# 第二章 匀变速直线运动的研究 复习与提高

学生运用匀变速直线运动规律分析解决自行车减速、汽车追及、汽车过ETC通道、低空跳伞等实际问题。在对实际问题进行推理和分析的过程中，要求学生建构模型，用图像和公式描述匀变速直线运动的规律，用表格、图像、公式处理数据，通过论证得出结论，使学生能在新的情境中灵活运用匀变速直线运动规律，用数学方法解决物理问题，获得正确结论。

## A 组

1．某人骑自行车，在距离十字路口停车线30 m处看到信号灯变红。此时自行车的速度为 4 m/s。已知该自行车在此路面依惯性滑行时做匀减速运动的加速度大小为 0.2 m/s2。如果骑车人看到信号灯变红就停止用力，自行车仅靠滑行能停在停车线前吗？

**参考解答**：自行车无动力滑行的初速度为 *v*0 = 4 m/s，末速度为 0，加速度为 *a* = − 0.2 m/s2，当自行车停止时，滑行位移 *x* = ，代入数据得 *x* = 40 m > 30 m。可见，自行车仅靠滑行不能停在停车线前。

提示：在自行车减速停止的情境中，要注意加速度的方向与汽车初速度方向相反，解答中的负号就反映了加速度方向。

2．骑自行车的人以 5 m/s 的初速度沿足够长的斜坡向上做减速运动，加速度大小是 0.4 m/s2，经过 5 s，他在斜坡上通过多长的距离？

**参考解答**：20 m

提示：已知 *v*0 = 5 m/s，*a* = − 0.4 m/s2，*t* = 5 s。则第5 s末的速度为 *v* = *v*0 + *at* = 5 m/s－0.4×5 m/s = 3 m/s > 0。所以，自行车在斜坡上通过的距离 *x* = *t*，代入数据得 *x* = 20 m。

用匀变速直线运动的速度与时间的关系式和平均速度公式求位移，要注意加速度取负值，要检验结果是否合理，经过判断 5 s 的末速度大于 0。也可以用位移与时间的关系式求自行车在斜坡上通过的距离 *x* = *v*0*t* + *at*2 = 20 m。

3．钢球由静止开始做自由落体运动，不计空气阻力，落地时的速度为 30 m/s，*g* 取 10 m/s2 。

（1）它下落的高度是多少？

（2）它在前 2 s 内的平均速度是多少？

（3）它在最后 1 s 内下落的高度是多少？

**参考解答**：（1）45 m；（2）10 m/s；（3）25 m

4．某同学在“探究小车速度随时间变化的规律”实验中，选出了如图 2-1 所示的一条纸带（每两点间还有 4 个点没有画出来），纸带上方的数字为相邻两个计数点间的距离。打点计时器的电源频率为 50 Hz。

图 2-1

5.00

7.10

9.10

10.81

12.70

15.10

O

A

B

C

D

E

F

（1）根据纸带上的数据，计算打下 A、B、C、D、E 点时小车的瞬时速度并填在表中。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 位置 | A | B | C | D | E |
| *v* /（m·s-1） |  |  |  |  |  |

（2）在图 2-2 中画出小车的 *v*-*t* 图像，并根据 *v*-*t* 图像判断小车是否做匀变速直线运动。如果是，求出该匀变速直线运动的加速度。

*O*

*v* /（m·s−1）

*t* /s

图 2-2

**参考解答**：（1）0.605；0.810；0.996；1.176；1.390；（2）1.94 m/s2

*O*

*v* /（m·s−1）

*t* /s

0.1

0.2

0.3

0.4

0.5

1.0

1.5

2.5

0.6

2.0

0.5

5．某跳伞运动员做低空跳伞表演。他离开悬停的飞机后先做自由落体运动，当距离地面 125 m时开始打开降落伞，到达地面时速度减为 5 m/s。如果认为开始打开降落伞直至落地前运动员在做匀减速运动，加速度为 12 m/s2 ，*g* 取 10 m/s2 。问：

