

全国中学生 物理竞赛专辑 (2016—2017)

全国中学生物理竞赛委员会 编

全国中学生物理竞赛专辑

(2016—2017)

全国中学生物理竞赛委员会 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

全国中学生物理竞赛专辑. 2016—2017 / 全国中学生物理竞赛委员会编. —北京: 北京大学出版社, 2017. 8

ISBN 978-7-301-28571-8

I. ①全… II. ①全… III. ①中学物理课—竞赛题 IV. ①G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 183880 号

- 书 名 全国中学生物理竞赛专辑 (2016—2017)
QUANGUO ZHONGXUESHENG WULI JINGSAI ZHUANJI
- 著作责任者 全国中学生物理竞赛委员会 编
- 责任编辑 王剑飞 顾卫宇
- 标准书号 ISBN 978-7-301-28571-8
- 出版发行 北京大学出版社
- 地 址 北京市海淀区成府路 205 号 100871
- 网 址 <http://www.pup.cn> 新浪微博: @北京大学出版社
- 电子信箱 zpup@pup.cn
- 电 话 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765014
- 印刷者 北京大学印刷厂
- 经 销 者 新华书店
- 787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 20 印张 460 千字
- 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 版
- 定 价 55.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题, 请与出版部联系, 电话: 010-62756370

目 录

第一部分 全国中学生物理竞赛章程和内容提要

全国中学生物理竞赛章程	3
第一章 总则	3
第二章 组织领导	3
第三章 竞赛程序	4
第四章 命题原则	5
第五章 奖励办法	5
第六章 守则和纪律、监督、惩罚	5
第七章 经费	6
第八章 附则	6
全国中学生物理竞赛内容提要	7
一、理论基础	7
二、实验	14
三、其他方面	16
附：关于全国中学生物理竞赛实验考试、命题的若干规定	16
指定参考书	17
参考资料	17

第二部分 全国中学生物理竞赛专辑·2016

在第 32 届全国中学生物理竞赛颁奖大会暨闭幕式上的讲话(一)	21
在第 32 届全国中学生物理竞赛颁奖大会暨闭幕式上的讲话(二)	23
在第 32 届全国中学生物理竞赛颁奖大会暨闭幕式上的讲话(三)	24
第 32 届全国中学生物理竞赛全国竞赛委员会、组织委员会、评奖组及获奖学生名单	27
第 32 届全国中学生物理竞赛试题及参考解答	32
预赛试题及参考解答	32
复赛试题及参考解答	43
决赛试题及参考解答	61
附录一 历届全国中学生物理竞赛及我国参加的国际物理奥林匹克竞赛基本情况	88
附录二 第 46 届国际奥林匹克物理竞赛试题	90
附录三 第 16 届亚洲奥林匹克物理竞赛试题	111

第三部分 全国中学生物理竞赛专辑·2017

在第33届全国中学生物理竞赛颁奖大会暨闭幕式上的讲话(一)	139
在第33届全国中学生物理竞赛颁奖大会暨闭幕式上的讲话(二)	141
第33届全国中学生物理竞赛全国竞赛委员会、组织委员会、评奖组及获奖学生名单	143
第33届全国中学生物理竞赛试题及参考解答	148
预赛试题及参考解答	148
复赛试题及参考解答	161
决赛试题及参考答案	182
附录一 历届全国中学生物理竞赛及我国参加的国际物理奥林匹克竞赛基本情况	214
附录二 第47届国际奥林匹克物理竞赛试题	216
附录三 第17届亚洲奥林匹克物理竞赛试题	260
编后记	315

第一部分

全国中学生物理竞赛 章程和内容提要

全国中学生物理竞赛章程

中国物理学会常务理事會

(1991年2月12日制定,2004年11月30日修订,
2014年12月26日第二次修订)

第一章 总 则

第一条 全国中学生物理竞赛(对外可以称中国物理奥林匹克,英文名为 Chinese Physics Olympiad,缩写为 CPhO)是群众性的课外学科竞赛活动.这项活动由中国科学技术协会主管,中国物理学会主办,并得到国家教育部的批准.

竞赛的目的是激发学生学习物理的兴趣和主动性,促使他们改进学习方法,增强学习能力;帮助学校开展多样化的物理课外活动,活跃学习气氛;发现具有突出才能的青少年,以便更好地对他们进行培养.

第二条 全国中学生物理竞赛要贯彻“教育要面向现代化、面向世界、面向未来”的精神.竞赛内容的深度和广度可以比中学物理教学大纲和教材有所提高和扩展.

