

2002年硕士研究生入学考试试卷

30

考试科目:

大学物理

第1页 共2页

注意事项: 1. 填空题答案直接写在试卷相应位置, 计算题答案写在答题纸上.

2. 可以使用无存储功能计算器答本试题.

一. 填空题(第7,13小题各2分,其余每小题3分,共40分):

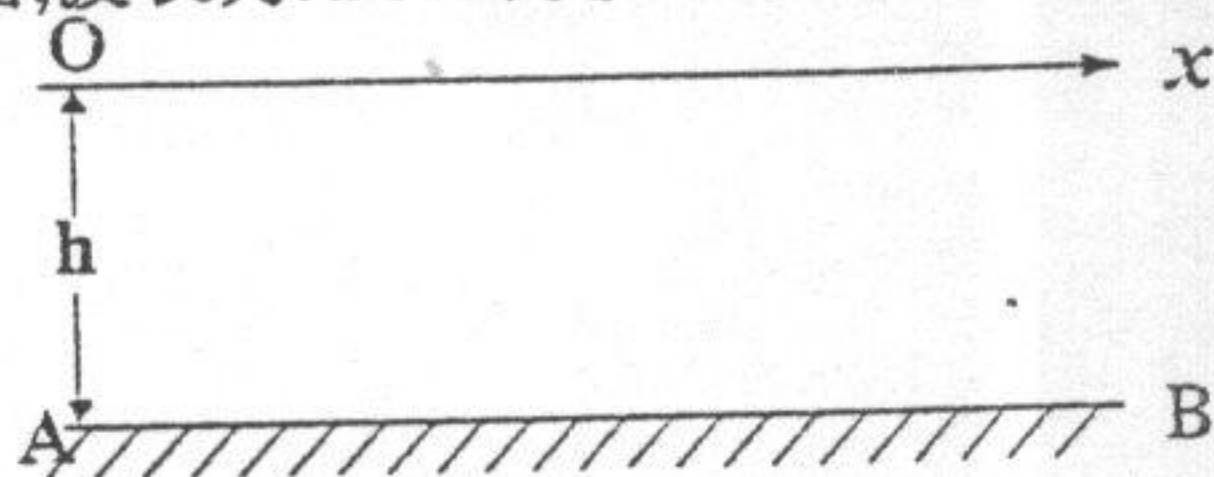
1. 一根长为 l 的细绳的一端固定于光滑水平面上的 O 点上, 另一端系一质量为 m 的小球, 开始时绳子是松弛的, 小球与 O 点的距离为 h . 若使小球以某初速率沿该光滑水平面上一直线运动, 该直线垂直于小球初始位置与 O 点的连线. 当小球与 O 点的距离达到 l 时, 绳子绷紧从而使小球沿一个以 O 点为圆心的圆形轨迹运动, 则小球作圆周运动的动能 E_k 与初动能 E_{k0} 的比值 $E_k/E_{k0} =$ _____.

2. 质点沿平面抛物线 $y = x^2$ 运动, 受到一个外力 $\vec{F} = (1+y)\vec{i} + xy\vec{j}$ 的作用, 在质点从 $x=0$ 运动到 $x=x_0$ 的过程中, 该力的分力所做的功分别为 $A_{Fx} =$ _____; $A_{Fy} =$ _____.

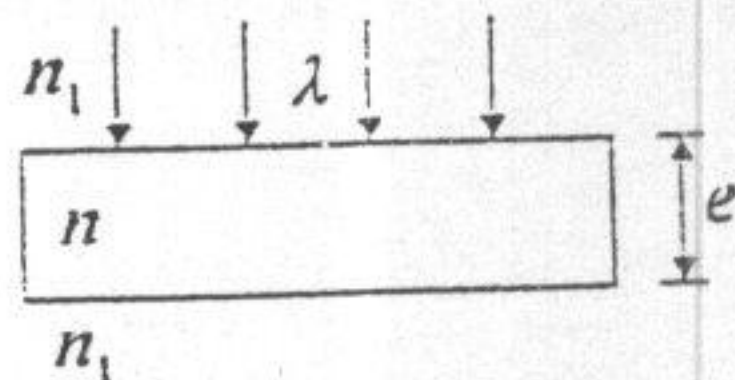
3. 已知 $f(v)$ 为麦克斯韦速率分布函数, v_p 为分子的最概然速率. 则 $\int_0^{v_p} f(v)dv$ 表示 _____, 速率 $v > v_p$ 的分子的平均速率表达式为 _____.