（1）运动员打开降落伞时的速度是多少？

（2）运动员离开飞机时距地面的高度为多少？

（3）运动员离开飞机后，经过多少时间才能到达地面？

**参考解答**：（1）55 m/s；（2）276 m；（3）9.67 s

提示：（1）以竖直向下为正方向，则 *a* = 12 m/s2，根据 *v*2 − *v*02 = 2*ah*2，运动员打开降落伞时的速度 *v*0 = ，代入数据得 *v*0 = 55 m/s。

（2）运动员做自由落体运动下降的高度 *h*1 = ，代入数据得 *h*1 = 151 m。所以离开飞机时距地面的高度 *h* = *h*1 + *h*2 = 151 m + 125 m = 276 m。

（3）运动员做自由落体运动的时间 *t*1 = ，代入数据得 *t*1 = 5.5 s。做匀减速运动的时间 *t*2 = ，代入数据得 *t*2 = 4.17 s。故运动员离开飞机后，到达地面所经历的时间 *t* = *t*1 + *t*2 = 5.5 s + 4.17 s = 9.67 s。

6．已知一物体做初速度为 0、加速度为 *a* 的匀加速直线运动。该物体在前 1 s 内、前 2 s 内、前 3 s 内 的位移分别是 *x*1，*x*2，*x*3，…在第1 s 内、第2 s 内、第3 s 内……的位移分别是 *x*Ⅰ，*x*ⅡI，*x*Ⅲ，…在各个连续相等的时间间隔*T*内的位移分别是 *s*1，*s*2，*s*3，…，*s*n，证明：

（1）*x*1∶*x*2∶*x*3∶… = 1∶4∶9∶…

（2）*x*Ⅰ∶*x*Ⅱ∶*x*Ⅲ∶… = 1∶3∶5∶…

（3）Δ*s* = *s*2 − *s*1 = *s*3 − *s*2 = … = *s*n − *s*n − 1 = *aT*2

**参考解答**：（1）因为物体做初速度为 0 的匀加速直线运动，设加速度为 *a*，在前 *n* 秒内的位移为*x*n，由匀变速直线运动的位移公式，得 *x*能 = *an*2，所以 *x*1∶*x*2∶*x*3∶… = 1∶4∶9∶…

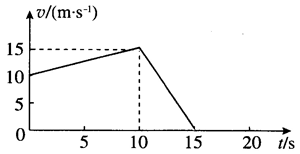
（2）同理，前（*n* − 1）秒内的位移为 *x*n – 1 = *a*(*n* – 1)2，故第 *n* 秒内的位移为 *x*n = *an*2 − *a*(*n* – 1)2 = (2*n* − 1)。则 *x*Ⅰ∶*x*Ⅱ∶*x*Ⅲ∶… = 1∶3∶5∶…

（3）设物体在第 (*n* − 1) 个时间间隔内的初速度为 *v*0，末速度为 *v*，则 *v* = *v*0 + *aT*，*s*n −1 = *v*0*T* + *aT*2。同理可得 sn = *vT* + *aT*2。联立解得 *s*n – *s*n – 1 = (*v*0 + *aT*)*T* + *aT*2 – (*v*0*T* + *aT*2) = *aT*2。则 Δ*s* = *s*2 − *s*1 = *s*3 − *s*2 = … = *s*n − *s*n − 1 = *aT*2。

### B组

1．一辆汽车以 36 km/h 的速度在平直公路上匀速行驶，若汽车先以 0.5 m/s2 的加速度匀加速 10 s 后，再以 3 m/s2 的加速度匀减速刹车，请作出汽车开始加速后 18 s内的 *v*-*t* 图像。

**参考解答**：18 s内的 *v*-*t* 图像如图所示。



提示：汽车初速度 *v*0 = 36 km/h = 10 m/s，以 0.5 m/s2 的加速度匀加速 10 s后，由 *v* = *v*0 + *at* 得 *v* = 15 m/s，再以 3 m/s2 的加速度匀减速刹车，经 *t*2 = 停下，代入数据得*t*2 = 5 s，最后3 s汽车是静止的。