第三条 参加全国中学生物理竞赛者是对物理学习有兴趣并学有余力的在校普通高中学生.竞赛应坚持学生自愿参加的原则.竞赛活动主要应在课余时间进行,不要影响学校正常的教学秩序.

第四条 学生参加竞赛主要依靠学生平时的课内外学习和个人努力.学校和教师不要为了准备参加竞赛而临时突击,不要组织“集训队”或搞“题海战术”,以免影响学生的正常学习和身体健康.学生在物理竞赛中的成绩只反映学生个人在这次活动中所表现出来的水平,不应当以此来衡量和评价学校的工作和教师的教学水平.

第二章 组织领导

第五条 全国中学生物理竞赛由中国物理学会主办.中国物理学会常务理事會制定《全国中学生物理竞赛章程》;设立全国中学生物理竞赛委员会(简称全国竞委会),统一领导全国中学生物理竞赛活动.全国中学生物理竞赛委员会由主任1人、副主任和委员若干人组成.由中国物理学会常务理事會聘任主任和副主任,组成全国中学生物理竞赛委员会常务委员会(简称常委会).主任、副主任、常委每届任期4年,在同一位置的连续任期一般不超过两届(自本次修订后换届算起),新一届上任时的年龄一般不超过75周岁.全国中学生物理竞赛委员会可设名誉主任,由中国物理学会常务理事會聘任.

全国竞委会委员任期1年,产生办法如下:

1. 每省(自治区、直辖市)物理学会各委派委员1人;
2. 承办本届和下届决赛的省(自治区、直辖市)物理学会各委派3人;
3. 由常委会根据需要聘请若干人任特邀委员.

第六条 常委会在中国物理学会常务理事會领导下主持全国竞委会工作;制定有关竞赛

工作的各项实施细则。

全国竞委会在决赛期间召开全体会议,研究和讨论与本届和下届竞赛有关事宜,交流组织竞赛活动的经验,提出意见和建议;审议通过决赛获奖学生名单。

全国竞委会委员在任期内负责常委会和本省(自治区、直辖市)竞赛委员会工作上的联系。

第七条 常委会下设全国中学生物理竞赛命题组(简称命题组)和全国中学生物理竞赛办公室(简称办公室)等工作机构。

命题组成员由常委会聘请专家担任。命题组负责预赛、复赛理论试题及决赛的理论、实验试题的命题工作。

办公室负责处理有关竞赛的日常事务。

第八条 每年承办决赛的省(自治区、直辖市)物理学会与有关方面协商组成该届全国中学生物理竞赛组织委员会(简称组委会),组委会负责决赛期间各项活动的筹备与组织工作以及命题会议的会务工作。

组委会工作接受常委会指导。

第九条 各省(自治区、直辖市)物理学会与各有关方面协商组成省(自治区、直辖市)中学生物理竞赛委员会(简称地方竞委会)。地方竞委会要按照《全国中学生物理竞赛章程》和常委会制定的有关竞赛工作的各项实施细则,负责组织和领导本省(自治区、直辖市)有关竞赛的各项活动。

地方竞委会的工作受全国竞委会的指导和监督。

第三章 竞赛程序

第十条 全国中学生物理竞赛每年举行1次,包括预赛、复赛和决赛。在校高中学生可向学校报名,经学校同意,由学校到地方竞委会指定的地点报名。凡报名参加全国中学生物理竞赛的学生均在地方竞委会指定的地点参加预赛。预赛由全国中学生物理竞赛命题组统一命题和制定评分标准,办公室统一制卷。各地方竞委会组织赛事和评定成绩。预赛满分为200分,竞赛时间为3小时。地方竞委会不得组织其他考试来确定学生参加预赛的资格。

第十一条 复赛包括理论和实验两部分。理论题由全国中学生物理竞赛命题组统一命题和制定评分标准,办公室统一制卷。理论考试满分为160分,时间为3小时。各地方竞委会组织赛事和评定成绩。复赛实验由地方竞委会命题和评定成绩,满分为40分,实验时间为3小时。复赛实验的日期、地点和组织办法由各地方竞委会根据实际情况自行决定。

参加复赛的学生由地方竞委会根据预赛成绩确定。参加复赛理论考试的人数不得少于本赛区一等奖名额的5倍。参加复赛实验考试人数不得少于本赛区一等奖名额的1.2倍。

第十二条 各地方竞委会根据学生复赛的总成绩(理论考试成绩和实验考试成绩之和)和全国竞委会分配的名额,择优推荐学生参加决赛。对于在上届决赛中成绩较好,以及当年举行的国际物理奥林匹克竞赛中获金、银、铜奖的学生所在省(自治区、直辖市),按照全国竞委会确定的办法给予适当的奖励名额。

