

无锡职业技术学院

教 案₁

第一章 质点运动 学和动力 学	绪论		
	知识点 1. 矢量的标积； 2. 矢量的矢积。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/讨论法
教 学 目 标	■ 知识目标	掌握矢量运算基本规则	
	■ 技能目标	了解中国大学 MOOC 在线课程的使用	
	■ 思政目标	鼓励学生掌握思维方法，善于把握事物发展总体趋势和方向。	
教学重点	中国大学 MOOC 在线课程的使用方式		
教学难点	矢量的标积、矢积		

教学活动设计	
课前导学	■ 提醒同学们注册中国大学 MOOC 账户并选择“物理基础及应用”课程； ■ 加入中国大学 MOOC 的慕课堂； ■ 完成课前有关“学习基础”的调研问卷。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	1. 课程简介:本课程是一门高职物理课程。本课程精简了物理学教学内容,降低了教学难度,拓展了知识广度,增加物理技术在实际生活中的应用内容,注重培养学生应用物理知识的能力。力图把传授知识、思想、方法三者放在同等重要的地位。加强对科学思维方式、自学能力和创新能力的培养。希望通过本课程的学习,同学们不仅掌握必要的物理知识,还能提高科技素养,激发爱国情怀。树立正确的世界观. 培养崇高科学精神。确立远大理想信念、树立正确的价值观,提高大学生缘事析理、明辨是非的能力,帮助学生更好地做人做事。 2. 物理学的研究对象(从微观到宏观,以视频或图画开展)和研究方法(课堂讨论)。 3. 诺贝尔物理学奖获得者一览(课程思政)。 4. 简介所要学到的数学方法:物理量之间的几何关系;求导、微分变换、微分方程、积分等;矢量的和、差、标积、矢积以及矢量的合成与分解。 高等数学基础:常用微分、积分公式。 物理学中的矢量: (1). 标量:只有大小、单位的量。 (2). 矢量:不仅有大小、单位,而且有方向的量。 矢量的表示: (1). 手写体:在物理量字母上加一箭头表示矢量。 (2). 印刷体:黑体表示矢量。否则,只是表示大小的标量。 矢量的模 矢量的加减(几何法) 矢量的直角坐标表示 矢量的运算:代数法、几何法

1. 从若干有代表性的诺贝尔物理学奖获得者的事迹出发，联想到中国的诺贝尔生理学/医学奖获得者屠呦呦。屠呦呦从系统整理历代医籍入手，查阅各种经典医书、地方药志，做了 2000 多张资料卡片，最后整理出一个 600 多种草药的《抗疟单验方集》。结合现代科技，首次利用乙醚低温提取出抗疟效果明显的青蒿提取物。引导学生树立正确的职业理想，坚持科学高尚的人生追求，追求正确的人生价值。



2. 世界纷繁复杂，如何能把握其中的规律？为什么要学习这么多的知识呢？鼓励学生多学物理知识，拓展知识面，高瞻远瞩，统揽全局，从而更好的把握事物发展总体趋势和方向。

课后作业

调研杨振宁在物理方面的贡献。

无锡职业技术学院

教 案₂

第一章 质点的运 动	第一节 质点运动的描述		
	知识点 1. 位矢、位移、速度、加速度等描述质点运动变化的物理量； 2. 直角坐标系下计算质点在平面内运动时的速度、加速度； 3. 质点运动方程。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/分组讨论
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 理解位矢、位移、速度、加速度等描述质点运动变化的物理量； 2. 掌握借助于直角坐标系计算质点在平面内运动时的速度、加速度； 3. 掌握由运动方程求运动质点的位置、位移、速度和加速度。	
	■ 技能目标	1. 由质点运动方程，求解质点运动速度及加速度等物理量； 2. 由质点运动加速度，速度等物理量求解质点的运动方程。	
	■ 思政目标	由不同参照系下物体运动的相对性，启发学生培养辩证思维，洞察事物发展规律；培养系统思维，注重事物的整体性和关联系等。	
教学重点	1. 位置矢量，位移，路程，速度和加速度等物理量的理解和正确表达； 2. 用微积分方法求解以上物理量。		
教学难点	用微积分方法解题		

教学活动设计

课前导学

- 思考树上的水果在掉落的过程中被猎人用猎枪击中的案例；
- 完成慕课平台上的课前自测题。

教学时间（90 分钟）

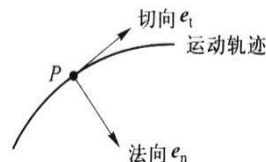
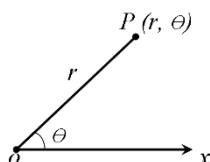
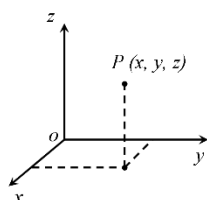
教 学 内 容

一、参考系 坐标系 质点

1. 参考系

同一物体相对于不同的观察者来说，具有不同的运动状况。即运动的描述具有相对性，因此在描述物体运动时，首先要指明参考系。（课程思政）

常用的坐标系有：直角坐标系、极坐标系、自然坐标系。



2. 质点

只有质量没有形状和大小的几何点，称为质点。

何时物体可以看做质点？（讨论）

二、位置矢量 运动方程 位移

从原点 O 指向 P 点的有向线段 $\mathbf{r}$ 来表示， $\mathbf{r}$ 称为质点的位置矢量（位矢）。 $\mathbf{r}$ 可表示为： $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$ 其中 $\mathbf{i}$ 、 $\mathbf{j}$ 、 $\mathbf{k}$ 分别为沿坐标轴 Ox 、 Oy 、 Oz 正方向的单位矢量。

1) 质点的运动方程为 $\mathbf{r} = \mathbf{r}(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j}$

2) 位移 $\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2$ （矢量）

在直角坐标系 Oxy 中，位移可表示为

$$\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2 = (x_2 - x_1)\mathbf{i} + (y_2 - y_1)\mathbf{j}$$

3) 路程 Δs （标量）

三、速度

平均速度 $\bar{\mathbf{v}}$ ，即 $\bar{\mathbf{v}} = \frac{\Delta\mathbf{r}}{\Delta t}$

瞬时速度 $\mathbf{v}$ ， $\mathbf{v}$ 为当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时质点平均速度的极限

$$\mathbf{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$$

在平面直角坐标系中，速度可表示为

	$\boldsymbol{v} = \frac{d\boldsymbol{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\boldsymbol{i} + \frac{dy}{dt}\boldsymbol{j} = v_x\boldsymbol{i} + v_y\boldsymbol{j}$ 四、加速度 平均加速度定义为 $\bar{\boldsymbol{a}} = \frac{\Delta\boldsymbol{v}}{\Delta t}$ 瞬时加速度，简称加速度，即 $\boldsymbol{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\boldsymbol{v}}{\Delta t} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = \frac{d^2\boldsymbol{r}}{dt^2}$ 在平面直角坐标系 O_{xy} 中，常用以下分量来表示 $\boldsymbol{a} = a_x\boldsymbol{i} + a_y\boldsymbol{j} = \frac{dv_x}{dt}\boldsymbol{i} + \frac{dv_y}{dt}\boldsymbol{j} = \frac{d^2x}{dt^2}\boldsymbol{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\boldsymbol{j}$
课程思政元素	物体运动形式随不同的参考系而不同——运动的相对性。  描述物体的运动时，必须指明相对于哪个参考系来说的。 物体运动具有相对性，不同的参考系下观察同一物体运动，具有不同的运动状况。比如图中的女孩向上扔球，在船上的人看来，是竖直上抛与自由落体运动，但在岸上的人看来是斜抛运动。启发学生培育辩证思维，善于抓住关键、找准重点、洞察事物发展规律；培育系统思维，注重事物的整体性、关联性等。
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案₃

第一章 质点的运 动	第二节 牛顿定律及其应用		
	知识点 1. 运动的叠加原理; 2. 万有引力和牛顿运动定律。超重与失重; 3. 力的概念、力学中常见的三种力（重力、弹力、摩擦力）。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/分组讨论/头脑风暴
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 了解运动的叠加原理; 2. 掌握万有引力和牛顿运动定律的内容。理解超重与失重产生的原因; 3. 掌握力的概念、了解力学中常见的三种力（重力、弹力、摩擦力）。	
	■ 技能目标	1. 会运用叠加原理分析平抛运动。（如“猎人打水果”、“炮弹射击”问题）; 2. 会运用牛顿三大定律解决物理问题。	
	■ 思政目标	1. 由牛顿对待科学研究专注的精神，由此激发学生提高职业精神，培育工匠精神，在学习和以后的工作中都能做到执着专注、精益求精。 2. 由牛顿第三定律，力的作用是相互的，联系到与他人的相处。既要尊重他人也不需刻意讨好，妄自菲薄。进而引申到健全人格，正确对待自我、他人和社会。	
教学重点	1. 运动的叠加原理; 2. 牛顿运动定律; 3. 力学中三种常见的力（重力、弹力、摩擦力）。		

教学难点	运用牛顿运动定律分析并求解物理问题。
教学活动设计	
课前导学	■ 回顾高中所学牛顿三大定律； ■ 回顾力学中常见三种力； ■ 完成中国大学 MOOC 平台上的课前自测题。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	一、匀变速直线运动 质点作直线运动时,如果其加速度的大小和方向都不随时间改变,即在任意相等时间内速度的增量相等,则称该质点的运动为匀变速直线运动,即 $a = \frac{dv}{dt} = \text{常量}$ 如果加速度 a 已知,则可以用积分方法求得质点做匀变速直线运动的速度和运动方程。 二、匀变速直线运动公式 设时刻 $t = t_0$ 时,质点的速度为 v_0, 质点的位置为 x_0, 则由直线运动加速度的定义 $a = \frac{dv}{dt}$, 得 $dv = a dt$, 对此式两边积分, 有 $\int_{v_0}^v dv = \int_{t_0}^t a dt = a \int_{t_0}^t dt$ $v = v_0 + a(t - t_0)$ 上式即为匀变速直线运动的速度公式。(讨论) 若设质点在 $t_0 = 0$ 时刻,从原点 $x_0 = 0$ 出发,以初速度 v_0 沿直线运动作加速度为 a 的匀变速直线运动,则质点的位移、速度和加速度之间的关系式分别为: $v = v_0 + at$ $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = v_0^2 + 2ax$ 三、牛顿力学 1. 牛顿简历 牛顿 (Isaac Newton. 1643-1727 年): 英国著名的物理学家、数学家和天文学家,是十七世纪最伟大的科学巨匠。1703 年,当选为英国

	皇家学会会长，并连任 5 届。1704 年发表其另一名著《光学》。1727 年 3 月 20 日病逝，终年 85 岁。 2. 牛顿的主要科学成就（课程思政） 1) 在天文学方面的贡献 发明世界上第一架反射望远镜，考察行星运动，分析潮汐现象，预言地球不是正球体。发现万有引力定律，推动人们对天体运动研究。 2) 在数学方面的贡献 提出二项式定理；创建微积分。 3) 在光学方面的贡献 自制折射望远镜，证明日光由七色光组成，说明物体颜色的形成原理，奠定光谱学的基础。1672 年《关于光和新理论》提出光的本质的“微粒说”；与惠更斯的“波动说”构成了关于光的两大基本理论。 4) 在物理学方面的贡献 提出三大运动基本定律，建立绝对时空观，标志牛顿力学体系建立即经典力学体系建立，物理学从此成为一门成熟的自然科学。 3. 牛顿运动三定律（课程思政） 牛顿第一定律：在没有外力作用下孤立质点保持静止或做匀速直线运动。 牛顿第二定律：动量为 P 的质点，在外力 F 的作用下，其动量随时间的变化率同该质点所受的外力成正比，并与外力的方向相同。即 $F = dP/dt$。 牛顿第三定律：相互作用的两个质点之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。即 $F = -F'$。 4. 牛顿运动学的局限性——低速宏观物体适用 5. 牛顿定律的应用（头脑风暴） 超重与失重的理解 如何在太空中维持重力效果？
课程思政元素	牛顿(Isaac Newton, 1642—1727)  英国物理学家、数学家、天文学家，经典物理学的奠基人。 重要贡献: 万有引力定律、经典力学、微积分和光学。 • 万有引力定律: 总结了伽利略和开普勒的理论和经验，用数学方法完美地描述了天体运动的规律。 • 牛顿运动三大定律: 《自然哲学的数学原理》中含有牛顿运动三条定律和万有引力定律，以及质量、动量、力和加速度等概念。 • 光学: 牛顿发现色散、色差及牛顿环，他还提出了光的微粒说。 • 发明了反射式望远镜。 牛顿的一生成果突出，在力学、数学、光学、热学、天文、哲学等领域均有着非凡的成就。他对待科学执着专注、精益求精。通过对牛顿生平及主要成果的介绍，启发学生在学习过程中要发扬一丝不苟、执着专注的工匠精神。



牛顿第三定律

两个物体间的作用力与反作用力**总是**大小相等，方向相反，作用在同一直线上。



由牛顿第三定律，可知力的作用是相互的，引申到人与他人的相处之道。首先要秉承与人为善的原则，坚信赠人玫瑰，手有余香。反之，也不需妄自菲薄，一味的低估自己，讨好他人。应该正确认识自我，认识他人，认识社会。如此，才能较好地处理人际关系。

课后作业

中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案

第一章 质点的运 动	第三节 圆周运动及其应用		
	知识点 1. 质点作圆周运动时的角速度、切向加速度和法向加速度； 2. 圆周运动中向心力的概念。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 了解质点作圆周运动时的角速度、切向加速度和法向加速度； 2. 理解圆周运动中向心力的概念。	
	■ 技能目标	1. 掌握做匀速圆周运动和变速圆周运动的加速度，速度的计算； 2. 能够分析处理日常生活中的圆周运动问题，如火车弯道上速度，加速度极限等问题。	
	■ 思政目标	由物体围绕圆心做半径不变的匀速圆周运动。引发只要确定了中心（不忘初心），就能持续不断稳定运动的思考。所以要尊重事物发展规律，抓住中心问题，围绕中心问题展开工作。	
教学重点	1. 质点圆周运动的角速度、切向加速度和法向加速度； 2. 变速圆周运动法向加速度和切向加速度的求解。		
教学难点	变速圆周运动法向加速度和切向加速度的求解。		
教学活动设计			

课前导学

- 回顾圆周运动的基本特点；
- 了解法向和切向的概念；
- 完成中国大学 MOOC 平台上的课前自测题。

教学时间（90 分钟）

教 学 内 容

一、圆周运动

圆周运动是一般曲线运动的特例。

1. 角位置

设一质点在半径为 r 的圆周上运动， θ 为质点的位置矢量 $\mathbf{r}$ 与 Ox 轴的夹角，称为质点的角位置。在圆周运动中角位置 θ 是时间 t 的函数， θ 对时间的变化率为角速度 ω ，即 $\omega = d\theta/dt$ ，单位为 rad/s。

若一个质点做圆周运动的角速度为恒定值，称为匀速圆周运动，否则为变速圆周运动。

角位置 θ 、角速度 ω 、角加速度称为圆周运动物体的角量描述。

位置矢量 $\mathbf{r}$ 、速度 $\mathbf{v}$ 与加速度 $\mathbf{a}$ ，称为圆周运动的线量描述。

$$\mathbf{v} = r \frac{d\theta}{dt} = r\omega$$

2. 质点的线加速度

质点的线加速度 $\mathbf{a}$ 的方向一般指向圆周内部，将其沿着圆周的切线方向与法线方向进行分解， $\mathbf{a}$ 的切向分量称为切向加速度 a_t ，法向分量称为法向加速度 a_n ，前者的作用是改变质点圆周运动速度大小（即改变速率），后者则是改变速度的方向。

可以证明

$$a_t = \frac{dv}{dt} = r \frac{d\omega}{dt}$$

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{r^2 \omega^2}{r} = r\omega^2$$

物体做圆周运动，切向加速度可能为零（匀速圆周运动），切向加速度一定不为零。

3. 习题：

1) 一质点在平面内做圆周运动，圆周的半径为 0.5m，某时刻的线速度为 10m/s，此时该质点的角速度为？

2) 一个质点在做圆周运动，则有（ ）

- A 切向加速度一定改变，法向加速度也改变
- B 切向加速度可能改变，法向加速度一定改变
- C 切向加速度可能不变，法向加速度不变
- D 切向加速度一定改变，法向加速度不变

