

第 21 期
第 3 版同步检测

一、选择题

1.B

2.C

3.BCD

提示 在 Q 点,两列波波峰与波峰相遇,振动加强,振幅增大,即 Q 点做振幅增大的振动,不是总是处于波峰位置,故 A 错误;在 R、S 两点,波峰与波谷相遇,振动减弱,振幅为零,始终处于静止状态,故 B 正确;在 P 点,波谷与波谷相遇,在 Q 点,波峰与波峰相遇,振动加强,则 P、Q 连线上各点振动始终加强,故 C 正确;P 是波谷与波谷相遇,所以 P 点在图中所示的时刻处于波谷,再过 $\frac{1}{4}$ 个周期处于平衡位置,故 D 正确。

4.D

提示 由图可知波长是 8m,振幅是 0.1m,在 t_1 到 t_2 时间内, $x=6\text{m}$ 处的质点运动的路程为 s,且 $0.2\text{m}<s<0.4\text{m}$,那么可以判断 $x=6\text{m}$ 处的质点在 0 时刻向上振动,利用同侧法可知,波向 x 轴负方向传播,故 A 错误;由 A 选项的分析可知波向 x 轴负方向传播,那么在 0.25s 时间内波传播的距离是 5m,那么波速是 $v=\frac{x}{t}=\frac{5}{0.25}\text{m/s}=20\text{m/s}$,周期是 $T=\frac{\lambda}{v}=\frac{8}{20}\text{s}=0.4\text{s}$,故 B、C 错误;圆频率 $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0.4}\text{rad/s}=5\pi\text{rad/s}$,由图知振幅是 0.1m,由 A 选项分析可判断 $x=6\text{m}$ 处的质点在 0 时刻在平衡位置向上振动,则 $x=6\text{m}$ 处质点的振动方程是 $y=0.1\sin 5\pi t\text{m}$,故 D 正确。

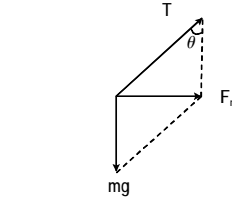
5.D

提示 图乙是 $t=0.3\text{s}$ 时的波形图, $x=0$ 处的质点振动图象如图丙所示,所以可知 $x=0$ 处的质点在 0.3s 时的振动方向沿 y 轴负方向,利用同侧法可知波向 x 轴正方向传播,故 A 错误;由图乙可知波长是 6m,由图丙可知周期是 0.6s,则波速 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{6}{0.6}\text{m/s}=10\text{m/s}$,故 B 错误;0.3s 时刻 A 质点振动方向沿 y 轴正方向,再经过 0.3s,即半个周期, A 质点在平衡位置下方,故加速度的方向是沿 y 轴正方向,故 C 错误;圆频率

$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{10}{3}\pi\text{rad/s}$,则质点 O 的振动方程为 $y=2\sin\frac{10}{3}\pi t\text{cm}$,O 点振动形式传到 A 点的时间为 $t=\frac{x}{v}=0.25\text{s}$,则质点 A 的振动方程为 $y_A=2\sin(\frac{10}{3}\pi t-\frac{5}{6}\pi)\text{cm}$,在 $t=0.3\text{s}$,A 质点的位移为 $y_A=1\text{cm}$,在 $t=0.55\text{s}$,A 质点的位移为 0,由于振动时间少于半个周期,则 A 质点的通过的路程为 3cm,故 D 正确。

6.B

提示 向心力是效果力,匀速圆周运动的向心力是由合力提供的,小球做匀速圆周运动时,由重力和绳子拉力的合力充当向心力,故 A 错误;小球受力如图所示,由圆周运动规律可得 $F_n=m\omega^2 r$,又 $F_n=mgtan\theta$,解得 $\omega=\sqrt{\frac{gtan\theta}{r}}$, $r=l\sin\theta$,可得 $\omega=\sqrt{\frac{g}{l\cos\theta}}$,可知小球做匀速圆周运动时的角速度一定大于 $\sqrt{\frac{g}{l}}$,故 B 正确;由 $\omega=\sqrt{\frac{g}{l\cos\theta}}$ 可知,由于高度相同, B 球的角速度等于 A 球的角速度,故 C 错误;由于 $T=\frac{mg}{\cos\theta}$,且 $\theta_b>\theta_a$,如果两个小球的质量相等,则在图乙中两条细线受到的拉力应该是小球 B 的细线受到的拉力大,故 D 错误。