承办决赛的省(自治区、直辖市)参加决赛的名额可增加3名。

若参加决赛的最后一个名额有2名以上的学生总成绩相同,则地方竞委会应根据他们的理论成绩高低择优确定1名;若理论成绩最高的学生也有2名以上相同,则地方竞委会可对这

部分学生以笔试的形式进行加试,选取成绩最好的1名。

决赛由全国中学生物理竞赛命题组命题和制定评分标准,决赛包括理论和实验两部分,竞赛时间各3小时,理论满分为140分,实验满分为60分,由组委会聘请高校教师阅卷评分。

由常委会聘请专家组成评奖组,由评奖组核审学生决赛成绩,提出获奖名单,最后由全国竞委会审议通过。

第四章 命题原则

第十三条 竞赛内容要从我国目前高中学生的实际情况出发,但不必拘泥于现行的教学大纲和教材,常委会要根据此原则编写《全国中学生物理竞赛内容提要》和《全国中学生物理竞赛实验指导书》。

第十四条 预赛、复赛和决赛理论命题均以《全国中学生物理竞赛内容提要》为依据,复赛实验题目从《全国中学生物理竞赛实验指导书》中选定,决赛实验命题以《全国中学生物理竞赛内容提要》和《全国中学生物理竞赛实验指导书》为基础。

第五章 奖励办法

第十五条 全国中学生物理竞赛只评选个人奖,不搞省、地、市、县或学校之间的评比。

根据决赛成绩和参加决赛人数,每届评选出决赛一等奖、二等奖和三等奖,一等奖和二等奖人数由全国竞委会决定并报中国科协批准,若一(或二)等奖最后一个名额有2名或2名以上的学生总成绩相同,则都评为一(或二)等奖,由全国竞委会给予奖励,在举行决赛的城市召开授奖大会,颁发全国中学生物理竞赛获奖证书。

第十六条 对于在预赛和复赛中成绩优秀的学生,全国竞委会设立赛区一、二、三等奖,由地方竞委会进行评定,赛区一等奖的评定以复赛总成绩为准,赛区二、三等奖的评定标准由地方竞委会根据学生成绩和当地实际情况决定,并报全国竞委会备案,赛区一、二、三等奖获奖者均颁发相应的获奖证书。

赛区一等奖的名额由常委会决定,若赛区一等奖最后一个名额有2名以上的学生总成绩相同,则地方竞委会应根据他们的理论成绩高低择优确定1名;若理论成绩最高的学生也有2名以上相同,则地方竞委会可对理论成绩并列最高的学生以笔试的形式进行加试,选取成绩最好的1名,赛区二、三等奖的名额由各省(自治区、直辖市)物理学会确定。

对获奖学生的奖励要有利于学生的健康成长。

第十七条 对在决赛中获奖和获赛区一、二等奖的学生的指导教师,由各地方竞委会确定名单,以全国竞委会名义给予表彰,发给荣誉证书。

第六章 守则和纪律、监督、惩罚

第十八条 关于竞赛守则和纪律、监督和惩罚,按中国科协颁布的有关条例中的规定执行。

第七章 经 费

第十九条 全国中学生物理竞赛所需经费应根据中国科协的规定主要通过各种途径自筹,但必须严格遵守国家的各项法律法规。

第二十条 学生参加预、复赛应缴纳报名费和试卷费.报名费收入全部由地方竞委会留用,试卷费上交全国竞委会办公室.参加决赛的学生要交纳决赛参赛费,作为全国竞委会和组委会进行与决赛有关的各项工作的部分经费。

学生参加竞赛所需食、宿、交通费用原则上由学生自理.对经济有困难的学生由地方竞委会与有关方面协商给予补助。

第二十一条 决赛活动所需经费由组委会负责筹措,全国竞委会给予适当补助。

第二十二条 经费开支应贯彻勤俭节约的原则.向学生收取的费用应根据竞赛成本核定,不以赢利为目的。

第八章 附 则

第二十三条 本章程由中国物理学会常务理事会制定.本章程的解释权属中国物理学会常务理事会。

全国中学生物理竞赛内容提要

(2015年4月修订,2016年开始实行)

说明 按照中国物理学会全国中学生物理竞赛委员会第9次全体会议(1990年)的建议,由中国物理学会全国中学生物理竞赛委员会常务委员会根据《全国中学生物理竞赛章程》中关于命题原则的规定,结合我国中学生的实际情况,制定了《全国中学生物理竞赛内容提要》,作为今后物理竞赛预赛、复赛和决赛命题的依据.它包括理论基础、实验、其他方面等部分.1991年2月20日经全国中学生物理竞赛委员会常务委员会扩大会议讨论通过并开始试行.1991年9月11日在南宁经全国中学生物理竞赛委员会第10次全体会议通过,开始实施.

