## 能量量子化

## 知识点：能量量子化

一、热辐射

1．概念：一切物体都在辐射电磁波，且辐射与物体的温度有关，所以叫热辐射．

2．特点：温度升高时，热辐射中波长较短的成分越来越强．

3．黑体：能够完全吸收入射的各种波长的电磁波而不发生反射．

二、能量子

1．概念：振动着的带电微粒的能量只能是某个最小能量值的整数倍，这个最小的能量值*ε*叫能量子．

2．大小：*ε*＝*hν*，其中*h*＝6.63×10－34 J·s.

3．爱因斯坦光子说：光是由一个个不可分割的能量子组成，能量大小为*hν*，光的能量子称作光子．

三、能级

原子的能量是量子化的，量子化的能量值叫能级．

原子从高能级向低能级跃迁时放出光子，光子的能量等于前后两个能级之差.

## 技巧点拨

一、热辐射　能量子

1．普朗克的能量子概念

(1)能量子：普朗克认为微观世界中带电粒子的能量是不连续的，只能是某一最小能量值的整数倍，当带电粒子辐射或吸收能量时，也只能以这个最小能量值为单位一份一份地吸收或辐射，这样的一份最小能量值*ε*叫作能量子，*ε*＝*hν*，其中*h*叫作普朗克常量，实验测得*h*＝6.63×10－34 J·s，*ν*为电磁波的频率．

(2)能量的量子化：在微观世界中能量不能连续变化，只能取分立值，这种现象叫作能量的量子化．量子化的基本特征就是在某一范围内取值是不连续的，即相邻两个值之间有一定距离．

2．爱因斯坦的光子说

光不仅在发射和吸收时能量是一份一份的，而且光本身就是由一个个不可分割的能量子组成的，这些能量子被称为光量子，简称光子．频率为*ν*的光子的能量为*ε*＝*hν*.

二、能级

1．原子的能量是量子化的，量子化的能量值叫能级．

2．原子从高能级向低能级跃迁时放出光子，光子的能量等于前后两个能级之差．

3．放出的光子的能量是分立的，所以原子的发射光谱是一些分立的亮线．

## 例题精练

1．（宝鸡期末）以下宏观概念中，哪些是“量子化”的（　　）

A．物体的质量 B．物体的带电荷量

C．物体的动量 D．物体的温度

【分析】明确量子化的基本内容，知道所谓量子化就是指数据是分立的不连续的，即一份一份的。

【解答】解：所谓“量子化”一定是不连续的，是一份一份的，题中给出的选项中只有物体的带电荷量是一份一份的，其它均可以是连续的，故只有B为量子化，故ACD错误，B正确。

故选：B。

【点评】本题考查量子化的基本内容，要明确量子化在高中要求较低，只需明确量子化的定义即可。

## 随堂练习

1．（诸暨市校级期中）以下物理量中，谁属于“量子化”？（　　）

A．温度计测量的温度 B．天平测量的质量

C．人所感受到的时间 D．油滴所带电荷量

【分析】所谓量子化就是指数据是分立的不连续的，即一份一份的。

【解答】解：A、温度是可以连续改变的物理量，非量子化的，故A错误；

B、质量是可以连续改变的物理量，非量子化的，故B错误；

C、时间是可以连续改变的物理量，非量子化的，故C错误；

D、油滴所带电荷量是元电荷的整数倍，不连续，是量子化的，故D正确；

故选：D。

【点评】本题考查对量子化的认识，明确量子化在高中要求较低，只需明确量子化的定义即可。

# 综合练习

**一．选择题（共15小题）**

1．（浙江）2020年12月我国科学家在量子计算领域取得了重大成果，构建了一台76个光子100个模式的量子计算机“九章”，它处理“高斯玻色取样”的速度比目前最快的超级计算机“富岳”快一百万亿倍。关于量子，下列说法正确的是（　　）



