

2023 北京中关村中学高二（下）期中

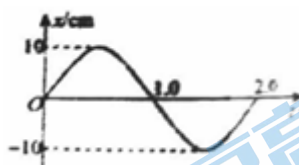
物 理

一、单选题（本大题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分）

1. (3 分) 小球 A 的质量为 m ，速度为 v ，与同一水平直线上运动的小球 B 相撞，小球 A 以原速率 v 反向弹回，以小球碰前的速度方向为正方向，关于上述过程小球 A 的动能变化和动量变化，以下结果正确的是 ()

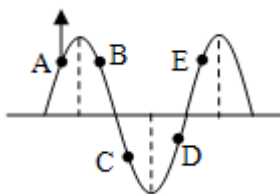
- A. 0, 0 B. 0, $-2mv$ C. 0, $2mv$ D. $mv^2, 0$

2. (3 分) 弹簧振子在光滑水平面上振动，其位移—时间图像如图所示，则下列说法正确的是 ()



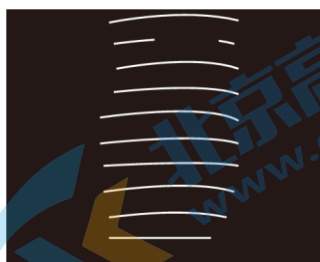
- A. 10 秒内振子的路程为 1m
B. 动能变化的周期为 2.0s
C. 在 $t=10s$ 时，振子的速度方向改变
D. 振动方程是 $x=0.10\sin\pi t$ (m)

3. (3 分) 如图所示为一简谐横波在某一时刻的波形图，已知此时质点 A 正向上运动，如图中箭头所示，由此可断定此横波 ()



- A. 向右传播，且此时质点 B 正向上运动
B. 向右传播，且此时质点 C 正向下运动
C. 向左传播，且此时质点 D 正向上运动
D. 向左传播，且此时质点 E 正向下运动

4. (3 分) 在水槽中放置两块挡板，中间留一个狭缝，观察到水波通过狭缝后的传播现象如图所示。现适当减小狭缝宽度，则 ()

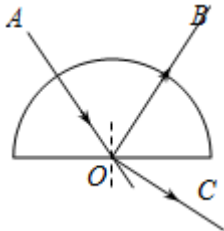


- A. 水波波长变长 B. 水波振幅变大
C. 水波波速变小 D. 衍射现象更明显

5. (3分) 关于声波的多普勒效应, 下列说法中正确的是 ()

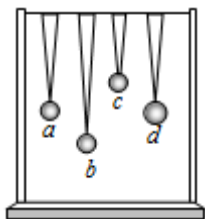
- A. 当观察者和声源相互靠近时, 观察者接收到的声波频率比声源发出的声波频率大
- B. 当观察者和声源相互靠近时, 观察者接收到的声波频率比声源发出的声波频率小
- C. 当观察者和声源相互靠近时, 声源振动的频率变大
- D. 当观察者和声源相互靠近时, 声源振动的频率变小

6. (3分) 如图所示, 让一束光 AO 沿着半圆形玻璃砖的半径射到它的平直边上, 在这个玻璃与空气的界面上会发生反射和折射. 逐渐增大入射角, 观察反射光线和折射光线的变化. 下列说法正确的是 ()



- A. 反射角增大, 折射角减小
- B. OC 光线越来越弱, 最终消失
- C. OB 光线越来越弱, 但不会消失
- D. 反射光线和折射光线始终保持垂直

7. (3分) 如图所示, 在一根张紧的水平绳上挂 a、b、c、d 四个摆, 其中 a、d 摆长相等. 让 d 球在垂直于水平绳的方向摆动起来, 则可以观察到的现象是 ()



- A. a、b、c 球都摆动起来, a 球摆动的周期比 c 球大
- B. a、b、c 球都摆动起来, a 球摆动的周期比 c 球小
- C. a、b、c 球都摆动起来, a 球摆动的幅度比 b 球大
- D. a、b、c 球都摆动起来, a 球摆动的幅度比 b 球小

8. (3分) 双缝干涉实验装置如图所示, 双缝间的距离为 d , 双缝到像屏的距离为 l , 调整实验装置使得像屏上可以看到清晰的干涉条纹, 关于干涉条纹的情况, 下列叙述正确的是 ()



- A. 若将光源向左平移一小段距离, 屏上的干涉条纹将变得不清晰
- B. 若将像屏向右平移一小段距离, 屏上两个相邻的明条纹间的距离变小
- C. 若将双缝间距离 d 减小, 像屏上的两个相邻明条纹间的距离变小