7.C

提示 两列波在同种介质中传播速度相同,因甲、乙波长不同,则频率不同,则相遇区域内不会发生干涉现象,故 A 错误;由题图可知两列波的波长分别为 4m、6m,可得甲、乙两列波的波长之比为 2:3,根据 $f=\frac{v}{\lambda}$ 可得,波速相同,频率之比为 3:2,故 B 错误;两列波的波速均为 $v=\frac{\lambda_{\text{甲}}}{T_{\text{甲}}}$,代入数据得两波波速 $v=12\text{m/s}$,甲波从 $x=6\text{m}$ 处传到 $x=9.5\text{m}$ 处的时间 $t_1=\frac{x_1}{v}=\frac{9.5-6}{12}\text{s}$,乙波

从 $x=2\text{m}$ 处传到 O 的时间 $t_2=\frac{x_2}{v}=\frac{2-0}{12}\text{s}$,

则对于 $x=0$ 的质点和 $x=9.5\text{m}$ 处的质点,它们开始振动的时间之差为 $\Delta t=t_2-t_1$,计算得 $\Delta t=0.125\text{s}$,故 C 正确; $t=\frac{1}{4}\text{s}$

时,两列波各自沿传播方向传播了 $x=vt=3\text{m}$,此时 $x=4\text{m}$ 处的质点由甲波引起的位移为 $s_1=10\text{cm}$,由乙波引起的位移为 $s_2=-5\sqrt{3}\text{cm}$,则此时该质点的实际位移大小等于 $s=s_1-s_2\approx 1.34\text{cm}$,故 D 错误。

二、实验题

8.(1)ADEH (2)O

(3) $\frac{4\pi^2(x_2-x_1)}{y_2-y_1}$ 不变

提示 (1)为减小实验误差,摆长应适当的大些,因此摆线应选择 A;为减小空气阻力对实验的影响,应选择质量大而体积小的摆球,因此摆球应选择 D;为准确测量单摆的周期,不能用时钟测时间,应用停表测出单摆的周期,应选择 E;为准确测量摆线长度,应选择分度值小的刻度尺,即选用毫米刻度尺测摆长,故选 H。因此需要的实验器材是:ADEH。

(2)为减小实验误差准确测量单摆的周期,应从摆球经过平衡位置 O 点时开始计时。

(3)由单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可知, $T^2=\frac{4\pi^2}{g}L$, T^2-L 图象的斜率 $k=\frac{4\pi^2}{g}=\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}$,解得重力加速度 $g=\frac{4\pi^2(x_2-x_1)}{y_2-y_1}$;若该同学测摆长时漏加了小球半径,而其他测量、计算均无误,则 T^2-L 图线的斜率保持不变,根据图象求出的 g 值和真实值相比不变。

二、计算题

9.(1)2m 4cm (2)5m/s

(3)向 x 轴正方向传播,振动方程为 $y=4\sin 45\pi t\text{cm}$

提示 (1)由图示图象可知,波长 $\lambda=2\text{m}$,振幅 $A=4\text{cm}$;

(2) $t_1=0$ 时刻, $x=1\text{m}$ 处的质点 P 向 y 轴正方向振动,波沿 x 轴正方向传播,由于 $T>0.1\text{s}$,则在 t_1 到 t_2 时间内波传播的距离小于一个波长,由图示波形图可知,波传播的距离 $\Delta x=0.5\text{m}$,波速 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{0.5}{0.1-0}\text{m/s}=5\text{m/s}$;

说明占原子质量绝大部分的带正电的物质集中在很小的空间范围内,称为原子核,故 D 正确。

5.C

提示 $^{210}_{83}\text{Bi}$ 衰变成 $^{210}_{81}\text{Tl}$,核电荷数少 2,所以 Y 衰变为 α 衰变,放射出 α 粒子,质量数少 4,则 $a=206$, $^{210}_{84}\text{Po}$ 衰变成 $^{206}_{82}\text{Pb}$,质量数少 4,核电荷数少 2,所以 Z 衰变为 α 衰变,故 A、B 错误; $^{210}_{83}\text{Bi}$ 衰变成 $^{210}_{84}\text{Po}$,质量数不变,核电荷数增加 1,所以发生的是 β 衰变,其放出的 β 射线电离能力比 α 射线的电离能力弱,其本质是原子核内的一个中子转化成一个质子,放出一个电子,故 C 正确,D 错误。

