

华中科技大学 2023 ~ 2024 学年度第 2 学期

《大学物理 (一)》课程考试

试卷 (A 卷) (闭卷)

考试日期: 2024.06.26 上午

考试时间: 150 分钟

说明: 本课程考试使用答题纸, 所有作答请写到答题纸上对应区域。在此试卷上作答无效。

一. 选择题 (单选, 每题 3 分, 共 30 分)

[] 1. 一质量为 m 的质点做平面运动, 其位矢为 $\vec{r} = a \cos \theta \cos \omega t \vec{i} + b \sin \theta \sin \omega t \vec{j}$, 式中, a 、 b 、 θ 、 ω 为正值常量, 则该质点的运动轨迹为

- (A) 圆 (B) 椭圆 (C) 抛物线 (D) 无法确定

[] 2. 从 $t=0$ 时刻起, 有 $\vec{F} = -5\vec{i} + 5\vec{j} + 4\vec{k}$ N 的力作用于一个可看作质点的质量为 2kg 的物体上, 物体的初始速率 4m/s, 当该物体离开初始位置的位移为 $2\vec{i} + 6\vec{j} + 7\vec{k}$ m 时, 该物体的速率为

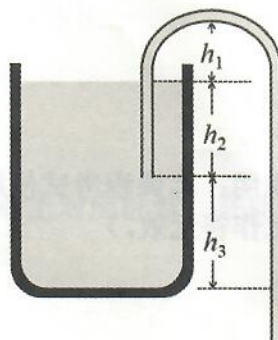
- (A) 6.50m/s (B) 8.00m/s (C) 8.75m/s (D) 无法确定

[] 3. 在离心节速器的课堂演示实验中, 当系统绕中心轴转动时, 下列哪个说法是正确的?

- (A) 当两端的小球距离变大时, 角速度变大
(B) 任何情况下, 系统对转轴的角动量都守恒
(C) 不计重力的力矩时, 系统对转轴的角动量守恒
(D) 不计转轴处摩擦力的力矩时, 系统对转轴的角动量守恒

[] 4. 如右图所示, 一个很大的开口容器中插入一根细 U 型管, 容器中的理想流体从 U 型管的一端流出, 则流体流出的流速大小为

- (A) $\sqrt{2g(h_1 + h_2)}$ (B) $\sqrt{2g(h_1 + h_2 + h_3)}$
(C) $\sqrt{2g(h_2 + h_3)}$ (D) $\sqrt{2gh_2}$

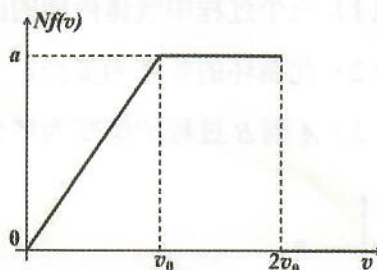


[] 5. 一艘太空飞船以直线运动进行星际航行, 飞船相对于地球的速度为 0.6 倍真空中光速, 飞船上的钟记录飞船飞行 50 年时, 地球上的人测得飞船飞行的距离为

- (A) 50 光年 (B) 62.5 光年 (C) 30 光年 (D) 37.5 光年

[] 6. 有 N 个同种气体分子处于平衡态, 它们的速率分布如右图所示。则速率在 $v_0/2$ 和 $3v_0/2$ 间隔内的分子数为

- (A) $5N/12$ (B) $2N/3$
(C) $7N/12$ (D) $3N/4$

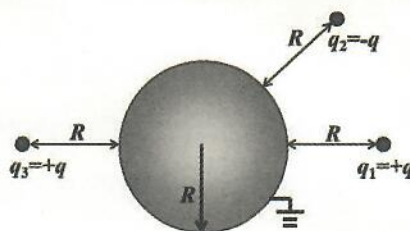


[] 7. 在卡诺循环中, 低温热源的温度为 300K, 热机的效率为 20%, 如果要 将此卡诺热机的效率提升到 40%, 则下列说法中正确的是

- (A) 将低温热源的温度降低 75K, 同时将高温热源的温度提升 125K
(B) 将低温热源的温度降低 75K, 或者将高温热源的温度提升 125K
(C) 将低温热源的温度提升 300K, 同时将高温热源的温度提升 375K
(D) 将低温热源的温度提升 300K, 或者将高温热源的温度提升 375K