D. 若将双缝间距离 d 减小, 像屏上的两个相邻暗条纹间的距离变大

9. (3分) 一个不稳定的原子核质量为 M , 处于静止状态。放出一个质量为 m 的粒子后反冲。已知放出的粒子的动能为 E_0 , 则原子核反冲的动能为 ()

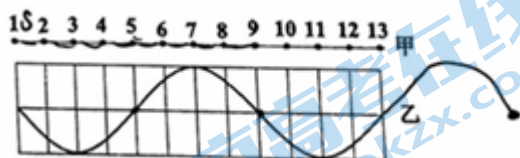
A. E_0

B. $\frac{m}{M}E_0$

C. $\frac{m}{M-m}E_0$

D. $\frac{Mm}{(M-m)^2}E_0$

10. (3分) 在均匀介质中, 各质点的平衡位置在同一直线上, 相邻两质点的距离均为 s , 如图甲所示。振动从质点 1 开始向右传播, 质点 1 开始运动时的速度方向向上。经过时间 t , 前 13 个质点第一次形成如图乙所示的波形。关于这列波的周期和波速有如下说法, 其中正确的是 ()



A. 这列波的周期 $\frac{2}{3}t$

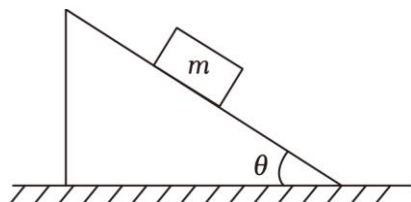
B. 这列波的波长 $9s$

C. 这列波的传播距离 $12s$

D. 这列波的传播速度 $16\frac{s}{t}$

二、多选题 (本大题共 4 小题, 共每小题 3 分, 共 12 分)

(多选) 11. (3分) 如图所示, 质量为 m 的物体, 沿倾角为 θ 的固定粗糙斜面由静止开始下滑, 经过时间 t , 滑至底端, 且此时速度为 v , 则物体下滑过程中 ()



A. 重力的冲量为 $mg\sin\theta t$

B. 重力冲量为 $mg t$

C. 斜面支持力的冲量的大小为 $mg\cos\theta t$

D. 合力的冲量为 mv

(多选) 12. (3分) 玻璃杯从同一高度落下, 落在水泥地面上比落在地毯上容易碎, 关于玻璃杯与地面撞击的说法中正确的是 ()

A. 玻璃杯落在水泥地上时的动量较大

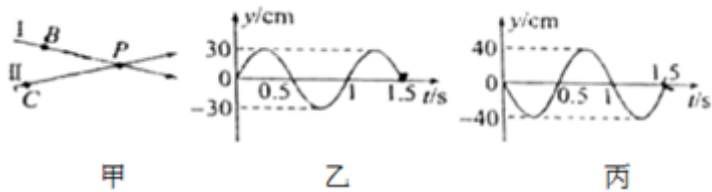
B. 玻璃杯落在水泥地上的过程动量变化量较大

C. 玻璃杯落在水泥地面上和落在地毯上所受合力的冲量一样大

D. 玻璃杯落在水泥地上所受冲力较大

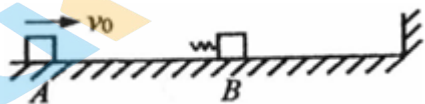
(多选) 13. (3分) 如图甲所示, B、C 和 P 是同一水平面内的三个点, 沿竖直方向振动的横波 I 在介质中沿 BP 方向传播, P 与 B 相距 40cm , B 点的振动图象如图乙所示; 沿竖直方向振动的横波 II 在同一介质

中沿 CP 方向传播，P 与 C 相距 50cm，C 点的振动图象如图丙所示。在 $t=0$ 时刻，两列波同时分别经过 B、C 两点，两列波的波速都为 20cm/s，两列波在 P 点相遇，则以下说法正确的是（ ）



- A. 两列波的波长均为 20cm
- B. P 点的振幅为 10cm
- C. 4.5s 时 P 点在平衡位置且向下振动
- D. 波遇到 4.0m 的障碍物将发生明显衍射现象

(多选) 14. (3 分) 如图，光滑水平地面上有质量分别为 m 和 $2m$ 的 A、B 两个滑块，初始时均处于静止状态，B 的左侧固定一水平轻弹簧。现使 A 以速度 v_0 水平向 B 运动第一次压缩弹簧，当 A 与弹簧分离后，B 与右侧的竖直墙壁相碰，已知碰撞时间极短且无能量损失，B 反弹后会追上 A 第二次压缩弹簧。设弹簧第一次被压缩到最短时具有的弹性势能为 E_{P1} ，此时系统的总动量为 p_1 ；弹簧第二次被压缩到最短时具有的弹性势能为 E_{P2} ，此时系统的总动量为 p_2 。下列判断正确的是（ ）