6.D

提示 根据质量数守恒和核电荷数守恒可得, X 的质量数为 $A=2+2-3=1$,核电荷数为 $Z=1+1-2=0$,故 X 为中子 ^1_0n ,Y 的质量数为 $A=(3+3-4)\div 2=1$,核电荷数为 $Z=(2+2-2)\div 2=1$,故 Y 为质子 ^1_1H ,故 A 错误;由方程②可知,由于该核反应释放出核能,所以生成物比反应物更稳定,比结合能也更大,即 ^3_2He 的比结合能比 ^3_1He 的比结合能大,故 B 错误;由方程②可知,每个 ^3_2He 含有三个核子,所以平均每个核子释放的能量为 $E=\frac{12.86}{3+3}\text{MeV}=2.14\text{MeV}$,故

D 正确;根据质能方程 $\Delta E=\Delta mc^2$ 可得方程①中质量亏损 $\Delta m=\frac{\Delta E}{c^2}=\frac{3.3\times 10^6\times 1.6\times 10^{-19}}{(3\times 10^8)^2}\text{kg}=5.9\times 10^{-30}\text{kg}$,故 C 错误。

7.AC

提示 频率最大的光子对应的能量最大,即跃迁时能量差最大,故从 $n=6$ 跃迁到 $n=2$ 的频率最大,选项 A 正确;原子跃迁过程中,吸收光子的能量应刚好等于两能级的能量差,选项 B 错误;从 $n=5$ 能级向低能级跃迁可放出 $\frac{n(n-1)}{2}=10$

种频率不同的光子,选项 C 正确;光电效应与光照的时间无关, H_α 光子的能量最大,故其他光子不一定可以使该金属发生光电效应,选项 D 错误。

二、实验题

8.(1)AD (2)钠 3.2

提示 (1)本实验是研究阴极 K 的遏止电压与照射光频率的关系,所以电源正极应与阴极相连,故 A 正确,B 错误;根据光电效应方程及动能定理得 $E_{\text{km}}=eU_c=h\nu-W$,不同材料的图象的斜率相同,故 C 错误,D 正确。

(2)因为钙的横截距较大,故逸出功较大,所以钠更容易发生光电效应。根据光电效应方程 $eU_c=h\nu-W$,则逸出功 $W=h\nu-eU_c$,当 $U_c=0$ 时,对应钙的截止频率 $\nu=7.73\times 10^{14}\text{Hz}$,代入数据得 $W=3.2\text{eV}$ 。

三、计算题

9.(1) $1.3\times 10^{-4}\text{A}$

(2)四条谱线

提示 (1)氢原子核外电子绕核做匀速圆周运动,库仑力提供向心力,有

$$\frac{ke^2}{r_2^2}=\frac{4\pi^2mr_2}{T^2} \quad (1)$$

其中 $r_2=4r_1$

根据电流强度的定义

$$I=\frac{e}{T} \quad (2)$$

$$\text{由①②式得 } I=\frac{e^2}{16\pi r_1}\sqrt{\frac{k}{mr_1}} \quad (3)$$

将数据代入③式得 $I=1.3\times 10^{-4}\text{A}$;

(2)使钠发生光电效应的光子的能量至少为

$$E_0=h\nu=\frac{6.63\times 10^{-34}\times 6.00\times 10^{14}}{1.6\times 10^{-19}}\text{eV}\approx$$

2.486eV

一群处于 $n=4$ 的激发态的氢原子发射的光子,要使钠发生光电效应,应使跃迁时两能级的差 $\Delta E\geq E_0$,所以在六条光谱线中有 E_{41} 、 E_{31} 、 E_{21} 、 E_{42} 四条谱线可使钠发生光电效应。

