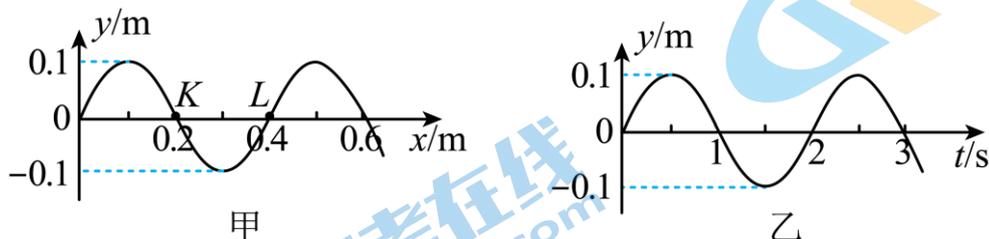


# 2023 北京二十中高 二（上） 期末

## 物 理（选考）

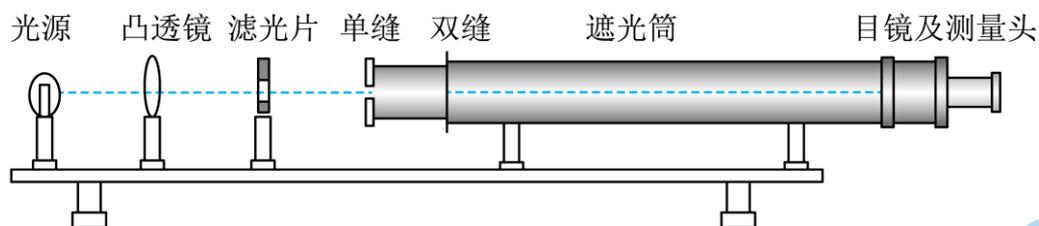
一、单项选择题（共 10 小题。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是正确的）

1. 图甲为一列沿  $x$  轴传播的简谐横波在  $t = 1\text{s}$  时刻的图像，图甲中某质点的振动情况如图乙所示。下列说法正确的是（ ）



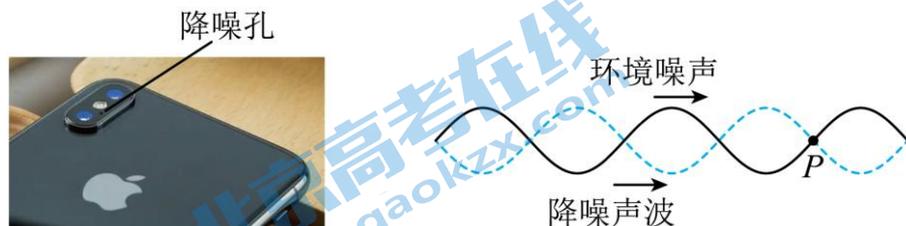
- A. 该时刻起质点  $K$  在  $1\text{s}$  的时间内沿  $x$  轴移动  $0.2\text{m}$
- B. 该时刻起再经  $0.5\text{s}$  质点  $K$  的加速度为正方向最大
- C. 如果图乙为质点  $K$  的振动图像，则波沿  $x$  轴正向传播
- D. 如果图乙为质点  $L$  的振动图像，则波沿  $x$  轴正向传播

2. 观察双缝干涉图样的实验装置如图所示，用绿色滤光片时从目镜中可以看到绿色的干涉条纹，在其他条件不变的情况下，下列操作可以使条纹的间距变大的是（ ）



- A. 换成紫色滤光片
- B. 换成缝宽更大的单缝
- C. 换成间距更小的双缝
- D. 换成双缝到屏的距离更小的遮光筒

3. 某同学注意到手机摄像头附近有一个小孔，查阅说明后知道手机内部小孔位置处安装了降噪麦克风。翻阅资料得知：降噪麦克风通过降噪系统产生与外界噪音相位相反的声波，与噪音叠加从而实现降噪的效果。如图是理想情况下的降噪过程，实线对应环境噪声，虚线对应降噪系统产生的等幅反相声波。则（ ）



- A. 降噪过程实际上是声波发生了衍射
- B. 降噪过程可以消除通话时 所有背景杂音
- C. 降噪声波与环境噪声的传播速度相等
- D.  $P$  点经过一个周期传播的距离为一个波长

4. 2022 年 9 月 1 日，问天实验舱的小机械臂首次亮相，小机械臂臂长近 6 米，通过关节，小机械臂可以实现类似人类手臂的运动能力。若该机械臂向太空同一方向，用同样的力，同时抛出一个 100 克重的钢球和

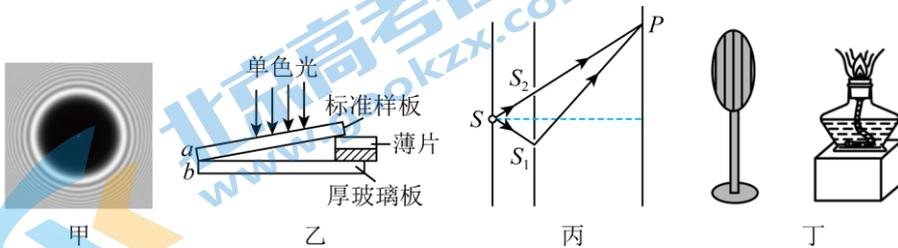
一个 200 克重的铜球，假设力的作用时间相同，预定距离二十米，钢球和铜球哪个先抵达？那么正确的结论是（ ）

- A. 钢球先到达                      B. 铜球先到达                      C. 同时到达                      D. 无法判定

5. 分析下列所描述的四个物理现象：①听到迎面而来越来越尖锐的汽笛声；②夏天里一次闪电过后，有时会雷声轰鸣不绝；③水塘中的水波能绕过障碍物继续传播；④围绕振动的音叉转一圈会听到忽强忽弱的声音。这些现象分别是波的（ ）

- A. 多普勒效应、衍射现象、反射现象、干涉现象  
 B. 干涉现象、衍射现象、多普勒效应、折射现象  
 C. 多普勒效应、反射现象、衍射现象、干涉现象  
 D. 多普勒效应、反射现象、干涉现象、衍射现象

6. 对如图所示的图片、示意图或实验装置，下列判断准确无误的是（ ）



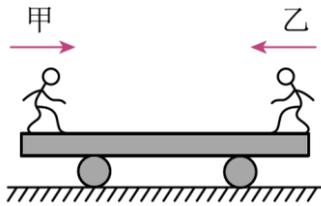
- A. 甲图是小孔衍射图样，也被称为“泊松亮斑”  
 B. 乙图是薄膜干涉的应用，用来检测平面的平整程度  
 C. 丙图是双缝干涉原理图，若  $P$  到  $S_1$ 、 $S_2$  的路程差是半波长的奇数倍，则  $P$  处是亮纹  
 D. 丁图是薄膜干涉现象的实验装置图，在附有肥皂膜的铁丝圈上，出现竖直干涉条纹

7. 如图所示，我国自行研制的第五代隐形战机“歼-20”以速度  $v_0$  水平向右匀速飞行，到达目标地时，将质量为  $M$  的导弹自由释放，导弹向后喷出质量为  $m$ 、对地速率为  $v_1$  的燃气，则喷气后导弹的速率为（ ）