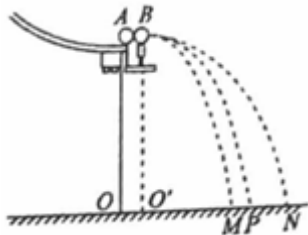


- A. $p_1 = p_2$
- B. $p_1 < p_2$
- C. $E_{P1} = E_{P2}$
- D. $E_{P1} > E_{P2}$

三、实验题 (本大题共 3 小题，共 22 分)

15. (6 分) “碰撞中的动量守恒”实验装置如图所示，让质量为 m_1 的小球 A 从斜面上某处自由滚下，与静止在支柱上质量为 m_2 的小球 B 发生对心碰撞，两球的半径均为 r ，对心碰撞瞬间，两球心的连线保持在水平方向上。规范操作实验过程中，学生测量 $O'M$ 、 $O'P$ 、 $O'N$ 和 OM 、 OP 、 ON 的长度。

- (1) 本实验设计思想的巧妙之处是用 _____ 的测量替代 _____ 的测量
- (2) 碰撞中，如果动量守恒，则满足 _____ (用题干中所给字母表达)



16. (8 分) 某同学进行“用单摆测定重力加速度”的实验。

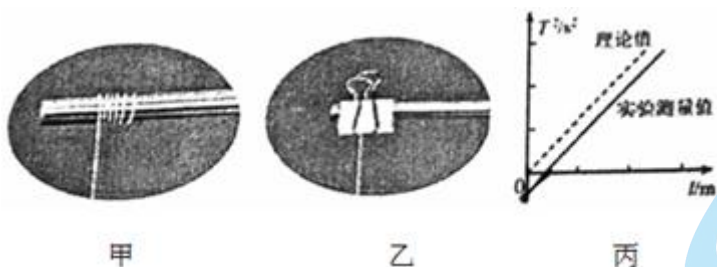
- (1) 为了利用单摆较准确地测出重力加速度，应当选用以下哪些器材 _____。

- A. 长度为 10cm 左右的细绳
- B. 长度为 100cm 左右的细绳
- C. 直径为 1.8cm 的钢球
- D. 直径为 1.8cm 的木球

E.最小刻度为 1mm 的米尺

F.秒表、铁架台

(2) 选择好器材，将符合实验要求的单摆悬挂在铁架台上，应采用图 _____ (选填“甲、乙”)。



(3) 单摆的周期为 T 、摆长为 l ，根据单摆的周期公式可得，当地的重力加速度 $g =$ _____。

(4) 该同学改变摆长，测量出多组周期 T 、摆长 l 的值，作出 $T^2 - l$ 图像，如图丙所示，他根据测量值作出的图像与理论值有偏差 (两图线平行)。他认为造成这个结果的原因可能是“实验时将摆线长和球的直径之和当成了摆长”。请你分析他的说法是否正确，并说明原因： _____。

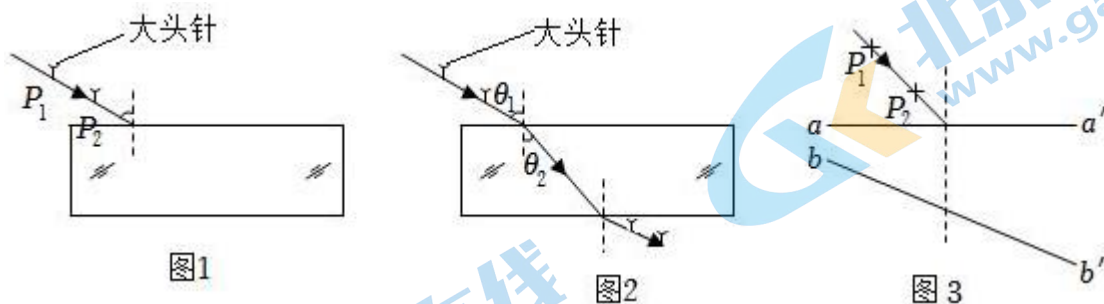
17. (8分) 在“测定玻璃的折射率”的实验中：

①在白纸上放好平行玻璃砖，如图 1 所示，在玻璃砖的一侧插上两枚大头针 P_1 和 P_2 ，然后在另一侧透过玻璃砖观察，并依次插上大头针 P_3 和 P_4 ，在插 P_3 和 P_4 时，用 P_3 挡住 P_1 、 P_2 的像，用 P_4 挡住 P_3 及 _____。

