6　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．知道经典力学的局限性和适用范围．

3．知道质量与速度的关系，知道高速运动中物体的质量不再是恒定的．



一、从低速到高速

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、弱引力的广阔领域，包括天体力学的研究中，取得了巨大的成就．

2．狭义相对论阐述的是物体以接近光的速度运动时所遵从的规律．

3．在经典力学中，物体的质量是不变的，而狭义相对论指出，质量要随物体运动速度的增大而增大，即*m*＝，两者在速度远小于光速的条件下是统一的．

4．经典力学认为位移和时间的测量与参考系无(填“有”或“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，在不同的参考系中测量结果不同．

想一想　对于高速运动的物体，它的质量随着速度的增加怎样变化？

答案　在经典力学中，一个物体的质量在任何时候都不变，但在相对论中，某物体的质量随着速度的增加而变大．

二、从宏观到微观

1．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，量子力学能够正确地描述微观粒子的运动规律．

2．经典力学只适用于宏观、低速运动，不适用于微观、高速运动．

想一想　牛顿第二定律属经典力学理论，它在高速世界还适用吗？

答案　不再适用．在高速世界中，物体的质量随着速度的增加而变大，物体的加速度不一定与它所受的外力成正比，牛顿第二定律不再适用．

三、从弱引力到强引力

1．1915年，爱因斯坦创立了广义相对论．在强引力的情况下，牛顿的引力理论不再适用．

2．当物体的运动速度远小于光速*c*(3×108 m/s)时，相对论物理学与经典物理学的结论没有区别；当另一个重要常数即“普朗克常量”(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．

想一想　相对论与量子力学的出现是否否定了经典力学？

答案　相对论与量子力学的出现，说明人类对自然界的认识更加广泛和深入，而不表示经典力学已失去了意义，它只是使人们认识到经典力学有它的适用范围，经典力学是相对论与量子力学的特例．



一、对经典力学的认识

1．成就：

经典力学是以牛顿运动定律为核心的矢量力学，有时也泛指描述低速、宏观物体机械运动的经典力学体系．经典力学的建立标志着近代自然科学的诞生，形成了一个以实验为基础，以数学为表达形式的力学科学体系．

2．运用范围：在弱引力的情况下，牛顿引力理论适用；在强引力的情况下，牛顿引力理论不再适用．低速运动的宏观物体，经典力学适用；而高速微观领域，经典力学不再适用，需要用相对论知识来处理．

3．低速与高速：通常所见物体的运动皆为低速运动，如行驶的汽车、发射的导弹、人造地球卫星及宇宙飞船等，速度可以与光速相接近的速度称为高速．

【例1】　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，一般不适用于微观粒子，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所处的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来科学的全盘否定，只能认为过去的科学是新的科学在一定条件下的特殊情形．

【例2】　以下说法正确的是(　　)

A．经典力学理论普遍适用，大到天体，小到微观粒子均适用

B．经典力学理论具有一定的局限性

C．在经典力学中，物体的质量不随运动状态改变而改变

D．相对论和量子力学否定了经典力学理论

答案　BC

解析　经典力学理论具有一定的局限性，它只适用于低速、宏观物体的运动，选项A错误，B正确；在经典力学中，物体的质量不随运动状态的改变而改变，即物体的质量和物体运动的速度无关，选项C正确；相对论和量子力学并没有否定过去的科学，而是认为经典力学理论是在一定条件下的特殊情形，选项D错误．

二、对质量和速度关系的认识

质量是物体的固有属性，是相对不变的，这一结论成立的前提是物体做低速运动，但当物体的速度接近光速时，物体的运动质量*m*与静止质量*m*0可能存在较大差别．当物体运动的速度为*v*时，其运动质量*m*＝.

【例3】　一个原来静止的电子，经电场加速后速度为*v*＝6×106 m/s.问电子的质量增大了还是减小了？改变了百分之几？

答案　增大了0.02 %

解析　根据爱因斯坦的狭义相对论*m*＝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 %.

针对训练　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\_\_\_\_\_\_\_\_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.



1．下列说法中正确的是 (　　)

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，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．因此只有搞清牛顿运动定律和经典力学的隶属关系，明确经典力学的适用范围，才能正确解决此类问题，所以选B.

2．牛顿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”七号飞船的高速发射

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，并注意到低速和高速的标准是相对于光速，可判定牛顿定律适用于B、C、D中描述的运动，而A不适用．

对质量和速度关系的认识

3．日常生活中，我们并没发现物体的质量随物体运动的速度变化而变化，其原因是 (　　)

A．运动中物体无法称量质量

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．物体的质量不随速度的变化而变化

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，而不是因为物体的质量太大或无法测量，也不是因为质量不随速度的变化而变化，正确选项是B.

4．如果真空中的光速为*c*＝3.0×108 m/s，当一个物体的运动速度为*v*1＝2.4×108 m/s时，质量为3 kg.当它的速度为1.8×108 m/s时，质量为多少？

答案　2.25 kg

解析　根据狭义相对论，*m*＝，由题意知

*m*1＝，*m*2＝

所以＝＝＝，

所以*m*2＝*m*1＝2.25 kg.



