第二章 匀变速直线运动

42

**学期**

**活动**

**了解伽利略的科学贡献。**

伽利略开创了一套科学研究方法，推动了包括物理学在内的近代自然科学的发展。阅读书籍并查阅相关资料，了解伽利略的研究活动和科学思想，撰写读书报告。

活动要求：

（1）摘录书本上伽利略生平的重要事迹和科学思想的文本，表明出处（如“……”摘自《×××》第××页）。

（2）将上述信息按照一定的逻辑顺序排列（可以用思维导图或者表格的形式）。

（3）确定一个角度切入，阐述伽利略对物理学发展的贡献，列出能够支撑你观点的证据。

（4）以小报的形式进行展示与交流。

验证

推理

推理

推理

匀变速直线运动

自由落体运动

初速度为零的
匀加速直线运动

初速度不为零的
匀加速直线运动

*v* = *gt*

*v*2 = 2*gh*

*h* = *gt*2

*v* = *at*

*v*2 = 2*ax*

*x* = *at*2

*v* = *v*0 + *at*

*v*2 = *v*02 + 2*ax*

*x* = *v*0*t* + *at*2

* **基本概念和基本规律**

**自由落体运动**：物体只在重力作用下从静止开始下落的运动。自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动。

**重力加速度**：物体做自由落体运动的加速度，用字母*g*表示，方向竖直向下。通常把重力加速度的大小取为9.8 m/s2。

**匀变速直线运动**：速度随时间均匀变化的直线运动，即加速度不变的直线运动。其*v*-*t*图像是一条倾斜的直线，斜率表示加速度，直线与时间轴所围的面积表示位移。在匀变速直线运动中，如果加速度方向与速度方向相同，速度大小随着时间均匀增加，做匀加速直线运动；如果加速度方向与速度方向相反，速度大小随着时间均匀减小，做匀减速直线运动。

* **基本方法**

通过伽利略对落体运动的研究过程，感受逻辑思辨和实验探究相结合的思想与方法。

在得出匀变速直线运动规律的过程中，感受演绎推理和归纳推理的方法，认识无限分割与逼近的方法。

* **知识结构图**

小

结

小结

43

**复习 巩固**

**与**

第二章 匀变速直线运动

44

1. 亚里士多德认为“重的物体比轻的物体坠落得快”。对此伽利略做了如下推理：

a．根据这一论断，一块较重的石头比一块较轻的石头下落速度大。

b．假定一块较重的石头下落速度为8个单位，一块较轻的石头下落速度为4个单位。

c．……

d．由此从“重物比轻物落得快”的论断推出了相互矛盾的结果。

（1）将伽利略的推理c补充完整：

（2）设计一个小实验使重的物体比轻的物体落得慢。

1. 静止的物体速度为零，加速度也为零。举例说明，有哪些速度为零、加速度不为零的运动，又有哪些加速度为零、速度不为零的运动。
2. 一个做自由落体运动的物体，在其下落的第3 s末的速度是第1 s末速度的几倍？其第3 s内下落的距离是第1 s内下落距离的几倍？如果上述物体在月球上自由下落，结论是否相同？
3. 一位攀岩者以1 m/s的速度匀速向上攀登，途中碰落了岩壁上的石块。石块自由下落3 s后攀岩者听到石块落地的声音。请估算攀岩者听到声音时离地的高度。实际高度比你的估算结果更高还是更低？
4. 质量分别为*m*1和*m*2的两个物体，各自从离地高为*h*和2*h*的地方自由下落，它们的运动时间为*t*1和*t*2，落地速度为*v*1和*v*2，求*t*1∶*t*2和*v*1∶*v*2分别为多少？
5. 高空抛物现象被称为“悬在城市上空的痛”。数据表明：一粒从25楼落下的拇指大小的石子也可能让路人当场殒命。试估算一粒由25楼落下的石子掉到地面上，撞击地面的速度大小约为多少？为了杜绝高层住户向窗外随意丢弃杂物的陋习，有人提出如下设想：在底层住户窗户上、下窗沿安装光电传感装置，利用自由落体运动规律推测丢弃杂物的用户楼层高度。设底层住户窗户上、下窗沿的高度差为1.2 m，某次光电传感装置检测到某杂物经过该窗户的时间为0.04 s，试估算丢弃杂物的住户的楼层高度。辨析这一设想的可行性。

1. 一辆小车以一定速度冲上光滑斜面后回到原处，其*v*–*t*图像如图2–23所示。判断下列说法是否正确，说明理由。

*v*/ (m·s−1)

