

2012 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

大学物理试题

(请将答案写在答题纸上, 写在试题上的答案无效)

一、选择题: (每小题 4 分, 共 40 分)

1. 如图 1 所示, 物体从高为 $2R$ 处沿斜面自静止开始下滑, 进入一半径为 R 的圆轨道, 若不计摩擦, 则当物体经过高度为 R 的 C 点时, 其加速度的大小为

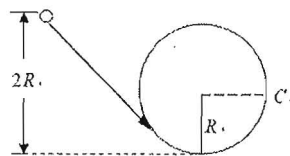


图 1

- (A) g (B) $2g$ (C) $\sqrt{3}g$ (D) $\sqrt{5}g$

2. 一特殊的弹簧, 弹性力 $F = -kx^3$, k 为劲度系数, x 为形变量。现将弹簧水平放置, 一端固定, 一端与质量为 m 的滑块相连, 滑块自然静止于光滑水平面上。今沿弹簧长度方向给滑块一个冲量, 使滑块获得一速率 v , 并压缩弹簧, 则弹簧被压缩的最大长度为

- (A) $\sqrt{\frac{m}{k}}v$ (B) $\sqrt{\frac{k}{m}}v$ (C) $\left(\frac{2mv^2}{k}\right)^{1/4}$ (D) $\left(\frac{4mv^2}{k}\right)^{1/4}$

3. 圆柱体以 80rad/s 的角速度绕其轴线转动, 它对轴的转动惯量为 $4\text{kg}\cdot\text{m}^2$ 。由于恒力矩的作用, 在 10s 内它的角速度降为 40rad/s 。力矩大小为

- (A) $16\text{N}\cdot\text{m}$ (B) $32\text{N}\cdot\text{m}$ (C) $40\text{N}\cdot\text{m}$ (D) $80\text{N}\cdot\text{m}$

4. 一密封的理想气体的温度从 27°C 起缓慢地上升, 直至其分子速率的方均根值是 27°C 时的方均根值的两倍, 气体最终的温度为

- (A) 54°C (B) 108°C (C) 327°C (D) 927°C

5. 各为 1mol 的氢气和氦气, 从同一初状态 (P_0, V_0) 开始作等温膨胀。若氢气膨胀后体积变为 $2V_0$, 氦气膨胀后压强变为 $\frac{P_0}{2}$, 那么它们从外界吸收的

热量之比 $Q_{H_2} : Q_{He}$ 为

- (A) 1:1 (B) 1:2 (C) 2:1 (D) 4:1

6. 如图 2 所示, 某种电荷分布产生均匀电场 E_0 , 将一个面电荷密度为 σ 的薄板置于该电场中, 且使电场 E_0 的方向垂直于薄板, 设原有的电荷分布不因薄板的引入而受干扰, 则薄板的左、右两侧的合场强为

- (A) E_0, E_0 (B) $E_0 + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}, E_0 - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

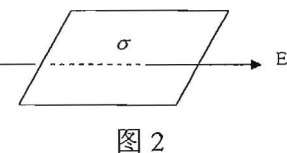


图 2

- (C) $E_0 - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}, E_0 + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ (D) $E_0 - \frac{\sigma}{\varepsilon_0}, E_0 + \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

7. 实验室中, 将一通电镍铬丝线圈浸在量热气筒的液体内, 当线圈两端的电位差为 10V , 电流强度为 5A 时, 液体保持沸腾状态, 它的质量以每秒 0.02g 的速率不断减少, 室温下这种液体的汽化热是

