

物理学习题精选集

习题精选

习题精选

习题精选

湖南教育出版社

М.П.沙斯可尔斯卡娅
〔苏〕И.А.爱尔青 著

物理学习题精选集

李凤梧 译
舒琬琪

测绘出版社

简 介

本书的习题，是由莫斯科大学物理系和许多其它组织提供的。本版增添了不少高质量的新题目。书中所有的习题都给予解答和提示，题目的内容不超过中学大纲，但解答这些题目，需要深刻并灵活掌握所学过的知识。

本书可供在物理知识方面愿意深造的高中学生、中专学生和大专院校与函授学校的学生之用。本书对于中学、中专和大专院校的物理教师，特别是对于师范院校的物理教师也有帮助。

物理学习题精选集

M. П. 沙斯可尔斯卡娅
〔苏〕 И. А. 爱 尔 青 著

李凤梧 舒琬琪译

测绘出版社出版

山西新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本787×1092 1/32·印张 7·25·字数 169 千字

1981年11月第一版·1981年11月第一次印刷

印数 1—72200册·定价 0.60元

统一书号：13039·新219

科技新书目 (16—213)

再 版 前 言

再版中一些题目的条件和解答方面有些变动，而且增加了40个新题目，同时由С.Э.沙肯教授进行了校阅。

作者对初版正文提出意见的所有同志表示感谢。

М.П.沙斯可尔斯卡娅

И.А.爱 尔 青

初 版 前 言

本习题集是我们在1949年出版而且畅销的《物理学习题精选集》一书的增订版。在初版书的基础上，增添了一些近年来以 М.В.罗蒙诺索夫命名的国立莫斯科大学物理系为中学生举行物理竞赛所拟的题目。国立莫斯科大学物理系的许多教师和一些学生都参加竞赛题目的编选工作。

在增订的新版书中，增添了不少高质量的新题目，只有少量的是竞赛题。我们尽量保留题目原来的体裁，避免只收集那些比普通中学题目更需要特别灵活机智的题目。

为了解答这些题目，固然需要有从学校学到的足够物理知识，但我们并不认为学生要受教学大纲的约束，而希望对物理有兴趣的中学生自己阅读课外读物开扩眼界。解答这些题目，或者甚至细心分析准备妥的解答，当能对于中学生运用自己的知识，在分析具体问题时有所帮助。

我们希望，这本书不仅限于中学生和中学物理教师使用，同样也可供中专学生和大专学生使用。

作 者

中译本前言

为了开阔学生的眼界，扩大学生的知识面，给物理爱好者提供课外读物，我们翻译了这本习题精选集。全书分十一单元，共约350题，每题都有解答。全书在习题内容方面，取材比较新颖，联系实际，紧扣双基，注意综合；在习题形式方面，既有足够量的计算题，又配备一定量的思考题；在习题的解答方面，方法灵活，叙述细腻，全书比较重视物理过程的分析和讨论，对于培养学生分析问题和解决问题的能力很有好处。

译文对书中的专用名词，尽量统一到我国现行新编物理教科书的习惯上来。

由于我们的水平有限，译文中缺点和不当之处在所难免，恳切希望广大读者提出宝贵意见。

译者

一九八一年三月

于北京

目 录

再版前言

初版前言

	习题	解答
1. 运动学.....	1	73
2. 平动动力学.....	6	85
3. 静力学.....	13	104
4. 功 功率 能 动量守恒定律 能量守恒定律.....	18	114
5. 转动动力学.....	24	130
6. 万有引力定律.....	28	140
7. 振动 波 声学.....	30	145
8. 流体力学.....	35	156
9. 热学和毛细现象.....	48	179
10. 电学	53	191
11. 光学	68	215

1. 运 动 学

1.1 两个带有停表的旅客，决定测量火车的速度：一个旅客根据车轮通过两段铁轨交接处的响声来测量（已知每段铁轨的长是10米），另一个旅客由窗外掠过的电讯杆的数目来测量（已知两根电讯杆间的距离等于50米）。第一个旅客在听到车轮的第一次响声时开动自己的停表，在听到第156次响声时使表停止。表上的读数是3分钟。第二个旅客在第一根电讯杆掠过窗口时开动自己的停表，在窗外掠过第32根电讯杆时终止计时。恰好他的实验历时3分钟。第一个旅客得到的结果是，火车的速度等于31.2千米/小时，第二个旅客得到的结果是32千米/小时。他们俩谁是错误的？为什么？火车的真实速度是多少？

