

中山大学

《物理学前沿》

2023-2024学年第一学期期末试卷

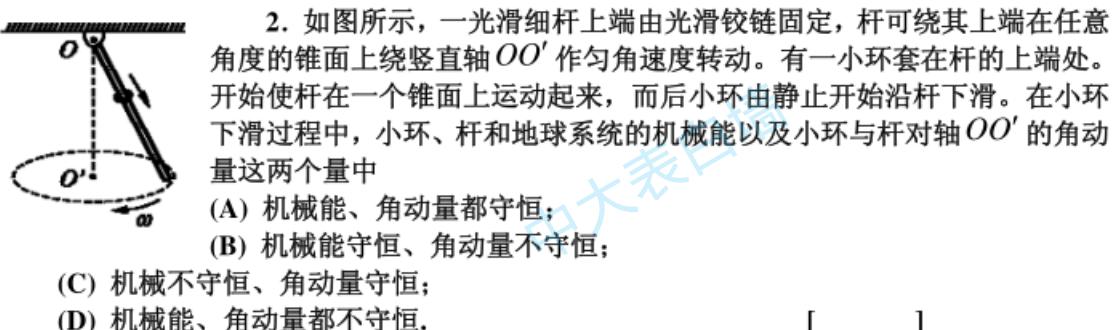
一. 选择题 (每题 3 分, 共 30 分)

1. 一质点沿 x 轴运动, 其速度与时间的关系为: $v = 4 + t^2 \text{ m/s}$, 当 $t = 3 \text{ s}$ 时, 质点位于 $x = 9 \text{ m}$ 处, 则质点的运动方程为

(A) $x = 4t + \frac{1}{3}t^3 - 12 \text{ m}$ (B) $x = 4t + \frac{1}{2}t^2 \text{ m}$.

(C) $x = 2t + 3 \text{ m}$ (D) $x = 4t + \frac{1}{3}t^3 + 12 \text{ m}$ []

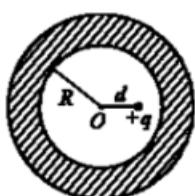
2. 如图所示, 一光滑细杆上端由光滑铰链固定, 杆可绕其上端在任意角度的锥面上绕竖直轴 OO' 作匀角速度转动。有一小环套在杆的上端处。开始使杆在一个锥面上运动起来, 而后小环由静止开始沿杆下滑。在小环下滑过程中, 小环、杆和地球系统的机械能以及小环与杆对轴 OO' 的角动量这两个量中



- (A) 机械能、角动量都守恒;
(B) 机械能守恒、角动量不守恒;
(C) 机械不守恒、角动量守恒;
(D) 机械能、角动量都不守恒. []

3. 一均质细杆可绕垂直它且离其一端 $l/4$ (l 为杆长) 的水平固定轴 O 在竖直平面内转动。杆的质量为 m , 当杆自由悬挂时, 给它一个起始角速度 ω_0 , 如杆恰能持续转动而不作往复摆动则需要 (已知细杆绕轴 O 的转动惯量 $J = (7/48)ml^2$, 一切摩擦不计).

(A) $\omega_0 \geq 4\sqrt{3g/7l}$ (B) $\omega_0 \geq 4\sqrt{g/l}$
(C) $\omega_0 \geq (4/3)\sqrt{g/l}$ (D) $\omega_0 \geq \sqrt{12g/l}$. []



4. 一个未带电的空腔导体球壳, 内半径为 R 。在腔内离球心的距离为 d 处 ($d < R$), 固定一点电荷 $+q$, 如图所示。用导线把球壳接地后, 再把地线撤去。选无穷远处为电势零点, 则球心 O 处的电势为

(A) 0 (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 d}$ (C) $-\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$ (D) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{R} \right)$

[]

5. 一个平行板电容器, 充电后与电源断开, 当用绝缘手柄将电容器两极板的距离拉大, 则两极板间的电势差 U_{12} 、电场强度的大小 E 、电场能量 W 将发生如下变化:

- (A) U_{12} 减小, E 减小, W 减小; (B) U_{12} 增大, E 增大, W 增大;