10.(1) $^3_1\text{H}+^3_1\text{H}\rightarrow^3_2\text{He}+^1_0\text{n}$

(2)3.26MeV

(3)3MeV 1MeV

提示 (1)由题意可写出氢核聚变反应方程式为

 $^3_1\text{H}+^3_1\text{H}\rightarrow^3_2\text{He}+^1_0\text{n}$

(2)核反应中质量亏损为

$$\Delta m=2\times 2.0136\text{u}-3.0150\text{u}-1.0087\text{u}=0.0035\text{u}$$

释放的核能为

$$E=0.0035\times 931.5\text{MeV}\approx 3.26\text{MeV}$$

(3)已知两个氦核以相等的动能 0.37MeV 进行对心碰撞,故系统初动量为零,根据动量守恒定律有

$$0=P_{\text{氦}}+P_{\text{中}}$$

所以产生的中子和氦核的动量大小相等,方向相反,由于

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

故中子和氦核的动能之比

$$E_{k\text{中}}:E_{k\text{氦}}=m_{\text{氦}}:m_{\text{中}}=3:1$$

中子和氦核的总动能

$$E_{k\text{总}}=2\times 0.37\text{MeV}+3.26\text{MeV}=4\text{MeV}$$

可解得 $E_{k\text{中}}=3\text{MeV}$, $E_{k\text{氦}}=1\text{MeV}$ 。

⑥ (3)如果波速 $v=45\text{m/s}$, 波在 $\Delta t=t_2-t_1=(0.1-0)\text{s}=0.1\text{s}$ 内传播的距离 $\Delta x=v\Delta t=45\times 0.1\text{m}=4.5\text{m}=2$

$\frac{1}{4}\lambda$, 由图示波形图可知, 波沿 x 轴正方向传播; 波速 $v=\frac{\lambda}{T}$, 则波的周期 $T=$

$\frac{\lambda}{v}=\frac{2}{45}\text{s}$, 则圆频率 $\omega=\frac{2\pi}{T}=45\pi\text{rad/s}$,

由题意可知 $t_1=0$ 时刻, $x=1\text{m}$ 处的质点 P 向 y 轴正方向振动, 由图示波形图可知, 此时质点 P 位于平衡位置, 则质点 P 的振动方程为 $y=Asin\omega t=4\sin 45\pi\text{cm}$ 。

10. $\frac{5}{n\pi}\text{m/s}(n=1,2,3\cdots)$

$5n^2\pi^2\text{m}(n=1,2,3\cdots)$

提示 B 球离开平台后做平抛运动, 由平抛运动规律得 $h=\frac{1}{2}gt^2$, $s=v_0t$

要使 B 球在 O 点处击中 A 球, 则 B 球运动的时间 t 应是 A 球振动的半个周期的整数倍, 即

$t=n\cdot\frac{T}{2}=n\cdot\pi\sqrt{\frac{R}{g}}(n=1,2,3\cdots)$

以上各式联立可得

$v_0=\frac{5}{n\pi}\text{m/s}(n=1,2,3\cdots)$

$h=5n^2\pi^2\text{m}(n=1,2,3\cdots)$ 。

第 22 期

第 3 版同步检测

一、选择题

1. BCE

2. D

3. B

提示 雷达是根据反射回来的电磁波来测距和测速的, 所以应采用直线性好、反射性强的微波, 故 A 错误, B 正确; 雷达发射的电磁波不需要携带信号, 所以不需要经过调制和解调过程, 故 C 错误; 根据电磁波谱可知, 无线电波的频率要小于红外线的频率, 故 D 错误。

4. B

提示 由图 1 可知, 玻璃砖对 b 光的偏折角大于对 a 束光的偏折角, 则玻璃砖对 b 光的折射率大于对 a 光的折射率, 则 b 光的频率比 a 光的频率高, 故 A 错误; 玻璃砖对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率, 由 $v=\frac{c}{n}$ 分析可知, a 光比 b 光在玻璃砖中传播速度大, 故 B 正确; a 光的频率比 b 光的频率低, 由 $c=\lambda f$ 得知, 在真空中, a 光的波长大于 b 光的波长, 故 C 错误; 玻璃砖对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率, 根据临界角公式 $\sin C=\frac{1}{n}$ 分析可知, 若 a 光、 b 光从玻璃砖中射入真空, 发生全反射时的临界角 C_a 大于 C_b , 故 D 错误。

