

2016-2017 学年高一（上）周考物理试卷（11.27）

一、选择题

1. 两颗人造卫星 A、B 绕地球做圆周运动，周期之比为 $T_A: T_B=1: 8$ ，则轨道半径之比和运动速率之比分别为（ ）

A. $R_A: R_B=4: 1$, $v_A: v_B=1: 2$ B. $R_A: R_B=4: 1$, $v_A: v_B=2: 1$

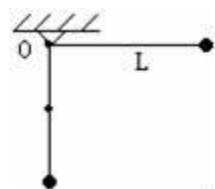
C. $R_A: R_B=1: 4$, $v_A: v_B=1: 2$ D. $R_A: R_B=1: 4$, $v_A: v_B=2: 1$

2. 人造地球卫星沿圆轨道环绕地球运动，因为受到高空稀薄空气的阻力作用，其运动的高度将逐渐变化，由于高度的变化很慢，在变化过程中的任一时刻，仍可认为卫星满足匀速圆周运动规律，下述关于卫星运动的一些物理量变化情况，正确的是（ ）

A. 线速度减小 B. 周期变大

C. 半径增大 D. 向心加速度增大

3. 一小球质量为 m ，用长为 L 的悬绳（不可伸长，质量不计）固定于 O 点，在 O 点正下方 $\frac{L}{2}$ 处钉有一颗钉子，如图所示，将悬线沿水平方向拉直无初速释放后，当悬线碰到钉子后的瞬间，则（ ）



A. 小球线速度没有变化

B. 小球的角速度突然增大到原来的 2 倍

C. 小球的向心加速度突然增大到原来的 2 倍

D. 悬线对小球的拉力突然增大到原来的 2 倍

4. 假设人造地球卫星作匀速圆周运动，当它的轨道半径增大到原来的 2 倍时（ ）

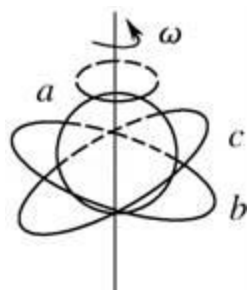
A. 根据 $F=m\omega^2 \cdot r$ ，卫星受的向心力增为原来的 2 倍

B. 根据 $F=m\frac{v^2}{r}$ ，卫星受的向心力减为原来的 $\frac{1}{2}$

C. 根据 $F=G\frac{Mm}{r^2}$ ，卫星受的向心力减为原来的 $\frac{1}{4}$

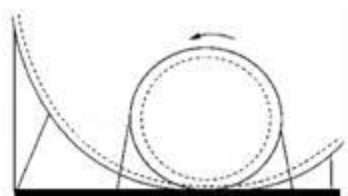
D. 根据 $F=mg$ ，卫星受的向心力保持不变

5. (多选) 如图所示，图 a、b、c 的圆心均在地球的自转轴线上，对环绕地球做匀速圆周运动而言 ()



- A. 卫星的轨道可能为 a B. 卫星的轨道可能为 b
C. 卫星的轨道可能为 c D. 同步卫星的轨道只可能为 b

6. 乘坐如图所示游乐园的过山车时，质量为 m 的人随车在竖直平面内沿圆周轨道运动，下列说法正确的是 ()



- A. 车在最高点时人处于倒坐状态，全靠保险带拉住，若没有保险带，人一定会掉下去
B. 人在最高点时对座位仍可能产生压力，但压力一定小于 mg
C. 人在最高点和最低点时的向心加速度大小相等
D. 人在最低点时对座位的压力大于 mg

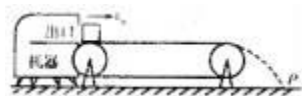
7. 如图所示，长为 L 的细线，一端固定在 O 点，另一端系一个质量为 m 的小球，在最低点 A 给小球一个水平方向的瞬时冲量 I ，使小球绕悬点 O 在竖直平面内运动，为使细线始终不松弛， I 的大小可选择下列四项中的 ()



- A. 大于 $m\sqrt{2gL}$ B. 小于 $m\sqrt{2gL}$
C. 大于 $m\sqrt{5gL}$ D. 大于 $m\sqrt{2gL}$ ，小于 $m\sqrt{5gL}$

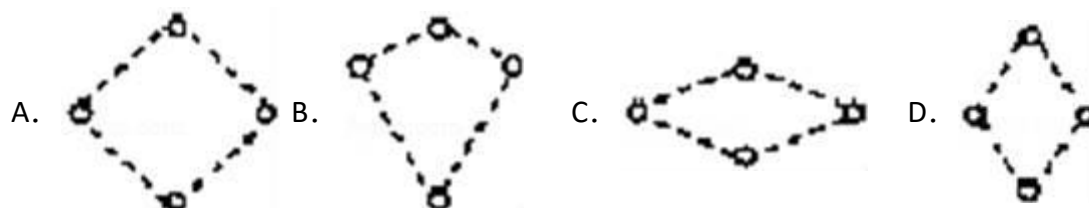
8. 如图所示是某工厂所采用的小型生产流水线示意图，机器生产出的物体源源不断地从出口处以水平速度 v_0 滑向一粗糙的水平传送带，最后从传送带上落下

装箱打包。假设传送带静止不动时，物体滑到传送带右端的速度为 v ，最后物体落在 P 处的箱包中，下列说法正确的是（ ）



- A. 若传送带随皮带轮顺时针方向转动起来，且传送速度小于 v ，物体角落在 P 点
- B. 若传送带随皮带顺时针方向转动起来，且传送带速度大于 v_0 ，物体仍落在 P 点
- C. 若传送带随皮带顺时针方向转动起来，且传送带速度大于 v ，物体仍落在 P 点
- D. 若由于操作不慎，传送带随皮带轮逆时针方向转动起来，物体仍落在 P 点

9. 如图所示，在高空中有四个小球，在同一位置同时以初速度 v_0 分别向上、向下、向左、向右被抛出，不计空气阻力，经过 1s 后（小球未落地），四个小球在空中的位置构成的正确图形是（ ）



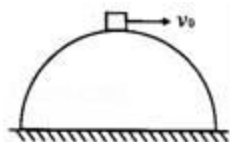
10. 竖直向下的匀强磁场中，将一水平放置的金属棒 ab 以水平初速度 v_0 抛出，设在整个过程中，棒始终平动且空气阻力不计，则在金属棒运动过程中产生的感应电动势大小变化情况是（ ）