②某同学实验中作出光路图如图 2 所示，此玻璃的折射率计算式为 $n =$ _____ (用图中的 θ_1 、 θ_2 表示)。

③如图 3 所示，玻璃砖两个界面不平行，在 bb' 一侧透过玻璃砖观察，可以看到 P_1 和 P_2 的像，是否依然可以借助上述方法测出折射率？请说出理由。

④如图 3 所示，玻璃砖两个界面不平行，在 bb' 一侧透过玻璃砖观察，可能看不到 P_1 和 P_2 的像，请分析原因。

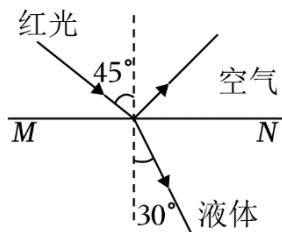


四、计算题 (本题共 4 小题，共 36 分。解答应有必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的，答案中必须写出数值和单位。)

18. (9 分) 如图所示，一束红光由空气射入某种液体，是空气与这种液体的分界面，红光由空气射到界面；一部分光被反射。一部分光进入液体中。当入射角是 45° 时，折射角为 30° ，光在真空中的传播速度为 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ 。求

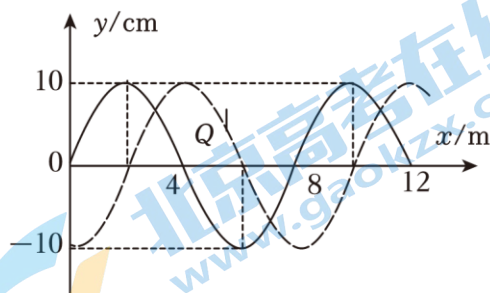
- (1) 该液体对红光的折射率；
- (2) 红光在该液体中的传播速度；

(3) 该液体对红光的全反射临界角。

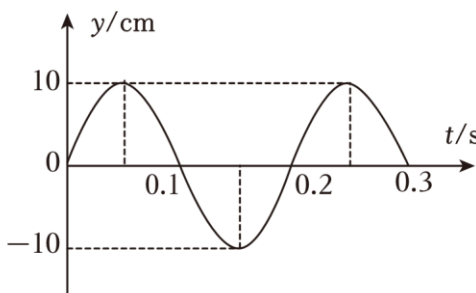


19. (7分) 如图(a), 一列简谐横波沿x轴传播, 实线和虚线分别为0时刻和t时刻的波形图, Q是平衡位置为x=4.0m的质点。图(b)为质点Q的振动图象, 求:

- (1) 波的传播速度大小v及方向;
- (2) t的大小。



图(a)



图(b)

20. (8分) 2022年举办的第24届冬奥会中, 短道速滑接力赛是冰上最为激烈的运动项目之一。质量60kg的队员甲, 以速度12m/s从后方接近质量为50kg的队员乙, 身体接触前队员乙的速度为9.6m/s; 队员甲在推送队员乙的过程中推送时间极短, 队员乙被推后的瞬时速度为12m/s, 队员甲助力后在直道上向前滑行了19m, 接着碰撞上缓冲垫后1s停下; 运动员的鞋子与冰面间的动摩擦因数为0.05, g取10m/s²。

- (1) 求甲运动员助力后的速度;
- (2) 求甲对缓冲垫的平均作用力是多少。



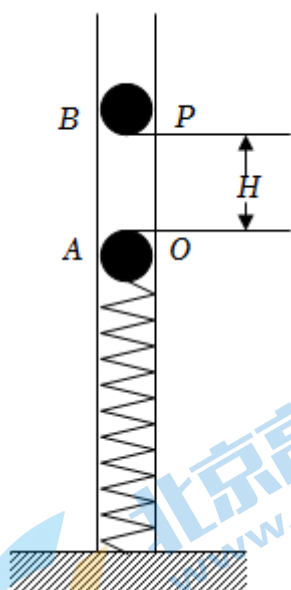
21. (12分) 简谐运动是一种常见且重要的运动形式。它是质量为m的物体在受到形如 $F = -kx$ 的回复力作用下, 物体的位移x与时间t遵循 $x = A\sin\omega t$ 变化规律的运动, 其中角频率 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ (k为常数, A为振幅, T为周期)。弹簧振子的运动就是其典型代表。