4. 一卡诺制冷机低温热源温度 $T_2 = 300\text{K}$, 高温热源温度 $T_1 = 450\text{K}$, 若每次循环从低温热源吸热 $Q_2 = 400\text{J}$. 则每次循环中外界必须做功 $A =$ _____.

5. 如图所示, 波源位于原点 O 处, 振动方向垂直于纸面, 波长为 λ . AB 为波的反射平面, 反射时无半波损失. O 点位于 A 点的正上方, $AO = h$, Ox 轴平行于 AB . 则 Ox 轴上干涉加强点的坐标(表达式)为 _____.

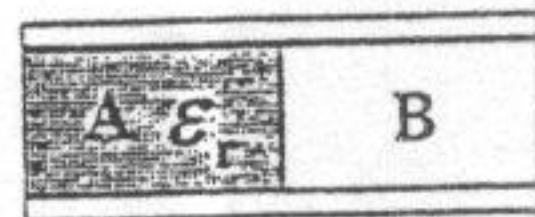


6. 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到如图所示的透明薄膜上, 膜厚为 e , 折射率为 n , 透明薄膜放在折射率为 $n_1 (< n)$ 的媒质中, 则上下两表面反射光在相遇处的相位差 $\Delta\varphi =$ _____.



7. 在夫琅和费单缝衍射实验中, 以波长 $\lambda = 632.8\text{nm}$ 的激光垂直照射时, 测得中央明纹区域对应的衍射角宽度为 10° , 则单缝的缝宽为 _____.

8. 一平行板电容器充电后, 将其中一半空间充以各项同性, 均匀电介质, 如图所示. 则图中 A, B 两部分的电场强度大小 E_A _____ E_B ; 电位移矢量大小 D_A _____ D_B ; 两部分对应的自由电荷面密度 σ_A _____ σ_B . (填 $=, <, \text{或} >$)



9. 一平行板电容器, 电容为 C , 两极板相距为 d . 充电后两极板相互作用力为 F . 则两极板间的电势差为 _____, 极板上的电量大小为 _____.

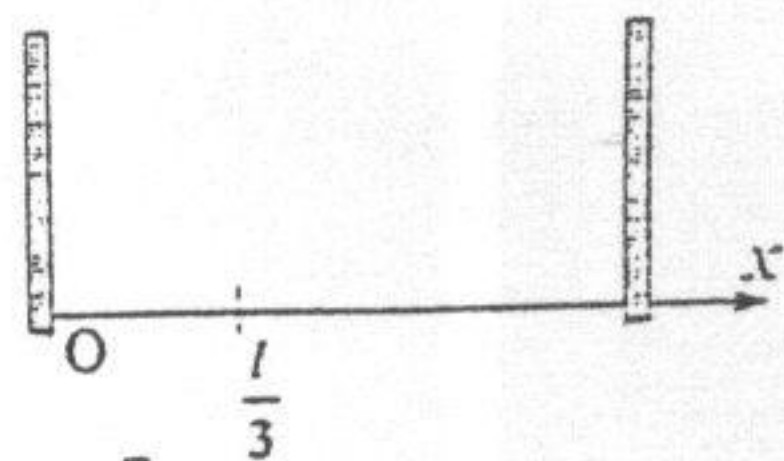
10. 一带电粒子垂直射入均匀磁场. 若质量增大到 2 倍, 入射速度增大到 2 倍, 磁场的磁感应强度增大到 4 倍, 则粒子运动轨道所包围范围内的磁通量增大到原来的 _____ 倍.

