## 动量 动量定理

## 知识点：动量 动量定理

一、寻求碰撞中的不变量

1．质量大的*C*球与静止的*B*球碰撞，*B*球获得的速度大于(填“大于”“小于”或“等于”)碰前*C*球的速度，两球碰撞前后的速度之和不相等(填“相等”或“不相等”)．

2．由教材第3页小车碰撞实验中记录的数据知：两小车碰撞前后，动能之和不相等(填“相等”或“不相等”)，质量与速度的乘积之和基本不变．

二、动量

1．动量

(1)定义：物体的质量和速度的乘积．

(2)公式：*p*＝*mv*，单位：kg·m/s.

(3)动量的矢量性：动量是矢(填“矢”或“标”)量，方向与速度的方向相同，运算遵循平行四边形定则．

2．动量的变化量

(1)物体在某段时间内末动量与初动量的矢量差，Δ*p*＝*p*′－*p*(矢量式)．

(2)动量始终保持在一条直线上时的运算：选定一个正方向，动量、动量的变化量用带正、负号的数值表示，从而将矢量运算转化为代数运算，此时的正、负号仅表示方向，不表示大小．

三、动量定理

1．冲量

(1)定义：力与力的作用时间的乘积．

(2)定义式：*I*＝*F*Δ*t*.

(3)物理意义：冲量是反映力的作用对时间的累积效应的物理量，力越大，作用时间越长，冲量就越大．

(4)单位：在国际单位制中，冲量的单位是牛秒，符号为N·s.

(5)矢量性：如果力的方向恒定，则冲量的方向与力的方向相同；如果力的方向是变化的，则冲量的方向与相应时间内物体动量变化量的方向相同．

2．动量定理

(1)内容：物体在一个过程中所受力的冲量等于它在这个过程始末的动量变化量．

(2)表达式：*I*＝*p*′－*p*或*F*(*t*′－*t*)＝*mv*′－*mv*.

## 技巧点拨

一、动量　动量的变化量

1．对动量的理解

(1)瞬时性：物体的动量是物体在某一时刻或某一位置的动量，动量的大小可用*p*＝*mv*表示．

(2)矢量性：动量的方向与物体的瞬时速度的方向相同．

(3)相对性：因物体的速度与参考系的选取有关，故物体的动量也与参考系的选取有关．

2．动量的变化量

(1)表达式：Δ*p*＝*p*2－*p*1.

该式为矢量式，运算遵循平行四边形定则，当*p*2、*p*1在同一条直线上时，可规定正方向，将矢量运算转化为代数运算．

(2)方向：方向与速度变化的方向相同，在合力为恒力的情况下，物体动量变化的方向也与物体加速度的方向相同，即与物体所受合外力的方向相同．

**总结提升**

动量与动能的区别与联系

1．区别：动量是矢量，动能是标量，质量相同的两物体，动量相同时动能一定相同，但动能相同时，动量不一定相同．

2．联系：动量和动能都是描述物体运动状态的物理量，大小关系为*E*k＝或*p*＝.

二、冲量及其计算

1．对冲量的理解

(1)冲量是过程量

冲量是力作用在物体上的时间累积效应，取决于力和时间这两个因素，所以求冲量时一定要明确所求的是哪一个力在哪一段时间内的冲量．

(2)冲量是矢量

在力的方向不变时，冲量的方向与力的方向相同，如果力的方向是变化的，则冲量的方向与相应时间内物体动量变化量的方向相同．

2．冲量的计算

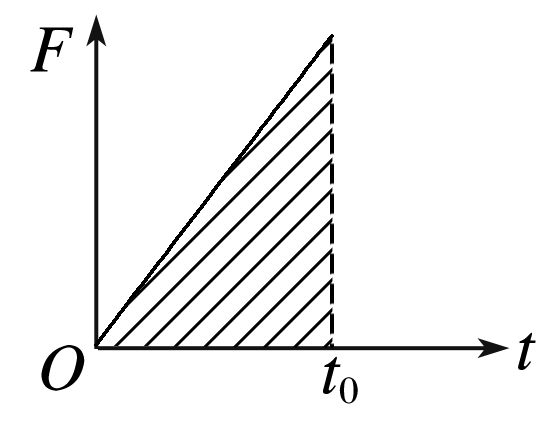
(1)求恒力的冲量

冲量等于力和力的作用时间的乘积(无论物体是否运动，无论物体在该力的方向上是否有位移)．

(2)求变力的冲量

①若力与时间成线性关系，则可用平均力求变力的冲量．

②若给出了力随时间变化的图像如图所示，可用面积法求变力的冲量．



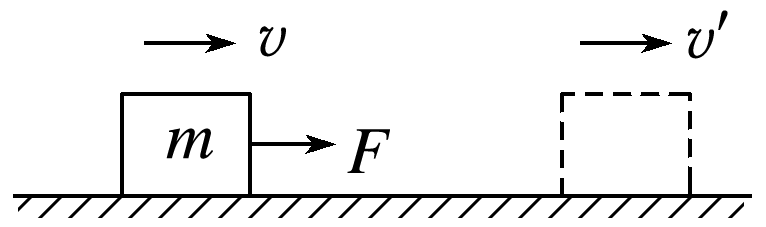
图

③利用动量定理求解．

三、动量定理

1．动量定理的推导

如图所示，一个质量为*m*的物体(与水平面无摩擦)在水平恒力*F*作用下，经过时间*t*，速度从*v*变为*v*′.



