

全国 2021 年 10 月高等教育自学考试

物理(工)试题

课程代码:00420

1. 请考生按规定用笔将所有试题的答案涂、写在答题纸上。

2. 答题前,考生务必将自己的考试课程名称、姓名、准考证号用黑色字迹的签字笔或钢笔填写在答题纸规定的位置上。

选择题部分

注意事项:

每小题选出答案后,用 2B 铅笔把答题纸上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。不能答在试题卷上。

一、单项选择题:本大题共 20 小题,每小题 2 分,共 40 分。在每小题列出的备选项中只有一项是最符合题目要求的,请将其选出。

1. 分别用 a_t 和 a_n 表示车轮边缘任意一点相对车轮中心的切向加速度和法向加速度,则汽车在加速行驶过程中
A. a_t 不变, a_n 不变
B. a_t 不变, a_n 改变
C. a_t 改变, a_n 不变
D. a_t 改变, a_n 改变
2. 物体 A 与物体 B 碰撞后以共同的速度运动,若两物体组成的系统所受外力为零,则在碰撞过程中系统
A. 动量守恒,机械能守恒
B. 动量守恒,机械能不守恒
C. 动量不守恒,机械能守恒
D. 动量不守恒,机械能不守恒
3. 设地球的质量和半径分别为 M 和 R ,万有引力常量为 G 。以无穷远为万有引力势能零点,则地球表面质量为 m 的物体的万有引力势能等于
A. $G \frac{Mm}{R}$
B. $-G \frac{Mm}{R}$
C. $G \frac{Mm}{R^2}$
D. $-G \frac{Mm}{R^2}$

4. 质量为 m 的质点在 xOy 平面做匀速圆周运动, 其运动方程为 $\mathbf{r} = A(\cos \omega t \mathbf{i} + \sin \omega t \mathbf{j})$,

则质点对原点 O 的角动量大小等于

- A. $m\omega A$ B. $m\omega A^2$ C. $m\omega^2 A$ D. 0

5. 将一质量为 m 的小球系于轻绳一端, 另一端穿过光滑水平桌面上的小孔用手拉住.

先使小球以角速度 ω 在桌面上做半径为 r_1 的圆周运动, 然后缓慢将绳下拉, 当半径缩小为 r_2 时, 小球的动能是

- A. $\frac{m\omega^2 r_1^2}{2r_2}$ B. $\frac{m\omega^2 r_1^3}{2r_2}$ C. $\frac{m\omega^2 r_1^3}{2r_2^2}$ D. $\frac{m\omega^2 r_1^4}{2r_2^2}$

6. 一定量的理想气体储存在体积为 V 的钢瓶内, 测得其压强为 p , 温度为 0°C . 当温

度升高到 91°C 时, 气体压强约为

- A. $\frac{1}{2}p$ B. $\frac{4}{3}p$ C. $\frac{3}{2}p$ D. $2p$

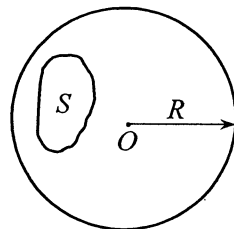
7. 一定量的理想气体在准静态等压膨胀过程中, 系统

- A. 吸热, 温度升高 B. 吸热, 温度降低
C. 放热, 温度升高 D. 放热, 温度降低

8. 如图, 带电量为 q 的点电荷位于半径为 R 的球面中心 O 点,

则通过球面上面积为 S 的曲面的电场强度通量为

- A. $\frac{qS}{4\pi R^2 \epsilon_0}$ B. $\frac{qS}{2\pi R^2 \epsilon_0}$
C. $\frac{qS}{\pi R^2 \epsilon_0}$ D. $\frac{2qS}{\pi R^2 \epsilon_0}$



题 8 图

9. 空间有两个距离为 r 的正点电荷 M 和 N , 它们的带电量分别是 Q 和 q , 若 M 保持

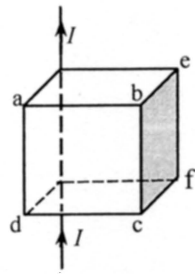
不动, N 仅受 M 作用从静止运动到无穷远时, 其动能等于

- A. $\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 r}$ B. $\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ C. $\frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 r}$ D. $\frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 r^2}$

10. 半径为 R 的孤立导体球表面外附近的电场强度大小为 E , 则导体球的带电量为

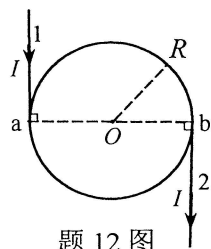
- A. $\epsilon_0 E$ B. $2\pi R \epsilon_0 E$ C. $4\pi R^2 \epsilon_0 E$ D. $\frac{4}{3}\pi R^3 \epsilon_0 E$

11. 如图，一无限长直导线与立方体棱边重合，当导线通有电流强度为 I 的恒定电流时，立方体侧表面 $abcd$ 通过的磁通量为 Φ_1 ，侧表面 $befc$ 通过的磁通量为 Φ_2 。若规定立方体表面的外法线方向为正，则