11. 一宇宙飞船以 $c/2$ (c 为真空中的光速) 的速率相对地面运动. 从飞船上以相对飞船为 $c/2$ 的速率向前方发射一枚火箭. 假设发射火箭不影响飞船原有速率, 则地面上的观察者测得火箭的速率为 _____.

12. 某一宇宙射线中的介子的动能 $E_k = 7M_0c^2$, 其中 M_0 是介子的静止质量. 则在实验室中观察到它的寿命是它的固有寿命的 _____ 倍.

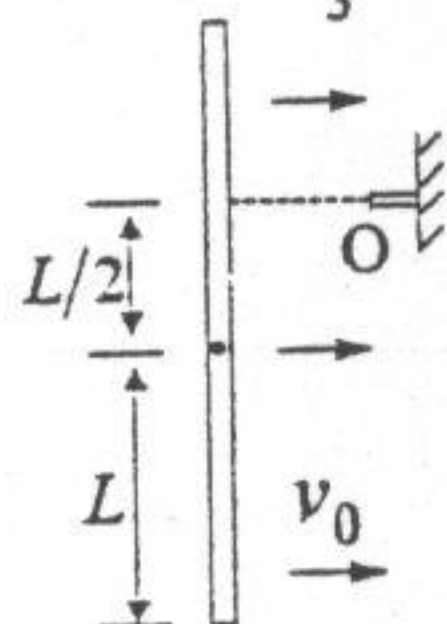
13. 1921 年物理学家 _____ 和 _____ 通过实验直接证实了电子自旋的存在.

14. 一粒子被限制在相距为 l 的两个不可穿透的壁之间, 如图所示. 描写粒子状态的波函数为 $\psi = cx(l-x)$, 其中 c 为待定常量. 则在 $0 \sim l/3$ 区间内发现该粒子的概率为 _____.

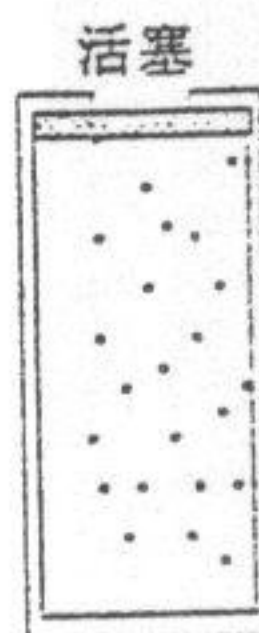


二. 计算题 (每题10分, 共60分):

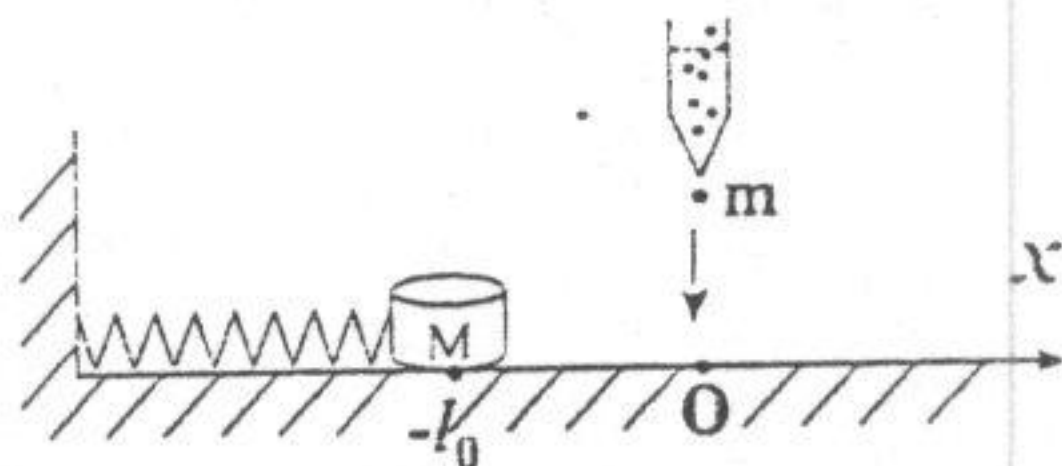
1. 一匀质细杆长为 $2L$, 质量为 m , 以与杆长方向垂直的速率 v_0 在光滑水平面上平动时与前方一固定的光滑支点 O 发生完全非弹性碰撞, 碰撞点位于距杆中心上方 $L/2$ 处, 如图所示. 求: 杆在碰撞后瞬间绕 O 点转动的角速度 ω .



