所用的时间。

【答案】 (1) $2\sqrt{\frac{qEd}{m}}$ ，与 x 轴成 45° 角斜向上 (2) $\sqrt{\frac{mE}{2qd}}$ (3)

$$(2 + \pi) \sqrt{\frac{2md}{qE}}$$

【解析】 (1) 粒子在第四象限做类平抛运动，设加速度为 a ，在 Q 点的速度为 v_Q ， v_Q 与水平方向的夹角为 α ，则有

$$a = \frac{qE}{m}, v_Q \sin \alpha = at, (v_Q \sin \alpha)^2 = 2ad, v_Q \cos \alpha = \frac{2d}{t},$$



联立以上各式可得 $v_0 = 2\sqrt{\frac{qEd}{m}}$, $\alpha = 45^\circ$ 。

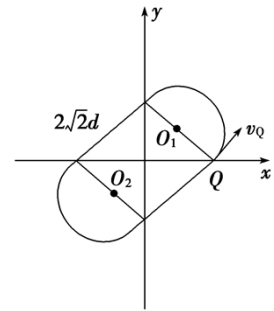
(2) 如图所示, 由几何知识可知 $R = 2\sqrt{2}d$,

由 $qv_0B_0 = m\frac{v_0^2}{R}$ 可得 $B_0 = m\frac{v_0}{qR}$, 解得 $B_0 = \sqrt{\frac{mE}{2qd}}$ 。

(3) 根据题意可知, 要使粒子第二次经过 Q 点时的速度不变, 由对称性可得其运动轨迹如图所示

在第一、三象限的轨迹均是半圆形, 由几何知识知 $R' = \sqrt{2}d$,

则 $B = \frac{mv_0}{qR'} = \sqrt{\frac{2mE}{qd}}$,



粒子在磁场区域的运动时间 $t_1 = \frac{2\pi m}{qB}$

粒子在第二、四象限做匀速直线运动, 用时相同, $t_2 = \frac{2\sqrt{2}d}{v_0}$

总时间 $t = t_1 + t_2$

解得 $t = (2 + \pi)\sqrt{\frac{2md}{qE}}$ 。

【学科网考点定位】 带电粒子在电场、磁场（组合场）中的运动。

【选做部分】

本解析为学科网名师解析团队原创, 授权学科网独家使用, 如有盗用, 依法追责!

36. (8分) (物理选修 3-3)

(1) 下列关于热现象的描述正确的是 ()

- a. 根据热力学定律, 热机的效率可以达到 100%
- b. 做功和热传递都是通过能量转化的方式改变系统内能的
- c. 温度是描述热运动的物理量, 一个系统与另一个系统达到热平衡时两系统温度相同
- d. 物体由大量分子组成, 其单个分子的运动是无规则的, 大量分子的运动也是无规律的

【答案】 C

【解析】 热机在工作过程中不可避免的要能量耗散, 其效率不可能达到 100%, A 错误; 热传递是靠能量的转移改变系统内能的, B 错误; 系统达到热平衡的标志是温度相同,

C 正确；分子动理论告诉我们，物质是由分子组成的，分子永不停息地做无规则运动，这里的分子不等同于化学中组成物体的分子，D 错误。本题选 C。

【学科网考点定位】 热力学定律，改变内能的两种方式，分子动理论，热平衡。

(2) 我国“蛟龙”号深海探测船载人下潜超七千米，再创载人深潜新纪录。在某次深潜实验中，“蛟龙”号探测到 990m 深处的海水温度为 280K。某同学利用该数据来研究气体状态随海水温度的变化，如图所示，导热性良好的气缸内封闭一定质量的气体，不计活塞的质量和摩擦，气缸所处海平面的温度 $T_0=300\text{K}$ ，压强 $P_0=1\text{ atm}$ ，封闭气体的体积 $V_0=3\text{m}^3$ 。如果将该气缸下潜至 990m 深处，此过程中封闭气体可视为理想气体。



①求 990m 深处封闭气体的体积（1 atm 相当于 10m 深的海水产生的压强）。

②下潜过程中封闭气体_____（填“吸热”或“放热”），传递的热量_____

（填“大于”或“小于”）外界对气体所做的功。

【答案】 ① $2.8 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ ② 放热 大于

【解析】 ①由理想气体状态方程可知 $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$ 得 $V_1 = \frac{p_0 V_0 T_1}{T_0 p_1}$ ，由题意可知

$p_1 = 100 p_0$ ， p_0 、 V_0 、 T_1 均已给出，解得 $V_1 = 2.8 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ 。

②下滑过程中气体的体积减小，外界对气体做正功，由于气体的质量一定，温度降低，故气体向外发生热传递，且传递的热量大于外界对气体做的功。

【学科网考点定位】 热力学第一定律，理想气体状态方程。

37. (8 分) (物理选修 3-4)

