

# 浙江大学 普通物理学I

2024.6.22

## 大题

1. 飞船从地面竖直向上发射，飞船的质量为  $m$ ，初速度为  $v_0$ 。飞船发射时所在的星球质量  $M_E \gg m$ ，半径  $R_E$ 。已知引力常量  $G$ ，求：

- 1) 高度  $h$  处的引力势能；
- 2) 高度  $h$  处的速度  $v$ ；
- 3) 飞船可以上升的最大高度  $H$ ；

在  $H$  处，飞船开始沿星球切向喷气（横向喷气），主体质量为  $m_s$ ，燃料质量  $m_f$ ，飞船恰沿高  $H$  圆轨转动。

- 4) 求  $v_s$ ；
- 5) 若燃料至无穷远处速度为零，求  $m_s, m_f$ ，用  $m$  表示。

2. 列车以  $v$  向右运动，Mary 在车里，Frank 在地上。已知洛伦兹变换公式为： $x' = \gamma(x - vt)$

$$t' = \gamma \left( t - \frac{vx}{c^2} \right)$$

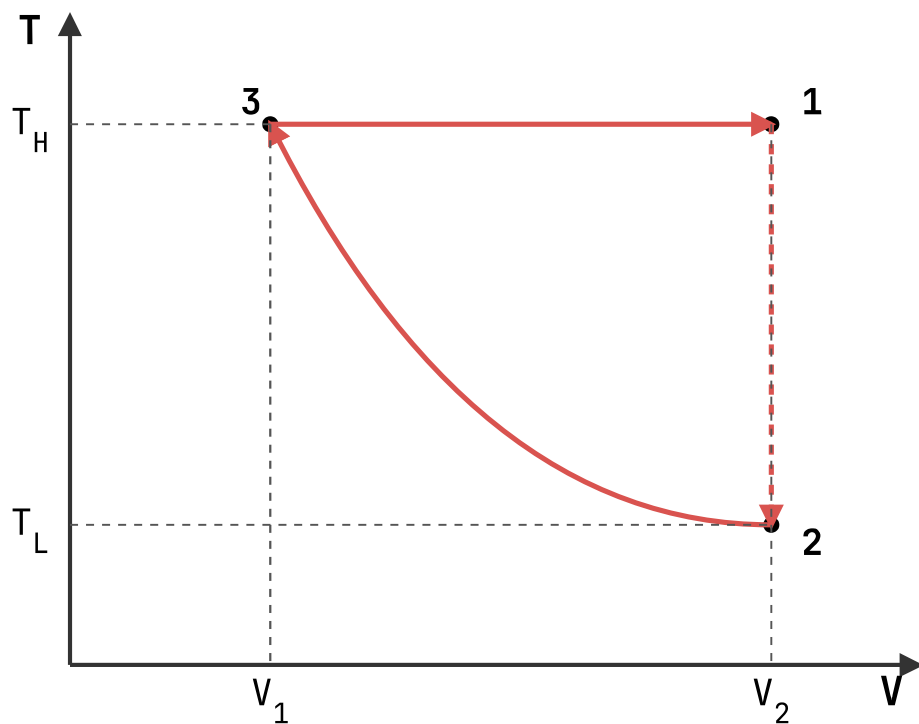
其中  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$

- 1) 在 Mary 系下  $u'_x, u'_y$  运动物体在 Frank 看来  $u_x, u_y$  是多少？
- 2) Mary 向上投一光束，运用(1)中的结果，计算  $u_x, u_y$  是多少，并验证光速是不变的。
- 3) Mary 系里由两相邻波前  $(x', t') = (0, 0), (\lambda, T)$ ，求 Frank 系下的时空坐标。该波频率为  $\frac{1}{T} = f_0$ ，求因多普勒效应在 Frank 看来的  $f$  是多少。
- 4) Mary 在车内向前发送一束光，求 Frank 看来光抵达前端的时间。

3. 粒子1静质量为  $m$ ，动能为  $2mc^2$ 。粒子2静质量为  $2m$ ，目前保持静止。两粒子发生碰撞，碰撞后合并为一个粒子  $M$ ，以速度  $v$  继续运动。

- 1) 求  $M$  和  $V$ ；
- 2) 计算动能的变化；
- 3) 解释为什么  $M > 3m$  时能量也是守恒的；
- 4) 求在质心系下（即在碰撞发生后  $M$  静止的系下），碰撞发生前粒子1的速度。

