

2013 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合出题

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. 某人向东前进, 其速率为 a 米/秒, 感觉风从正南方吹来; 假如他把速率增大到 $4a$ 米/秒, 感觉风从正东南方向吹来。则风对地的速度大小为

- (A) $\sqrt{5}a$ 米/秒 (B) $\sqrt{6}a$ 米/秒
(C) $\sqrt{8}a$ 米/秒 (D) $\sqrt{10}a$ 米/秒

2. 人造地球卫星绕地球作椭圆轨道运动, 卫星轨道近地点和远地点分别为 A 和 B 。用 L 和 E_K 分别表示卫星对地心的角动量及其动能的瞬时值, 应有

- (A) $L_A > L_B, E_{KA} > E_{KB}$ (B) $L_A = L_B, E_{KA} < E_{KB}$
(C) $L_A = L_B, E_{KA} > E_{KB}$ (D) $L_A < L_B, E_{KA} < E_{KB}$

3. 光滑的水平桌面上, 有一长为 $2L$ 、质量为 m 的匀质细杆, 可绕过其中点且垂直于杆的竖直光滑固定轴 O 自由转动, 起初杆静止。桌面上有两个质量也为 m 的小球, 各自在垂直于杆的方向上, 正对着杆的一端, 以相同速率 v 相向运动, 如图 1 所示。当两小球同时与杆的两个端点发生完全非弹性碰撞后, 就与杆粘在一起转动, 则这一系统碰撞后的转动角速度应为

- (A) $\frac{3v}{2L}$ (B) $\frac{6v}{7L}$
(C) $\frac{24v}{25L}$ (D) $\frac{24v}{13L}$

4. 假定地球表面大气层的温度 T 不随高度而变, 若地面处的压强为 p_0 , 则高度为 h 的某处, 大气压强为 (已知大气摩尔质量为 μ)

- (A) p_0 (B) $p_0 e^{\frac{\mu gh}{RT}}$
(C) $p_0 e^{-\frac{\mu gh}{RT}}$ (D) $p_0 e^{-\frac{\mu gh}{kT}}$

5. 一定量的理想气体从初态 (V_0, T_0) 开始, 先绝热膨胀到体积为 $2V_0$, 然后经等容过程使温度恢复到 T_0 , 最后经等温压缩到体积 V_0 。在这循环中, 气体必然是

- (A) 向外界放热 (B) 从外界吸热
(C) 内能增加 (D) 内能减少。

6. 一均匀带正电的圆柱形导线, 导线金属半径为 r_0 , 带电线密度为 λ , 金属线外包有一层相对介电常数为 ϵ_r 的绝缘层, 则金属线单位长度上的电荷总共发出的电场线条数是

- (A) $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r r_0}$ (B) $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r_0}$
(C) $\frac{\lambda}{\epsilon_0\epsilon_r}$ (D) $\frac{\lambda}{\epsilon_0}$

7. 一电子在垂直于一均匀磁场方向作半径为 R 的圆周运动, 电子的速度为 v , 则此圆轨道内所包含的总磁通量为

- (A) $\pi m v / (e R^2)$ (B) $\pi v / (m e R)$
(C) $(\pi m v / e) R^2$ (D) $\pi m v R / e$

8. 单摆由摆绳和其下端连结的一个小球组成。摆绳质量忽略不计, 长为 l , 且长度认为不变; 小球大小忽略。单摆上端固定在某电梯的天花板上, 当电梯相对地面静止和相对地面以 $0.1g$ 的加速度向上运动时, 电梯里面的人观

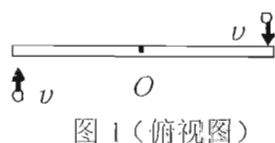
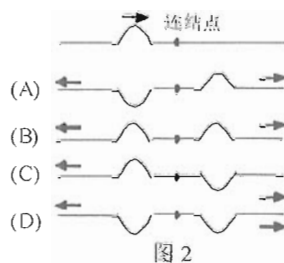


图 1 (俯视图)

察, 单摆摆动的周期比为 (g 为重力加速度)

- (A) $\sqrt{11/10}$ (B) $10/11$
(C) $\sqrt{10/11}$ (D) $1:1$

9. 如图 2 所示一脉冲从左端传入拉紧的连结着的细绳, 连结点右侧绳质量的线密度小于左侧绳质量的线密度。入射脉冲传过连结点后, 绳上的波形图定性应是 (不考虑波幅的大小和其他细节)



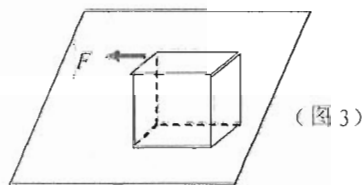
10. 在阳光下吹肥皂泡, 当肥皂泡将破裂时, 破裂点肥皂膜的颜色是

- (A) 偏白色 (B) 近乎黑色
(C) 透明的 (D) 不同的时候颜色不同

二、 填空题 (每小题 5 分, 共 50 分)

1. 在 x 轴上作变加速直线运动的质点, 已知其初速度为 v_0 , 初始位置为 x_0 , 加速度 $a = Ct^2$ (其中 C 为常量), 则其运动学方程为 $x =$ _____。

2. 一质量为 20 kg 、边长为 1.0 m 的均匀立方物体, 放在水平地面上。有一拉力 F 作用在该物体一顶边的中点, 且与包含该顶边的物体侧面垂直, 如图 3 所示。地面极粗糙, 物体不可能滑动。若要使该立方体翻转 90° , 则拉力 F 不能小于 _____ N 。 ($g=9.8 \text{ m/s}^2$)



