



# 高等农业院校物理教学农业特色化改革研究\*

吴威 陈桂云 戴存礼

(南京农业大学理学院 江苏 南京 210031)

(收稿日期:2022-11-02)

**摘要:**新农科建设背景下,对农业院校的大学物理教学进行农业特色化改革,使大学物理与现代化的农业技术更好地融合是创新农业人才培养模式和深化农业高校教学改革的迫切需要。在大学物理的电、光、力、热四大板块引入4个需要综合运用大学物理知识解决农业实际问题的实例,作为学生的研究项目,向学生提出具有一定挑战度的问题,使学生在了解物理知识在农业上的应用情景的同时,提高了农业院校学生学习大学物理的认同感以及学习的积极性,强化了基础学科的实际教学效果。

**关键词:**新农科;物理教学;农业特色化教学改革

## 1 引言

2018年11月13日,教育部高等教育司司长吴岩在“新时代云南省本科教育工作会议”上提出,加快建设发展新工科、新医科、新农科、新文科<sup>[1]</sup>。从此,新农科与新工科、新医科、新文科一道成为我国高等教育领域的热词。吴岩司长表示:“今后的高等农林教育要走融合发展之路、多元发展之路、协同发展之路。融合发展不能把专业仅仅窄化为农林院校的传统专业,要农工结合、农理结合、农医结合、农文结合。”因此,作为农业院校中的理科基础课教学就要充分体现农理结合思想,将理科基础课教学进行农业特色化改革,突出基础课所学知识点在现代农业中的应用场景,让学生深刻体会学可以致用的实践真理,解决学生经典之问:我学这些基础课究竟有什么用?对我的专业有何帮助?以此解决学生学习基础课动力不足的问题。本文以农业院校中大学物理教学改革为例,阐述如何对大学物理课程进行农业特色化改造,使得物理教学适应高等农业教育发展的需要,适应农业现代化发展的需要。

## 2 农业院校中传统大学物理教学特点

大学物理是农业院校中的公共基础课,为农业

专业课的学习提供了基本的物理知识、方法、技能和思维方式,但是物理课程更加重视自身学科的系统性和完整性,采用的教材也都是各个院校通用的教材,缺乏与农业专业有机的融合,缺乏特色性教学,往往也不受学生的重视,每年学生都有一个经典之问:我学这门课有什么用?我为什么要学这门课?大学生学习通常以是否有助于考研,是否有助于专业课学习为导向,对于公共基础课,学生缺乏学习的动力,因此教学效果不佳。

传统大学物理课的教学过程中也会涉及一些知识点在农业领域的应用,但一般是泛泛的介绍,只是说明有些知识点可以应用到农业领域,但是这些知识点是如何具体解决农业和农业工程中问题的就鲜有涉及了。

## 3 大学物理教学农业特色化改革思路

将大学物理教学进行农业特色化改革,思路如下:把大学物理学的理论知识分成电、光、力、热4个模块,每个模块融入一个农业专题,用物理学知识综合性地解决一类农业问题。

在物理学每个篇章开始教学之前,教师就将农业专题介绍给学生,让学生带着问题去学习,激发学习兴趣,明确学习目标,整个模块的物理知识学习完

\* 南京农业大学2021年教学改革项目,项目编号:2021Y053;南京农业大学2021年“卓越教学”课堂教学改革项目,项目编号:JF202125;南京农业大学理学院2022年院级教学研究重点项目的研究成果,项目编号:2022YJGZ01。

通讯作者:吴威(1978-),女,博士,副教授,主要研究方向为理论物理、教学论。

之后,学生需要提交问题解决方案,这也是一个知识的复盘整理过程,在应用中,使得学生对课程的理解更加深入。

#### 4 电光力热 4 个模块中的 4 个农业专题

##### 4.1 电学模块——空间电场防病防疫促生系统的电学分析

空间电场防病防疫促生系统是指在种植蔬果的大棚里或者饲养畜牧的圈舍里搭建的高压直流静电场<sup>[2-4]</sup>。利用电场的吸附作用,可以消除果蔬大棚里的雾气、空气中的微生物等微颗粒,消除动植物养育封闭环境的闷湿感,建立空气清新的生长环境,减少动植物空气传播疾病,有效预防哮喘等疾病,减少植物农药的使用以及动物兽药的使用,助力构建生态农业。并且在这个空间电场环境中,电极线放电产生的臭氧、二氧化氮和高能带电粒子用于预防植物气传病害,并向植物提供空气氮肥,能够有效地促进植物生长。