3) 高速火车预定运行的平均速度为 216km·h⁻¹。如果火车以此速度运行并沿圆弧轨道转弯，为保证乘客安全，火车的加速度大小不允

	许超过 $0.05g$ (g 为重力加速度, 取 $9.8\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$), 则轨道所允许的最小半径为多少? 4) 一辆汽车在半径为 30m 的圆形弯道上以 3m/s 的速度匀速行驶, 则车上体重为 50Kg 的乘客所受的向心力为? 4. 圆周运动的思考 匀速圆周的特点 (课程思政)
课 程 思 政 元 素	物体做圆周运动, 加速度的法向分量 (改变速度方向) 一定不为零, 所以物体的速度方向一直改变, 且和法向加速度方向保持垂直。其结果导致物体围绕圆心做半径不变的圆周运动。 只要确定了中心 (不忘初心), 就能持续不断的运动下去。所以要尊重事物发展规律, 抓住中心问题, 围绕中心问题展开工作。这一原则不仅可以运用于学习、工作及生活中, 同样在国家发展上也是适用的。要坚持以人民为中心的发展思想, 把增进人民福祉、促进人的全面发展作为发展的出发点和落脚点, 发展人民民主, 维护社会公平正义, 保障人民平等参与、平等发展权利, 充分调动人民积极性、主动性、创造性, 国家就能长久繁荣发展下去。2016 年 1 月 29 日习近平总书记在庆祝中国共产党成立 95 周年大会上的讲话强调, 全党同志要增强政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识, 切实做到对党忠诚、为党分忧、为党担责、为党尽责。其中核心意识要求在思想上认同核心、在政治上围绕核心、在组织上服从核心、在行动上维护核心。增强核心意识, 就是要始终坚持、切实加强党的领导特别是党中央的集中统一领导, 更加紧密地团结在以习近平同志为核心的党中央周围, 更加坚定地维护党中央权威, 更加自觉地在思想上政治上行动上同党中央保持高度一致, 更加扎实地把党中央部署的各项任务落到实处, 确保党始终成为中国特色社会主义事业的坚强领导核心。
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案₅

第二章 守恒定律	第一节 动量定理 动量守恒定律		
	知识点 1. 动量定理； 2. 动量守恒定律。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/讨论法/对比法
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 理解动量、冲量的概念。 2. 掌握动量定理，理解平均冲力的意义。	
	■ 技能目标	初步掌握动量守恒定律及其在现实生活中的应用。	
	■ 思政目标	1. 通过高空抛物案例的引入，培养学生法治思维，引导学生拥护宪法和法律，增强尊法、学法、守法、用法意识。 2. 通过火星探测器着陆案例，以及航天器对接案例的引入，弘扬爱国主义，培育学生民族自豪感，增强国家认同感、归宿感，尊严感和荣誉感。	
教学重点	1. 动量定理、动量守恒定律的理解； 2. 动量定理、动量守恒定律在生产实践中的应用。		
教学难点	动量守恒定律的理解及应用		

教学活动设计

课前导学

- 请同学们上网观看“胸口碎大石”魔术表演视频；
- 在中国大学 MOOC 讨论区讨论“为什么渣土车容易出事故？”；
- 了解中国的火星探测器。

教学时间（90 分钟）

教 学 内 容

一、动量



渣土车视频引入动量，讨论动量和速度、质量的关系。

牛二定律： $\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt}$ m 为常量。

动量： $m\vec{v} = \vec{p}$ （矢量、动力学量）。

$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ ，此形式的牛顿第二定律更普遍

$$\left\{ \begin{array}{l} (1) \text{ 可用于变质量问题 } \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} \\ \quad \quad \quad = m \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v} \frac{dm}{dt} \\ (2) \text{ 适用于相对论力学} \end{array} \right.$$

二、动量定理

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \Rightarrow \vec{F}dt = d\vec{p} \Rightarrow \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt = \int_{p_1}^{p_2} d\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 \quad \text{积分形式: } \vec{F}dt = d\vec{p}$$

$$\text{微分形式: } \vec{I} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$$

$$\text{引入冲量: } \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt = \vec{I} = \begin{cases} I_x = \int_{t_1}^{t_2} F_x dt \\ I_y = \int_{t_1}^{t_2} F_y dt \end{cases}$$

$$\text{动量原理: } \vec{I} = \Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 \left\{ \begin{array}{l} I_x = p_{2x} - p_{1x} \Rightarrow \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}_x dt = mv_{2x} - mv_{1x} \\ \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}_y dt = mv_{2y} - mv_{1y} \end{array} \right.$$

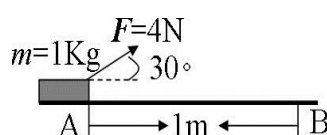
	讨论： 1、冲量是力对时间的积累，其效果是引起动量的变化。 2、$\vec{I} = \Delta\vec{p}, \vec{I} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt$ 是矢量式。 引入高空抛物案例，计算冲击力的大小。 引入火星探测器着陆案例，联系“天问一号”。 三、动量守恒定律 动量守恒定律：如果几个物体组成一个系统，且系统不受外力的作用（或合外力为零），尽管系统内各物体在内力作用下，各物体的动量发生了变化，但是系统的总动量的改变为零，即总动量不变，亦即 $\sum m_i v_i = \text{常量}$。 四、应用：抓始末状态，省中间细节 例 1：引入子弹打木块案例，分析动量守恒和牛顿第三定律关系。 心得：动量定理既适用于分过程、也适用于全过程。 例 2：引入炮车反冲案例。心得：抓受力分析 五、讨论：37 页思考与讨论 2-1。
课程思政元素	1. 以动量定理为基础, 对高空抛物案例进行讲解, 揭露高空抛物的危害, 引导学生拥护宪法和法律, 增强尊法、学法、守法、用法意识。鼓励学生大胆创新, 发明防止高空抛物的方法和手段。  2. 利用动量定理和动量守恒定律研究中国的火星探测器“天问一号”的可能着陆方案，“天宫一号”和“神舟八号”的对接案例。将所学的物理知识与实际的实践活动联系在一起, 使学生感受到知识的力量, 激发学生学习兴趣, 培养学生分析解决问题的能力。进一步引入“天问一号”相关科研人员的感人事迹激发学生的爱国情怀和民族自豪感, 激励学生树立为中华之崛起而努力奋斗的雄心壮志, 实现知识传授与价值引领的有机统一。
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业 思考如何防止“高空抛物”。

无锡职业技术学院

教 案

第二章 守恒定律	第二节 动能定理 能量守恒定律		
	知识点 1. 功的概念，恒力和变力的功； 2. 功率的概念及其应用； 3. 动能，质点动能定理及其应用。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/主题式讨论
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 理解功的概念，理解恒力和变力的功；理解功率的概念。 2. 理解动能的概念，质点动能定理。	
	■ 技能目标	1. 掌握变力功的计算。 2. 掌握质点动能定理及其应用。	
	■ 思政目标	由动能定理，合力对质点所做的功等于质点动能的增量，与质点运动路径无关。由此培养学生的辩证思维，即善于抓住关键、找准重点、洞察事物发展规律，以便于解决问题。	
教学重点	1. 变力的功的概念及计算； 2. 动能定理及其在生产实践中的应用。		
教学难点	动能定理及其在生产实践中的应用。		

教学活动设计	
课前导学	■ 回顾中学功和功率的概念及计算公式； ■ 调研保守力与非保守力； ■ 完成中国大学 MOOC 平台上的课前自测题。
教学时间（90 分钟）	
教学 内 容	一、功 $\begin{cases} \text{元功: } dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} \dots\dots\dots \text{见图(2)} \\ \text{功: } W = \int_a^b dW = \int_{ab} \vec{F} \cdot d\vec{r} \dots\dots\dots (\text{功是力对空间的积累}) \end{cases}$ 二、功率 $P = \frac{dW}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{r}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} = Fv \cos \alpha$ 三、动能 动能定理 1. 动能: $W = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_a^b m \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{r} = \int_{v_1}^{v_2} m \vec{v} \cdot d\vec{v} = \int_{v_1}^{v_2} m v dv = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$ 引入动能: $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ 2. 动能定理: $W = E_{k2} - E_{k1}$ 3. 讨论: 1) 功是力对空间的积累, 其效果是引起动能的变化; 2) 动能定理应用的优点: 抓始末动能, 省中间细节。 四、势能, 动能原理, 机械能守恒定律, 能量转换与守恒定律 1. 保守力的功 1) . 重力的功 2) . 弹力的功 3) . 万有引力的功

	保守力:其共与始末位置有关,与所经路径无关。 2. 势能: 1) 保守力才具势能, 由相互位置决定。 $W_{\text{保}} = -\Delta E_p = -(E_{pb} - E_{pa})$ 2) 物体所受保守力性质不同, 势能形式不同: 重力势能; 弹性; 引力势能。 五、功能原理 $W_{\text{外}} + W_{\text{非保内}} = 0$ 六、机械能守恒 条件, 结论: $\Delta E = W_{\text{外}} + W_{\text{非保内}} \quad E = E_0$ 七、应用举例 做功与能量转化: 已知如图示, 该物体在光滑的地面上运动, 在由 A 到 B 点的运动过程中所受合外力为 F, 则该过程中合外力对该物体所做的功为 J, 该物体的动能变化量为 J。  八、心得: 引用一次守恒律, 避免一次积分运算。		
课程思政元素	动能定理 内容: 外力对物体所做的总功等于物体动能的变化。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> 1、合外力做功。 2、外力做功之和。 </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> 动能变化 和某一过程(始末状态)相对应。 </td> </tr> </table> 表达式 $W_{\text{总}} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ ↓ ↓ ↓ 外力的总功 末状态动能 初状态动能 ★动能定理中所说的“外力”, 是指物体受到的所有力的合力。外力可以是恒力, 也可以是变力。 ★动能定理中的速度和位移都是相对地面的速度和位移。 由动能定理, 合力对质点所做的功等于质点动能的增量。质点动能的增量等于末尾动能与初始动能之差, 与质点运动路径无关。由此培育学生的辩证思维, 即善于抓住关键、找准重点、看问题要看本质。	1、合外力做功。 2、外力做功之和。	动能变化 和某一过程(始末状态)相对应。
1、合外力做功。 2、外力做功之和。	动能变化 和某一过程(始末状态)相对应。		
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业		

无锡职业技术学院

教 案

第二章 守恒定律	第二节 动能定理 能量守恒定律+习题课		
	知识点 1. 保守力与非保守力、保守力与势能的关系； 2. 机械能守恒定律及其应用。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/分组讨论
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 了解保守力与非保守力、理解保守力与势能的关系。 2. 初步理解机械能守恒定律及其应用。 3. 动量、守恒定律知识点汇总及习题。	
	■ 技能目标	1. 掌握机械能守恒定律及其应用。 2. 系统掌握动量、机械能守恒定律。	
	■ 思政目标	由能量守恒定律，封闭系统内能量既不能产生也不能消失，但是系统内各种形式的能量可以相互转化。开放系统则必然与外界环境存在物质、能量、信息的交换。所以发展过程中既需要内部资源转化，也需要加强与外部的交流。由此联系到国家发展需构建发展新格局，以国内大循环为主体，国内国际双循环相互促进。	
教学重点	机械能守恒定律的理解及其在生产实践中的应用。		
教学难点	功能原理的理解及应用。		

教学活动设计	
课前导学	■ 了解能量的分类及特点； ■ 复习变力做功及机械能守恒定律； ■ 完成中国大学 MOOC 平台上的课前自测题。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	一、能量守恒定理 1. 系统的概念 系统是自由规定的。是否把几个物体看成你个系统取决于所研究的问题中是否涉及到他们的相互作用。 如果事件过程中涉及到几个物体，我们常常把几个物体划归一个系统。 2. 机械能 关键点和难点在于理解机械能属于系统，而不是某个个体。 机械能包括动能和势能 $E_p + E_k = E$ 一个系统在不受外力或合外力为零的情况下，内力只有保守力的时候，系统的机械能始终不随时间变化。 $W_{\text{保}} = -\Delta E_p = -(E_{pb} - E_{pa})$ 3. 能量守恒定理 概念：这是从众多实验和生活现象中观察到的一个规律。它说世界的能量是不会凭空产生或消失的，它只能从一个物体转移到另一个物体，或从一种形式转化为另一种形式。实现这种转化或转移的途径只有两个：做功和热传递 4. 习题： 1)、一个物体从 x-y 平面中的点 A（1， 3）沿某一路径运动到点 B（3， 2），则该物体的位移矢量为____。在 x-y 平面内，某点 A 的坐标为（1, 3），则描述该点的位矢为____。 2)、一辆以 6m/s 速率行驶的汽车，沿半径为 9 m 的弯道匀速率转

弯，则该汽车在转弯时所受的向心力加速度为 m/s^2 。

3)、矢量加减所遵循的运算规则为_____。

A. 代数加减 B. 三角形定则 C. 平行四边形法则 D. 绝对值加减

4)、匀变速运动指的是_____不变的运动。

A. 运动速度 B. 运动方向 C. 加速度 D. 加速度大小

5)、速度不变的运动和加速度不变的运动分别可表述为_____运动。

A. 匀速；匀加速 B. 匀速率；匀加速

C. 匀速率；匀变速 D. 匀速；匀变速

6)、一个质量为 2Kg 的小球，以 1rad/s 的角速度在半径为 0.1m 的圆上作匀速率圆周运动，则该小球所受到的向心力大小为_____ N 。

A. 2 B. 0.2 C. 1 D. 0.1

7)、已知一个半径为 0.3m 的飞轮，以 10 rad/s 的转速旋转，若飞轮外边缘上附着一个小泥点，则该泥点的线速度为_____ m/s 。

A. 3 B. 10 C. 3π D. 10π

8)、已知某车轮的转速为 300r/min ，则该车轮转动的角速度为_____ rad/s 。

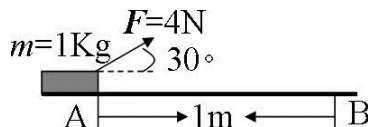
9)、已知车轮的半径为 0.3m ，车轮的转速为 6 圈每秒，则该车的行驶速度为()。

A. $3.6\pi\text{ m/s}$ B. 3.6 m/s C. 1.8 m/s D. $1.8\pi\text{ m/s}$

10)、牛顿第一定律又称惯性定律，一辆质量为 1.5t 运动速度为 10m/s 的汽车 A 和一辆质量为 10t 运动速度为 1.5m/s 的汽车 B，则下列关于它们惯性的说法正确的为_____。

A. A 车大于 B 车 B. B 车大于 A 车 C. 二者相等 D. 不能确定

11)、已知如图示，该物体由 A 到 B 点的运动过程中外力 F 对物体所做的功为_____。



A. $\frac{\sqrt{3}}{2}\text{J}$ B. $\frac{1}{2}\text{J}$ C. $2\sqrt{3}\text{J}$ D. 4J

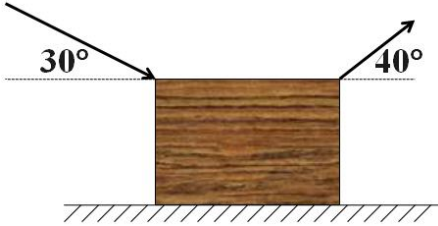
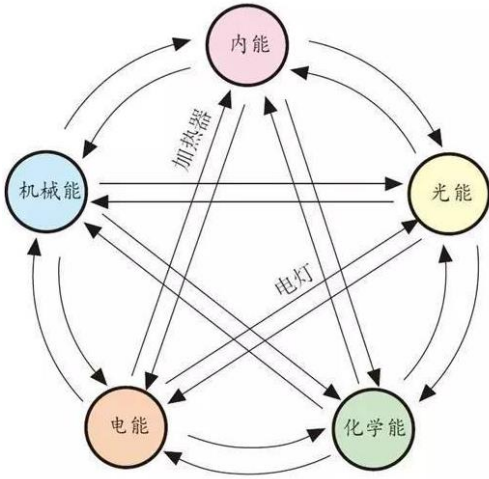
12)、一个质量为 1500Kg 运动速度为 36Km/h 的汽车 A 和一辆质量为 750Kg 速度为 72Km/h 的电动车 B，两个车的动量大小关系为

A. A 大于 B B. B 大于 A C. 二者相等 D. 不能确定

13)、已知一个质量为 10Kg 的小球以 2m/s 的速度沿着直线作匀速直线运动，则该小球所具有的动能为 J 。

A. 20 B. 40 C. 60 D. 80

14)、如图所示，一质量 $m = 225\text{kg}$ 的保险箱静止放置在光滑地面上，甲、乙两人用推力 $F_1 = 24.0\text{N}$ 和拉力 $F_2 = 20.0\text{N}$ 同时作用于此物体，使它沿直线移动了 $d = 8.50\text{m}$ 。设保险箱与地面间的摩擦可忽略不计。试计算（1）两人对保险箱做的功为多少？（2）两人对保险箱做功后，它的速率变为多大？