*v*0

*t*1

*t*2

−*v*0

*t*/s

*O*

（1）小车上升过程和下降过程的加速度大小相同，方向相反。

（2）小车上升过程和下降过程的位移相同。

（3）上升到最高点时，小车的瞬时速度和加速度都为零。

（4）运动过程中，小车在任何相等时间内的速度变化量都相同。

（5）小车上升到最高点与从最高点返回出发点的时间相等。

1. 某汽车从静止出发做匀加速直线运动，经过12 s后改做匀速直线运动，向前行驶了8 s。汽车前进的总位移大小为336 m。

（1）求该汽车加速阶段的加速度。

（2）画出该汽车运动的*v*–*t*图像。

1. 伽利略在《两种新科学的对话》一书中介绍：“把一桶水放在高处，底部接一根可以喷出细水流的管子，把喷出的水收集在玻璃杯中。铜球在斜面上的沟槽中滚下来，仔细测量铜球滚过

的距离，并测量铜球每次滚下过程中管子喷出水的质量，重复多次。”以此来验证落体运动是匀变速运动的假设。

某组同学设置了如图2–24所示的装置来验证伽利略的假设。滑块从某一高度由静止沿斜面下滑。一旦滑块开始运动，就打开水箱阀门，使水箱中的水流到量筒中，滑块碰到挡板的同时关闭阀门（假设整个过程中水流均匀稳定）。改变滑块起始位置的高度，重复以上操作。记录滑块由静止起下滑的距离*s*和相应过程中量筒收集到的水的体积*V*，所得数据如表2–4所示。

图2–24

表2–4

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *x*/m | 4.5 | 3.9 | 3.0 | 2.1 | 1.5 | 0.9 | 0.3 |
| *V*/mL | 90 | 84 | 72 | 62 | 52 | 40 | 23.5 |
| ×10−4/(m·mL−2) | 5.6 | 5.5 | 5.8 | 5.5 | 5.6 | 5.6 | 5.4 |

（1）分析表中数据，是否可以验证伽利略的假设？说明理由。

（2）本实验的主要误差来源可能是什么？说出一种。

1. 如图2–25所示，将一枚围棋棋子从靠在书上的一块木板上的*A*点由静止释放。棋子沿木板下滑后落入水平桌面，在桌面上滑行一段距离后停止在*B*点。已知棋子沿着木板下滑的加速度大小为*a*1，在桌面上滑行的加速度大小为*a*2。有人对棋子沿木板下滑到底端时的速度大小*v*1是否等于棋子进入水平桌面滑行的初速度*v*2的大小心存疑虑。对此有何猜想？试根据运动学知识设计一个方案来检验你的猜想。（身边可用的工具仅有刻度尺和停表）

图2–25

1. 一小球在某段时间内每隔1 s的位置如图2–26所示。观察小球在不同时刻的位置坐标，发现其在*x*方向和*y*方向位置随时间变化的规律不同。判断小球在*x*方向和*y*方向分别做何种运动，写出*x*、*y*方向的位移随时间*t*变化的数学关系式，并说明判断的依据和推理的过程。

*y*/cm

*x*/cm

*O*

4

6

8

10

2

4

6

8

10

2

图 2–26

1. 查阅资料，了解人的反应时间与哪些因素有关，并分析为何疲劳驾驶容易发生交通事故。试根据自由落体运动的规律，设计一个可以测量反应时间的简单装置。

复习与巩固

45

### 学期活动

这是一个围绕活动主题阅读书籍、做出综述的活动。要求阅读3～5本有关书籍及相关文献，经摘录综合、分析提炼、思考总结，对伽利略的科学思想和对科学发展的贡献做出评述，在学期结束前写一篇阅读报告并在班级中交流。

### 复习与巩固解读

1．**参考解答**：（1）两块石头捆在一起，总的重量比两块石头都大。根据推理a，整个系统下落的速度要比8个单位还大。但当把两块石头捆在一起时，根据推理b，下落比较快的石头会受下落比较慢的石头影响而减小速度，整个系统的下落速度应该小于8个单位。（2）将两把相同的伞从同一高度同时释放。一把伞收拢；另一把伞撑开，伞下拴一个小球。实验时注意安全（合理即可，可引导学生综合运用控制变量等方法设计实验方案）。

**命题意图**：逻辑推理应基于可靠的证据，选择可信的逻辑关系。

**主要素养与水平**：科学推理（Ⅰ）；证据（Ⅱ）。

2．**参考解答**：做自由落体运动的物体在开始下落的瞬间速度为零，加速度不为零。做匀速直线运动的物体，加速度为零，速度不为零。

**命题意图**：建立物理量与具体运动过程的联系。

**主要素养与水平**：运动与相互作用（Ⅱ）；科学推理（Ⅰ）。

3．**参考解答**：3倍，5倍，相同。

**命题意图**：自由落体运动规律的简单应用。

**主要素养与水平**：科学推理（Ⅱ）。

4．**参考解答**：48 m。将石块视为质点，忽略空气阻力的影响，石块下落的运动视为自由落体运动。3 s内石块自由下落 *h* = *gt*2 = 45 m，3 s内攀岩者匀速上升 *h*2 = *vt* =3 m，此时他离地面的高度约为 *h* = *h*1 + *h*2 =48 m 实际高度比估算结果可能更小，只要有空气，就有空气阻力的影响。重力加速度也比估算的10 m/s2要小（言之有理即可）。