(1) 空间电场防病防疫促生系统如图 1 所示,大棚上方架设有若干绝缘子,绝缘子之间通过电极线相连,通有高压直流电,利用有限长带电直导线周围电场强度的计算方法,可求均匀带电电极线 AB 旁,距离 AB 垂直距离为  $h$  的 P 点的电场强度,设电极线上电荷的线密度为  $\lambda$ 。

(2) 利用静电平衡导体附近的电场知识解释电极线放电促生长原理。

(3) 运用电容器串并联的知识解释通过倍压整流电路获得空间电场防病防疫促生系统所需直流高压电原理。

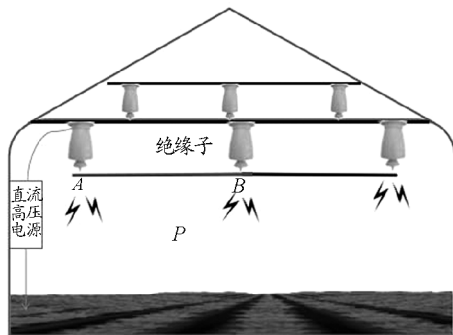


图 1 空间电场防病防疫促生系统示意图

##### 参考解答:

(1) 在均匀带电电极线 AB 上建立如图 2 所示的坐标系, P 点到电极线 AB 的垂足为坐标原点,

$x$  轴沿着电极线方向,  $y$  轴垂直于电极线指向地面。

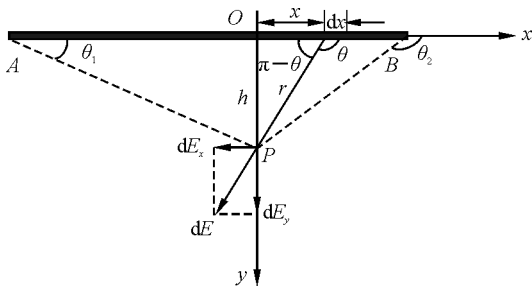


图 2 为计算空间电场强度在电极线周围建立的坐标系

在电极线上坐标为  $x$ , 长度为  $dx$  的电荷元, 其电荷量为  $dq = \lambda dx$ , 在 P 点激发的电场强度大小为

$$dE = \frac{\lambda dx}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

方向沿着  $dx$  与 P 点连线方向. 设  $dE$  与  $x$  轴正向之间的夹角为  $\theta$ , 则  $dE$  沿  $x$ 、 $y$  轴的两个分量的大小分别为

$$dE_x = \frac{\lambda dx}{4\pi \epsilon_0 r^2} \cos(\pi - \theta) \quad (1)$$

$$dE_y = \frac{\lambda dx}{4\pi \epsilon_0 r^2} \sin(\pi - \theta)$$

由于  $x = h \cot(\pi - \theta)$ , 所以  $dx = h \csc^2 \theta d\theta$ , 又因为  $r^2 = x^2 + h^2 = h^2 \csc^2 \theta$ , 可得

$$dE_x = \frac{\lambda}{4\pi \epsilon_0 h} \cos \theta d\theta \quad (2)$$

$$dE_y = \frac{\lambda}{4\pi \epsilon_0 h} \sin \theta d\theta$$

积分得

$$E_x = \int dE_x = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{\lambda}{4\pi \epsilon_0 h} \cos \theta d\theta = \frac{\lambda}{4\pi \epsilon_0 h} (\sin \theta_2 - \sin \theta_1) \quad (3)$$

$$E_y = \int dE_y = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{\lambda}{4\pi \epsilon_0 h} \sin \theta d\theta = \frac{\lambda}{4\pi \epsilon_0 h} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

则合场强的大小和方向为

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \frac{\lambda}{4\pi \epsilon_0 h} \sqrt{2 - 2\cos(\theta_1 - \theta_2)} \quad (4)$$

$$\theta = \pi - \arctan \frac{\cos \theta_1 - \cos \theta_2}{\sin \theta_2 - \sin \theta_1} \quad (5)$$

