**16.4、练习题**

**一、选择题**

1．在狭义相对论中，下列说法中哪些是正确的？

(1) 一切运动物体相对于观察者的速度都不能大于真空中的光速．

(2) 质量、长度、时间的测量结果都是随物体与观察者的相对运动状态而改变的．

(3) 在一惯性系中发生于同一时刻，不同地点的两个事件在其他一切惯性系中也是同时发生的．

(4)惯性系中的观察者观察一个与他作匀速相对运动的时钟时，会看到这时钟比与他相对静止的相同的时钟走得慢些．

(A) (1)，(3)，(4)． (B) (1)，(2)，(4)．

(C) (1)，(2)，(3)． (D) (2)，(3)，(4)． ［ ］

**<答案>B**

2．在某地发生两件事，静止位于该地的甲测得时间间隔为4 s，若相对于甲作匀速直线运动的乙测得时间间隔为5 s，则乙相对于甲的运动速度是(*c*表示真空中光速)

(A) (4/5) c． (B) (3/5) c．

(C) (2/5) c． (D) (1/5) c． ［ ］

**<答案>B**

3．K系与K＇系是坐标轴相互平行的两个惯性系，K＇系相对于K系沿*Ox*轴正方向匀速运动．一根刚性尺静止在K＇系中，与*O'x'*轴成 30°角．今在K系中观测得该尺与*Ox*轴成 45°角，则K＇系相对于K系的速度是：

(A) (2/3)*c*． (B) (1/3)*c*．

(C) (2/3)1/2*c*． (D) (1/3)1/2*c*． ［ ］

**<答案> C**

4．设某微观粒子的总能量是它的静止能量的*K*倍，则其运动速度的大小 为(以*c*表示真空中的光速)

(A)  ． (B) ．

(C) ． (D)  ． ［ ］

**<答案>C**

5. 宇宙飞船相对于地面以速度*v*作匀速直线飞行，某一时刻飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一个光讯号，经过*t*(飞船上的钟)时间后，被尾部的接收器收到，则由此可知飞船的固有长度为 (*c*表示真空中光速)

(A) *c*·*t* (B) *v*·*t*

(C) (D) 

**<答案>A**

6. 一匀质矩形薄板，在它静止时测得其长为*a*，宽为*b*，质量为*m*0．由此可算出其面积密度为*m*0 /*ab*．假定该薄板沿长度方向以接近光速的速度*v*作匀速直线运动，此时再测算该矩形薄板的面积密度则为

(A)  (B) 

(C)  (D) 

**<答案>C**

7. 边长为*a*的正方形薄板静止于惯性系*K*的*Oxy*平面内，且两边分别与*x*，*y*轴平行．今有惯性系*K*＇以 0.8*c*（*c*为真空中光速）的速度相对于*K*系沿*x*轴作匀速直线运动，则从*K*＇系测得薄板的面积为

(A) 0.6*a*2． (B) 0.8 *a*2．

(C) *a*2． (D) *a*2／0.6 ．

**<答案>A**

8. 某核电站年发电量为 100亿度，它等于36×1015 J的能量，如果这是由核材料的全部静止能转化产生的，则需要消耗的核材料的质量为

(A) 0.4 kg． (B) 0.8 kg．

(C) (1/12)×107 kg． (D) 12×107 kg．

**<答案>A**

9. 根据相对论力学，动能为0.25 MeV的电子，其运动速度约等于

(A) 0.1*c* (B) 0.5 *c*

(C) 0.75 *c* (D) 0.85 *c*

(*c*表示真空中的光速，电子的静能*m*0*c*2 = 0.51 MeV)

**<答案>C**

10.**粒子在加速器中被加速，当其质量为静止质量的3倍时，其动能为静止能量的

(A) 2倍． (B) 3倍． (C) 4倍． (D) 5倍．

**<答案>A**

**二、填空题**

1. 狭义相对论的两条基本原理中，相对性原理说的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_； 光速不变原理说的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．