[] 8. 如右图所示, 半径为 R 的实心金属球 接地, 有三个点电荷均与球心相距 $2R$, 带电量 如图所示。 q_1 与 q_2 两点电荷与球心的连线之间的 夹角为 $\pi/4$, 则球上的感应电荷 Q 为

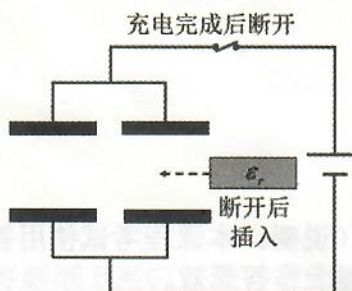
- (A) $Q = +\frac{1}{2}q$ (B) $Q = -\frac{1}{2}q$
(C) $Q = +\sqrt{2}q/2$ (D) $Q = -\sqrt{2}q/2$



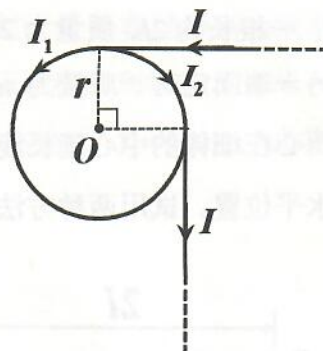
[] 9. 如右图所示, 两个完全相同的空气电容器 并联后连接电源充电, 充电完成后撤去电源。在右边 电容器中插入一电介质板后, 则下列说法中正确的是

(A) 左侧电容器极板上的电荷减少, 右侧电容器极板上的电荷增加

- (B) 左侧电容器极板上的电荷增加, 右侧电容器极板上的电荷不变
(C) 左侧电容器极板上的电荷减少, 右侧电容器极板上的电荷不变
(D) 左侧电容器极板上的电荷增加, 右侧电容器极板上的电荷减少



[] 10. 如右图所示, 在真空中两根相互垂直的无限长导线均与一个半径为 r 的质量均匀的导电圆环相切, 在导线中通以电流 I , 流过导电圆环两侧的电流分别为 I_1 与 I_2 , 则圆心 O 处的磁感应强度大小为



- (A) $\frac{\mu_0}{8r}(3I_1 - I_2)$ (B) $\frac{\mu_0 I}{4\pi r}$
 (C) $\frac{\mu_0 I}{4\pi r} + \frac{\mu_0}{8r}(3I_1 - I_2)$ (D) 0

二. 填空题 (每题 3 分, 共 30 分)

1. 在 $t=0$ 时刻, 从山顶以与水平面夹角为 30° 、大小为 10m/s 的速度斜向上发射一子弹, 在子弹落地前任意 t 时刻的法向加速度_____。(忽略空气阻力, 此题重力加速度取 10m/s^2)

2. 从 $t=0$ 时起, 力 $\vec{F}(t) = \begin{cases} (-t^2 + 12t)\vec{i} & 0 \leq t \leq 12\text{s} \\ (-3t + 36)\vec{i} & 12\text{s} < t \leq 24\text{s} \end{cases}$ 作用于一个可当作质点的静止

于水平光滑桌面的物体上, 物体的质量为 3kg 。物体开始运动 16 秒后的速率为_____ m/s 。

3. 电子的静止质量为 m_0 , 不计能量损耗, 将一个电子从 $0.8c$ 加速到 $0.9c$ 比将电子从 $0.1c$ 加速到 $0.2c$ 所需做的功多_____ $m_0 c^2$ 。(c 为真空中的光速, 结果保留三位小数)