- A. 越来越大 B. 越来越小 C. 保持不变 D. 无法判断

11. 从地面上方同一点向东与向西分别平抛出两个等质量的小物体，抛出速度大小分别为 v 和 $2v$ ，不计空气阻力，则两个小物体，以下说法不正确的是（ ）

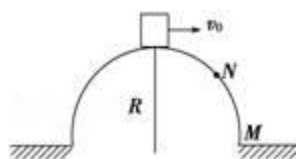
- A. 从抛出到落地速度的增量相同
- B. 从抛出到落地重力做的功相同
- C. 从抛出到落地重力的平均功率相同
- D. 从抛出到落地所用时间不同

12. 如图所示，小物块位于半径为 R 的半球顶端，若小球的初速度为 v_0 时，物块对球恰好无压力，则下列说法正确的是（ ）



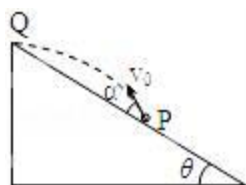
- A. 物块立即离开球面作平抛运动，不再沿圆弧下滑
- B. $v_0 = \sqrt{gR}$
- C. 物块落地点离球顶的水平位移为 $\sqrt{2}R$
- D. 物体将沿着圆弧下滑到地面

13. 半径为 R 的光滑半圆球固定在水平面上，顶部有一小物体，如图所示。今给小物体一个水平初速度 $v_0 = \sqrt{gR}$ ，则物体将（ ）



- A. 沿球面滑至 M 点
- B. 先沿球面滑至某点 N 再离开球面做斜下抛运动
- C. 立即离开半圆球做平抛运动，且水平射程为 $\sqrt{2}R$
- D. 立即离开半圆球做平抛运动，且水平射程为 $2R$

14. 如图所示，一物体自倾角为 θ 的固定斜面上某一位置 P 处斜向上抛出，到达斜面顶端 Q 处时速度恰好变为水平方向，已知 P 、 Q 间的距离为 L ，重力加速度为 g ，则关于抛出时物体的初速度 v_0 的大小及其与斜面间的夹角 α ，以下关系中正确的有（ ）



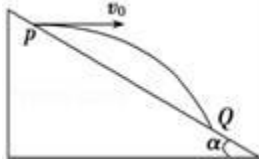
- A. $\tan \alpha = \tan \theta$
- B. $\tan \alpha = \frac{\sin 2\theta}{2(1 + \sin^2 \theta)}$
- C. $v_0 = \frac{\cos \theta}{\cos 2\theta} \sqrt{\frac{L}{2g \sin \theta}}$
- D. $v_0 = \cos \theta \sqrt{\frac{gL}{2 \sin \theta}}$

二、计算题：

15. 如图所示，宇航员站在某质量分布均匀的星球表面一斜坡上 P 点沿水平方向以初速度 v_0 抛出一个小球，测得小球经时间 t 落到斜坡上另一点 Q ，斜面的倾角

为 α ，已知该星球半径为 R ，万有引力常量为 G ，求：

- (1) 该星球表面的重力加速度；
- (2) 该星球的密度；
- (3) 该星球的第一宇宙速度 v ；
- (4) 人造卫星绕该星球表面做匀速圆周运动的最小周期 T 。

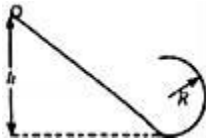


16. 某星球的质量约为地球的 9 倍，半径约为地球的一半，若从地球上高为 h 处平抛一物体，水平射程为 120m（不计空气阻力），试求：

- (1) 该星球表面的重力加速度与地球表面重力加速度的比值
- (2) 从该星球上，从同样高度以同样速度平抛一物体的水平射程。

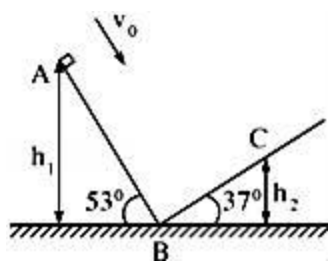
17. (1) 某行星有一质量为 m 的卫星，卫星绕行星做匀速圆周运动，其运动半径为 r ，周期为 T ，求行星的质量（已知万有引力常量为 G ）。

(2) 小钢球质量为 m ，沿光滑的轨道由静止滑下，轨道形状如图所示，与光滑轨道相接的圆形轨道的半径为 R ，要使小球沿光滑轨道恰能通过最高点，物体应从离轨道最低点多高的地方开始滑下？



18. “嫦娥一号”探月卫星的成功发射，实现了中华民族千年奔月的梦想。假若我国的航天员登上某一星球并在该星球表面上做了如下图所示的力学实验：让质量为 $m=1.0\text{kg}$ 的小滑块以 $v_0=1\text{m/s}$ 的初速度从倾角为 53° 的斜面 AB 的顶点 A 滑下，到达 B 点后恰好能沿倾角为 37° 的斜面到达 C 点。不计滑过 B 点时的机械能损失，滑块与斜面间的动摩擦因数均为 $\mu=0.5$ ，测得 A 、 C 两点离 B 点所在水平面的高度分别为 $h_1=1.2\text{m}$ ， $h_2=0.5\text{m}$ 。已知 $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ，不计该星球的自转以及其他星球对它的作用。

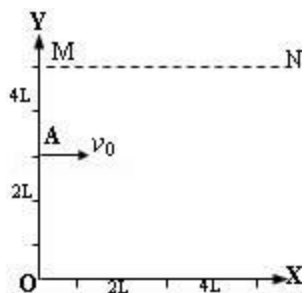
- (1) 求该星球表面的重力加速度 g ；
- (2) 若测得该星球的半径为 $R=6\times 10^6\text{m}$ ，宇航员要在该星球上发射一颗探测器绕其做匀速圆周运动，则探测器运行的最大速度为多大？



19. 如图所示，在 xOy 平面内， MN 和 x 轴之间有平行于 y 轴的匀强电场和垂直于 xOy 平面的匀强磁场， y 轴上离坐标原点 $3L$ 的 A 点处有一电子枪，可以沿 $+x$ 方向射出速度为 v_0 的电子（质量为 m ，电量为 e ）。如果电场和磁场同时存在，电子将做匀速直线运动。如果撤去磁场只保留电场，电子将从 P 点离开电场， P 点的坐标是 $(2L, 5L)$ 。不计重力的影响，求：