3. 某理想气体的速率分布函数为 $f(v)$, 最概然速率为 v_p , 则

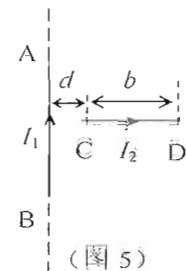
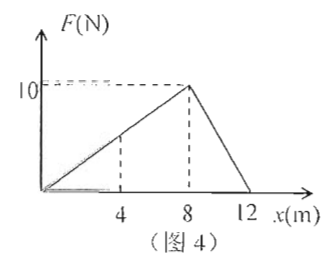
$\int_0^\infty (v^2 - v_p^2) f(v) dv$ 代表的物理意义为 _____。

4. 热力学系统处于某一宏观态时, 将它的熵记为 S 。一个系统从平衡态 A 经绝热过程到达平衡态 B , 状态 B 的熵 S_B 与状态 A 的熵 S_A 之间大小关系为 S_B _____ S_A 。(填入 $=$ 、 $>$ 、 \geq 、 $<$ 、 \leq)

5. E_k 是粒子的动能, p 是它的动量, 那么按照狭义相对论, 粒子的静止

能量为 _____。

6. 图 4 所示为质量为 1 kg 的某直线运动物体所受合外力随其位移的变化曲线, 则该物体做匀速运动时的速度大小为 _____。



7. 真空中, 半径为 R 的均匀带电球面上, 电荷面密度为 σ 。在球面上取一个面元 ΔS 作为研究对象, 则 ΔS 上的电荷受到的电场力的大小 $F =$ _____。

8. 某核电站年发电量为 100 亿度, 它等于 $36 \times 10^{15} \text{ J}$ 的能量, 如果这是由核材料的全部静止能转化产生的, 则需要消耗的核材料的质量为 _____。

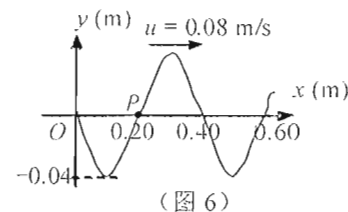
9. 要使一束线偏振光通过偏振片之后振动方向转过 90° , 至少需要让这束光通过 2 块理想偏振片。在此情况下, 透射光强最多是原来光强的 _____。

10. 如图 5, 在真空中竖直放置的长直导线 AB 附近, 有一水平放置的共面有限长直导线 CD , C 端到长直导线的距离为 d , CD 长为 b , 若 AB 中通以电流 I_1 , CD 中通以电流 I_2 , 则导线 CD 受的安培力的大小为 _____。

三、 计算题 (每小题 15 分, 共 60 分)

1. 图 6 为平面简谐波在 $t = 2 \text{ s}$ 时刻的波形图, 求

- (1) 该波的波动表达式;
(2) P 处质点此时的振动速度大小;
(3) P 处质点的振动方程。

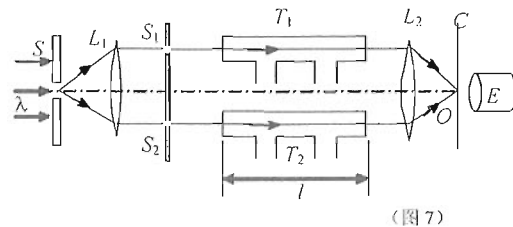


2. 在如图 7 所示的瑞利干涉仪

中, T_1 、 T_2 是两个长度都是 l 的气室, 波长为 λ 的单色光的缝光源 S 放在透镜 L_1 的前焦面上, 在双缝 S_1 和 S_2 处形成

两个同相位的相干光源, 用目镜 E 观

察透镜 L_2 焦平面 C 上的干涉条纹。当两气室均为真空时, 观察到一组干涉条纹。在向气室 T_2 中充入一定量的某种气体的过程中, 观察到干涉条纹移动了 M 条。试求出该气体的折射率 n (用已知量 M , λ 和 l 表示出来)。

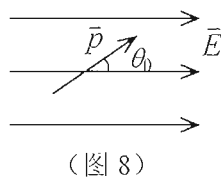


(图 7)

3. 如图 8 所示, 在场强为 \vec{E} 的均匀电场中, 静止地

放入一电矩为 \vec{p} 、转动惯量为 J 的电偶极子。若电矩 \vec{p} 与场强 \vec{E} 之间的初始夹角 θ_0 很小。试分析电偶极子将作什么

运动, 并计算电偶极子从静止出发运动到 \vec{p} 与 \vec{E} 方向一致



(图 8)

4. 在通有稳恒电流 i 的无限长载流直导线产生的磁场中, 有一个与导线

共面的平面导体轨道, 轨道宽 L , 一边与直

导线平行。电阻为 R 、长为 L 的金属棒 AB

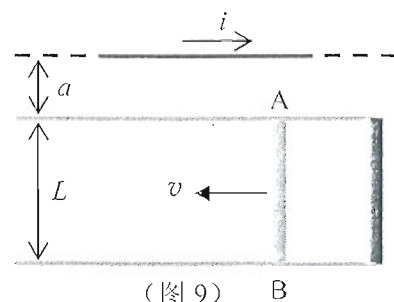
以匀速度 v 沿两水平轨道向左运动, 如图 9

示。求此时: (1) AB 杆中产生的电动势 \mathcal{E} ;

(2) 以 AB 棒与金属导轨组成的回路中,

电流产生的焦耳热功率 N (忽略导体轨道的电阻); (3) 若轨道没有摩擦阻力,

要保持 AB 棒做匀速运动, 需加多大外力? 方向如何?



(图 9) B