

2007年硕士学位研究生入学统一考试试题

普通物理(甲)A 卷

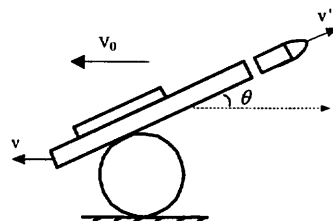
考生须知:

1. 本试卷满分为 150 分, 全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上, 写在试题纸上或草稿纸上无效。

一、选择题(共 49 分)

1. 以速度 V_0 前进的炮车, 向后发射一炮弹, 已知炮弹仰角为 θ , 炮车和炮弹的质量分别为 M 和 m , 炮弹相对炮口的出口速度为 V' , 并设炮车的反冲速度为 V , 水平外力不计, 则系统水平方向的动量守恒方程为

- (A) $(M+m)V_0 = MV - mV'\cos\theta$;
 (B) $(M+m)V_0 = MV - m(V'\cos\theta - V)$;
 (C) $(M+m)V_0 = MV - m(V'\cos\theta + V)$;
 (D) $(M+m)V_0 = MV + mV'\cos\theta$.



2. 一辆汽车以 10m/s 的速率沿水平路面直线前进, 当司机发现前方事件后开始紧急刹车, 以加速度 -0.2m/s^2 做匀减速运动, 则刹车后一分种汽车的位移是

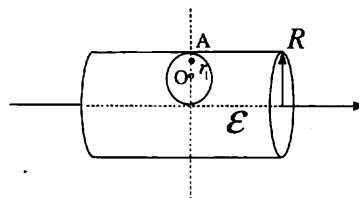
- (A) 30m ; (B) 240m ; (C) 250m ; (D) 360m .

3. 边长为 a 的等边三角形的三个顶点上放置正电荷分别为 $q, 2q, 3q$ 。若将正电荷 Q 从无穷远移到等边三角形的中心, 所需做的功是

- (A) $6\sqrt{3}qQ/(4\pi\epsilon_0 a)$; (B) $8\sqrt{3}qQ/(4\pi\epsilon_0 a)$;
 (C) $2\sqrt{3}qQ/(4\pi\epsilon_0 a)$; (D) $4\sqrt{3}qQ/(4\pi\epsilon_0 a)$.

4. 一半径为 R 的无限长均匀带电圆柱体, 介电常数为 ϵ , 体电荷密度为 ρ 。如果在圆柱体内挖去一个半径为 $R/2$ 的球状介质, 位置如图所示, 球的表面恰好与圆柱体表面及中轴线相切。已知真空介电常数为 ϵ_0 , 则球形空腔内 A 处 (A 距球心 O 的距离为 r_1 , AO 连线垂直于中轴线) 的电场强度大小为

- (A) $\frac{\rho(R+2r_1)}{4\epsilon} + \frac{\rho r_1}{3\epsilon}$; (B) $\frac{\rho(R+2r_1)}{4\epsilon} - \frac{\rho r_1}{3\epsilon_0}$;
 (C) $-\frac{\rho r_1}{3\epsilon}$; (D) $\frac{\rho(R+2r_1)}{4\epsilon} - \frac{\rho r_1}{3\epsilon}$.



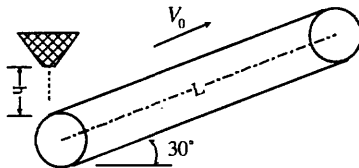
5. 在 LS 耦合下, 两个等价 p 电子能形成的原子态是:

- (A) $^1D, ^3D$; (B) $^1P, ^1D, ^3P, ^3D$;
 (C) $^1D, ^3P, ^1S$; (D) $^1D, ^3D, ^1P, ^3P, ^1S, ^3S$.

