

(2019—2020 学年 第二学期)

(考试时间 90 分钟)

题号	一	二	三	总分
分数				

## 一、选择题 (本大题共 10 个小题, 每小题 3 分, 共 30 分)

1. 一汽车的运动方程为  $x = 4 - 3t^2$  (SI制),  $t > 0$  时, 该汽车做: [ D ]

- (A) 匀速直线运动, 速度沿  $x$  轴正方向;  
 (B) 匀速直线运动, 速度沿  $x$  轴负方向;  
 (C) 变速直线运动, 速度沿  $x$  轴正方向;  
 (D) 变速直线运动, 速度沿  $x$  轴负方向。

2. 某物体在  $Oxy$  平面上运动, 运动方程为  $\vec{r} = \left(\frac{\rho}{8} + 4t^2\right)\vec{i} + (2t + t^3)\vec{j}$  (SI 制),则在  $t = 1\text{s}$  时质点的加速度为 (单位:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ): [ C ]

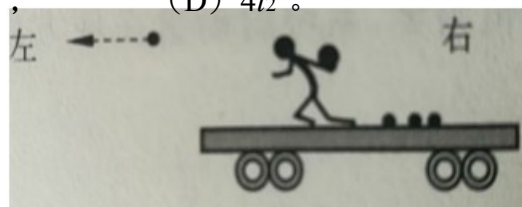
- (A)  $\vec{a} = 8\vec{i} + 5\vec{j}$  (B)  $\vec{a} = 4\vec{i} + 6\vec{j}$  (C)  $\vec{a} = 8\vec{i} + 6\vec{j}$  (D)  $\vec{a} = 8\vec{i} + 10\vec{j}$

3. 一质点由静止出发, 做半径  $R = 2\text{m}$  的圆周运动, 切向加速度的大小为  $a_t = 2\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ , 则任意时刻该质点法向加速度的大小为 (单位:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ): [ C ]

- (A) 2 ; (B)  $2t$  ; (C)  $2t^2$  ; (D)  $4t^2$  。

4. 某同学站在一辆静止的小车上, 小车放置  
在无摩擦的滑轨上。如果该同学向左扔出一个小球, 如图所示, 小车将会: [ A ]

- (A) 向右运动; (B) 向左运动;  
 (C) 静止不动; (D) 无法判断。



5. 对于一个质点的运动, 下列说法中正确的是: [ B ]

- (A) 如果动量变化, 动能也一定变化;  
 (B) 如果动量不变, 动能也一定不变;  
 (C) 如果动能不变, 动量也一定不变;  
 (D) 如果动能变化, 动量却不一定变化。

6. 将杨氏双缝干涉实验装置放入折射率为  $n$  的介质中, 其他条件和参数不变, 此时测得的条纹间距与在空气中做实验测得的条纹间距的比值为: [ B ]

- (A) 1 ; (B)  $\frac{1}{n}$  ; (C)  $n$  ; (D)  $n$  。

7. 在光学仪器的镜片上镀一层增反膜，当白光照射时，我们在反射光中观察到较强烈的红光，则下列说法中正确的是： [ A ]

- (A) 透射光中红光干涉减弱；
- (B) 透射光中红光干涉加强；
- (C) 透射光中红光的光程差是波长的整数倍；
- (D) 透射光中红光的光程差是半波长的偶数倍。

8. 在单缝夫琅禾费衍射实验中，波长为 $\lambda$ 的单色光垂直入射在宽度为 $a = 4\lambda$ 的单缝上，对应于衍射角为 $30^\circ$ 的方向，单缝处波阵面可分成的半波带数目为： [ C ]

- (A) 8 个；
- (B) 6 个；
- (C) 4 个；
- (D) 2 个。

9. 一束白光垂直照射在一光栅上，在形成的同一级光栅光谱中，离中央明纹最远的是： [ B ]

- (A) 紫光；
- (B) 红光；
- (C) 绿光；
- (D) 黄光。

10. 一束自然光以布儒斯特角入射到两种介质的界面，此时反射光为： [ D ]

- (A) 自然光；
- (B) 部分偏振光；
- (C) 振动方向平行于入射面的线偏振光；
- (D) 振动方向垂直于入射面的线偏振光。

二、小计算题（本大题共 8 个小题，每小题 5 分，共 40 分）

11. 一只在星际空间飞行的火箭，当它以恒定速率燃烧它的燃料时，其运动方程可表示为： $x = ut + u \ln \left( \frac{1}{1 - bt} \right)$ ，其中 $u$ 和 $b$ 都是正的常量。求此火箭的：

(1) 速度表达式； (2) 加速度表达式。

解：(1)  $v = \frac{dx}{dt} = u \ln \left( \frac{1}{1 - bt} \right)$  (3 分)

(2)  $a = \frac{dv}{dt} = \frac{ub}{1 - bt}$  (2 分)

12. 加速器实验中，一质子沿半径 $R = 2\text{m}$ 的圆周，按规律 $\theta = 8 + 3t^2$ （SI 制）运动。求该质子任意时刻的：(1) 角速度；(2) 角加速度。

解：  $\frac{d\theta}{dt} = 6t \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$  (3 分)

(1)  $\omega =$

(2)  $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = 6 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2}$  (2 分)

13. 质点在力  $F$  的作用下沿  $x$  轴运动, 已知力随时间的变化关系为  $F = 3t^2$ , 求在  $t = 0$  到  $t = 3 \text{ s}$  的时间间隔内, 力的冲量大小。

$$\text{解: } I = \int_0^3 F(t) dt = \int_0^3 3t^2 dt = t^3 \Big|_0^3 \quad (3 \text{ 分})$$

$$= 27 \text{ N} \cdot \text{s} \quad (2 \text{ 分})$$

14. 在棒球比赛中, 设棒球的质量为  $0.20 \text{ kg}$ , 投出时速度值为  $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , 被棒击回的速度值为  $50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , 方向相反。如果棒与球接触时间为  $0.002 \text{ s}$ , 求: (1) 棒球所受冲量的大小; (2) 打击的平均冲力的大小。

