

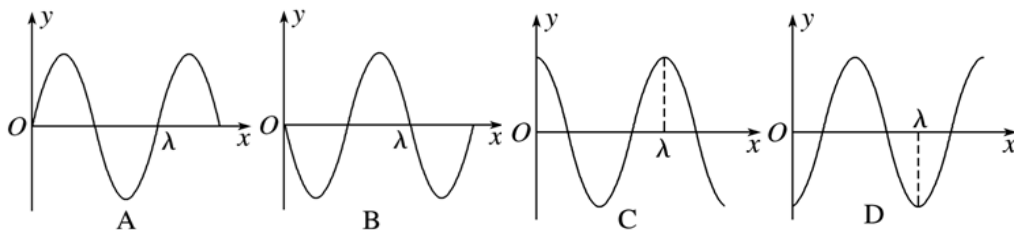
江苏省仪征中学高二物理午间练习

命题人：夏雪芬

2021.4.8

一、选择题：

1. 一列简谐横波在均匀介质中沿 x 轴负方向传播，已知 $x = \frac{5}{4}\lambda$ 处质点的振动方程为 $y = A\cos(\frac{2\pi}{T}t)$ ，则 $t = \frac{3}{4}T$ 时刻的波形图正确的是()



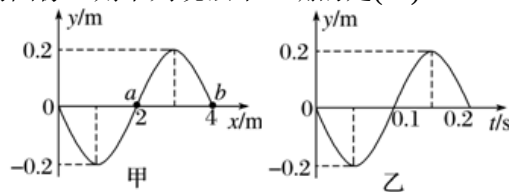
2. 图示为某同学设计的一个简易温度计，一根透明吸管插入导热良好的容器，连接处密封，在吸管内注入一小段油柱，外界大气压保持不变。将容器放入热水中，观察到油柱缓慢上升，下列说法正确的是()

- A. 气体对外做的功大于吸收的热量
- B. 气体对外做的功等于吸收的热量
- C. 容器内壁的单位面积上受到气体分子的平均作用力增大
- D. 容器内壁的单位面积上受到气体分子的平均作用力大小不变



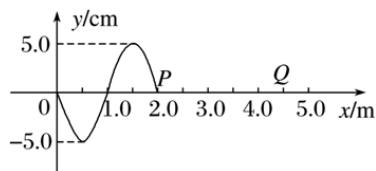
3. 如图甲所示为一列沿 x 轴传播的简谐横波在 $t=0$ 时刻的波形图。图乙表示该波传播的介质中 $x=2\text{ m}$ 处的 a 质点从 $t=0$ 时刻起的振动图像。则下列说法不正确的是()

- A. 波传播的速度为 20 m/s
- B. 波沿 x 轴负方向传播
- C. $t=0.25\text{ s}$ 时，质点 a 的位移沿 y 轴负方向
- D. $t=0.25\text{ s}$ 时， $x=4\text{ m}$ 处的质点 b 的加速度沿 y 轴负方向



4. 一列向右传播的简谐横波，当波传到 $x=2.0\text{ m}$ 处的 P 点时开始计时，该时刻波形如图所示， $t=0.9\text{ s}$ 时，观察到质点 P 第三次到达波峰位置，下列说法不正确的是()

- A. 波速为 0.5 m/s
- B. 经过 1.4 s 质点 P 运动的路程为 70 cm
- C. $t=1.6\text{ s}$ 时， $x=4.5\text{ m}$ 处的质点 Q 第三次到达波谷
- D. 与该波发生干涉的另一列简谐横波的频率一定为 2.5 Hz



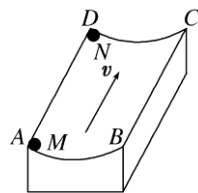
二、计算题：

5. 一列简谐横波在介质中沿 x 轴正向传播，波长不小于 10 cm 。 O 和 A 是介质中平衡位置分别位于 $x=0$ 和 $x=5\text{ cm}$ 处的两个质点。 $t=0$ 时开始观测，此时质点 O 的位移为 $y=4\text{ cm}$ ，质点 A 处于波峰位置； $t=\frac{1}{3}\text{ s}$ 时，质点 O 第一次回到平衡位置， $t=1\text{ s}$ 时，质点 A 第一次回到平衡位置。求

- (1) 简谐波的周期、波速和波长；
- (2) 质点 O 的位移随时间变化的关系式。

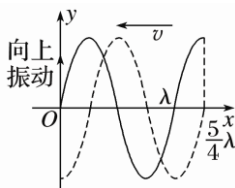
6. 如图所示，小球 M 自 A 点以向 AD 方向的初速度 v 逐渐接近固定在 D 点的小球 N ，已知弧 AB 长为 0.8 m ， AB 圆弧的半径 $R=10\text{ m}$ ， $AD=10\text{ m}$ ， A 、 B 、 C 、 D 在同一水平面上，问：