A．是计算机运算的一种程序

B．表示运算速度的一个单位

C．表示微观世界的不连续性观念

D．类似于质子、中子的微观粒子

【分析】量子是不可分割的最小的单元；能量子是表示能量的最小单元；量子表示微观世界的不连续性；量子不是实物粒子。

【解答】解：A、量子不是计算机的程序，量子是不可分割的最小的单元，故A错误；

B、量子最早由普朗克于1900年提出，普朗克假设物体发射出电磁辐射能量是一份一份的，其中每一份被他称作能量子，电磁辐射能量是其整数倍，所以量子是表示能量的单元，而非运算速度的单位，故B错误；

C、量子是不可分割的最小的单元，表示微观世界的不连续性，即通常所说的“量子化”，故C正确；

D、量子不是实物粒子，不是像质子、中子那样的微观粒子，故D错误。

故选：C。

【点评】本题以2020年12月我国科学家在量子计算领域取得了重大成果为情景载体，考查了量子化现象，要明确事物是不连续的，一份一份的。

2．（镇沅县校级期末）以下宏观概念中，哪些是“量子化”的（　　）

A．物体的质量 B．物体的动量

C．导体中的电流 D．东北虎的个数

【分析】明确量子化的基本内容，知道所谓量子化就是指数据是分立的不连续的，即一份一份的。

【解答】解：所谓“量子化”一定是不连续的，是一份一份的，题中给出的选项中只有东北虎的个数是一份一份的，故只有D为量子化，故ABC错误，D正确。

故选：D。

【点评】本题考查量子化的基本内容，要明确量子化在高中要求较低，只需明确量子化的定义即可。

3．（玉树州二模）第26届国际计量大会于2020年11月通过决议，正式更新了千克、安培、开尔文和摩尔四个基本单位的定义，国际测量界的百年夙愿终于实现﹣﹣国际测量体系将全部建立在基本物理常数上，大大提高了计量的稳定性和精确性。比如，最受关注的“千克”，不再以具体实物的质量来定义，而将以量子力学中的普朗克常数h为基准，经过一系列物理换算，算出质量。已知普朗克常数与频率的乘积可以表示能量，下列属于用国际单位制的基本单位来表示普朗克常数h单位的是（　　）

A．J/s B．kg•m2/s C．kg•m2/s3 D．N•m•s

【分析】由公式E＝hv，结合能量E、频率v的单位进行求解。

【解答】解：根据公式E＝hv，因能量E的单位为J，频率v的单位为s﹣1，那么普朗克h单位：菁优网-jyeoo，

因单位牛顿不是国际单位制的基本单位，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】本题考查了普朗克单位，解题关键是熟练计算公式及各物理量的单位，再进行单位制的换算。