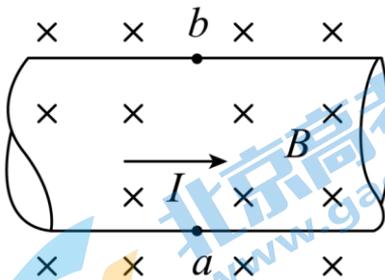
- A.  $\frac{Mv_0 + mv_1}{M - m}$                       B.  $\frac{Mv_0 - mv_1}{M - m}$   
 C.  $\frac{Mv_0 - mv_1}{M}$                       D.  $\frac{Mv_0 + mv_1}{M}$

8. 如图所示，在光滑的水平面上有一静止的小车，甲、乙两人分别站在小车的左、右两端。当他俩同时相向而行时，发现小车向右运动。下列说法正确的是（ ）



- A. 乙的速度必定小于甲的速度  
 B. 乙的速度必定大于甲的速度  
 C. 乙的动量必定小于甲的动量  
 D. 乙的动量必定大于甲的动量

9. 如图所示为电磁流量计原理示意图，在非磁性材料做成的圆形管道上加一个磁感应强度为  $B$  的匀强磁场，已知管中有导电液体流过时，管壁上  $a$ 、 $b$  两点间的电势分别为  $\varphi_A$  和  $\varphi_B$ ，且管道直径为  $D$ ，电流方向向右，液体流量是指单位时间内流过管液体的体积，则 ( )

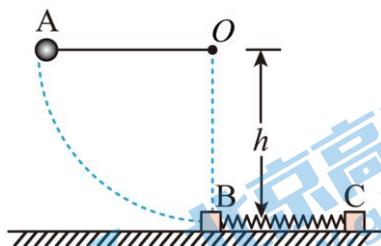


- A. 管内自由电荷运动的电荷为正离子则  $\varphi_A > \varphi_B$   
 B. 管内自由电荷运动的电荷为负离子则  $\varphi_A < \varphi_B$

C. 液体流量  $Q = \frac{\pi BD}{4|\varphi_A - \varphi_B|}$

D. 液体流量  $Q = \frac{\pi D|\varphi_A - \varphi_B|}{4B}$

10. 如图所示，小球 A 质量为  $m$ ，系在细线的一端，线的另一端固定在  $O$  点， $O$  点到光滑水平面的距离为  $h$ 。物块 B 和 C 的质量分别是  $5m$  和  $3m$ ，B 与 C 用轻弹簧拴接，置于光滑的水平面上，且 B 物块位于  $O$  点正下方。现拉动小球使细线水平伸直，小球由静止释放，运动到最低点时与物块 B 发生正碰（碰撞时间极短），反弹后上升到最高点时到水平面的距离为  $\frac{h}{16}$ 。小球与物块均可视为质点，不计空气阻力，重力加速度为  $g$ ，下列分析正确的是 ( )



A. 碰后轻弹簧获得的最大弹性势能为  $\frac{15}{128}mgh$

B. 碰后轻弹簧获得的最大弹性势能为  $\frac{15}{64}mgh$

C. 碰撞过程 B 物块受到的冲量大小为  $\frac{5m}{2}\sqrt{2gh}$

D. 碰撞过程 B 物块受到的冲量大小为  $\frac{5m}{8}\sqrt{2gh}$

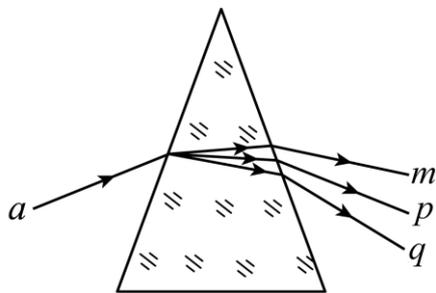
二、不定向选择题（共 5 小题。在每小题给出的四个选项中，至少有一个选项是正确的。）

11. 如图是某绳波形成过程的示意图，1、2、3、4...为绳上的一系列等间距的质点，相邻两质点间距为 0.4m，质点 1 在外力作用下沿竖直方向做简谐运动，带动 2、3、4...各个质点依次上下振动，把振动从绳的左端传到右端， $t=0$ 时刻质点 1 开始竖直向上运动，经过 0.5s 质点 1 第一次到达最高点，质点 6 开始运动，此时质点 1 发生的位移为 10cm。下列判断正确的是（ ）



- A. 这列波的波长为 8m
- B.  $t=1s$  时质点 6 的加速度方向向上
- C. 从计时开始到  $t=1.5s$  时质点 6 运动的路程为 20cm
- D.  $t=2s$  时质点 21 正处于平衡位置且运动方向向上

12. 一束可见光  $a$  由 3 种单色光  $m$ 、 $p$  和  $q$  组成，光束  $a$  通过三棱镜后的传播情况如图所示。关于 3 种单色光  $m$ 、 $p$  和  $q$ ，下列说法正确的是（ ）



- A. 在真空中，单色光  $p$  的传播速度最大
- B. 在三棱镜中，单色光  $m$  的传播速度最大
- C. 从三棱镜射向空气时，单色光  $m$  发生全反射的临界角最大
- D. 三棱镜对单色光  $q$  的折射率最小

13. 如图，图 1 为回旋加速器，图 2 为磁流体发电机，图 3 为速度选择器，图 4 为质谱仪。下列说法正确的是（ ）

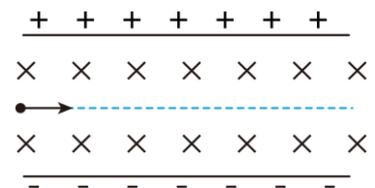
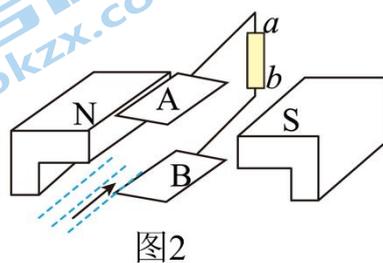
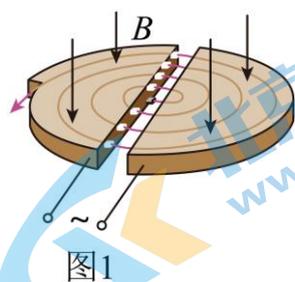


图3

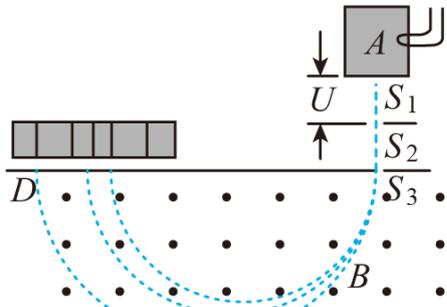
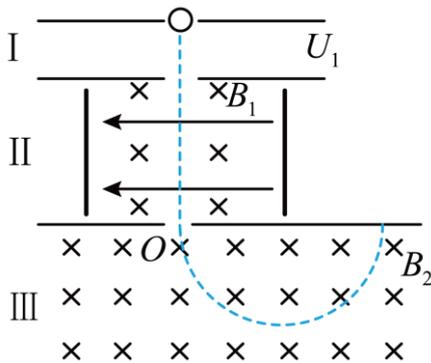


