

2019-2020 学年下学期高二年级 3 月月考

# 物理试卷

满分：100 分 时间：90 分钟

一、选择题：本题共10小题，每小题4分，共40分。在每小题给出的四个选项中，第1~6题只有一项符合题目要求，第7~10题有多项符合题目要求。全部选对的得4分，选对但不全的得2分，有选错的得0分。

1. 弹簧振子在光滑水平面上做简谐运动，在振子向着平衡位置运动的过程中( )
- A. 振子的速度逐渐减小                      B. 振子离开平衡位置的位移逐渐增大
- C. 振子的速度逐渐增大                      D. 振子的加速度逐渐增大

【答案】C

【解析】振子的位移指由平衡位置指向振动物体所在位置的有向线段，因而向平衡位置运动时位移逐渐减小，B错误；物体向着平衡位置运动时，物体的速度逐渐增大，A错误，C正确；物体向着平衡位置运动时回复力逐渐减小，由牛顿第二定律可知，加速度也减小，D错误。

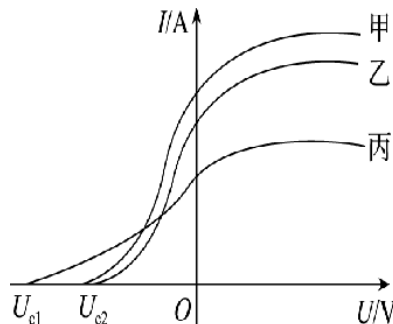
2. 关于机械振动与机械波说法不正确的是( )
- A. 机械波的频率等于振源的振动频率
- B. 质点振动的方向总是垂直于波传播的方向
- C. 在一个周期内, 沿着波的传播方向, 振动在介质中传播一个波长的距离
- D. 机械波在介质中传播的速度由介质本身决定

【答案】B

【解析】机械波的频率就是振源的振动频率，故A正确；波分横波和纵波，纵波的质点振动方向与波的传播方向在同一条直线上，故B错误；由  $v = \frac{\lambda}{T}$  可知，在一个周期内，沿波的传播方向，振动在介质中传播一个波长的距离，故C正确；机械波在介质中传播的速度由介质本身决定，故D正确。

3.在光电效应实验中,小琦同学用同一光电管在不同实验条件下得到了三条光电流与电压之间的关系曲线(甲光、乙光、丙光),如图所示,则可判断出( )

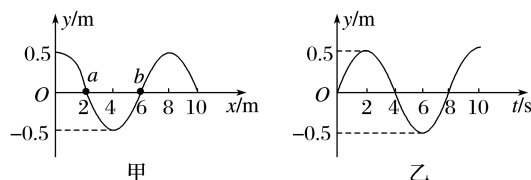
- A. 甲光的频率大于乙光的频率  
B. 乙光的波长大于丙光的波长  
C. 乙光对应的截止频率大于丙光的截止频率  
D. 甲光对应的光电子最大初动能大于丙光的光电子最大初动能



【答案】B

4. 图甲为一列简谐横波在某一时刻的波形图,  $a$ 、 $b$ 两质点的横坐标分别为  $x_a = 2\text{ m}$  和  $x_b = 6\text{ m}$ , 图乙为质点  $b$  从该时刻开始计时的振动图象。下列说法正确的是( )

- A. 该波沿  $+x$  方向传播, 波速为  $1\text{ m/s}$
- B. 质点  $a$  经  $4\text{ s}$  振动的路程为  $4\text{ m}$
- C. 此时刻质点  $a$  的速度沿  $+y$  方向
- D. 质点  $a$  在  $t = 2\text{ s}$  时速度为零