表白/吃瓜

帮问/互助

二手集市

失物/捞人

组局/交友

吐槽/避雷



中大校园论坛



中大表白墙的微信小程序社区
你发布的帖子全校都可以看到

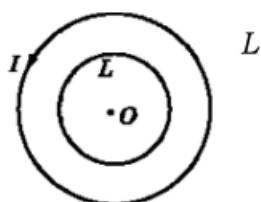
中大校园论坛，中大人都在玩

- (C) U_{12} 增大, E 不变, W 增大; (D) U_{12} 减小, E 不变, W 不变. []

6. 一原长为 L 的火箭, 以速度 v_1 相对地面作匀速直线运动, 火箭上有一个人从火箭的后端向火箭前端的一个靶子发射一颗子弹, 子弹相对于火箭的速度为 v_2 . 在火箭上测得子弹从射出到击中靶的时间间隔是: (c 表示真空中的光速)

- (A) $L/(v_1 + v_2)$ (B) L/v_2
 (C) $L/(v_2 - v_1)$ (D) $L/v_1 \sqrt{1 - (v_1/c)^2}$ []

7. 如图, 在一圆形电流 I 所在的平面内, 选一个同心圆形闭合回路

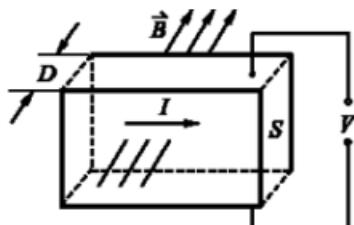


(A) $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, 且环路上任意一点 $\vec{B} = 0$

(B) $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, 且环路上任意一点 $\vec{B} \neq 0$

(C) $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$, 且环路上任意一点 $\vec{B} \neq 0$

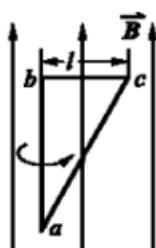
(D) $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$, 且环路上任意一点 $\vec{B} = \text{常量}$. []



8. 一个通有电流 I 的导体, 厚度为 D , 横截面积为 S , 放置在磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 磁场方向垂直于导体的侧表面, 如图所示。现测得导体上下两面电势差为 V , 则此导体的霍尔系数等于

(A) $\frac{IBV}{DS}$ (B) $\frac{BVS}{ID}$

(C) $\frac{VD}{IB}$ (D) $\frac{IVS}{BD}$ []



9. 如图所示, 直角三角形金属框架 abc 放在均匀磁场中, 磁场 B 平行于 ab 边, bc 的长度为 l 。当金属框架绕 ab 边以匀角速度 ω 转动时, abc 回路中的感应电动势 \mathcal{E} 和 a 、 c 两点间的电势差 $U_a - U_c$ 为

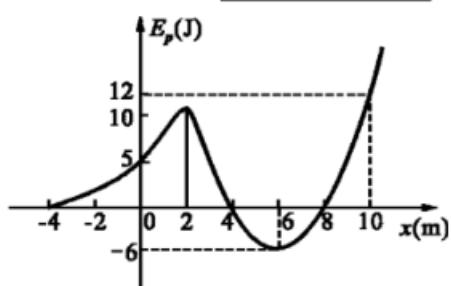
(A) $\mathcal{E} = 0$, $U_a - U_c = B\omega l^2$ (B) $\mathcal{E} = 0$, $U_a - U_c = -B\omega l^2/2$
 (C) $\mathcal{E} = B\omega l^2$, $U_a - U_c = B\omega l^2/2$ (D) $\mathcal{E} = B\omega l^2$, $U_a - U_c = B\omega l^2$ []

10. 对位移电流, 有下述四种说法, 请指出哪一种说法正确

- (A) 位移电流是由变化的电场产生的;
 (B) 位移电流是由线性变化的磁场产生的;
 (C) 位移电流的热效应服从焦耳——楞次定律;
 (D) 位移电流的磁效应不服从安培环路定理. []

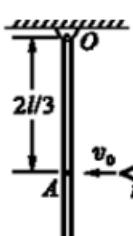
二 填空题 (共 30 分)

1. (本题 3 分) 质量为 m 的物体, 初速极小, 在外力作用下从原点起沿 x 轴正向运动, 所受外力方向沿 x 轴正向, 大小为 $F = kx$ 。物体从原点运动到坐标为 x_0 点的过程中所受外力冲量的大小为 _____.



