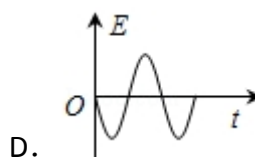
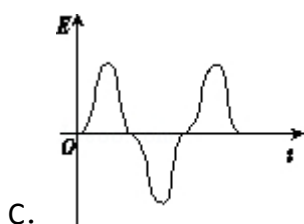
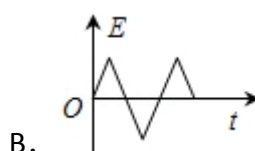
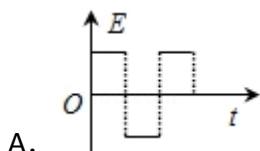
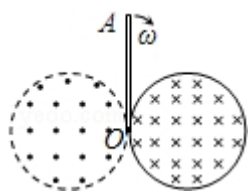


## 2013 年全国统一高考物理试卷（大纲版）

一、选择题：（本大题共 8 小题，在每小题给出的四个选项中，有的只有一项是符合题目要求，有的有多选项符合题目要求。全部选对得 6 分，选对但不全得 3 分，有选错或不答的得 0 分）

1. （6 分）下列现象中，属于光的衍射现象的是（ ）
  - A. 雨后天空出现彩虹
  - B. 通过一个狭缝观察日光灯可看到彩色条纹
  - C. 海市蜃楼现象
  - D. 日光照射在肥皂泡上出现彩色条纹
2. （6 分）根据热力学第一定律，下列说法正确的是（ ）
  - A. 电冰箱的工作过程表明，热量可以从低温物体向高温物体传递
  - B. 空调机在制冷过程中，从室内吸收的热量少于向室外放出的热量
  - C. 科技的进步可以使内燃机成为单一热源的热机
  - D. 对能源的过度消耗将使自然界得能量不断减少，形成能源危机
3. （6 分）放射性元素氡（ ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ ）经  $\alpha$  衰变成为钋  ${}_{84}^{218}\text{Po}$ ，半衰期为 3.8 天；但勘测表明，经过漫长的地质年代后，目前地壳中仍存在天然的含有放射性元素  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  的矿石，其原因是（ ）
  - A. 目前地壳中的  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  主要来自于其它放射元素的衰变
  - B. 在地球形成的初期，地壳中元素  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  的含量足够高
  - C. 当衰变产物  ${}_{84}^{218}\text{Po}$  积累到一定量以后， ${}_{84}^{218}\text{Po}$  的增加会减慢  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  的衰变进程
  - D.  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  主要存在于地球深处的矿石中，温度和压力改变了它的半衰期
4. （6 分）纸面内两个半径均为  $R$  的圆相切于  $O$  点，两圆形区域内分别存在垂直纸面的匀强磁场，磁感应强度大小相等、方向相反，且不随时间变化。一长为  $2R$  的导体杆  $OA$  绕过  $O$  点且垂直于纸面的轴顺时针匀速旋转，角速度为  $\omega$ ， $t=0$  时， $OA$  恰好位于两圆的公切线上，如图所示。若选取从  $O$  指向  $A$  的电动势为正，下列描述导体杆中感应电动势随时间变化的图象可能正确的是（

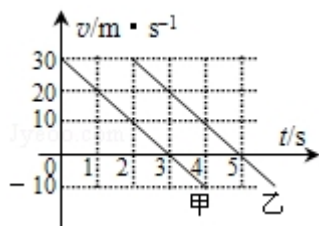
)



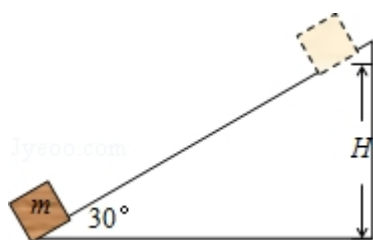
5. (6分) “嫦娥一号”是我国首次发射的探月卫星，它在距月球表面高度为 200km 的圆形轨道上运行，运行周期为 127 分钟。已知引力常量  $G=6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ，月球的半径为  $1.74 \times 10^3 \text{ km}$ 。利用以上数据估算月球的质量约为 ( )

A.  $8.1 \times 10^{10} \text{ kg}$     B.  $7.4 \times 10^{13} \text{ kg}$     C.  $5.4 \times 10^{19} \text{ kg}$     D.  $7.4 \times 10^{22} \text{ kg}$

6. (6分) 将甲乙两小球先后以同样的速度在距地面不同高度处竖直向上抛出，抛出时间间隔 2s，它们运动的图象分别如直线甲乙所示。则 ( )



- A.  $t=2\text{s}$  时，两球的高度相差一定为 40m  
 B.  $t=4\text{s}$  时，两球相对于各自的抛出点的位移相等  
 C. 两球从抛出至落到地面所用的时间间隔相等  
 D. 甲球从抛出至到达最高点的时间间隔与乙球相等
7. (6分) 如图所示，一固定斜面倾角为  $30^\circ$ ，一质量为  $m$  的小物块自斜面底端以一定的初速度沿斜面向上做匀减速运动，加速度大小等于重力加速度的大小  $g$ 。物块上升的最大高度为  $H$ ，则此过程中，物块的 ( )



- A. 动能损失了  $2mgH$                       B. 动能损失了  $mgH$   
C. 机械能损失了  $mgH$                       D. 机械能损失了  $\frac{1}{2}mgH$