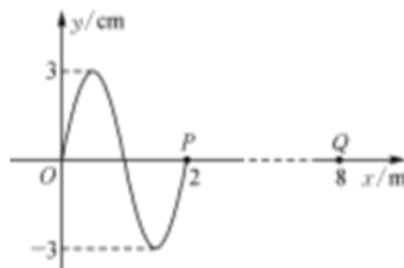


【答案】D

【解析】由题图可知, 该简谐横波波长为  $\lambda = 8\text{ m}$ , 周期  $T = 8\text{ s}$ , 所以波速为  $v = \frac{\lambda}{T} = 1\text{ m/s}$ , 该时刻开始质点  $b$  向上运动, 所以该波沿  $-x$  方向传播, A 错误; 经过  $4\text{ s}$  (半个周期) 质点  $a$  振动的路程为  $2A = 1\text{ m}$ , B 错误; 此刻质点  $a$  运动方向与质点  $b$  相反, 沿  $-y$  方向, C 错误; 在  $t = 2\text{ s}$  时质点  $a$  在波谷处, 速度为  $0$ , D 正确。

5. 如图所示, 一列简谐横波沿  $x$  轴正方向传播,  $t=0$  时刻波传播到  $x=2\text{ m}$  处的  $P$  点, 再经过  $0.3\text{ s}$ , 质点  $P$  第一次到达波峰, 质点  $Q$  在  $x=8\text{ m}$  处, 则( ) .

- A. 该列波的周期为  $1.2\text{ s}$
- B. 该列波传播的速度大小为  $4\text{ m/s}$
- C.  $t=3\text{ s}$  时刻,  $Q$  点第一次到达波谷
- D. 当质点  $Q$  运动的路程为  $6\text{ cm}$  时, 质点  $P$  运动的路程为  $42\text{ cm}$



【答案】D

【解析】

【详解】

A. 设该列波的周期为  $T$ , 由题意可知,  $\frac{3}{4}T = 0.3\text{ s}$ ,  $T = 0.4\text{ s}$ , A 项错误;

B. 该列波传播的速度大小为

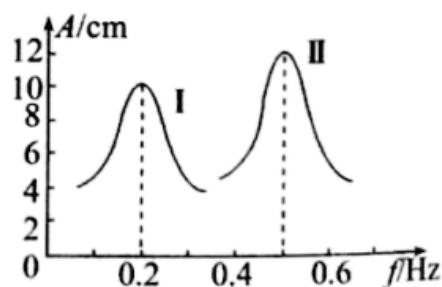
$$v = \frac{\lambda}{T} = 5\text{ m/s}$$

B 项错;

C. 当  $Q$  点第一次到达波谷时  $t = \frac{8-1.5}{5} \text{ s} = 1.3 \text{ s}$ , C 项错误;

D. 当质点  $Q$  运动的路程为  $6 \text{ cm}$  时, 质点  $Q$  振动了半个周期, 此时质点  $P$  振动了  $3.5$  个周期, 质点  $P$  运动的路程为  $4A \times 3.5 = 42 \text{ cm}$ , D 项正确;

6. 如图所示为单摆在两次受迫振动中的共振曲线, 则下列说法不正确的是 ( )



A. 若两次受迫振动分别在月球和地球上进行, 且摆长相同, 则图线 I 表示月球上单摆的共振曲线

B. 若两次受迫振动是在地球上同一地点进行, 则两次摆长之比  $L_1 : L_2 = 25 : 4$

C. 图线 II 若是在地球上完成的, 则该摆摆长约为  $1 \text{ m}$

D. 若摆长均为  $1 \text{ m}$ , 则图线 I 是在地球上完成的

**【答案】D**

**【解析】**

**【详解】**

A. 若两次受迫振动分别在月球和地球上进行, 因为图线 I 单摆的固有频率较小, 则固有周期较大, 根据  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  知, 摆长相同时, 周期大的重力加速度小, 月球表面的重力加速度小于地球表面的重力加速度, 则图线 I 是月球上单摆的共振曲线, 故选项 A 不合题意;

B. 若两次受迫振动均在地球上同一地点进行的, 则重力加速度相等, 因为固有频率比为  $2:5$ , 则固有周期之比为  $5:2$ , 根据  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  知, 摆长之比为  $25:4$ , 故选项 B 不合题意;

C. 图线 II 若是在地球表面上完成的, 则固有频率为  $f = 0.5 \text{ Hz}$ , 固有周期  $T = 2 \text{ s}$ , 由  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  可知, 摆长  $l \approx 1 \text{ m}$ , 故选项 C 不合题意;