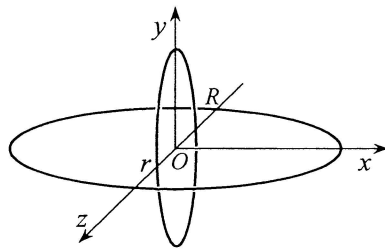
题 11 图

- A. $\Phi_1 < 0, \Phi_2 < 0$
 B. $\Phi_1 < 0, \Phi_2 > 0$
 C. $\Phi_1 > 0, \Phi_2 > 0$
 D. $\Phi_1 > 0, \Phi_2 < 0$
12. 如图，在真空中，电流 I 由长直导线 1 沿切线方向经 a 点流入一电阻均匀分布的导体细圆环，经 b 点沿切向由长直导线 2 流出。已知圆环半径为 R ，则圆心 O 点处的磁感应强度的大小为



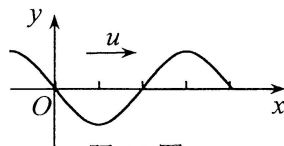
题 12 图

- A. 0
 B. $\frac{\mu_0 I}{2R}$
 C. $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$
 D. $\frac{\mu_0 I}{4\pi R} + \frac{\mu_0 I}{2R}$
13. 如图，有两个同心的圆形导线框相互垂直，它们的半径分别为 R 和 r ，则它们之间的互感系数为



题 13 图

14. 平面简谐波沿 x 轴正向传播，某时刻的波形曲线如图所示，则该时刻原点处质点振动的相位为



题 14 图

- A. 0
 B. $\frac{\pi}{2}$
 C. π
 D. $\frac{3\pi}{2}$

15. 一质点沿 x 轴以原点 O 为平衡位置做简谐振动, 振幅为 A , 若质点从 $x=A$ 运动到 $x=0.5A$ 所需要的最短时间为 2.0s , 则质点从 $x=0.5A$ 运动到 $x=-0.5A$ 所需要的最短时间为
- A. 1.0s B. 1.5s C. 2.0s D. 2.5s
16. 沿正、反方向传播的两列平面相干简谐波在 x 轴上叠加形成驻波, 则两波在波节位置的相位差 $\Delta\varphi$ 为 (设 $0 \leq \Delta\varphi \leq 2\pi$)
- A. 0 B. $\frac{\pi}{2}$ C. π D. $\frac{3\pi}{2}$
17. 一束自然光从空气入射到水面上, 反射光为线偏振光. 已知水的折射率 $n = \frac{4}{3}$, 则入射角 i_0 和折射角 γ_0 满足
- A. $\tan i_0 = \frac{4}{3}, i_0 - \gamma_0 = \frac{\pi}{2}$ B. $\tan i_0 = \frac{3}{4}, i_0 - \gamma_0 = \frac{\pi}{2}$
- C. $\tan i_0 = \frac{3}{4}, i_0 + \gamma_0 = \frac{\pi}{2}$ D. $\tan i_0 = \frac{4}{3}, i_0 + \gamma_0 = \frac{\pi}{2}$
18. 在相对于事件发生地点静止的惯性系中, 观察者测出的同一地点先后发生的两事件时间间隔称为固有时, 用 τ_0 表示; 相对于待测长度物体静止的惯性系中, 观察者测得的物体长度称为固有长度, 用 l_0 表示. 比较在不同的惯性系中, 测量这两个事件的时间间隔和该物体的长度, 结果是
- A. τ_0 最长, l_0 最长 B. τ_0 最长, l_0 最短
- C. τ_0 最短, l_0 最长 D. τ_0 最短, l_0 最短
19. 真空中的光速和电子的静止质量分别为 c 和 m_e , 若对一个静止的电子做功 $m_e c^2$, 则该电子的速率为
- A. $\frac{\sqrt{3}}{4}c$ B. $\frac{1}{2}c$ C. $\frac{3}{4}c$ D. $\frac{\sqrt{3}}{2}c$
20. 光电效应实验中, 保持入射光的频率不变, 将入射光的光强增大, 则关于饱和光电流 I_s 和光电子最大初动能 E_{km} , 下列说法正确的是
- A. I_s 不变, E_{km} 增大 B. I_s 不变, E_{km} 不变
- C. I_s 增大, E_{km} 不变 D. I_s 增大, E_{km} 增大

非选择题部分

注意事项:

用黑色字迹的签字笔或钢笔将答案写在答题纸上,不能答在试题卷上。

二、填空题: 本大题共 6 小题, 每小题 3 分, 共 18 分。

21. 一质点做变速圆周运动, 其速率 v 与时间 t 的关系为 $v = b + kt$ (SI), 则切向加速度

$$a_{\tau} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2.$$

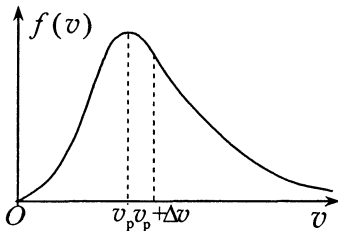
22. 已知一质点在合力 F 作用下沿 x 轴运动, $F = 2x$ (SI), 则质点从 $x = 0$ 到 $x = 3\text{m}$ 的

过程中, F 做的功是 $\underline{\hspace{2cm}}$ J.