图4

- A. 图1要增大某种粒子的最大动能，可增加磁场的磁感应强度
- B. 图2是磁流体发电机，等离子体的速度越大，电源电动势越大
- C. 图3中电子、质子能够沿直线通过速度选择器的条件是  $v = \frac{E}{B}$
- D. 图4中不同离子经过质谱仪偏转半径之比等于粒子的比荷之比

14. 某一质谱仪原理如图所示，区域I为粒子加速器，加速电压为  $U_1$ ；区域II为速度选择器，磁场与电场正交，磁感应强度为  $B_1$ ，两板间距离为  $d$ ；区域III为偏转分离器，磁感应强度为  $B_2$ 。今有一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的粒子（不计重力），由静止经加速电场  $U_1$  加速后，该粒子恰能通过速度选择器，粒子进入分离器后做匀速圆周运动。下列说法正确的是（ ）



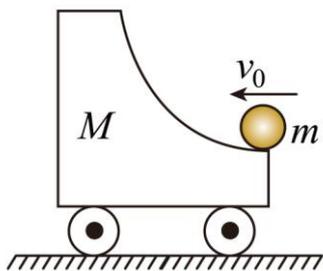
A. 粒子带负电

B. 粒子离开加速器时的速度大小  $v = \sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$

C. 速度选择器两板间的电压  $U_2 = \frac{B_1}{d} \sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$

D. 粒子在分离器中做匀速圆周运动的半径  $R = \frac{1}{B_2} \sqrt{\frac{2U_1 m}{q}}$

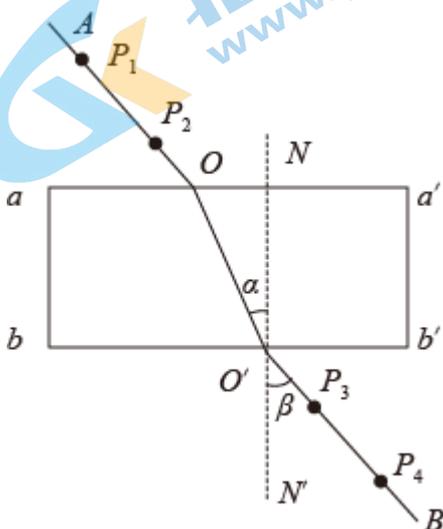
15. 如图所示，一带有半径足够大的光滑圆弧轨道的小车的质量  $M = 3\text{kg}$ ，小车静止在光滑水平地面上，圆弧下端水平。有一质量  $m = 1\text{kg}$  的小球以水平初速度  $v_0 = 4\text{m/s}$  从圆弧下端滑上小车，重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。下列说法正确的是（ ）



- A. 在小球滑到最高点过程中，小球与小车组成的系统机械能守恒
- B. 在小球滑到最高点的过程中，小球与小车组成的系统动量守恒
- C. 小球沿圆弧轨道上升的最大高度时的速度大小为  $1\text{m/s}$
- D. 小球沿圆弧轨道上升的最大高度为  $0.6\text{m}$

### 三、实验题（共 2 小题）

16. 在“测定玻璃的折射率”的实验中，如图所示，某同学，先将白纸平铺在木板上并用图钉固定，玻璃砖平放在白纸上，然后在白纸上确定玻璃砖的界面所在直线  $aa'$  和  $bb'$  (图中并未直接画的出具体位置).  $O$  为直线  $AO$  与  $aa'$  的交点，在直线  $AO$  上竖直地插上  $P_1$ 、 $P_2$  两枚大头针.

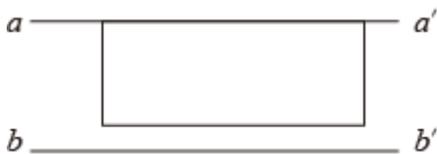


(1) 该同学接下来要完成的必要步骤有\_\_\_\_\_.

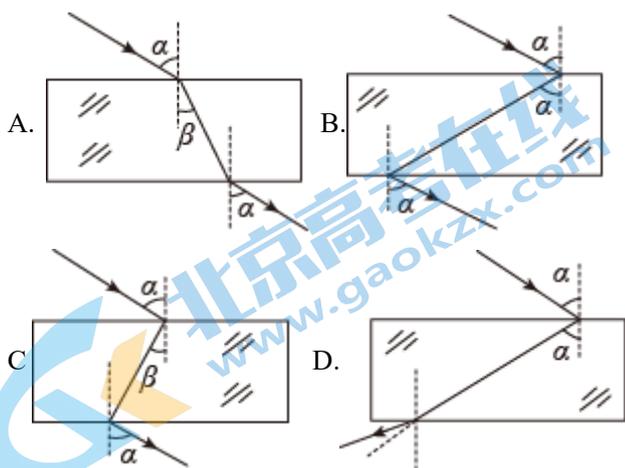
- A. 插上大头针  $P_3$ ，使  $P_3$  仅挡住  $P_2$  的像
- B. 插上大头针  $P_3$ ，使  $P_3$  挡住  $P_1$  的像和  $P_2$  的像
- C. 插上大头针  $P_4$ ，使  $P_4$  仅挡住  $P_3$
- D. 插上大头针  $P_4$ ，使  $P_4$  挡住  $P_3$  和  $P_1$ 、 $P_2$  的像

(2) 过  $P_3$ 、 $P_4$  作直线交  $bb'$  于  $O'$ ，过  $O'$  作垂直于  $bb'$  的直线  $NN'$ ，连接  $OO'$ . 测量图中角  $\alpha$  和  $\beta$  的大小. 则玻璃砖的折射率  $n = \underline{\hspace{2cm}}$ .

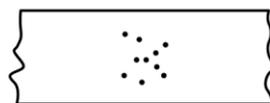
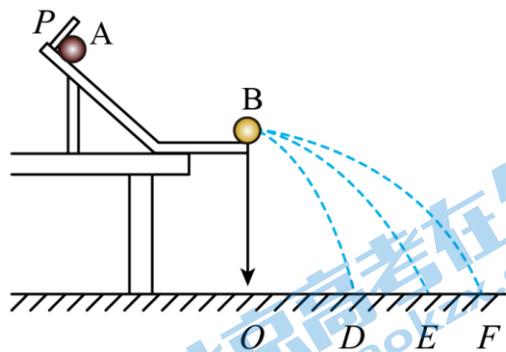
(3) 如图所示，该同学在实验中将玻璃砖界面  $aa'$  和  $bb'$  的间距画得过宽. 若其他操作正确，则折射率的测量值\_\_\_\_\_准确值 (选填“大于”、“小于”或“等于”).



