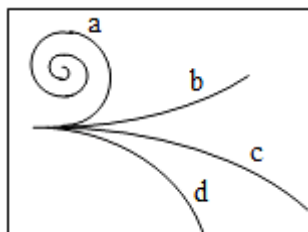


一、选择题(共 5 小题, 每小题 6 分, 满分 30 分)

1. (6 分) 图中曲线 a、b、c、d 为气泡室中某放射物发生衰变放出的部分粒子的径迹, 气泡室中磁感应强度方向垂直于纸面向里。以下判断可能正确的是( )



- A. a、b 为  $\beta$  粒子的径迹
- B. a、b 为  $\gamma$  粒子的径迹
- C. c、d 为  $\alpha$  粒子的径迹
- D. c、d 为  $\beta$  粒子的径迹

解析: 射线在磁场中向右运动时, 带正电荷射线, 根据左手定则可以判断它将向上偏转, 带负电荷射线, 可以判断它将向下偏转, 不带电射线, 不偏转, 由此可以判定 a、b 带正电, c、d 带负电, 所以 ABC 错误, D 正确。

答案: D

2. (6 分) 宇航员王亚平在“天宫 1 号”飞船内进行了我国首次太空授课, 演示了一些完全失重状态下的物理现象。若飞船质量为  $m$ , 距地面高度为  $h$ , 地球质量为  $M$ , 半径为  $R$ , 引力常量为  $G$ , 则飞船所在处的重力加速度大小为( )

- A. 0
- B.  $\frac{GM}{(R+h)^2}$
- C.  $\frac{GMm}{(R+h)^2}$
- D.  $\frac{GM}{h^2}$

解析: 飞船在距地面高度为  $h$  处, 由万有引力等于重力得:

$$\frac{GMm}{(R+h)^2} = mg$$

解得:  $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$

答案: B

3. (6分) 高空作业须系安全带, 如果质量为  $m$  的高空作业人员不慎跌落, 从开始跌落到安全带对人刚刚产生作用前人下落的距离为  $h$  (可视为自由落体运动)。此后经历时间  $t$  安全带达到最大伸长, 若在此过程中该作用力始终竖直向上, 则该段时间安全带对人的平均作用力大小为 ( )

A.  $\frac{m\sqrt{2gh}}{t} + mg$

B.  $\frac{m\sqrt{2gh}}{t} - mg$

C.  $\frac{m\sqrt{gh}}{t} + mg$

D.  $\frac{m\sqrt{gh}}{t} - mg$

解析: 对自由落体运动, 有:

$$h = \frac{1}{2} g t_1^2$$

解得:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

规定向下为正方向, 对运动的全程, 根据动量定理, 有:

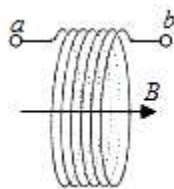
$$mg(t_1 + t) - Ft = 0$$

解得:

$$F = \frac{m\sqrt{2gh}}{t} + mg$$

答案: A

4. (6分) 如图为无线电充电技术中使用的受电线圈示意图, 线圈匝数为  $n$ , 面积为  $S$ , 若在  $t_1$  到  $t_2$  时间内, 匀强磁场平行于线圈轴线向右穿过线圈, 其磁感应强度大小由  $B_1$  均匀增加到  $B_2$ , 则该段时间线圈两端  $a$  和  $b$  之间的电势差  $\phi_a - \phi_b$  是 ( )



A. 恒为  $\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$

B. 从 0 均匀变化到  $\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$

$$-\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$$

C. 恒为

$$-\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$$

D. 从 0 均匀变化到

解析：穿过线圈的磁感应强度均匀增加，故产生恒定的感应电动势，根据法拉第电磁感应定律，有：

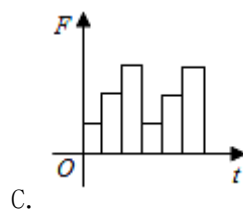
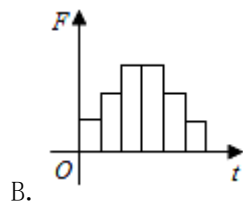
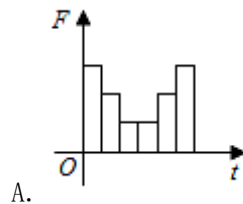
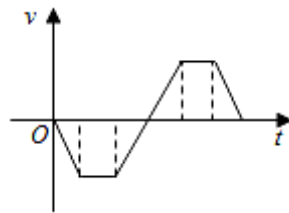
$$E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = nS \frac{\Delta B}{\Delta t} = nS \frac{B_2 - B_1}{t_2 - t_1}$$