	
课程思政元素	 由能量守恒定律，封闭系统内能量既不能产生也不能消失，但是系统内各种形式的能量可以相互转化。引入系统中各种形式能量相互转化的案例，如热能、电能、光能以及核能等机械能相互转化的案例。由此启发，在有限的资源内也可完成资源的转化，获取想要的成果。但是，封闭系统也因此具有一定的局限性，即仅限于系统内部能量间的转化。开放系统则与外界环境存在物质、能量、信息的交换。所以国家作为一个开放系统，发展过程中既需要内部资源转化，也需要加强与外部的交流。由此联系到国家发展需构建发展新格局，以国内大循环为主体，国内国际双循环相互促进。
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案

第三章 气体分子 动理论和 热力学	第一节 分子动理论基本观点		
	第二节 平衡态 理想气体物态方程		
	知识点 1. 分子动理论三个基本观点； 2. 气体的物态参量； 3. 理想气体的物态方程。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/讨论法/案例法
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 了解气体分子动理论三个观点； 2. 初步理解理想气体的物态方程。	
	■ 技能目标	1. 会应用分子动理论解释现象； 2. 会应用理想气体物态方程解题、联系三个物态参量。	
	■ 思政目标	1. 培养学生具有正确处理个人、家庭、国家的关系的家国情怀； 2. 培育学生辩证思维（洞察事物发展规律）的方法。	
教学重点	分子动理论、理想气体的物态参量。		
教学难点	理想气体的物态方程、平衡态的概念。		

教学活动设计	
课前导学	■ 了解热学趣味故事（孔明灯）； ■ 物质的量、阿伏伽德罗常数等知识复习； ■ 了解物质的量与微粒数、质量、气体体积等换算。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	第一节 分子动理论基本观点 一切宏观物体都是由大量的微观粒子组成的。（课程思政） 分子动理论的基本观点： 1. 分子与分子之间存在一定的距离； 2. 分子作永不停息的无规则热运动； 3. 分子间有相互作用力。 举若干生活中的实例。 第二节 平衡态 理想气体物态方程 一、平衡态 1. 我们把在给定范围内由大量微观粒子所组成的宏观物体称为热力学系统（简称系统），而把能够与所研究的热力学系统发生相互作用的其他物体称为系统的外界（简称外界）。 2. 在经过相当长的时间后，此系统整体的宏观性质将不随时间而变化，且具有确定状态，热力学系统所处的这种状态称为平衡状态，简称平衡态。 二、气体的物态参量 气体的体积、压强和温度这三个物理量叫做气体的物态参量（又称状态参量），其中体积 V 是几何量，压强 p 是力学量，而温度 T 属热学量。 三、理想气体的物态方程 实验发现，一定质量的同种理想气体，它在任意状态下的 pV/T 的值都相等。假设使一理想气体由初态（p_1、V_1、T_1）变化到末态（p_2、V_2、T_2），则有 $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ 对各种理想气体定义一个常量 $R = 8.31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$，$R$ 称为摩尔气体常数。 $pV = \nu RT = \frac{m}{M} RT$ -表达式 1 由阿伏伽德罗常数 N_A 和摩尔气体常数 R，引入另一个普适常量，成为玻耳兹曼常数 k， $k = \frac{R}{N_A} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ $pV = \nu N_A kT = NkT$ -表达式 2 $p = \frac{NkT}{V} = nkT$ -表达式 3

课程思政元素	1. 由一切宏观物体都是由大量的微观粒子组成切入，我们的国家也是有一个个小家组成，小家类比微观粒子，宏观物体类比国家。“家是最小国，国是千万家”。“小家”的幸福安康离不开“大国”的繁荣富强，“大国”奇迹的背后，也离不开无数“小家”的参与和书写，要将小我融入国家，将个人的进步融入国家的发展。 2. 布朗运动实际不是花粉颗粒在运动，是旁边的水分子推动着这个花粉颗粒在运动。布朗运动说明了水分子是在做永不停息的无规则运动。引申到我们看待问题要透过这个现象看到本质，要洞察事物发展的规律。  
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案

第三章 气体分子 动理论和 热力学	第三节 理想气体的压强公式 平均平动动能与温度的关系式 第四节 热力学第一定律		
	知识点 1. 理想气体的微观模型； 2. 理想气体的压强公式； 3. 理想气体分子的平均平动动能与温度的关系式； 4. 热力学第一定律中功、热量、内能等概念； 5. 热力学第一定律； 6. 理想气体的热容。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/讨论法/案例法
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 认识理想气体的微观模型； 2. 初步理解理想气体的压强公式、理解压强与温度的关系； 3. 理解功和热量的概念；理解温度、内能的概念；初步学会计算理想气体的内能； 4. 了解理想气体的热容； 5. 初步掌握热力学第一定律。	
	■ 技能目标	1. 会用理想气体的压强和温度公式解释现象； 2. 会用热力学第一定律解题。	
	■ 思政目标	培育辩证思维；将个人梦融入中国梦，立足专业、为国贡献的家国情怀；培育工匠精神；培养具有新发展理念的政治认同。	
教学重点	1. 理想气体的压强公式 理想气体平均平动动能； 2. 热力学第一定律。		
教学难点	理想气体的微观模型 热力学第一定律		

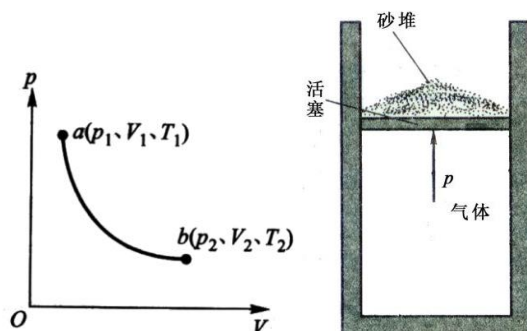
教学活动设计	
课前导学	■ 复习理想气体物态方程； ■ 复习质点、动能等概念。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	第三节 理想气体的压强公式 平均平动能与温度的关系 一、理想气体的微观模型 从气体动理论的观点来看，理想气体是一种理想化了的气体，其微观模型是： （1）分子本身的大小与分子间的平均距离相比可以忽略不计，分子间的平均距离很大，分子可以看作是质点。 （2）除碰撞瞬间外，分子间的相互作用力可以忽略不计。因此在两次碰撞之间，分子的运动可当作匀速直线运动。 （3）气体分子间的碰撞以及气体分子与器壁间的碰撞可看作是完全弹性碰撞。分子与器壁间的碰撞只改变分子运动的方向，不改变它的速率，气体分子的动能不因与器壁碰撞而有任何变化。 二、理想气体的压强公式 我们以理想气体微观模型为对象，运用牛顿定律，采取求平均值的统计方法可导出理想气体的压强公式为 $p = \frac{1}{3}nm\overline{v^2}$ 或 $p = \frac{2}{3}n(\frac{1}{2}m\overline{v^2})$。如以 $\overline{\varepsilon_k}$ 表示分子平均平动动能，有 $\overline{\varepsilon_k} = \frac{1}{2}m\overline{v^2}$，则上式为 $p = \frac{2}{3}n\overline{\varepsilon_k}$——理想气体的压强公式。 可见，气体作用于器壁的压强正比于分子的数密度 n 和分子的平均平动动能 $\overline{\varepsilon_k}$。分子的数密度越大，压强越大；分子平均平动动能越大，压强也越大。应当指出，压强是由大量分子对器壁碰撞而产生的，它是一个宏观统计量。（课程思政） 三、理想气体分子的平均平动动能与温度的关系 由理想气体的物态方程和压强公式可以得到气体的温度与分子的平均平动动能之间的关系，从而说明温度这一宏观量的微观本质。 将理想气体物态方程与理想气体压强公式相比较，可得 $\overline{\varepsilon_k} = \frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{3}{2}kT$ 理想气体分子的平均平动动能与温度的关系式。上式表明，处于平衡态时的理想气体，其分子的平均平动动能与气体的温度成正比。气体的温度越高，分子的平均平动动能越大； 分子平均平动动能越大，分子热运动的程度越激烈。温度是表征大量分子热运动激烈程度的宏观物理量，它是大量分子热运动的集体表现。如同压强一样，温度也是一个统计量。对个别分子来说，说它

有多少温度是没有意义的。

热力学温度为零时，理想气体分子热运动将停止。然而，实际上分子运动是永不停息的，热力学温度零度是永远不会达到的。

第四节 热力学第一定律的应用 理想气体的等值过程

一、热力学过程



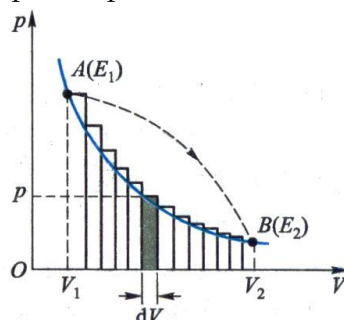
准静态过程是理想化的模型，可以用 p - V 图上的过程曲线表示，曲线上任一点都是平衡态。

二、功、热量和内能

功是过程量 通过做功把机械运动的能量转变为热运动的能量

气体所做的功等于 p - V 图上过程曲线下面的面积。

准静态过程 $dW = Fdl = pSdl = pdV$



$$W = \int_{V_1}^{V_2} dW = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

气体体积膨胀时，气体对外界做正功， $W > 0$ ；气体体积减小时，气体对外界做负功， $W < 0$ ，即外界对气体做功，使气体压缩。

热量也是过程量

当系统温度低与外界温度时，系统从外界吸收热量， $Q > 0$ ；当系统的温度高于外界温度时，系统向外界放出热量， $Q < 0$ 。

热容反映改变物质温度的难易程度。热容大的物质改变温度需要的热量多；热容小的物质改变温度需要的热量少。

单位质量的热容叫比热容

水的比热容较大应用：

沿海和内陆的气温、城市热岛效应的缓解（课程思政）

三峡水库、植树造林、湿地建设

水稻的浅水勤灌

内能是状态量 是分子内热运动的动能和势能的总和，理想气体的内能只与分子热运动的动能有关

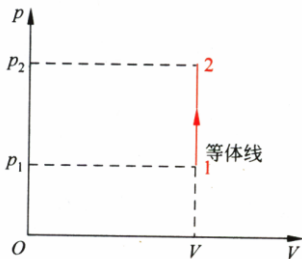
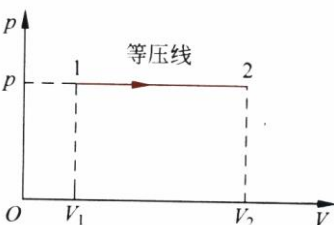
已知 1mol 理想气体的分子数为 N_A ，那么， 1mol 理想气体分子的

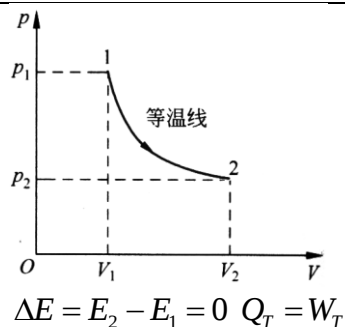
	平均能量，即 1mol 理想气体的内能 E 为 $E = N_A \bar{\varepsilon} = N_A \left(\frac{i}{2} kT \right) = \frac{i}{2} RT$ 式中 i 为该气体分子的自由度。在气体动理论中，人们把分子能量中含有速度二次方的数目，叫做分子能量自由度，简称自由度。这样，单原子分子的自由度 $i=3$，刚性双原子分子的自由度 $i=5$。 对于质量为 m，摩尔质量为 M（物质的量 $\nu = \frac{m}{M}$）的理想气体内能为 $E = \frac{m}{M} \frac{i}{2} RT = \nu \frac{i}{2} RT$
课程思政元素	1. 我们在建立理想气体模型时，要抓住理想气体的特点，把分子看成质点，分子间的碰撞看作完全弹性碰撞。要忽略其他不重要的因素，忽略次要矛盾，这样我们就能抓住解决问题的主要矛盾，我们要培育学生的辩证思维，让学生学会分析矛盾、解决矛盾的方法。   2. 虽然理想气体每个分子的冲量是很小的，对容器壁碰撞可以忽略不计，但是，对于分子数足够大的情况，大量的分子撞击容器壁，器壁所获得的冲量就有确定的统计平均值。压强是大量分子冲量的统计量。我们每个人都有自己的梦想，都有自己的专长，有的人励志当兵保家卫国，有的人白衣天使走在抗疫前线，有的人励志科技兴国发展新技术。要把我们的个人梦融入到中国梦中，立足专业、为国贡献。 3. 城市具有热岛效应，我们应用水的比热容较大的特点，很多城市建设的新城区都规划了大量的绿地、植被、公园，城市热岛效应得以缓解。人们不仅得到了新鲜的空气，还有公园可供欣赏、休闲。这也是我们党提出的可持续发展的理念，绿色生态环境保护尤其重要。   4. 功是过程量，做功与过程有关，做功的路径不同，得到的功也不同，不能简单的看始末条件来确定做功的多少。因此，有时我们做事不能只看结果，也要注重过程。我们要执着专注过程，把每一步都做精做细，最终达到完美的结果。以此来培育学生们工匠精神。
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案¹⁰

第三章 气体分子 动理论和 热力学	第四节 热力学第一定律 理想气体的等值过程		
	知识点 1. 理想气体等容、等压、等温过程和绝热过程中的功、热量、内能变化的特点； 2. 理想气体等值过程热力学第一定律的应用。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/案例讨论
教 学 目 标	■ 知识目标	1.掌握理想气体等值过程中功、热量、内能变化的特点； 2.了解热力学第一定律及应用。	
	■ 技能目标	会应用热力学第一定律解决实际问题	
	■ 思政目标	1.从热力学第一定律可知，付出和收获是成正比的，天上不可能掉馅饼，幸福也不会从天而降，不劳而获是不可能的。 2.培育辩证思维方法，抓住主要矛盾、分析矛盾、解决矛盾。	
教学重点	热力学第一定律及应用		
教学难点	热力学第一定律中等值过程的变换		

教学活动设计	
课前导学	■ 功、热量、内能等物理量复习； ■ 热力学第一定律复习。
教学时间（90 分钟）	
第四节 热力学第一定律 理想气体的等值过程 三、热力学第一定律 $Q = E_2 - E_1 + W = \Delta E + W$ 系统从外界吸收的热量，一部分使系统的内能增加，另一部分使系统对外界做功规定：系统从外界吸收热量时，Q 为正值，系统向外界放出热量时，Q 为负值；系统对外做功时，W 取正值，外界对系统做功时，W 取负值；系统内能增加时，ΔE 为正值，系统内能减少时，ΔE 为负值。 热力学第一定律是能量守恒定律在热学中的体现 第一类永动机是不可能实现的。 四、热力学第一定律的应用（等值过程） 1. 等体过程  $W_V = 0 \quad \Delta E = E_2 - E_1 = Q_V$ 理想气体从外界吸收的热量全部用于增加系统的内能。举例：高压锅 2. 等压过程  $W_p = \int_{V_1}^{V_2} p dV = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$ $Q = \Delta E + p\Delta V$ 3. 等温过程	



4. 绝热过程

在工程上，蒸汽机汽缸中蒸汽的膨胀和压缩过程，压缩机中空气的压缩等，常常可近似地看作是绝热过程

$$\Delta Q = 0, \quad W = -\Delta E$$

这表明，在绝热过程中，气体减少的内能完全转化为系统对外作的功。举例：高压锅、开香槟、拔气门芯等



课程思政元素

1. 从热力学第一定律我们知道得到的热量等于留下的内能加上付出的功。付出和收获是成正比的，天上不可能掉馅饼，幸福也不会从天而降，不劳而获是不可能的。每天努力汲取知识，一方面提升自我，一方面为社会做贡献。要实现伟大的中国梦，只有每个人辛勤付出，将个人梦融入中国梦。立足专业，为国家奋斗。习近平总书记在 2018 年新年贺词中指出，幸福都是奋斗出来的。幸福不会从天而降，坐而论道不行，坐享其成也不行。要创造美好生活必须坚持不懈的奋斗。作为新时代的大学生，只要精诚团结、共同奋斗，撸起袖子加油干，就一定能实现中国梦。



2. 开香槟时，瓶口出现烟雾，是瓶子里的理想气体对外绝热膨胀做功。香槟瓶里面的气体有很多种，主要是以二氧化碳为主，把它压缩在香槟瓶里，我们把二氧化碳气体当作理想气体，然后就以理想气体为研究对象。香槟瓶内的其他气体，我们就不去考虑它，抓住这个