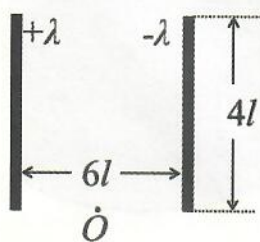
4. 在伽尔顿板课堂演示实验中, 大量的小球于狭槽上方落下后, 狭槽内小球的数量与整体数量之间的比例与狭槽的宽度以及_____有关。

5. 4mol 的理想气体经过了一个绝热自由膨胀过程, 体积由 V 膨胀至 $3V$, 在此过程中的熵变为_____ J/K 。(结果保留三位小数, $R=8.31\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)

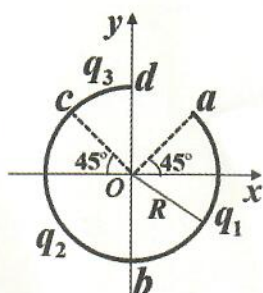
6. 如图所示, 真空中有两段长度均为 $4l$, 电荷线密度分别为 $+\lambda$ 与 $-\lambda$ 的均匀细棒, 两细棒在同一水平面内相距 $6l$, 且两细棒的下端点在同一水平线上, 则两下端点连线中心处 O 的电场强度大小为_____。(真空介电常数为 ϵ_0)

7. 如图所示, 在真空中一段带电圆弧, ab 弧段所带的电量为 q_1 、 bc 弧段所带电量为 q_2 、 cd 弧段所带电量为 q_3 , 选择无穷远处为电势零点, 则圆心处的电势为_____。

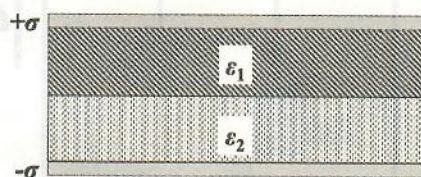
8. 如图所示, 一平行板电容器极板的面积为 S , 间距为 $2d$, 电容器中间充有厚度均为 d 的不同电介质, 电介质的介电常数分别为 ϵ_1 与 ϵ_2 。接上电源后, 两极板的电荷面密度分别为 $+\sigma$ 与 $-\sigma$, 忽略边缘效应, 则此平行板电容器所储存的电场能量为_____。



填空题 6

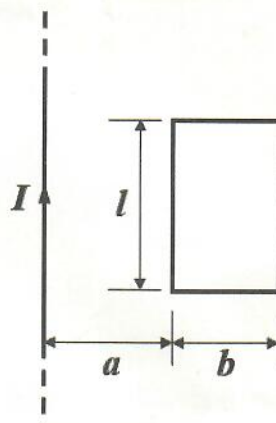


填空题 7



填空题 8

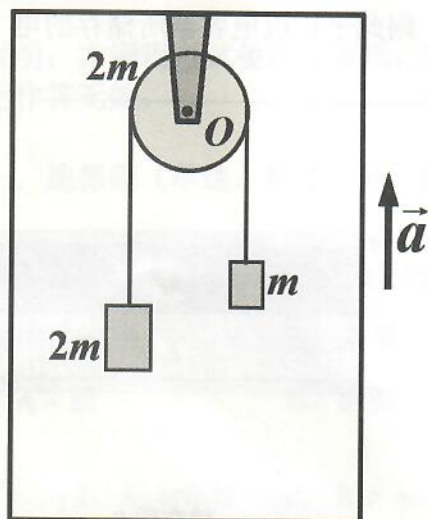
9. 如右图所示, 真空中有一无限长载流细直导线中通有电流 I , 有一矩形范围, 矩形左侧距离导线 a , 矩形右侧距离导线 b , 矩形的宽为 l , 通过该矩形平面的磁通量大小为_____。(真空中磁导率为 μ_0)



10. 一个带电量为 q 的体积极小的小球, 围绕空间中的一点做匀速圆周运动, 角速度大小为 ω , 小球到圆心的距离为 r , 其形成的磁偶极矩的大小为_____。