4．（昌平区期末）以下宏观概念中，属于“量子化”的是（　　）

A．物体的长度 B．物体所受的重力

C．物体的动能 D．人的个数

【分析】所谓量子化就是指数据是分立的不连续的，即一份一份的。

【解答】解：人的个数的数量只能取正整数，不能取分数或小数，因而是不连续的，是量子化的。

长度、力以及动能的数值都可以取小数或分数，甚至取无理数也可以，因而是连续的，非量子化的。故D正确ABC错误。

故选：D。

【点评】本题考查对量子化的认识，明确量子化在高中要求较低，只需明确量子化的定义即可。

5．（永昌县校级期中）下列各种说法中错误的是（　　）

A．普朗克在研究黑体的热辐射问题中提出了能量子假说

B．一束光照射到某种金属上不能发生光电效应，是因为该束光的照射时间太短

C．在光的单缝衍射实验中，狭缝越窄，光子动量的不确定量越大

D．任何一个运动物体都与一种波相对应，这就是物质波，物质波是概率波

【分析】（1）根据物理学史的知识，结合普朗克在研究黑体的热辐射问题中提出了能量子假设即可正确解答；

（2）每种金属都有一个极限频率，入射光的频率必须大于极限频率才能产生光电效应；

（3）根据不确定关系△p•△x＝菁优网-jyeoo可判断光子动量的不确定量与狭缝关系；

（4）任何一个运动着的物体，小到微观粒子大到宏观物体都有一种波与它对应，其波长λ＝菁优网-jyeoo，p为运动物体的动量，h为普朗克常量。

【解答】解：A、普朗克在研究黑体的热辐射问题中提出了能量子假说，故A正确；

B、一束光照射到某种金属上不能发生光电效应，是因为该束光的频率小于极限频率，故B错误；

C、根据不确定关系△p•△x＝菁优网-jyeoo知，狭缝越窄，光子动量的不确定量越大。故C正确；

D、无论是大到太阳、地球，还是小到电子、质子，都与一种波相对应，这就是物质波，物质波是概率波，故D正确；

本题选错误的，故选：B。

【点评】该题考查物理知识综合应用，解决这一类题目的关键是理清原子物理学史实，记住并理解相关的科学成就。

6．（沙坪坝区校级期中）以下宏观概念中，哪些是“量子化”的（　　）

A．物体的长度 B．人的个数

C．物体的动能 D．物体所受的重力

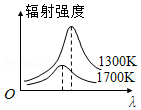
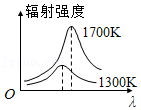
【分析】明确量子化的定义：所谓量子化就是指数据是分立的不连续的，即一份一份的。

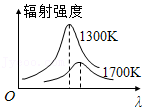
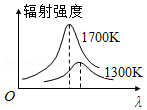
【解答】解：人的个数是“量子化”的；而物体的长度、物体的动能以及物体所受的重力，都不是“量子化”的，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】本题考查对量子化的掌握，对于量子化问题高中要求很低，明确量子的意义即可。

7．（葫芦岛一模）普朗克在研究黑体辐射的基础上，提出了量子理论，下列关于描绘两种温度下黑体辐射强度与波长关系的图中，符合黑体符合实验规律的是（　　）

A． B．

C． D．

【分析】黑体辐射的实验规律为：温度越高，辐射越强，温度越高，辐射的电磁波的波长越短。由此分析。

【解答】解：AC、黑体辐射以电磁辐射的形式向外辐射能量，温度越高，辐射越强越大，故A、C错误。

BD、黑体辐射的波长分布情况随温度变化而改变，温度越高，辐射的电磁波的波长越短，辐射强度的极大值向波长缩短的方向移动，故B错误，D正确。

故选：D。

【点评】要顺利解决本题，一定要深刻理解并记牢教材的基本的内容，这是我们学好物理的捷径。

8．（海淀区模拟）首次提出“微观粒子的能量是量子化的”这一观念，与下列物理常量相关的是（　　）

A．引力常量G B．普朗克常量h

C．静电力常量k D．阿伏加德罗常数NA

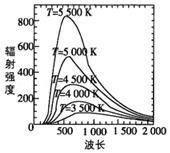
【分析】根据物理学史和常识解答，记住著名物理学家的主要贡献即可。

【解答】解：首次提出“微观粒子的能量是量子化的”这一观念，是普朗克的出的，并且这一观念只与普朗克常量h相关。故B正确ACD错误。

故选：B。

【点评】本题考查量子物理部分的物理学史，是常识性问题，对于物理学上重大发现、发明、著名理论要加强记忆，这也是考试内容之一。

9．（抚顺期末）如图为黑体辐射的强度与波长的关系图象，从图象可以看出，随着温度的升高，则（　　）



A．各种波长的辐射强度都有减少

B．只有波长短的辐射强度增加

C．辐射电磁波的波长先增大后减小

D．辐射强度的极大值向波长较短的方向移动

【分析】黑体辐射的强度与波长的关系图象，纵坐标表示辐射强度，横坐标表示波长，直接由图象分析即可得出。

【解答】解：A、B、C、D、由图象可以看出，随着温度的升高，各种波长的辐射强度都有增加，没有辐射强度减小的，且辐射强度的极大值向波长较短的方向移动，故ABC错误，D正确。

故选：D。

【点评】通过黑体辐射的强度与波长的关系图象，考生应牢记两大特点：①随着温度的升高，各种波长的辐射强度都有增加；②随着温度的升高，辐射强度的极大值向波长较短的方向移动。