D. 若摆长均为  $1 \text{ m}$ , 图线 I 的固有频率为  $f = 0.2 \text{ Hz}$ , 则固有周期  $T = 5 \text{ s}$ , 由  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  可知, 重力加速度  $g = 1.58 \text{ m/s}^2$ , 图线 I 不應該是在地球上完成的, 故选项 D 符合题意。

7. (多选) 欲使处于基态的氢原子激发, 下列措施可行的是 ( )

- A. 用 12.09 eV 的光子照射
- B. 用 13 eV 的光子照射
- C. 用 14 eV 的光子照射
- D. 用 13 eV 的电子碰撞

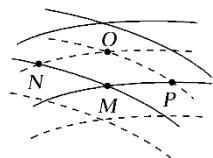
$n$	$E/\text{eV}$
$\infty$	0
5	-0.54
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.4
1	-13.6

【答案】ACD

8. (多选) 关于原子核的结合能, 下列说法正确的是( )
- A. 原子核的结合能等于使其完全分解成自由核子所需的最小能量
  - B. 一重原子核衰变成  $\alpha$  粒子和另一原子核, 衰变产物的结合能之和一定大于原来重核的结合能
  - C. 自由核子组成原子核时, 其质量亏损所对应的能量大于该原子核的结合能
  - D. 比结合能越大, 原子核越不稳定

【答案】AB

9. (多选) 如图所示, 实线与虚线分别表示振幅、频率均相同的两列简谐横波的波峰和波谷, 此刻,  $M$  是波峰与波峰的相遇点. 设这两列波的振幅均为  $A$ , 则下列说法正确的是( )



- A.  $O$ 、 $M$  连线的中点是振动加强的点, 其振幅为  $2A$
- B.  $P$ 、 $N$  两处的质点始终处在平衡位置
- C. 随着时间的推移,  $M$  处的质点将向  $O$  处移动
- D. 从此刻起, 经过四分之一周期,  $M$  处的质点到达平衡位置, 此时位移为零

【答案】ABD

【解析】

【详解】

$O$ 、 $M$  连线的中点是振动加强区的点, 其振幅为  $2A$ , 选项 A 正确;  $P$ 、 $N$  两处的质点处于波峰和波谷的相遇点, 两列波在这两处的位移始终相反, 合位移为 0, 选项 B 正确; 质点并不随波迁移, 选项 C 错误; 从此刻起, 经过四分之一周期, 两列波在  $M$  点的振动均达到平衡位置, 合位移为零, 选项 D 正确;

10. 一列简谐横波沿直线传播, 该直线上的  $a$ 、 $b$  两点相距 4.42 m. 图 10 中实、虚两条曲线分别表示平衡位置在  $a$ 、 $b$  两点处质点的振动曲线. 从图示可知 ( );

- A. 此列波的频率一定是 10Hz  
 B. 此列波的波长一定是 0.1m  
 C. 此列波的传播速度可能是 34 m/s  
 D.  $a$  点一定比  $b$  点距波源近

【答案】AC

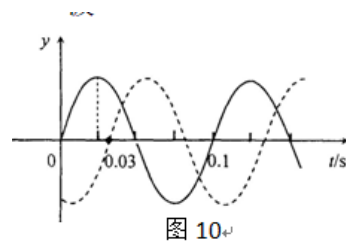


图 10

解析：本题比上面例题要难些，因为在 0 时刻时， $b$  点不是特殊位置。仅靠两个质点的振动图不能判断出波的传播方向。因此 D 是错误的。但照样依上题那样画图，找到 0 时刻时  $a$ 、 $b$  的振动状态： $a$  位于平衡位置向上运动， $b$  负位移向下运动。

(1) 若波向右传播，则可画出如图 11 所示。

$$\text{由于波是匀速运动，故 } S_{ab} = n\lambda + S_{\square} = n\lambda + \frac{0.03}{0.1}\lambda = n\lambda + \frac{3}{10}\lambda = 4.42$$

$$\text{波长为： } \lambda = \frac{44.2}{10n+3} (m)$$

$$\text{波速为： } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{442}{10n+3} (m/s) \quad n=1 \text{ 时， } v = 34 m/s。 \text{ 故 B 错， C 正确。}$$