(1) 电场强度 E 和磁感应强度 B 的大小及方向；

(2) 如果撤去电场，只保留磁场，电子将从轴上的 D 点（图中未标出）离开磁场，求 D 点的坐标及电子在磁场中运动的时间。

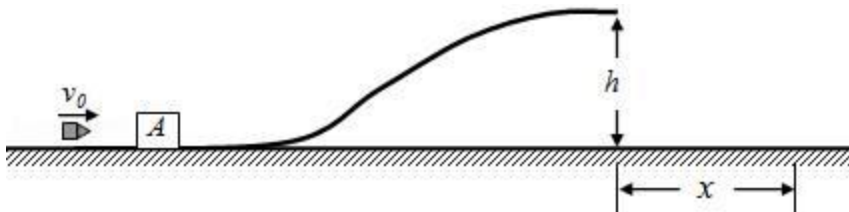


20. 如图，光滑轨道固定在竖直平面内，水平段紧贴地面，弯曲段的顶部切线水平、离地高为 h ；滑块 A 静止在水平轨道上， $v_0=40\text{m/s}$ 的子弹水平射入滑块 A 后一起沿轨道向右运动，并从轨道顶部水平抛出。已知滑块 A 的质量是子弹的 3 倍，取 $g=10\text{m/s}^2$ ，不计空气阻力。求：

(1) 子弹射入滑块后一起运动的速度；

(2) 水平距离 x 与 h 关系的表达式；

(3) 当 h 多高时， x 最大，并求出这个最大值。



2016-2017 学年河北省衡水市武邑中学高一（上）周考物理试卷（11.27）

参考答案与试题解析

一、选择题

1. 两颗人造卫星 A、B 绕地球做圆周运动，周期之比为 $T_A: T_B=1: 8$ ，则轨道半径之比和运动速率之比分别为（ ）

A. $R_A: R_B=4: 1$ ， $v_A: v_B=1: 2$ B. $R_A: R_B=4: 1$ ， $v_A: v_B=2: 1$

C. $R_A: R_B=1: 4$ ， $v_A: v_B=1: 2$ D. $R_A: R_B=1: 4$ ， $v_A: v_B=2: 1$

【考点】4H：人造卫星的加速度、周期和轨道的关系．

【分析】根据人造卫星的万有引力等于向心力，列式求出线速度、角速度、周期和向心力的表达式进行讨论即可．

【解答】解：人造卫星绕地球做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力，设卫星的质量为 m 、轨道半径为 r 、地球质量为 M ，有

$$F=F_{\text{向}}$$

$$F=G\frac{Mm}{r^2}$$

$$F_{\text{向}}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2r=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r$$

因而

$$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2r=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r=ma$$

解得

$$v=\sqrt{\frac{GM}{r}} \quad ①$$

$$T=\frac{2\pi r}{v}=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} \quad ②$$

$$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}} \quad ③$$

$$a=\frac{GM}{r^2} \quad ④$$

由②式可得卫星的运动周期与轨道半径的立方的平方根成正比，由 $T_A: T_B=1: 8$ 可得轨道半径 $R_A: R_B=1: 4$ ，然后再由①式 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ 得线速度 $v_A: v_B=2: 1$ 。所以正确答案为 C 项。

故选 D。

2. 人造地球卫星沿圆轨道环绕地球运动，因为受到高空稀薄空气的阻力作用，其运动的高度将逐渐变化，由于高度的变化很慢，在变化过程中的任一时刻，仍可认为卫星满足匀速圆周运动规律，下述关于卫星运动的一些物理量变化情况，正确的是（ ）

- A. 线速度减小 B. 周期变大
C. 半径增大 D. 向心加速度增大

【考点】4H：人造卫星的加速度、周期和轨道的关系。

【分析】人造地球卫星绕地球做圆周运动万有引力提供圆周运动向心力，由此分析描述圆周运动的物理量与半径的关系，根据半径的变化分析各量的变化即可。

【解答】解：因为受到高空稀薄空气的阻力作用，卫星高度逐渐降低即卫星圆周运动的轨道半径 r 减小，人造地球卫星绕地球做圆周运动万有引力提供圆周运动向心力有：

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = \frac{m \cdot 4\pi^2 r}{T^2} = ma$$

A、 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，半径 r 减小，线速度增大，故 A 错误；

B、 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ，半径 r 减小，周期减小，故 B 错误；

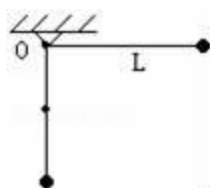
C、受到高空稀薄空气的阻力作用，卫星高度逐渐降低即卫星圆周运动的轨道半径 r 减小，故 C 错误；

D、 $a=\frac{GM}{r^2}$ ，半径 r 减小，向心加速度增大，故 D 正确；

故选：D。

3. 一小球质量为 m ，用长为 L 的悬绳（不可伸长，质量不计）固定于 O 点，在

O 点正下方 $\frac{L}{2}$ 处钉有一颗钉子，如图所示，将悬线沿水平方向拉直无初速释放后，当悬线碰到钉子后的瞬间，则（ ）



- A. 小球线速度没有变化
- B. 小球的角速度突然增大到原来的 2 倍
- C. 小球的向心加速度突然增大到原来的 2 倍
- D. 悬线对小球的拉力突然增大到原来的 2 倍

【考点】6C：机械能守恒定律；37：牛顿第二定律；4A：向心力。

【分析】小球在下摆过程中，受到线的拉力与小球的重力，由于拉力始终与速度方向相垂直，所以它对小球不做功，只有重力在做功。当碰到钉子瞬间，速度大小不变，而摆长变化，从而导致向心加速度变化，拉力变化。

【解答】解：A、当碰到钉子瞬间，小球到达最低点时线速度没有变化，故 A 正确。

B、根据圆周运动知识得： $\omega = \frac{v}{r}$ ，而半径变为原来的 $\frac{1}{2}$ ，线速度没有变化，所以小球的角速度突然增大到原来的 2 倍，故 B 正确。

C、根据圆周运动知识得： $a = \frac{v^2}{r}$ ，而半径变为原来的 $\frac{1}{2}$ ，线速度没有变化，所以向心加速度突然增大到原来的 2 倍，故 C 正确；

D、小球摆下后由机械能守恒可知， $mgL = \frac{1}{2}mv^2$ ，

因小球下降的高度相同，故小球到达最低点时的速度相同， $v = \sqrt{2gL}$

在最低点根据牛顿第二定律得： $F - mg = ma = m\frac{v^2}{r}$ ，

原来： $r = L$ ， $F = mg + m\frac{v^2}{r} = 3mg$

而现在半径变为原来的 $\frac{1}{2}$ ，线速度没有变化。

所以 $F' = mg + m\frac{v^2}{r'} = 5mg$

悬线对小球的拉力突然增大到原来的 $\frac{5}{3}$ 倍，故 D 错误

故选 ABC.