**<答案>一切彼此相对作匀速直线运动的惯性系对于物理学定律都是等价的**

**一切惯性系中，真空中的光速都是相等的**

2. 以速度*v*相对于地球作匀速直线运动的恒星所发射的光子，其相对于地球的速度的大小为\_\_\_\_\_\_．

**<答案> c**

3.子是一种基本粒子，在相对于子静止的坐标系中测得其寿命为**0 ＝2×10-6 s．如果子相对于地球的速度为0.988*c* (*c*为真空中光速)，则在地球坐标系中测出的子的寿命**＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．

**<答案> 1.29×10-5 s**

4. 两个惯性系中的观察者*O*和*O*′以 0.6 *c* (*c*表示真空中光速)的相对速度互相接近．如果*O*测得两者的初始距离是20 m，则*O*′测得两者经过时间*t*′= \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_s后相遇．

**<答案> 8.89×10-8**

5. 静止时边长为 50 cm的立方体，当它沿着与它的一个棱边平行的方向相对于地面以匀速度 2.4×108 m·s-1运动时，在地面上测得它的体积是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．

**<答案> 0.075 m3**

6. 在*S*系中的*x*轴上相隔为*x*处有两只同步的钟*A*和*B*，读数相同．在*S*＇系的*x*＇轴上也有一只同样的钟*A*＇，设*S*＇系相对于*S*系的运动速度为*v* , 沿*x*轴方向, 且当*A*＇与*A*相遇时，刚好两钟的读数均为零．那么，当*A*＇钟与*B*钟相遇时，在*S*系中*B*钟的读数是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；此时在*S*＇系中*A*＇钟的读数是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．

**<答案>*x*/*v***

****

7. 当粒子的动能等于它的静止能量时，它的运动速度为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．

**<答案>**

8. 一电子以0.99 *c*的速率运动(电子静止质量为9.11×10-31 kg，则电子的总能量是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_J，电子的经典力学的动能与相对论动能之比是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．

**<答案> 5.8×10-13**

**8.04×10-2**

9. 观察者甲以 0.8*c*的速度（*c*为真空中光速）相对于静止的观察者乙运动，若甲携带一质量为1 kg的物体，则(1) 甲测得此物体的总能量为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_； (2) 乙测得此物体的总能量为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．

**<答案> 9×1016 J**

**1.5×1017 J**

10. 匀质细棒静止时的质量为*m*0，长度为*l*0，当它沿棒长方向作高速的匀速直线运动时，测得它的长为*l*，那么，该棒的运动速度*v* =\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，该棒所具有的动能*EK* =\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_．

**<答案> **

****

**三、计算题**

1. 一体积为*V*0，质量为*m*0的立方体沿其一棱的方向相对于观察者*A*以速度*v*运动．求：观察者*A*测得其密度是多少？

**<答案>**设立方体的长、宽、高分别以*x*0，*y*0，*z*0表示，观察者*A*测得立方体的长、宽、高分别为 ，，．

相应体积为 

观察者Ａ测得立方体的质量 

故相应密度为 

2. 假定在实验室中测得静止在实验室中的+子(不稳定的粒子)的寿命为 2.2×10-6 m，而当它相对于实验室运动时实验室中测得它的寿命为1.63×10-6 s．试问：这两个测量结果符合相对论的什么结论？+子相对于实验室的速度是真空中光速*c*的多少倍？

**<答案>**它符合相对论的时间膨胀(或运动时钟变慢)的结论

设+子相对于实验室的速度为*v*

+子的固有寿命**0 =2.2×10-6 s

+子相对实验室作匀速运动时的寿命**0 =1.63×10-5 s 按时间膨胀公式：  = 0.99*c*

3. 设有宇宙飞船*A*和*B*，固有长度均为*l*0 = 100 m，沿同一方向匀速飞行，在飞船*B*上观测到飞船*A*的船头、船尾经过飞船*B*船头的时间间隔为*t* = (5/3)×10-7 s，求飞船*B*相对于飞船*A*的速度的大小．

**<答案>**

在飞船*B*上测得飞船*A*相对于飞船*B*的速度为

解得  m/s

所以飞船*B*相对于飞船*A*的速度大小也为2.68×108 m/s．

4. 一电子以0.99*c* (*c*为真空中光速)的速率运动．试求：

(1) 电子的总能量是多少？

(2) 电子的经典力学的动能与相对论动能之比是多少？(电子静止质量*me*=9.11×10-31 kg)