- (1) 小球作什么运动？
- (2) 则 v 多大时，才能使 M 恰好碰到小球 N ？（ g 取 10 m/s^2 ，不计一切摩擦）



2021. 4. 8 午间练参考答案

1. 答案 D。解析 由题意知, $t=0$ 时, $x=\frac{5}{4}\lambda$ 处的质点位于波峰($y=A$), 则 $x=0$ 处质点恰好位于 $y=0$ 的平衡位置, 其波形如图中实线所示. 因为该简谐横波沿 x 轴负方向传播, 所以 $t=\frac{3}{4}T$ 时刻, $x=0$ 处质点恰振动到最低点, $x=\frac{5}{4}\lambda$ 处质点在平衡位置并且向上振动, 故 $t=\frac{3}{4}T$ 时的波形如图中虚线所示, 选项 D 正确.



2. D

3. 答案 B。解析 由题图乙知, 质点的振动周期为 $T=0.2$ s, 由题图甲知, 波长 $\lambda=4$ m, 则波速为 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{4}{0.2}$ m/s=20 m/s, 故 A 正确; 由题图乙知, $t=0$ 时刻, 质点 a 向下运动, 根据题图甲可知, 该波沿 x 轴正方向传播, 故 B 错误; 质点的振动周期为 $T=0.2$ s, 所以质点 a 在 $t=0.25$ s 的时刻的振动情况与 $t=0.05$ s 时刻的振动情况相同, 即处于负的最大位移处, 所以 a 的位移沿 y 轴负方向, 故 C 正确; 由题图甲可知, a 质点和 b 质点的平衡位置相距半个波长, 振动情况总是相反, 所以在振动过程中任意时刻的位移都相反, 所以在 $t=0.25$ s 时, 质点 b 处于正的最大位移处, 加速度沿 y 轴负方向, 故 D 正确.

4. 答案 A。解析 由题图可知这列波的波长为 2.0 m, 同时每一个质点开始振动的方向是 $+y$ 方向. 从 0 时刻开始到 0.9 s, 质点 P 恰好第三次到达波峰, 表示经过了 94 个周期, 得出周期 $T=0.4$ s, 所以波速 $v=\lambda/T=5$ m/s, 故 A 错误; 经过 1.4 s 质点 P 恰好完成 312 个周期, 所以路程为 70 cm, 故 B 正确; 经过 $t_1=2.55$ s=0.5 s 该波传到质点 Q, 剩下的 1.1 s 质点 Q 恰好完成 234 个周期, 则质点 Q 恰好第三次到达波谷, 故 C 正确; 该波的频率为 $f=1/T=2.5$ Hz, 频率相等是发生干涉的条件, 故 D 正确.

5. 解析: (1) 设振动周期为 T . 由于质点 A 在 0 到 1 s 内由最大位移处第一次回到平衡位置, 经历的是 $\frac{1}{4}$ 个周期, 由此可知 $T=4$ s ①

由于质点 O 与 A 的距离 5 cm 小于半个波长, 且波沿 x 轴正向传播, O 在 $t=\frac{1}{3}$ s 时回到平衡位置, 而 A 在 $t=1$ s 时回到平衡位置, 时间相差 $\frac{2}{3}$ s. 两质点平衡位置的距离除以传播时间, 可得波的速度 $v=7.5$ cm/s ②

利用波长、波速和周期的关系得, 简谐波的波长 $\lambda=30$ cm. ③

(2) 设质点 O 的位移随时间变化的关系为

$$y=A\cos\left(\frac{2\pi t}{T}+\varphi_0\right) \quad ④$$

将①式及题给条件代入上式得

$$\begin{cases} 4=A\cos\varphi_0 \\ 0=A\cos\left(\frac{\pi}{6}+\varphi_0\right) \end{cases} \quad ⑤$$

解得 $\varphi_0 = \frac{\pi}{3}$, $A = 8 \text{ cm}$ ⑥

质点 O 的位移随时间变化的关系式为

$$y = 0.08 \cos\left(\frac{\pi t}{2} + \frac{\pi}{3}\right) (\text{m}), \text{ 或 } y = 0.08 \sin\left(\frac{\pi t}{2} + \frac{5\pi}{6}\right) (\text{m}).$$

6. 解析: (1) 小球 M 的运动由两个分运动合成: 一是以速度 v 沿 AD 方向的匀速直线运动; 二是在圆弧面 $\overline{AB}$ 方向上的往复运动。因为 $\overline{AB} \ll R$, 所以小球在圆弧上的往复运动可等效为摆长为 R 的单摆的简谐运动。

$$\begin{aligned} (2) \text{ 简谐运动具有等时性, 其周期 } T &= 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} & \text{①} \\ \text{设小球 M 恰好能碰到小球 N, 则: } AD &= vt & \text{②} \\ \text{且满足 } t &= nT \quad (n=1, 2, 3 \dots) & \text{③} \end{aligned}$$

$$\text{联立①②③式解得 } v = \frac{5}{n\pi} \text{ m/s } (n=1, 2, 3, \dots).$$