2. 如图所示, 体积为 $30l$ 的圆柱形容器内, 有一能上下自由滑动的活塞 (活塞的质量和厚度可忽略), 容器内盛有 1 摩尔, 温度为 127°C 的单原子分子理想气体. 若容器外大气压强为 1 标准大气压, 气温为 27°C , 求: 当容器内气体与周围达到平衡时需向外排放的热量. (摩尔气体常量 $R = 8.31 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)



3. 如图所示, 弹簧的一端固定在墙上, 另一端连接一质量为 M 的容器, 容器可在光滑水平面上运动. 当弹簧未变形时容器位于 O 点处, 今使容器自 O 点左端 l_0 处从静止开始运动, 每经过 O 点一次时, 从上方滴管中滴入一质量为 m 的油滴. 求:

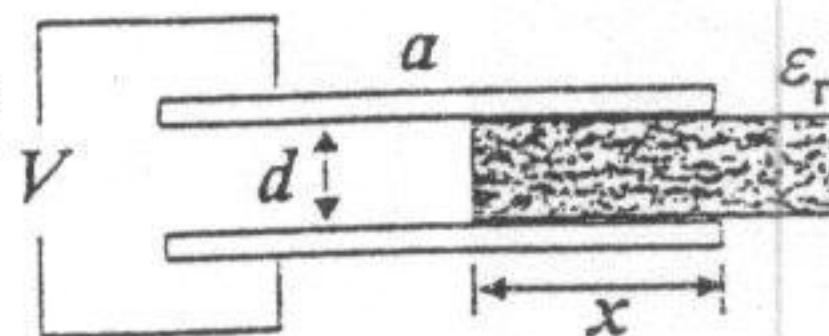


- (1) 滴到容器中 n 滴以后, 容器运动到距 O 点的最远距离;
- (2) 第 $(n+1)$ 滴与第 n 滴的时间间隔.

4. 用每毫米有 300 条刻痕的衍射光栅来检验仅含有属于红和蓝的两种单色成分的光谱. 已知红谱线波长 λ_R 在 $630 \sim 760\text{nm}$ 范围内, 蓝谱线波长 λ_B 在 $430 \sim 490\text{nm}$ 范围内. 当光垂直入射到光栅时, 发现在 24.46° 角度处红, 蓝两谱线同时出现. 试求:

- (1) 在什么角度下红, 蓝两谱线再次同时出现;
- (2) 在什么角度下只有红谱线出现.

5. 正方形平行板电容器的边长为 a , 两极板间距为 d , 与电源相接保持恒电压 V , 其右侧 x 部分充满相对电容率为 ϵ_r 的固体电介质, 如图所示. 试求:



- (1) 若电介质与电容器极板接触光滑, 松手后介质如何运动? 为什么?
- (2) 计算电介质向左移动 Δx 时, 电源所做的功;
- (3) 计算电介质在 x 位置时受到的电场力.

6. 两根长直导线平行放置, 导线本身的半径为 a , 两根导线间距离为 b ($b \gg a$). 两根导线中分别保持通有电流强度均为 I , 但方向相反的电流. 试求:

- (1) 两导线单位长度的自感系数 (忽略导线内的磁通);
- (2) 若将导线间距离由 b 增加到 $2b$, 求磁场对单位长度导线做的功;
- (3) 导线间距离由 b 增到 $2b$, 则导线方向上单位长度的磁能改变了多少? 是增加还是减少? 说明能量的转换情况.

(全题完)