

中国科学院大学
2013 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题
科目名称：普通物理(甲)

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一律无效。
-

一、选择题(共 32 分，每小题 4 分)

1. 质点沿一固定圆形轨道运动，如果速率均匀增大，下列物理量中不随时间变化的是

- (A) 法向加速度大小； (B) 切向加速度大小；
(C) 加速度大小； (D) 加速度与速度间的夹角。

2. 某电梯的天花板上竖直悬挂着弹性系数为 k 的弹簧振子，弹簧下端挂有一质量为 m 的物块，则当电梯以匀加速 a_1 上升和匀减速 a_2 上升时，弹簧和物块组成的系统振动频率分别为

- (A) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$, $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$; (B) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}\left(1+\frac{a_1}{g}\right)}$, $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}\left(1-\frac{a_2}{g}\right)}$;
(C) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m(g+a_1)}}$, $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m(g-a_2)}}$; (D) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m(g-a_1)}}$, $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m(g+a_2)}}$ 。

3. 核电站的原子能反应堆中需要用低速中子维持缓慢的链式反应，反应释放的却是高速快中子。在反应堆中，快中子通过与石墨棒内静止的碳原子($^{12}_6\text{C}$)发生弹性碰撞而减速。已知，碳原子质量是中子质量的 12 倍，则一次碰撞前、后中子动能比为

- (A) $\left(\frac{5}{6}\right)^2$; (B) $\left(\frac{6}{5}\right)^2$; (C) $\left(\frac{11}{13}\right)^2$; (D) $\left(\frac{13}{11}\right)^2$ 。

4. 关于理想气体，以下表述**不正确**的是

- (A) 气体分子本身的体积可以忽略不计，分子与容器壁以及分子与分子之间的碰撞属于完全弹性碰撞；
(B) 在相同的温度下，气体分子的平均平动动能相同而与气体的种类无关；
(C) 气体的压强与分子数密度成正比，与平均平动动能无关；
(D) 在相同的温度和压强下，各种气体在相同的体积内所含的分子数相等。

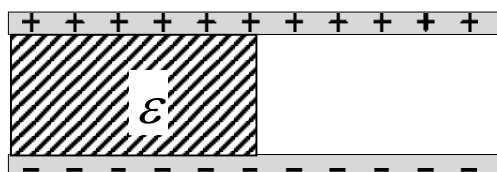
5. 有一点电荷 A 带正电量 Q ，距其不远处放入一个不带电的金属导体小球 B，平衡后，电荷 A 的电势为 U_A ，导体球 B 的电势为 U_B ，无穷远处电势为 U 。

则以下关系正确的是

(A) $U_A > U_B > U$ ； (B) $U_B > U_A > U$ ；

(C) $U_A > U > U_B$ ； (D) $U_B > U > U_A$ 。

6. 真空中，两靠近的平行金属板分别带均匀的等量异号电荷。若板间左侧一半空间充入介电常数为 ϵ 的电介质，则以下说法错误的是



- (A) 充入电介质后，板间电压减少；
 (B) 充入电介质后，板间电容增加；
 (C) 充入电介质后，板间电场总能量减少；
 (D) 充入电介质后，板间左侧电介质中的电场强度小于右侧真空中电场强度。

7. 真空介电常数 ϵ_0 在国际单位制中的量纲是

(A) $L^2 M^{-1} T^4 I^2$ ； (B) $L^2 M^{-1} T^3 I^2$ ； (C) $L^3 M^{-1} T^4 I^2$ ； (D) $L^3 M^{-1} T^3 I^2$ 。

8. 卢瑟福散射过程中 α 粒子以能量 E 入射固定原子核靶， α 粒子电荷为 $Z'e$ ，原子核电荷为 Ze ， α 粒子散射角为 θ ，则以下卢瑟福散射截面 $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ 与下列哪个物理量无关

- (A) 核电荷 Ze ； (B) 能量 E ；
 (C) 散射角 θ ； (D) 靶原子密度。

二、简答题(共 30 分)

1. (12 分) 某人用左、右手的食指水平托住一根半米长的均质尺子，手指分别放在尺子的两端，然后彼此缓慢相向移动，向中心靠拢。结果发现，两手指总是交替地滑动。比如开始时，只有右手食指在尺子下方滑动，而左手食指与尺子没有相对滑动；然后变为只有左手食指在尺子下方滑动，而右食指没有；如此循环，直至某根食指到达尺子中心。请解释此现象。
2. (10 分) 空间中存在随时间变化的磁场，但不存在任何导体。该空间是否有感