如图所示, 一竖直光滑的管内有一劲度系数为k的轻弹簧, 弹簧下端固定于地面, 上端与一质量为m的小球A相连, 小球A静止时所在位置为O。另一质量为m的小球B从距A为H的P点由静止开始下落, 与A发生瞬间碰撞后一起开始向下做简谐运动。两球均可视为质点, 在运动过程中, 弹簧的形变在弹性限度内, 当其形变量为x时, 弹性势能为 $E_P = \frac{1}{2}kx^2$ 。已知 $H = \frac{3mg}{k}$, 重力加速度为g。

求:

- (1) B 与 A 碰撞后瞬间一起向下运动的速度；
- (2) 小球 A 被碰后向下运动离 O 点的最大距离；
- (3) a. 请判断两小球一起向下运动的过程是否是简谐运动，并说明理由。

b. 小球 A 从 O 点开始向下运动到第一次返回 O 点所用的时间 t 。



参考答案

一、单选题（本大题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分）

1. 【解答】解：质量为 m 的小球以速度 v 与竖直墙壁垂直相碰后以原速率反向弹回，初动能与末动能相等，故动能的变化量为零；以小球碰前的速度为正方向，初动量为 mv ，末动量为 $-mv$ ，故动量的变化量为： $\Delta P = (-mv) - (mv) = -2mv$ ，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

2. 【解答】解：A、根据振动图象可知周期 $T=2.0s$ ，振幅 $A=10cm$ ， $t=10s=5T$ ，一个周期通过的路程为 $4A$ ，则 $10s$ 内通过的路程为 $s=5 \times 4A$ ，计算可得 $s=2m$ ，故 A 错误；

B、每次经过平衡位置动能最大，在最大位移处动能为 0，在振子振动一个周期的时间内，动能完成 2 个周期的变化，故动能变化的周期为 $1.0s$ ，故 B 错误；

C、 $t=10s=5T$ ，在 $t=10s$ 时，振子沿 x 正方向运动，在 $t=10s$ 时，振子的速度未反向，故 C 错误；

D、由振动图象知 $T=2.0s$ ，则 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ，计算得 $\omega = \pi \text{rad/s}$ ，振动方程为 $x=0.10\sin\pi t$ (m)，故 D 正确。

故选：D。

3. 【解答】解：A、B，质点 A 正向上运动，比右侧邻近的波峰振动迟，则波向左传播。故 AB 错误。

C、由上可知，波向左传播，此时质点 D 的振动比右侧邻近的波峰振动迟，正在向上运动。故 C 正确。

D、波向左传播，质点 E 与质点 D 振动方向相同，都向上运动。故 D 错误。

故选：C。

4. 【解答】解：A.适当减小狭缝宽度，波速与频率不变，由 $v=\lambda f$ 可知波长不变，故 A 错误；

B.水波经过狭缝后能量减小，水波振幅变小，故 B 错误；

C.由 A 分析知波速不变，故 C 错误；

D.适当减小狭缝宽度，小于水波波长，衍射现象更明显，故 D 正确。

故选：D。

5. 【解答】解：多普勒效应是指波源或观察者发生移动，而使两者间的位置发生变化，使观察者收到的频率发生了变化；

A、若声源向观察者靠近，观察者接收到的声波频率比声源发出的声波频率大；故 A 正确；B 错误；

CD、声源的频率由声源决定，不会随着距离的变化而变化；故 CD 错误；

故选：A。

6. 【解答】解：A、逐渐增大入射角，根据反射定律知反射角增大。由折射定律知折射角逐渐增大，故 A 错误。

BC、逐渐增大入射角，在还未发生全反射过程中，反射光 OB 越来越强，折射光 OC 越来越弱，最终发生全反射，折射光 OC 完全消失，反射光不消失，故 B 正确，C 错误。

D、反射角等于入射角，而折射角大于入射角，反射光线和折射光线不会始终垂直，故 D 错误。

故选：B。

7. 【解答】解：A、由 d 摆摆动从而带动其它 3 个单摆做受迫振动，受迫振动的频率等于驱动力的频率，故其它各摆振动周期跟 d 摆相同，故 AB 错误；

C、受迫振动中，当固有频率等于驱动力频率时，出现共振现象，振幅达到最大，由于 a 摆的摆长与 d 摆的摆长相等，则 a 摆的固有频率与 d 摆的相同，故 a 摆发生共振，振幅最大，故 C 正确，D 错误；

故选：C。

8. 【解答】解：A、像屏上的干涉条纹是光通过两条狭缝后形成的，是否清晰与光源到缝的距离大小无关，将光源向左平移一小段距离，屏上都仍有清晰的干涉条纹，故 A 错误；