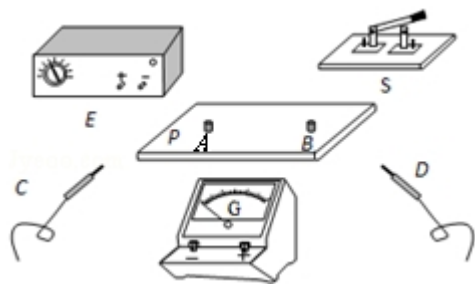
8. (6分) 在学校运动场上 50m 直跑道的两端，分别安装了由同一信号发生器带动的两个相同的扬声器。两个扬声器连续发出波长为 5m 的声波。一同学从该跑道的中点出发，向某一段点缓慢行进 10m。在此过程中，他听到扬声器声音由强变弱的次数为 ( )

- A. 2                      B. 4                      C. 6                      D. 8

## 二、解答题 (共 5 小题，满分 72 分)

9. (6分) 如图所示，E 为直流电源，G 为灵敏电流计，A、B 为两个圆柱形电极，P 是木板，C、D 为两个探针，S 为开关。现用上述实验器材进行“用描迹法画出电场中平面上的等势线”的实验。

- (1) 木板 P 上有白纸、导电纸和复写纸，最上面的应该是\_\_\_\_\_纸；  
(2) 用实线代表导线将实验器材正确连接。



10. (12分) 测量小物块 Q 与平板 P 之间的动摩擦因数的实验装置如图所示。AB 是半径足够大的、光滑的四分之一圆弧轨道，与水平固定放置的 P 板的上表面 BC 在 B 点相切，C 点在水平地面的垂直投影为 C'。重力加速度为 g。实验步骤如下：

- ①用天平称出物块 Q 的质量 m；
- ②测量出轨道 AB 的半径 R、BC 的长度 L 和 CC' 的高度 h；

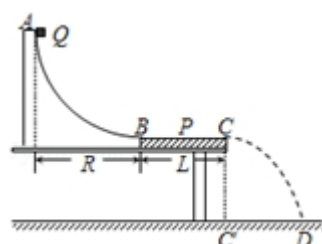
- ③将物块  $Q$  在  $A$  点由静止释放，在物块  $Q$  落地处标记其落地点  $D$ ；
- ④重复步骤③，共做 10 次；
- ⑤将 10 个落地点用一个尽量小的圆围住，用米尺测量圆心到  $C'$  的距离  $s$ 。

用实验中的测量量表示：

- (i) 物块  $Q$  到达  $B$  点时的动能  $E_{kB} = \underline{\hspace{2cm}}$ ；
- (ii) 物块  $Q$  到达  $C$  点时的动能  $E_{kC} = \underline{\hspace{2cm}}$ ；
- (iii) 在物块  $Q$  从  $B$  运动到  $C$  的过程中，物块  $Q$  克服摩擦力做的功  $W_f = \underline{\hspace{2cm}}$ ；
- (iv) 物块  $Q$  与平板  $P$  之间的动摩擦因数  $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 回答下列问题：

- (i) 实验步骤④⑤的目的是  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
- (ii) 已知实验测得  $\mu$  值比实际值偏大，其原因除了实验中测量的误差之外，其它的可能是  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。（写出一个可能的原因即可）

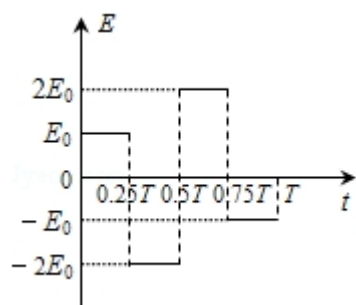


11. (15 分) 一客运列车匀速行驶，其车轮在轨道间的接缝处会产生周期性的撞击。坐在该客车中的某旅客测得从第 1 次到第 16 次撞击声之间的时间间隔为 10.0s。在相邻的平行车道上有一列货车，当该旅客经过货车车尾时，货车恰好从静止开始以恒定加速度沿客车行进方向运动。该旅客在此后的 20.0s 内，看到恰好有 30 节货车车厢被他连续超过。已知每根轨道的长度为 25.0m，每节货车车厢的长度为 16.0m，货车车厢间距忽略不计。求

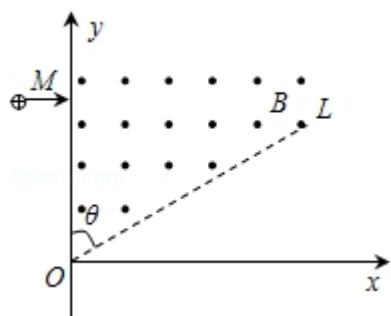
- (1) 客车运行的速度大小；
- (2) 货车运行加速度的大小。

12. (19 分) 一电荷量为  $q$  ( $q > 0$ )、质量为  $m$  的带电粒子在匀强电场的作用下, 在  $t=0$  时由静止开始运动, 场强随时间变化的规律如图所示. 不计重力, 求在  $t=0$  到  $t=T$  的时间间隔内.

- (1) 粒子位移的大小和方向;
- (2) 粒子沿初始电场反方向运动的时间.



13. (20 分) 如图所示, 虚线  $OL$  与  $y$  轴的夹角为  $\theta=60^\circ$ , 在此角范围内有垂直于  $xOy$  平面向外的匀强磁场, 磁感应强度大小为  $B$ . 一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  ( $q > 0$ ) 的粒子从左侧平行于  $x$  轴射入磁场, 入射点为  $M$ . 粒子在磁场中运动的轨道半径为  $R$ . 粒子离开磁场后的运动轨迹与  $x$  轴交于  $P$  点 (图中未画出), 且  $\overline{OP}=R$ . 不计重力. 求  $M$  点到  $O$  点的距离和粒子在磁场中运动的时间.