解: (1) 以击回的速度方向为正方向。

$$I = \Delta p = mv - mv_0 = 16 \text{ N} \cdot \text{s} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \quad F = \frac{I}{\Delta t} = 8000 \text{ N} \quad (3 \text{ 分})$$

15. 某单色光垂直照射在缝间距  $d = 0.30 \text{ mm}$  的杨氏双缝上, 屏到双缝的距离为  $D = 3.0 \text{ m}$ , 测出屏上相邻暗纹之间的距离  $\Delta x = 5.9 \text{ mm}$ , 则该单色光的波长是多少?

$$\text{解: } \Delta x = \frac{D}{d} \lambda \quad (3 \text{ 分})$$

$$\lambda = \frac{d}{D} \Delta x = 5.9 \times 10^{-7} \text{ m} \quad (2 \text{ 分})$$

16. 白光垂直照射到空气中一厚度  $e = 420 \text{ nm}$  的肥皂膜上, 肥皂膜的折射率  $n = 1.33$ , 在可见光的范围内 ( $400 \text{ nm} - 760 \text{ nm}$ ), 哪些波长的光在反射中增强?

$$\text{解: } 2ne + \frac{\lambda}{2} = k\lambda \quad (2 \text{ 分})$$

=

$$\lambda = \frac{4ne}{2k-1} = \frac{2234}{2k-1} \text{ nm} \quad (1 \text{ 分})$$

$$k = 2, \quad \lambda = 745 \text{ nm} \quad (1 \text{ 分})$$

$$k = 3, \quad \lambda = 447 \text{ nm} \quad (1 \text{ 分})$$

17. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 用单色光垂直照射缝面, 已知入射光波长为 632.8 nm, 第 3 级暗纹的衍射角为  $30^\circ$ , 求缝的宽度。

解:  $a \sin \theta = 3\lambda$  (3 分)

$$a = \frac{3\lambda}{\sin \theta} = 3.8 \times 10^{-6} \text{ m} \quad (2 \text{ 分})$$

18. 一束光强为  $I_0$  的自然光垂直通过两偏振片, 设两偏振片的偏振化方向间的夹角为  $30^\circ$ , 求这时的透射光强。

解: 自然光通过第一个偏振片后成为线偏振光:

$$I_1 = \frac{1}{2} I_0 \quad (2 \text{ 分})$$

线偏振光通过第二个偏振片, 根据马吕斯定律, 透射光强为:

$$I_2 = I_1 \cos^2 30^\circ = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 30^\circ = \frac{3}{8} I_0 \quad (3 \text{ 分})$$

三、综合计算题 (本大题共 3 个小题, 每小题 10 分, 共 30 分)

19. 已知质点由静止开始运动, 其运动方程为  $r(t) = 4 \cos t^2 \mathbf{i} + 4 \sin t^2 \mathbf{j}$ , 式中各量均采用国际单位制, 求: (1) 质点任意时刻的速度和速率; (2) 质点的轨道方程; (3) 第 2 秒末质点的法向加速度和切向加速度; (4) 第 2 秒末质点的角速度和角加速度。

解: (1)  $\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = -8t \sin t^2 \mathbf{i} + 8t \cos t^2 \mathbf{j}$ ;  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 8t$  (2 分)

$$(2) \quad x^2 + y^2 = 4^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$(3) \quad a_n = \frac{v^2}{R} \Big|_{t=2s} = 64 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}; \quad a_t = \frac{dv}{dt} \Big|_{t=2s} = 8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad (3 \text{ 分})$$

$$(4) \quad \omega = \frac{v}{R} \Big|_{t=2s} = 4 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}; \quad \alpha = \frac{a_t}{R} \Big|_{t=2s} = 2 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2} \quad (3 \text{ 分})$$

20. 质量为 1.0 kg 的物体, 在  $F = (1 + 3x^2) \text{ N}$  的力作用下沿  $x$  轴做直线运动,

1

物体在  $x = 0 \text{ m}$  处的速度为  $v_0 = 2.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。求: (1) 物体在 0 m 到 2 m 的运动过程中该力所做的功; (2) 物体在  $x = 2 \text{ m}$  处的速率; (3) 物体在  $x = 2 \text{ m}$  处的速度; (4) 物体在 0 m 到 2 m 的运动过程中该力的冲量。

解: (1)  $A = \int_0^2 F(x) dx = \int_0^2 (1 + 3x^2) dx = 30 \text{ J}$  (3 分)

(2)  $A = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ;  $v = 8.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (3 分)

(3)  $v = 8.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (1 分)

(4)  $I = mv - mv_0 = 6.0 \text{ N} \cdot \text{s}$  (3 分)

21. 氦-氖激光器发出的红光 (波长  $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ ) 垂直照射到某光栅上, 测得第 3 级光谱的衍射角为  $60^\circ$  试计算: (1) 该光栅的光栅常数; (2) 若换用另一光源, 测得其第 2 级光谱的衍射角为  $30^\circ$ , 求此光源发光的波长。 ( $\sqrt{3} = 1.732$ )

解: (1)  $(a + b)\sin\theta = 3\lambda$  (3 分)

$a + b = \frac{3\lambda}{\sin\theta} = 2192 \text{ nm}$  (2 分)

(2)  $(a + b)\sin\theta' = 2\lambda'$  (3 分)

$\lambda' = \frac{(a + b)\sin\theta'}{2} = 548 \text{ nm}$  (2 分)