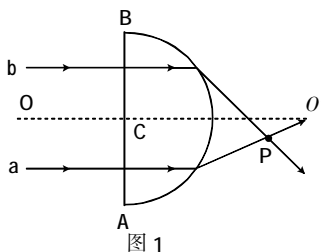


图 1

5. C

提示 发生全反射的必要条件是: 光必须从光密介质射入光疏介质, 即从折射率大的介质射入折射率小的介质, 所以当内芯的折射率比外套的大时, 光在内芯与外套的界面上才能发生全反射, 故 A 错误; 由图可知 b 光偏转角度大, 说明光导纤维对 b 光的折射率大, 根据光的频率与折射率的关系可知 b 光的频率大, 由 $E=h\nu$ 可知 b 光光子的能量大于 a 光光子的能量, 故 B 错误; 光导纤维对 b 光的折射率大, 根据公式 $v=\frac{c}{n}$, 知在内芯中单色光

a 的传播速度比 b 大, 故 C 正确; 从左端面入射的光线, 入射角越大, 折射角越大, 根据几何知识得知, 光线射到内芯与外套的界面上时入射角越小, 越不容易产生全反射, b 的频率大, 则光导纤维内芯相对于外套的折射率 b 光大, 根据 $\sin C=\frac{1}{n}$, 可知 b 光在光导纤维内芯与外套的界面处的临界角小, 所以在入射角由 θ_0 逐渐增大时, 光导纤维内芯与外套的界面处 a 光全反射现象先消失, 故 D 错误。

6. BD

提示 ①光的偏折程度较大, 则折射率较大, 蓝光的折射率大于红光的折射率, 所以①光是蓝光, ②是红光, 故 A 错误; 根据 $v=\frac{c}{n}$ 知, 蓝光的折射

率大, 在介质中的速度小, 则光束①比②传播速度更慢, 故 B 正确; 蓝光的折射率大, 频率大, 知蓝光的波长小, 因波长越长, 衍射现象越明显, 因此光束②比①更容易发生明显衍射现象, 故 C 错误; 蓝光的折射率大于红光的折射率, 而蓝光的波长小于红光的折射率波长, 干涉条纹的间距与波长成正比, 则若①光、②光先后通过同一双缝干涉装置, 则有光束①的条纹宽度比光束②的窄, 故 D 正确。

二、实验题

7. (1) A (2) 13.870 660

三、计算题

8. (1) 不能 (2) $1.0\times 10^{-9}\text{s}$

(1) 光路图如图 2 所示, 由折射定律有 $n=\frac{\sin 60^\circ}{\sin r}$

解得 $r=30^\circ$

由几何关系知, 光线到达 BC 边时, 入射角 $\theta=60^\circ$

由临界角公式有

$\sin C=\frac{1}{n}=\frac{\sqrt{3}}{3}<\sin \theta$

故光线到达 BC 边时, 将发生全反

射, 所以光线不能从 BC 边射出;

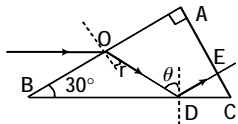


图 2

(2) 单色光在棱镜中的传播速度

$v=\frac{c}{n}=\sqrt{3}\times 10^8\text{m/s}$

由几何关系知

$\angle BDO=\angle CDE=30^\circ$, $d_{AC}=20\text{cm}$

则光在介质中的路程

$d_{OB}=d_{OC}=10\sqrt{3}\text{cm}$

所用时间 $t=\frac{d_{OB}}{v}=1.0\times 10^{-9}\text{s}$ 。

9. (1) $\sqrt{3}$ (2) $1.0\times 10^{-13}\text{s}$

提示 (1) 从 C 点射出的光线与 A 点的入射光线平行, 其光路图如图 3 所示。

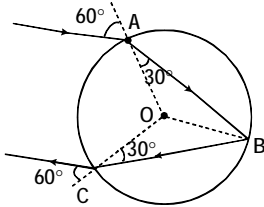


图 3

由几何关系得折射角为 $r=30^\circ$

由折射定律得 $n=\frac{\sin 60^\circ}{\sin r}$

解得玻璃的折射率为 $n=\sqrt{3}$;