10．（商丘期中）以下宏观概念中，哪些是“量子化”的（　　）

A．学生的个数 B．物体的质量 C．物体的动量 D．木棒的长度

【分析】所谓量子化就是指数据是分立的不连续的，即一份一份的。

【解答】解：A、学生的人数的数值只能取正整数，不能取分数或小数，因而是不连续的，是量子化的。故A正确；

BCD、物体的质量、物体的动量以及木棒的长度的数值都可以取小数或分数，甚至取无理数也可以，因而是连续的，非量子化的。故BCD错误。

故选：A。

【点评】量子化在高中要求较低，只需明确量子化的定义即可。

11．（高安市校级期末）以下宏观概念中，哪些是“量子化”的（　　）

A．物体的带电荷量 B．物体的质量

C．物体的动量 D．学生的温度

【分析】明确量子化的基本内容，知道所谓量子化就是指数据是分立的不连续的，即一份一份的。

【解答】解：A、物体的带电荷量只能是元电荷的整数倍，所以物体的带电荷量是量子化的。故A正确；

B、物体的质量的数值可以取小数或分数，甚至取无理数也可以，因而是连续的，非量子化的。故B错误；

C、物体的动量的数值可以取小数或分数，甚至取无理数也可以，因而是连续的，非量子化的。故C错误；

D、学生的温度的数值的数量也能取分数或小数，因而是连续的，不是量子化的。故D错误。

故选：A。

【点评】本题考查量子化的基本内容，要明确量子化在高中要求较低，只需明确量子化的定义即可。

12．（泾阳县期中）对黑体辐射电磁波的波长分布有影响的是（　　）

A．温度 B．材料 C．表面状况 D．质量

【分析】黑体辐射的强度与温度有关，温度越高，黑体辐射的强度越大，随着温度的升高，黑体辐射强度的极大值向波长较短的方向移动．

【解答】解：一般物体辐射电磁波的情况与温度有关，还与材料的种类及表面情况有关；但黑体辐射电磁波的强度按波长的分布只与黑体的温度有关，温度越高，黑体辐射的强度越大，随着温度的升高，黑体辐射强度的极大值向波长较短的方向移动。故A正确，B、C、D错误；

故选：A。

【点评】考查黑体辐射，黑体辐射为能量量子化奠定基础，本题难度不大，关键要牢记基本概念和基本规律，并能熟练运用．

13．（河北期末）下列宏观概念中，哪些是“量子化”的（　　）

A．物体的长度 B．物体所受的重力

C．物体的动能 D．人的个数

【分析】量子一词来自拉丁语quantus，意为“多少”，代表“相当数量的某事”。在物理学中常用到量子的概念，量子是一个不可分割的基本个体。例如，一个“光的量子”是光的单位。而量子力学、量子光学等等更成为不同的专业研究领域。

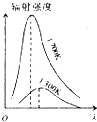
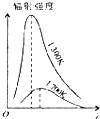
其基本概念是所有的有形性质也许是“可量子化的“。“量子化“指其物理量的数值会是一些特定的数值，而不是任意值。

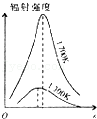
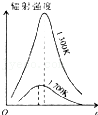
【解答】解：人数的数值只能取正整数，不能取分数或小数，因而是不连续的，是量子化的。其它三个物理量的数值都可以取小数或分数，甚至取无理数也可以，因而是连续的，非量子化的。故只有D正确；

故选：D。

【点评】量子化在高中要求较低，只需明确量子化的定义，知道“量子化“指其物理量的数值会是一些特定的数值即可。

14．（抚州期末）下列描绘两种温度下黑体辐射强度与波长关系的图中，符合黑体辐射规律的是 （　　）

A． B．

C． D．

【分析】要理解黑体辐射的规律：温度越高，辐射越强越大，温度越高，辐射的电磁波的波长越短。

【解答】解：BD、黑体辐射以电磁辐射的形式向外辐射能量，温度越高，辐射越强越大，故B、D错误。

AC、黑体辐射的波长分布情况也随温度而变，如温度较低时，主要以不可见的红外光进行辐射，在500℃以至更高的温度时，则顺次发射可见光以至紫外辐射。即温度越高，辐射的电磁波的波长越短，故C错误，A正确。