(4)以往，已知材料的折射率都为正值 ( $n > 0$ )。现已有针对某些电磁波设计制作的人工材料，其折射率可以为负值 ( $n < 0$ )，称为负折射率材料。位于空气中的这类材料，入射角  $i$  与折射角  $r$  依然满足  $\frac{\sin i}{\sin r} = n$ ，但是折射线与入射线位于法线的同一侧（此时折射角取负值）。若该材料对于电磁波的折射率  $n = -1$ ，正确反映电磁波穿过该材料的传播路径的示意图是\_\_\_\_\_



17. 某同学利用图甲所示的装置进行“验证动量守恒定律”的实验。在水平地面上依次铺上白纸、复写纸，记下小球抛出点在记录纸上的垂直投影点  $O$ 。实验时，先调节轨道末端水平，使  $A$  球多次从斜轨上位置  $P$  静止释放，根据白纸上小球多次落点的痕迹找到其平均落地点的位置  $E$ 。然后，把半径相同的  $B$  球静置于水平轨道的末端，再将  $A$  球从斜轨上位置  $P$  静止释放，与  $B$  球相碰后两球均落在水平地面上，多次重复上述  $A$  球与  $B$  球相碰的过程，根据小球在白纸上多次落点的痕迹（图乙为  $B$  球多次落点的痕迹）分别找到碰后两球落点的平均位置  $D$  和  $F$ 。用刻度尺测量出水平射程  $OD$ 、 $OE$ 、 $OF$ 。用天平测得  $A$  球的质量为  $m_A$ ， $B$  球的质量为  $m_B$ 。



甲

乙

(1) 关于实验器材，下列说法正确的是\_\_\_\_\_；

- A. 实验轨道必须光滑
- B. 该实验不需要秒表计时

C. A 球的质量可以小于 B 球的质量

(2) 关于实验操作, 下列说法正确的是\_\_\_\_\_;

A. 实验过程中白纸和复写纸可以随时调整位置

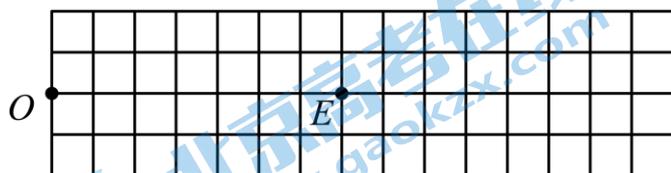
B. A 球每次必须从同一位置由静止释放

C. B 球的落点并不重合, 说明该同学的实验操作出现了错误

(3) 实验直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的, 该同学认为可以“通过测量小球做平抛运动的水平射程来代替小球碰撞前后的速度”, 这样做的依据是\_\_\_\_\_。

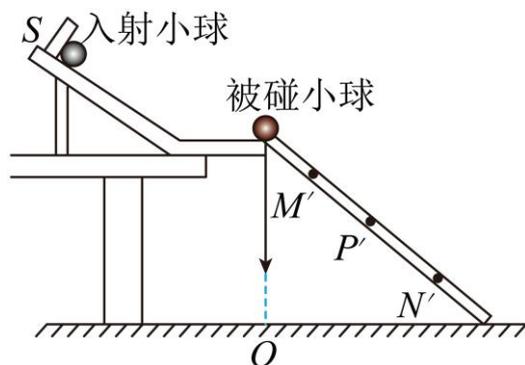
(4) 若满足关系式\_\_\_\_\_, 则可以认为两球碰撞前后动量守恒(用所测物理量表示)。

(5) 该同学做实验时所用小球的质量分别为  $m_A = 45\text{g}$ 、 $m_B = 7.5\text{g}$ , 丙图所示的实验记录纸上已标注了该实验的部分信息, 若两球碰撞为弹性碰撞, 请将碰后 B 球落点的位置标注在丙图中。\_\_\_\_\_



丙

(6) 完成上述实验后, 某实验小组对上述装置进行了改装, 如图所示, 在水平槽末端与水平地面间放置了一个斜面, 斜面的顶点与水平槽等高且无缝连接, 使小球 A 仍从斜槽上 S 点由静止滚下, 多次实验, 得到两球落在斜面上的平均落点  $M'$ 、 $P'$ 、 $N'$ 。用刻度尺测量斜面顶点到  $M'$ 、 $P'$ 、 $N'$  三点的距离分别为  $l_1$ 、 $l_2$ 、 $l_3$ 。则验证两球碰撞过程中动量守恒的表达式为\_\_\_\_\_ (用所测物理量的字母表示)。



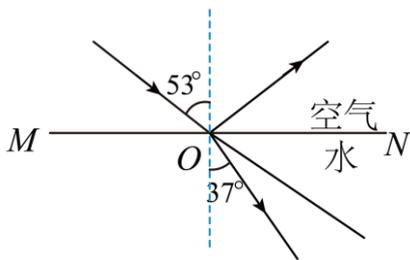
四、论述题(本题包括 5 小题。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位。)

18. 如图所示, 一束光由空气射向水, 入射角为  $53^\circ$ , 折射角为  $37^\circ$ 。(光在真空中的传播速度为  $3 \times 10^8 \text{m/s}$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\sin 53^\circ = 0.8$ ) 求:

(1) 水 折射率  $n$ ;

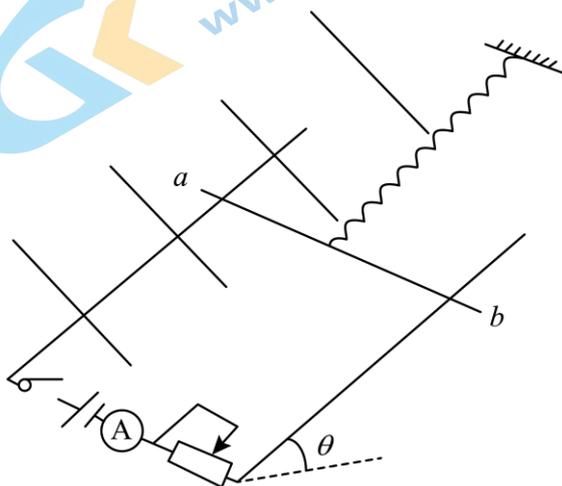
(2) 光在水中传播的速度;

(3) 光从水中射入空气的临界角的正弦值。



19. 利用如图装置可以测量匀强磁场的磁感应强度。在倾角  $\theta=30^\circ$  的绝缘斜面上固定两根电阻不计的平行光滑金属导轨，导轨间距  $l=10.0\text{cm}$ ，下端接有电源、开关、理想电流表和滑动变阻器。导体棒  $ab$  垂直导轨放置且与导轨接触良好，劲度系数  $k=5.0\text{N/m}$  的轻质弹簧上端固定，下端与导体棒  $ab$  的中点相连，弹簧与导轨平面平行且始终与导体棒垂直，整个装置处于垂直于导轨平面的匀强磁场中、现闭合开关，接通电源，调节滑动变阻器，当电流  $I=0.20\text{A}$  时导体棒保持静止且弹簧处于原长状态。将电源正负极对调，保持滑动变阻器滑片位置不变，导体棒静止时弹簧的伸长量  $x=2.0\text{cm}$ （在弹性限度内），已知重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ 。

- (1) 请推导出匀强磁场磁感应强度  $B$  的表达式并求出其大小和方向；
- (2) 求金属棒的质量。



20. 单摆是我们研究简谐振动中常用的模型，已知某单摆的小球质量为  $m$ ，摆长为  $l$ ，当地重力加速度为  $g$ ，尝试回答下述问题：

(1) 在  $\theta$  角很小时， $\sin \theta \approx \frac{x}{l}$ （其中  $x$  为小球位移），由此写出单摆回复力与位移的关系式，并说明为何单摆可视为简谐振动。