经2000年全国中学生物理竞赛委员会第19次全体会议原则同意,对《全国中学生物理竞赛内容提要》做适当的调整和补充.考虑到适当控制预赛试题难度的精神,《全国中学生物理竞赛内容提要》中新补充的内容用“※”符号标出,作为复赛题和决赛题增补的内容,预赛试题仍沿用原规定的《全国中学生物理竞赛内容提要》,不增加修改补充后的内容.

2004年,中国物理学会常务理事会对《全国中学生物理竞赛章程》进行了修订.依据修订后的《全国中学生物理竞赛章程》,决定由全国中学生物理竞赛委员会常务委员会组织编写《全国中学生物理竞赛实验指导书》,作为复赛实验考试题目的命题范围.

2011年对《全国中学生物理竞赛内容提要》进行了修订,修订稿经全国中学生物理竞赛委员会第30次全体会议通过,并决定从2013年开始实行.修订后的《全国中学生物理竞赛内容提要》中,凡用“※”号标出的内容,仅限于复赛和决赛.

2015年再次对《全国中学生物理竞赛内容提要》进行了修订,其中标“☆”仅为决赛内容,标“※”为复赛和决赛内容;如不说明,一般要求考查定量分析能力.

一、理论基础

力 学

1. 运动学:

参考系;

坐标系,直角坐标系;

※平面极坐标,※自然坐标系;

矢量和标量;

质点运动的位移和路程、速度、加速度;

匀速和匀变速直线运动及其图像;

运动的合成与分解,抛体运动,圆周运动;

圆周运动中的切向加速度和法向加速度;

曲率半径,角速度和※角加速度;

相对运动,伽利略速度变换.

2. 动力学:

重力,弹性力,摩擦力;

惯性参考系;

牛顿第一、二、三运动定律,胡克定律,万有引力定律;

均匀球壳对壳内和壳外质点的引力公式(不要求导出);

※非惯性参考系,※平动加速参考系中的惯性力;

※匀速转动参考系中的惯性离心力,视重;

☆科里奥利力.

3. 物体的平衡:

共点力作用下物体的平衡;

力矩,刚体的平衡条件;

☆虚功原理.

4. 动量:

冲量,动量,质点与质点组的动量定理,动量守恒定律;

※质心,※质心运动定理;

※质心参考系;

反冲运动;

※变质量体系的运动.

5. 机械能:

功和功率;

动能和动能定理,※质心动能定理;

重力势能,引力势能;

质点及均匀球壳壳内和壳外的引力势能公式(不要求导出);

弹簧的弹性势能;

功能原理,机械能守恒定律;

碰撞;

弹性碰撞与非弹性碰撞,恢复系数.

6. ※角动量:

冲量矩,角动量;

质点和质点组的角动量定理及转动定理;

角动量守恒定律.

7. 有心运动:

在万有引力和库仑力作用下物体的运动;

开普勒定律;

行星和人造天体的圆轨道和椭圆轨道运动.

8. ※刚体:

刚体的平动,刚体的定轴转动;

刚体绕轴的转动惯量;

平行轴定理,正交轴定理;

刚体定轴转动的角动量定理,刚体的平面平行运动.

9. 流体力学:

静止流体中的压强;

浮力;

☆连续性方程,☆伯努利方程.

10. 振动:

简谐振动,振幅,频率和周期,相位;

振动的图像;

参考圆,简谐振动的速度;

(线性)恢复力,由动力学方程确定简谐振动的频率;

简谐振动的能量;

同方向同频率简谐振动的合成;

阻尼振动,受迫振动和共振(定性).

11. 波动:

横波和纵波;

波长,频率和波速的关系;

波的图像;

※平面简谐波的表示式;

波的干涉,※驻波,波的衍射(定性);

声波,声音的响度和音调,声音的音品(定性);

声音的共鸣,乐音和噪声(定性);

※多普勒效应.

热 学

1. 分子动理论:

原子和分子大小的数量级;

分子的热运动和碰撞,布朗运动;

※压强的统计解释;

☆麦克斯韦速率分布的定量计算;

※分子热运动自由度,※能均分定理;

温度的微观意义;

分子热运动的动能;

※气体分子的平均平动动能;

分子力,分子间的势能;

物体的内能.