(2) 若波向左传播，则可画出如图 12 所示。

$$\text{由于波是匀速运动，故 } S_{ab} = n\lambda + S_{\square} = n\lambda + \frac{0.07}{0.1}\lambda = n\lambda + \frac{7}{10}\lambda = 4.42$$

$$\text{波长为： } \lambda = \frac{44.2}{10n+7} (m)$$

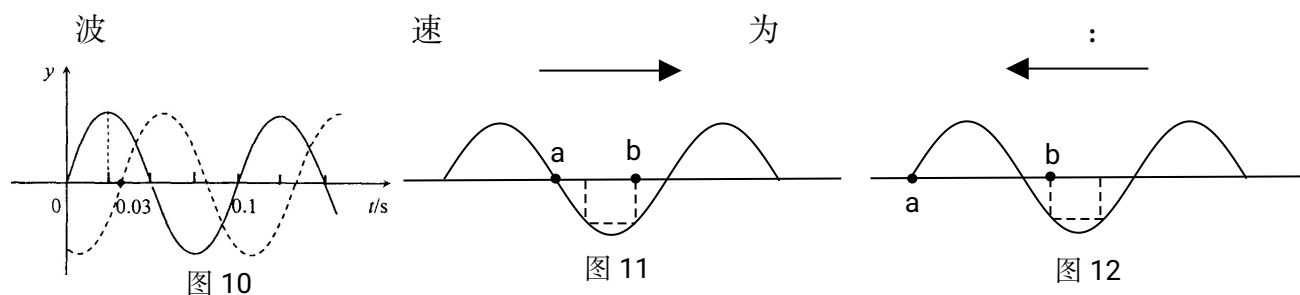


图 10

图 11

图 12

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{442}{10n+7} (m/s)$$

本题的正确答案为：A、C。

## 二. 实验题 (两小题, 共 15 分)

11. (6分) 利用“插针法”测定玻璃的折射率，所用的玻璃砖两面平行. 正确操作后，做出的光路图及测出的相关角度如图1所示.

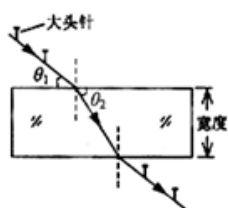


图1

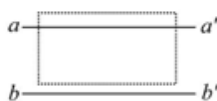


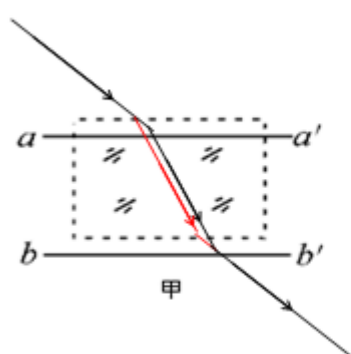
图2



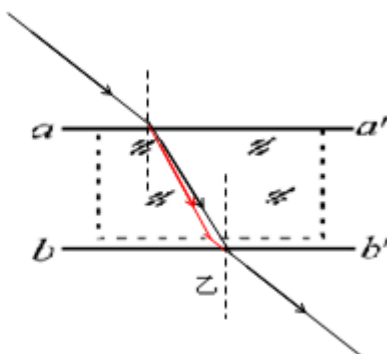
图3

- (1) 此玻璃的折射率计算式为  $n = \frac{\sin(90^\circ - \theta_1)}{\sin(90^\circ - \theta_2)}$  (用图中的  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  表示)；
- (2) 如果有几块宽度大小不同的平行玻璃砖可供选择，为了减少误差，应选用宽度\_\_\_\_\_ (选填“大”或“小”) 的玻璃砖来测量；
- (3) 甲同学在纸上正确画出玻璃砖的两个界面  $aa'$  和  $bb'$  后，不小心碰了玻璃砖使它向  $aa'$  方向平移了少许，如图2所示. 则他测出的折射率将\_\_\_\_\_ (选填“偏大”、“偏小”或“不变”)；
- (4) 乙同学在画界面时，不小心将两界面  $aa'$ 、 $bb'$  间距画得比玻璃砖宽度大些，如图3所示，则他测得的折射率\_\_\_\_\_ (选填“偏大”、“偏小”或“不变”).