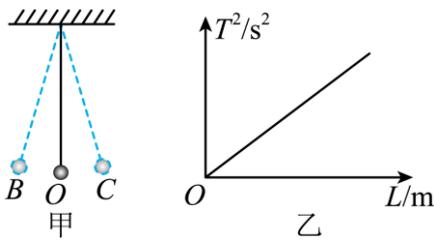
(2) 简谐运动的周期公式为  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ （其中  $k$  是力与位移的比例系数），结合上一问推导出单摆的周期公式。

(3) 依据单摆的周期公式，我们可通过实验来测定当地的重力加速度，分析以下实际情况，测出的重力加速度是“偏大”、“偏小”还是“准确”，简述判断理由。

a. 测量摆长时，仅考虑摆线长度，未计入小球半径。

b. 计时后提前停下秒表，导致测量的周期略小。

(4) 一位同学测量多组数据后画出周期平方摆长 ( $T^2 - L$ ) 的图像见乙图, 若该直线的斜率为  $k_0$ , 写出该同学所测重力加速度的表达式 (包含  $k_0$ )。



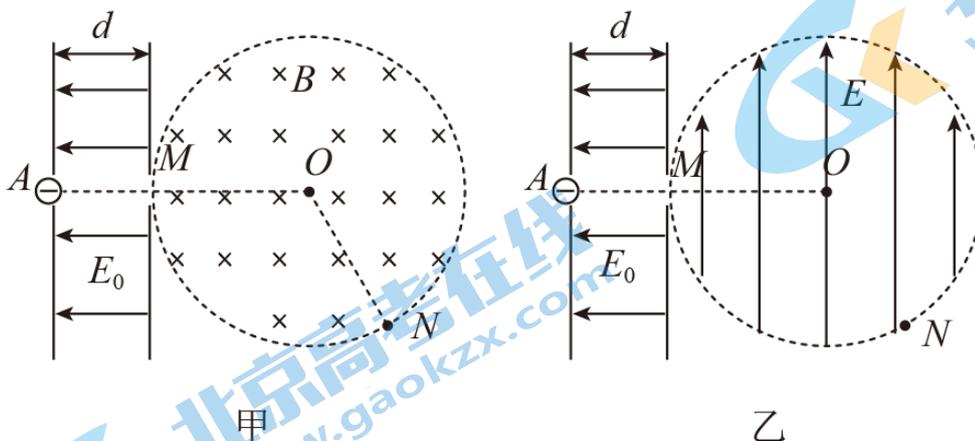
21. 如图所示, 光滑水平直轨道上静止放置三个质量均为  $m$  的物块 A、B、C, 物块 B 的左侧固定一轻弹簧。给 A 一个初速度  $v_0$ , 使其向 B 运动并压缩弹簧 (弹簧始终在弹性限度内), 当弹簧第一次压缩到最短时, B 与 C 恰好相碰并粘接在一起, 然后继续运动。假设 B 和 C 碰撞时间极短, 求:

- (1) 从 A 开始运动到弹簧压缩最短时 C 受到的冲量大小;
- (2) 从 A 开始运动到 A 与弹簧分离的过程中, 整个系统损失的机械能;
- (3) 弹簧第一次压缩到最短时的弹性势能。



22. 如图甲所示, 空间分布着方向平行于纸面、宽度为  $d$  的水平匀强电场。在紧靠电场右侧半径为  $R$  的圆形区域内, 分布着垂直于纸面向里的匀强磁场。一个质量为  $m$ 、电荷量为  $-q$  的粒子从左极板上 A 点由静止释放后, 在 M 点离开加速电场, 并以速度  $v_0$  沿半径方向射入匀强磁场区域, 然后从 N 点射出。MN 两点间的圆心角  $\angle MON = 120^\circ$ , 粒子重力可忽略不计。

- (1) 求加速电场场强  $E_0$  的大小;
- (2) 求匀强磁场的磁感应强度  $B$  的大小;
- (3) 若仅将该圆形区域的磁场改为平行于纸面的匀强电场, 如图乙所示, 带电粒子垂直射入该电场后仍然从 N 点射出。求该匀强电场场强  $E$  的大小。



## 参考答案

一、单项选择题（共 10 小题。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是正确的）

1. 【答案】D

【解析】

【详解】A. 质点  $K$  只能在平衡位移附近沿  $y$  轴方向振动，不能沿  $x$  轴移动，A 错误；

B. 由图乙可知，该波的周期为

$$T=2\text{s}$$

假设波向左传播，该时刻起再经 0.5s 质点  $K$  到达负方向最大位移处，此时质点  $K$  的加速度为正方向最大；

假设波向右传播，该时刻起再经 0.5s 质点  $K$  到达正方向最大位移处，此时质点  $K$  的加速度为负方向最大；

B 错误；

C. 如果图乙为质点  $K$  的振动图像，在  $t=1\text{s}$  时，质点  $K$  沿  $y$  轴负方向振动，由上下坡法确定波沿  $x$  轴负向传播，C 错误；

D. 如果图乙为质点  $L$  的振动图像，在  $t=1\text{s}$  时，质点  $L$  沿  $y$  轴负方向振动，由上下坡法确定波沿  $x$  轴正向传播，D 正确。

故选 D

2. 【答案】C

【解析】

【详解】根据公式  $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$  分析各选项。

A. 换成紫色滤光片，波长减小，条纹间距将变小，A 错误；

B. 换成缝宽更大的单缝，条纹间距不变，B 错误；

C. 换成间距更小的双缝，条纹间距变大，C 正确；

D. 换成双缝到屏的距离更小的遮光筒，条纹间距变小，D 错误。

故选 C。

3. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 由图看出，降噪声波与环境声波波长相等，波速相等，则频率相同，叠加时产生干涉，由于两列声波等幅反相，所以振动减弱，起到降噪作用，故 A 错误；

B. 降噪过程不能消除通话时的所有背景杂音，只能消除与降噪声波频率相同的杂音，故 B 错误；

C. 机械波传播的速度由介质决定，则知降噪声波与环境噪声的传播速度相等，故 C 正确；

D. 质点  $P$  点并不随波移动，故 D 错误。

故选 C。

4. 【答案】A

【解析】

【详解】根据动量定理可得

关注北京高考在线官方微信：[北京高考资讯\(微信号:bjgkzx\)](#)，获取更多试题资料及排名分析信息。

$$Ft = mv - 0$$

机械臂的作用力相同，作用时间相同，钢球的质量小，则钢球获得较大的速度，在太空中，钢球和铜球运动的加速度相同，位移相同，所以速度大的钢球运动的时间较短。

故选 A。

5. 【答案】C

【解析】

【详解】①听到迎面而来的尖锐汽笛声，即汽车靠近时感觉音调升高，这是多普勒效应造成的；②夏天里一次闪电过后，有时会雷声轰鸣不绝，是因为声音在云层之间来回反射造成的；③水塘中的水波能绕过障碍物继续传播，这是水波的衍射现象；④围绕振动的音叉转一圈会听到忽强忽弱的声音，是音叉发出两个频率相同的声波相互叠加，出现加强区和减弱区，这是干涉现象，故 C 正确，ABD 错误。