# 2013 年全国统一高考物理试卷（大纲版）

参考答案与试题解析

一、选择题：（本大题共 8 小题，在每小题给出的四个选项中，有的只有一项是符合题目要求，有的有多选项符合题目要求。全部选对得 6 分，选对但不全得 3 分，有选错或不答的得 0 分）

1. （6 分）下列现象中，属于光的衍射现象的是（ ）

- A. 雨后天空出现彩虹
- B. 通过一个狭缝观察日光灯可看到彩色条纹
- C. 海市蜃楼现象
- D. 日光照射在肥皂泡上出现彩色条纹

【考点】HA：光的衍射.

【专题】54H：光的衍射、偏振和电磁本性专题.

【分析】在天空出现彩虹种现象叫做光的色散现象，过一个狭缝观察日光灯可看到彩色条纹，属于单缝衍射，市蜃楼现象属于光的折射，肥皂泡上出现彩色条纹属于光的干涉.

【解答】解：A、雨过天晴时，常在天空出现彩虹，这是太阳光通过悬浮在空气中细小的水珠折射而成的，白光经水珠折射以后，分成各种彩色光，这种现象叫做光的色散现象，A 错误；

B、通过一个狭缝观察日光灯可看到彩色条纹，属于单缝衍射，B 正确；

C、海市蜃楼现象属于光的折射，C 错误；

D、日光照射在肥皂泡上出现彩色条纹属于光的干涉，D 正确。

故选：B。

【点评】掌握折射现象、干涉现象和衍射现象的本质的不同是顺利解决此类题目的关键.

2. （6 分）根据热力学第一定律，下列说法正确的是（ ）

- A. 电冰箱的工作过程表明，热量可以从低温物体向高温物体传递
- B. 空调机在制冷过程中，从室内吸收的热量少于向室外放出的热量
- C. 科技的进步可以使内燃机成为单一热源的热机
- D. 对能源的过度消耗将使自然界得能量不断减少，形成能源危机

【考点】8F：热力学第一定律.

【专题】548：热力学定理专题.

【分析】热量可以从低温物体向高温物体传递，但要引起其它变化，空调机在制冷过程中，电能也部分转化为热能，所以从室内吸收的热量少于向室外放出的热量.

【解答】解：A、热量可以从低温物体向高温物体传递，但要引起其它变化，A 正确；

B、空调机在制冷过程中，从室内吸收的热量少于向室外放出的热量，因为电能也部分转化为热能，B 正确；

C、不可能从单一热源吸热全部用来对外做功而不引起其它变化，C 错误；

D、对能源的过度消耗将形成能源危机，但自然界的总能量守恒，D 错误；

故选：AB。

【点评】本题考查了热力学定律的应用和生活中应用热力学定律可以解释的问题.

3. (6 分)放射性元素氡 ( ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ ) 经  $\alpha$  衰变成为钋  ${}_{84}^{218}\text{Po}$ ，半衰期为 3.8 天；

但勘测表明，经过漫长的地质年代后，目前地壳中仍存在天然的含有放射性元素  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  的矿石，其原因是 ( )

A. 目前地壳中的  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  主要来自于其它放射元素的衰变

B. 在地球形成的初期，地壳中元素  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  的含量足够高

C. 当衰变产物  ${}_{84}^{218}\text{Po}$  积累到一定量以后， ${}_{84}^{218}\text{Po}$  的增加会减慢  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  的衰

变进程

D.  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  主要存在于地球深处的矿石中，温度和压力改变了它的半衰期

【考点】JA：原子核衰变及半衰期、衰变速度.

【专题】540：衰变和半衰期专题.

【分析】放射性元素氡 ( ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ ) 经  $\alpha$  衰变成为钋  ${}_{84}^{218}\text{Po}$ ，半衰期为 3.8 天，目前地壳中仍存在天然的含有放射性元素  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  的矿石，主要来自其它放射性元素的衰变. 半衰期的大小由原子核内部因素决定，与所处的物理环境和化学环境无关.

【解答】解：A、因为放射性元素氡 ( ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ ) 的半衰期比较短，目前地壳中仍存在天然的含有放射性元素  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  的矿石，主要来自其它放射性元素的衰变.

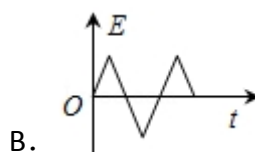
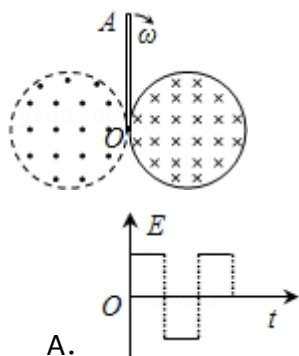
故 A 正确，B、C 错误。

D、半衰期的大小与温度、压力无关，由原子核内部因素决定。故 D 错误。

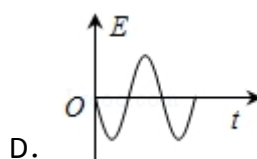
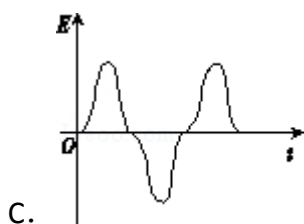
故选：A。