问题的主要矛盾，忽略次要矛盾。来培育学生的辩证思维，让他们学会分析矛盾、解决矛盾。



课后作业

中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案¹¹

第三章 气体分子 动理论和 热力学	第五节 循环过程		
	知识点 1. 循环概念 正循环和逆循环； 2. 热机、制冷机工作原理； 3. 卡诺循环、循环效率。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授 案例讨论
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 了解正循环和逆循环的概念及特点； 2. 了解热机的工作原理，了解致冷机的工作原理； 3. 了解卡诺热机效率计算； 4. 了解卡诺定理对提高热机效率的指导意义。	
	■ 技能目标	1. 掌握热机及致冷机工作原理 2. 会计算正循环的热机效率	
	■ 思政目标	1. 从国产柴油热机的效率不断提升，联系坚定“四个自信”，培养民族自信和民族自豪感； 2. 培育执着专注、精益求精、一丝不苟、追求卓越的工匠精神； 3. 贯彻创新、绿色、协调、开放、共享的新发展理念。	
教学重点	循环过程 卡诺循环过程		
教学难点	净功的概念；热机和制冷机的工作原理		

教学活动设计

课前导学

- 热力学第一定律复习；
- 复习循环过程的特点。

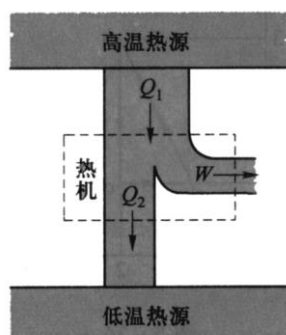
教学时间（90 分钟）

一、循环过程

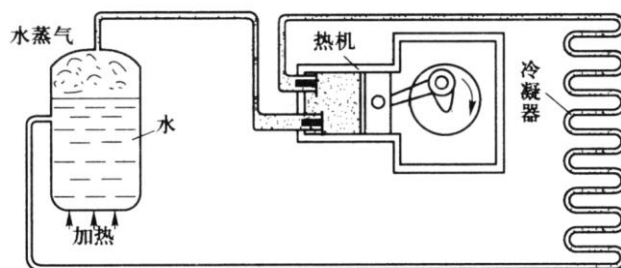
是指一个系统由某一状态出发，经过一系列状态变化后又回到初始状态，简称循环。

二、热机和制冷机

在热机中被用来吸收热量、并对外做功的物质称为工作物质，简称工质。热机在工作时，需要有高温和低温两个热源。例如，汽车发动机中的燃烧室是高温热源，汽车尾气排出的废气散逸在大气中，大气就是低温热源。工作物质在高温热源吸收热量 Q_1 对外做功 W ，并将多余的热量 Q_2 向低温热源放出，反映热机效能的重要标志之一是热机效率，用 η 表示，定义为：在此循环中，系统（工作物质）对外所做的净功 W 与它从高温热源吸收的热量 Q_1 之比。热机的效率标志着循环过程吸收的热量有多少转换成了有用的功。



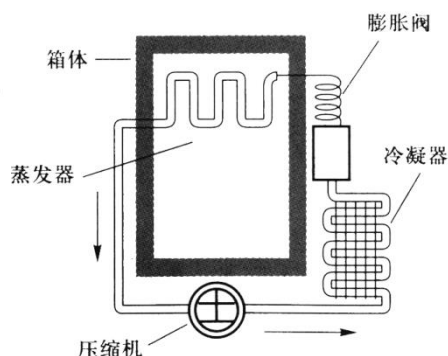
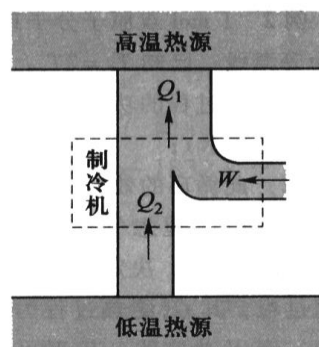
热机工作原理



热机工作示意图

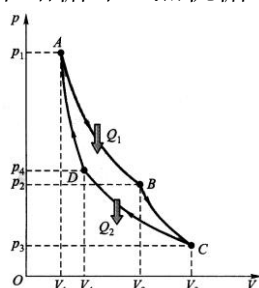
$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

在整个循环过程中， Q_2 不可能为零，所以 η 总是小于 1。



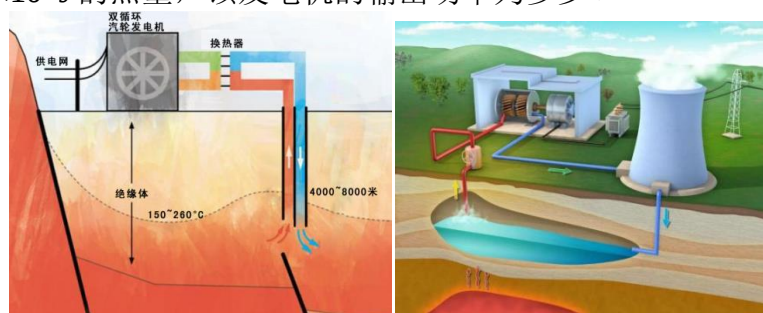
制冷机的工作过程与热机正好相反，制冷机通过外界对系统做功 W ，使工作物质从低温热源吸取热量 Q_2 ，并在高温热源放出热量 Q_1 ，如图所示。在完成一个循环后，根据热力学第一定律，有 $W = Q_1 - Q_2$ 。这就是说，通过外界做功，制冷机在经历了一个循环后，把热量从低温热源传递到高温热源。

三、卡诺循环（热机循环效率的极限值）



$$\text{卡诺循环效率为 } \eta_{\text{卡}} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (\text{课程思政})$$

例题：地热发电的基本原理是利用取之不尽的地热来加热地下水，使其成为蒸汽，以蒸汽作为工作气体推动涡轮机旋转发电，如图所示。换言之，即将地热转化为机械能，再将机械能转换为电能。假设在地面某地挖一个深井，将一台地热发电机置于其中，设地热发电机利用卡诺循环工作，其工作温度在地表 20°C 和地下 250°C 之间，如果它每小时能从地下热源获取 $1.8 \times 10^{11}\text{J}$ 的热量，该发电机的输出功率为多少？



1. 日前山东潍坊柴油机厂发布了全球首款热效超过 50%的柴油机发动机，超越了日本五十铃、美国康明斯，站在了世界巅峰，堪称国货之光。自从 1892 年，德国发明家鲁道夫·狄塞尔，成功研发出世界首台实用的柴油发动机。历经百年的技术革新和改造升级，柴油发动机的热效率才从 26%提升到 46%。之后，热效率提升的难度越来越大，每个百分点的提升都成为世界级的难题。而 50%似乎成了横亘在人类面前的一道高山，想要翻过去，难度不亚于珠穆朗玛峰。而中国潍柴，成为了第一个翻越了这一科技领域珠穆朗玛峰的企业，站在了世界巅峰，是中国人的骄傲。中国制造就是高品质的代名词！我们要坚定我们的文化自信，并且我们要学习这种执着专注，追求卓越的工匠精神，努力学好技能。



2. 目前能源危机严重，根据能量可以相互传递或转化的性质，我们可以积极开发新能源，例如地热能、风能、太阳能等新能源，这些能源绿色环保，更加有利于环境保护和生态建设。我们必须开发绿色能源以解决能源危机，进行新能源革命是十分必要的。



课后作业

中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案 12

第三章 气体分子动理论和热力学	阶段复习课		
	知识点 1. 气体分子动理论的基本观点; 2. 理想气体的物态方程; 3. 理想气体的压强公式、压强与温度的关系; 4. 温度、内能的概念; 5. 功、热量和内能的概念; 6. 理想气体的热容; 7. 正循环和逆循环的概念, 热机的工作原理, 卡诺热机效率的计算。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/分组讨论法/讲练结合
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 初步理解气体动理论和热力学基础的基本概念及基本规律; 2. 掌握气体动理论和热力学第一定律的适用条件以及它们的应用。	
	■ 技能目标	1. 培养学生的推断能力、分析综合能力; 2. 培养学生运用知识解决实际问题的能力。	
	■ 思政目标	通过梳理、辨析和巩固所学知识, 进一步引申、拓展, 使学生对课程基本理论和概念升华。进一步来培养学生们的战略思维, 统揽全局的能力。	
教学重点	1. 气体分子动理论的基本观点; 2. 压强与温度的关系; 3. 内能、热量、功等概念的理解; 4. 热力学第一定律; 5. 会解释实际生活中的物理现象及问题。		
教学难点	1. 准静态过程; 2. 热力学第一定律的理解。		

教学活动设计	
课前导学	■ 讲解作业，对易错题目进行具体讲解和分析。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	第三章 分子动理论和热力学 一、分子动理论基本观点 1. 分子与分子之间存在一定的距离 2. 分子作永不停息的无规则热运动 3. 分子间有相互作用力 二、理想气体的物态方程 对于理想气体来说，体积、压强和温度满足： $pV = \nu RT = \frac{m}{M} RT \quad k = \frac{R}{N_A} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ $pV = \nu N_A kT = NkT \quad p = \frac{NkT}{V} = nkT$ 其中R称为摩尔气体常数 $R = 8.31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$，$k$为玻耳兹曼常数，$k = \frac{R}{N_A} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$。 练习 1(慕课习题)： 摩尔数相等的三种理想气体He、N₂和CO₂，若从同一初态，经等压加热，且在加热过程中三种气体吸收的热量相等，则体积增量最大的气体是_____。 A. He B. N₂ C. CO₂ D. 三种气体的体积增量相同 三、理想气体的压强公式和理想气体分子的平均平动动能与温度的关系 $p = \frac{1}{3} nm \overline{v^2} \quad \text{或} \quad p = \frac{2}{3} n \left(\frac{1}{2} m \overline{v^2} \right)$ 如以 $\bar{\epsilon}_k$ 表示分子平均平动动能，有 $\bar{\epsilon}_k = \frac{1}{2} m \overline{v^2}$，则上式为 $p = \frac{2}{3} n \bar{\epsilon}_k$ 将理想气体物态方程与理想气体压强公式相比较，可得 $\bar{\epsilon}_k = \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT。$ 练习 2(慕课习题)： 若一个房间内的气体温度为 27℃，则我们可以说组成这些气体的分子的温度都是 300K。请判断此说法正确与否，并简单说明理由。 四、功、热量和内能

$$1. \text{ 功: } W = \int_{V_1}^{V_2} dW = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

气体体积膨胀时，气体对外界做正功， $W > 0$ ；气体体积减小时，气体对外界做负功， $W < 0$ ，即外界对气体做功，使气体压缩。

2. 热量：当系统温度低与外界温度时，系统从外界吸收热量， $Q > 0$ ；当系统的温度高于外界温度时，系统向外界放出热量， $Q < 0$ 。

3. 内能：

对于质量为 m ，摩尔质量为 M （物质的量 $\nu = \frac{m}{M}$ ）的理想气体内能

$$\text{为 } E = \frac{m}{M} \frac{i}{2} RT = \nu \frac{i}{2} RT$$

练习 3(慕课习题)：

一定量的理想气体，经历某过程之后，它的温度降低了，则可以断定（ ）

- A. 该理想气体在此过程中做了功
- B. 在此过程中外界对理想气体系统做了功
- C. 该理想气体系统的内能减少了
- D. 在此过程中该理想气体系统既从外界吸收了热量，又对外做了正功

练习 4(慕课习题)：

已知有 2mol 的氢气，其在温度 300K 时，内能为_____ R 。

五、热力学第一定律

$$Q = E_2 - E_1 + W = \Delta E + W$$

系统从外界吸收的热量，一部分使系统的内能增加，另一部分使系统对外界做功规定：系统从外界吸收热量时， Q 为正值，系统向外界放出热量时， Q 为负值；系统对外做功时， W 取正值，外界对系统做功时， W 取负值；系统内能增加时， ΔE 为正值，系统内能减少时， ΔE 为负值。

练习 5(慕课习题)：

处于平衡态 A 的一定量的理想气体，若经准静态过程变到平衡态 B，从外界吸收热量 416 J ，对外做功 582 J ，则内能增量为（ ） J 。

六、热力学第一定律的应用

1. 等体过程

$$W_V = 0, \quad \Delta E = E_2 - E_1 = Q_V$$

2. 等压过程

$$Q = \Delta E + p\Delta V$$

3. 等温过程

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 0, \quad Q_T = W_T$$

4. 绝热过程

$$\Delta Q = 0, \quad W = -\Delta E$$

	七、循环过程 $\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ 卡诺循环效率为 $\eta_{\text{卡}} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ 练习 6 (慕课习题): 一理想卡诺热机的效率为 40%，完成一次循环对外做功 400J，则每次循环向外界放出的热量为_____。 A. 240J B. 160J C. 400J D. 600J
课程思政元素	1. 通过对一个章节的内容进行梳理、辨析，除了能使学生的热学基础知识规律化、系统化外，更培养了学生的战略思维，统揽全局的能力，以及他们的创新素质。以适应未来社会对创新人才的需要，同时，单元复习还应重视学习方法和学习策略的渗透和归纳，从而达到让学生学会学习的目的。 2. 练习题讲解过程中的分组讨论，是一种合作学习的教学活动。促进小组成员之间互助与合作，以此来培育学生友善的价值观，强化学生们的团队意识，以正确的角度看待竞争与合作。  
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案 13

第三章 气体分子 动理论和 热力学	习题课		
	知识点 课后练习题、慕课单元作业。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/分组讨论法/讲练结合
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 巩固并掌握气体动理论和热力学基础的基本概念及基本规律； 2. 加深对气体动理论和热力学第一定律的理解； 3. 会利用热力学第一定律分析实际生活中的热学问题。	
	■ 技能目标	1. 培养学生对知识的灵活运用能力； 2. 培养学生分析问题、解决问题的能力。	
	■ 思政目标	1. 学生通过习题课，解决了生活中实际问题，不仅进一步理解和掌握知识点，而且教导学生实践是检验真理的唯一标准，培育学生实事求是，尊重客观规律，求真求实的科学态度； 2. 并且通过求解习题的过程，培育学生们精益求精、一丝不苟的精神； 3. 分组讨论学习，促进小组成员之间互助与合作，以此来培育学生友善的价值观，强化了团队意识。	
教学重点	1. 压强与温度的关系； 2. 热力学第一定律的应用； 3. 解释实际生活中的物理现象及问题。		
教学难点	热力学第一定律的理解。		

教学活动设计

课前导学

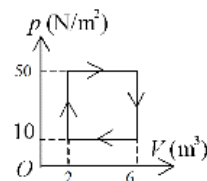
- 本章知识导图的讲解。

教学时间（90 分钟）

教 学 内 容

第三章分子动理论和热力学

- 将 2mol 氮气 (N_2) 26.85°C 加热到 66.85°C , 氮气的内能增加了 () J。
A. $10R$ B. $20R$ C. $100R$ D. $200R$
- 通过压缩机工作的空调、冰箱的制冷过程中, 工作物质所经历的热力学过程为过程。(选填: 等压膨胀或绝热膨胀)
- 从冬天到夏天过渡时, 假设汽车轮胎经历的是等体过程, 在不漏气的情况下, 随着气温的升高, 轮胎应及时_____才能维持正常胎压。
A. 放气 B. 补气 C. 不处理 D. 不能确定
- 从微观本质看, 气体的压强是由气体的分子数密度和气体分子热运动的剧烈程度决定的。而从微观本质看, 能决定气体温度高、低的物理量是气体分子的。()
A. 压强 B. 动能 C. 热运动剧烈程 D. 分子数密度
- 一个系统含有 3mol 氢气, 则该系统所包含的 H_2 分子总数目为 () 个。
A. 1.806×10^{23} B. 1.806×10^{24} C. 1.204×10^{24} D. 1.204×10^{24}
- 一定量理想气体在一过程中吸热 200J , 内能增加 100J , 则对外做功 () J。
A. 10 B. 50 C. 100 D. 200
- 如图所示的循环, 循环一周, 气体对外所做的净功为_____J。
- 绝对零度是不可实现的, 绝对零度指的是。(选填: “热力学温度 0K ” 或 “摄氏温度 0°C ”)
- 已知有一个瓶子中装有物质的量为 $1/3\text{mol}$, 温度为 300K , 压强为 $8.31 \times 10^5\text{Pa}$ 的氧气, 试求该瓶子的容积为 m^3 。
- 有一容器中装有物质的量为 2mol 的 CH_4 气体, 它的温度为 300K , 压强为 $1.0 \times 10^5\text{Pa}$ 若它可以视作理想气体。($k = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}$)
问: (1) 该气体分子的平均平动动能为多少?
(2) 该容器 CH_4 气体分子数密度为多少?
(3) 该容器中气体的内能为多少?