2. 气体的性质:

温标,热力学温标;

气体实验定律,理想气体状态方程;

道尔顿分压定律;

混合理想气体状态方程；

理想气体状态方程的微观解释(定性)。

3. 热力学第一定律：

热力学第一定律；

理想气体的内能；

热力学第一定律在理想气体等容、等压、等温和绝热过程中的应用；

※多方过程及应用；

※定容热容量和定压热容量；

※绝热过程方程；

※等温、绝热过程中的功；

※热机及其效率，※卡诺定理。

4. 热力学第二定律：

※热力学第二定律的开尔文表述和克劳修斯表述；

※可逆过程与不可逆过程；

※宏观热力学过程的不可逆性；

※理想气体的自由膨胀；

※热力学第二定律的统计意义；

☆热力学第二定律的数学表达式；

☆熵、熵增。

5. 液体的性质：

液体分子运动的特点；

表面张力系数；

※球形液面两边的压强差；

浸润现象和毛细现象(定性)。

6. 固体的性质：

晶体和非晶体，空间点阵；

固体分子运动的特点。

7. 物态变化：

熔化和凝固，熔点，熔化热；

蒸发和凝结，饱和气压，沸腾和沸点；

汽化热，临界温度；

固体的升华；

空气的湿度和湿度计，露点。

8. 热传递的方式：

传导，※导热系数；

对流；

辐射，※黑体辐射的概念，※斯特藩定律；

※维恩位移定律。

9. 热膨胀：

热膨胀和膨胀系数.

电磁学

1. 静电场:

电荷守恒定律;

库仑定律;

电场强度, 电场线;

点电荷的场强, 场强叠加原理;

匀强电场;

均匀带电球壳内、外的场强公式(不要求导出);

※高斯定理及其在对称带电体系中的应用;

电势和电势差, 等势面;

点电荷电场的电势;

电势叠加原理;

均匀带电球壳内、外的电势公式;

电场中的导体, 静电屏蔽;

※静电镜像法;

电容, 平行板电容器的电容公式;

※球形、圆柱形电容器的电容;

电容器的连接;

※电荷体系的静电能, ※电场的能量密度;

电容器充电后的电能;

☆电偶极矩;

☆电偶极子的电场和电势;

电介质的概念;

☆电介质的极化与极化电荷;

☆电位移矢量.

2. 稳恒电流:

欧姆定律, 电阻率和温度的关系;

电功和电功率;

电阻的串、并联;

电动势, 闭合电路的欧姆定律;

一段含源电路的欧姆定律, ※基尔霍夫定律;

电流表, 电压表, 欧姆表;

惠斯通电桥;

补偿电路.

3. 物质的导电性:

金属中的电流, 欧姆定律的微观解释;

※液体中的电流, ※法拉第电解定律;

※气体中的电流,※被激放电和自激放电(定性);
真空中的电流,示波器;
半导体的导电特性,p型半导体和n型半导体,※pn结;
晶体二极管的单向导电性及其※微观解释(定性);
三极管的放大作用(不要求掌握机理);
超导现象,☆超导体的基本性质.

4. 磁场:

电流的磁场,※毕奥-萨伐尔定律;
磁场叠加原理;
磁感应强度,磁感线;
匀强磁场;
长直导线、圆线圈、螺线管中的电流的磁场分布(定性);
※安培环路定理及在对称电流体系中的应用;
※圆线圈中的电流在轴线上和环面上的磁场;
☆磁矩;
安培力,洛伦兹力,带电粒子荷质比的测定;
质谱仪,回旋加速器,霍尔效应.

5. 电磁感应:

法拉第电磁感应定律;
楞次定律;
※感应电场(涡旋电场);
自感和互感,自感系数;
※通电线圈的自感磁能(不要求推导).

6. 交流电:

交流发电机原理,交流电的最大值和有效值;
☆交流电的矢量和复数表述;
纯电阻、纯电感、纯电容电路,感抗和容抗;
※电流和电压的相位差;
整流,滤波和稳压;
☆谐振电路,☆交流电的功率;
☆三相交流电及其连接法;
☆感应电动机原理;
理想变压器;
远距离输电.

7. 电磁振荡和电磁波:

电磁振荡,振荡电路及振荡频率,赫兹实验;
电磁场和电磁波;
☆电磁场能量密度、能流密度;
电磁波的波速,电磁波谱;