1.2 从港口A到港口B的行程需时12昼夜，每天中午由A到B和由B到A分别开出一艘轮船。试问每一艘开出的轮船在公海上遇到几艘轮船？

1.3 当拍摄一辆以36千米/小时速度运动着的汽车时，要使底片上的象不模糊，如果底片上汽车的象的位移不大于0.1毫米，那么曝光时间需要多长？已知汽车的长度是3米，底片上汽车的象长等于1.5厘米（图1）。

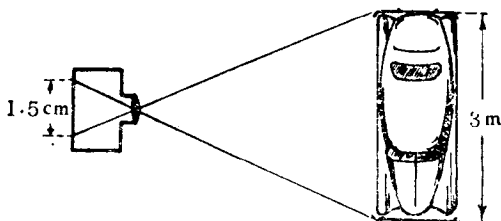


图 1

1.4 汽车以速度 $v_1 = 40$ 千米/小时从 A 地驶往 B 地，并以速度 $v_2 = 30$ 千米/小时返回。试求全程的平均速度是多少？

1.5 某儿童接连向上抛掷小球，抛法是：后一个小球抛出的瞬间，正是前一个小球到达最高点的时刻。如果他每秒钟抛出两个小球，那么小球可以到达多高？

1.6 自由下落的石块，通过全路程的最后一半需要 1 秒。试问石块下落的高度是多少？

1.7 两个石块落入矿井之中。第二个石块比第一个石块晚 1 秒钟开始下落。试确定第二个石块相对于第一个石块的运动。空气阻力忽略不计。

1.8 在恒力作用下作匀加速直线运动的物体，如果作用力开始减小，试问物体运动的速度图线怎样变化？

1.9 两架飞机以 200 米/秒 相同的速度向相反的方向飞行。安装在一架飞机机舱中的机关枪，可以朝垂直于飞行方向往另一架飞机上射击（图 2）。如果机关枪在一分钟发射 900 发子弹，那么在被射击的飞机上，子弹孔分布的相互距离应为多少？在这种情况下，空气阻力起了什么作用？

1.10 台球在球框中 A 点，台球框的尺寸数据如图 3 所示。要使停在 A 点的球，经过两个球框边反弹后击中 B 点，

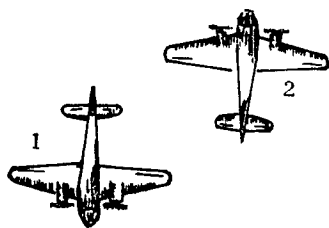


图 2

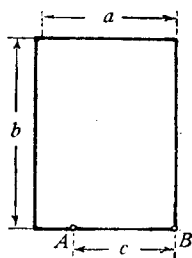


图 3

⑨ 那么应该向什么方向发球？台球跟球框碰撞后的方向变化，认为完全遵守反射定律，即反射角与入射角相等。

1.11 宽度一样但长度不同的三个台球框，从框的长边（图4）同时以相同的速度（大小和方向都相同）发出三个球。要使这三个球不同时返回到同一个框边，试问可能不可能？



图 4

1.12 一只桶敞露在雨中。如果有风在吹着，桶的积水率会改变吗？

1.13 在水平方向匀速运动着的小车上安装着一个小管（图5）。管身必须跟水平成多大的角度，才能使竖直落下的雨，落到管底而不碰到管壁？（由于空气的阻力，雨滴

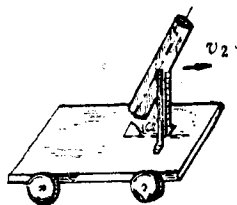


图 5

降落的速度是恒定的）雨滴的速度 $v_1 = 60$ 米/秒，小车的速度 $v_2 = 20$ 米/秒。

1.14 船夫为了确定河中水流的速度，做了这样一个实验。他把一个木瓢放入河中后，而自己开始驾船顺流而下。经过40分钟，他到达位于出发点下游1千米的A点，于是调转船头逆流而回。直到遇见木瓢并把它捞起之后，又把船头调转顺流而下，再经过24分钟后又到达了A点。如果水流的速度、船相对于水流的速度都当作常量，并且调转船头所费的时间可以忽略不计，那么水流的速度等于多少？从船调转来逆流而回到跟瓢相遇历时多少？船相对于水流的速度

是多少?

1.15 为什么在电影中,当银幕上的汽车向前行驶时,汽车的轮子往往象是向后旋转的样子?