课程思政元素	1. 学生通过习题课，解决了生活中实际问题，不仅进一步理解和掌握知识点，而且教导学生实践是检验真理的唯一标准，培育学生实事求是，尊重客观规律，求真求实的科学态度。 2. 求解习题的过程中，解题方法不断精进，以此培育学生们精益求精、一丝不苟的精神，弘扬工匠精神，激励广大青年走技能成才、技能报国之路。 3. 练习题讲解过程中的分组讨论，是一种合作学习的教学活动。促进小组成员之间互助与合作，以此来培育学生友善的价值观，强化学生们的团队意识，以正确的角度看待竞争与合作。
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案¹⁴

第四章 静电场	第一节 电场强度		
	知识点 1. 电荷; 2. 库仑定律; 3. 电场强度。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/讲练结合
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 理解电荷守恒定律，初步理解库伦定律; 2. 建立场的概念; 3. 理解静电场的电场强度，初步掌握点电荷电场强度。	
	■ 技能目标	1. 会计算点电荷的电场强度 2. 会分析场强变化的原因	
	■ 思政目标	1. 富兰克林的风筝实验，鼓励学生要大胆尝试，用于创新，培育创新思维。 2. 点电荷的电场强度分布表明，不同的位置，选择不同的临近电荷，则该电荷的电场分布会不同。引申至学生要健全人格：正确对待自我、他人和社会、树立积极进取人生态度，才能发挥自身最大价值。	
教学重点	1. 场的概念; 2. 静电场的电场强度。		
教学难点	1. 点电荷的场强叠加计算。		

教学活动设计	
课前导学	■ 观看高压静电球实验； ■ 阅读富兰克林“瓶装雷电”的故事。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	第一节 电场强度 一、电荷 库仑定律 大量事实证明，电荷主要具有以下性质： 1. 同种电荷间存在相互排斥的作用，异种电荷却相互吸引； 2. 所带的电荷量是不连续的，只能为电子电荷的整数倍，这称为电荷量的量子化规律。 3. 在孤立系统中，无论发生什么变化，系统的正、负电荷的代数和始终保持不变，这称为电荷守恒定律。 在真空中，两个静止点电荷之间的相互作用力，其大小与这两个点电荷所带的电荷量q的乘积成正比，与它们之间的距离的二次方成反比，作用力的方向沿它们的连线方向，同种电荷相斥，异种电荷相吸引。 $\boldsymbol{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \boldsymbol{e}_r$ 二、电场强度及叠加原理 为了表述电场对处于其中的电荷施以作用力的这个性质，我们把一个试验电荷q_0放到电场中不同的位置，观察电场对试验电荷q_0的作用力的情况。试验电荷必须满足如下要求：（1）试验电荷必须是点电荷；（2）它的电荷应足够小，以致把它放进电场中对原有的电场几乎没有什么影响。为叙述方便，我们取试验电荷为正电荷，即$+q_0$。研究发现： （1）q_0所受电场力$\boldsymbol{F}$与q_0所处位置有关，其大小、方向随位置矢量$\boldsymbol{r}$的变化而变化，所以电场力$\boldsymbol{F}$不能完全体现电场的性质。 （2）在电场中的某一点，q_0所受的电场力$\boldsymbol{F}$与q_0的比值$\frac{\boldsymbol{F}}{q_0}$与$q_0$无关，为一常矢量。由于$\frac{\boldsymbol{F}}{q_0}$只与场点的位置有关，反映了电场对$q_0$作用的强弱，所以可以体现电场在该场点的性质。 定义电场中某点的$\frac{\boldsymbol{F}}{q_0}$为该点的电场强度$\boldsymbol{E}$，即

	$E = \frac{F}{q_0} \quad (4-2)$ 一般而言，电场中不同场点的电场强度 E 不同，E 应该是位置的函数。
课程思政元素	1. 富兰克林“瓶装雷电”的故事，告诉我们要大胆创新，勇于实践。只有敢于为天下先者，才能抓住创新的机遇。 2. 点电荷激发的电场告诉我们，同样一个电荷，在电场中处于不同位置时，其外在的力学表现是截然不同的。每一个人在社会中只要找对自己的位置，就能发挥出截然不同的表现。不能因为在某个社会岗位的不如意就全面否定这个人的价值。鲁迅学医平平无奇，弃医从文成了一代文豪。橘生淮南则为橘，生于淮北则为枳。很多时候不是你不行，而是没有选对自己的位置。
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案 15

第四章 静电场	第一节 电场强度 第二节 高斯定理		
	知识点 1. 电场强度; 2. 电场线; 3. 电通量; 4. 高斯定理。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/讲练结合
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 知道电场强度叠加原理 2. 了解电场线的概念 3. 初步理解电场强度通量的概念 4. 初步理解静电场的高斯定理	
	■ 技能目标	1. 会计算点电荷系的场强 2. 会计算匀强电场中规则平面的电通量 3. 利用高斯定理计算任意电场的电通量	
	■ 思政目标	1. 点电荷的叠加原理表明, 1+1 会有大于 2 的效果, 引申指个人要有团队意识, 要学会竞争与合作 2. 高斯定理计算闭合曲面电通量时决定于内部电荷带电量, 引申至个人需正确看待得失。	
教学重点	1. 点电荷系的电场强度计算 2. 均匀电场的电通量计算		
教学难点	1. 电通量的概念理解 2. 高斯定理的理解		

教学活动设计	
课前导学	■ 科学家高斯的故事； ■ 静电除尘的小视频。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	第一节 电场强度 3. 点电荷的电场强度（课程思政） P点处的电场强度为 $\boldsymbol{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \boldsymbol{e}_r \quad (4-4)$ 这称为点电荷的电场强度，$\boldsymbol{e}_r$是沿矢径的单位矢量，方向是由场源电荷 Q 指向 P 点。 由此可得点电荷激发的电场以场源为中心呈球对称分布，在电场中同一球面上 $\boldsymbol{E}$ 的大小相等，方向沿径向向外。若场源为负电荷，$\boldsymbol{E}$ 的方向沿径向指向场源电荷。 4. 电场强度叠加原理 一般来说，空间可能存在由许多个点电荷组成的点电荷系，那么它们共同产生的电场是什么样的呢？事实证明，点电荷系所激发的电场中某点处的电场强度等于各个点电荷单独存在时对该点所激发的电场强度的矢量和。这就是电场强度的叠加原理，其数学表达式为 $\boldsymbol{E} = \sum_{i=1}^n \boldsymbol{E}_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{r_i^2} \boldsymbol{e}_i$ 第二节 高斯定理 1. 电场线 为了使电场线既能显示空间各处的电场强度大小，又能显示各点电场强度的方向，在绘制电场线时如下规定：（1）在电场线上每一点处的电场强度 $\boldsymbol{E}$ 的方向沿着该点的切线，并与电场线箭头的方向一致；（2）在任一场点处，通过垂直于电场强度的单位面积的电场线条数，等于该点处电场强度的大小。 静电场的电场线有如下特点：（1）电场线总是始于正电荷，终止于负电荷，不形成闭合曲线；（2）任何两条电场线都不能相交，这是因为电场中每一个点处的电场强度只能有一个确定的方向。 2. 电通量 穿过电场中任意曲面 S 的电场线条数，称为穿过该曲面的电场强度通量（简称电通量），用符号 Φ_e 表示，国际单位制中，其单位是 $\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-1}$。 设电场中有任意曲面 S，电场线分布如图 4-8 所示。在曲面 S 上任

	取一面积元 dS, 其法线 $\mathbf{e}_n$ 方向与该点处电场强度 $\mathbf{E}$ 方向的夹角为 θ. 则通过该面积元 dS 的电通量为 $d\Phi_e = E dS_{\perp} = E dS \cos \theta$ 或 $d\Phi_e = \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} \quad (4-8)$ 式中 $d\mathbf{S} = S\mathbf{e}_n$. 我们可以把曲面 S 看成是由无数个面积元 dS 组合而成, 穿过整个曲面的 $\mathbf{E}$ 通量即为穿过所有面积元 $\mathbf{E}$ 通量的代数和, 即 $\Phi_e = \int_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \int_S E \cos \theta dS \quad (4-9)$ 需要说明, 对于非闭合的任意曲面, 面积元 dS 的法线取向可在曲面的任一侧选取. 但对于闭合曲面来说, 我们规定: 取指向曲面外部的法线方向为正. 因此, 由式 (4-9) 可知, 当电场线从闭合面穿出时, $\theta < 90^\circ$, 电通量为正; 当 $\theta > 90^\circ$, 电通量为负. 计算闭合曲面的电通量, 通常采用下式 $\Phi_e = \oint_S d\Phi_e = \oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \oint_S E \cos \theta dS$
课程思政元素	1. 多个电荷所激发的电场中, 电荷分布位置的不同, 产生的场有着很大的区别。 (1) 近朱者赤, 近墨者黑。人在成长过程中, 会遇到很多伙伴, 影响你的一生。正确选择伙伴, 能够对你的形成促进的合力, 让你不断进步。 (2) 一个人的能力是有限的, 只有组建团队, 凝心聚力, 形成合力会大于个人能力之和, 甚至激发成员的潜力, 发挥出最强力量。在这里往往可以获得 $1+1>2$ 的效果。 2. 高斯定理中, 当闭合曲面中电荷量代数和为零时, 穿过闭合曲面的电通量为零。电通量决定于闭合曲面内部电荷带电量。 面对功过得失, 考验一个人的格局与担当。荣誉面前不争功、利益面前不计较、困难面前不躲闪、责任面前不推卸, 困难面前不躲闪、责任面前不推卸, 这才是正确的得失态度。
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案¹⁶

第四章 静电场	第三节 静电场的电势		
	知识点 1. 电场力所做的功； 2. 电势； 3. 等势面。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/讨论法
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 初步理解电势的概念； 2. 掌握点电荷的电势及电势的叠加原理。	
	■ 技能目标	1. 会计算点电荷系的电势； 2. 会利用等势面和电场线。	
	■ 思政目标	电荷系的电势叠加原理说明电荷之间的相互协作能影响空间中一点的电势，引申至个人要培育友善价值观，强化团队意识，妥善择友。	
教学重点	1. 电势的意义； 2. 点电荷的电势计算。		
教学难点	1. 点电荷系电场电势的叠加； 2. 等势面的意义。		

教学活动设计	
课前导学	■ 从静电场中电荷的运动引入电场中功； ■ 复习功能原理。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	第三节 静电场的电势 1. 点电荷电场的电势 电势是从能量角度来表征静电场性质的物理量。它是标量，也是一个相对量，电势零点的选取，原则上可任意选取。但在实际问题中，恰当地选取电势零点，可以简化电势的表达式，给相关问题的计算带来方便。在计算中，当电荷分布在有限区域时，一般选无穷远处为电势零点；在实际问题中，常以地球为电势零点。 在国际单位制中，电势的单位是伏特，简称伏，符号是 V。 选取无穷远处为电势零点，将点电荷 Q 的场强分布公式（4-4），即 $\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \mathbf{e}_r$ 代入电势的定义式，并选沿电场线的方向 $\mathbf{e}_r$ 为积分路径，则点电荷电场中某点 a 的电势为 $V_a = \int_a^\infty \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \int_a^\infty \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \mathbf{e}_r \cdot d\mathbf{r} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_a^\infty \frac{1}{r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (4-13)$ 式中 r 为点电荷 Q 到任意场点 a 的距离。上式表明点电荷电场的电势分布具有球对称性，且电势的正负由场源电荷的正负决定。上式表明点电荷电场的电势分布具有球对称性，且电势的正负由场源电荷的正负决定。即当场源电荷 $Q > 0$ 时，其静电场中各点的电势为正，随 r 的增加而减小；当场源电荷 $Q < 0$ 时，其静电场中各点的电势为负，而在无限远处的电势虽为零，但电势却最高。 可以证明，在一组点电荷所激发的电场中，任一点的电势等于各点电荷单独存在时所激发的电势的代数和。这个结论叫做电势叠加原理。 需要指出的是，因为电势是标量，所以叠加是求代数和，这一点与电场力及场强叠加求矢量和是不同的。 2. 等势面 等势面与电场线处处垂直，且电场线指向电势降低的方向。实际上，电场强度 $\mathbf{E}$ 是矢量，很难直接作出电场线，但电势是标量，电势差易于测量，所以常常是先测出电场中等电势的各点，并把这些点连起来，画出电场的等势面，再根据某点的电场强度与通过该点的等势面相垂直的特点而画出电场线，从而对电场有较全面的定性的直观了解。 3. 与电势相关的习题

1. 在一个确定的电场中，电荷在某个位置的能量大小，主要取决于这个电荷自身的电量多少。同样，决定你穿什么衣裳的，不是你的钱包，而是你的身材。决定你脾气的，不是你的性格，而是你的位置。决定你品位的，不是你的学历，而是你的阅历。人只有自立自强，才有自尊自信。

天行健
君子以自强不息
地势坤
君子以厚德载物

2. 多个电荷所激发的场中，电荷分布的不同，同一位置的电势有着很大的区别。同理，人处于社会上，要学会正确择友，选择益友、拒绝损友，通过良性竞争提升自我，通过协同合作形成一个相互合作促进的团队，才能让每个人的能力最大化发挥作用。

课后作业

中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案¹⁷

第四章 静电场	第四节静电场中的导体（1）		
	知识点： 1. 静电感应； 2. 静电平衡； 3. 尖端放电。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/讨论法
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 知道静电感应现象，初步理解导体静电平衡的条件； 2. 知道静电平衡时导体上电荷的分布，知道尖端放电现象。	
	■ 技能目标	1. 利用尖端放电原理分析实际问题； 2. 利用尖端放电原理解决实际问题。	
	■ 思政目标	1. 通过尖端放电物理现象的解释，引导学生们加强知识的累积，当知识累积的一定程度，量变引起质变，必然能有突破。 2. 避雷针利用的也是尖端放电的原理，但却是对建筑物有保护作用，说明看问题要一分为二，不能走极端，同时也要全面。	
教学重点	1.静电平衡的条件； 2.尖端放电的意义。		
教学难点	尖端放电的原理。		

教学活动设计	
课前导学	■ 观看“电风实验”现象的视频; ■ “橡树成精”被雷劈的传说。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	第四节 静电场中的导体 1. 静电平衡的条件 金属导体由大量的带负电的自由电子和带正电的晶格格点上的原子实构成。当金属导体不带电或者不受外电场影响时，导体中的自由电子只作微观的无规则热运动，而没有宏观的定向运动。若把金属导体放在外电场中，导体中的自由电子在作无规则热运动的同时，还将在电场力作用下作宏观定向运动，从而使导体中的电荷重新分布。这个现象叫做静电感应现象。 在电场中，导体电荷重新分布的过程一直延续到金属导体内部的电场强度等于零为止。这时，导体内没有电荷作定向运动，导体处于静电平衡状态。 当导体处于静电平衡状态时，必须满足以下两个条件： （1）导体内部任何一点处的电场强度为零； （2）导体表面处电场强度的方向，都与导体表面垂直。 因此，当导体处于静电平衡时，导体上的电势处处相等，导体为一等势体，导体表面是个等势面。 2. 静电平衡时导体上电荷的分布 一般来说，导体表面各部分的电荷分布是不均匀的。实验表明，如果带电导体不受外电场的影响或其影响可以忽略，那么，在导体表面曲率越大处，则该处的电荷面密度越大；曲率越小处，则该处的电荷面密度也越小；如曲率为负，则该处的电荷面密度最小。 导体表面电荷的面密度与电场强度的大小关系为 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ 由上式可知，导体表面电荷密度越大，它附近的场强就越大。对于表面带有突出尖端的带电导体，由于尖端处曲率较大，就使得电荷面密度很大，因而尖端处的电场强度就会特别强。当场强大到一定程度，就会使尖端附近的空气发生电离而放电，这种现象称为尖端放电。

1. 当电荷大量集聚在尖端处,就会产生放电效应。同样,作为一个学生应该努力学习,勤于研究,当某个方面的知识累计到一定程度就会有质的突破,能够取得不同于一般人的成绩。量变质变规律是唯物辩证法的基本规律。在事物内部矛盾的作用下,事物的发展从量变开始,当量变达到一定的界限时,量变就转化为质变,事物的性质发生了变化,旧质事物就变成了新质事物。这是量变向质变的转化。在新质的基础上又开始了新的量变。这是质变向量变的转化。量变引起质变,质变又引起新的量变,循环往复以至无穷,构成了事物无限发展的过程。