4. 假设人造地球卫星作匀速圆周运动, 当它的轨道半径增大到原来的 2 倍时 ()

A. 根据 $F=m\omega^2 \cdot r$, 卫星受的向心力增为原来的 2 倍

B. 根据 $F=m\frac{v^2}{r}$, 卫星受的向心力减为原来的 $\frac{1}{2}$

C. 根据 $F=G\frac{Mm}{r^2}$, 卫星受的向心力减为原来的 $\frac{1}{4}$

D. 根据 $F=mg$, 卫星受的向心力保持不变

【考点】4H: 人造卫星的加速度、周期和轨道的关系.

【分析】人造地球卫星的轨道半径增大到原来 2 倍时, 根据万有引力的表达式求解.

不能用向心力的表达式来讨论一些物理量的变化. 注意控制变量法的应用.

【解答】解: A、当轨道半径变化时, 万有引力变化, 卫星的角速度 $\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ 随着

变化, 所以, 不能根据公式 $F=m\omega^2 \cdot r$ 得卫星受的向心力增为原来的 2 倍, 故 A 错误

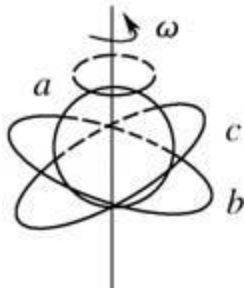
B、同理, 当轨道半径变化时, 万有引力变化, 卫星的线速度随着变化, 故 B 错误

C、根据万有引力的表达式 $F=G\frac{Mm}{r^2}$, 卫星受的向心力减为原来的 $\frac{1}{4}$. 故 C 正确

D、人造地球卫星的轨道半径增大到原来 2 倍时, 重力加速度也随着变化, 故 D 错误

故选 C.

5. (多选) 如图所示, 图 a、b、c 的圆心均在地球的自转轴线上, 对环绕地球做匀速圆周运动而言 ()



- A. 卫星的轨道可能为 a B. 卫星的轨道可能为 b
C. 卫星的轨道可能为 c D. 同步卫星的轨道只可能为 b

【考点】4H：人造卫星的加速度、周期和轨道的关系．

【分析】卫星绕地球做匀速圆周运动，是靠万有引力提供向心力，万有引力的方向指向地心，故圆周运动的圆心为地心．

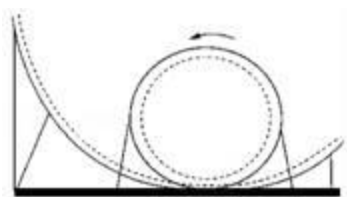
【解答】解：A、卫星运动过程中的向心力由万有引力提供，故地球必定在卫星轨道的中心，即地心为圆周运动的圆心．因此轨道 a 是不可能的，故 A 错误；

B、卫星运动过程中的向心力由万有引力提供，故地心必定在卫星轨道的中心，即地心为圆周运动的圆心．因此卫星的轨道可能为 b、c，故 BC 正确；

D、而同步卫星由于其周期和地球的自转周期相同，轨道一定在赤道的上空．故同步卫星的轨道不可能为 b．故 D 错误．

故选：BC．

6. 乘坐如图所示游乐园的过山车时，质量为 m 的人随车在竖直平面内沿圆周轨道运动，下列说法正确的是（ ）



- A. 车在最高点时人处于倒坐状态，全靠保险带拉住，若没有保险带，人一定会掉下去
B. 人在最高点时对座位仍可能产生压力，但压力一定小于 mg
C. 人在最高点和最低点时的向心加速度大小相等
D. 人在最低点时对座位的压力大于 mg

【考点】4A：向心力．

【分析】车在最高点时，若恰好由重力提供向心力时，人与保险带间恰好没有作用力，没有保险带，人也不会掉下来。当速度更大时，人更不会掉下来。当速度大于临界速度 $\sqrt{gR}$ 时，人在最高点时对座位就产生压力。人在最低点时，加速度方向竖直向上，根据牛顿第二定律分析压力与重力的关系。

【解答】解：A、当人与保险带间恰好没有作用力，由重力提供向心力时，临界速度为 $v_0=\sqrt{gR}$ 。当速度 $v\geq\sqrt{gR}$ 时，没有保险带，人也不会掉下来。故 A 错误。

B、当人在最高点的速度 $v>\sqrt{gR}$ ，人对座位就产生压力。当速度增大到 $2\sqrt{gR}$ 时，压力为 $3mg$ ，故 B 错误；

C、在最高点和最低点速度大小不等，根据向心加速度公式 $a=\frac{v^2}{R}$ 可知，人在最高点和最低点时的向心加速度大小不相等，故 C 错误；

D、人在最低点时，加速度方向竖直向上，根据牛顿第二定律分析可知，人处于超重状态，人对座位的压力大于 mg 。故 D 正确。

故选：D。

7. 如图所示，长为 L 的细线，一端固定在 O 点，另一端系一个质量为 m 的小球，在最低点 A 给小球一个水平方向的瞬时冲量 I ，使小球绕悬点 O 在竖直平面内运动，为使细线始终不松弛， I 的大小可选择下列四项中的（ ）



A. 大于 $m\sqrt{2gL}$ B. 小于 $m\sqrt{2gL}$

C. 大于 $m\sqrt{5gL}$ D. 大于 $m\sqrt{2gL}$ ，小于 $m\sqrt{5gL}$

【考点】52：动量定理；37：牛顿第二定律；4A：向心力。

【分析】分两种情况进行讨论，即小球在运动过程中，最高点与 O 点等高或比 O 低时，线不松弛，小球能在竖直平面内做圆周运动，线也不松弛，根据圆周运动的基本公式即可求解速度的范围，然后由动量定理求出动量满足的条件。

【解答】解：存在两种可能：

(1) 小球在运动过程中，最高点与 O 点等高或比 O 低时，线不松弛。 $\frac{1}{2}mv_1^2 \leq mgL$

得： $v_1 \leq \sqrt{2gL}$

(2) 小球恰能过最高点时，在最高点速度设为 v_0 ，对应的最低点速度设为 v_2 ，则有：

$$mg = m \frac{v_0^2}{L}$$

根据机械能守恒得： $\frac{1}{2}mv_0^2 + 2mgL = \frac{1}{2}mv_2^2$

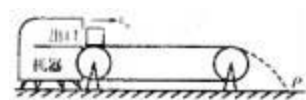
解得： $v_2 = \sqrt{5gL}$

所以为使细线始终不松弛， v_0 的大小范围为 $v_0 \leq \sqrt{2gL}$ 或 $v_0 \geq \sqrt{5gL}$ 。

根据动量定理可知， $I = mv_0$ ，所以 I 的大小范围为 $v_0 \leq m\sqrt{2gL}$ 或 $v_0 \geq m\sqrt{5gL}$ 。故 AD 错误，BC 正确

