## 相对论时空观与牛顿力学的局限性

## 知识点：相对论时空观与牛顿力学的局限性

一、相对论时空观

1.19世纪，英国物理学家麦克斯韦根据电磁场理论预言了电磁波的存在，并证明电磁波的传播速度等于光速*c*.

2.1887年迈克耳孙—莫雷实验以及其他一些实验表明：在不同的参考系中，光的传播速度都是一样的！这与牛顿力学中不同参考系之间的速度变换关系不符(填“相符”或“不符”).

3.爱因斯坦假设：在不同的惯性参考系中，物理规律的形式都是相同的；真空中的光速在不同的惯性参考系中大小都是相同的.

4.时间延缓效应

(1)如果相对于地面以*v*运动的惯性参考系上的人观察到与其一起运动的物体完成某个动作的时间间隔为Δ*τ*，地面上的人观察到该物体在同一地点完成这个动作的时间间隔为Δ*t*，那么两者之间的关系是Δ*t*＝().

(2)Δ*t*与Δ*τ*的关系总有Δ*t*＞Δ*τ*，即物理过程的快慢(时间进程)与运动状态有关.(填“有关”或“无关”)

5.长度收缩效应：

(1)如果与杆相对静止的人测得杆长是*l*0，沿着杆的方向，以*v*相对杆运动的人测得杆长是*l*，那么两者之间的关系是*l*＝*l*0().

(2)*l*与*l*0的关系总有*l*＜*l*0，即运动物体的长度(空间距离)跟物体的运动状态有关.(填“无关”或“有关”)

二、牛顿力学的成就与局限性

1.牛顿力学的成就：牛顿力学的基础是牛顿运动定律，万有引力定律的建立与应用更是确立了人们对牛顿力学的尊敬.

2.牛顿力学局限性：牛顿力学的适用范围是低速(填“高速”或“低速”)运动的宏观(填“宏观”或“微观”)物体.

(1)当物体以接近光速运动时，有些与牛顿力学的结论不相同.

(2)电子、质子、中子等微观粒子的运动不能用牛顿力学来说明.

3.牛顿力学不会被新的科学成就所否定，当物体运动的速度远小于光速*c*时，相对论物理学与牛顿力学的结论没有区别.

## 技巧点拨

一、相对论时空观

1.低速与高速

(1)低速：通常所见物体的运动，如行驶的汽车、发射的导弹、人造地球卫星及宇宙飞船等物体皆为低速运动物体.

(2)高速：有些微观粒子在一定条件下其速度可以与光速相接近，这样的速度称为高速.

2.相对论的两个效应

(1)时间延缓效应：运动时钟会变慢，即Δ*t*＝().

(2)长度收缩效应：运动长度会收缩，即*l*＝*l*0().

3.对于低速运动的物体，相对论效应可以忽略不计，一般用经典力学规律来处理；对于高速运动问题，经典力学不再适用，需要用相对论知识来处理.

二、牛顿力学的成就与局限性

1.经典力学的成就

(1)经典力学体系是时代的产物，是现代机械、土木建筑、交通运输以至航空航天技术的理论基础.

(2)经典力学的思想方法对艺术、政治、哲学等社会科学领域也有巨大影响.

2.经典力学的局限性及适用范围

(1)经典力学适用于低速运动的物体，相对论阐述物体在以接近光速运动时所遵循的规律.

(2)经典力学适用于宏观世界；量子力学能够正确描述微观粒子的运动规律.

3.相对论和量子力学没有否定经典力学

(1)当物体的运动速度远小于光速时，相对论物理学与经典物理学的结论没有区别；

(2)当另一个重要常量即“普朗克常量”可以忽略不计时，量子力学和经典力学的结论没有区别.