2. 避雷针案例告诉我们,尖端放电虽然多数时候会带来危险和破坏,但是如果运用得当也是一项很好的技术,比如避雷针的发明。这告诉我们看待事物要一分为二,在你认识事物规律后,可以通过自己的能动性去利用规律,为我所用。

3. 橡树容易被天火烧的案例告诉我们,天火现象是雷雨天橡树高达容易和雷电云形成尖端放电,且树皮干燥不易导电,大量发热所致。用科学原理破除迷信,还原世界本来面貌



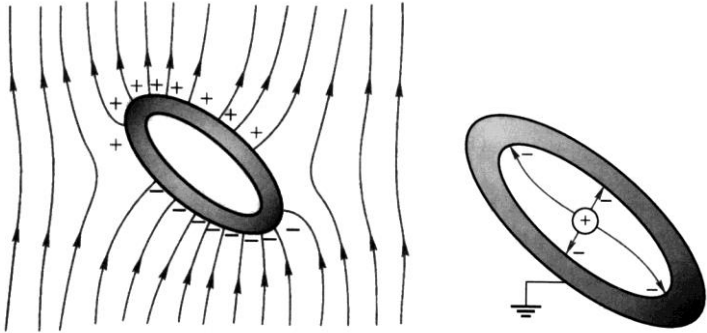
课后作业

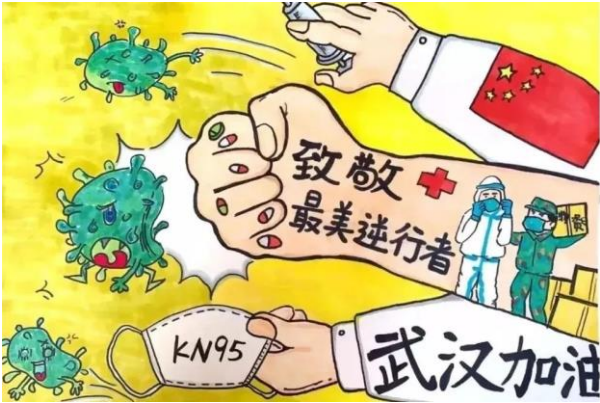
中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案¹⁸

第四章 静电场	第四节静电场中的导体（2）		
	知识点 1. 静电屏蔽的原理； 2. 静电屏蔽的实际应用。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/讲练结合
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 了解静电屏蔽的原理； 2. 掌握两种不同的屏蔽技术。	
	■ 技能目标	学会运用静电屏蔽的知识解释生活中对静电屏蔽现象。	
	■ 思政目标	静电屏蔽可以保证导体空腔内部不受外电场的影响，联想到中国的疫情防控政策的有效性和独特性，引申坚定“四个自信”（道路自信、理论自信、制度自信、文化自信）。	
教学重点	静电屏蔽的应用。		
教学难点	静电屏蔽的原理。		

教学活动设计	
课前导学	■ 孕妇的防辐射服介绍； ■ 小区的基站对居民的生活影响分析。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	第四节 静电场中的导体 3. 静电屏蔽及应用 导体处于静电平衡时，导体内部场强为零这一特点，在技术上可用来做静电屏蔽，即在静电场中，因导体的存在可以使某些特定区域不受电场影响。  图 4-20 用空腔导体屏蔽外电场图 4-21 接地空腔导体屏蔽内电场 在如图所示所示的静电场中，放置一个空腔导体，但是空腔内没有电荷，可以利用高斯定理证明，空腔内及导体内部电场强度处处为零，导体内部和导体的内表面上处处皆无电荷，电荷仅仅分布在导体表面上。此时，空腔内各点的电势均相等。因此，如果把空心的导体放在电场中时，电场线将垂直地终止于导体的外表面上，而不能穿过导体进入腔内。这样，放在导体空腔中的物体因空腔导体屏蔽了外电场，而不会受到任何外电场的影响。 有时还需要屏蔽电荷激发的电场对外界的影响。这时可采用如图 4-21 所示的办法，在电荷 $+q$ 外面放置一个外表面接地的空腔导体。这就使得导体外表面所产生的感应正电荷与从地上来的负电荷中和，使空腔导体外表面不带电，这样，接地的空腔导体内的电荷激发的电场对导体外就不会产生任何影响了。 综上所述，空腔导体（无论接地与否）将使腔内空间不受外电场的影响，而接地空腔导体将使外部空间不受空腔内的电场的影响。这就是空腔导体的静电屏蔽作用。 在实际工作中，常用编织得相当紧密的金属网来代替金属壳体。例如，高压设备周围的金属网，校测电子仪器的金属网屏蔽室都能起静电屏蔽作用。

	案例 1: 利用静电平衡条件下空腔导体是等势体以及静电屏蔽的道理, 人们可在高压输电线路上进行带电维修和检测等工作。 案例 2: 飞机被雷击的案例分析。
课程思政元素	在电路中, 电路之间会产生噪声相互干扰, 静电屏蔽可以有效隔断内外电场间的影响。隔离方法同样可以控制新冠状肺炎。面对突如其来的新冠肺炎, 我国政府首先是动用举国力量, 全力诊断和治疗感染者。在没有疫苗之前, 隔离是唯一有效方法。但这个方法在国外很难实施。这场抗疫阻击战, 体现了中国政府的科学治理能力, 体现中国社会主义制度的优势, 体现中国人民团结奉献精神。 
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案¹⁹

第四章 静电场	第四节静电场中的导体（3）		
	知识点 1. 电容； 2. 电容的电路连接； 3. 电容存储的能量。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/讲练结合
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 初步理解电容和电容器的概念，掌握平行板电容器电容的计算公式。 2. 掌握电容的串联和并联。 3. 了解电容器的能量，了解电容在实际生活中的应用。	
	■ 技能目标	1. 会利用公式分析电容值的变化； 2. 会计算电路中的等效电容； 3. 会计算电容的能量。	
	■ 思政目标	1. 电容的大小只有靠改变电容的固有物理属性才能调整，同样的个人想要不断进步，也必然要不断磨练自身的品性，开拓思路，扩大胸襟。 2. 电容串联并联效果完全不同，引申个人要正确处理个人、家庭、国家的关系。	
教学重点	1. 电容的概念； 2. 电容的串、并联计算； 3. 电容的应用。		

教学难点	电容器的能量。
------	---------

教学活动设计

课前导学	■ 延时照明灯的视频； ■ 阅读莱顿瓶的故事。
------	--

教学时间（90 分钟）

教 学 内 容	第四节 静电场中的导体 1. 电容器及其应用 电容器可以储存电荷和能量，是现代电工技术和电子技术中的重要元件，其大小、形状不一，种类繁多。 平板电容器．如图 4-17 所示，平板电容器由两个彼此靠得很近的平行极板 A、B 所组成，两极板的面积均为 S，两极板间距为 d．极板间为真空，此平板电容器的电容为 $C = \frac{Q}{U} = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \quad (4-14)$ 由此可见：平板电容器的电容与极板面积成正比，与极板间的距离成反比．显然，通过增加极板面积来加大电容是有限制的，通常的做法是改变电容器的形状（如圆柱形电容器）和结构或者把电容器组合起来等。 （1）电容器的并联 将 n 个电容分别为 C_1、C_2、……C_n 的电容器按图 4-18 所示的方式连接，称为并联．这时，每个电容器两极板之间的电压都相等，并联后的等效电容器所带电荷量 q 应等于 n 个电容器所带电荷量之和．并联电容器组合后的等效电容为 $C = C_1 + C_2 + \cdots + C_n \quad (4-15)$ 这说明，当几个电容并联时，其等效电容等于这几个电容器电容之和．可见，并联电容器的等效电容比电容器组中任何一个电容器的电容都要大，但各电容器上的电压却是相等的。 （2）电容器的串联 将 n 个电容分别为 C_1、C_2、……C_n 的电容器按图 4-19 所示的方式连接，称为串联．显然，串联后的总电压等于各电容器上分电压之和，而各电容器上的电荷量相等，均为 q．串联电容器组合后的等效电容为
------------------	--

	$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n} \quad (4-16)$ 这说明，串联电容器组等效电容的倒数等于电容器组中各电容倒数之和。容易看出，串联电容器组的等效电容比电容器组中任何一个电容器的电容都小，但每一个电容器上的电压却小于总电压。 2. 电容器的能量 电容器储存电荷的同时还储存能量，很多重要的应用就是利用电容器储存能量的本领。例如照相机上的闪光灯装置，就是将储存在电容内的电能释放出来变成光能。 当电容器两极板的电势差为 U，并分别带有 $\pm Q$ 的电荷时，则外力做的总功为 $W = \frac{1}{C} \int_0^Q q dq = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} QU = \frac{1}{2} CU^2 \quad (4-27)$ 我们知道，功是能量变化的量度，这功将使电容器的能量增加，也就是电容器贮存了电能 W_e。于是有 $W_e = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} QU \quad (4-28)$ 从上述讨论可见，在电容器的带电过程中，外力通过克服静电力做功，把非静电能转化为电容器的电能了。 案例 1：电容触摸屏 案例 2：延时灯的原理
课程思政元素	1. 平行板电容器容纳电荷的能力跟电介质以及正对面积和距离有关系。一个人的能力与其学识、格局和胸怀有关系，只有博学，心怀天下的人才有可能做出一番大事业。所以每个人都应该不断累积知识，增强见识，扩展自己的心胸。 2、相同的电容，组合方式不同可以得到不同的效果。这就好比个人只有处理好与集体、国家的关系，才能有着不同的价值体现。
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案²⁰

第四章 静电场	第 5 节 习题课		
	知识点 课后练习题、慕课单元作业		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/分组讨论法/讲练结合
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 理解静电场的规律； 2. 初步理解静电场的高斯定理； 3. 初步理解电容和电容器的概念，掌握平行板电容器电容的计算公式。	
	■ 技能目标	1. 培养学生对知识的灵活运用能力； 2. 培养学生分析问题、解决问题的能力。	
	■ 思政目标	1. 学生通过习题课，解决了生活中实际问题，不仅进一步理解和掌握知识点，而且教导学生实践是检验真理的唯一标准，培育学生实事求是，尊重客观规律，求真求实的科学态度； 2. 并且通过求解习题的过程，培育学生们精益求精、一丝不苟的精神； 3. 分组讨论学习，促进小组成员之间互助与合作，以此来培育学生友善的价值观，强化了团队意识。	
教学重点	1. 点电荷的电场强度和电势的应用； 2. 静电感应现象及其应用。		
教学难点	1. 点电荷系的场强； 2. 电势的计算； 3. 用高斯定理求计算特殊形式的场强。		

教学活动设计

课前导学

- 本章知识导图的讲解。

教学时间（90 分钟）

教 学 内 容

第四章静电场

1、判断下列说法是否正确，并说明理由。

(1) 电荷在电场中某点受到的电场力很小，该点的场强一定很小。

(2) 电场中某点场强的方向就是将点电荷放在该点处所受的电场力的方向。

(3) 在以点电荷为中心， r 为半径的球面上，场强 E 处处相等。

2、保持平板电容器极板上的电荷量不变（充电后切断电源），若使两极板间的距离增大，电容是增大还是减小？两极板之间的电势差有何变化？两极板之间的场强有何变化？为什么？

3、下列说法正确的是（ ）

- A. 带正电的物体电势一定是正的
- B. 电场强度为零的地方电势一定为零
- C. 等势面与电场线处处正交
- D. 等势面上的电场强度处处相等

4、当一个带电导体达到静电平衡时，（ ）

- A. 表面上电荷密度较大处电势较高
- B. 表面曲率较大处电势较高
- C. 导体内部的电势比导体表面的电势高
- D. 导体内任一点与其表面上任一点的电势差等于零

5、如图 1 所示，两个电容器 C_1 和 C_2 ，串联后与电源连接，则（ ）

- A. C_1 上的电荷量大于 C_2 上的电荷量
- B. C_1 上的电荷量小于 C_2 上的电荷量
- C. C_1 上的电荷量与 C_2 上的电荷量相等
- D. 电容器组的电容大于 C_1 或 C_2

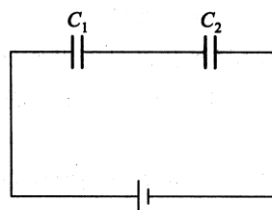


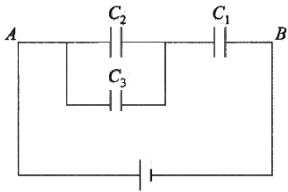
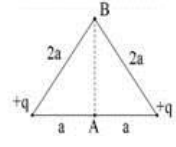
图 1

6、空气平板电容器，其电容 $C = 1.0 \text{ pF}$ ，充电

到电荷为 $Q = 1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ 后将电源切断，则极板之间的电势差为 _____，电场能量为 _____。

7、如图 2 所示，有三个相同的电容器，电容均为 $C = 6 \mu\text{F}$ ，相互连接。今在此电容器组的两端加上电压 $V_A - V_B = 300 \text{ V}$ 。求

- (1) A、B 两点之间的等效电容；
- (2) 电容器 C_1 上的电荷；

	(3) 电容器 C_3 两端的电势差。   图 2 图 3 8、一空心导体球壳带电 q，当在球壳内偏离球心某处再放一电量为 q 的点电荷时，则导体球壳内表面上所带的电量为。 9、如图 3 所示，在等边三角形的两个顶点上均放有一个带电量为 $+q$ 的点电荷。设无穷远处为电势零点，则 A 点处电势大小为_____。 10、保持平板电容器极板上的电荷量不变（充电后切断电源），若使两极板间的距离增加到原来的两倍，则拉开后电场能量为原来的_____倍。
课程思政元素	1. 学生通过习题课，解决了生活中实际问题，不仅进一步理解和掌握知识点，而且教导学生实践是检验真理的唯一标准，培育学生实事求是，尊重客观规律，求真求实的科学态度。 2. 求解习题的过程中，解题方法不断精进，以此培育学生们精益求精、一丝不苟的精神，弘扬工匠精神，激励广大青年走技能成才、技能报国之路。 3. 练习题讲解过程中的分组讨论，是一种合作学习的教学活动。促进小组成员之间互助与合作，以此来培育学生友善的价值观，强化学生们的团队意识，以正确的角度看待竞争与合作。  精益求精 “悦”是极致的用户体验 实践是检验真理 的唯一标准 陈一平
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业

无锡职业技术学院

教 案²¹

实验	实验一 气垫导轨测量物体的速度、加速度		
	知识点 1. 观察匀速直线运动和匀变速直线运动的规律； 2. 测量滑块运动的速度和加速度； 3. 在气垫导轨上验证机械能守恒定律。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	图 B-103	教学方法	讲授/操作演示
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 掌握速度、加速度的测量方法； 2. 理解机械能守恒定律。	
	■ 技能目标	掌握气垫导轨的使用和维护。	
	■ 思政目标	气垫导轨实验过程中要先进行调平，否则实验结果会有很大的误差。这个学生可以通过实验数据对比直观地看出。由此，培养学生做事情精益求精，一丝不苟的工匠精神。	
教学重点	1. 观察匀速直线运动和匀变速直线运动的规律； 2. 理解匀变速运动的相关公式。		
教学难点	1. 测量滑块运动的速度和加速度； 2. 在气垫导轨上验证机械能守恒定律。		

教学活动设计	
课前导学	■ 气垫导轨的使用规范视频学习； ■ 牛顿第一、第二定律的温习； ■ 机械能守恒定律的温习。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	实验一测量滑块在气垫导轨上运动的速度和加速度 一、原理 1) 速度 $v=x/t$ 2) 加速度 $a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s}$ 二、操作步骤 1. 导轨的水平调整 （1）粗调 置滑块于导轨中段，通过旋转导轨底座上的水平调节螺栓，使其能在短时间内保持相对静止、或向两个方向运动概率相当。 （2）细调 使滑块在与导轨两端弹簧圈发生弹性碰撞的情况下、作往复直线运动，调节水平螺栓、使全程速度均匀（单调变化，随着速度越来越小、发生相同位移的时间将逐渐增大，而不是忽大忽小）。 2. 测量速度 （1）在导轨水平的情况下、使滑块运动；根据目测、估计滑块的速度(自行设计方法，并在最后加以陈述) （2）在导轨水平的情况下、使滑块运动；记录下滑块通过光电门的时间 t，用游标卡尺测出挡光片的宽度 x，从而求出滑块运动的速度。 （3）在导轨水平的情况下、使滑块运动；使其反复通过光电门，记下通过光电门的时间 t_1、t_2、t_3、t_4、t_5，求出平均速度。 3. 测量加速度 （1）调整两光电门间的距离为定值 S；用垫块垫高导轨的一端，使滑块自由滑下，试估计加速度（考虑一种方法）。 （2）记录下滑块通过光电门 1 和光电门 2 的时间 t_1 和 t_2，测出两光电门之间的距离 S，求出滑块运动的加速度。 4. 观察碰撞 （1）假设两个滑块完全等质量，发生完全弹性碰撞，观察碰撞现象，并描述现象； （2）假设两个滑块完全等质量，发生完全非弹性碰撞，观察碰撞现象，并描述现象。