6. 线偏振光通过 $1/4$ 波片后, 不可能产生
(A) 线偏振光; (B) 圆偏振光; (C) 椭圆偏振光; (D) 部分偏振光。
7. 若只用绝热方法使系统从初态变到终态, 则
(A) 对于联结这两个态的不同绝热路径, 所做的功不同;
(B) 对于联结这两个态的所有绝热路径, 所做的功都相同;
(C) 由于没有热量的传递, 所以没有做功;
(D) 系统的总内能将随不同的路径而变化。

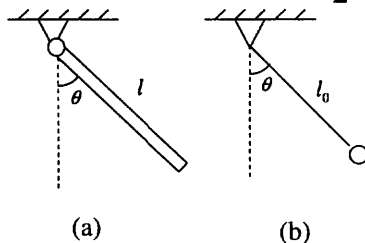
二、(共 25 分) 在工厂中矿砂通过传送带运输。如图所示, 传送带长 $L=15\text{m}$ 、倾斜角度为 30° , 始终维持匀速运动, 速率为 $V_0=1.5\text{m/s}$ 。装矿砂的料槽距传送带高 $h=1.25\text{m}$, 矿砂与传送带间的最大静摩擦系数为 $\mu=\sqrt{3}/2$, 取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。当 $t=0$ 时刻, 矿砂开始从料槽均匀下落, 流量为 $q=50\text{kg/s}$, 落到传送带上经过瞬间的相互作用后, 与传送带同速运动。已知相互作用过程中无相对运动, 静摩擦力恰好达到最大值。求:

1. 当矿砂落到传送带上的瞬间, 单位质量矿砂受到传送带的作用力大小;
2. 电动机拖动传送带的功率随时间变化的关系。



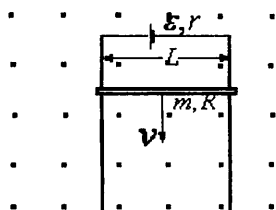
三、(共 20 分) 一质量为 m 、长度为 l 的均匀直杆, 一端悬挂于某固定支点。杆可绕支点在竖直平面内自由转动, 与重力方向的偏角记为 θ , 如图 (a)。现将该直杆从偏角 θ_0 处无初速度释放, 忽略一切摩擦力。问:

1. 当 θ_0 很小时, 求直杆的振动周期 T 。
2. 求出与直杆具有相同周期(小角度摆动)的质量为 m 的单摆(如图 (b)) 的长度。
3. 若将两者从相等的任意偏角 θ_0 处无初速度释放 ($0 < \theta_0 < \frac{\pi}{2}$), 求两者周期之比。



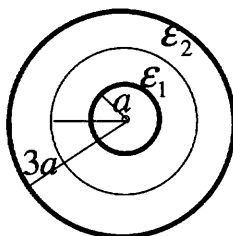
四、(共 20 分) 如右图所示。竖直导电双杆平行相距为 L ; 其顶端连有一内阻为 r 、电动势为 \mathcal{E} 的电源; 在双杆上还套有一质量为 m 、电阻为 R 的均匀细棒, 且平行于水平面; 在垂直于双杆所在平面, 还加有一水平方向的均匀磁场 B 。让均匀细棒从静止开始下滑, 且假定双杆足够长、略去双杆与细棒的摩擦力、空气阻力及双杆的电阻。

1. 若细棒下滑速度为 V , 求细棒上的电动势的大小与方向;
2. 若细棒下滑速度为 V , 求通过细棒的电流;
3. 求细棒下落的速度随时间的变化关系。



五、(共 20 分) 有一球型电容器，内、外球壳的半径分别为 $a, 3a$ ，两球壳间充满两层等厚度的电介质，其相对介电常数分别为 ϵ_1 和 ϵ_2 。如图所示。

1. 求电容；
2. 设在内外球壳间加上电压 V ，求球壳间总电场能量；
3. 求两介质界面处两边的能量密度之差。



六、(8 分) 垂直入射的白光，从放置在空气中的均匀的薄膜表面反射，对于波长 $\lambda_1 = 680\text{nm}$ 的光有一个干涉极大，而对波长为 $\lambda_2 = 510\text{nm}$ 的光有一个干涉极小。已知此薄膜的折射率 $n = 1.33$ ，求它的最小厚度。

七、(共 8 分) 锂原子 Li 的原子序数为 3，

1. 写出基态电子组态；
2. 把锂原子看成类氢原子，求其最外层电子的电离能(单位用 eV 表示)，并定性解释它与实验值 $5.39eV$ 的差别原因何在？(氢原子电离能为 $13.602eV$)。