2．公路上行驶的汽车，司机从发现前方异常情况到紧急刹车，汽车仍将前进一段距离才能停下来。要保持安全，这段距离内不能有车辆和行人，因此把它称为安全距离。通常情况下，人的反应时间和汽车系统的反应时间之和为 1 s（这段时间汽车仍保持原速）。晴天汽车在干燥的路面上以 108 km/h 的速度行驶时，得到的安全距离为 120 m。设雨天汽车刹车时的加速度为晴天时的 ，若要求安全距离仍为 120 m，求汽车在雨天安全行驶的最大速度。

**参考解答**：24 m/s

提示：汽车刹车前的速度为 *v*0 = 108 km/h = 30 m/s。汽车在晴天行驶时，设刹车的加速度大小为 *a*0，安全距离为 *x*0，反应时间为 *t*0，由匀变速直线运动的位移公式得*x*0 = *v*0*t*0 + 。汽车在雨天行驶时，设刹车的加速度大小为 *a*，安全行驶的最大速度为 *v*，由匀变速直线运动的位移公式得 *x*0 = *vt*0 + 。又由 *a* = *a*0，联立解得 *a*0 = 5 m/s2，*v* = 24 m/s。

3．在平直的公路上，一辆小汽车前方26 m处有一辆大客车正以 12 m/s 的速度匀速前进，这时小汽车从静止出发以 1 m/s2 的加速度追赶。试求：小汽车何时追上大客车？追上时小汽车的速度有多大？追上前小汽车与大客车之间的最远相距是多少？

**参考解答**：26 s；26 m/s；98 m

4．某人在室内以窗户为背景摄影时，恰好把窗外从高处落下的一个小石子摄在照片中，已知本次摄影的曝光时间是 0.01 s。量得照片中石子运动痕迹的长度为 0.8 cm，实际长度为 100 cm 的窗框在照片中的长度为 4.0 cm。

（1）根据照片估算曝光时间内石子下落了多少距离？

（2）估算曝光时刻石子运动的速度是多大？

（3）估算这个石子大约是从距离窗户多高的地方落下的？*g* 取10 m/s2。

**参考解答**：（1）0.2 m；（2）20 m/s；（3）20 m

5．弹垂直射入叠在一起的相同木板，穿过第 20 块木板后速度变为 0。可以把子弹视为质点，如果子弹在木板中运动的总时间是 *t*，认为子弹在各块木板中运动的加速度都相同。

（1）子弹穿过第 1 块木板所用的时间是多少？

（2）子弹穿过前 15 块木板所用的时间是多少？

（3）子弹穿过第 15 块木板所用的时间是多少？

**参考解答**：（1）*t* − *t*；（2）；（3）

6．ETC 是高速公路上不停车电子收费系统的简称。如图 2-3，汽车以 15 m/s的速度行驶，如果过人工收费通道，需要在收费站中心线处减速至 0，经过 20 s 缴费后，再加速至 15 m/s 行驶；如果过 ETC 通道，需要在中心线前方 10 m处减速至 5 m/s，匀速到达中心线后，再加速至 15 m/s 行驶。设汽车加速和减速的加速度大小均为 1 m/s2，求汽车通过 ETC 通道比通过人工收费通道节约多少时间。

图 2-3

15 m/s

ETC通道

15 m/s

匀速行驶区间

人工收费通道

收费站中心线

10 m

**参考解答**：（1）50 s；（2）22 s；27 s

提示：（1）*v*1 = 15 m/s、*v*2 = 5 m/s、*x*0 = 10 m、*t*0 = 20 s，*a* = 1 m/s2。走人工收费通道，汽车在减速、静止、加速三个阶段通过的位移*x*1 = ×2，代入数据得 *x*1 = 225 m。所用时间*t*1 = ×2 + *t*0，代入数据得*t*1 = 50 s。

（2）走ETC通道，汽车在减速、匀速、加速三个阶段通过的位移

*x*2 = + *x*0 + ，代入数据得*x*2 = 210 m。

所用时间*t*2 = + + ，代入数据得 *t*2 = 22 s。

故节约时间Δ*t* = *t*1 − （*t*2 + ），代入数据得 Δ*t* = 27 s。