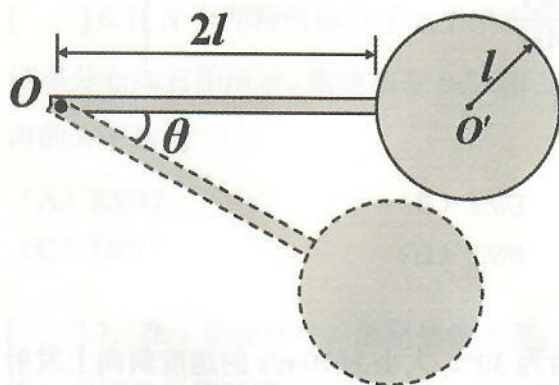
三. 计算题 (每题 10 分, 共 40 分)

1. 如图所示, 一根绳子跨过固定在电梯内的定滑轮, 两端悬挂物体的质量分别为 $2m$ 与 m , 滑轮的质量为 $2m$ (质量均匀分布), 半径为 R , 绳子的质量忽略不计。当电梯相对地面以加速度 \vec{a} 向上运动, 求绳子的拉力及滑轮的角加速度 (重力加速度大小为 g , 绳子与滑轮无相对滑动)。



(说明: 本课程考试使用答题纸, 所有作答请写到答题纸上对应区域。在此试卷上作答无效。)

2. 一根长为 $2l$ 、质量为 $2m$ 的均匀细直棒，可绕其一端在竖直平面内转动。棒的另一端固定有一质量为 m 半径为 l 的均匀薄圆盘，圆盘的盘面在竖直面内，球的质心在细棒的中心延长线上。细直棒与圆盘组成的系统视为刚体，最初棒静止在水平位置。试用两种方法，求系统由此下摆 θ 角时的角加速度和角速度。



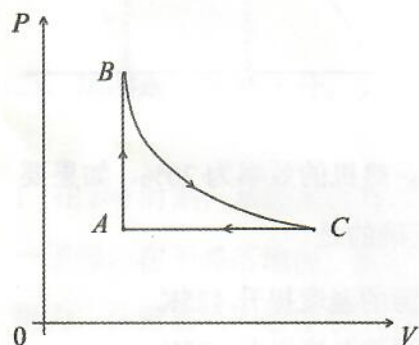
(说明：本课程考试使用答题纸，所有作答请写到答题纸上对应区域。在此试卷上作答无效。)

3. 如图所示, 100mol 单原子分子理想气体由状态 A 经过一个等容过程到达状态 B , 再经历一个绝热过程到达状态 C , 最后经历一个等压过程回到状态 A 完成一个循环, 所有过程均为可逆过程。其中, $T_A=300\text{K}$, $T_B=650\text{K}$, $T_C=500\text{K}$ 。试求 (结果保留两位小数):

(1) 三个过程中气体内能的改变分别为多少?

(2) 此循环的效率为多少?

(3) A 到 B 过程的熵变为多少?

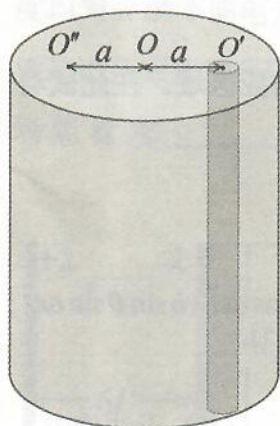


(说明: 本课程考试使用答题纸, 所有作答请写到答题纸上对应区域。在此试卷上作答无效。)

4. 在真空中有一均匀带电无限长圆柱体，体电荷密度为 $\rho (>0)$ ，在这个圆柱中距离圆柱中心位置为 a 的地方有一圆柱空腔，空腔圆柱的半径为 r ，且圆柱空腔与整个圆柱的轴线平行。

(1) 证明空腔内为均匀电场。

(2) 已知 O' 点在空腔内， O'' 点和 O' 点关于 O 点对称，求 O'' 处的电场强度。



(说明：本课程考试使用答题纸，所有作答请写到答题纸上对应区域。在此试卷上作答无效。)