【点评】原子核的衰变和半衰期是常考的题型，要理解半衰期的定义，以及知道影响半衰期的因素。

4. (6 分) 纸面内两个半径均为  $R$  的圆相切于  $O$  点，两圆形区域内分别存在垂直纸面的匀强磁场，磁感应强度大小相等、方向相反，且不随时间变化. 一长为  $2R$  的导体杆  $OA$  绕过  $O$  点且垂直于纸面的轴顺时针匀速旋转，角速度为  $\omega$ ， $t=0$  时， $OA$  恰好位于两圆的公切线上，如图所示. 若选取从  $O$  指向  $A$  的电动势为正，下列描述导体杆中感应电动势随时间变化的图象可能正确的是 ( )







【考点】D9：导体切割磁感线时的感应电动势；DD：电磁感应中的能量转化。

【专题】53C：电磁感应与电路结合。

【分析】根据右手定则判断方向，然后根据  $E = \frac{1}{2}BL^2\omega$  分析大小变化即可做出选择。

【解答】解：由右手定则可判，开始时感应电动势为正，故 D 错误；

设经时间  $t$  导体杆转过的角度为  $\alpha$ ，则  $\alpha = \omega t$ ，导体杆有效切割长度为  $L = 2R\sin\omega t$ 。

由  $E = \frac{1}{2}BL^2\omega$  可知， $E = 2BR^2\omega\sin^2\omega t$ ， $B$ 、 $R$ 、 $\omega$  不变，切割的有效长度随时间先增大后减小，且做非线性、非正弦的变化，经半个周期后，电动势的方向反向，

故 ABD 错误，C 正确；

故选：C。

【点评】电磁感应与图象的结合问题，近几年高考中出现的较为频繁，在解题时涉及的内容较多，同时过程也较为复杂；故在解题时要灵活，可以先利用右手定则或楞次定律判断方向排除法，在选择其他合适的解法等解答。

5. （6 分）“嫦娥一号”是我国首次发射的探月卫星，它在距月球表面高度为 200km 的圆形轨道上运行，运行周期为 127 分钟。已知引力常量  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ，月球的半径为  $1.74 \times 10^3 \text{ km}$ 。利用以上数据估算月球的质量约为（ ）

A.  $8.1 \times 10^{10} \text{ kg}$     B.  $7.4 \times 10^{13} \text{ kg}$     C.  $5.4 \times 10^{19} \text{ kg}$     D.  $7.4 \times 10^{22} \text{ kg}$

【考点】4F：万有引力定律及其应用；4H：人造卫星。

【专题】52A：人造卫星问题。

【分析】嫦娥一号绕月球做圆周运动，万有引力提供向心力，已知轨道半径和运动周期求月球质量即可。

【解答】解：根据有引力提供嫦娥一号圆周运动的向心力有：

$$G \frac{mM}{r^2} = mr \frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$\text{得中心天体月球的质量 } M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$$

代入轨道半径  $r = R + h = 1.74 \times 10^3 + 200 \text{ km} = 1.94 \times 10^6 \text{ m}$ ，周期  $T = 127 \text{ min} = 127 \times 60 \text{ s} = 7620 \text{ s}$ ，引力常量  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$  可得月球质量

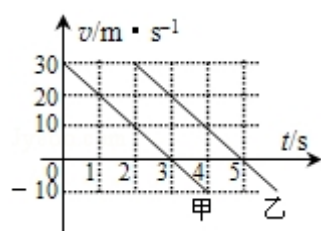
$$M = 7.4 \times 10^{22} \text{ kg}$$

所以 A、B、C 错误，D 正确。

故选：D。

【点评】注意万有引力提供圆周运动的向心力只能计算中心天体的质量，不能计算环绕天体的质量。

6. （6 分）将甲乙两小球先后以同样的速度在距地面不同高度处竖直向上抛出，抛出时间间隔 2s，它们运动的图象分别如直线甲乙所示。则（ ）



- A.  $t = 2 \text{ s}$  时，两球的高度相差一定为 40m
- B.  $t = 4 \text{ s}$  时，两球相对于各自的抛出点的位移相等
- C. 两球从抛出至落到地面所用的时间间隔相等
- D. 甲球从抛出至到达最高点的时间间隔与乙球相等

【考点】1I：匀变速直线运动的图像。

【专题】512：运动学中的图像专题。

【分析】速度时间图象与时间轴所围的“面积”表示质点的位移，但不能反映物体

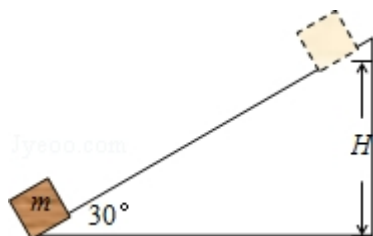
初始的位置。由图直接读出物体运动的时间。

- 【解答】解：A、根据速度时间图象与时间轴所围的“面积”表示质点的位移，知  $t=2s$  时，甲球通过的位移为  $x_{\text{甲}} = \frac{1}{2} \times (30+10) \times 2m = 40m$ ，乙的位移为零，两球位移之差等于  $40m$ ，但两球初始的高度未知，故  $t=2s$  时两球的高度相差不一定为  $40m$ 。故 A 错误。
- B、 $t=4s$  时，甲球相对于抛出点的位移为  $\frac{1}{2} \times 30 \times 3 - \frac{1}{2} \times 10 \times 1 = 40m$ ，乙球相对于抛出点的位移为  $\frac{1}{2} \times (30+10) \times 2m = 40m$ ，故两球相对于各自的抛出点的位移相等。故 B 正确。
- C、两球从不同的高度以同样的速度竖直向上抛出，根据竖直上抛运动的规律  $x = -h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ ， $h$  是抛出点距地面的高度，可知两球从抛出至落到地面所用的时间间隔  $t$  不相等。故 C 错误。
- D、由图知，甲球从抛出至到达最高点的时间间隔与乙球相等，都是  $3s$ 。故 D 正确。