(1) 如图甲所示，在某一均匀介质中，A、B 是振动情况完全相同的两个波源，其简谐运动表达式均为 $x = 0.1 \sin(20\pi t) \text{ m}$ ，介质中 P 点与 A、B 两波源间的距离分别为 4m 和 5m，两波源形成的简谐波分别沿 AP、BP 方向传播，波速都是 10m/s。



①求简谐横波的波长。

②P 点的振动_____（填“加强”或“减弱”）。

【答案】 ①1m ②加强

【解析】 ①由简谐运动的表达式可知 $\omega=20\pi$ ，则周期 $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.1\text{s}$ ，波长

$$\lambda = vT = 1\text{m}.$$

②P 点距离两波源的路程差为 $PB - PA = 1\text{m} = \lambda$, P 点是振动加强点。

(2) 如图乙所示, $ABCD$ 是一直角梯形棱镜的横截面, 位于截面所在平面内的一束光线由 O 点垂直 AD 边射入。已知棱镜的折射率 $n = \sqrt{2}$, $AB=BC=8\text{cm}$, $OA=2\text{cm}$, $\angle OAB=60^\circ$ 。



①求光线第一次射出棱镜时, 出射光线的方向。

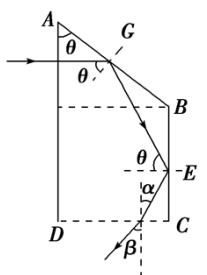
②第一次的出射点距 C _____cm。

【答案】 ①与 CD 边成 45° 角斜向下 ② $\frac{4\sqrt{3}}{3}$

【解析】 光路图如图所示, 光线在 AB 、 BC 边上发生全反射。

设全反射的临界角为 C , 则 $n = \frac{1}{\sin C} \frac{\sqrt{2}}{2}$, 解得 $C=45^\circ$, 光线在 AB 、 BC 边上的入射

角均大于临界角, 故在两边上发生全反射, 没有光线从棱镜射出。



在 CD 边上发生折射时，入射角 $\alpha = 30^\circ$ ，设折射角为 β ，由 $n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$ 可知 $\beta = 45^\circ$ ，结

合几何知识可知出射点距离 C 点的距离为 $\frac{4\sqrt{3}}{3}$ cm。

【学科网考点定位】 简谐运动的表达式及其应用，波的干涉，光的反射与折射，全反射。

38. (8 分) (物理选修 3-5)

(1) 恒星向外辐射的能量来自于其内部发生的各种热核反应，当温度达到 10^8K 时，可以发生“氦燃烧”。

①完成“氦燃烧”的核反应方程： ${}^4_2\text{He} + \underline{\hspace{1cm}} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + \gamma$ 。

② ${}^8_4\text{Be}$ 是一种不稳定的粒子，其半衰期为 $2.6 \times 10^{-16}\text{s}$ 。一定质量的 ${}^8_4\text{Be}$ ，经 $7.8 \times 10^{-16}\text{s}$ 后所剩下的 ${}^8_4\text{Be}$ 占开始时的_____。

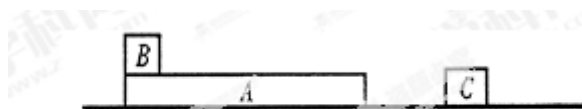
【答案】 ① ${}^4_2\text{He}$ (或 α) ② $\frac{1}{8}$ (或 12.5%)

【解析】 ①由题意结合核反应方程满足质量数和电荷数守恒可得答案。

②由题意可知经过 3 个半衰期，剩余的 ${}^8_4\text{Be}$ 的质量 $m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}m_0$ 。

【学科网考点定位】 核反应方程，半衰期。

(2) 如图所示，光滑水平轨道上放置长木板 A (上表面粗糙) 和滑块 C，滑块 B 置于 A 的左端，三者质量分别为 $m_A = 2\text{kg}$ 、 $m_B = 1\text{kg}$ 、 $m_C = 2\text{kg}$ 。开始时 C 静止，A、B 一起以 $v_0 = 5\text{m/s}$ 的速度匀速向右运动，A 与 C 发生碰撞 (时间极短) 后 C 向右运动，经过一段时间，A、B 再次达到共同速度一起向右运动，且恰好不再与 C 碰撞。求 A 与 C 发生碰撞后瞬间 A 的速度大小。



【答案】 2m/s

【解析】 设碰后 A 的速度为 v_A ，C 的速度为 v_C 。由动量守恒可得 $m_A v_0 = m_A v_A + m_C v_C$ ，

碰后 A、B 满足动量守恒，设 A、B 的共同速度为 v_1 ，则 $m_A v_A + m_B v_0 = (m_A + m_B) v_1$

由于 A、B 整体恰好不再与 C 碰撞，故 $v_1 = v_C$

联立以上三式可得 $v_A = 2\text{m/s}$ 。

【学科网考点定位】 动量守恒定律。