## 学案7　经典力学的局限性

[目标定位] 1.了解经典力学的发展历程和伟大成就.2.认识经典力学的局限性和适用范围.3.初步了解微观和高速世界中的奇妙现象.4.知道相对论、量子力学和经典力学的关系.



一、经典力学的成就

1.经典力学的基础是牛顿运动定律.牛顿运动定律和万有引力定律在宏观、低速、弱引力的广阔区域，包括天体力学的研究中，经受了实践的检验，取得了巨大的成就.

2.牛顿运动三定律和万有引力定律把天体的运动与地面上物体的运动统一起来，是人类对自然界认识的第一次大综合，是人类认识史上的一次重大飞跃.

二、从低速到高速

[问题设计]

1.在经典力学和狭义相对论中，物体的质量有何不同？

答案　在经典力学中，物体的质量不随运动状态的改变而改变，而在狭义相对论中，质量要随着物体运动速度的增大而增大.

2.在经典力学和狭义相对论中，位移和时间的测量结果在不同参考系中有何区别？

答案　在经典力学中，同一过程的位移和时间的测量结果在不同参考系中是相同的；在狭义相对论中，同一过程的位移和时间的测量结果在不同参考系中是不同的.

[要点提炼]

1.低速与高速的概念

(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.速度对质量的影响

(1)在经典力学中，物体的质量不随运动状态的改变而改变.

(2)爱因斯坦的狭义相对论指出，物体的质量随速度的增大而增大，即*m*＝，其中*m*0是物体静止时的质量，*m*是物体速度为*v*时的质量，*c*是真空中的光速.在高速运动时，质量的测量结果是与运动状态密切相关的.

3.速度对物理规律的影响

(1)经典力学认为位移和时间的测量结果都与参考系无关.相对论认为，同一过程的位移和时间的测量与参考系有关，在不同的参考系中是不同的.

(2)对于低速运动问题，一般用经典力学规律来处理.对于高速运动问题，经典力学已不再适用，需要用相对论知识来处理.

三、从宏观到微观

[问题设计]

经典力学的适用范围是什么？

答案　适用于宏观世界、低速运动.

[要点提炼]

1.在经典力学中，物体的粒子性和波动性是对立的、不相容的，而电子、质子、中子等微观粒子不仅具有粒子性同时还具有波动性，它们的运动规律不能用经典力学来说明，量子力学能很好地描述微观粒子的运动规律.

2.相对论和量子力学的出现，说明人类对自然界的认识更加广泛和深入，而不表示经典力学失去了意义.它只是使人们认识到经典力学有它的适用范围：只适用于宏观世界，不适用于微观世界，只适用于低速运动，不适用于高速运动.

四、从弱引力到强引力

[问题设计]

1.经典力学与行星轨道的矛盾是什么？

答案　按牛顿的万有引力定律推算，行星应该沿着一些椭圆做周期性运动，而天文观测表明，行星的轨道并不是严格闭合的，它们的近日点在不断地旋进，如水星的运动.

2.由经典力学与行星轨道的矛盾说明了什么？

答案　经典力学只适用于弱引力场，而不适用于强引力场.

3.归纳牛顿万有引力定律与爱因斯坦引力理论的主要差异.

答案　牛顿万有引力定律与爱因斯坦引力理论的主要差异：

(1)行星的运动，在近日点和远日点，引力的变化规律不完全相同，导致轨道不闭合、近日点旋进.

(2)牛顿的万有引力定律认为：物体的半径减小时，其表面上的万有引力与半径的二次方成反比地增大，对于半径接近于零的物体，其表面上的万有引力接近于无穷大.

爱因斯坦引力理论认为：物体的半径减小时，其表面上的万有引力比“平方反比”规律增大得快，引力趋于无穷大发生在接近一个“引力半径”的时候.

只要天体的实际半径远大于它们的引力半径，那么由爱因斯坦引力理论和牛顿引力理论计算出的引力的差异并不很大，但当天体的半径接近引力半径时，这种差异将急剧增大，也就是说，在强引力的情况下，牛顿引力理论将不再适用.

4.经典力学和相对论及量子力学的关系如何？

答案　经典力学是相对论及量子力学在一定条件下的特例，它包含于相对论和量子力学中，相对论和量子力学的建立并没有否定经典力学.

[要点提炼]

1.1915年，爱因斯坦创立了广义相对论，这是一种新的时空与引力的理论.在强引力的情况下，牛顿的引力理论不再适用.

2.经典力学的适用范围

(1)经典力学有它的适用范围：只适用于低速运动，不适用于高速运动；只适用于宏观世界，不适用于微观世界；只适用于弱引力情况，不适用于强引力情况.

(2)对于高速运动(速度接近真空中的光速)，需要应用爱因斯坦的相对论.当物体的运动速度远小于真空中的光速时，相对论物理学与经典物理学的结论没有区别.