故选：BD。

【点评】本题要结合图象的意义和竖直上抛运动的规律进行分析，关键要掌握速度时间图象与时间轴所围的“面积”表示质点的位移。

7. (6 分) 如图所示，一固定斜面倾角为  $30^\circ$ ，一质量为  $m$  的小物块自斜面底端以一定的初速度沿斜面向上做匀减速运动，加速度大小等于重力加速度的大小  $g$ 。物块上升的最大高度为  $H$ ，则此过程中，物块的 ( )



- A. 动能损失了  $2mgH$                       B. 动能损失了  $mgH$
- C. 机械能损失了  $mgH$                       D. 机械能损失了  $\frac{1}{2}mgH$

【考点】65：动能定理；6B：功能关系。

【专题】16：压轴题；52D：动能定理的应用专题.

【分析】若动能变化为正值，说明动能增加，若为负值，说明动能减少，然后根据动能定理，求出合力做的功即可；要求机械能损失，只要求出除重力外其它力做的功即可。

【解答】解：根据动能定理应有  $\Delta E_k = -ma \frac{H}{\sin 30^\circ} = -2mgH$ ，动能增量为负值，说明动能减少了  $2mgH$ ，所以 A 正确 B 错误；

再由牛顿第二定律（选取沿斜面向下为正方向）有  $mg \sin 30^\circ + f = ma = mg$ ，可得

$f = \frac{1}{2}mg$ ，根据功能关系应有  $\Delta E = -f \frac{H}{\sin 30^\circ} = -mgH$ ，即机械能损失了  $mgH$ ，

所以 C 正确 D 错误。

故选：AC。

【点评】要熟记动能定理与功能原理在解题中的应用：涉及到总功、动能变化时应用动能定理解决；涉及到机械能变化时应求出除重力外其它力做的功。

8. （6 分）在学校运动场上 50m 直跑道的两端，分别安装了由同一信号发生器带动的两个相同的扬声器。两个扬声器连续发出波长为 5m 的声波。一同学从该跑道的中点出发，向某一段点缓慢行进 10m。在此过程中，他听到扬声器声音由强变弱的次数为（ ）

A. 2                      B. 4                      C. 6                      D. 8

【考点】FC：多普勒效应.

【专题】16：压轴题.

【分析】当同学到两个声源的间距为波长整数倍时，振动加强，听到声音是加强的；当同学到两个声源的间距为半波长的奇数倍时，振动减弱，听到声音是减弱的。

【解答】解：当同学到两个声源的间距为波长整数倍时，振动加强，听到声音是加强的，故该同学从中间向一侧移动 0m、2.5m、5.0m、7.5m、10m 时，听到声音变大；

当同学到两个声源的间距为半波长的奇数倍时，振动减弱，听到声音是减弱的，故该同学从中间向一侧移动 1.25m、3.75m、6.25m、8.75m 时，声音减弱；

故该同学从中间向一侧移动过程听到扬声器声音由强变弱的次数为 4 次；

故选：B。

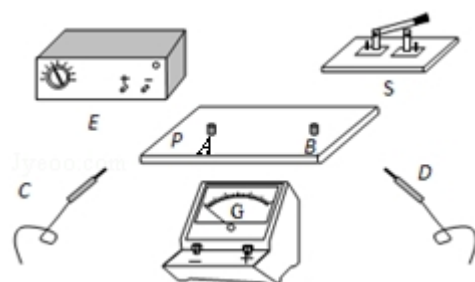
【点评】本题关键明确振动加强和振动减弱的条件，然后可以结合图表分析，不难。

## 二、解答题（共 5 小题，满分 72 分）

9. （6 分）如图所示，E 为直流电源，G 为灵敏电流计，A、B 为两个圆柱形电极，P 是木板，C、D 为两个探针，S 为开关。现用上述实验器材进行“用描迹法画出电场中平面上的等势线”的实验。

（1）木板 P 上有白纸、导电纸和复写纸，最上面的应该是\_\_导电\_\_纸；

（2）用实线代表导线将实验器材正确连接。



【考点】N1：用描迹法画出电场中平面上的等势线。

【专题】13：实验题；535：恒定电流专题。

【分析】（1）本实验利用恒定电流场模拟静电场，A 电极相当于负点电荷，B 相当于正点电荷，导电纸铺在最上面；

（2）将两个圆柱形电极 A、B 与开关和电源组成闭合电路，灵敏电流计与 C、D 两个探针连接。

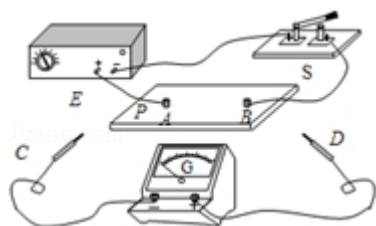
【解答】解：（1）本实验的原理是用恒定电流场模拟静电场，在导电纸上寻找等势点，作出等势线，所以导电纸应铺在最上面；

（2）灵敏电流计与两个探针组合，用来找到等势点；将两个圆柱形电极 A、B 与开关和电源组成闭合电路，用来模拟静电场。电路如图所示。

故答案为：

（1）导电；

（2）连接电路如图。如图所示。



【点评】点评：本题的解题关键是明确实验目的，理解实验原理，知道三种纸的铺放顺序。本实验的原理是用恒定电流场模拟静电场。

10. (12 分) 测量小物块 Q 与平板 P 之间的动摩擦因数的实验装置如图所示。AB 是半径足够大的、光滑的四分之一圆弧轨道，与水平固定放置的 P 板的上表面 BC 在 B 点相切，C 点在水平地面的垂直投影为 C'。重力加速度为 g。实验步骤如下：