B、将像屏向右平移一小段距离，L 增大，根据公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ ，可知屏上两个相邻的明条纹间的距离变大，故 B 错误；

CD、将双缝间距离 d 减小，根据双缝干涉条纹的间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ ，知相邻明条纹的距离增大。故 C 错误，D 正确。

故选：D。

9. 【解答】解：放出质量为 m 的粒子后，剩余质量为 M - m，该过程动量守恒，有： $mv_0 = (M - m)v$
①

放出的粒子的动能为： $E_0 = \frac{1}{2}m v_0^2$ ②

原子核反冲的动能： $E_k = \frac{1}{2}(M - m)v^2$ ③

联立①②③得： $E_k = \frac{m}{M - m}E_0$ ，故 ABD 错误，C 正确。

故选：C。

10. 【解答】解：波源的起振方向向上，各质点起振方向均向上。

根据振动的周期性和波的传播特点可知，质点 13 此时的振动方向向下，而波源的起振方向向上，所以

从质点 13 算起，需要再经 $\frac{1}{2}T$ 该点振动的方向才能向上，设周期为 T，则 $t = \frac{3}{2}T + \frac{1}{2}T = 2T$ ，即 $T = \frac{t}{2}$ 。

由题意知，波传播的距离为 16s，波长 $\lambda = 8s$ ，结合 $\lambda = vT$ ，可得 $v = \frac{16s}{t}$ 。

故 ABC 错误，D 正确；

故选：D。

二、多选题（本大题共 4 小题，共每小题 3 分，共 12 分）

11. 【解答】解：A、物体所受重力的冲量大小为： $I_G = mg \cdot t$ ，故 A 错误，B 正确；

C、物体下滑过程所受支持力的冲量大小： $I = Nt = mg \cos \theta \cdot t$ ，故 C 正确；

D、根据动量定理可知，合外力的冲量等于物体动量的变化量，则合力的冲量为 $I_{\text{合}} = mv$ ，故 D 正确；

故选：BCD。

12. 【解答】解：A、玻璃杯从同一高度下落，落地前的速度大小相等，故落地前的动量相等，故 A 错误；

BC、从同一高度下落，落地前的速度大小相等，落地前的动量相等，最后的速度均为零，说明动量的

变化一定相等，由动量定理可知玻璃杯落在水泥地面上和落在地毯上所受合力的冲量一样大，故 B 错误，C 正确；

D、由于掉在水泥地上的时间较短，根据动量定理 $F_{合} \cdot \Delta t = \Delta p$ ，说明玻璃杯掉在水泥地上动量变化较快，从而导致冲击力较大，使玻璃杯易碎，故 D 正确。

故选：CD。

13. 【解答】解：A、根据图相关可知，两列波的周期都是 $T=1s$ ，则波长 $\lambda=vT=0.2 \times 1m=0.2m=20cm$ ，故 A 正确；

B、根据题意 $PC - PB=50cm - 40cm=10cm=0.1m=0.5\lambda$ ，而 $t=0$ 时刻两波的振动方向相反，则 P 是振动加强的点，振幅等于两波振幅之和，即为 70cm，故 B 错误；

C、波从 C 传到 P 的时间 $t=\frac{PC}{v}=\frac{0.5}{0.2}s=2.5s$ ，波从 B 传到 P 的时间 $t=\frac{PB}{v}=\frac{0.4}{0.2}s=2s$ ，在 $t=2.5s$ 时刻，横波 I 与横波 II 两波叠加，P 点经过平衡位置向下运动，在 $t=4.5s$ 时刻，经过了两个周期，P 点经过平衡位置向下运动，故 C 正确；

D、因波长为 20cm，则当波遇到 40cm 的障碍物将不会发生明显衍射现象，故 D 错误。

故选：AC。

14. 【解答】解：弹簧最短时两滑块的速度大小相等，此时弹簧的弹性势能最大，两滑块组成的系统动量守恒

弹簧第一次被压缩到最短过程，以向右为正方向，由动量守恒定律得： $mv_0 = (m+2m)v_1$

由机械能守恒定律得： $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(m+2m)v_1^2 + E_{p1}$

解得： $E_{p1} = \frac{1}{3}mv_0^2$

弹簧恢复原长过程，以向右为正方向，由动量守恒定律得： $mv_0 = mv_A + 2mv_B$

由机械能守恒定律得： $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_B^2$

解得： $v_A = -\frac{1}{3}v_0$ ， $v_B = \frac{2}{3}v_0$ ，负号表示方向向左

B 与墙壁碰撞物能量损失，碰撞后 B 的速度大小不变为 $\frac{2}{3}v_0$ ，方向反向

弹簧第二次被压缩到最短时两滑块速度大小相等，以向左为正方向

由动量守恒定律得： $mv_A + 2mv_B = (m+2m)v_2$

由机械能守恒定律得： $\frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_B^2 = \frac{1}{2}(m+2m)v_2^2 + E_{p2}$