故选：BC

8. 如图所示是某工厂所采用的小型生产流水线示意图，机器生产出的物体源源不断地从出口处以水平速度 v_0 滑向一粗糙的水平传送带，最后从传送带上落下装箱打包。假设传送带静止不动时，物体滑到传送带右端的速度为 v ，最后物体落在 P 处的箱包中，下列说法正确的是（ ）



- A. 若传送带随皮带轮顺时针方向转动起来，且传送速度小于 v ，物体角落在 P 点
- B. 若传送带随皮带顺时针方向转动起来，且传送带速度大于 v_0 ，物体仍落在 P 点
- C. 若传送带随皮带顺时针方向转动起来，且传送带速度大于 v ，物体仍落在 P 点
- D. 若由于操作不慎，传送带随皮带轮逆时针方向转动起来，物体仍落在 P 点

【考点】 37：牛顿第二定律；1D：匀变速直线运动的速度与时间的关系；43：平抛运动。

【分析】 传送带静止不动时，物体在传送带上做匀减速直线运动，当传送带顺时针方向转动时，根据物体的受力判断物体的运动情况，从而得出到达右端的速度。

【解答】 解：A、若传送带随皮带轮顺时针方向转动起来，且传送速度小于 v ，

则物体做匀减速直线运动，到达右端时速度为 v ，物体做平抛运动，仍然落在 P 点。故 **A** 正确。

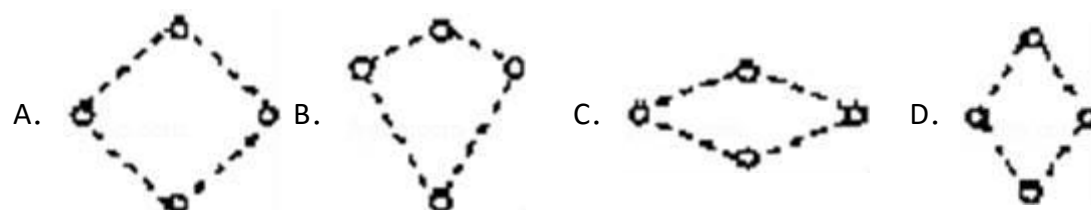
B、若传送带随皮带顺时针方向转动起来，且传送带速度大于 v_0 ，物体先做匀加速直线运动，当速度达到传送带速度时，做匀速直线运动，可知到达右端的速度大于 v_0 。物体落地点在 P 点的右侧。故 **B** 错误。

C、若传送带随皮带顺时针方向转动起来，且传送带速度大于 v ，可知物体最终的速度大于 v ，做平抛运动将落在 P 点的右侧。故 **C** 错误。

D、若传送带逆时针转动，物体做匀减速直线运动，到达右端的速度为 v ，做平抛运动将仍然落在 P 点。故 **D** 正确。

故选 **AD**。

9. 如图所示，在高空中有四个小球，在同一位置同时以初速度 v_0 分别向上、向下、向左、向右被抛出，不计空气阻力，经过 $1s$ 后（小球未落地），四个小球在空中的位置构成的正确图形是（ ）



【考点】A4：库仑定律。

【分析】根据运动的合成与分解的知识，每个小球的运动都可以分解为自由落体运动和沿着初速度方向的匀速直线运动；假设同时有个小球从同一位置自由落体，则其余 4 个球相对与该球都是匀速直线运动。

【解答】解：每个小球的运动都可以看成是沿初速度方向的匀速直线运动和竖直向下的自由落体运动的合运动。

假设同时有个小球从同一位置自由落体，则其余 4 个球相对与该球都是匀速直线运动，故以四个小球所在位置为顶点所构成的图形应该是正方形；

故选：**A**。

10. 竖直向下的匀强磁场中，将一水平放置的金属棒 ab 以水平初速度 v_0 抛出，设在整个过程中，棒始终平动且空气阻力不计，则在金属棒运动过程中产生的感

应电动势大小变化情况是 ()

- A. 越来越大 B. 越来越小 C. 保持不变 D. 无法判断

【考点】D9: 导体切割磁感线时的感应电动势.

【分析】由感应电动势公式 $E=Blv\sin\alpha$, $v\sin\alpha$ 是有效的切割速度, 即是垂直于磁感线方向的分速度, 结合平抛运动的特点分析选择.

【解答】解: 金属棒 ab 做平抛运动, 其水平方向的分运动是匀速直线运动, 水平分速度保持不变, 等于 v_0 . 由感应电动势公式 $E=Blv\sin\alpha$, $v\sin\alpha$ 是垂直于磁感线方向的分速度, 即是平抛运动的水平分速度, 等于 v_0 , 则感应电动势 $E=Blv_0$, B 、 l 、 v_0 均不变, 则感应电动势大小保持不变. 则 C 正确.

故选: C.

11. 从地面上方同一点向东与向西分别平抛出两个等质量的小物体, 抛出速度大小分别为 v 和 $2v$, 不计空气阻力, 则两个小物体, 以下说法不正确的是 ()

- A. 从抛出到落地速度的增量相同
B. 从抛出到落地重力做的功相同
C. 从抛出到落地重力的平均功率相同
D. 从抛出到落地所用时间不同

【考点】43: 平抛运动.

【分析】从地面上方同一点向东向西分别平抛出两个等质量的小物体, 可知初位置高度相同, 重力的功相同; 由平抛可得落地时间, 进而判定速度增量; 根据公式 $\bar{P}=\frac{W}{t}$ 求解平均功率.

【解答】解: A、速度是矢量, 速度增量也是矢量; 根据公式 $\Delta v=gt$, 速度增加量相同, 故 A 正确;

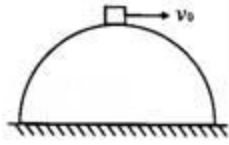
B、重力做功 $W=mgh$, 相同, 故 B 正确;

C、D、平抛运动的竖直分运动是自由落体运动, 根据公式 $h=\frac{1}{2}gt^2$, 从抛出到落地所用时间相同;

重力做功相同, 时间也相同, 根据公式 $\bar{P}=\frac{W}{t}$, 平均功率也相同; 故 C 正确, D 错误;

本题选不正确的，故选：D.

12. 如图所示，小物块位于半径为 R 的半球顶端，若小球的初速度为 v_0 时，物块对球恰好无压力，则下列说法正确的是（ ）



- A. 物块立即离开球面作平抛运动，不再沿圆弧下滑
- B. $v_0 = \sqrt{gR}$
- C. 物块落地点离球顶的水平位移为 $\sqrt{2}R$
- D. 物体将沿着圆弧下滑到地面

【考点】4A：向心力；37：牛顿第二定律.