(2) 空间电场系统中绝缘子的尖端, 由于曲率特别大, 绝缘子的尖端会聚集大量的电荷, 即静电平

衡导体电荷分布面密度和曲率成正比,证明如下:设有两个球形带电导体,带电荷量分别为  $Q_1$  和  $Q_2$ ,半径分别为  $R_1$  和  $R_2$ ,如果它们之间的距离远远大于它们的半径,将两个导体球用导线连接,平衡之后,两个导体球表面电荷的面密度分别为  $\sigma_1$  和  $\sigma_2$ ,将两个导体球连接,平衡之后电势相等  $\varphi_{R_1} = \varphi_{R_2}$ ,即

$$\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2} \quad (6)$$

用电荷面密度表示电荷量,得到

$$\frac{\sigma_1 4\pi R_1^2}{4\pi\epsilon_0 R_1} = \frac{\sigma_2 4\pi R_2^2}{4\pi\epsilon_0 R_2} \quad (7)$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

由公式(7)可以看出,静电平衡的导体表面的电荷密度和导体表面的曲率半径成反比,尖端部分曲率很大,曲率半径很小,所以电荷都集中在了电极的尖端部分.

由于电极的尖端部分电荷的面密度很大,附近产生的电场的场强与电荷的面密度成正比,因此尖端附近会产生强电场,证明如下:

在紧靠导体表面作一个与导体表面平行的小面元  $\Delta S$ ,以  $\Delta S$  为底作一个高度很小的圆柱体,这个圆柱体一半在导体内部,一半在导体外部,如图 3 所示.由于处于静电平衡导体的内部场强为零,所以通过导体内部圆柱体那个底面的通量为零.而外部场强  $E$  垂直于导体表面,所以通过导体外部圆柱体底面的通量为  $E\Delta S$ ,而圆柱体侧面无通量.根据高斯定理可知

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = E\Delta S \cos 0^\circ = \frac{\sigma\Delta S}{\epsilon_0} \quad (8)$$

于是得到

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad (9)$$

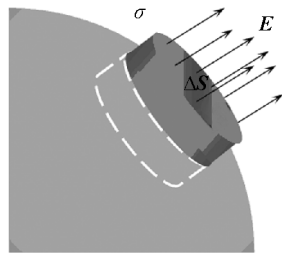


图 3 为计算静电平衡导体表面电场强度而作的高斯面示意图

由以上两个证明可以看出,电极尖端聚集了大量电荷,而导体表面附近的电场强度和电荷密度成正比,因此尖端附近会产生强电场,将附近的空气电离.空气电离后会产生具有强氧化能力的臭氧和氮氧化物,这些物质可以杀死那些引起气传病害的微生物,起到防病的效果.同时空气电离也会使空气中的氮气和氧气发生反应,从而产生溶于水的二氧化氮,这些物质被植物吸收后补充了植物生长所需的氮肥,使得植物生长得更为旺盛.

(3) 空间电场的倍压整流电路图如图 4 所示<sup>[5]</sup>,交流电的正负周期,二极管  $D_1$  和  $D_2$  可以分别对电容器  $C_1$  和  $C_2$  充电,充电后的极性如图 4 所示,因此相对于负载  $R_L$  来说, $C_1$  和  $C_2$  为串联关系,因此负载  $R_L$  上的电压为  $U_L = U_{C_1} + U_{C_2}$ ,达到了电压增倍的作用,因此可以获得高电压.

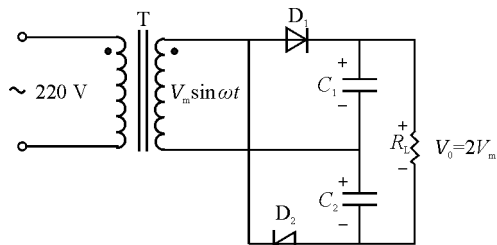


图 4 倍压整流电路图

电学部分的农业专题涉及到的物理知识点如表 1 所示.