- (A) $4 \times 10^{-4} \text{J/g}$ (B) 1J/g

- (C) $2.5 \times 10^3 \text{J/g}$ (D) 50J/g

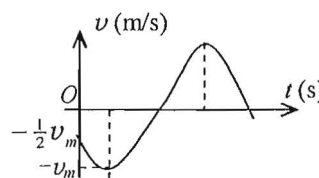


图 3

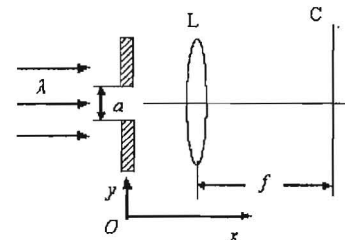


图 4

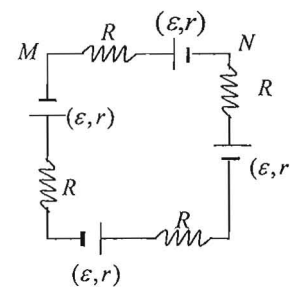


图 5

8. 用余弦函数描述一简谐振子的振动。若其速度~时间 ($v \sim t$) 关系曲线如图 3 所示, 则简谐振动位移 x 的初相位为

- (A) $\pi/6$; (B) $\pi/3$;
(C) $\pi/2$; (D) $2\pi/3$ 。

9. 如图 4 所示, 在单缝夫琅和费衍射装置中, 将单缝宽度 a 稍稍变宽, 同时使单缝沿 y 轴正方向作微小位移, 则屏幕 C 上的中央衍射条纹将

- (A) 变窄, 同时向上移 (B) 变窄, 同时向下移
(C) 变窄, 不移动 (D) 变宽, 同时向上移

10. 将电动势均为 ε , 内阻均为 r 的四节电池和阻值均为 R 的四个电阻组成如图 5 所示的闭合电路, 那么 M 、 N 二点的电位差 V_{MN} 为

- (A) -2ε (B) 0 (C) ε (D) 2ε

二、填空题 (每小题 5 分, 共 50 分)

1. 一个质点在合外力 $F = 3t^2 + 4$ (N) 的作用下由静止开始沿直线运动, 则在头 10 秒内质点所受的平均力为_____。

2. 如图 6 所示, 摩擦系数为 μ 的粗糙水平面上放一半径为 R 、质量为 m 的圆盘, 转轴过盘心 O 并垂直于圆盘。现拨动圆盘绕转轴转动一周, 摩擦阻力矩的功的大小为_____。

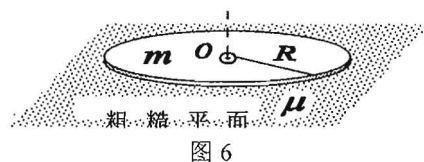


图 6

3. 将压强为 p_1 、温度为 T_1 、体积为 V 的单原子理想气体与压强为 p_2 、温度为 T_2 、体积亦为 V 的刚性双原子分子理想气体相混合, 结果混合物的体积为 $2V$ 。假定混合时不发生外界与混合物之间的能量交换, 则混合物的温度_____。

4. 假如地球半径缩短 1%, 而它的质量保持不变, 则地球表面的重力加速度 g 增大的百分比是_____。

5. 某高速运动粒子的静止质量为 m_0 , 动能为 E_K , 真空光速为 c , 该粒子的动量的大小为_____。

6. 一劲度系数为 k 的轻弹簧截成三等份, 取出其

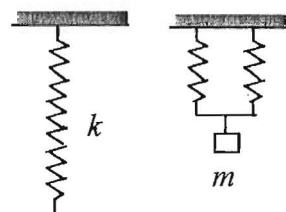


图 7

中的两根, 将它们并联, 下面挂一质量为 m 的物体组成振动系统, 如图 7 所示。则振动系统的频率 f 为_____。

7. 真空中, 有一半球形导体, 半径为 R , 则此导体的电容为_____。

8. 图 8a 为一块光学平板玻璃与一个加工过的待测平面, 它们一端接触, 构成空气劈尖。用波长为 λ 的单色光垂直照射, 看到反射光干涉条纹(实线为暗条纹)如图 8b 所示。则干涉条纹上 A 点处(虚线与暗纹的交点)所对应的空气薄膜厚度为 $e =$ _____。