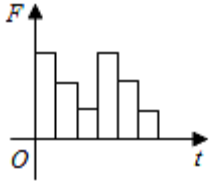
根据楞次定律，如果线圈闭合，感应电流的磁通量向左，故感应电动势顺时针（从右侧看），故  $\phi_a < \phi_b$ ，故：

$$\phi_a - \phi_b = -\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$$

答案：C

5. (6分) 若货物随升降机运动的  $v-t$  图象如图所示(竖直向上为正)，则货物受到升降机的支持力  $F$  与时间  $t$  关系的图象可能是( )





D.

解析：根据速度时间图线可知，货物先向下做匀加速直线运动，根据牛顿第二定律得， $mg - F = ma$ ，解得  $F = mg - ma < mg$ ，

然后做匀速直线运动， $F = mg$ ，

然后向下做匀减速直线运动，根据牛顿第二定律得， $F - mg = ma$ ，解得  $F = mg + ma > mg$ ，

然后向上做匀加速直线运动，根据牛顿第二定律得， $F - mg = ma$ ，解得  $F = mg + ma > mg$ ，

然后做匀速直线运动， $F = mg$ ，

最后向上做匀减速直线运动，根据牛顿第二定律得， $mg - F = ma$ ，解得  $F = mg - ma < mg$ 。故 B 正确，A、C、D 错误。

答案：B。

## 二、非选择题(本大题共 5 小题，共 68 分)

6. (9 分) 同学们利用如图所示方法估测反应时间。

首先，甲同学捏住直尺上端，使直尺保持竖直状态，直尺零刻度线位于乙同学的两指之间。当乙看见甲放开直尺时，立即用手指捏直尺，若捏住位置刻度读数为  $x$ ，则乙同学的反应时间为 \_\_\_\_\_ (重力加速度为  $g$ )。

基于上述原理，某同学用直尺制作测量反应时间的工具，若测量范围为  $0 \sim 0.4\text{s}$ ，则所用直尺的长度至少为 \_\_\_\_\_  $\text{cm}$  ( $g$  取  $10\text{m/s}^2$ )；若以相等时间间隔在该直尺的另一面标记出表示反应时间的刻度线，则每个时间间隔在直尺上对应的长度是 \_\_\_\_\_ 的(选填“相等”或“不相等”)。



解析：直尺下降的时间即为自由落体运动的时间，

根据  $x = \frac{1}{2}gt^2$  可得，

$$t = \sqrt{\frac{2x}{g}}$$

即乙同学的反应时间为  $\sqrt{\frac{2x}{g}}$ 。

测量范围为  $0 \sim 0.4\text{s}$ ，则所用直尺的长度即为自由落体下降  $0.4\text{s}$  的位移的大小，

$$\text{即 } h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.4^2 = 0.8\text{m} = 80\text{cm}$$

自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动，根据匀加速直线运动的规律可知，在相等时间间隔通过的位移是不断增加的，所以每个时间间隔在直尺上对应的长度是不相等的。

