

一、(15 分) 一质量为 m 的质点在 Oxy 平面上运动，其位置矢量为

$$\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j} \quad (\text{SI})$$

式中 a 、 b 、 ω 是正值常量，且 $a > b$ 。

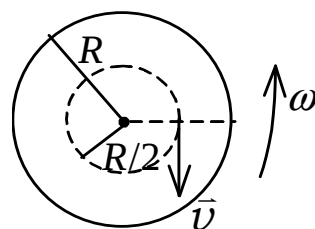
(1) 求质点在 A 点 $(a, 0)$ 时和 B 点 $(0, b)$ 时的动能；

(2) 求质点所受的合外力 $\vec{F}$ 以及当质点从 A 点运动到 B 点的过程中 $\vec{F}$ 的分力 $\vec{F}_x$ 和 $\vec{F}_y$ 分别作的功。

二、(15 分) 在半径为 R 的具有光滑竖直固定中心轴的水平圆盘上，有一人静止站立在距转轴为 $\frac{1}{2}R$ 处，人的质量是圆盘质量的 $1/10$ 。开始时盘载人对地以角速度 ω_0 匀速转动，现在此人垂直圆盘半径相对于盘以速率 v 沿与盘转动相反方向作圆周运动，如图所示。已知圆盘对中心轴的转动惯量为 $\frac{1}{2}MR^2$ 。求：

(1) 圆盘对地的角速度。

(2) 欲使圆盘对地静止，人应沿着 $\frac{1}{2}R$ 圆周对圆盘的速度 $\vec{v}$ 的大小及方向？

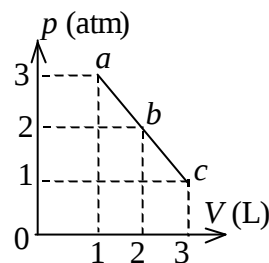


三、(15 分) 一定量的理想气体，由状态 a 经 b 到达 c 。（如图， abc 为一直线）求此过程中

(1) 气体对外作的功；

(2) 气体内能的增量；

气体吸收的热量。（ $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）

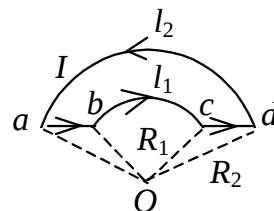


四、(15 分) 实验表明, 在靠近地面处有相当强的电场, 电场强度 $\vec{E}$ 垂直于地面向下, 大小约为 100 N/C ; 在离地面 1.5 km 高的地方, $\vec{E}$ 也是垂直于地面向下的, 大小约为 25 N/C .

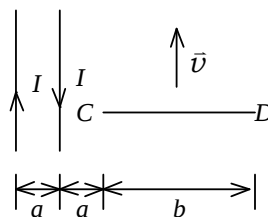
(1) 假设地面上各处 $\vec{E}$ 都是垂直于地面向下, 试计算从地面到此高度大气中电荷的平均体密度;

(2) 假设地表面内电场强度为零, 且地球表面处的电场强度完全是由均匀分布在地表面的电荷产生, 求地面上的电荷面密度. (已知: 真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

五、(15 分) 有一条载有电流 I 的导线弯成如图示 $abcda$ 形状. 其中 ab 、 cd 是直线段, 其余为圆弧. 两段圆弧的长度和半径分别为 l_1 、 R_1 和 l_2 、 R_2 , 且两段圆弧共面共心. 求圆心 O 处的磁感强度 $\vec{B}$ 的大小.



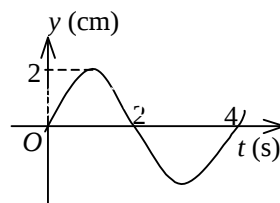
六、(15 分) 两相互平行无限长的直导线载有大小相等方向相反的电流, 长度为 b 的金属杆 CD 与两导线共面且垂直, 相对位置如图. CD 杆以速度 $\vec{v}$ 平行直线电流运动, 求 CD 杆中的感应电动势, 并判断 C 、 D 两端哪端电势较高?



七、(15 分) 一轻弹簧在 60 N 的拉力下伸长 30 cm . 现把质量为 4 kg 的物体悬挂在该弹簧的下端并使之静止, 再把物体向下拉 10 cm , 然后由静止释放并开始计时. 求

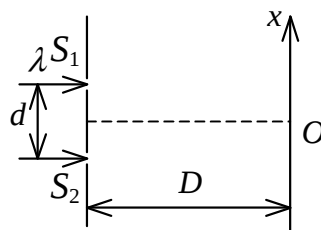
- (1) 物体的振动方程;
- (2) 物体在平衡位置上方 5 cm 时弹簧对物体的拉力;
- (3) 物体从第一次越过平衡位置时刻起到它运动到上方 5 cm 处所需要的最短时间.

八、(15 分) 一列平面简谐波在媒质中以波速 $u = 5 \text{ m/s}$ 沿 x 轴正向传播, 原点 O 处质元的振动曲线如图所示.



- (1) 求解并画出 $x = 25 \text{ m}$ 处质元的振动曲线.
- (2) 求解并画出 $t = 3 \text{ s}$ 时的波形曲线.

九、(15 分) 双缝干涉实验装置如图所示, 双缝与屏之间的距离 $D = 120 \text{ cm}$, 两缝之间的距离 $d = 0.50 \text{ mm}$, 用波长 $\lambda = 500 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直照射双缝.



- (1) 求原点 O (零级明条纹所在处) 上方的第五级明条纹的坐标 x .
- (2) 如果用厚度 $l = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mm}$, 折射率 $n = 1.58$ 的透明薄膜复盖在图中的 S_1 缝后面, 求上述第五级明条纹的坐标 x' .

十、(15 分) 波长 $\lambda = 600 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直入射到一光栅上, 测得第二级主极大的衍射角为 30° , 且第三级是缺级.

- (1) 光栅常数 $(a + b)$ 等于多少?
- (2) 透光缝可能的最小宽度 a 等于多少?
- (3) 在选定了上述 $(a + b)$ 和 a 之后, 求在衍射角 $-\frac{1}{2}\pi < \varphi < \frac{1}{2}\pi$ 范围内可能观察到的全部主极大的级次.

【完】