- ①用天平称出物块 Q 的质量 m；
- ②测量出轨道 AB 的半径 R、BC 的长度 L 和 CC' 的高度 h；
- ③将物块 Q 在 A 点由静止释放，在物块 Q 落地处标记其落地点 D；
- ④重复步骤③，共做 10 次；
- ⑤将 10 个落地点用一个尽量小的圆围住，用米尺测量圆心到 C' 的距离 s。

用实验中的测量量表示：

(i) 物块 Q 到达 B 点时的动能  $E_{kB} = \underline{mgR}$ ；

(ii) 物块 Q 到达 C 点时的动能  $E_{kC} = \underline{\frac{mgs^2}{4h}}$ ；

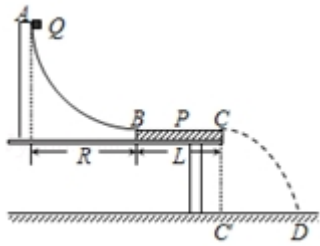
(iii) 在物块 Q 从 B 运动到 C 的过程中，物块 Q 克服摩擦力做的功  $W_f = \underline{mgR - \frac{mgs^2}{4h}}$ ；

(iv) 物块 Q 与平板 P 之间的动摩擦因数  $\mu = \underline{\frac{R}{L} - \frac{s^2}{4hL}}$ 。

(2) 回答下列问题：

(i) 实验步骤④⑤的目的是 通过多次实验减小实验结果的误差。

(ii) 已知实验测得  $\mu$  值比实际值偏大，其原因除了实验中测量的误差之外，其它的可能是 圆弧轨道存在摩擦，接缝 B 处不平滑。（写出一个可能的原因即可）



【考点】65：动能定理；M9：探究影响摩擦力的大小的因素．

【专题】13：实验题．

【分析】（1）物块由 A 到 B 点过程，由动能定理可以求出物块到达 B 时的动能；

（2）物块离开 C 点后做平抛运动，由平抛运动的知识可以求出物块在 C 点的速度，然后求出在 C 点的动能；

（3）由 B 到 C，由动能定理可以求出克服摩擦力所做的功；

（4）由功的计算公式可以求出动摩擦因数．

【解答】解：（1）从 A 到 B，由动能定理得： $mgR = E_{KB} - 0$ ，则物块到达 B 时的动能  $E_{KB} = mgR$ ；

（2）离开 C 后，物块做平抛运动，

水平方向： $s = v_C t$ ，

竖直方向： $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，

物块在 C 点的动能  $E_{KC} = \frac{1}{2}mv_C^2$ ，

解得： $E_{KC} = \frac{mgs^2}{4h}$ ；

（3）由 B 到 C 过程中，由动能定理得：

$-W_f = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$ ，

克服摩擦力做的功  $W_f = mgR - \frac{mgs^2}{4h}$ ；

（4）B 到 C 过程中，克服摩擦力做的功：

$W_f = \mu mgL = mgR - \frac{mgs^2}{4h}$ ，则  $\mu = \frac{R}{L} - \frac{s^2}{4hL}$ ；

（2）实验步骤④⑤的目的，是通过多次实验减小实验结果的误差；

实验测得的  $\mu$  值比实际值偏大，其原因除了实验中测量量的误差之外，其他的可能是圆弧轨道存在摩擦，接缝 B 处不平滑等。

故答案为：（1）（i） $mgR$ ；（ii） $\frac{mgs^2}{4h}$ ；（iii） $mgR - \frac{mgs^2}{4h}$ ；（IV） $\frac{R}{L} - \frac{s^2}{4hL}$ 。

（2）i、通过多次实验减小实验结果的误差；

ii、圆弧轨道存在摩擦，接缝 B 处不平滑。

**【点评】** 熟练应用动能定理、平抛运动规律、功的计算公式即可正确解题。

11. （15 分）一客运列车匀速行驶，其车轮在轨道间的接缝处会产生周期性的撞击。坐在该客车中的某旅客测得从第 1 次到第 16 次撞击声之间的时间间隔为 10.0s。在相邻的平行车道上有一列货车，当该旅客经过货车车尾时，货车恰好从静止开始以恒定加速度沿客车行进方向运动。该旅客在此后的 20.0s 内，看到恰好有 30 节货车车厢被他连续超过。已知每根轨道的长度为 25.0m，每节货车车厢的长度为 16.0m，货车车厢间距忽略不计。求