解得： $E_{p2} = \frac{1}{27}mv_0^2$ ，则 $E_{p1} > E_{p2}$

整个过程中系统动量守恒，所以 $p_1 = p_2$

故 AD 正确，BC 错误；

故选：AD。

三、实验题（本大题共3小题，共22分）

15. 【解答】解：（1）小球离开轨道后做平抛运动，由于抛出点的高度相同，小球在空中的运动时间相等，小球的水平位移与初速度成正比，可以用小球的水平位移代替初速度；

（2）两球碰撞过程系统动量守恒，以水平向右为正方向，由动量守恒定律得： $m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$ ，

小球离开轨道后做平抛运动，它们抛出点的高度相同，在空中的运动时间 t 相等，两边同时乘以时间 t 得： $m_1v_0t = m_1v_1t + m_2v_2t$

即： $m_1O'P = m_1O'M + m_2O'N$ ；

故答案为：（1）水平位移，初速度；（2） $m_1O'P = m_1O'M + m_2O'N$ 。

16. 【解答】解：（1）为减小实验误差，应选择适当长些的细绳做摆线，摆线应选择 B；为减小空气阻力对实验的影响，应选择质量大而体积小的球做摆球，因此摆球应选择 C；实验需要测量摆长，需要用到刻度尺，实验需要测量单摆的周期，测周期需要秒表，应把单摆固定在铁架台上，因此需要的实验器材有：BCEF；

（2）实验过程要保持摆长不变，单摆的悬点需要固定，如果选择图甲所示方式，单摆运动过程摆长易发生改变，如果按图乙所示固定方式，单摆摆动过程摆长不变，应选择图乙所示固定方式。

（3）由单摆周期公式

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

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

（4）由单摆周期公式

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

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

故 $T^2 - l$ 图像的理论值为过原点的一次函数，且斜率为 $k = \frac{4\pi^2}{g}$

如果“实验时将摆线长和球的直径之和当成了摆长”，实际摆长应为 $(l - r)$ ，则

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

可见图像斜率不变，当 $T^2 = 0$ 时， $l = r$ 图像不过原点，导致测量值图像向右平移，与横坐标有交点，故该同学分析正确。

故答案为：（1）BCEF；（2）乙；（3） $\frac{4\pi^2}{T^2} l$ ；（4）该同学分析正确，实际摆长应为 $(l - r)$ 时，图像

斜率不变，当 $T^2 = 0$ 时， $l = r$ 图像不过原点，导致测量值图像向右平移，与横坐标有交点。

17. 【解答】解：①本实验用大头针 P₃ 和 P₄ 来确定出射光线，所以，在插 P₃ 和 P₄ 时，用 P₃ 挡住 P₁、P₂ 的像，用 P₄ 挡住 P₃ 及 P₁、P₂ 的像。

②根据折射定律有 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 。

③依然可以借助这种方法测出折射率，因为只要借助大头针 P₃ 和 P₄ 找到出射点，就能找到折射光线，进而找到折射角。

④如图 3 所示，玻璃砖两个界面不平行，在 bb' 一侧透过玻璃砖观察，可能看不到 P₁ 和 P₂ 的像，原因是可能当光传播到 bb' 界面上发生了全反射。

故答案为：①P₁、P₂ 的像；② $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ ；③依然可以借助这种方法测出折射率，因为只要借助大头针 P₃

和 P₄ 找到出射点，就能找到折射光线，进而找到折射角；④可能当光传播到 bb' 界面上发生了全反射。

四、计算题（本题共 4 小题，共 36 分。解答应有必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的，答案中必须写出数值和单位。）

18. 【解答】解：（1）该液体对红光的折射率为 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$ 。

（2）红光在该液体中的传播速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{2} \times 10^8 \text{m/s}$

（3）由临界角公式 $\sin C = \frac{1}{n}$ ，得 $\sin C = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ，则 $C = 45^\circ$