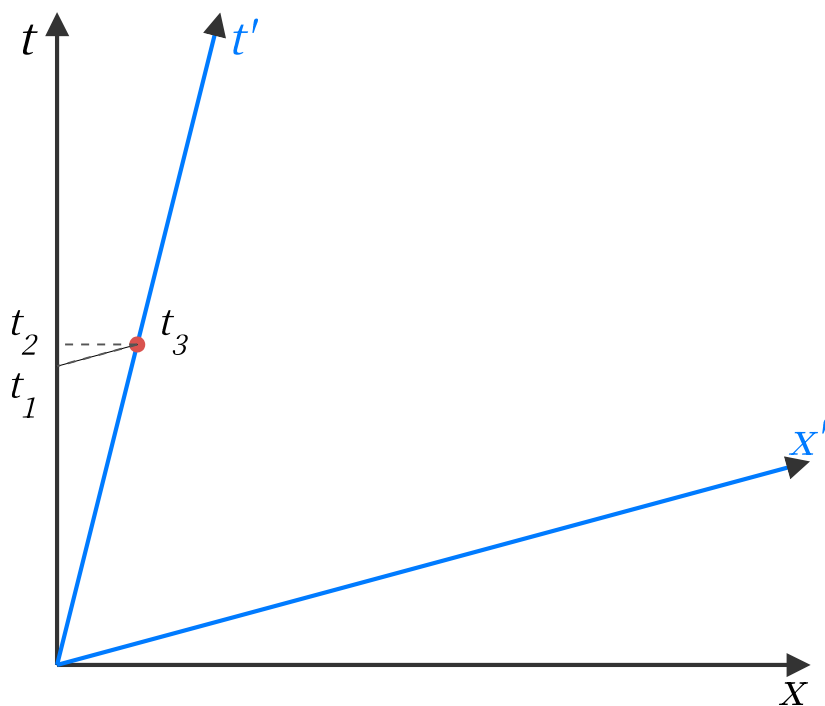
4. 如图为一个热机的循环过程。其中， $3 \rightarrow 1$  是等温过程，吸热  $Q_h \geq 0$ ； $2 \rightarrow 3$  是绝热过程； $1 \rightarrow 2$  是等容过程，放热  $Q_c \geq 0$ 。



- 1) 求  $1 \rightarrow 2$  的熵变  $\Delta S_c = S_2 - S_1$  ;
- 2) 设  $V_2$  下定容热容  $C_v$  (与  $T$  无关), 求  $Q_c, \Delta S_c$  , 请利用  $T_H, T_L$  ;
- 3) 计算  $W$  并求出热效率  $\eta = \frac{W}{Q_h}$  。同时说明, 满足什么条件时,  $\eta$  可接近卡诺热机  $\eta_c = 1 - \frac{T_c}{T_H}$  .

### 选择

1. 不考虑相对论, 非弹性碰撞下, 以下哪些内容不守恒?  
a. 动能; b. 总能量; c. 动量; d. 相对固定点角动量
2. 在所示的闵可夫斯基图中:



a.  $t_3 > t_2 = t_1$ ; b.  $t_3 = t_1 > t_2$ ; c.  $t_1 > t_2 > t_3$ ; d.  $t_2 > t_3 = t_1$ .

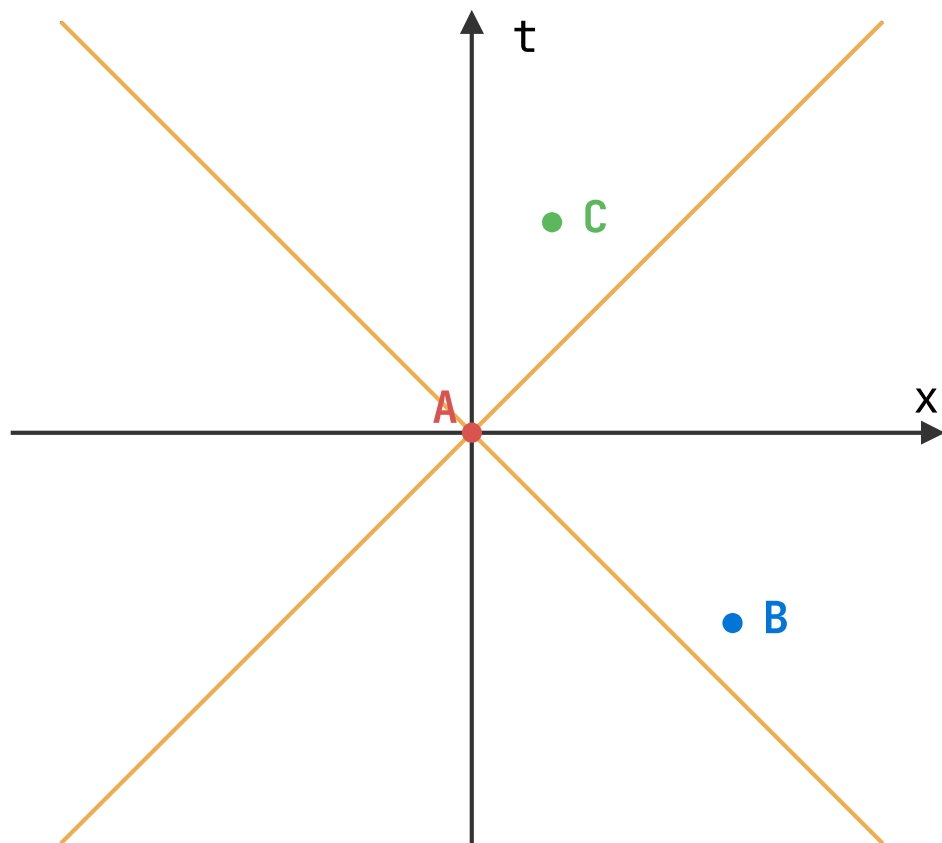
3. 理想气体的绝热过程中, 测得  $T^2 V^3 = C$ , 那么  $\frac{C_v}{C_p} = ?$ :

a.  $\frac{3}{5}$ ; b.  $\frac{5}{3}$ ; c.  $\frac{7}{5}$ ; d.  $\frac{5}{7}$ .

4. 求五个线性原子振动的自由度

a. 9; b. 10; c. 11; d. 12.

5. 根据图中内容, 以下说法正确的是:



a. C处不同事件可以同时发生 (换系后)

b. B处不同事件可以同时发生 (换系后)

c. A与B可以接触

d. B中事件有因果