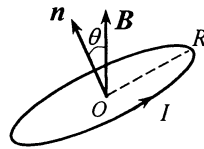
23. 气体分子的速率分布曲线如图所示, v_p 表示最概然速率, Δv 为一固定速率区间,

则速率在 v_p 到 $v_p + \Delta v$ 范围内的分子数占分子总数的百分比随气体的温度升高而

$\underline{\hspace{2cm}}$ (填“增加”、“降低”或“不变”).



题 23 图



题 24 图

24. 真空中半径为 R 的圆线圈通有电流强度为 I 的电流, 圆线圈平面法向单位矢量 n 与

均匀磁场 B 之间的夹角为 θ , 如图所示, 则圆线圈受到的磁力矩大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

25. 一竖直悬挂的弹簧振子, 自然平衡时弹簧的伸长量为 x_0 , 以 g 表示重力加速度, 则

该振子在与水平面夹角为 α 的光滑斜面上做简谐振动的周期 $T = \underline{\hspace{2cm}}$.

26. 粒子在某方向上的位置坐标 x 和动量 p_x 不能同时确定, 其不确定关系可以表示为

$$\Delta p_x \geq \underline{\hspace{2cm}}.$$

三、计算题：本大题共 3 小题，每小题 10 分，共 30 分。

要写出主要的解题过程。只有答案，没有任何说明和过程，无分。

27. 一质点沿 x 轴运动，其质量 $m = 2\text{ kg}$ ，受力 $F = -12t$ (SI)。已知 $t=0$ 时， $x_0 = 2\text{ m}$ ，

$v_0 = 3\text{ m/s}$ 。求：

(1) 质点的速度 v 与时间 t 的函数关系 $v(t)$ ；

(2) 质点的运动学方程 $x(t)$ ；

(3) 质点在 $t=0$ 到 $t=2\text{ s}$ 时间间隔内的位移 Δx 和路程 s 。

28. 一定量的单原子理想气体，初始状态的压强、体积和温度分别为 $p_0 = 1.2 \times 10^6\text{ Pa}$ 、

$V_0 = 8.31 \times 10^{-3}\text{ m}^3$ 和 $T_0 = 300\text{ K}$ ，经等体过程温度升高到 $T_1 = 450\text{ K}$ ，再经等温过程压

强降低到 $p = p_0$ 的末状态。求：

(1) 气体的摩尔数；

(2) 初状态时气体的热力学能；

(3) 气体从初始状态变化到末状态的全过程中从外界吸收的热量。

(摩尔气体常数 $R = 8.31\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ， $\ln \frac{3}{2} = 0.41$)

29. 一衍射光栅，每厘米有 200 条透光缝，每条透光缝宽度为 $a = 2.0 \times 10^{-3}\text{ cm}$ ，在光栅

后放一焦距 $f = 1.0\text{ m}$ 的凸透镜，观察屏位于凸透镜后焦平面。现以 $\lambda = 600\text{ nm}$

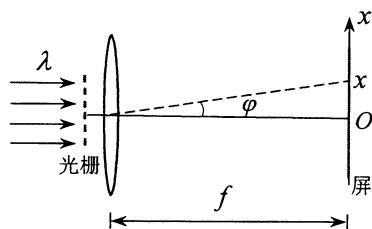
($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) 的单色平行光垂直照射光栅，如图所示 ($\sin \varphi \approx \tan \varphi \approx \varphi$)。求：

(1) 透光缝宽度为 $a = 2 \times 10^{-3}\text{ cm}$ 的单缝衍射中央

明条纹在观察屏上的宽度 Δx ；

(2) 衍射光栅相邻主极大明纹在观察屏上的宽度

$\Delta x'$ ，并判断 Δx 宽度内，能出现几条光栅衍射主极大明纹（包括零级主极大明纹）。



题 29 图

四、分析计算题：本题 12 分。

要写出解题所依据的定理、定律、公式及相应的分析图，并写出主要的过程。只有答案，没有任何说明和过程，无分。

30. 两根无限长平行直导线间距为 $2L$ ，载有大小相等方向相反的电流强度为 I 的电流， $I = I_0 + kt$ ($k > 0$)。一个边长为 L ，总电阻为 R 的均匀刚性正方形导线框位于两导线正中间，如图所示。求：

- (1) t 时刻 ($t > 0$) 导线框中产生的感应电动势的

大小 ε ；

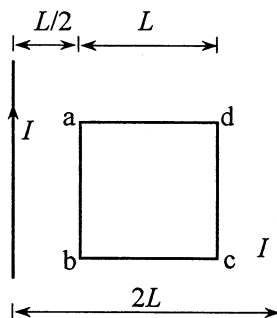
- (2) t 时刻 ($t > 0$) 导线框中产生的感应电流 I_1 ，

并判断其方向；

- (3) t 时刻 ($t > 0$) 导线框 ab 段受到的安培力大小

F_{ab} ，并判断导线框所受到的安培力的合力；

- (4) 若两长直导线的电流方向相同，定性判断导线框受到的安培力。



题 30 图