(2) 玻璃球的半径为 $R=5\times 10^{-6}\text{m}$

由几何关系得 $x_{AB}=x_{BC}=2R\cos 30^\circ=5\sqrt{3}\times 10^{-6}\text{m}$

在玻璃中传播的速度为 $v=\frac{c}{n}$

在玻璃中传播的时间为 $t=\frac{x_{AB}+x_{BC}}{v}$

代入数据解得光从 A 点经 B 点折射到达 C 点的时间 $t=1.0\times 10^{-13}\text{s}$ 。

10. (1) 光束 1 在光束 2 的下方, 道威棱镜对图像的主要作用是翻转

(2) $(\sqrt{3}+3)\text{d}$

提示 (1) 作出光路图如图 4 所示, 光束 1 在光束 2 的下方, 道威棱镜对图像的主要作用是翻转。

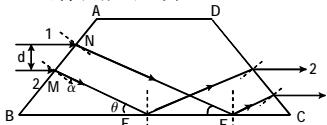


图 4

(2) 入射光线与 AB 的夹角为 45° , 由几何关系知

$MN=\frac{d}{\sin 45^\circ}$

由折射定律得 $\frac{\sin 45^\circ}{\sin \alpha}=n$

解得 $\sin \alpha=\frac{1}{2}$, 即 $\alpha=30^\circ$

$\triangle BME$ 中有折射光线与 BC 间夹

角为 $\theta=180^\circ-45^\circ-90^\circ-30^\circ=15^\circ$

光线与 BC 边交点 EF 之间距离为

$EF=\frac{MN}{\sin \theta}\cdot \cos 30^\circ$

$EF=\frac{\frac{d}{\sin 45^\circ}\cos 30^\circ}{\sin 15^\circ}=\frac{2\sqrt{6}d}{(\sqrt{6}-\sqrt{2})}$

$=(\sqrt{3}+3)d$ 。

第 23 期

第 3 版同步检测

一、选择题

1. B

2. BC

3. A

4. AD

提示 距离最近时 P 、 Q 速度相等, 由动量守恒有 $mv=3mv_{共}$, 解得 $v_{共}=\frac{1}{3}v$, 故 P

和 Q 相距最近时, P 的速度大小 $\frac{1}{3}v$, B 错误, A 正确; 由能量守恒定律得 $\frac{1}{2}mv^2=$

$E_p+\frac{1}{2}\cdot 3mv_{共}^2$, 解得 $E_p=\frac{1}{3}mv^2$, C 错误, D

正确。

5. A

提示 由 $x-t$ 图象可知, 碰撞前, $v_a=3\text{m/s}$, $v_b=0$, 碰撞后, $v_a'=-1\text{m/s}$, $v_b'=2\text{m/s}$, 碰撞前的总动能为 $\frac{1}{2}m_av_a^2+\frac{1}{2}m_bv_b^2=\frac{9}{2}\text{J}$,

碰撞后的总动能为 $\frac{1}{2}m_av_a'^2+\frac{1}{2}m_bv_b'^2=$

$\frac{9}{2}\text{J}$, 故机械能守恒; 碰撞前的总动量为

$m_av_a+m_bv_b=3\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 碰撞后的总动量为

$m_av_a'+m_bv_b'=3\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 故动量守恒。所以该碰撞属于弹性碰撞, A 正确。

6. B

提示 时间 t 内释放光子的能量 $E_{总}=P_{总}t$, 光子的总动量 $p=\frac{E_{总}}{c}=\frac{P_0t}{c}$,

由动量定理得 $2\eta p+(1-\eta)p=Ft$, 激光束对物体产生的压强 $p_{压强}=\frac{F}{S}$, 解得压强

为 $p_{压强}=\frac{(1+\eta)P_0}{cS}$, 故 B 正确。

7. D

提示 由图可知, 碰撞前 A 的速度为 $v_0=6\text{m/s}$; 碰撞后, A 的速度为 $v_A=-2\text{m/s}$, B 的速度为 $v_B=4\text{m/s}$, A 与 B 碰撞过程, 取碰撞前 A 的速度方向为正方向, 根据动量守恒定律得 $m_Av_0=m_Av_A+m_Bv_B$, 代入数据解得 B 的质量 $m_B=4\text{kg}$, 则 A、B 碰撞时的动能传递系数为 $k=$