(3)相对论和量子力学并没有否定经典力学，经典力学是二者在一定条件下的特殊情形

## 例题精练

1．（温州期中）在下列运动中，牛顿运动定律可能不适用的是（　　）

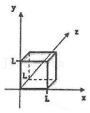
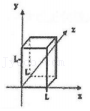
A．电子绕原子核运动

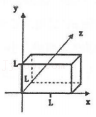
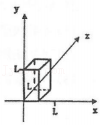
B．篮球被投出后在空中飞行

C．超音速飞机在高空飞行

D．地球绕太阳运动

2．（常熟市期中）如图所示，惯性系S中有一边长为1的立方体，从相对S系沿x方向以接近光速匀速飞行的飞行器上观察，则该立方体的形状是（　　）

A． B．

C． D．

## 随堂练习

1．（如皋市期末）下列说法正确的是（　　）

A．牛顿是国际单位制中的基本单位

B．研究原子核结构时，因原子核很小，可把原子核看作质点

C．在铁路的转弯处，通常要求外轨比内轨高，目的是减轻轮缘与轨道间的侧向挤压

D．“和谐号”动车组高速行驶时，在地面上测得的其车厢长度明显变短

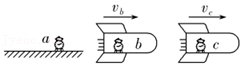
2．（海淀区校级期末）一张正方形宣传画，边长为5m，平行贴于铁路旁的广告牌上，如图所示。假设一高速列车以0.6c速度驶过，在司机看来，宣传画是（　　）



A．长4m、高5m的长方形 B．长6.25m、高5m的长方形

C．4m×4m的正方形 D．长5m、高4m的长方形

3．（宿迁月考）如图所示，a、b、c为三个完全相同的时钟，a放在水平地面上，b、c分别放在以速度vb、vc向同一方向飞行的两枚火箭上，且vb＜vc，则地面的观察者认为走得最慢的钟为（　　）



A．a B．b C．c D．无法确定

4．（郑州月考）如图所示，假设一根10cm长的梭镖以接近光速穿过一根10cm长静止的管子，它们的长度都是在静止状态下测量的。以下叙述中最好地描述了梭镖穿过管子情况的是（　　）

菁优网：http://www.jyeoo.com

A．静止的观察者看到梭镖收缩变短，因此在某个位置，管子能完全遮住梭镖

B．静止的观察者看到梭镖变长，因此在某个位置，梭镖从管子的两端伸出来

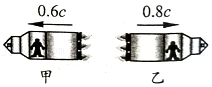
C．静止的观察者看到两者的收缩量相等，因此在某个位置，管子仍恰好遮住梭镖

D．如果梭镖和管子都以光速c相向运动，则二者的相对速度是2c

# 综合练习

**一．选择题（共10小题）**

1．（雨花台区校级月考）如图所示，甲、乙两人分别乘坐速度为0.6c和0.8c（c为真空中光速）的飞船反向运动，则下列说法正确的是（　　）



A．甲、乙两人相对速度为1.4c

B．甲观察到乙的身高变短了

C．甲观察到乙所乘坐的飞船变短

D．甲观察到乙所带的钟表显示时间变快

2．（玄武区校级月考）A、B、C是三个完全相同的时钟，A放在地面上，B、C分别放在以速度v1和v2朝同一方向飞行的两个火箭上，且v1＜v2。地面上的观察者认为走得最快的时钟是（　　）