故选 C。

6. 【答案】B

【解析】

【详解】A. 甲图是小孔衍射的图样，而“泊松亮斑”中央是亮点，选项 A 错误；

B. 乙图是薄膜干涉的应用，用来检测平面的平整程度，选项 B 正确；

C. 丙图是双缝干涉原理图，若  $P$  到  $S_1$ 、 $S_2$  的路程差是半波长的奇数倍，则  $P$  处是暗纹；若  $P$  到  $S_1$ 、 $S_2$  的路程差是波长的整数倍，则  $P$  处是亮纹，选项 C 错误；

D. 丁图是薄膜干涉现象的实验装置图，在附有肥皂膜的铁丝圈上，因为是等厚干涉，则将出现水平干涉条纹，选项 D 错误。

故选 B。

7. 【答案】A

【解析】

【详解】取水平向右为正方向，设喷气后导弹的速度大小为  $v_x$ ，导弹在喷出燃气前后瞬间根据动量守恒可得

$$Mv_0 = -mv_1 + (M - m)v_x$$

解得

$$v_x = \frac{Mv_0 + mv_1}{M - m}$$

故选 A。

8. 【答案】D

【解析】

【详解】甲乙两人和小车组成的系统不受外力，所以动量守恒

$$m_{\text{甲}}v_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}v_{\text{乙}} + m_{\text{车}}v_{\text{车}} = 0$$

小车向右运动说明甲乙两人总动量向左，说明乙的动量大于甲的动量，但由于不知道两人质量关系，所以无法确定速度关系。

故选 D。

9. 【答案】D

【解析】

【详解】AB. 管中有导电液体流过时，由左手定则带正电的导电液受洛仑兹力向上管壁偏转，上管壁带正电，则  $\varphi_A < \varphi_B$ ，带负电的导电液受洛仑兹力向上管壁偏转，上管壁带负电，所以  $\varphi_A > \varphi_B$ ，所以 AB 错误；

CD. 由洛仑兹力与电场力平衡有

$$qBv = q \frac{U}{D}, \quad U = |\varphi_A - \varphi_B|$$

液体流量

$$Q = vS = \frac{1}{4}v\pi D^2$$

由上几式解得

$$Q = \frac{\pi D |\varphi_A - \varphi_B|}{4B}$$

所以 C 错误；D 正确；

故选 D。

10. 【答案】A

【解析】

【详解】CD. 设小球运动到最低点与物块 B 碰撞前的速度大小为  $v_1$ ，取小球运动到最低点时的重力势能为零，根据机械能守恒定律有

$$mgh = \frac{1}{2}mv_1^2$$

解得

$$v_1 = \sqrt{2gh}$$

设碰撞后小球反弹的速度大小为  $v_1'$ ，同理有

$$mg \times \frac{h}{16} = \frac{1}{2}mv_1'^2$$

解得

$$v_1' = \frac{\sqrt{2gh}}{4}$$

设碰撞后物块 B 的速度大小为  $v_2$ ，取水平向右为正方向，由动量守恒定律有

$$mv_1 = -mv_1' + 5mv_2$$

解得

$$v_2 = \frac{\sqrt{2gh}}{4}$$

由动量定理可得，碰撞过程 B 物块受到的冲量为

$$I = 5mv_2 = \frac{5m}{4}\sqrt{2gh}$$

故 CD 错误；

AB. 碰撞后当 B 物块与 C 物块速度相等时轻弹簧的弹性势能最大，据动量守恒定律有

$$5mv_2 = (5m + 3m)v_3$$

由机械能守恒定律得

$$E_{pm} = \frac{1}{2} \times 5mv_2^2 - \frac{1}{2} \times (5m + 3m)v_3^2$$

解得碰后轻弹簧获得的最大弹性势能为

$$E_{pm} = \frac{15}{128}mgh$$

故 A 正确，B 错误。

故选 A。

二、不定向选择题（共 5 小题。在每小题给出的四个选项中，至少有一个选项是正确的。）

11. 【答案】ACD

【解析】

【详解】A.  $t = 0$  时刻质点 1 开始竖直向上运动，经过 0.5s 质点 1 第一次到达最高点，质点 6 开始运动，说明质点振动的周期  $T = 2s$ ，绳波的波长为  $\lambda = 8m$ ，A 正确；

B. 介质中的各点起振方向与波源相同，经过 0.5s 质点 1 第一次到达最高点，质点 6 开始运动，再经过 0.5s 质点 6 到达最高点，此时质点 6 的加速度方向向下，B 错误；

C. 由题可知，绳波的振幅  $A = 10cm$ ，故从计时开始到  $t = 1.5s$  时质点 6（实际运动了 1.0s）运动的路程为

$$s = 2A = 20cm$$

C 正确；

D. 由题可知，绳波的周期  $T = 2s$ ，故  $t = 2s$  时，绳波向右传播一个周期到达质点 21 位置，介质中的各点起振方向与波源相同，故此时质点 21 正处于平衡位置且运动方向向上，D 正确。

故选 ACD。

12. 【答案】BC

【解析】

【详解】A. 光线在真空中的传播速度都相等，为  $c$ ，故 A 错误；

BD. 根据  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$  可知，在左侧面，入射角相同， $m$  折射角最大，折射率最小， $q$  折射率最大，根据  $v = \frac{c}{n}$

可知，单色光  $m$  的传播速度最大，故 B 正确 D 错误；

C. 根据  $\sin C = \frac{1}{n}$ , 光线  $m$  在介质的折射率最小, 所以单色光  $m$  发生全反射的临界角最大, 故 C 正确;

故选 BC。

13. 【答案】ABC

【解析】

【详解】A. 图 1 中, 设回旋加速器  $D$  形盒的半径为  $R$ , 当带电粒子离开回旋加速器动能最大时, 做圆周运动的半径等于  $D$  形盒的半径, 则有

$$qvB = m \frac{v^2}{R}$$

最大动能为

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

联立解得

$$E_k = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$$

要增大某种粒子的最大动能, 可增加磁场的磁感应强度, A 正确;

B. 图 2 中, 等离子体在两极板间受电场力和洛伦兹力平衡, 则有

$$qE = qvB$$

电源电动势

$$U = Ed = vBd$$

可知等离子体的速度越大, 电源电动势越大, B 正确;

C. 图 3 中, 质子能够沿直线通过速度选择器的条件是质子所受电场力等于洛伦兹力, 即

$$qE = qvB$$

解得

$$v = \frac{E}{B}$$

C 正确;