应电场？有没有感应电动势？并简述理由。

3. (8分) 什么是双折射现象？并给出现实中双折射现象的一个例子。

三、(共 20 分) 甲乙两人在水平冰面上玩推车游戏，甲和乙的质量均为 M ，小车质量为 m 。开始时，甲和小车静止在同一地点，乙静止在另一处。而后甲将小车朝着乙推去，小车相对于甲的速度大小为 u ($u > 0$)。乙接到小车后又将其推向甲，小车相对于乙的速度大小也为 u 。甲接到小车后，又再次将小车推向乙，如此继续下去。设冰面光滑，且足够大。

(1) 乙第一次接到小车后将其推出，若小车一定能追上甲，求 M, m, u 之间需要满足的关系式；

(2) 若甲接到小车后再将其推出，小车恰好与乙的速度相同，求此时三者各自的运动速度大小。

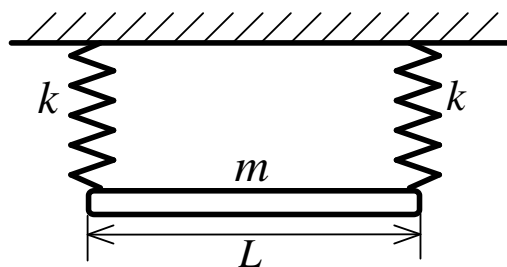
四、(共 20 分) 如图所示，有一水平天花板上竖直悬挂两轻质弹簧，其弹性系数均为 k ，原长均为 l 。一质量为 m 、长度为 L 的均质杆在左右两个端点分别与两弹簧联接。已知初始时刻，该系统仅在重力作用下保持平衡，杆水平。

(1) 将杆的左右两端下拉 Δh ，然后从静止释放，求杆两端点运动规律；

(2) 将杆左端下拉 Δh ，右端上推 Δh ，然后从静止释放，求杆两端点运动规律；

(3) 将杆的左端下拉 Δh ，右端保持不动，然后从静止释放，求杆两端点运动规律。

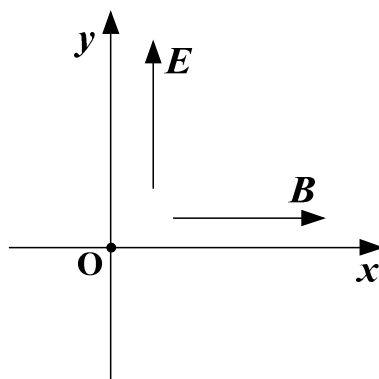
注： Δh 为小量。



五、(共 20 分) 一长为 L 的电容器由圆柱形导体和同轴导体圆筒构成, 圆柱导体半径为 R_1 , 圆筒内半径为 R_2 ($R_2 > R_1$)。圆柱导体与圆筒间充满了介电常数为 ϵ 的均匀介质。设沿轴线方向, 圆柱导体上单位长度电荷为 λ ($\lambda > 0$), 圆筒上单位长度电荷为 $-\lambda$ 。假设 $L \gg R_2$ 。求:

- (1) 介质内的电位移 \vec{D} , 电场强度 \vec{E} 及电极化强度 \vec{P} 的大小和方向;
- (2) 介质内、外表面的极化面电荷密度;
- (3) 圆筒与圆柱导体间的电势差和该电容器的电容。

六、(共 20 分) 如图所示, 某空间有沿 y 轴的均匀电场和沿 x 轴的均匀磁场, 电场强度大小为 E , 磁感应强度大小为 B 。一个质量为 m 的电子在原点 O 从静止状态被释放。忽略重力。试求电子在 y 方向的最大位移。



七、(共 8 分) 单缝的夫琅禾费衍射实验中, 单缝宽度为 a , 缝后透镜焦距 $f = 20\text{cm}$ 。波长 $\lambda_1 = 600\text{nm}$ 的平行单色光垂直入射单缝, 所产生的夫琅禾费衍射图样的中央明条纹的线宽度为 $\Delta x_1 = 10\text{cm}$ 。另一束波长 λ_2 的单色平行光垂直入射该单缝时, 一级亮条纹的线宽度为 $\Delta x_2 = 4\text{cm}$ 。求

- (1) 该单缝的宽度 a ;
- (2) 波长 λ_2 。