表 1 电学农业专题中涉及到的物理知识点

篇章	应用实例	对应的物理学内容	对应知识点
电学	空间电场 防病防疫 促生系统	计算电场强度	有限长带电直导线周围的电场强度计算
		静电平衡导体电荷分布特点和电场分布特点	静电平衡后导体表面电荷的分布规律
			高斯定理
	静电平衡导体表面电场分布特点		
		倍压整流电路	电容器在电路中的作用
			电容器的串并联

#### 4.2 光学模块——光伏农业中薄膜干涉分析

光伏农业是一种新的农业发展方式,可以将太阳能发电与农业种植和养殖相结合,运用现代光学干涉滤光方法对太阳光进行合理分配,实现农作物生长与光伏发电两不误<sup>[6]</sup>.原理是利用红蓝光增透膜将太阳光中适合光合作用的红蓝光光谱分选出来用于植物生长,其余大部分反射光集中于晶硅电池上用于发电,满足农业生产中的电力供应问题<sup>[7]</sup>.

假设在光伏发电玻璃基片表面涂的红蓝增透膜的折射率为 $n$ ,且这一折射率小于光伏发电玻璃基片的折射率.由于 $400 \sim 520 \text{ nm}$ 之间的蓝紫光,在植物进行光合作用的过程中,叶绿素与类胡萝卜素吸收比例最大,对光合作用的影响也最大,叶绿素对 $610 \sim 720 \text{ nm}$ 之间的红橙光吸收率低,但是其对光合作用与光周期效应有显著的影响,因此增透膜应该使得蓝( $400 \sim 520 \text{ nm}$ )红( $610 \sim 720 \text{ nm}$ )增透,并要保证增透膜的厚度最小,增透膜的最小厚度是多少?

##### 参考解答:

根据薄膜上下表面的折射率关系可知,光线在薄膜的上表面和下表面反射时均有半波损失,设红光波长为 $\lambda_1$ ,蓝光波长为 $\lambda_2$ .因此在薄膜上下两个表面两束相干反射光之间的光程差为

$$\delta_1 = 2nd = (2k_1 + 1) \frac{\lambda_1}{2} \quad k_1 = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (10)$$

$$\delta_2 = 2nd = (2k_2 + 1) \frac{\lambda_2}{2} \quad k_2 = 0, 1, 2, 3, \dots$$

如果要使此增透膜既能使红光增透,又能使蓝光增透,则 $\delta_1 = \delta_2$ 得到

$$\lambda_1(2k_1 + 1) = \lambda_2(2k_2 + 1) \quad (11)$$

为保证薄膜厚度最小,因此应使得 $k_1$ 和 $k_2$ 的值最小,考虑到 $\lambda_1$ 的范围在 $610 \sim 720 \text{ nm}$ , $\lambda_2$ 的范围在 $400 \sim 520 \text{ nm}$ ,当 $2k_1 + 1 = 1$ ,且 $2k_2 + 1 = 3$ 时,无法满足 $\delta_1 = \delta_2$ ,因此应考虑 $2k_1 + 1 = 3$ , $2k_2 + 1 = 5$ 的情况,即

$$d = 3 \cdot \frac{\lambda_1}{4n} = 5 \cdot \frac{\lambda_2}{4n} \quad (12)$$

此时若 $\lambda_2 = 400 \text{ nm}$ ,则 $\lambda_1 = 666 \text{ nm}$ 满足考虑的波长范围 $610 \sim 720 \text{ nm}$ ;若 $\lambda_1 = 720 \text{ nm}$ ,则 $\lambda_2 =$

$432 \text{ nm}$ 满足考虑的波长范围 $400 \sim 520 \text{ nm}$ ,可以看出, $400 \sim 432 \text{ nm}$ 的蓝光,以及 $666 \sim 720 \text{ nm}$ 的红光均可通过此增透膜,此时,薄膜折射率 $n$ 和薄膜厚度 $d$ 之间的乘积 $nd$ 在 $500 \sim 540 \text{ nm}$ 之间,如果已知薄膜的折射率 $n$ ,即可算出薄膜厚度.

光学农业专题中涉及到的物理知识点如表2所示.

表2 光学农业专题中涉及到的物理知识点

篇章	应用实例	对应的物理学内容	对应知识点
光学	光伏农业中薄膜干涉的分光作用	薄膜干涉	光的干涉规律
			光程的概念
			半波损失
			增透膜、增反膜

#### 4.3 力学模块——植保无人机喷洒作业雾滴飘移的质点运动分析

植保无人机是用于农林植物保护作业的无人驾驶飞机,通过地面遥控或导航飞控,来实现喷洒作业,可以喷洒药剂、种子、粉剂等.运用力学知识可以对植保无人机喷洒的雾滴做运动学分析和动力学分析,以便更好地规划无人机的喷洒轨迹和模式,提高喷洒作业的质量.