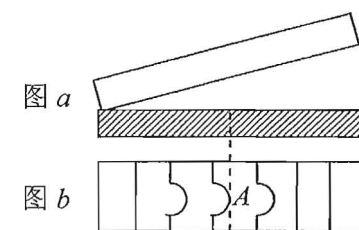


图 8

9. 如图 9 所示, 一束自然光垂直投射在一块晶体的表面上, 晶体的光轴在纸面上(虚线所示)。在晶体内光束分成两束: 寻常光 o 和非常光 e 。图 9 中绘出的是 o 光和 e 光同一时刻的光波面, 由此图可知, 此晶体中寻常光的折射率 n_o _____ 非常光的折射率 n_e (填大于、小于、等于)。

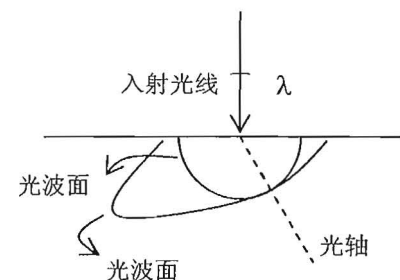
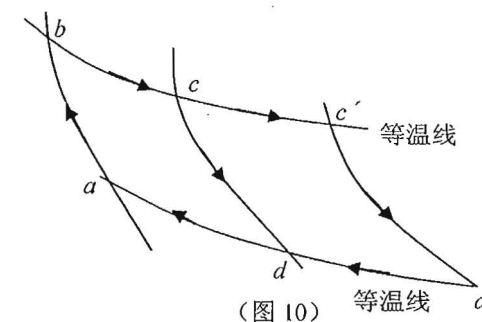


图 9

10. 工作在两确定温度的高低温热源之间的卡诺热机, 当它沿如图 10 示的 $abcd$ 曲线循环时, 系统从高温热源吸热 Q , 对外做功 A 。若此热机在相同的高低温热源间工作, 循环曲线沿 $abc'd'$, 而曲线包围的面积 $S_{abc'd'} = 2S_{abcd}$, 则此卡诺机沿 $abc'd'$ 循环时, 系统的效率 $\eta =$ _____。



(图 10)

三、计算题 (每小题 15 分, 共 60 分)

1. 一质量为 m 的粒子, 由无限远处以速度 v_0 射向具有平方反比排斥力 (大小为 K/r^2 , K 为正值常数) 的固定中心 O , 如图 11 示。如果粒子不偏转, 粒子运动路径

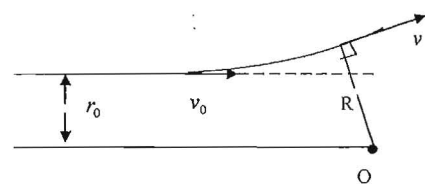


图 11

距离固定中心的最短距离为 r_0 。试求粒子运动过程中与固定点 O 的最小距离 R 。

2. 物体放在水平木板上, 问: (1) 此板沿水平方向作简谐振动, 频率为 2Hz , 物体与板面间的静摩擦系数为 0.50 。要使物体在板上不致滑动, 振幅的最大值为多少? (2) 若令此板改作竖直方向的简谐振动, 振幅为 0.05m , 要使物体一直保持与板接触, 振动的最大频率为多少赫兹? (重力加速度 $g = 9.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

3. 真空中, 均匀带电细圆环带电量 q (设为正值), 圆环半径为 R 。 x 为轴线上任意场点 P 到环心的距离。求:

- (1) P 点的电势分布;
- (2) 若将一质量为 m 的负点电荷 $-q'$ 放在环心 O 处, 然后将其沿轴线拉开一小段距离 l ($l \ll R$) 静止释放, 证明 $-q'$ 将在 O 点附近作简谐振动, 并求其振动周期 (忽略重力)。

4. 一圆形线圈 A 由 50 匝细线绕成, 其面积为 4cm^2 , 放在另一个匝数等于 100 匝、半径为 20cm 的圆形线圈 B 的中心, 两线圈同轴。设线圈 B 中的电流在线圈 A 所在处所激发的磁场可看作是均匀的。求

- (1) 两线圈的互感;
- (2) 当线圈 B 中的电流以 50A/s 的变化率减小时, 线圈 A 内磁通链的变化率;
- (3) 线圈 A 中的感生电动势。(真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{H}\cdot\text{s}^{-1}$)