解：(1) 玻璃的折射率为：  $n = \frac{\sin(90^\circ - \theta_1)}{\sin(90^\circ - \theta_2)} = \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$ . (1分)



甲



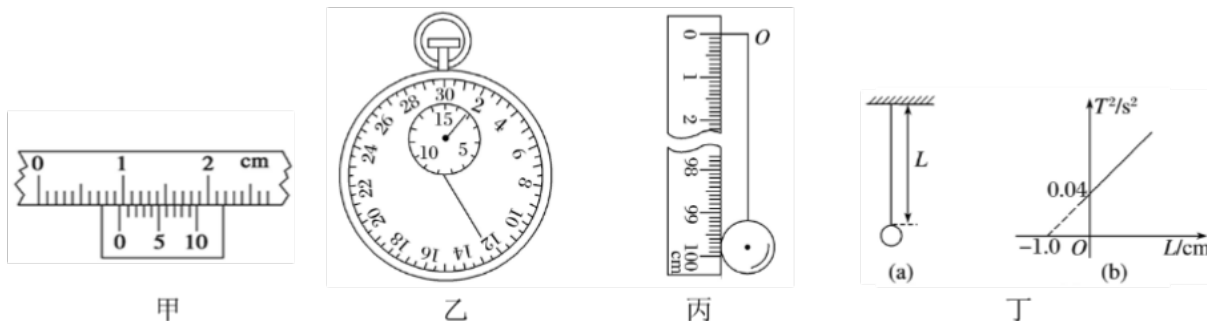
乙

- (2) 为了减少误差，应选用宽度大的玻璃砖来测量. (1分)
- (3) 如下左图所示，红线表示将玻璃砖向上平移后实际的光路图，而黑线是作图时所采用的光路图，通过比较发现，入射角和折射角没有变化，则由折射定律  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$  得知，测得的折射率将不变.
- (4) 如下右图所示. 红线表示将玻璃砖向上平移后实际的光路图，而黑线是作图时所采用的光路图，可见，入射角没有变化，折射角的测量值偏大，则由  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$  得，折射率测量值偏小；

故答案为：(1)  $\frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$  (1分)；(2) 大(1分)；(3) 不变(2分)；(4) 偏小(2分).

12. (9分) 某实验小组在利用单摆测定当地重力加速度的实验中：

(1)用游标卡尺测定摆球的直径,测量结果如图甲所示,则该摆球的直径为\_\_\_\_\_ cm。摆动时偏角满足的条件是偏角小于 $5^\circ$ ,为了减小测量周期的误差,计时开始时,摆球应是经过最\_\_\_\_\_ (填“高”或“低”)点的位置,且用停表测量单摆完成多次全振动所用的时间,求出周期。图乙中停表示数为一单摆全振动50次所需时间,则单摆振动周期为\_\_\_\_\_。



(2)用最小刻度为1 mm的刻度尺测摆长,测量情况如图丙所示, $O$ 为悬挂点,从图丙中可知单摆的摆长为\_\_\_\_\_ m。

(3)若用 $L$ 表示摆长, $T$ 表示周期,那么重力加速度的表达式为 $g=_____$ 。

(4)考虑到单摆振动时空气浮力的影响后,学生甲说:“因为空气浮力与摆球重力方向相反,它对球的作用相当于重力加速度变小,因此振动周期变大。”学生乙说:“浮力对摆球的影响好像用一个轻一些的摆球做实验,因此振动周期不变”,这两个学生中\_\_\_\_\_。

- A. 学生甲的说法正确
- B. 学生乙的说法正确
- C. 两学生的说法都是错误的

(5)某同学用单摆测量当地的重力加速度。他测出了摆线长度 $L$ 和摆动周期 $T$ ,如图丁(a)所示。通过改变悬线长度 $L$ ,测出对应的摆动周期 $T$ ,获得多组 $T$ 与 $L$ ,再以 $T^2$ 为纵轴、 $L$ 为横轴画出函数关系图象如图丁(b)所示。由图象可知,摆球的半径 $r=_____$  m,当地重力加速度 $g=_____$   $\text{m/s}^2$  (结果保留两位小数);由此种方法得到的重力加速度值与实际的重力加速度值相比会\_\_\_\_\_ (选填“偏大”“偏小”或“一样”)。