答：

（1）该液体对红光的折射率是 $\sqrt{2}$ ；

（2）红光在该液体中的传播速度是 $\frac{3\sqrt{2}}{2} \times 10^8 \text{m/s}$ ；

（3）该液体对红光的全反射临界角是 45° 。

19. 【解答】解：（1）由图可知波长： $\lambda = 8\text{m}$ ，质点振动的周期： $T = 0.2\text{s}$

则传播速度： $v = \frac{\lambda}{T} = 40\text{m/s}$ ；

由于 Q 在 $t = 0$ 时刻向上振动，根据“同侧法”可知，该波沿 x 正向传播；

（2）根据图（a）可知 0 和 t 时刻该波向右传播的距离为 $s = (n + \frac{1}{4}) \lambda$

所以有： $s = (n + \frac{1}{4}) \lambda = vt$

解得 $t = (0.2n + 0.05) \text{s}$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$)。

答：（1）波的传播速度大小为 40m/s ，沿 x 正向传播；

（2）t 的大小为 $(0.2n + 0.05) \text{s}$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$)。

20. 【解答】解：（1）甲的质量 $m_1 = 60\text{kg}$ ，初速度 $v_1 = 12\text{m/s}$ ，队员乙质量为 $m_2 = 50\text{kg}$ ，初速度为 $v_2 = 9.6\text{m/s}$ ，末速度为 $v_2' = 12\text{m/s}$ 。

甲运动员推送乙方队员过程中，取甲的速度方向为正方向，由动量守恒定律，得： $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

解得： $v_1' = 10\text{m/s}$;

(2) 队员甲推送完队员乙后，根据动能定理得： $-\mu m_1 g x = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 - \frac{1}{2} m_1 v_1^2$

甲运动员碰撞上缓冲垫后，根据动量定理得： $-(F + \mu m_1 g) t = 0 - m_1 v$

联立解得： $F = 510\text{N}$;

根据牛顿第三定律可知，甲对缓冲垫的平均作用力是 510N 。

答：(1) 甲运动员助力后的速度为 10m/s ;

(2) 甲对缓冲垫的平均作用力是 510N 。

21. 【解答】解：(1) 小球 B 自由下落 H 的速度为 v_B ，根据动能定理可得： $mgH = \frac{1}{2} m v_B^2$

解得： $v_B = \sqrt{2gH}$

小球 B 与小球 A 碰撞过程动量守恒，取向下为正，则有： $m v_B + 0 = (m+m) v_1$

解得： $v_1 = \sqrt{\frac{3mg^2}{2k}}$

(2) 小球 A 在 O 位置，弹簧被压缩 x_0 ，则 $x_0 = \frac{mg}{k}$ 小球 A 与小球 B 共同体继续向下运动离 O 点的最大

距离为 x_m ，根据机械能守恒定律可得： $\frac{1}{2} \times 2m \times v_1^2 + \frac{1}{2} k x_0^2 + 2mgx_m = \frac{1}{2} k (x_0 + x_m)^2$

由 $mg = kx_0$

整理得： $x_m^2 - 2x_0 x_m - 3x_0^2 = 0$

解得： $x_m = 3x_0$ ， $x_m = -x_0$ (舍去)

即： $x_m = \frac{3mg}{k}$

(3) 两个小球一起向下运动过程中，所受的合力为 $F = 2mg - kx'$ ，而弹簧的压缩量 $x' = x_0 + \Delta x = \frac{2mg}{k} + \Delta x$ (Δx 是相对两个小球的平衡位置的位移)

联立得到： $F = k \times \Delta x \propto \Delta x$ ，于是小球向下的运动是简谐运动。

由题意振动周期： $T = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k}}$ ，又振幅 $A = 2x_0 = \frac{2mg}{k}$

所以平衡位置在弹簧压缩 $2x_0$ 处，从碰撞后开始到再次回到 O 点的振动图象如图：

从 O 点开始到平衡位置经过的时间： $t_1 = \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} T = \frac{1}{12} T$

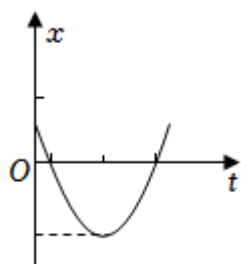
所求时间： $t = 2t_1 + \frac{1}{2} T = \frac{2}{3} T$

解得： $t = \frac{2}{3} \times 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k}} = \frac{4\pi}{3} \sqrt{\frac{2m}{k}}$

答：(1) 小球 B 与小球 A 碰撞后瞬间一起向下运动的速度为 $\sqrt{\frac{3mg^2}{2k}}$;

(2) 小球 A 被碰后向下运动离 O 点的最大距离为 $\frac{3mg}{k}$;

(3) 小球做简谐运动 (证明见解析), 小球 A 从 O 点开始向下运动到第一次返回 O 点所用的时间为 $\frac{4\pi}{3}\sqrt{\frac{2m}{k}}$ 。



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