以下应用实例来源于文献[8]:若某植保无人机在田间实施喷洒农药的任务,假设无人机在 $xy$ 水平平面内,以速度 $v_{UVA}$ 沿着与 $x$ 方向呈 $\theta$ 飞行,如图5所示,其喷洒的农药雾滴沿着与 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 方向分别呈 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 的角度,以相对于无人机的速度 $v'_w$ 从喷雾泵喷嘴喷出,如图6所示.假设风速测量高度范围内的风速近似为线性函数分布,即如果在高度为 $h_m$ 的风速测量点测得的风速为 $v_{wind,m}$ ,则雾滴所在的高度 $h$ 处的风速为

$$v_{wind,h} = \frac{h}{h_m} v_{wind,m}$$

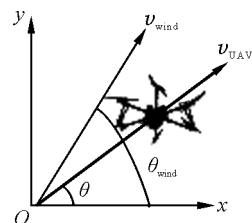


图5  $xy$ 平面内无人机运动示意图

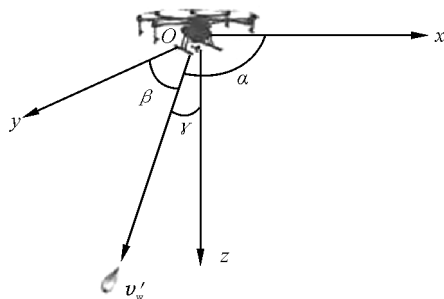


图6 雾滴运动示意图

(1) 请写出雾滴相对于地面的初始速度  $v_{w0}$  的矢量形式;

(2) 若雾滴受到的合外力  $F$  为重力  $F_g$  和阻力  $F_r$  的合力,  $F = F_g + F_r$ , 雾滴的质量为  $m_w$ , 写出  $t$  时刻雾滴相对于地面速度  $v_{wt}$  的计算式;

(3) 若雾滴离开喷嘴时的初始位移为  $r_0$ , 求  $t$  时刻雾滴位移  $r$  的表达式.

#### 参考解答:

(1) 根据运动的叠加性原理, 雾滴的初始速度可以表示为  $x$ 、 $y$ 、 $z$  3 个方向上的分速度的合成, 分别求出 3 个方向上的分速度, 即可求出  $v_{w0}$ .

$$v_{w0} = v_{wx0}i + v_{wy0}j + v_{wz0}k \quad (13)$$

根据运动的相对性原理, 雾滴相对于地面的绝对速度等于其相对于无人机的相对速度, 以及由于无人

机和风运动而引起的牵连速度之和, 即

$$v_{\text{绝对}} = v_{\text{牵连, 无人机}} + v_{\text{牵连, 风}} + v_{\text{相对}} \quad (14)$$

根据式(14)可以写出雾滴在 3 个方向上相对于地面的绝对速度大小分别为

$$\begin{aligned} v_{wx0} &= v_{\text{UAV}} \cos \theta + v_{\text{wind}, h} \cos \theta_{\text{wind}} + v'_w \cos \alpha = \\ &v_{\text{UAV}} \cos \theta + \frac{h}{h_m} v_{\text{wind}, m} \cos \theta_{\text{wind}} + v'_w \cos \alpha \\ v_{wy0} &= v_{\text{UAV}} \sin \theta + v_{\text{wind}, h} \sin \theta_{\text{wind}} + v'_w \cos \beta = \\ &v_{\text{UAV}} \sin \theta + \frac{h}{h_m} v_{\text{wind}, m} \sin \theta_{\text{wind}} + v'_w \cos \beta \\ v_{wz0} &= v'_w \cos \gamma \end{aligned} \quad (15)$$

将式(15)代入式(13)即为雾滴初始速度的矢量表达式.

(2) 根据  $t$  时刻速度与初始速度和加速度的关系, 可得  $t$  时刻雾滴相对于地面的速度  $v_{wt}$  为

$$v_{wt} = v_{w0} + \int_{t_0}^t \frac{F}{m_w} dt \quad (16)$$

(3)  $t$  时刻雾滴的位移

$$r = r_0 + \int_{t_0}^t v_{wt} dt \quad (17)$$

力学农业专题中涉及到的物理知识点如表 3 所示.