**命题意图**：将真实情境转化为模型化情境。

**主要素养与水平**：模型建构（Ⅱ）；质疑创新（Ⅰ）。

5．**参考解答**：*t*1∶*t*2 = 1∶，*v*1∶*v*2 = 1∶。

**命题意图**：自由落体运动规律的应用。

**主要素养与水平**：科学推理（Ⅱ）。

6．**参考解答**：以石子为对象，忽略空气阻力的影响，将石子从 25 楼下落的运动视为自由落体运动。设每一层的高度为 3 m，则下落的高度为 *h* = 75 m。根据 *v*2 = 2*gh*，解得*v* = = ≈ 38.7 m/s。Δ*h* = *vt* + *gt*2，得 *v* =29.8 m/s，由 *v*2 = 2*gh*，得 *h* = 44.4 m，可知住户的楼层为 15楼。空气阻力、风力、抛出时的初速度等因素，均会影响结果（言之有理即可）。

**命题意图**：教师可以引导学生为光电传感器定标，将时间显示转化为楼层显示。

**主要素养与水平**：模型建构（Ⅱ）；质疑创新（I）；社会责任（I）。

7．**参考解答**：（1）错。小车上升时做匀减速直线运动，下降时做匀加速直线运动。加速度相同；加速度大小不变，方向均沿斜面向下。（2）错。位移大小相等，但方向相反。（3）错。在最高点速度虽然为零，但加速度不为零。（4）对。在匀变速运动中任意相等时间内速度变化量相等。（5）对。由*v*−*t*图可见，上升和下降运动是对称的。

**命题意图**：建立真实运动与运动图像的关系，从图像中获取信息。

**主要素养与水平**：科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅱ）。

8．**参考解答**：（1）该汽车共经历两个运动过程：前一过程为初速度为零的匀加速直线运动，由 *s* = *s*1 + *s*2 = *at*12 + *at*1*t*2 = *at*1（*t*1 + 2*t*2），得加速度 *a* = 2 m/s2；后一过程为匀速直线运动。（2）*v*−*t* 图像如图5所示，画图像时要注意标出关键点的横、纵坐标。

*v*/(m·s−1)

24

12

20

*t*/s

*O*

图5

**命题意图**：用图像表示比较复杂的运动过程，通过图像所围的面积表示位移的大小。为后续学习各类图像所围面积的意义做准备。

**主要素养与水平**：科学推理（Ⅱ）。

9．**参考答案**：（1）可以。分析表中的数据可知，各次实验 近似相等。如果水流是均匀稳定的，量筒中收集的水量代表下滑时间的长短。即滑块沿斜面下滑过程中，下滑的距离与时间的二次方成正比。

（2）距离测量不准确；开、关阀门的时刻与滑块开始下滑和遇到挡板时刻不同步。

**命题意图**：阅读伽利略对落体运动的研究过程。通过数据和误差的分析，体会基于证据的解释。

**主要素养与水平**：解释（Ⅲ）；科学本质（Ⅱ）。

10．**参考解答**：首先，提出猜想：相等或不相等。猜想无对错之分。说明需要测量的物理量，由于实脸器材的限制可能是时间，也可能是距离。无论是哪一种，理论演绎都可以得到速度的大小。最后还要有一个结论。

**命题意图**：对加速运动有一个感性认识，为牛顿第二定律的学习做准备。

**主要素养与水平**：问题（Ⅰ）；证据（Ⅲ）；科学态度（Ⅰ）。

11．**参考解答**：观察这些点不同时刻对应的 *x* 坐标和 *y* 坐标。在相同的时间间隔内，*x*方向的位移均为 2 cm；由此可以推断，小球在 *x* 方向做匀速直线运动，*x* = 0.02*t*；在相同的时间间隔内，*y* 方向的位移分别为 0.5 cm、1.5 cm、2.5 cm、3.5 cm；位移之比为1∶3∶5∶7。类比伽利略对落体运动的研究可知，小球在*y*方向做初速度为零的匀加速直线运动，*y* = *at*2。为确定 *a* 的具体值，在图中任选一点的坐标代入，可得加速度*a* = 0.01 m/s2。

**命题意图**：通过位置的变化来描述运动的特点，为运动的合成与分解做准备。

**主要素养与水平**：科学推理（Ⅱ）；科学论证（Ⅱ）。

12．**参考解答**：反应时间与身体状况、注意力是否集中以及年龄等因素有关。若疲劳驾驶，会使反应时间延长。由于从司机意识到突发情况到采取制动措施的这段反应时间内，车辆依旧以原速度行驶，反应时间延长会导致从发现情况到完全制动过程中车辆前行的跑离大大增加。增大事故发生的概率。

**命题意图**：开展制作反应尺测量反应时间的活动。

**主要素养与水平**：证据（Ⅲ）；社会责任（Ⅰ）。