【分析】物块在最高点，仅受重力，有初速度，做平抛运动，根据牛顿第二定律求出最高点的速度，结合高度求出平抛运动的时间，通过最高点的速度和时间求出平抛运动的水平位移.

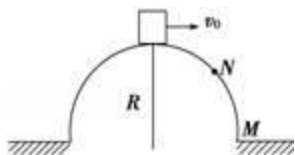
【解答】解：AD、物块的初速度为 v_0 时，物块对球恰好无压力，物块仅受重力，有水平初速度，做平抛运动，故 A 正确，D 错误.

B、根据牛顿第二定律得： $mg = m \frac{v_0^2}{R}$ ，解得： $v_0 = \sqrt{gR}$ ，故 B 正确.

C、根据 $R = \frac{1}{2}gt^2$ 得平抛运动的时间为： $t = \sqrt{\frac{2R}{g}}$ ，则物块落地点离桥顶的水平位移为： $x = v_0 t = \sqrt{gR} \sqrt{\frac{2R}{g}} = \sqrt{2}R$ ，故 C 正确.

故选：ABC.

13. 半径为 R 的光滑半圆球固定在水平面上，顶部有一小物体，如图所示. 今给小物体一个水平初速度 $v_0 = \sqrt{gR}$ ，则物体将（ ）



- A. 沿球面滑至 M 点

- B. 先沿球面滑至某点 N 再离开球面做斜下抛运动
 C. 立即离开半圆球做平抛运动，且水平射程为 $\sqrt{2}R$
 D. 立即离开半圆球做平抛运动，且水平射程为 $2R$

【考点】43：平抛运动.

【分析】物块在半圆球的最高点，沿半径方向的合力提供向心力，求出支持力的大小为零，得出物体做平抛运动，结合平抛运动的规律求出水平射程的大小.

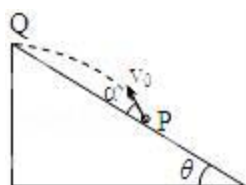
【解答】解：A、在最高点，根据牛顿第二定律得， $mg - N = m\frac{v_0^2}{R}$ ，解得 $N=0$ ，

知物体做平抛运动。故 A、B 错误。

C、根据 $R = \frac{1}{2}gt^2$ 得， $t = \sqrt{\frac{2R}{g}}$ ，则水平射程 $x = v_0 t = \sqrt{gR} \sqrt{\frac{2R}{g}} = \sqrt{2}R$ 。故 C 正确，D 错误。

故选：C.

14. 如图所示，一物体自倾角为 θ 的固定斜面上某一位置 P 处斜向上抛出，到达斜面顶端 Q 处时速度恰好变为水平方向，已知 P、Q 间的距离为 L，重力加速度为 g，则关于抛出时物体的初速度 v_0 的大小及其与斜面间的夹角 α ，以下关系中正确的有（ ）



- A. $\tan\alpha = \tan\theta$ B. $\tan\alpha = \frac{\sin 2\theta}{2(1 + \sin^2 \theta)}$
 C. $v_0 = \frac{\cos \theta}{\cos 2\theta} \sqrt{\frac{L}{2g \sin \theta}}$ D. $v_0 = \cos \theta \sqrt{\frac{gL}{2 \sin \theta}}$

【考点】43：平抛运动.

【分析】采用逆向思维，物体做平抛运动，抓住竖直位移和水平位移，结合运动学公式求出初速度以及夹角的关系.

【解答】解：运用逆向思维，物体做平抛运动，根据 $L \sin \theta = \frac{1}{2}gt^2$ 得， $t = \sqrt{\frac{2L \sin \theta}{g}}$ ，

则 P 点的竖直分速度 $v_y = gt = \sqrt{2gL \sin \theta}$ ，P 点的水平分速度

$$v_x = \frac{L \cos \theta}{t} = L \cos \theta \sqrt{\frac{g}{2L \sin \theta}} = \sqrt{\frac{gL \cos^2 \theta}{2 \sin \theta}}, \quad \text{则}$$

$$v_0 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\frac{gL(1+3\sin^2 \theta)}{2 \sin \theta}}. \quad \text{故 C、D 错误.}$$

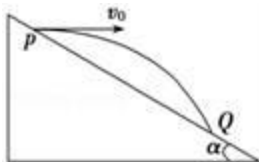
设初速度方向与水平方向的夹角为 β ，根据平抛运动的推论有 $\tan \beta = 2 \tan \theta$ ，又 $\alpha = \beta - \theta$ ，根据数学三角函数关系可求得 $\tan \alpha = \frac{\sin 2\theta}{2(1+\sin^2 \theta)}$ 。故 B 正确，A 错误。

故选：B。

二、计算题：

15. 如图所示，宇航员站在某质量分布均匀的星球表面一斜坡上 P 点沿水平方向以初速度 v_0 抛出一个小球，测得小球经时间 t 落到斜坡上另一点 Q，斜面的倾角为 α ，已知该星球半径为 R ，万有引力常量为 G ，求：

- (1) 该星球表面的重力加速度；
- (2) 该星球的密度；
- (3) 该星球的第一宇宙速度 v ；
- (4) 人造卫星绕该星球表面做匀速圆周运动的最小周期 T 。



【考点】 4F：万有引力定律及其应用；43：平抛运动。

【分析】 (1) 根据平抛运动规律列出水平方向和竖直方向的位移等式，结合几何关系求出重力加速度。

(2) 忽略地球自转的影响，根据万有引力等于重力列出等式，根据密度公式求解。

(3) 该星球的近地卫星的向心力由万有引力提供，该星球表面物体所受重力等于万有引力，联立方程即可求出该星球的第一宇宙速度 u

【解答】 解：(1) 设该星球表现的重力加速度为 g ，根据平抛运动规律：

水平方向： $x = v_0 t$

竖直方向： $y = \frac{1}{2} g t^2$

平抛位移与水平方向的夹角的正切值 $\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t}$

得 $g = \frac{2v_0 \tan \alpha}{t}$;

(2) 在星球表面有: $G \frac{Mm}{R^2} = mg$, 所以 $M = \frac{gR^2}{G}$

该星球的密度: $\rho = \frac{3v_0 \tan \alpha}{2\pi R t G}$;

(3) 由 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$, 可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$,

又 $GM = gR^2$, 所以 $v = \sqrt{\frac{2v_0 R \tan \alpha}{t}}$;

(4) 绕星球表面运行的卫星具有最小的周期, 即:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = 2\pi R \sqrt{\frac{t}{2v_0 R \tan \alpha}}$$

故答案为: (1) $g = \frac{2v_0 \tan \alpha}{t}$; (2) 该星球的密度 $\rho = \frac{3v_0 \tan \alpha}{2\pi R t G}$; (3) 该星球的

第一宇宙速度 $v = \sqrt{\frac{2v_0 R \tan \alpha}{t}}$; (4) 人造卫星绕该星球表面做匀速圆周运动的最

小周期 $2\pi R \sqrt{\frac{t}{2v_0 R \tan \alpha}}$

16. 某星球的质量约为地球的 9 倍, 半径约为地球的一半, 若从地球上高为 h 处平抛一物体, 水平射程为 120m (不计空气阻力), 试求:

(1) 该星球表面的重力加速度与地球表面重力加速度的比值

(2) 从该星球上, 从同样高度以同样速度平抛一物体的水平射程.