测量滑块在气垫导轨上的速度和加速度的实验过程中，首先要旋转导轨底座上的水平调节螺栓，使其能在短时间内保持相对静止、或向两个方向运动概率相当。如果忽略了这步操作，则导轨不平，测得的滑块速度和加速度会存在很大的误差。所以，实验过程中不能一味求快，而需要把基础步骤做好，实验才能事半功倍地进行。所以在实验过程中培养学生一丝不苟，精益求精的工匠精神。



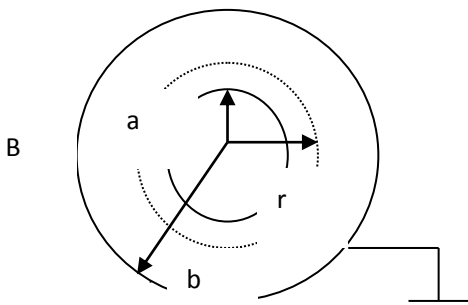
课后作业

实验报告

无锡职业技术学院

教 案²²

实验	实验二 模拟法描绘静电场		
	知识点 1. 模拟法描绘静电场的理论依据； 2. 电场线、等势线的意义和关系； 3. 用模拟法测绘同轴圆柱（同轴电缆）间的静电场。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	图 B-105	教学方法	讲授/操作演示
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 了解模拟法描绘静电场的理论依据； 2. 掌握电场线、等势线的意义和关系。	
	■ 技能目标	用模拟法测绘同轴圆柱（同轴电缆）间的静电场	
	■ 思政目标	静电场是人为假象出来的，科学家们在电场理论的基础上开拓性地用模拟法描绘出电场线。这其中体现了，在有限条件下，知难而进，开拓创新的创新思维。	
教学重点	1. 模拟法描绘静电场的理论依据及意义； 2. 电场线、等势线的意义和关系。		
教学难点	模拟法描绘静电场的理论依据。		

教学活动设计	
课前导学	■ 静电场描绘仪的使用视频观看； ■ 温习电场线、等势线的意义和关系； ■ 温习高斯定理和欧姆定律的微分形式。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	实验二 模拟法描绘静电场 一、原理 用实验方法直接测量静电场时，由于测量仪器的探针引入静电场，在探针上的感应电荷会影响原电场的分布。为了解决这一困难，可采用“模拟法”建立一个与静电场有相似数学函数表达式的模拟场，通过对模拟场的测量，可以间接获知原静电场的情况。 以两无限长带等量异号电荷的同轴圆柱面的电场为例，其截面如图 1 所示。设电极 A 和电极 B 的半径分别为 a 和 b，B 接地，设 A 的电势为 U_A（B 的电势为零）。根据理论计算，A、B 两电极间任一半径为 r 的柱面的电势为： $U_r = U_A \frac{\ln \frac{b}{r}}{\ln \frac{b}{a}}$  若在电极 A、B 间用均匀的不良导体（如导电玻璃）填充，接上电源（设输出电压为 U_A）后，不良导体中就产生了从电极 A 均匀辐射状地流向电极 B 的电流，则半径为 r 的圆柱面的电势为： $U_r = U_A \frac{\ln \frac{b}{r}}{\ln \frac{b}{a}}$ 由此可见，稳恒电流场与静电场的电势分布其数学形式是相同的。 由于稳恒电流场与静电场具有这种等效性，因此要测绘静电场的分布，只要测绘相应的稳恒电流场的分布就可以了。

	二. 操作步骤 取一张白纸，放在双层静电场测绘仪上层板上并用磁条固定 将导电玻璃上内外两电极分别与直流稳压电源的正负极相连，电压表正负极分别与同步探针及电源负极相连 移动同步探针测绘同轴圆柱的等位线族，要求相邻两等位线间的电位差为 2~3 伏，共测 3 条等位线，每条等位线测出 8 个均匀分布的点 根据电场线与等位线正交原理、画出电场线，并指出电场强度的方向、得到一张完整的电场分布图。
课程思政元素	静电场是人为假象出来的，其目的是方便人们直观认识静电场。所以，实验中无法直接描绘出电场线，科学家们在电场理论的基础上开拓性地用模拟法描绘出电场线。这其中体现了，在有限条件下，知难而进，开拓创新创新思维。  静电场描绘仪使用图
课后作业	实验报告

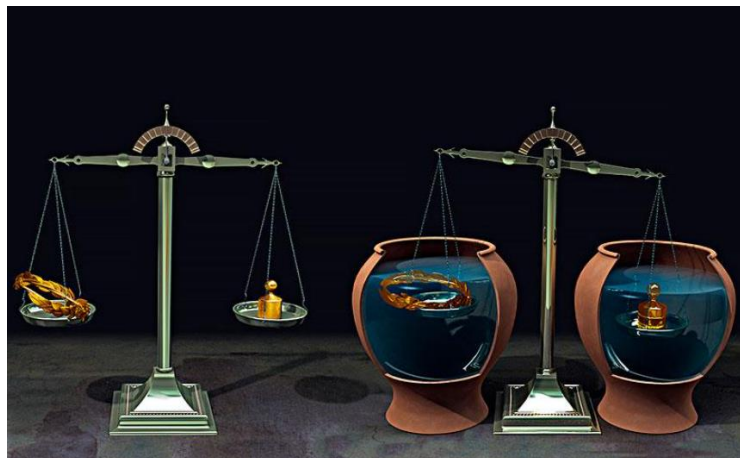
无锡职业技术学院

教 案 23

实验	实验三 物体密度的测量		
	知识点 1. 物理天平的使用方法和规范; 2. 游标卡尺的使用方法和读书; 3. 物体密度的测量和计算。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	图 B-106	教学方法	讲授/操作演示
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 掌握游标卡尺的测量原理; 2. 掌握物理天平的测量原理和密度的计算。	
	■ 技能目标	1. 掌握游标卡尺的使用和读数方法; 2. 掌握物理天平的使用方法。	
	■ 思政目标	用浸泡法精确测量不规则物体的体积的方法解决了不规则物体的体积无法测量的问题。这个实验启发我们在有限的条件下，迎难而上，开拓创新的工匠精神。	
教学重点	1. 游标卡尺的使用和读数方法; 2. 物理天平的调平过程分析; 3. 物体密度的计算。		
教学难点	1. 游标卡尺的测量原理; 2. 物理天平的调平过程分析。		

教学活动设计	
课前导学	■ 观看游标卡尺的使用视频； ■ 观看物理天平的使用视频； ■ 认识物体的密度。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	实验三 物体密度的测量 一、实验目的 1. 掌握游标卡尺、千分尺和物理天平的使用方法； 2. 掌握一种规则物体的密度测量方法； 3. 掌握直接测量和间接测量的误差计算方法。 二、实验仪器 游标卡尺；螺旋测微计（千分尺）；物理天平；待测铜柱。 三、实验原理 当物体的质量分布均匀（密度均匀分布）时，若物体的质量为 m，体积为 V，则物体的密度可由（2-1）式求得： $\rho = \frac{m}{V} \quad (2-1)$ 物体的质量可以用物理天平测量。对于形状规则的物体，其体积测量可以转化为长度测量，并通过相应计算求得。以本实验中的铜圆柱体积为例，圆柱体积 V 的计算公式为： $V = \pi r^2 \times h = \frac{1}{4} d^2 h \quad (2-2)$ 其中，r、d 分别为圆柱的半径和直径，h 为圆柱的高。 将式（2-2）代入式（2-1）得： $\rho = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi d^2 h} \quad (2-3)$ 代入测得的铜柱的质量 m、直径 d 和高 h 即可求得铜柱的密度。 四、实验内容 1. 规范地调好天平，并称量出给定铜柱的质量 m，及确定质量的不确定度； 2. 用螺旋测微计测铜柱不同部位的直径 d，共测 5 次，计算直径并确定直径的不确定度； 3. 用游标卡尺测铜柱不同部位的高度 h，共测 5 次，计算高度并确定高度的不确定度； 4. 计算铜柱的密度，并根据误差传递公式计算出密度的不确定度。

培育创新思维（知难而进、开拓创新）。用浸泡法精确测量不规则物体的体积是一个充满开拓创新精神的实验设计。认真领会其妙处有利于培养我们的创新思维。



课后作业

实验报告

无锡职业技术学院

教 案 24

实验	实验四等厚干涉		
	知识点 1. 光的等厚干涉原理； 2. 读数显微镜的调节原理； 3. 透镜曲率半径的计算方法。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	图 B-104	教学方法	讲授/操作演示
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 了解光的干涉原理； 2. 理解透镜曲率半径的测量原理。	
	■ 技能目标	1. 掌握读数显微镜的使用技能； 2. 掌握透镜曲率半径的计算方法。	
	■ 思政目标	等厚干涉实验中同样的两束光在不同的光程差的条件下，呈现了不一样的效果。这启发同学要用发展的眼光看问题。引申到学习和工作中，启发同学们要用运用历史眼光认识发展规律、把握前进方向、指导现实工作，培育历史思维。	
教学重点	1. 牛顿环的形成原理； 2. 读数显微镜的调节方法； 3. 透镜曲率半径的计算方法。		
教学难点	牛顿环的形成原理。		

教学活动设计

课前导学

- 观看读数显微镜的调节与使用视频;
- 温习光的等厚干涉相关知识;
- 预习透镜曲率半径的计算。

教学时间（90 分钟）

教
学
内
容

实验四 等厚干涉

光的干涉是光的波动性的一种表现。由同一光源发出的光分成两光，让它们各经不同路径后再相会在一起，当光程差小于光源的相干长度，会产生干涉现象。当薄膜层的上、下表面有一很小的倾角时，由同一光源发出的光，经薄膜的上、下表面反射后在上表面附近相遇时产生干涉，并且厚度相同的地方形成同一干涉条纹，这种干涉就叫等厚干涉。其中牛顿环和劈尖是等厚干涉两个最典型的例子。光的等厚干涉原理在生产实践中具有广泛的应用，它可用于检测透镜的曲率，测量光波波长，精确地测量微小长度、厚度和角度，检验物体表面的光洁度、平整度等。

一、实验目的

1. 观察等厚干涉现象，了解等厚干涉的特点；
2. 掌握读数显微镜的用法；
3. 学会用干涉法测定平凸透镜的曲率半径和微小厚度的方法；
4. 学会用逐差法来消除系统误差的一种数据处理方法。

二、仪器和用具

牛顿环装置；劈尖装置；读数显微镜；钠光灯及电源；擦镜纸；普通平玻璃等。

三、实验原理

我们来计算第 k 级圆形干涉条纹半径 r_k 的大小与平凸透镜的曲率半径 R 以及单色光波长 λ 之间的关系。

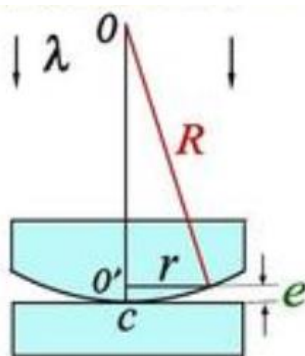
牛顿环图透镜曲率半径图

由图可知，第 k 级干涉条纹所在处的空气层的厚度 $PP' = d_k$ ，

一、实验目的

- ## 二、仪器和用具

三、实验原理



由图可知,第 k 级干涉条纹所在处的空气层的厚度 $PP'=d_k$,

	$R^2 = r_k^2 + (R - d_k)^2 = r_k^2 + R^2 - 2Rd_k + d_k^2$。由于 $R \gg d_k$，故 d_k^2 可以略去不计，则 $r_k^2 = 2Rd_k \quad \text{或} \quad d_k = \frac{r_k^2}{2R}$
课程思政元素	等厚干涉实验的基本原理涉及到两列光干涉，如果两列相干光的光程差为半个波长的奇数倍时，两列光相互抵消，会出现暗纹；如果两列相干光的光程差为半个波长的偶数倍时，两列光相互增强，会出现明纹。如此，形成明暗相间的条纹。同样的两束光在不同的光程差的条件下，呈现了不一样的效果。这启发同学要用发展的眼光看问题。引申到学习和工作中，启发同学们要用运用历史眼光认识发展规律、把握前进方向、指导现实工作，培育历史思维。 
课后作业	实验报告

无锡职业技术学院

教 案 25

实验	实验五薄透镜焦距的测量		
	知识点 1. 薄透镜成像的作图规则； 2. 薄透镜焦距的测量原理； 3. 简单光路的分析和调整方法。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	图 B-103	教学方法	讲授/操作演示
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 理解薄透镜成像公式及作图规则； 2. 理解薄透镜焦距的测量原理。	
	■ 技能目标	1. 掌握测量薄凸透镜焦距的两种方法； 2. 掌握光具座的正确使用方法。	
	■ 思政目标	物、透镜和光屏的同轴等高调节过程是一个反复逼近的过程。这就要求实验中学学生要拿出充足的耐心来进行调节，不求快只求稳。启发学生在学习和工作中要发扬执着专注、精益求精的工匠精神。	
教学重点	1. 薄透镜成像公式及作图规则； 2. 薄透镜焦距的测量原理； 3. 简单光路的分析和调整方法。		
教学难点	物、透镜和光屏的同轴等高调节方法。		

教学活动设计

课前导学

- 观看物、透镜和光屏的同轴等高调节视频；
- 观看透镜焦距测量演示视频；
- 温习薄透镜近轴成像公式及作图。

教学时间（90 分钟）

教学
内
容

实验五 薄透镜成像的研究

一、原理

1. 薄透镜成像公式

薄透镜是指透镜厚度与焦距相比甚小的透镜。如图 9-1 所示, 设物距、像距、焦距分别为 u 、 v 、 f , 则在近轴光线的条件下, 薄透镜（包括凸透镜和凹透镜）成像的规律为:

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

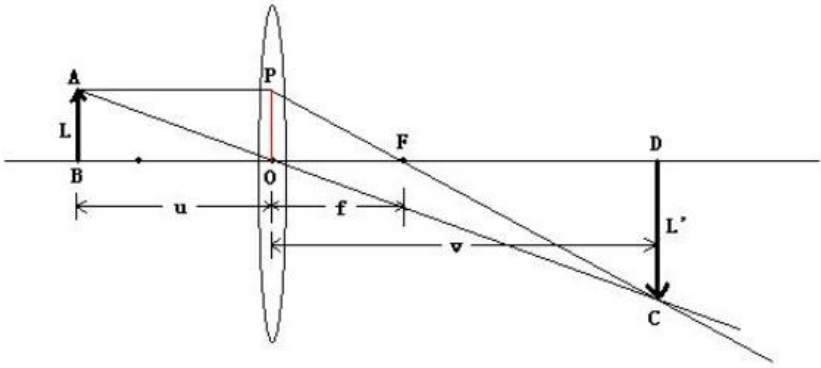
我们规定: 物距 u 恒取正值, 像距 v 的正负由像的虚实来确定, 实像时, v 为正; 虚像时, v 为负。凸透镜的 f 取正值; 凹透镜的 f 取负值。

2. 凸透镜焦距的测量方法

(1) 两倍焦距法: 如图 9-3 当物屏与凸透镜距离在 2 倍焦距时, 会产生倒立等大的实像。测量出物屏和像屏之间的距离 L 。这时候 $L=4f$, 由此可以算出焦距 f 。

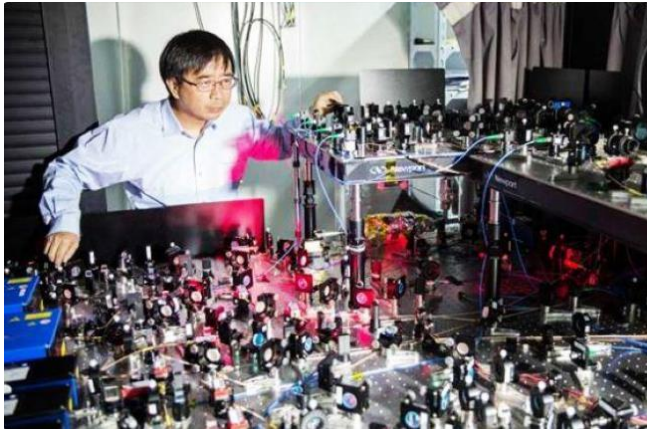
(2) 物距像距法: 如图 9-1 (a) 所示, 只要测得物距 u 和像距 v , 结合 (9-1) 式便可算出透镜的焦距 f : $f = \frac{uv}{u+v}$