故选：A。

【点评】顺利解决本题，一定要熟练记忆课本知识深刻理解教材的基本的内容，这是我们学好物理的捷径。

15．（芮城县校级期末）下列宏观概念是“量子化”的是（　　）

A．物体的质量 B．木棒的长度

C．花生米的粒数 D．物体的动能

【分析】量子一词来自拉丁语quantus，意为“多少”，代表“相当数量的某事”．在物理学中常用到量子的概念，量子是一个不可分割的基本个体．例如，一个“光的量子”是光的单位．而量子力学、量子光学等等更成为不同的专业研究领域．

其基本概念是所有的有形性质也许是“可量子化的“．“量子化“指其物理量的数值会是一些特定的数值，而不是任意值．

【解答】解：花生米的个数的数值只能取正整数，不能取分数或小数，因而是不连续的，是量子化的。

物体的质量、木棒的长度以及物体的动能这三个物理量的数值都可以取小数或分数，甚至取无理数也可以，因而是连续的，非量子化的。故ABD错误，C正确

故选：C。

【点评】量子化在高中要求较低，只需明确量子化的定义，知道“量子化“指其物理量的数值会是一些特定的数值即可．

**二．多选题（共3小题）**

16．（江川区校级期末）下列说法正确的是（　　）

A．微观粒子的能量变化是跳跃式的

B．能量子与电磁波的频率成正比

C．红光的能量子比绿光大

D．电磁波波长越长，其能量子越大

【分析】微观粒子的能量是量子化的，一份一份的，由ɛ＝hν知；能量子的能量和频率ν成正比。

【解答】解：A、微观粒子的能量变化是跳跃式的，选项A正确；

B、由ɛ＝hν可知，能量子与电磁波的频率成正比，选项B正确；

C、红光的频率比绿光小，由ɛ＝hν可知，红光的能量子比绿光小，选项C错误；

D、电磁波波长越长，其频率越小，能量子越小，选项D错误。

故选：AB。

【点评】本题考查微观粒子能量量子化内容，属于基础题目。

17．（滦南县校级月考）下列说法正确的有（　　）

A．普朗克曾经大胆假设：振动着的带电微粒的能量只能是某一最小能量值ε的整数倍，这个不可再分的最小能量值ε叫做能量子

B．α粒子散射实验中少数α粒子发生了较大偏转，这是卢瑟福猜想原子核式结构模型的主要依据之一

C．由玻尔理论可知，氢原子的核外电子由较高能级跃迁到较低能级时，要辐射一定频率的光子，同时电子的动能减小，电势能增大

D．在光电效应实验中，用同种频率的光照射不同的金属表面，从金属表面逸出的光电子的最大初动能Ek越大，则这种金属的逸出功W0越小

【分析】根据普朗克提出能量量子化，即可求解；

由α粒子散射实验提出原子核式结构模型；

辐射光子，同时电子的动能增大，电势能减小，且总能量减小；

根据光电效应方程：EK＝hγ﹣W0，即可求解。

【解答】解：A、普朗克能量量子化理论：振动着的带电微粒的能量只能是某一最小能量值ε的整数倍，这个不可再分的最小能量值ε叫做能量子，故A正确；

B、α粒子散射实验中少数α粒子发生了较大偏转，这是卢瑟福猜想原子核式结构模型的主要依据之一，故B正确；

C、玻尔理论可知，氢原子的核外电子由较高能级跃迁到较低能级时，要辐射一定频率的光子，同时电子的动能增大，电势能减小，故C错误；

D、光电效应实验中，用同种频率的光照射不同的金属表面，根据光电效应方程：EK＝hγ﹣W0，从金属表面逸出的光电子的最大初动能Ek越大，则这种金属的逸出功W0越小，故D正确；