<答案>(1)  =5.8×10-13 J

(2) = 4.01×10-14 J

 = 4.99×10-13 J ∴ 8.04×10-2

5. 已知子的静止能量为 105.7 MeV，平均寿命为 2.2×10-8 s．试求动能为 150 MeV的子的速度*v*是多少？平均寿命**是多少？

<答案>据相对论动能公式 

得 

即 

解得 *v* = 0.91*c*

平均寿命为  s

6. 要使电子的速度从*v*1 =1.2×108 m/s增加到*v*2 =2.4×108 m/s必须对它作多少功？ (电子静止质量*me* ＝9.11×10-31 kg)

**<答案>**根据功能原理，要作的功

*W* = *E* *E* = *m*2*c*2- *m*1*c*2

其中  

＝4.72×10-14 J＝2.95×105 eV

**四、研讨题**

1. 相对论的时间和空间概念与牛顿力学的有何不同？有何联系？

**参考解答：**

牛顿力学时空观的基本观点是，长度和时间的测量与运动（或说与参考系）无关；而相对论时空观的基本观点是，长度和时间的测量不仅与运动有关，还与物质分布有关。

牛顿力学时空概念是相对论时空观在低速（即运动速度远远小于光速）时的近似。

牛顿力学时空观的基本原理是力学相对性原理，由力学基本原理得到的两个惯性系的运动量间的关系是伽利略变换



狭义相对论时空观的基本原理是相对论的相对性原理和光速不变原理，而相应运动量之间的变换是洛仑兹变换



比较上述两个变换式可知，在低速时，即时，洛仑兹变换式就会过渡到伽利略变换式。

2. 同时的相对性是什么意思？为什么会有这种相对性？如果光速是无限大，是否还会有同时性的相对性？

**参考解答：**

同时性的相对性的意思是：在某一惯性系中两地同时发生的两个事件，在相对于此惯性系匀速运动的另一惯性系中观测，并不是同时发生的。

这个结论与光速不变原理紧密相联。

设相对运动的惯性系是和，坐标系和相对运动如图研16.2所示，坐标原点*0*和重合时设为。

由洛仑兹变换，两事件的时空坐标关系为

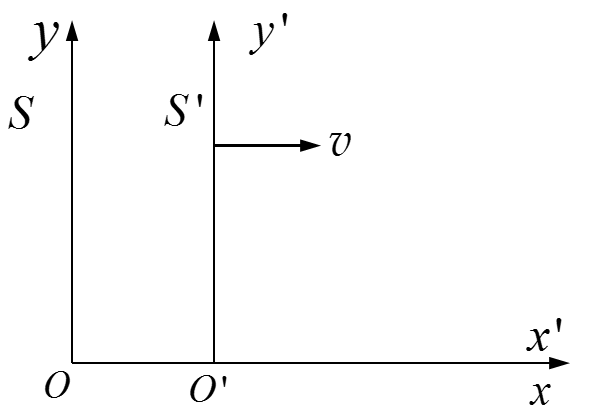


图 研16.2



如果在系中两事件同时发生，即，那么在系中两事件的时间间隔



与两事件在系中发生的空间间隔有关。当时，。即两事件在系中不同时发生。

如果光速是无限大，也就是研究的对象均属于低速情况，那必然是牛顿力学的情况。即洛仑兹变换中的



则 ，就不再有同时的相对性。

3. 在某一参考系中同一地点、同一时刻发生的两个事件，在任何其他参考系中观察观测都将是同时发生的，对吗？这里的参考系均指惯性系。

**参考解答：**

对的。

如果系和系是相对于运动的两个惯性系。设在系中同一地点、同一时刻发生了两个事件，即.

将上述已知条件代入下面的洛仑兹坐标变换式中



则可得 ，说明在系中也是同时发生的。

这就是说，在同一地点，同一时刻发生的两个事件，在任何其他参考系中观察观测也必然是同时发生。