答案： $\sqrt{\frac{2x}{g}}$  80 不相等

7. (10分) 同学们测量某电阻丝的电阻  $R_x$ ，所用电流表的内阻与  $R_x$  相当，电压表可视为理想电压表。

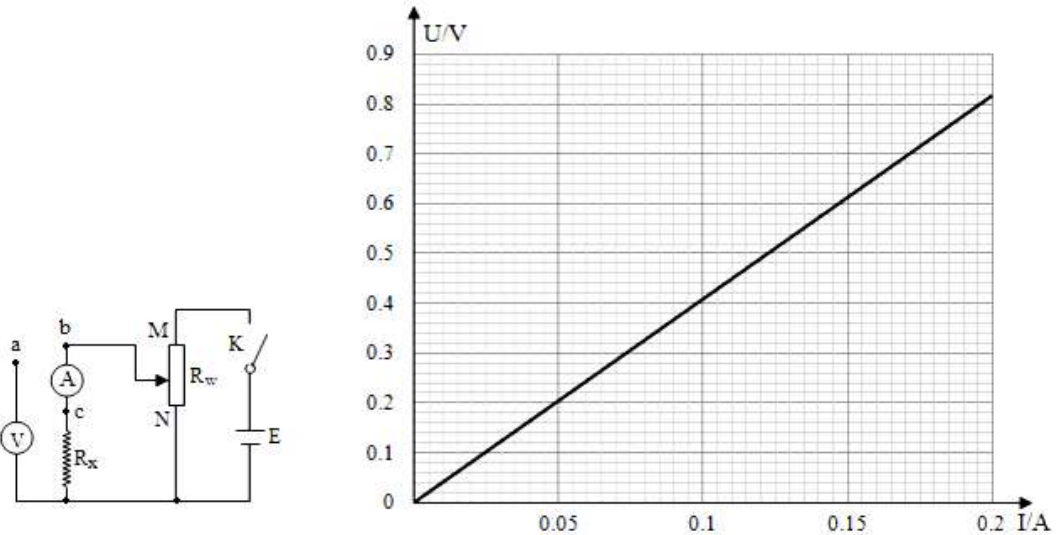


图1

图2

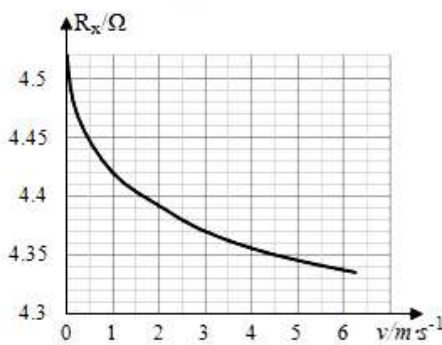


图3

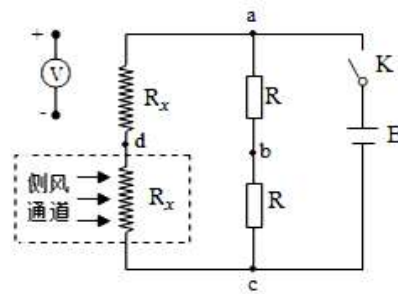


图4

①若所用图1所示电路进行实验，要使得  $R_x$  的测量值更接近真实值，电压表的 a 端应连接到电路的\_\_\_\_\_点(选填“b”或“c”)。

解析：因电流表内阻接近待测电阻，故若用内接法误差很大，应采用电流表外接法；故 a 端应接在 c 点。

答案：c

②测得电阻丝的 U - I 图如图2所示，则  $R_x$  为\_\_\_\_\_  $\Omega$  (保留两位有效数字)。

解析：图象的斜率表示电阻的阻值，则其阻值  $R=4.2 \Omega$ 。

答案：4.2

③实验中，随电压进一步增加电阻丝逐渐进入炽热状态，某同学发现对炽热电阻丝吹气，其阻值会变化。他们对此现象进行探究，在控制电阻丝两端的电压为 10V 的条件下，得到电阻丝的电阻  $R_x$  随风速  $v$  (用风速计测) 的变化关系如图3所示。由图可知当风速增加时， $R_x$  会\_ (选填“增大”或“减小”)。在风速增加过程中，为保持电阻丝两端电压为 10V，需要将滑动变阻器  $R_w$  的滑片向\_\_\_\_\_端调节(选填“M”或“N”)。

解析：由图可知，电阻的阻值随风速的增加而减小；当电阻减小时，并联部分电阻减小，为了让其分压仍为 10V，滑动变阻器的阻值应向上移动，从而维持上下电阻之比恒定。

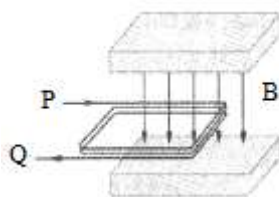
答案：减小 M

④为了通过电压表的示数来显示风速，同学们设计了如图 4 所示的电路，其中 R 为两只阻值相同的电阻， $R_x$  为两根形同的电阻丝，一根置于气流中，另一根不受气流影响， $\textcircled{V}$  为待接入的理想电压表。如果要求在测量中，风速从零开始增加，电压表的示数也从零开始增加，则电压表的“+”端和“-”端应分别连接到电路中的\_\_\_\_\_点和\_\_\_\_\_点(在“a”“b”“c”“d”中选填)。