$\frac{\frac{1}{2}m_Bv_B^2}{\frac{1}{2}m_Av_0^2}$, 解得 $k=\frac{8}{9}$, 故 D 正确。

8. C

提示 滑块从 A 到 B 过程, 小车与滑块组成的系统在竖直方向所受合外力不为零, 系统所受合外力不为零, 系统动量不守恒, 滑块从 B 到 C 过程系统所受合外力为零, 系统动量守恒, 整个过程, 小车和滑块组成的系统动量不守恒, 故 A 错误; 滑块到达 B 时的速度最大, 设滑块的速度大小为 v_1 , 小车的速度大小为 v_2 , 滑块从 A 到 B 过程系统在水平方向所受合外力为零, 系统在水平方向动量守恒, 以向右为正方向, 由动量守恒定律得 $mv_1-Mv_2=0$, 由机械能守恒定律得 $mgR=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}Mv_2^2$, 解得 $v_1=v_2=\sqrt{gR}$, 滑块运动过程中的最大速度为 \sqrt{gR} , 故 B 错误; 滑块从 B 到 C 过程系统所受合外力为零, 系统动量守恒, 滑块到达 C 时滑块与小车速度都为零, 设滑块从 B 到 C 过程小车的位移大小为 x , 则滑块的位移大小为 $L-x$, 小车与滑块的运动时间相等, 以向右为正方向, 由动量守恒定律得 $m\frac{L-x}{t}-M\frac{x}{t}=0$, 解得 $x=\frac{L}{2}$, 故 C

正确; 滑块到达 B 点时, 滑块对小车的压力最大, 小车对滑块的支持力 F 与滑块重力的合力提供向心力, 由牛顿第二定律得 $F-mg=m\frac{(v_1+v_2)^2}{R}$, 解得 $F=$

$5mg$, 由牛顿第三定律可知, 滑块对小车的最大压力大小为 $5mg$, 方向竖直向下, 故 D 错误。

二、实验题

9. (1) CD (2) $\sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$

(3) $mv_0=(m+M)\sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$

提示 (1)(2) 子弹射中摆锤后留在其中一起向上摆动, 当摆到最高点时, 根据机械能守恒定律有 $(m+M)gh=\frac{1}{2}(m+M)v^2$, 其中高度 $h=l(1-\cos\theta)$, 则 $v=\sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$, 故要得到一起向上摆动的速度 v , 需要测量摆线的长 l 和最大偏角 θ , 故选 CD。

(3) 以水平向右为正方向, 子弹与摆锤作用过程中动量守恒 $mv_0=(m+M)v$, 将 $v=\sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$ 代入上式可得 $mv_0=(m+M)\sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$ 。

三、计算题

10. (1) 0.1kg 0.2kg (2) 2.4m/s

(3) 0.39s

提示 (1) 释放两球过程, 系统动量守恒, 以向左为正方向, 由动量守恒定律得

$m_Av_A-m_Bv_B=0$

对两球与弹簧组成的系统, 由机械能守恒定律得

$E_p=\frac{1}{2}m_Av_A^2+\frac{1}{2}m_Bv_B^2$

由题意可知 $E_p=1.2\text{J}$

代入数据解得

$m_A=0.1\text{kg}$, $m_B=0.2\text{kg}$;

(2) 设 A 与凹槽第一次碰撞后瞬间 A 的速度大小为 v_{A1} , 凹槽的速度大小为 v , A 与凹槽发生弹性碰撞, 碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒, 以向左为正方向, 由动量守恒定律得

$m_Av_A=m_Av_{A1}+Mv$

由机械能守恒定律得

$\frac{1}{2}m_Av_A^2=\frac{1}{2}m_Av_{A1}^2+\frac{1}{2}Mv^2$

代入数据解得

$v_{A1}=-2.4\text{m/s}$, $v=1.6\text{m/s}$, A 的速度大小为 2.4m/s, 负号表示 A 的速度方向向右;

(3) 从释放小球到 A 与凹槽碰撞需要的时间

$t_1=\frac{\frac{L}{2}}{v_A}=\frac{\frac{2}{2}}{4}\text{s}=0.25\text{s}$

该时间内 B 的位移大小

$x_B=v_Bt_1=2\times 0.25\text{m}=0.5\text{m}$

从 A 与凹槽发生碰撞到 B 与凹槽第一次发生碰撞需要的时间

$t_2=\frac{\frac{L}{2}-x_B}{v+v_B}=\frac{\frac{2}{2}-0.5}{1.6+2}\text{s}\approx 0.14\text{s}$

释放弹簧后, B 球与凹槽发生第一次碰撞需要的时间

$t=t_1+t_2=(0.25+0.14)\text{s}=0.39\text{s}$ 。

11. (1) 4m/s (2) 45N, 方向竖直向下 (3) 2.24m

提示 (1) 小物块从 A 点到 B 点做平抛运动, 设小物块做平抛运动的时间为 t , 则有 $H-h=\frac{1}{2}gt^2$

设小物块到达 B 点时竖直分速度为 v_y , 则 $v_y=gt$

由以上两式解得 $v_y=3\text{m/s}$

由题意知, 小物块到达 B 点时速度方向与水平面的夹角为 37° , 则