表 3 力学农业专题中涉及到的物理知识点

篇章	应用实例	对应的物理学内容	对应知识点
力学	植保无人机 喷洒作业 雾滴飘移的 质点运动分析	质点运动的运动学分析	运动叠加原理
			速度的矢量表示
			速度在不同参考系中的变换
		给定初始条件, 求 $t$ 时刻的速度和位移	
		质点运动的动力学分析	牛顿第二定律

#### 4.4 热学模块——人工气候箱的相关热学分析

人工气候箱也叫人工气候培养箱, 是模拟自然环境各参数, 包括温度、湿度、光照度和光照时间的培养箱. 人工气候箱解决了自然环境不可控制的问题, 为植物生长提供了一个更加可控、更加合理的生长条件. 人工气候箱在植物的发芽、育苗、组织细胞、微生物培养以及昆虫、小动物饲养、水体分析的生化需氧量测定中, 都有广泛的应用.

(1) 请查阅资料, 了解人工气候箱的结构和原理;

(2) 人工气候箱可用于种子育苗, 例如, 已知大白菜种子在  $20 \sim 25 \text{ }^\circ\text{C}$  下发芽迅速而强健, 因此在育苗的过程中, 将温度设置在  $20 \sim 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , 那么通过人工气候箱培育的大白菜的育苗品质会更好. 如果在室温  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  的环境中, 要保持人工气候箱的温度在大白菜种子发芽温度  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  附近, 那么人工气候箱的制冷系统采用的是哪种循环, 为什么采用此种循环? 此循环的制冷系数是多少?

#### 参考解答:

(1) 人工气候培养箱由箱体、温控系统、加热制

冷系统、光照系统、循环风道等部分组成。

温控系统主要由温控仪、温度传感器等设备组成。温控仪具有超温保护、掉电保护、简单编程、定时等功能。加热制冷系统由加热管、蒸发器、冷凝器、压缩机等设备构成。人工气候培养箱的循环风道设计,能最大限度地保证箱内温度的均匀性。人工气候培养箱光照系统一般采用三面发光,保证箱体内光照的均匀性。

人工气候培养箱工作时:当温度传感器测量的温度信号传至温控仪,温控仪内CPU作出正确的判断,输出加热信号或制冷信号,控制加热管或压缩机工作,人工气候培养箱温控系统采用模糊比例-积分-微分控制器控制方式,控温精度高,温度波动度小。

(2) 制冷循环采用逆卡诺循环,由两个等温过程和两个绝热过程组成。其过程是:制冷剂被压缩机绝热压缩到更高的压力,消耗的功使排气温度升高。之后,制冷剂通过冷凝器与周围介质进行热交换,并将热量传递给周围介质。制冷剂绝热膨胀后通过切断阀做功,则制冷剂的温度降低后,制冷剂通过蒸发器从温度较高的物体中吸收热量,从而降低被冷却物体的温度。重复此循环以达到冷却的目的。由于卡诺循环是效率最高的循环方式,因此制冷过程采用了逆卡诺循环。循环中高温热源温度为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,低温热源温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,由于逆卡诺循环制冷系数只与高温和低温热源有关,因此该逆循环制冷系数为

$$e_c = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{23\text{ }^{\circ}\text{C} + 273\text{ }^{\circ}\text{C}}{30\text{ }^{\circ}\text{C} - 23\text{ }^{\circ}\text{C}} = 42.3 \quad (18)$$

以上农业专题中涉及到的物理知识点如表4所示。

表4 热学农业专题中涉及到的物理知识点

篇章	应用实例	对应的物理学内容	对应知识点
热学	人工气候箱	卡诺循环	等温过程
			绝热过程
			效率/制冷系数最高的循环
			循环制冷系数的计算

## 5 结论

新农科是一个新的教育概念,教育部倡导要对

课程改革进行创新行动,并且新农科建设的根本任务是人才培养,是新时期农林院校教育教学改革的重要方向<sup>[9]</sup>,因此作为农业院校中的公共基础课,大学物理要积极进行农业特色化改革,使得物理教学与农业专业教学相衔接、相融合,使得教学更有针对性,同时能够提高学生对这门课的认同感与学习的积极性;通过改革优化人才培养方式,培养新时代的综合应用型卓越农林新才。本文对大学物理的电光力热4个模块分别融入了4个能用大学物理知识解决的农业实际问题,问题的设计注重了物理与农业问题的相关性,并具有一定的挑战性,符合“两性一度”,即高阶性、创新性、挑战度的金课标准,并将在今后的实践过程中不断进行修改完善。此项改革也可以为农业院校其他公共基础课程的实践教学改革提供参考,使得农业院校的公共基础课程更加适应新农科发展的时代需要。