解析：风速从零增加时，置于气流中的电阻减小，其他电阻不变，要使电压表示数从零开始增加，电压表的正负极只能接在 b、d 两点；其他各点之间电势差均不可能为零。

答案：b、d

8. (15 分) 音圈电机是一种应用于硬盘、光驱等系统的特殊电动机。如图是某音圈电机的原理图，它是一对正对的磁极和一个正方形刚性线圈构成，线圈边长为 L，匝数为 n，磁极正对区域内的磁感应强度方向垂直于线圈平面竖直向下，大小为 B，区域外的磁场忽略不计。线圈左边始终在磁场外，右边始终在磁场内，前后两边在磁场内的长度始终相等。某时刻线圈中电流从 P 流向 Q，大小为 I。



(1) 求此时线圈所受安培力的大小和方向。

(2) 若此时线圈水平向右运动的速度大小为 v，求安培力的功率。

解析：(1) 由图可知，线圈的平面与磁场的方向垂直，由左手定则可得，线圈的里边与外边受到的安培力大小相等，方向相反，相互抵消；线圈右边电流的方向向外，根据左手定则可得，受到的安培力的方向水平向右。

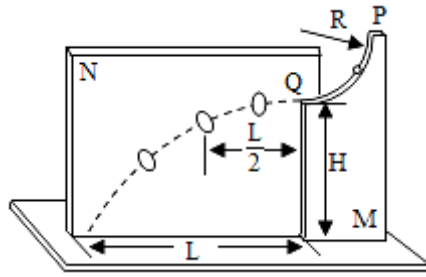
由于线圈的平面与磁场的方向垂直，所以线圈所受安培力的大小： $F=nBIL$ 。

(2) 线圈在安培力的作用下运动，根据功率的表达式可知： $P=Fv=nBILv$ 。

答案：(1) 线圈受到的安培力的大小为  $nIBL$  方向：水平向右；

(2) 安培力的功率为  $nIBLv$ 。

9. (16 分) 同学们参照伽利略时期演示平抛运动的方法制作了如图所示的实验装置。图中水平放置的底板上竖直地固定有 M 板和 N 板。M 板上部有一半径为 R 的  $\frac{1}{4}$  圆弧形的粗糙轨道，P 为最高点，Q 为最低点，Q 点处的切线水平，距底板高为 H。N 板上固定有三个圆环。将质量为 m 的小球从 P 处静止释放，小球运动至 Q 飞出后无阻碍地通过各圆环中心，落到底板上距 Q 水平距离为 L 处。不考虑空气阻力，重力加速度为 g。求：



- (1) 距 Q 水平距离为  $\frac{L}{2}$  的圆环中心到底板的高度；  
 (2) 小球运动到 Q 点时速度的大小以及对轨道压力的大小和方向；  
 (3) 摩擦力对小球做的功。

解析：(1) 小球从 Q 抛出后运动的时间： $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$  ①

水平位移： $L = v_Q \cdot t$  ②

$$t' = \frac{\frac{1}{2}L}{v_Q} = \frac{1}{2}t \quad ③$$

小球运动到距 Q 水平距离为  $\frac{L}{2}$  的位置时的时间：

$$h = \frac{1}{2}gt'^2 \quad ④$$

联立以上公式可得： $h = \frac{1}{4}H$

圆环中心到底板的高度为： $H - \frac{1}{4}H = \frac{3}{4}H$

$$(2) \text{ 由①②得小球到达 Q 点的速度: } v_Q = \frac{L}{t} = L\sqrt{\frac{g}{2H}} \quad ⑤$$

在 Q 点小球受到的支持力与重力的合力提供向心力，得： $F_N - mg = \frac{mv_Q^2}{R}$  ⑥

$$F_N = mg \left( 1 + \frac{L^2}{2HR} \right)$$

联立⑤⑥得：

由牛顿第三定律可得，小球对轨道的压力的大小： $mg \left( 1 + \frac{L^2}{2HR} \right)$  方向：竖直向下

(3) 小球从 P 到 Q 的过程中，重力与摩擦力做功，由功能关系得： $mgR = \frac{1}{2}mv_Q^2 + W_f$  ⑦

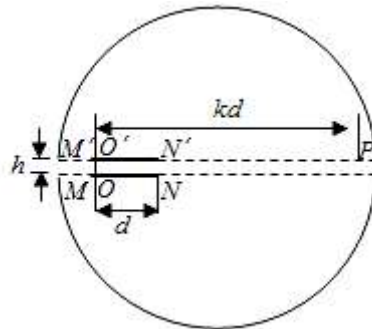
联立⑥⑦得： $W = mg \left( \frac{L^2}{4H} - R \right)$