(时间：60分钟)

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物质结构和能量不连续的现象

D．经典力学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物质结构和能量不连续的现象，C对；同样D也对．

3．经典力学不能适用于下列哪些运动 (　　)

A．火箭的发射

B．宇宙飞船绕地球的运动

C．“勇气号”宇宙探测器的运动

D．以99%倍光速运行的电子束

答案　D

解析　经典力学在低速运动的广阔领域(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，但在高速领域不再适用，故选项A、B、C适用．

4．继哥白尼提出“太阳中心说”、开普勒提出行星运动三定律后，牛顿站在前人的肩膀上，创立了经典力学，揭示了包括行星在内的宏观物体的运动规律；爱因斯坦既批判了牛顿力学的不足，又进一步发展了牛顿的经典力学，创立了相对论，这说明 (　　)

A．世界无限扩大，人不可能认识世界，只能认识世界的一部分

B．人的意识具有能动性，能够正确地反映客观世界

C．人对世界的每一个正确认识都有局限性，需要发展和深化

D．每一个认识都可能被后人推翻，人不可能获得正确的认识

答案　BC

解析　发现总是来自于认识的过程，爱因斯坦的相对理论并没有否定经典力学，而是对牛顿力学理论的发展和深化，但也有人正在向爱因斯坦理论挑战，故A、D错误，B、C正确．

5．下列说法正确的是 (　　)

A．经典力学中物体的质量是不变的

B．经典力学中的时间和空间是独立于物体及其运动的

C．万有引力定律适用于强作用力

D．物体的速度可以是任意值

答案　AB

6．通过一个加速装置对电子加一很大的恒力，使电子从静止开始加速，则对这个加速过程，下列描述正确的是 (　　)

A．根据牛顿第二定律，电子将不断做匀加速直线运动

B．电子先做匀加速直线运动，后以光速做匀速直线运动

C．电子开始近似于匀加速直线运动，后来质量增大，牛顿运动定律不再适用

D．电子是微观粒子，整个加速过程根本就不能用牛顿运动定律解释

答案　C

解析　电子在加速装置中由静止开始加速，开始阶段速度较低，远低于光速，此时牛顿运动定律基本适用，可以认为在它被加速的最初阶段，它做匀加速直线运动．随着电子的速度越来越大，接近光速时，相对论效应越来越大，质量加大，它不再做匀加速直线运动，牛顿运动定律不再适用．

题组二　对经典力学与狭义相对论、量子力学关系的认识

7．物理学的发展丰富了人类对物质世界的认识，推动了科学技术的创新和革命，促进了物质生产的繁荣与人类文明的进步．下列表述正确的是 (　　)

A．牛顿发现了万有引力定律

B．牛顿通过实验证实了万有引力定律

C．相对论的创立表明经典力学已不再适用

D．爱因斯坦建立了狭义相对论，把物理学推广到高速领域

答案　AD

解析　万有引力定律是牛顿发现的，但在实验室里加以验证是卡文迪许进行的，A对，B错；相对论并没有否定经典力学，经典力学对于低速、宏观物体的运动仍适用，C错；狭义相对论的建立，是人类取得的重大成就，从而把物理学推广到高速领域，D对．

8．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

答案　AD

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．

9．下列说法中正确的是 (　　)

A．经典力学适用于任何情况下的任何物体

B．狭义相对论否定了经典力学

C．量子力学能够描述微观粒子运动的规律性

D．万有引力定律也适用于强相互作用力

答案　C

解析　经典力学只适用于宏观、低速、弱引力的情况，故A项是错误的；狭义相对论没有否定经典力学，在宏观低速情况下，相对论的结论与经典力学没有区别，故B项是错误的；量子力学正确描述了微观粒子运动的规律性，故C项是正确的；万有引力定律只适用于弱相互作用力，而对于强相互作用力是不适用的，故D项是错误的．

题组三　对质量和速度关系的认识

10．对于公式*m*＝，下列说法中正确的是 (　　)

A．公式中的*m*0是物体以速度*v*运动时的质量

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

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

D．通常由于物体的速度太小，质量的变化不能引起我们的感觉，在分析地球上物体的运动时，不必考虑质量变化

答案　CD

解析　公式中的*m*0是物体的静止质量，在*v*远小于光速时，经典力学依然成立，故A、B错，C、D对．

11．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电子的质量是多大？

答案　1.67*m*e

解析　*m*＝＝＝1.67*m*e，即以*c*运动的电子的质量约是电子静止质量的1.67倍．

12．一个静止质量*m*0＝1 kg的物体，与地球一起绕太阳公转的速度为30 m/s，在相应的惯性参考系中，观测者测得该物体的质量为多少？

答案　1.000 000 05 kg

解析　根据狭义相对论，*m*＝

*m*＝ kg＝1.000 000 05 kg.