## 参考文献

- [1] 新时代云南省本科教育工作会议在云南大学召开[EB/OL]. (2018-11-20)[2022-08-01]. <http://www.news.ynu.edu.cn/info/1095/24856.htm>.
- [2] 刘滨疆. 物理植保技术及发展趋势[J]. 农业工程技术, 2017(31):24-28.
- [3] 朱世秋,张琳雪,陈周,等. 高压电场对植物电特性的影响及促进光合作用的室内试验[J]. 农业工程学报, 2016(17):168-173.
- [4] 王茂贤,陈飞飞,周为华,等. 根系的空间电场增氧技术[J]. 农业工程, 2015(6):112-113.
- [5] 孙宗发,马俊贵,刘宏涛,等. 空间电场防病促生系统工作原理及性能试验[J]. 农业工程, 2013(1):35-38.
- [6] 翟克清,张昕昱,周念念,等. 光学干涉膜下生菜的生理指标变化及品质分析[J]. 浙江农业学报, 2019(9):1493-1501.
- [7] 刘文,刘路青. 关于光伏农业标准制定的思考与建议[J]. 光学与光电技术, 2016(1):1-4.
- [8] 邹雄,徐让书,李景春,等. 植保无人机喷洒作业雾滴飘移的质点运动学分析[J]. 排灌机械学报, 2021(11):1177-1181.
- [9] 杨育智,李卫祥,马晶. 基于“新农科”建设的高等农林院校实践育人模式研究[J]. 高等农业教育, 2020(1):32-35.

(下转第21页)

[6] 高丽娜, 阎元红, 范建中, 等. “课程思政”理念下热学课

出版社, 2015.

教学改革新探[J]. 物理与工程, 2022, 32(1): 193 - 198.

[8] 秦允豪. 普通物理学教程热学[M]. 3版. 北京: 高等教育

[7] 李椿, 章立源, 钱尚武. 热学[M]. 3版. 北京: 高等教育出

出版社, 2018.

## Exploration and Practice on the Teaching Reform of Calorifics in the New Era

WANG Lina

(College of Physical Science and Technology, Yili Normal University, Yining, Xinjiang 835000;

Xinjiang Laboratory of Phase Transitions and Microstructures in Condensed Matters, Yining, Xinjiang 835000)

**Abstract:** Calorifics is a key professional course, and there are some problems in teaching and learning such as the cultivation of students' innovative ability and consciousness needing to be strengthened, weak perception of knowledge reality value, the integration of modern technical means in teaching and the realization of the curriculum educational function waiting for improvement. To solve these problems, some explores and practices are carried out and a certain measures are given, which include building the path for students to innovative practices, strengthening the cognition of thermal knowledge, improving the efficiency of the whole process of teaching and learning and promoting students' comprehensive development. Moreover, the specific methods and examples of curriculum reform described in this paper are operable and referential.

**Key words:** calorifics; teaching reform; innovative education; curriculum ideological and political education

(上接第7页)

## Research on the Agricultural Characteristic Reform of Physics Teaching in Agricultural Colleges and Universities

WU Wei CHEN Guiyun DAI Cunli

(College of Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210031)

**Abstract:** Under the background of the construction of new agricultural science, it is an urgent need to innovate the training mode of agricultural talents and deepen the teaching reform of agricultural colleges to carry out the agricultural characteristic reform of the college physics teaching in agricultural colleges and universities, so as to better integrate college physics and modern agricultural technology. Four examples of electricity, light, force, and heat were introduced in the four major sections of university physics that require comprehensive application of university physics knowledge to solve practical problems in agriculture. These four application examples are provided to students as research projects, that are challenging questions for students. The reform enable students to understand the application scenarios of physical knowledge in agriculture, at the same time, it improves the students' sense of identity and enthusiasm for learning college physics in agricultural colleges, and strengthens the actual teaching effect of basic subjects.

**Key words:** new agricultural science; physics teaching; agricultural characteristic teaching reform