A．A时钟 B．B时钟 C．C时钟 D．无法确定

3．（闵行区期末）牛顿运动定律适用于（　　）

A．宏观物体的高速运动 B．宏观物体的低速运动

C．微观粒子的高速运动 D．微观粒子的低速运动

4．（正安县校级月考）广东省虎门大桥全长近15km，在500m高空有一架与大桥平行匀速飞行的飞机，飞机上人员看到大桥的长度将是（　　）

A．大于15km

B．等于15km

C．小于15km

D．飞机飞行越快，大桥将变得越长

5．（绵阳期末）在地面附近有一高速飞行的宇宙飞行器，地面上的人和宇宙飞行器中的宇航员观察到的现象，正确的是（　　）

A．地面上的人观察到宇宙飞行器变短了

B．地面上的人观察到宇宙飞行器变长了

C．宇航员观察到宇宙飞行器内的时钟变慢了

D．宇航员观察到宇宙飞行器内的时钟变快了

6．（丰台区期中）下列运动中，牛顿力学规律适用的是（　　）

A．研究原子中电子的运动

B．高能粒子（速度较大）进一步加速

C．粒子接近光速的运动

D．嫦娥一号探月卫星的运动

7．（玄武区校级月考）下列运动中不能用经典力学规律描述的是（　　）

A．子弹的飞行

B．粒子接近光速的运动

C．人造卫星绕地球运动

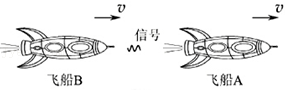
D．和谐号从南通向上海飞驰

8．（嘉定区期末）经典力学有一定的局限性。当物体以下列速度运动时，经典力学不再适用的是（　　）

A．2.5×10﹣1m/s B．2.5×102m/s

C．2.5×105m/s D．2.5×108m/s

9．（海门市校级期中）如图所示，两艘飞船A、B沿同一直线同向飞行，相对地面的速度均为v（v接近光速c）．地面上测得它们相距为L，则A测得两飞船间的距离（　　）



A．大于L B．等于L C．小于L D．不能确定

10．（宁波期末）经典力学有一定的局限性，下列情境中经典力学不适用的是（　　）

A．小朋友坐滑梯下滑 B．轮船在大海上航行

C．宇宙粒子接近光速运动 D．子弹在空中高速飞行

**二．多选题（共8小题）**

11．（江苏一模）下列说法正确的是（　　）

A．真空中的光速在不同惯性参考系中都是相同的

B．质点做简谐运动时，若位移为负值，加速度一定为正值，速度一定也为正值

C．不同色光通过三棱镜，频率越大，折射率越小，偏折角度就越小

D．医学上用激光做“光刀”来进行手术，主要是利用了激光的亮度高、能量大的特点

12．（元江县校级月考）20世纪以来，人们发现了一些新的事实，而经典力学却无法解释。经典力学只适用于解决物体的低速运动问题，不能用来处理高速运动问题；只适用于宏观物体，不适用于微观粒子。这说明（　　）