2. (本题 5 分) 一维保守力的势能曲线如图所示, 则总能量 E 为 12J 的粒子的运动范围为

_____；在 $x = \dots$ 时，粒子的动能 E_K 最大； $x = \dots$ 时，粒子的动能 E_K 最小。



3. (本题 3 分) 长为 l 、质量为 M 的均质杆可绕通过杆一端 O 的水平光滑固定轴转动，转动惯量为 $Ml^2/3$ ，开始时杆竖直下垂，如图所示。现有一质量为 m 的子弹以水平速度 v_0 射入杆上 A 点，并嵌在杆中。 $OA = 2l/3$ ，则子弹射入后瞬间杆的角速度 $\omega = \dots$

4. (本题 3 分)

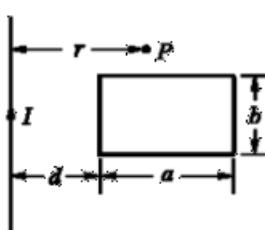
- (1) 在速度 $v = \dots$ 情况下粒子的动量等于非相对论动量的两倍。
(2) 在速度 $v = \dots$ 情况下粒子的动能等于它的静止能量。

5. (本题 5 分) 若静电场的某个区域电势等于恒量，则该区域的电场强度为 _____，若电势随空间坐标作线性变化，则该区域的电场强度分布为 _____。

6. (本题 5 分) 一个绕有 500 匝导线的平均周长 50cm 的细螺绕环，铁芯的相对磁导率为 600，载有 0.3A 电流时，铁芯中的磁感应强度 B 的大小为 _____；铁芯中的磁场强度 H 的大小为 _____。 $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1})$

7. (本题 3 分) 一个半径为 R 、面密度为 σ 的均匀带电圆盘，以角速度 ω 绕过圆心且垂直盘面的轴线 AA' 旋转；今将其放入磁感应强度为 \bar{B} 的均匀外磁场中， \bar{B} 的方向垂直于轴线 AA' 。在距盘心为 r 处取一宽度为 dr 的圆环，则该带电圆环

相当的电流为 _____，该电流所受磁力矩的大小为 _____，圆盘所受合力矩的大小为 _____。

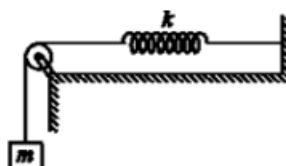


8. (本题 3 分) 一长直导线旁有一长为 a ，宽为 b 的矩形线圈，线圈与导线共面，如图所示。长直导线通有稳恒电流 I ，则距长直导线为 r 处的 P 点的磁感应强度 B 为 _____；线圈与导线的互感系数为 _____。

三 计算题 (共 40 分)

1. (本题 10 分) 如图所示，已知滑轮的半径为 r ，转动惯量为 J ，弹簧的劲度系数为 k ，物体的质量为 m 。设开始时物体静止且弹簧无伸长，在物体下落过程中绳与滑轮无相对滑动，轴间摩擦不计。试求：

- (1) 物体下落的距离为 l 时，物体的速率。
(2) 物体能够下落的最大距离。



2. (本题 10 分) 一半径为 R 、电荷量为 Q 的均匀带电球体，设无穷远处为电势零点。

试求(1)球体内外电场强度的分布；

(2)球体内外电势的分布。

3. (本题 10 分) 如图所示，一平行板电容器两极板相距为 d ，面积为 S ，在极板间平行地放一面积与极板相等、厚度为 t 的均匀电介质板，它的相对介电常数为 ϵ_r 。设两极板分别带有 $\pm Q$ 的电荷，不计边缘效应。试求：

(1) 电介质中电场强度和电位移的大小；

(2) 两极板间的电势差；

(3) 电容器的电容。