(3)对于微观世界，需要应用量子力学.当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.

(4)对于强引力情况，需要应用爱因斯坦引力理论.当天体的实际半径远大于它们的引力半径时，爱因斯坦引力理论和牛顿万有引力定律计算出的力的差异并不很大.



一、对经典力学和狭义相对论的认识

F:\2015赵瑊\同步\物理\人教必修2\word\左括.tif例1F:\2015赵瑊\同步\物理\人教必修2\word\右括.tif　下列服从经典力学规律的是(　　)

A.自行车、汽车、火车、飞机等交通工具的运动

B.发射导弹、人造卫星、宇宙飞船

C.物体运动的速率接近于真空中的光速

D.地壳的变动

解析　经典力学适用于宏观、低速运动的物体，所以A、B、D正确；当物体的运动速率接近于光速时，经典力学就不适用了，故C错误.

答案　ABD

F:\2015赵瑊\同步\物理\人教必修2\word\左括.tif例2F:\2015赵瑊\同步\物理\人教必修2\word\右括.tif　关于经典力学和狭义相对论，下列说法中正确的是(　　)

A.经典力学只适用于低速运动，不适用于高速运动(速度接近于真空中的光速)

B.狭义相对论只适用于高速运动(速度接近于真空中的光速)，不适用于低速运动

C.经典力学既适用于低速运动，也适用于高速运动(速度接近于真空中的光速)

D.狭义相对论既适用于高速运动(速度接近于真空中的光速)，也适用于低速运动

解析　经典力学只适用于低速运动，不适用于高速运动，狭义相对论是普遍适用的，故A、D项正确.

答案　AD

二、对质量和速度关系的认识

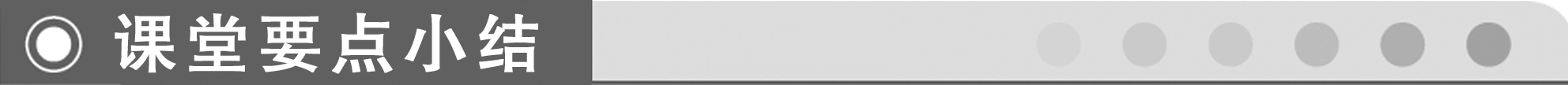
F:\2015赵瑊\同步\物理\人教必修2\word\左括.tif例3F:\2015赵瑊\同步\物理\人教必修2\word\右括.tif　一个原来静止的电子，经高压加速后速度为*v*＝6×106 m/s.问电子的质量是增大了还是减小了？改变了百分之几？

解析　根据爱因斯坦的狭义相对论得，运动后的质量增大了，且

*m*＝＝≈1.000 2*m*0

所以改变的百分比为×100%＝0.02%.

答案　增大了　0.02%



经典力学的局限性



1.(对经典力学的认识)下列说法正确的是(　　)

A.牛顿运动定律就是经典力学

B.经典力学的基础是牛顿运动定律

C.牛顿运动定律可以解决自然界中所有的问题

D.经典力学可以解决自然界中所有的问题

答案　B

解析　经典力学并不等于牛顿运动定律，牛顿运动定律只是经典力学的基础；经典力学并非万能的，也有其适用范围，并不能解决自然界中所有的问题，没有哪个理论可以解决自然界中所有的问题.因此只有B项正确.

2.(对质量和速度关系的认识)电子的静止质量为*m*e，加速后的电子相对实验室的速度是*c*(*c*为光速)，在实验室中观察到的加速后电子的质量是多大？

答案　1.67*m*e

解析　*m*＝＝≈1.67*m*e，



题组一　对经典力学的认识

1.关于经典力学的伟大成就，下列论述正确的是(　　)

A.经典力学第一次实现了对自然界认识的理论大综合

B.经典力学第一次预言了宇宙中黑洞的存在

C.经典力学第一次向人们展示了时间的相对性

D.人们借助于经典力学中的研究方法，建立了完整的经典物理学体系

答案　AD

解析　经典力学把天上物体和地面上物体的运动统一起来，从力学上证明了自然界的多样性的统一，第一次实现了人类对自然界认识的理论大综合.在研究方法上，人们把经典力学中行之有效的实验与数学相结合的方法推广到物理学的各个分支上，相继建立了热学、声学、光学、电磁学等，形成了完整的经典物理学体系.综上所述，应选A、D.

2.关于经典力学的局限性，下列说法正确的是(　　)

A.经典力学没有局限性

B.经典力学的应用受到物体运动速度的限制，当物体运动的速度接近于真空中的光速时，经典力学就不适用了

C.经典力学不适用于微观领域中的物质结构和能量不连续的现象

D.经典力学中的“时间和空间分离”的观点不对

答案　BCD

解析　经典力学仅适用于宏观、低速运动的物体，当物体运动的速度接近于真空中的光速时，经典力学就不再适用了，B对；经典力学无法解释微观领域中的物质结构和能量不连续的现象，C对；同样D也对.