1.16 如果在照亮一颗颗落下的水滴的灯光前,放着开有一个或几个小孔的圆盘,并且使它旋转,那么灯光就要断续地照亮水滴。这种闪光的次数跟圆盘转动的速度和圆盘上小孔的数目有关。这样的照明仪器叫做频闪观测器,利用它可以观察出用高速度进行,而在普通照明时不能用肉眼看出的周期变化。如果频闪观测器转动的转数取得使在两次闪光的时间内,水滴所经过的路程等于相邻两水滴间的距离时,那么水滴就好象停止不动似的。如果两水滴间的距离 $S = 2$ 厘米,而水滴从高度 $h = 22.5$ 厘米落下,试求开两个小孔的一只圆盘,要达到上述情况时所需的转数。

1.17 开有许多小孔的圆盘,小孔间的距离 $S = 1$ 厘米(图6)。在圆盘后面用灯光照射,圆盘的转速是30转/分。我们看到离中心多远的光斑连接成为一个光环? 如果光斑频繁出现的次数超过每秒16次, 肉眼就感觉不到光斑的晃动。

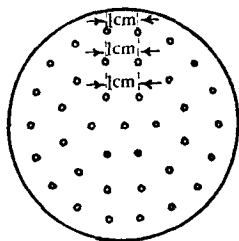


图 6

1.18 半径 R 的环,沿水平面以恒定速度 v 无滑动地滚动。试求环上各点的加速度是多少?

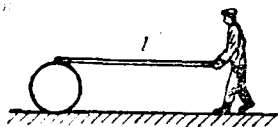


图 7

1.19 一个人手握木板的一端,木板的另一端压在圆筒上(图7)。木板此时成水平。然后人推动木板向前,由于圆筒沿着水平面无滑动地滚动,

木板也就对圆筒不存在滑动。如果木板长 l ，要走到圆筒处，人应当走多少路程？

1.20 在阔广的水平面上，以速度 v 抛出一个环，环同时朝同一方向沿水平面滚动（图 8）。如果环的半径为 R 。试问当环的角速度 ω 多大时，环无滑动地沿水平面滚动？

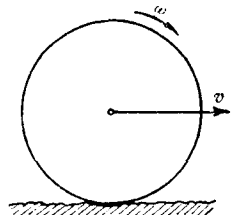


图 8

1.21 当车轮滚动的时候，常常是看到下部的辐条很清楚，而上部的辐条合成一片分不清楚。这是为什么？

1.22 飞机应以多大的速度，在一昼夜的什么时间，水平地飞行于列宁格勒的纬度 (60°) 上空，才能使飞行员总是看到太阳在南面？地球的半径等于 6300 千米。

1.23 两个人决定举行条件非凡的转轮手枪决斗。他们站在半径为 R ，以角速度 ω 转动着的旋转台上射击。第一个决斗者是站在转台的中心 O 处，第二个决斗者是站在转台的边缘处。

要想战胜对手，他们应该怎样瞄准？哪一个决斗者处于更有利的条件？第一个决斗者的子弹可以认为是从 O 点射出，以速度 v 飞行的。

1.24 正方形的中心与在同一平面上的圆周的中心重合。圆周的半径跟正方形的边长比起来很短。从正方形的各个顶点，有狗同时沿着各边以相同的匀速度开始运动，每只狗都追逐前面邻近的狗（所有的狗在开始的瞬间，都沿正方形的边顺时针方向运动）。

在狗跑到圆周上各点的瞬间，试问这些点是怎样排列的？并且狗的速度方向怎样？

2. 平动动力学

2.1 从在水平方向以匀速度飞行着的飞机中投下一颗炸弹。试问当炸弹落到地面时飞机将在什么地方？

2.2 步枪枪身和悬挂在细线上的靶子，同在一个水平线上（图9）。如果在子弹从枪口飞出的瞬间，细线断裂而靶子开始自由下落。试问子弹能不能击中靶子？空气阻力可以忽略不计。



图 9

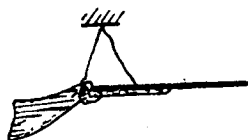


图 10

2.3 步枪什么时候射击得比较远些，是固定在枪架上还是固定在悬带上（图10）？

2.4 什么样的雨滴降落得快些，是大雨滴还是小雨滴？为什么？

2.5 两个半径和材料都相同的球，一个是实心的，而另一个是空心的，在空气中从同一高度降落。试问哪一个降落得快？

2.6 围成有棱角的框形管子，在竖直平面内放置如图11所示。一次小球在管子里沿着AB和BC边滚动，而另一次小球沿着AD和DC边滚动。试问在哪种情况，小球滚动得快？框的边长为 a 。