根据成像公式, 可总结出凸透镜物距变化时, 相应的像距变化规律和成像规律图如下:



二、实验内容

1. 凸透镜焦距测量

	测量之前，将待测透镜安装好，以实验室中远处的窗子等为物，经透镜折射后成像在屏上，目测出透镜至屏的距离，即为透镜焦距的近似值。 (1) 练习调整凸透镜光路的同轴等高（参考图 9-2）。 先粗调，再按“像追小像”的方法调单个凸透镜的同轴等高。 (2) 用两倍焦距法测量凸透镜的焦距（参考图 9-3） (a) 将由光源照明的“1”字物屏（物）、凸透镜和像屏依次装在光具座的支架上。使像屏、透镜、物屏靠紧。 (b) 透镜位置不变，同时缓慢移动物屏和像屏，保持凸透镜至物屏和像屏的距离相等。
课程思政元素	物、透镜和光屏的同轴等高调节过程是一个反复逼近的过程。这就要求实验中学学生要拿出充足的耐心来进行调节，不求快只求稳。启发学生在学习和工作中要发扬执着专注、精益求精的工匠精神。 
课后作业	实验报告

无锡职业技术学院

教 案 26

实验	实验六 霍尔效应测磁场		
	知识点 1. 霍尔效应的原理； 2. 霍尔原件的特性； 3. 霍尔法磁场的方法。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	图 B-107	教学方法	讲授/操作演示
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 理解霍尔效应的原理； 2. 掌握霍尔法测磁场的方法。	
	■ 技能目标	1、掌握霍尔法测磁场的操作规范； 2、掌握霍尔法测磁场的数据处理技能。	
	■ 思政目标	测霍尔电势会有系统误差。爱廷豪森效应、等效应等多中相关效应对此可做修正，使得实验结果更加精准。引申到工作中，启发同学学习精益求精的工匠精神以及加强办事公道，避免行差就错的职业道德修养。	
教学重点	1. 洛伦兹力与霍尔效应的原理； 2. 霍尔法测磁场的基本流程。		
教学难点	霍尔法测磁场的数据处理技能。		

教学活动设计

课前导学

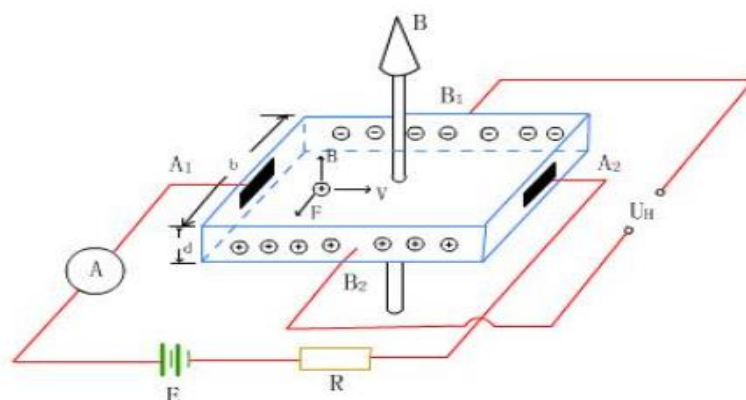
- 观看霍尔效应实验仪的使用规范视频；
- 温习洛伦兹力和霍尔效应相关知识；
- 预习霍尔法测螺线管内磁场分布的实验内容。

教学时间（90 分钟）

实验六 霍尔法测螺线管内磁场实验

一、霍尔传感器测磁场的原理？

霍尔效应—（霍尔效应是电磁效应的一种，这一现象是美国物理学家霍尔(E. H. Hall, 1855-1938)于 1879 年在研究金属的导电机理时发现的。当电流垂直于外磁场通过导体时，载流子发生偏转，垂直于电流和磁场的方向会产生一附加电场，从而在导体的两端产生电势差，这一现象就是霍尔效应，这个电势差也被称为霍尔电势差。），如图所示



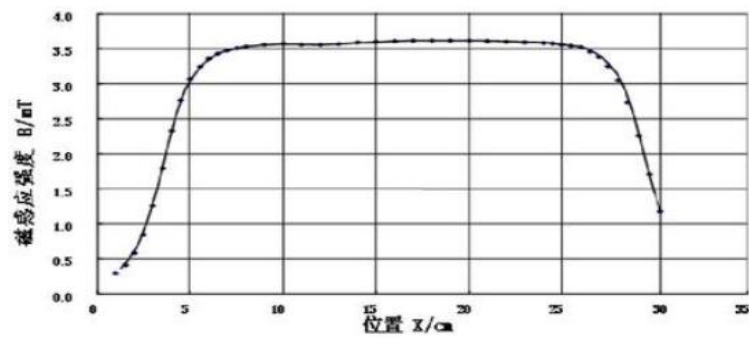
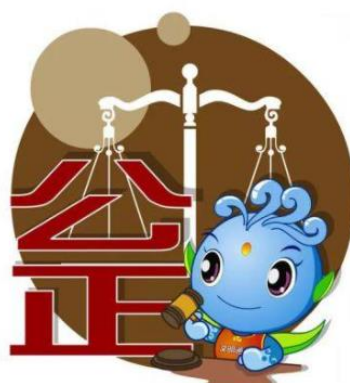
二、特别提醒：本实验要严格按照实验步骤操作，经我检查接线正确后方可打开电源。

注意事项在仪器说明书的第 4、5 页，看完方可操作。

三、实验内容一：（仪器说明书的第 9 页二的内容）

研究霍尔效应与霍尔元件特性

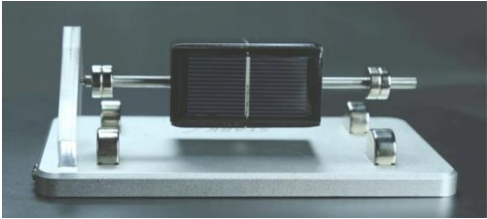
- (1) 测量霍尔元件的零位（不等位）电势和不等位电阻，并按公式计算
- (2) 测量霍尔电压 V_H 与工作电流 I_S 的关系，并根据数据表 1 绘图
- (3) 测量霍尔电压 V_H 与励磁电流 I_M 的关系，并根据数据表 2 绘图

	(4) 测量样品的电导率 σ 1、实验内容二：（仪器说明书的第 14、15 页的内容） (1) 测绘 VH-IS 曲线，并根据表 4 绘图 测绘 VH-L 曲线，并根据表 5 绘图 实验数据例——螺线管内轴线磁场分布的测定  螺线管内轴线上磁感应强度分布曲线
课 程 思 政 元 素	测霍尔电势时，不可避免的会产生一些负效应，由此产生的附加电势叠加在霍尔电势上，形成测量系统误差。爱廷豪森效应、伦斯脱效应、里纪-杜勒克效应等多中相关效应对此可做修正。这使得实验结果更加精准。引申到工作中，启发同学学习精益求精的工匠精神。而且工作中加强办事公道，避免行差就错的职业道德修养。 
课后作业	实验报告

无锡职业技术学院

教 案²⁷

实践课	物理作品制作周答辩		
	知识点 实践周作品答辩		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讨论法/讲授法
教 学 目 标	■ 知识目标	了解科技小作品制作的基本规律，认识到大学物理范畴内一些物理原理的应用，如：电磁感应、尖端放电、热力学第二定律、机械能守恒等。	
	■ 技能目标	要求学生能够根据所学知识，分析科技小作品的内在原理。初步掌握 PPT 的设计和动画制作，以及了解答辩一个项目或作品的基本流程。	
	■ 思政目标	1. 从作品设计开始，到材料准备，样品制备和完善，作品成型和检验，作品完善到精炼，利用一整套作品制作流程体验工匠精神。 2. 从分工、合作到团结一心、众志成城，引导学生培育友善价值观，强化团队意识。	
教学重点	通过作品制作过程的总结，使同学们了解到技术在真实生活中的应用，鼓励同学们知难而进，开拓创新。		
教学难点	科技小作品物理原理的理解。		

教学活动设计	
课前导学	■ 请同学们各自准备答辩用 PPT 和短视频。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	部分科技小作品制作原理 1. 静电起电机的制作原理   2. 门多西诺电机制作原理 3. 智能自动浇灌；自动灭火制作原理；光控路灯制作原理等
课 程 思 政 元 素	1. 静电起电机通过循序渐渐的过程慢慢在导体球表面积累电荷，当电荷做够多时可形成空气中放电现象。电荷累积的过程不正是“不积跬步无以至千里”的体现；电荷累积至放电的过程则体现了“量变到质变”的哲学思想。结合空气击穿实验现象，寄语学生不断累积知识，当知识深度广度达到一定阶段，自然会有质的飞跃。引导学生健全人格，树立积极进取人生态度。 2. 门多西诺电机通过多块对称分布的太阳能电池板在光压不均衡的状态下，形成旋转电机的效果。通过这款以太阳能为能源的电动机，拓宽学生视野。结合习总书记“绿水青山就是金山银山”的理念，引导学生去认知清洁能源的使用是未来的趋势，让学生自发的形成节能减排从我做起的意识，贯彻新发展理念。 3. 人工智能的最简版是传感器与单片机的结合。自动浇灌利用的是湿度传感器，自动灭火利用的是烟尘传感器，光控路灯利用的是光电传感器。通过这几款小作品，引导学生了解当今科技发展趋势，尤其是物联网的发展大方向，培育学生战略思维。
课后作业	实践周活动心得体会。

无锡职业技术学院

教 案 28

期末复习	期末复习		
	知识点： 1. 描述质点运动的物理量； 2. 牛顿三定律及其适用条件； 3. 守恒定律； 4. 气体动理论和热力学基础的基本概念及基本规律； 5. 静电场的规律； 6. 静电场的高斯定理； 7. 静电屏蔽。		
授课学时	2	授课对象	物联网 32131、32132、32133
授课地点	J4-101	教学方法	讲授法/分组讨论法/讲练结合
教 学 目 标	■ 知识目标	1. 理解描述质点运动的物理量。理解牛顿三定律及其适用条件。初步学会运用守恒定律分析问题的思想和方法； 2. 初步理解气体动理论和热力学基础的基本概念及基本规律； 3. 理解静电场的规律。	
	■ 技能目标	1. 培养学生对知识的灵活运用能力； 2. 培养学生分析问题、解决问题的能力； 3. 培养学生运用知识解决实际问题的能力。	
	■ 思政目标	1. 培养学生勤于思考、勇于探索、追求真理的科学精神； 2. 养成其拼搏奋斗、攻坚克难的科学品质； 3. 召唤其热爱祖国、服务人民的伟大情怀。	
教学重点	1. 位置矢量，位移，路程，速度和加速度等物理量的理解和正确表达； 2. 动量定理，动量守恒定律，动能定理，机械能守恒定律的理解及其在生产实践中的应用； 3. 气体分子动理论的基本观点、压强与温度的关系、热力学第一定律、内能、热量、功等概念的理解，会解释实际生活中的物理现象及问题；		

	4. 点电荷的电场强度和电势的应用、静电感应现象及其应用。
教学难点	1. 用微积分方法解题； 2. 动量守恒定律、功能原理的理解及应用； 3. 准静态过程、热力学第二定律的理解； 4. 点电荷系的场强、电势的计算； 5. 用高斯定理求计算特殊形式的场强。

教学活动设计	
课前导学	课前复习，整理错题、查漏补缺。
教学时间（90 分钟）	
教 学 内 容	期末复习 一、质点的运动 1. 在平面直角坐标系 Oxy 中，质点的运动方程为 $\mathbf{r} = \mathbf{r}(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j}$ 速度可表示为 $\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\mathbf{i} + \frac{dy}{dt}\mathbf{j} = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j}$ 加速度可表示为 $\mathbf{a} = a_x\mathbf{i} + a_y\mathbf{j} = \frac{dv_x}{dt}\mathbf{i} + \frac{dv_y}{dt}\mathbf{j} = \frac{d^2x}{dt^2}\mathbf{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\mathbf{j}。$ 练习 1: 已知一汽车沿 x 轴作直线运动, 它的运动方程为 $x = 2t^3 - 10t + 5$, 采用国际单位制。求: (1) $t=2s$ 时汽车的位置; (2) 汽车在任意时刻的速度表达式, $t=2s$ 时汽车的速度; (3) 汽车在任意时刻的加速度表达式, $t=2s$ 时汽车的加速度。 2. 角位置 θ、角速度 ω、角加速度称为圆周运动物体的角量描述。位置矢量 $\mathbf{r}$、速度 $\mathbf{v}$ 与加速度 $\mathbf{a}$, 称为圆周运动的线量描述。 $v = r \frac{d\theta}{dt} = r\omega$ $\mathbf{a}$ 的切向分量称为切向加速度 a_t, 法向分量称为法向加速度 a_n :

$$a_t = \frac{dv}{dt} = r \frac{d\omega}{dt}; \quad a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{r^2 \omega^2}{r} = r\omega^2$$

二、守恒定律

1. 动量守恒定律

几个物体组成一个系统，且系统不受外力的作用（或合外力为零），尽管系统内各物体在内力作用下，各物体的动量发生了变化，但是系统的总动量的改变为零，即总动量不变，亦即 $\sum m_i v_i = \text{常量}$ 。

练习 2：我国发射的“神州十号”飞船与“天宫一号”空间站实现了完美对接。假设“神州十号”到达对接点附近时对地的速度为 v ，此时的质量为 m ；欲使飞船追上天宫一号实现对接飞船需加速到 v_1 ，飞船发动机点火，将质量 Δm 的燃气一次性向后喷出，燃气对地向后的速度大小为 v_2 。这个过程中，下列各表达式正确的是（ ）

A. $mv = mv - \Delta m v_2$ B. $mv = mv + \Delta m v_2$

C. $mv = (m - \Delta m)v_1 - \Delta m v_2$ D. $mv = (m - \Delta m)v_1 + \Delta m v_2$

三、热力学第一定律和热机效率

1. 热力学第一定律

$$Q = E_2 - E_1 + W = \Delta E + W$$

2. 热机的效率

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\eta_{\text{卡}} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

卡诺循环效率为

练习 3：西藏的羊八井地热电站就是一种热机。假设此热机为理想卡诺热机，在温度为 800K 和 400K 的两个热源之间工作，现在有两种改良方案：第一种方案将高温热源提高到 1000K，维持低温不变；第二种将低温热源温度降低到 200K，维持高温不变。求：（1）写出理想卡诺热机的循环效率公式；（2）计算两种不同方案下热机的效率；（3）在实际应用中哪一种方案好？为什么？

四、静电场

1. p 点点电荷的电场强度为

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \mathbf{e}_r \quad (4-4)$$

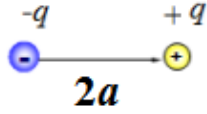
这称为点电荷的电场强度， $\mathbf{e}_r$ 是沿矢径的单位矢量，方向是由场源电荷 Q 指向 P 点。

2. 电场强度叠加原理

$$\mathbf{E} = \sum_{i=1}^n \mathbf{E}_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{r_i^2} \mathbf{e}_i$$

4. 电势

点电荷电场中某点 a 的电势为

	$V_a = \int_a^\infty \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \int_a^\infty \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \mathbf{e}_r \cdot d\mathbf{r} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_a^\infty \frac{1}{r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ 练习 4: 如图, 两个点电荷之间的距离为 a, 则两点电荷连线中点处总的电场强度的大小为, 方向为。 (选填“向左”或“向右”)。两点电荷连线中点处的电势为。 
课程思政元素	通过本门课程的教学, 让学生掌握马克思主义原理指导下的科学思维方法, 培养学生勤于思考、勇于探索、追求真理的科学精神, 养成其拼搏奋斗、攻坚克难的科学品质, 召唤其热爱祖国、服务人民的伟大情怀, 为培养新时代有理想、有道德、肯拼搏、讲奉献的现代科技人才打下必要的物理基础和可贵的品德支柱。 从质点速度的概念讲到高铁速度、中国速度, 进而培育学生们的民族自豪感, 增强国家认同感、归宿感, 尊严感和荣誉感; 从动量定理讲到我国航天事业的发展, 从相关科研人员的感人事迹, 培育学生们精益求精、一丝不苟、追求卓越的精神; 从热机效率讲到山东潍坊柴油机厂, 该厂发布了全球首款热效超过 50% 的柴油机发动机, 进而引导学生“四个自信”教育。  
课后作业	中国大学 MOOC 平台在线作业