（1）客车运行的速度大小；

（2）货车运行加速度的大小。

**【考点】** 1D：匀变速直线运动的速度与时间的关系；1E：匀变速直线运动的位移与时间的关系。

**【专题】** 511：直线运动规律专题。

**【分析】**（1）求出客车经过每根轨道的长度所用的时间，根据平均速度求出客车运行的速度大小。

（2）抓住客车和货车的位移关系求出货车的位移，根据匀变速直线运动的位移时间公式求出货车的加速度。

**【解答】**解：（1）设连续两次撞击轨道的时间间隔为  $\Delta t$ ，每根轨道的长度为  $l$ ，

则客车的速度为  $v = \frac{l}{\Delta t}$

其中  $l = 25.0 \text{ m}$ ， $\Delta t = \frac{10.0}{16-1} \text{ s}$

解得  $v = 37.5 \text{ m/s}$

（2）设从货车开始运动后  $t = 20.0 \text{ s}$  内客车行驶的距离为  $s_1$ ，货车行驶的距离为  $s_2$



，货车的加速度为  $a$ ，30 节货车车厢的总长度为  $L=30 \times 16.0 \text{ m}$

由运动学公式有  $s_1=vt$

$$s_2=\frac{1}{2}at^2$$

由题意，有  $L=s_1-s_2$

联立解得  $a=1.35 \text{ m/s}^2$

答：（1）客车运行的速度大小为  $37.5 \text{ m/s}$ 。

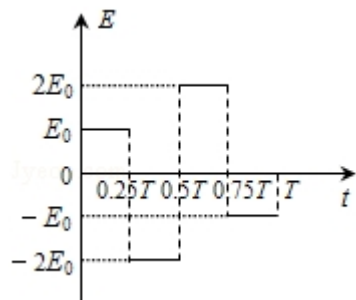
（2）货车运行加速度的大小为  $1.35 \text{ m/s}^2$ 。

**【点评】** 解决本题理清两车的位移关系，灵活运用运动学公式进行求解。

12. （19 分）一电荷量为  $q$  ( $q>0$ )、质量为  $m$  的带电粒子在匀强电场的作用下，在  $t=0$  时由静止开始运动，场强随时间变化的规律如图所示。不计重力，求在  $t=0$  到  $t=T$  的时间间隔内。

（1）粒子位移的大小和方向；

（2）粒子沿初始电场反方向运动的时间。



**【考点】** 37：牛顿第二定律；AK：带电粒子在匀强电场中的运动。

**【专题】** 16：压轴题；531：带电粒子在电场中的运动专题。

**【分析】** （1）根据加速度与时间的关系，可确定速度与时间的关系，从而由面积等于位移的大小即可求解，并确定其方向；

（2）根据速度与时间的图象，来确定沿初始电场反方向运动的时间。

**【解答】** 解：粒子在  $0 \sim \frac{T}{4}$ 、 $\frac{T}{4} \sim \frac{T}{2}$ 、 $\frac{T}{2} \sim \frac{3T}{4}$ 、 $\frac{3T}{4} \sim T$  时间间隔内做匀变速运动，

设加速度大小分别为  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ ，由牛顿第二定律得  $qE_0=ma_1$ 、 $2qE_0=-ma_2$ 、

$$2qE_0=ma_3、qE_0=-ma_4，$$

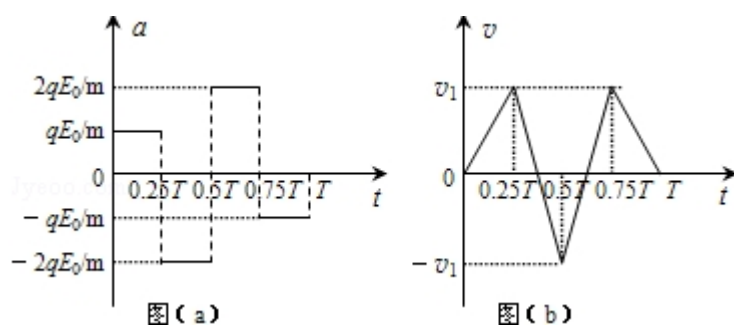
由此得带电粒子在  $0 \sim T$  时间间隔内运动的  $a-t$  图象如图 (a) 所示, 对应的

$v-t$  图象如图 (b) 所示, 其中  $v_1 = a_1 \frac{T}{4} = \frac{qE_0 T}{4m}$ ,

由图 (b) 可知, 带电粒子在  $t=0$  到  $t=T$  时的位移为  $s = \frac{T}{4} v_1$ ,

联立解得  $s = \frac{qE_0 T^2}{16m}$ ,

它的方向沿初始电场正方向.



(2) 由图 (b) 可知, 粒子在  $t = \frac{3T}{8}$  到  $t = \frac{5T}{8}$  内沿初始电场反方向运动,

总的运动时间为  $t = \frac{5T}{8} - \frac{3T}{8} = \frac{T}{4}$ .

答: (1) 粒子位移的大小为得  $s = \frac{qE_0 T^2}{16m}$  和方向沿初始电场正方向;

(2) 粒子沿初始电场反方向运动的时间得  $t = \frac{T}{4}$ .

**【点评】** 另一种解法: (1) 带电粒子在粒子在  $0 \sim \frac{T}{4}$ 、 $\frac{T}{4} \sim \frac{T}{2}$ 、 $\frac{T}{2} \sim \frac{3T}{4}$ 、 $\frac{3T}{4} \sim T$

时间间隔内做匀变速运动, 设加速度分别为  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ , 由牛顿第二定律

得  $qE_0 = ma_1$ 、 $2qE_0 = -ma_2$ 、 $2qE_0 = ma_3$ 、 $qE_0 = -ma_4$

设粒子在  $t=T/4$ 、 $t=T/2$ 、 $t=3T/4$ 、 $t=T$  时刻的速度分别为  $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3$ 、 $v_4$ , 则有  $v_1 = a_1 \frac{T}{4}$

、 $v_2 = v_1 + a_2 \frac{T}{4}$ 、 $v_3 = v_2 + a_3 \frac{T}{4}$ 、 $v_4 = v_3 + a_4 \frac{T}{4}$

设带电粒子在  $t=0$  到  $t=T$  时的位移为  $s$ , 有  $s = (\frac{v_1}{2} + \frac{v_1+v_2}{2} + \frac{v_2+v_3}{2} + \frac{v_3+v_4}{2}) \frac{T}{4}$

解得  $s = \frac{qE_0 T^2}{16m}$

它的方向沿初始电场正方向.