故选：ABD。

【点评】考查能量量子化的内容，掌握光电效应方程的应用，理解吸收能量，动能减小，电势能增大，总能量减小；而释放能量后，动能增大，电势能减小，总能量增大；注意康普顿效应中，光子散射后波长变长。记住这些内容，能为更好解题打下伏笔。

18．以下宏观概念中，符合“量子化”的是（　　）

A．物体所带的电荷量 B．物体的质量

C．物体的动能 D．学生的个数

【分析】明确量子化的基本内容，知道所谓量子化就是指数据是分立的不连续的，即一份一份的。

【解答】解：A、物体所带的电荷量是元电荷的整数倍，是量子化，故A正确；

BC、物体的质量和物体的动能是连续变化的，故BC错误；

D、学生的个数是“1”的整数倍，“量子化”的，故D正确；

故选：AD。

【点评】本题考查量子化的基本内容，要明确量子化在高中要求较低，只需明确量子化的定义即可。

**三．填空题（共4小题）**

19．（西秀区校级期末）　普朗克　提出量子假说，认为物质辐射或吸收能量是一份一份不连续的，每一份能量ε＝　hv　；　爱因斯坦　在量子假说的基础上提出光子说。

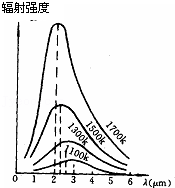
【分析】根据普朗克的量子理论与爱因斯坦的光子说分析答题．

【解答】解：黑体辐射的规律不能用经典电磁学理论来解释，1900年德国物理学家普朗克认为能量是由一份一份不可分割最小能量值组成，每一份称为能量子ɛ＝hv，1905年爱因斯坦从中得到启发，提出了光子说的观点，认为光子是组成光的最小能量单位，光子的能量表达式为hν，爱因斯坦根据光子说成功解释了光电现象中有关极限频率、最大初动能等规律，提出了著名的爱因斯坦光电效应方程，并因此获得诺贝尔物理学奖．

故答案为：普朗克，hν，爱因斯坦

【点评】该题考查人们对光的本性的认识过程中的几个物理史实的了解，属于记忆性的知识点，多加积累即可．

20．（海安县校级期末）黑体辐射的规律如图所示，从中可以看出，随着温度的降低，各种波长的辐射强度都有　减少　（填“增加”、“减少”“不变”），辐射强度的极大值向波长　较长　（填“较长”、“较短”）的方向移动．



【分析】本题考查的是读图能力，由图可得出波长与辐射强度及温度之间的关系．

【解答】解：由图可知，随温度的降低，相同波长的光辐射强度都会减小；同时最大辐射强度向右侧移动，即向波长较长的方向移动；

故答案为：减少；较长．

【点评】本题看起来考查较为高深的内容，但其实考查的是学生读图的能力，只要认真分析是较为容易的找出答案的．

21．能量的量子化

在微观世界中微观粒子的能量是　量子化　的，或者说微观粒子的能量是　分立　的。这种现象叫能量的量子化。

【分析】为了解释黑体辐射规律，普朗克提出电磁辐射的能量的量子化。

【解答】解：为了解释黑体辐射规律，普朗克提出电磁辐射的能量的量子化，根据普朗克的假设，微观粒子的能量时量子化的，或说微观粒子的能量时分立的，成为能量的量子化；

故答案为：量子化，分立；

【点评】考查黑体辐射实验规律的应用，理解经典理论与能量微粒说的内容。

22．能量子大小ε＝hν，其中ν是电磁波的频率，h称为　普朗克　常量。h＝　6.626×10﹣34　J•s（一般取h＝6.63×10﹣34J•s）。

【分析】普朗克认为微观粒子的能量是量子化的，粒子的能量时某一个最小能量值的整数倍，最小的能量值ɛ＝hv。

【解答】解：能量子大小 ε＝hν，h为普朗克常量，大小为6.626×10﹣34J•s；

故答案为：普朗克，6.626×10﹣34；

【点评】考查了物理学史，解题关键是要整理出各著名物理学家的贡献，并加强记忆，同时深刻并准确地理解物理学家贡献的具体内容。