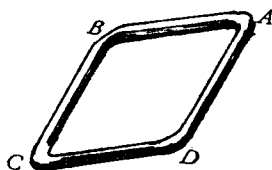


图 11

2.7 质量 m 的重物，从一个劈的斜面顶端无摩擦地滑下，这个劈放在一个水平面上，劈和水平面间也无摩擦。劈的质量为 M ，劈的斜面跟水平面间的角度是 α 。试求重物和劈相对于水平面的加速度，重物作用在劈上的压力和劈作用在水平面上的压力。

2.8 在半径为 R 的细圆环的 A 、 B 、 C 、 D 点上 (图12)，沿如图所示的方向作用着相等的力，这些点是所画正方形的四个顶点。此外，在 A 点和 B 点上还沿正方形的对角线方向作用着两个相等的力。沿正方形各边作用着的每一个力是

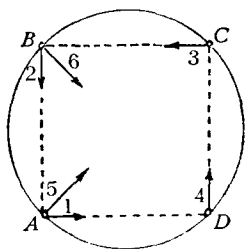


图 12

1 千克，而正方形对角线方向作用着的力等于 $\sqrt{2}$ 千克。试求这些所有力的合力及其作用点。在所示力的作用下，圆环将怎样运动？

2.9 在遵守胡克定律的螺旋弹簧上挂着一个秤盘，秤盘上放着一个砝码 (图13)。试问应该用多大的力向下拉秤盘，能在放松它时，可以使砝码在某一时刻离开秤盘？

2.10 两块质量为 m_1 和 m_2 的板用弹簧连在一起 (图14)。试问应该用怎样的力施加在上面那块板上，才可以使在力撤

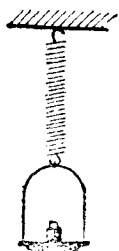


图 13

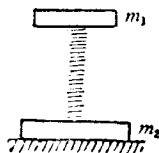


图 14

去后上板跳起来，而下板被稍微提起来一些？弹簧的弹性系数为 k 。认为全部时间都能运用胡克定律。弹簧的质量忽略不计。

2.11 骑自行车的人，沿斜面匀速向下。试问斜面对车的反作用力的大小和方向怎样？

2.12 木板放在支柱 A 和 B 上，跟水平成 α 角(图15)，木板在自身重量 Mg 的作用下，可以无摩擦地下滑。为了不使木板滑动，试问质量是 m 的人，在这块木板上应以多大的加速度向哪个方向运动？



图 15

2.13 在光滑的桌面上有一个直角三角形的劈，它的顶角为 90° ，两个底角分别为 α 和 β 。沿着劈的两个侧面同时开始无摩擦地滑下质量相等的物块(图16)。试问劈沿桌面是否滑动(摩擦力不计)？

2.14 在封闭的试管底上停着一只苍蝇。使试管始终保持竖直位置地自由下落(图17)。在下落的时间内，如果苍蝇自管底飞到管顶，那么下落时间的长短将怎样变化？

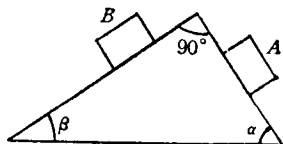


图 16



图 17

2.15 在天平的一个盘上放着一只封闭的匣子，匣中有一只小鸟。当鸟停在匣子的底上的时候，在另一个盘上用砝码跟它平衡。如果鸟飞起而在匣里的空气中翱翔的时候，天平将发生怎样的变动？

2.16 气球以匀速度 v 降落。试问必须从气球的吊篮中抛出多少数量的重物，才能使它以同一速度 v 升起？空气阻力与速度成正比。气球的重量和上升力都是已知的。

2.17 子弹竖直向上飞出到达其路程的最高点，然后又竖直落下。试问在这轨迹的什么地方子弹的加速度值最大，在什么地方最小？设空气阻力随子弹运动速度的增加而增长。

2.18 在一个重的管子里放着一个弹簧，弹簧在自由状态时占有管子的全部长度。把小球放置在弹簧上后，弹簧被压缩到大约一半的长度（图18）。然后管子从倾斜的位置自由落下。那么小球将发生什么变化？