【考点】 4F: 万有引力定律及其应用.

【分析】 (1) 在星体表面上根据卫星的万有引力等于重力, 知重力加速度大小因素, 进而得到该星球表面的重力加速度与地球表面重力加速度的比值;

(2) 根据平抛运动的知识结合加速度比值可以求得从该星球上, 从同样高度以同样速度平抛一物体的水平射程.

【解答】 解: (1) 在星体表面上万有引力等于重力由 $G \frac{Mm}{r^2} = mg$ ①

解得 $g = \frac{GM}{r^2}$

则 $\frac{g_{\text{星}}}{g_{\text{地}}} = \frac{M_{\text{星}} R_{\text{地}}^2}{M_{\text{地}} R_{\text{星}}^2} = 36$

(2) 在地球表面上

由 $s = v_0 t$ ②

$h = \frac{1}{2} g t^2$ ③

由②③得 $s = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$

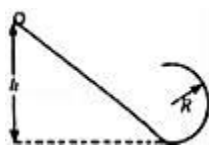
同理在某星体表面上 $s_{\text{星}} = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g_{\text{星}}}} = 20\text{m}$

答：(1) 该星球表面的重力加速度与地球表面重力加速度的比值为 36.

(2) 从该星球上，从同样高度以同样速度平抛一物体的水平射程为 20m.

17. (1) 某行星有一质量为 m 的卫星，卫星绕行星做匀速圆周运动，其运动半径为 r ，周期为 T ，求行星的质量（已知万有引力常量为 G ）.

(2) 小钢球质量为 m ，沿光滑的轨道由静止滑下，轨道形状如图所示，与光滑轨道相接的圆形轨道的半径为 R ，要使小球沿光滑轨道恰能通过最高点，物体应从离轨道最低点多高的地方开始滑下？



【考点】 4F：万有引力定律及其应用；37：牛顿第二定律；4A：向心力.

【分析】 (1) 研究卫星绕行星做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力，列出等式求出中心体的质量；

(2) 要使小球能够通过圆轨道最高点，那么小球在最高点时应该是恰好是物体的重力作为物体的向心力，由向心力的公式可以求得此时的最小的速度，再由机械能守恒可以求得离地面的高度 h .

【解答】 解：(1) 设行星的质量为 M .

由行星对卫星的万有引力提供向心力得 $G \frac{Mm}{r^2} = \frac{m4\pi^2}{T^2} r$

解之得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$

(2) 小钢球恰能通过最高点时 $N=0$

最高点时，由牛顿第二定律得 $mg = \frac{mv^2}{R} \dots ①$

小球在下落过程中由机械能守恒定律得 $mgh = mg2R + \frac{1}{2}mv^2 \dots ②$

由①②解得 $h=2.5R$

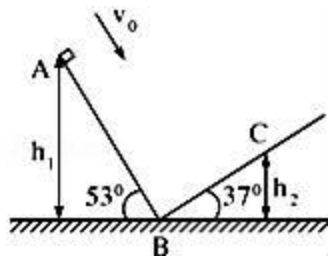
答：(1) 行星的质量为 $\frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ ；

(2) 物体应从离轨道最低点 $2.5R$ 的地方开始滑下。

18. “嫦娥一号”探月卫星的成功发射，实现了中华民族千年奔月的梦想。假若我国的航天员登上某一星球并在该星球表面上做了如下图所示的力学实验：让质量为 $m=1.0\text{kg}$ 的小滑块以 $v_0=1\text{m/s}$ 的初速度从倾角为 53° 的斜面 AB 的顶点 A 滑下，到达 B 点后恰好能沿倾角为 37° 的斜面到达 C 点。不计滑过 B 点时的机械能损失，滑块与斜面间的动摩擦因数均为 $\mu=0.5$ ，测得 A、C 两点离 B 点所在水平面的高度分别为 $h_1=1.2\text{m}$ ， $h_2=0.5\text{m}$ 。已知 $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ，不计该星球的自转以及其他星球对它的作用。

(1) 求该星球表面的重力加速度 g ；

(2) 若测得该星球的半径为 $R=6 \times 10^6\text{m}$ ，宇航员要在该星球上发射一颗探测器绕其做匀速圆周运动，则探测器运行的最大速度为多大？



【考点】4F：万有引力定律及其应用；37：牛顿第二定律。

【分析】(1) 对滑块进行受力分析和做功分析，根据动能定理列方程求得重力加速度；

(2) 根据万有引力提供向心力求解探测器的最大速度.

【解答】解：(1) 令该星球表面的重力加速度为 g ，小滑块从 A 到 C 的过程中，由动能定理得：

$$mg(h_1 - h_2) - \mu mg \cos 53^\circ \cdot \frac{h_1}{\sin 53^\circ} - \mu mg \cos 37^\circ \cdot \frac{h_2}{\sin 37^\circ} = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

代入数值可解得 $g = 6 \text{ m/s}^2$

(2) 设探测器质量为 m' ，探测器绕该星球表面做匀速圆周运动时运行速度最大，万有引力提供圆周运动向心力得

$$G \frac{Mm'}{R^2} = m' \frac{v^2}{R}$$

又因为地星球表面重力和万有引力相等有 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$

解得 $v = \sqrt{gR} = 6 \times 10^3 \text{ m/s}$

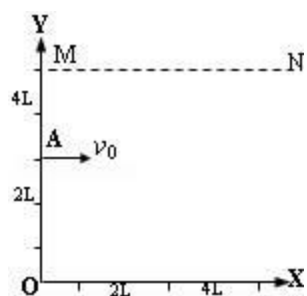
答：(1) 该星球表面的重力加速度 $g = 6 \text{ m/s}^2$ ；.

(2) 若测得该星球的半径为 $R = 6 \times 10^6 \text{ m}$ ，宇航员要在该星球上发射一颗探测器绕其做匀速圆周运动，则探测器运行的最大速度为 6000 m/s .