D. 图 4 中, 离子先经加速电场加速, 由动能定理可得

$$qU = \frac{1}{2}mv^2$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

离子入磁场  $B$  后, 做匀速圆周运动, 洛伦兹力提供向心力, 则有

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

解得

$$r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

则有

$$r_1 : r_2 = \sqrt{\frac{m_1}{q_1}} : \sqrt{\frac{m_2}{q_2}}$$

D 错误。

故选 ABC。

14. 【答案】BD

【解析】

【详解】A. 粒子在磁场  $B_2$  中做逆时针的圆周运动，根据左手定则，粒子带正电，A 错误；

B. 根据动能定理

$$qU_1 = \frac{1}{2}mv^2$$

得粒子离开加速器时的速度大小为

$$v = \sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$$

B 正确；

C. 粒子在速度选择器中做匀速直线运动，则

$$qvB_1 = q \frac{U_2}{d}$$

速度选择器两板间的电压为

$$U_2 = B_1 d \sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$$

C 错误；

D. 根据牛顿第二定律

$$qvB_2 = m \frac{v^2}{R}$$

得

$$R = \frac{1}{B_2} \sqrt{\frac{2U_1 m}{q}}$$

D 正确。

故选 BD。

15. 【答案】ACD

【解析】

【详解】A. 在小球滑到最高点的过程中，小球与小车组成的系统机械能守恒，选项 A 正确；

B. 在小球滑到最高点的过程中，小球与小车组成的系统水平方向不受外力，水平方向动量守恒，但竖直方向动量不守恒，选项 B 错误；

CD. 小球与小车组成的系统水平方向动量守恒，小球沿圆弧轨道上升的最大高度为  $h$ ，两者共同速度大小为  $v$

$$mv_0 = (M + m)v$$

解得

$$v = \frac{mv_0}{M + m} = \frac{1 \times 4}{3 + 1} \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$$

小球与小车组成的系统机械能守恒

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(M + m)v^2 + mgh$$

解得

$$h = 0.6 \text{ m}$$

选项 CD 正确。

故选 ACD。

### 三、实验题（共 2 小题）

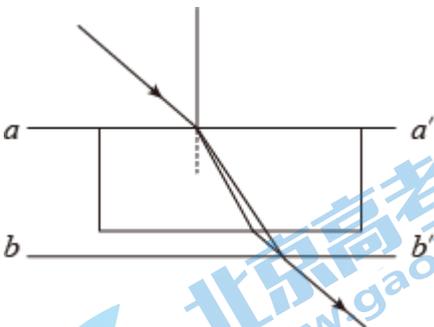
16. 【答案】 ①. (1) BD ②. (2)  $n = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$  ③. (3) 小于 ④. (4) B

【解析】

【详解】(1) 确定  $P_3$  大头针的位置的方法是插上大头针  $P_3$ ，使  $P_3$  挡住  $P_1$ 、 $P_2$  的像。确定  $P_4$  大头针的位置的方法是插上大头针  $P_4$ ，使  $P_4$  挡住  $P_3$  和  $P_1$ 、 $P_2$  的像。故 AC 错误，BD 正确。

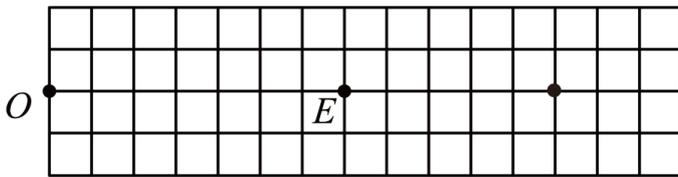
(2) 如图，光线在  $bb'$  面的折射角为  $\beta$ ，折射角为  $\alpha$ ，则根据折射定律得：玻璃砖的折射率  $n = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$

(3) 作图时，玻璃砖应与所画的边界相齐。该同学的做法中，将玻璃砖界面  $aa'$  和  $bb'$  的间距画得过宽，导致在  $aa'$  的折射角要大于真实的折射角，导致折射率的测量值偏小。



(4) 本题给定信息“光的折射光线和入射光线位于法线的同侧”，无论是从光从空气射入介质，还是从介质射入空气，都要符合此规律，故 AD 错误。折射率为 -1，由光的折射定律可知，同侧的折射角等于入射角，故 B 正确。C 错误。

17. 【答案】 ①. B ②. B ③. 小球竖直方向做自由落体运动，时间相等，所以小球的水平位移与水平速度成正比 ④.  $m_A OE = m_A OD + m_B OF$  ⑤.



⑥.  $m_A \sqrt{l_2} = m_A \sqrt{l_1} + m_B \sqrt{l_3}$

【解析】

【详解】(1) [1]A. A 球只需要每次从同一位置由静止释放，到达斜槽末端的速度相等，不需要轨道光滑，A 错误；

B. 实验通过位移间接反映速度，不需要秒表计时，B 正确；

C. 为保证 A 球与 B 球撞击后能继续向前做平抛运动，A 球质量必须大于 B 球质量，C 错误。

故选 B。

(2) [2]A. 实验中复写纸可以调整，白纸记录小球位置，不能随意调整，A 错误；

B. A 球每次必须从同一位置由静止释放，使 A 球到达斜槽底端时的速度相等，B 正确；

C. B 球的落点并不重合，说明该同学的实验存在误差，不能说明存在错误，C 错误。

故选 B。

(3) [3]小球竖直方向做自由落体运动，时间相等，所以小球的水平位移与水平速度成正比。所以通过测量小球做平抛运动的水平射程来代替小球碰撞前后的速度。

(4) [4]根据动量守恒

$$m_A v = m_A v_A + m_B v_B$$

则

$$m_A vt = m_A v_A t + m_B v_B t$$

即

$$m_A OE = m_A OD + m_B OF$$

满足上式可以认为两球碰撞前后动量守恒。

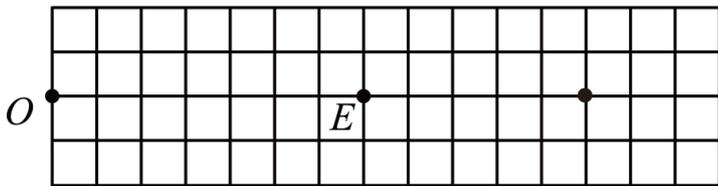
(5) [5]若两球碰撞为弹性碰撞，则根据机械能守恒

$$\frac{1}{2} m_A v^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

结合动量守恒表达式得

$$\frac{v_B}{v} = \frac{2m_A}{m_A + m_B} = \frac{12}{7}$$

则 B 球落点到 O 点 距离如图



(6) [6] 设斜面倾角为  $\theta$ ，则

$$y = l \sin \theta = \frac{1}{2} g t^2, \quad x = l \cos \theta = v_0 t$$

同上一实验可知，动量守恒可表达为

$$m_A v_2 = m_A v_1 + m_B v_3$$

即

$$m_A \cos \theta \sqrt{\frac{g l_2}{2 \sin \theta}} = m_A \cos \theta \sqrt{\frac{g l_1}{2 \sin \theta}} + m_B \cos \theta \sqrt{\frac{g l_3}{2 \sin \theta}}$$

得

$$m_A \sqrt{l_2} = m_A \sqrt{l_1} + m_B \sqrt{l_3}$$

四、论述题（本题包括 5 小题。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。）

18. 【答案】(1)  $n = \frac{4}{3}$ ; (2)  $v = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$ ; (3)  $\sin C = \frac{3}{4}$

【解析】

详解】(1) 光线从空气射入水中折射，则

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 53^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{4}{3}$$

(2) 由  $n = \frac{c}{v}$  得光在水中传播速度为

$$v = \frac{c}{n} = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

(3) 光从水中射入空气，由  $\sin C = \frac{1}{n}$  可得

$$\sin C = \frac{3}{4}$$

19. 【答案】(1)  $B = \frac{kx}{2l}$ ,  $B = 2.5 \text{ T}$ ，方向垂直导轨平面向下；(2)  $0.01 \text{ kg}$