答案：(1) 到底板的高度： $\frac{3}{4}H$ ；

(2) 小球的速度大小:  $L\sqrt{\frac{g}{2H}}$  小球对轨道的压力大小:  $mg(1+\frac{L^2}{2HR})$  方向: 竖直向下;

(3) 摩擦力对小球做的功:  $mg(\frac{L^2}{4H} - R)$ 。

10. (18分) 图为某种离子加速器的设计方案。两个半圆形金属盒内存在相同的垂直于纸面向外的匀强磁场。其中MN和M'N'是间距为h的两平行极板,其上分别有正对的两个小孔O和O',O'N'=ON=d,P为靶点,o'p=kd(k为大于1的整数)。极板间存在方向向上的匀强电场,两极板间电压为U。质量为m、带电量为q的正离子从O点由静止开始加速,经O'进入磁场区域。当离子打到极板上O'N'区域(含N'点)或外壳上时将会被吸收。两虚线之间的区域无电场和磁场存在,离子可匀速穿过。忽略相对论效应和离子所受的重力。求:



- (1) 离子经过电场仅加速一次后能打到P点所需的磁感应强度大小;
- (2) 能使离子打到P点的磁感应强度的所有可能值;
- (3) 打到P点的能量最大的离子在磁场汇总运动的时间和在电场中运动的时间。

解析: (1) 在电场中的直线加速过程, 根据动能定理, 有:

$$qU = \frac{1}{2}mv^2 \quad ①$$

在磁场中, 根据牛顿第二定律, 有:

$$qvB = m\frac{v^2}{kd} \quad ②$$

联立解得磁感应强度大小:

$$B = \frac{2\sqrt{2Uqm}}{qkd} \quad ③$$

(2) 在电场中的第一次直线加速过程, 根据动能定理, 有:

$$qU = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad ④$$

在磁场第一次圆周运动过程中, 根据牛顿第二定律, 有:

$$qv_1B = m\frac{v_1^2}{r_1} \quad ⑤$$

其中:



$$r_1 > \frac{d}{2} \quad \text{⑥}$$

在电场中的前  $n$  次直线加速过程，根据动能定理，有：

$$nqU = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{⑦}$$

在磁场中第  $n$  次圆周运动过程，根据牛顿第二定律，有：

$$qvB = m \frac{v^2}{\frac{kd}{2}} \quad \text{⑧}$$

联立解得：

$$B = \frac{2\sqrt{2nUqm}}{qkd} \quad (n=1, 2, 3, 4, \dots, k^2-1) \quad \text{⑨}$$

(3) 在电场中  $n$  次运动都是加速，可以当作一个匀加速直线运动进行考虑：

根据⑦式，最大速度为：
$$v = \sqrt{\frac{2nqU}{m}}$$

根据动量定理，有：

$$q \frac{U}{d} t = mv$$

打到 P 点的能量最大的离子加速次数最大，为：

$$n = k^2 - 1$$

联立解得：

$$t = h \sqrt{\frac{2(k^2-1)m}{Uq}}$$

在磁场中做圆周运动，为  $(n - \frac{1}{2})$  圈，即  $(k^2 - \frac{3}{2})$  圈；

$$\text{周期： } T = \frac{2\pi m}{qB_n} = \frac{2\sqrt{2(k^2-1)Uqm}}{qkd}$$

根据⑨式， $B_n =$

故在磁场中的运动时间为：

$$t' = (k^2 - \frac{3}{2}) T$$

联立解得：

$$t' = \frac{(2k^2-3)\pi mkd}{2\sqrt{2Uqm}(k^2-1)}$$

答案：(1) 离子经过电场仅加速一次后能打到 P 点所需的磁感应强度大小为

$$\frac{2\sqrt{2nUqm}}{qkd}$$

；

(2) 能使离子打到 P 点的磁感应强度磁感应强度的可能值为： $\frac{2\sqrt{2nUqm}}{qkd}$  ( $n=1, 2, 3, 4, \dots$ ,  $k^2 - 1$ );

(3) 在磁场中运动的时间为  $\frac{(2k^2 - 3) \pi m k d}{2\sqrt{2Uqm} (k^2 - 1)}$ ; 在电场中运动的时间为  $h \sqrt{\frac{2(k^2 - 1)m}{Uq}}$ 。

三、选做题(第 10 题和第 11 题各 12 分, 从中选做一题, 若两题都做, 则按第 10 题计分)[选修 3-3]