**【答案】** (1)0.97 低 2.05 (2)0.9980 (3) $\frac{4\pi^2 L}{T^2}$  (4)A (5)0.01 9.86

一样

**【解析】** (1)摆球的直径为:  $0.9 \text{ cm} + 0.1 \text{ mm} \times 7 = 0.97 \text{ cm}$ ; 摆球经过最低点时小球速度最大,容易观察和计时;图甲中停表的示数为  $1.5 \text{ min} + 12.5 \text{ s} = 102.5 \text{ s}$ ,则周期  $T = \frac{102.5}{50} \text{ s} = 2.05 \text{ s}$ ;

(2)从悬点到球心的距离即为摆长,可得  $L = 0.9980 \text{ m}$ ;

(3)由单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可得 $g=\frac{4\pi^2L}{T^2}$ ;

(4)由于受到空气浮力的影响,小球的质量没变而相当于小球所受重力减小,即等效重力加速度减小,因而振动周期变大,A正确;

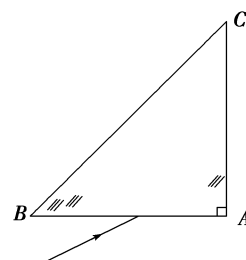
(5) $T^2$ 与 $L$ 的图象,应为过原点的直线,由横轴截距得,球的半径应为 $1.0\times 10^{-2}\text{m}$ ;图象斜率 $k=\frac{T^2}{L}=\frac{0.04}{1.0\times 10^{-2}}=4$ ,而 $g=\frac{4\pi^2L}{T^2}$ ,故 $g=\frac{4\pi^2}{4}=\pi^2=9.96$ ,根据以上推导,斜率不变,重力加速度不变,故对 $g$ 的没有影响,得到的重力加速度值与实际的重力加速度值一样。

二、计算题(本题共4小题,共45分。按题目要求做答,解答题应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤,只写出最后答案的不能得分,有数值计算的题,答案中必须明确写出数值和单位)。

13. (9分)如图所示,某棱镜的横截面为等腰直角三角形 $ABC$ ,其折射率为 $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ 。一束单色光从 $AB$ 面入射,恰好在 $AC$ 面上发生全反射,求:

(1)光在 $AB$ 面的入射角的正弦值;

(2)光在棱镜中的传播速度。

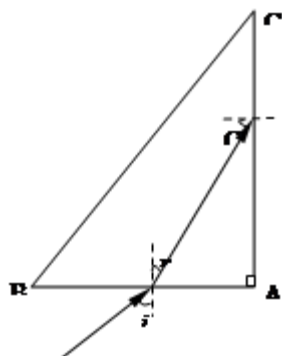


【答案】(1)  $\sin i = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ; (2)  $v = \frac{c}{n} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times 10^8 \text{ m/s}$

【解析】

【详解】

(1) 光路如图





$$\sin C = \frac{1}{n}$$

$$\text{得 } C = 60^\circ \quad r = 30^\circ$$

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

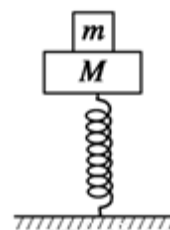
$$\text{解得 } \sin i = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$(2) \quad v = \frac{c}{n} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times 10^8 \text{ m/s}$$

14. (12分) 如图所示, 质量为  $m=0.5\text{kg}$  的物体放在质量为  $M=4.5\text{kg}$  的平台上, 随平台上、下做简谐运动。设在简谐运动过程中, 二者始终保持相对静止。已知轻弹簧的劲度系数为  $k=400\text{N/m}$ , 振幅为  $A=0.1\text{m}$ , 试求:

(1) 两者处于平衡位置时, 弹簧形变量。

(2) 二者一起运动到最低点时, 物体对平台的压力大小。



【答案】(1)  $x = 0.125\text{m}$ ; (2)  $9\text{N}$ 。

【解析】

【详解】

(1) 根据平衡条件, 有

$$F = (M + m)g$$

根据胡克定律, 有

$$F = kx$$

联立解得:

$$x = 0.125\text{m};$$

(2) 振幅为  $A=0.1\text{m}$ , 当到最低点时, 对整体, 有:

$$kA = (M + m)a;$$

对  $m$ , 有:

$$N - mg = ma ;$$

联立解得：

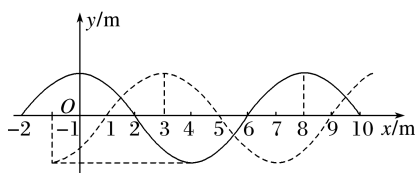
$$N = mg + \frac{mkA}{M + m} = \frac{0.5 \times 400 \times 0.1}{4.5 + 0.5} = 9 \text{ N}$$

根据牛顿第三定律，物体对平台的压力也为 9N。

15. (12分)如图所示的实线是一列简谐横波在 $t_1 = 0$ 时刻的波形，虚线是这列波在 $t_2 = 0.2 \text{ s}$ 时刻的波形。

(1)若波沿 $x$ 轴正方向传播，且这列波的周期 $T$ 满足： $2T < t_2 - t_1 < 3T$ ，则这列波的波速多大？

(2)若波速大小为65 m/s，则波的传播方向如何？



【解析】(1)若波向右传播，传播距离 $\Delta x$ 满足 $\Delta x = k\lambda + \frac{3}{8}\lambda$  ( $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ )

由 $\Delta t = \frac{\Delta x}{v}$ 知传播时间满足 $\Delta t = kT + \frac{3}{8}T$  ( $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ )

由于 $2T < t_2 - t_1 < 3T$ ，因此 $k = 2$ ，故 $\Delta t = 2T + \frac{3}{8}T$

由题图知 $\lambda = 8 \text{ m}$ ，根据波速公式 $v = \frac{\lambda}{T}$ ，解得 $v = 95 \text{ m/s}$

(2)波速大小为65 m/s时，波在 $\Delta t$ 时间内传播的距离为 $\Delta x = v\Delta t = 65 \times 0.2 \text{ m} = 13 \text{ m} = 1\frac{5}{8}\lambda$

$\lambda$

所以波沿 $x$ 轴负方向传播。

16. (12分)用速度大小为 $v$ 的中子轰击静止的锂核 ${}^6_3\text{Li}$ ，发生核反应后生成氦核和 $\alpha$ 粒子。生成的氦核速度方向与中子的初速度方向相反，氦核与 $\alpha$ 粒子的速度之比为7:8，中子的质量为 $m$ ，质子的质量可近似看做 $m$ ，光速为 $c$ 。

(1)写出核反应方程；

(2)求氦核和 $\alpha$ 粒子的速度大小；

(3)若核反应过程中放出的核能全部转化为 $\alpha$ 粒子和氦核的动能，求质量亏损。

(1)根据质量与电荷数守恒,则有:

$${}_0^1n + {}_3^6Li \rightarrow {}_1^3H + {}_2^4He;$$

(2)由动量守恒定律得

$$m_n v = -m_H v_1 + m_{He} v_2;$$

由题意得  $v_1 : v_2 = 7 : 8$

$$\text{解得: } v_1 = \frac{7}{11} v, v_2 = \frac{8}{11} v$$

(3)氦核和  $\alpha$  粒子的动能之和为

$$E_k = \frac{1}{2} \times 3mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 4mv_2^2 = \frac{403}{242} mv^2$$

释放的核能为

$$\begin{aligned}\Delta E &= E_k - E_{kn} \\ &= \frac{403}{242} mv^2 - \frac{1}{2} mv^2 \\ &= \frac{141}{121} mv^2\end{aligned}$$

由爱因斯坦质能方程得,质量亏损为

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{141mv^2}{121c^2};$$

答:(1)核反应方程

$${}_0^1n + {}_3^6Li \rightarrow {}_1^3H + {}_2^4He;$$

(2)氦核和  $\alpha$  粒子的速度大小分别为:

$$v_1 = \frac{7}{11} v, v_2 = \frac{8}{11} v;$$

(3)则质量亏损  $\frac{141mv^2}{121c^2}$ 。