【解析】

【详解】(1) 根据平衡条件和左手定则，可知匀强磁场磁感应强度的方向垂直导轨平面向下  
设导体棒的质量为  $m$ ，弹簧处于原长状态时有

$$mg \sin \theta = B l$$

弹簧伸长量为时有

$$mg \sin \theta + BIl = kx$$

联立解得

$$B = \frac{kx}{2Il}$$

代入数据得

$$B = 2.5T$$

(2) 根据受力分析可得

$$mg \sin \theta = BIl$$

解得

$$m = 0.01\text{kg}$$

20. 【答案】(1)  $F = -\frac{mg}{l}x$ , 见详解; (2)  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ; (3) a.偏小, b.偏大; (4)  $g = \frac{4\pi^2}{k_0}$

【解析】

【详解】(1) 在  $\theta$  角很小时

$$\sin \theta \approx \frac{x}{l}$$

由几何关系可知, 单摆的回复力为

$$F = -mg \sin \theta = -\frac{mg}{l}x$$

负号说明回复力方向与位移方向相反, 当一个单摆的小球质量为  $m$ , 摆长为  $l$ , 当地重力加速度为  $g$ , 令

$k = \frac{mg}{l}$ , 则单摆的回复力为

$$F = -kx$$

由此可见, 单摆在摆角很小的情况下的运动为简谐运动。

(2) 由 (1) 分析可知, 力与位移的比例系数为

$$k = \frac{mg}{l}$$

又有, 单摆在摆角很小的情况下的运动为简谐运动, 则单摆的周期公式为

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{m \cdot \frac{l}{mg}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

(3) 根据  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  可得, 当地的重力加速度为

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

a. 测量摆长时, 仅考虑摆线长度, 未计入小球半径, 则测量的摆长偏小, 可知, 重力加速度偏小。

关注北京高考在线官方微信: [北京高考资讯\(微信号:bjgkzx\)](#), 获取更多试题资料及排名分析信息。

b.计时后提前停下秒表，导致测量的周期略小，可知，重力加速度偏大

(4) 根据  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  可得

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g}l$$

则  $T^2 - l$  图像中，图线的斜率为

$$k_0 = \frac{4\pi^2}{g}$$

可得

$$g = \frac{4\pi^2}{k_0}$$

21. 【答案】(1)  $I = \frac{1}{3}mv_0$ ; (2)  $\Delta E = \frac{1}{16}mv_0^2$ ; (3)  $E_P = \frac{1}{4}mv_0^2$

【解析】

【详解】(1) 从 A 压缩弹簧到 A 与 B 具有相同速度  $v_1$  时，对 A、B 与弹簧组成的系统，根据动量守恒定律得：

$$mv_0 = 2mv_1$$

B 与 C 发生完全非弹性碰撞时，设碰撞后的瞬时速度为  $v_2$ ，对 B、C 组成的系统，由动量守恒定律得：

$$mv_1 = 2mv_2$$

$$v_2 < v_1$$

A 将继续压缩弹簧，直至 A、B、C 三者速度相同，设此时速度为  $v_3$ ，由动量守恒定律得

$$mv_0 = 3mv_3$$

对 C 根据动量定理：

$$I = mv_3 - 0$$

联立可得：

$$I = \frac{1}{3}mv_0$$

(2) B 与 C 发生完全非弹性碰撞，故只有 B 与 C 碰撞损失机械能，设为  $\Delta E$ ，对 B、C 组成的系统，由能量守恒定律得

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \Delta E + \frac{1}{2}(2m)v_2^2$$

得

$$\Delta E = \frac{1}{16}mv_0^2$$

(3) 根据题意可知，弹簧第一次压缩到最短时为 B、C 碰撞前弹簧压缩到最短时，根据能量守恒，此时的弹性势能：

$$E_p = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m+m)v_1^2$$

可得:

$$E_p = \frac{1}{4}mv_0^2$$

22. 【答案】(1)  $E_0 = \frac{mv_0^2}{2qd}$ ; (2)  $B = \frac{\sqrt{3}mv_0}{3Rq}$ ; (3)  $E = \frac{4\sqrt{3}mv_0^2}{9qR}$

【解析】

【分析】

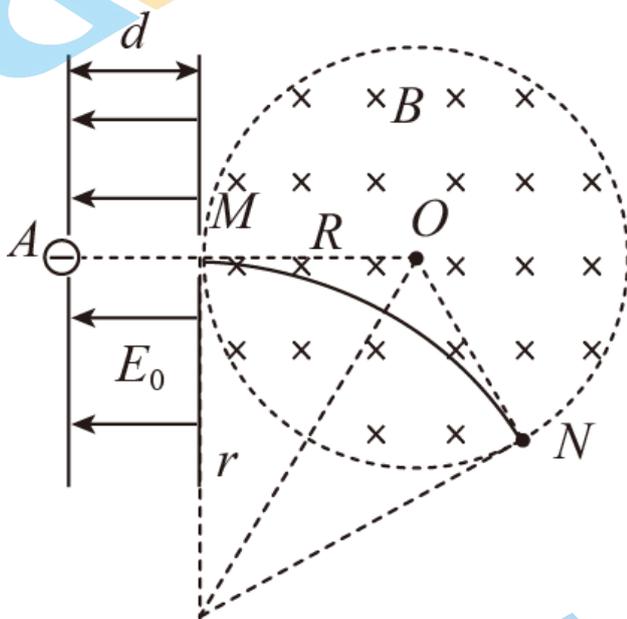
【详解】(1)根据动能定理有

$$qE_0d = \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得

$$E_0 = \frac{mv_0^2}{2qd}$$

(2)粒子运动轨迹如图所示



粒子在磁场中做匀速圆周运动，根据牛顿第二定律有

$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{r}$$

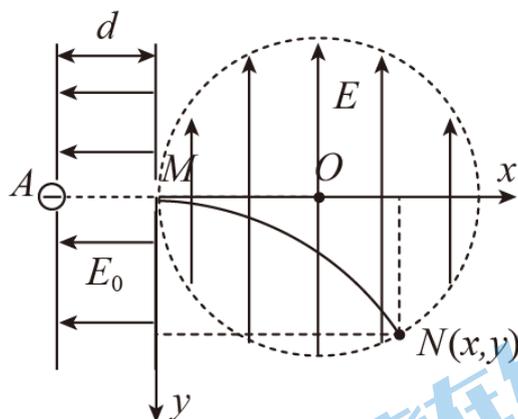
由几何关系可得

$$\tan 30^\circ = \frac{R}{r}$$

解得

$$B = \frac{\sqrt{3}mv_0}{3Rq}$$

(3) 粒子在偏转电场中做匀加速曲线运动，运动轨迹如图所示



根据运动的合成分解及几何关系，在  $x$  方向有

$$R + R \cos 60^\circ = v_0 t$$

在  $y$  方向有

$$R \sin 60^\circ = \frac{1}{2} a t^2$$

根据牛顿第二定律有

$$Eq = ma$$

联立解得

$$E = \frac{4\sqrt{3}mv_0^2}{9qR}$$

## 关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承 “精益求精、专业严谨” 的建设理念，不断探索 “K12 教育+互联网+大数据” 的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供 “衔接和桥梁纽带” 作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