3.20世纪以来，人们发现了一些新的事实，而经典力学无法解释.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

答案　BCD

解析　人们对客观世界的认识，要受到他所处时代的客观条件和科学水平的制约，所以形成的看法也都具有一定的局限性，人们只有不断地扩展自己的认识，才能掌握更广阔领域内的不同事物的本质与规律；新的科学的诞生，并不意味着对原有科学的全盘否定.所以A错，B、C、D对.

4.牛顿运动定律不适用于下列哪些情况(　　)

A.研究原子中电子的运动

B.研究“神舟”十号飞船的高速发射

C.研究地球绕太阳的运动

D.研究飞机从北京飞往纽约的航线

答案　A

解析　牛顿力学属于经典力学的研究范畴，适用于宏观、低速运动的物体，要注意到低速和高速的标准是相对于光速而言的，则可判定牛顿运动定律适用于B、C、D中描述的运动，而A不适用.

题组二　对三种理论关系的认识

5.下列关于经典力学和相对论的说法，正确的是(　　)

A.经典力学和相对论是各自独立的学说，互不相容

B.相对论是在否定了经典力学的基础上建立起来的

C.相对论和经典力学是两种不同的学说，二者没有联系

D.经典力学包含于相对论之中，经典力学是相对论的特例

答案　D

解析　相对论的建立并没有否定经典力学，而是认为经典力学是相对论在一定条件下的特殊情形.所以A、B、C不对，D正确.

6.关于经典力学、狭义相对论和量子力学，下列说法中正确的是(　　)

A.狭义相对论和经典力学是相互对立、互不相容的两种理论

B.在物体高速运动时，物体的运动规律服从狭义相对论理论，在低速运动时，物体的运动规律服从牛顿运动定律

C.经典力学适用于宏观物体的运动，量子力学适用于微观粒子的运动

D.不论是宏观物体，还是微观粒子，经典力学和量子力学都是适用的

答案　BC

解析　相对论并没有否定经典力学，而是认为经典力学是相对论理论在一定条件下的特殊情形，A错；经典力学适用于宏观物体的低速运动，对于微观粒子的高速运动问题，经典力学不再适用.但相对论、量子力学适用，故B、C对，D错.

7.下面说法中正确的是(　　)

A.当物体运动速度远小于光速时，相对论物理学和经典物理学的结论没有区别

B.当物体运动速度接近光速时，相对论物理学和经典物理学的结论没有区别

C.当普朗克常量*h*(6.63×10－34 J·s)可以忽略不计时，量子力学和经典力学的结论没有区别

D.当普朗克常量*h*(6.63×10－34 J·s)不能忽略不计时，量子力学和经典力学的结论没有区别

答案　AC

解析　经典力学可以认为是相对论物理学在低速、宏观状态下的特例，因此正确的选项为A、C.

题组三　对质量和速度关系的认识

8.对于公式*m*＝，下列说法中正确的是(　　)

A.式中的*m*0是物体以速度*v*运动时的质量

B.当物体的运动速度*v*>0时，物体的质量*m*>*m*0，即物体的质量改变了，故经典力学不再适用

C.当物体以较小速度运动时，质量变化十分微弱，经典力学理论仍然适用，只有当物体以接近光速的速度运动时，质量变化才明显，故经典力学适用于低速运动，而不适用于高速运动

D.通常由于物体的运动速度很小，故质量的变化引不起我们的感觉.在分析地球上物体的运动时，不必考虑质量的变化

答案　CD

解析　公式中*m*0是物体的静止质量，*m*是物体以速度*v*运动时的质量，A错.由公式可知，只有当*v*接近光速时，物体的质量变化才明显，一般情况下物体的质量变化十分微小，故经典力学仍然适用，故B错，C、D正确.

9.在日常生活中，我们并没有发现物体的质量随物体运动速度的变化而变化，其原因是(　　)

A.运动中的物体，其质量无法测量

B.物体的速度远小于光速，质量变化极小

C.物体的质量太大

D.物体质量并不随速度变化而变化

答案　B

解析　根据狭义相对论*m*＝可知，在宏观物体的运动中，*v*≪*c*，所以*m*变化不大，而不是因为质量太大或无法测量.

10.在粒子对撞机中，有一个电子经过高电压加速，速度达到0.5*c*，则此时电子的质量变为静止时的多少倍.

答案　1.155

解析　由于电子的速度接近光速，所以质量变化明显，根据爱因斯坦狭义相对论中运动质量与静止质量的关系得*m*＝＝≈1.155*m*0.