11. (12 分) 某驾驶员发现中午时车胎内的气压高于清晨时的, 且车胎体积增大。若这段时间胎内气体质量不变且可视为理想气体, 那么( )

- A. 外界对胎内气体做功, 气体内能减小
- B. 外界对胎内气体做功, 气体内能增大
- C. 胎内气体对外界做功, 内能减小
- D. 胎内气体对外界做功, 内能增大

解析: 根据理想气体的状态方程:  $\frac{PV}{T} = C$  可知轮胎内的压强增大、体积增大, 则温度一定升高。

气体的温度升高, 内能一定增大。气体的体积增大的过程中, 对外做功。

答案: D

12. 北方某地的冬天室外气温很低, 吹出的肥皂泡会很快冻结。若刚吹出时肥皂泡内气体温度为  $T_1$ , 压强为  $P_1$ , 肥皂泡冻住后泡内气体温度降为  $T_2$ 。整个过程中泡内气体视为理想气体, 不计体积和质量变化, 大气压强为  $P_0$ 。求冻结后肥皂膜内外气体的压强差。

解析: 对泡内气体有查理定律可知:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

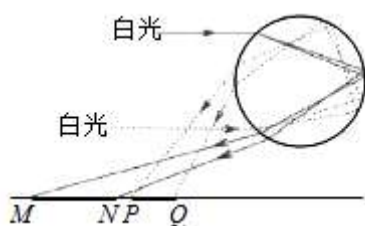
解得:  $P_2 = \frac{T_2}{T_1} P_1$ ;

内外压强差为:  $P_2 - P_0 = \frac{T_2}{T_1} P_1 - P_0$ ;

答案: 冻结后肥皂膜内外气体的压强差为  $\frac{T_2}{T_1} P_1 - P_0$

[选修 3-4]

13. 虹和霓是太阳光在水珠内分别经过一次和两次反射后出射形成的，可利用白光照射玻璃球来说明。两束平行白光照射到透明玻璃球后，在水平的白色桌面上会形成 MN 和 PQ 两条彩色光带，光路如图 1 所示。M、N、P、Q 点的颜色分别为( )

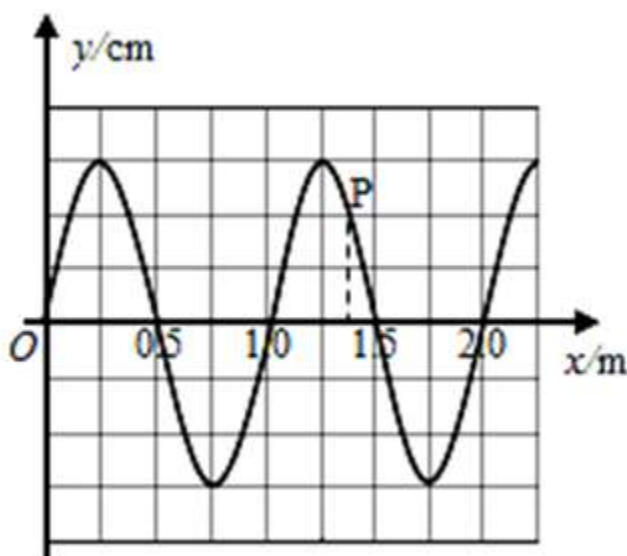


- A. 紫、红、红、紫
- B. 红、紫、红、紫
- C. 红、紫、紫、红
- D. 紫、红、紫、红

解析：七色光中白光中红光的折射率最小；紫光的折射率最大；故经玻璃球折射后红光的折射角较大；由玻璃球出来后将形成光带，而两端分别是红光和紫光；根据光路图可知说明 M、Q 点为紫光；N、P 点为红光。

答案：A。

14. 如图为一列沿 x 轴正方向传播的简谐机械横波某时刻的波形图，质点 P 的振动周期为 0.4s。求该波的波速并判断 P 点此时的振动方向。



解析：质点的振动周期与波的周期相同，可知波的周期  $T=0.4\text{s}$ ，由图象可知，波长  $\lambda=1.0\text{m}$ 。

$$\text{则波速 } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1.0}{0.4} \text{m/s} = 2.5\text{m/s}。$$

波沿 x 轴正方向传播，根据上下坡法知，P 点的振动方向竖直向上。

答：波的波速为 2.5m/s，P 点的振动方向竖直向上。