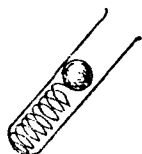


图 18

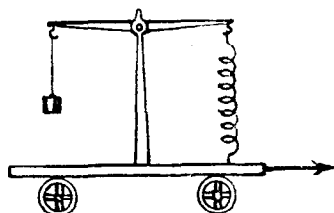


图 19

2.19 在静止的小车上固定着一个天平，天平的一端悬挂一重物，另一端用弹簧跟小车的车板相连接（图19）。如果以恒力使小车沿水平方向加速，那么重物向加速的反方向倾斜一个角度。试问

此时弹簧的拉力是否变化？

2.20 在带有圆筒部分的罐中，用活塞封闭着压缩空气。圆筒部分的体积比罐的体积小（图20）。如果将握着活塞的力撤去，那么活塞从罐的下面掉出（活塞与壁间的摩擦力不

计)。试问在下列情况，活塞在圆筒部分内运动的时间怎样变化？如果：（1）在活塞上放一个不大的球；（2）用重球来增加活塞的重量。

2.21 在故事片《勇敢的人们》里，影片中的英雄，在行驶于平坦道路上的火车进程中，跳上固定着的缓冲器。并且解脱两节车厢。试问这在怎样的情况下才可能？

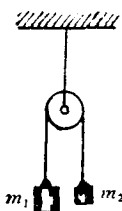


图 21

2.22 两个质量分别是 m_1 和 m_2 的重物由一条不能伸长的绳子连结起来跨在定滑轮上（图21）。试求重物的加速度，绳子的张力和滑轮轴上的压力。滑轮的质量可以忽略不计。

2.23 通过一根长度为 $2l = 2$ 米的棒的中点有一根水平轴 O ，棒可以绕着它转动。在棒的两端分别固定着 $M_1 = 1$ 千克和 $M_2 = 7$ 千克的重物（图22）。棒在水平位置并且作无摇摆的运动。当它开始运动时，作用在轴上的压力是多少？棒的质量和轴上的摩擦都忽略不计。

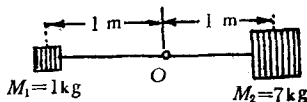


图 22

2.24 在完全光滑的桌面上平放着一根链条，它的一半在桌边悬垂着（图23(a)）。如果链条两端各加一个相等的质量（图23(b)），那么链条滑动的时间怎样变化？

2.25 在跨过无重量的滑轮 A 的绳子的一端系着一个重

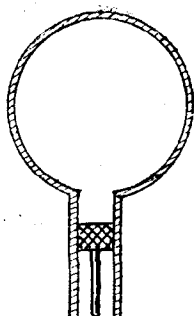


图 20

物 M_1 ，在它的另一端系着另一个无重量的滑轮 B ，在跨过滑轮 B 的绳子的两端分别系有重物 M_2 和 M_3 。带有这些重物的滑轮 A 用弹簧秤悬挂着（图24）。试求重物 M_1 的加速度 a 和弹簧秤上的示数 T 。注意 $M_2 \neq M_3$ ， $M_1 > M_2 + M_3$ 。

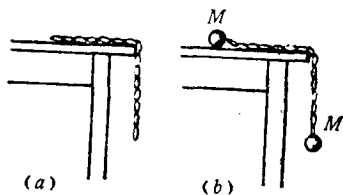


图 23

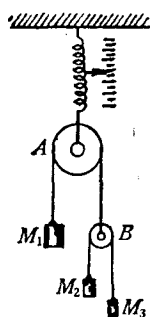


图 24

2.26 长度为 l 而质量为 m 的匀质链条，悬垂于桌边靠摩擦力平衡而稳定。如果已知链条尚未开始滑动时，悬垂于桌边下的最大长度为 l_1 ，试求静摩擦系数。

2.27 如果机车不能使重载的列车起动，那么司机就采用下面的方法：他开一下倒车，把列车稍微向后推一些，然后驶车前进。试解释为什么司机的这种做法能够使列车起动？

2.28 根据牛顿定律，改变物体的运动状态，只能由任何其它物体所给予的外力。试问汽车或其它类似的自动车辆刹车时，究竟是怎样的外力起阻碍作用的呢？

2.29 具有长柄的刷子平放在两只分开而伸出的食指上（图25）。假使左手不动，而右手向左移动，并在所有时间中使刷子保持同样的水平，那么会有什么现象发生？假使右



图 25