A．随着认识的发展，经典力学已成了过时的理论

B．人们对客观事物的具体认识，在广度上是有局限性的

C．不同领域的事物各有其本质与规律

D．人们应当不断扩展认识，在更广阔的领域内掌握不同事物的本质与规律

13．（淮安一模）下列说法正确的是（　　）

A．受迫振动的频率总等于振动系统的固有频率

B．波长越长的电磁波越容易发生衍射

C．利用超声波的多普勒效应，可测量心脏血液的流速

D．宇航员在相对地面高速运动的飞船里观测到地面上的钟走的较快

14．（如皋市期末）下列说法正确的是 （　　）

A．可用超声波被血液反射回来的发生变化的频率测血液流速

B．单摆在周期性外力作用下做受迫振动，其振幅与驱动力的频率无关

C．由于波长较短的光比波长较长的光更容易被大气散射，故天空看起来是蓝色的

D．一条运动的杆，其总长度比静止时的长度小

15．（山西期末）下列说法正确的是（　　）

A．机械波和电磁波都能发生干涉、衍射现象

B．海啸发生后尚未到达海岸边，沿海渔民没有反应，但狗显得烦噪不安，这是因为次声波传播速度比超声波大

C．一质点做简谐运动，质点每次通过同一位置时，其速度不一定相同，但加速度一定相同

D．光学镜头上的增透膜利用了光的干涉现象

E．在不同的惯性参考系中，光在真空中的速度都是不相同的

16．（如皋市月考）下列说法正确的是（　　）

A．单缝衍射实验中，缝越宽，条纹越亮，衍射现象越明显

B．光纤通信，医用纤维式内窥镜都利用了光的全反射原理

C．机械波传播过程中，某质点在一个周期内向前移动一个波长的距离

D．地球上的人看来，接近光速运动的飞船中的时钟变慢了

17．（合肥三模）（1）下列说法正确的是 （　　）（填正确答案标号。选对1个得2分，选对2个得4分，选对3个得5分。每选错1个扣3分，最低得分为0分）

A．单摆在周期性外力作用下做受迫振动，其振动周期与单摆的摆长无关

B．机械波传播方向上各质点的振动周期与波源的振动周期相同

C．能产生衍射现象的条件是障碍物或孔的尺寸与波长相差不多或比波长小

D．黑洞之所以不能被看到任何光射出，是因为黑洞巨大的引力使环绕其运动的物体速度超过了光速

E．地面上的人观测到的一高速飞行的火箭长度要比火箭上的人观测到的要短一些

18．（南京三模）下列说法正确的是（　　）

A．物体做受迫振动时的频率、振幅都与其固有频率无关

B．波在传播过程中，介质中的质点一个周期内向前传播的距离是一个波长

C．在接近光速离开地球的飞行器里的人认为，地球上人的新陈代谢变慢了

D．频率越低的声波，越容易发生衍射现象

**三．填空题（共5小题）**

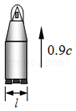
19．（盐城四模）甲乘坐速度为0.9c（c为光速）的宇宙飞船追赶正前方的乙，乙的飞行速度为0.5c，甲向乙发出一束光进行联络，则乙观测到光速是　 　（选填“c”“1.4c”或“1.9c”）；地面上的观察者发现甲的手表示数比乙的手表示数变化　 　（选填“慢了”“快了”或“相同”）。

菁优网：http://www.jyeoo.com

20．（广陵区校级模拟）我们想象这样一幅图景：一列火车以接近光速从观察者身边飞驰而过，火车里的观察者看到沿铁路电线杆距离　 　（填“变大”、“变小”、“不变”），而地面上的观察者看到火车车窗的高度　 　（填“变大”、“变小”、“不变”）．

21．（宿迁一模）地球与月球相距为L0，若飞船以接近光速的速度v经过地球飞向月球，地面上的人测得飞船经过t1时间从地球到达月球，在飞船内宇航员测得飞船经过t2时间从地球到达月球，则t1　 　（选填“＞”“＝”或“＜”）t2；在飞船内宇航员测得地球、月球相距为L，则L　 　（选填“＞”“＝”或“＜”）L0。

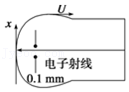
22．（盐城三模）如图所示，宽度为l的宇宙飞船沿其长度方向以0.9c（c为真空中的光速）远离地球，地球上的人看到宇宙飞船宽度　 　（选填“大于”“等于”或“小于”）l．飞船和地面上各有一只铯原子钟，地球上的人观察到　 　（选填“飞船上钟较快”“地面上钟较快”或“两只钟一样快”）。



23．（江苏一模）一列长为L的列车以速度0.5c相对地面运动，地面上的人测得该列车的长度为L′．则L′　 　L（填“＞”、“＜”或“＝”）。地面上的人测得，列车上的时钟比地面上的时钟要　 　（填“快”或“慢”）。

**四．计算题（共2小题）**

24．如图所示为示波管示意图，电子的加速电压U＝104V，打在荧屏上电子的位置确定在0.1mm范围内，可以认为令人满意，则电子的速度是否可以完全确定？是否可以用经典力学来处理？（电子的质量m＝9.1×10﹣31kg）



25．如图所示，A、B、C是三个完全相同的时钟，A放在地面上，B、C分别放在以速度vB和vC朝同一方向飞行的两枚火箭上，且vB＜vC．地面上的观察者认为哪个时钟走得最慢？哪个时钟走得最快？