(2) 由电场的变化规律知, 粒子从  $t=T/4$  时开始减速, 设经过时间  $t_1$  粒子速度为零, 有  $0=v_1+a_2t_1$ , 解得  $t_1=\frac{T}{8}$

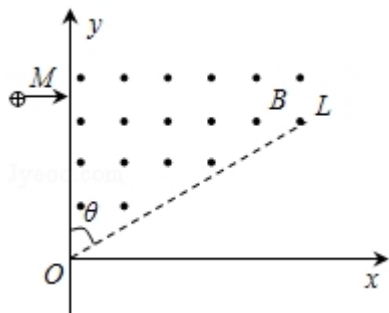
粒子从  $t=T/2$  时开始加速, 设经过时间  $t_2$  粒子速度为零, 有  $0=v_2+a_3t_2$ , 解得  $t_2=\frac{T}{8}$

;

设粒子从  $t=0$  到  $t=T$  内沿初始电场反方向运动的时间为  $t_2$ , 有  $t=(\frac{T}{4}-t_1)+t_2$ ,

解得  $t=\frac{T}{4}$

13. (20 分) 如图所示, 虚线 OL 与 y 轴的夹角为  $\theta=60^\circ$ , 在此角范围内有垂直于 xOy 平面向外的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B. 一质量为 m、电荷量为 q ( $q>0$ ) 的粒子从左侧平行于 x 轴射入磁场, 入射点为 M. 粒子在磁场中运动的轨道半径为 R. 粒子离开磁场后的运动轨迹与 x 轴交于 P 点 (图中未画出), 且  $\overline{OP}=R$ . 不计重力. 求 M 点到 O 点的距离和粒子在磁场中运动的时间.



【考点】37: 牛顿第二定律; 4A: 向心力; Cl: 带电粒子在匀强磁场中的运动.

【专题】16: 压轴题; 536: 带电粒子在磁场中的运动专题.

【分析】粒子进入磁场后做匀速圆周运动, 找圆心, 画出轨迹; 离开磁场后沿出磁场方向做匀速直线运动.

【解答】解: 根据题意, 粒子进入磁场后做匀速圆周运动, 设运动轨迹交虚线 OL 于 A 点, 圆心在 y 轴上的 C 点, AC 与 y 轴的夹角为  $\alpha$ ; 粒子从 A 点射出后, 运动轨迹交 x 轴的 P 点, 设 AP 与 x 轴的夹角为  $\beta$ , 如右图所示

由牛顿第二定律得：  $qvB = m \frac{v^2}{R}$  ①

周期为  $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$  ②

过 A 点作 x、y 轴的垂线，垂足分别为 B、D.

由几何知识得  $\overline{AD} = R \sin \alpha$ ， $\overline{OD} = \overline{AD} \cot 60^\circ$ ， $\overline{BP} = \overline{OD} \cot \beta$ ， $\overline{OP} = \overline{AD} + \overline{BP}$ ， $\alpha = \beta$

③

联立得到  $\sin \alpha + \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \alpha = 1$

解得  $\alpha = 30^\circ$ ，或  $\alpha = 90^\circ$

设 M 点到 O 点的距离为 h，有  $\overline{AD} = R \sin \alpha$   $h = R - \overline{OC}$ ， $\overline{OC} = \overline{CD} - \overline{OD} = R \cos \alpha - \frac{\sqrt{3}}{3} \overline{AD}$

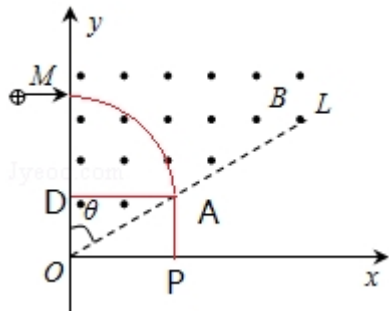
联立得到  $h = R - \frac{2}{\sqrt{3}} R \cos(\alpha + 30^\circ)$

解得  $h = (1 - \frac{\sqrt{3}}{3}) R$  ( $\alpha = 30^\circ$ )

当  $\alpha = 30^\circ$  时，粒子在磁场中运动的时间为  $t = \frac{T}{12} = \frac{\pi m}{6qB}$

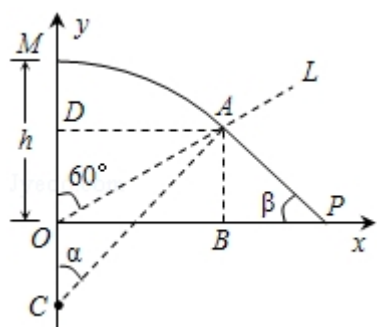
当  $\alpha = 90^\circ$  时，运动的轨迹如图，则  $t' = \frac{T}{4} = \frac{\pi m}{2qB}$

$h = (1 + \frac{\sqrt{3}}{3}) R$



答：M 点到 O 点的距离  $h = (1 - \frac{\sqrt{3}}{3}) R$  或  $h = (1 + \frac{\sqrt{3}}{3}) R$ ，粒子在磁场中运动的时间为

$\frac{\pi m}{6qB}$  或  $\frac{\pi m}{2qB}$ .



【点评】根据几何关系求出带电粒子在磁场中的偏转角有两个，要注意分别进行求解，同时运用三角函数的知识。