19. 如图所示，在 xOy 平面内，MN 和 x 轴之间有平行于 y 轴的匀强电场和垂直于 xOy 平面的匀强磁场， y 轴上离坐标原点 $3L$ 的 A 点处有一电子枪，可以沿 $+x$ 方向射出速度为 v_0 的电子（质量为 m ，电量为 e ）。如果电场和磁场同时存在，电子将做匀速直线运动。如果撤去磁场只保留电场，电子将从 P 点离开电场，P 点的坐标是 $(2L, 5L)$ 。不计重力的影响，求：

(1) 电场强度 E 和磁感应强度 B 的大小及方向；

(2) 如果撤去电场，只保留磁场，电子将从轴上的 D 点（图中未标出）离开磁场，求 D 点的坐标及电子在磁场中运动的时间。



【考点】CI：带电粒子在匀强磁场中的运动；AK：带电粒子在匀强电场中的运动。

【分析】(1) 只有电场时，电子做类平抛运动到 P 点，根据类平抛运动的基本公式即可求解 E；同时存在磁场与电场时，粒子做匀速直线运动，由共点力的平衡可求得磁场强度；

(2) 只有磁场时，电子受洛伦兹力做圆周运动，根据半径公式求出半径，根据几何关系求出坐标，根据周期公式求出粒子运动的时间。

【解答】解：(1) 只有电场时，电子做类平抛运动到 P 点，

$$\text{则沿 Y 轴方向有 } 5L - 3L = 2L = \frac{1}{2} \cdot \frac{Ee}{m} \cdot t^2 \quad (1)$$

$$\text{沿 } v_0 \text{ 方向有 } v_0 t = 2L \quad (2)$$

$$\text{由①②得 } E = \frac{mv_0^2}{eL}, \text{ 沿 y 轴负方向} \quad (3)$$

$$\text{电子做匀速运动时有 } eE = Bev_0 \quad (4)$$

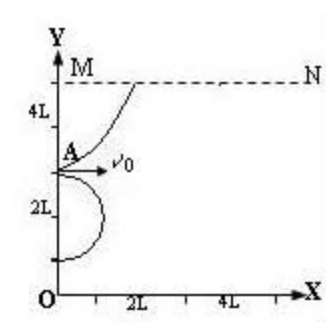
$$\text{由③④解得 } B = \frac{mv_0}{eL}, \text{ 垂直纸面向里} \quad (5)$$

(2) 只有磁场时，电子受洛伦兹力做圆周运动，设轨道半径为 R，由牛顿第二定律有

$$Bev_0 = m \frac{v_0^2}{R} \quad (6),$$

$$\text{由⑤⑥得 } R = L \quad (7)$$

电子在磁场中运动的轨道如图所示，



由几何关系得

D 点的坐标为 (0, L)

$$\text{电子在磁场中运动的周期为 } T, T = \frac{2\pi m}{Be}$$

$$\text{电子在磁场中运动的时间为 } t = \frac{\pi m}{Be}$$

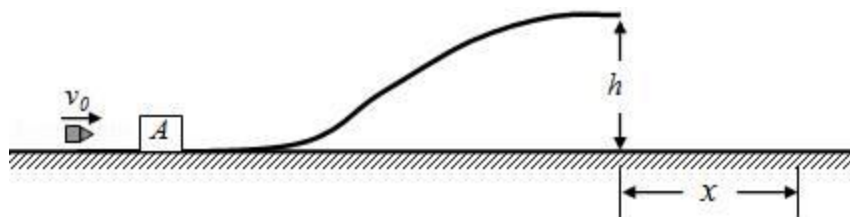
答：（1）电场强度 E 的大小为 $\frac{mv_0^2}{eL}$ ，沿 y 轴负方向，磁感应强度 B 的大小为 $\frac{mv_0}{eL}$ ，

垂直纸面向里；

（2）D 点的坐标为 $(0, L)$ ，电子在磁场中运动的时间为 $\frac{\pi m}{Be}$ 。

20. 如图，光滑轨道固定在竖直平面内，水平段紧贴地面，弯曲段的顶部切线水平、离地高为 h ；滑块 A 静止在水平轨道上， $v_0=40\text{m/s}$ 的子弹水平射入滑块 A 后一起沿轨道向右运动，并从轨道顶部水平抛出。已知滑块 A 的质量是子弹的 3 倍，取 $g=10\text{m/s}^2$ ，不计空气阻力。求：

- （1）子弹射入滑块后一起运动的速度；
- （2）水平距离 x 与 h 关系的表达式；
- （3）当 h 多高时， x 最大，并求出这个最大值。



【考点】53：动量守恒定律；43：平抛运动；6C：机械能守恒定律。

【分析】子弹与滑动的过程中系统动量守恒，根据动量守恒方程可以求出子弹射入滑块后一起运动的速度；滑块和子弹共同体滑上轨道的过程中只有重力做功，系统机械能守恒，根据机械能守恒方程可以求出滑块到达轨道顶部的速度 v ；滑块和子弹一起从轨道顶部开始做平抛运动，已知抛出点的高度和抛出的初速度，根据平抛知识可以求出落地点的水平距离。

【解答】解：（1）设子弹的质量为 m ，则滑块的质量为 $3m$ ，子弹射入滑块后一起运动速度为 v_1 ，由动量守恒：

$$mv_0 = (m+3m)v_1 \dots ①$$

$$\text{解得：} v_1 = \frac{1}{4}v_0 = 10\text{m/s}$$

（2）设子弹与滑块到达轨道顶部时的速度为 v_2 ，由机械能守恒定律：

$$\frac{1}{2}(m+3m)v_1^2 = \frac{1}{2}(m+3m)v_2^2 + (m+3m)gh \quad ②$$

设子弹与滑块离开轨道顶部到落到地面的时间为 t ，由平抛运动规律：

$$x=v_2t\ldots③$$

$$\text{竖直方向：} h=\frac{1}{2}gt^2\ldots④$$

$$\text{联立②③④得：} x=\sqrt{20h-4h^2}$$

$$(3) \text{ 因为：} x=\sqrt{20h-4h^2}=\sqrt{25-(2h-5)^2}$$

所以： $h=2.5\text{m}$ 时，B 的水平距离最大

$$x_{\max}=5\text{m}$$

答：（1）子弹射入滑块后一起运动的速度为 10m/s ；

（2）水平距离 x 与 h 关系的表达式为 $x=\sqrt{20h-4h^2}$ ；

（3） $h=2.5\text{m}$ 时，B 的水平距离最大 $x_{\max}=5\text{m}$ 。

2017 年 6 月 24 日