图

物体在这个过程中的加速度*a*＝

根据牛顿第二定律*F*＝*ma*

可得*F*＝*m*

整理得：*Ft*＝*m*(*v*′－*v*)＝*mv*′－*mv*

即*Ft*＝*mv*′－*mv*＝Δ*p*.

2．动量定理的理解

(1)动量定理反映了合外力的冲量是动量变化的原因．

(2)动量定理的表达式*Ft*＝*mv*′－*mv*是矢量式，运用动量定理解题时，要注意规定正方向．

(3)公式中的*F*是物体所受的合外力，若合外力是均匀变化的力，则*F*应是合外力在作用时间内的平均值．

3．动量定理的应用

(1)定性分析有关现象．

①物体的动量变化量一定时，力的作用时间越短，力就越大，反之力就越小．

②作用力一定时，力的作用时间越长，动量变化量越大，反之动量变化量就越小．

(2)应用动量定理定量计算的一般步骤．

→

→

**总结提升**

用动量定理解题时应注意的问题

1．列方程前首先选取正方向；

2．分析速度时一定要选取同一参考系，一般选地面为参考系；

3．公式中的冲量应是合外力的冲量，求动量的变化量时要严格按公式，且要注意动量的变化量是末动量减去初动量．

## 例题精练

1．（江西月考）我国高铁技术在世界上处于领先地位，由中国中车制造的高速列车“CIT500”最高测试速度达到了605km/h。某次测试中，一列质量为m的列车，初速度为v0，以恒定功率P在平直轨道上运动，经时间t达到该功率下的最大速度vm，设列车行驶过程所受到的阻力F保持不变，则列车在时间t内（　　）

A．牵引力的冲量I＝mvm﹣mv0

B．牵引力的冲量I＝Ft

C．行驶的距离s＝菁优网-jyeoot

D．行驶的距离s＝菁优网-jyeoo﹣菁优网-jyeoo

【分析】力F的冲量为I＝Ft，只有合外力的冲量才等于动量变化量；

列车行驶的距离s＝菁优网-jyeoot，只有匀变速直线运动才有菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo；

由动能定理求出列车行驶的距离。

【解答】解：A、由动量定理可知：合外力的冲量等于动量变化量，列车的合外力为牵引力减去阻力，故A错误；

B、牵引力的冲量I＝F牵t，但F牵≠F，只有当速度达到最大时F牵＝F，故B错误；

C、列车启动过程中，P＝F牵v，v增大时，牵引力减小，所以列车合外力不恒定，做变速直线运动，所以菁优网-jyeoo≠菁优网-jyeoo，列车行驶的距离s＝菁优网-jyeoot，故C错误；

D、列车启动过程中，由动能定理可知：Pt﹣Fs＝菁优网-jyeoo﹣菁优网-jyeoo，解得：行驶的距离s＝菁优网-jyeoo﹣菁优网-jyeoo，故D正确；

故选：D。

【点评】本题考查列车启动问题和动量定理、动能定理的综合。主要动量定理的概念是合外力的冲量等于动量变化量，某个分力的冲量就是该力乘以它作用的时间即可；列车启动过程不一定是匀变速直线运动，所以求位移时一般用动能定理，牵引力做的功为变力做功W＝Pt。

2．（攀枝花三模）某质点做匀变速直线运动，一段时间内速度增加量为2v，动能增加量为3E（E为初始时刻的动能），则在这段时间内该质点动量的变化为（　　）

A．菁优网-jyeoo B．菁优网-jyeoo C．菁优网-jyeoo D．菁优网-jyeoo

【分析】依据动量定理结合动能定理分析求解。

【解答】解：根据动量定理：Ft＝m•2v

根据动能定理：Fx＝3E

由于物体做匀变速运动，则x＝菁优网-jyeoo，联立得：菁优网-jyeoo，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】本题考查了动量定理和动能定理结合解题，要灵活应用匀变速运动规律。

## 随堂练习

1．（商洛期末）河北某校高二年级物理备课组组织了一次“高楼落蛋”比赛。每班由5名学生组成一支参赛组，每组只能由一名学生携小组设计的装置到教学楼5楼实施落蛋操作，小组其他学生在一楼等候。某小组同学将装有鸡蛋的保护装置从教学楼5楼窗口外侧由静止释放。若该装置着地后（装置与地面作用时间极短）经0.6s速度减为零，不计空气阻力则在装置与地面碰撞的过程中，鸡蛋对装置产生的平均作用力大小最接近（　　）



A．0.2N B．2 N C．20N D．200N

【分析】鸡蛋下落过程做自由落体运动，应用运动学公式求出鸡蛋到达地面时的速度大小；鸡蛋落地过程，应用动量定理求出装置对间的平均作用力大小，然后应用牛顿第三定律求出鸡蛋对装置的作用力大小。

【解答】解：每次教学楼的高度约为3m，5楼窗口到地面的高度约为h＝3×4m＝12m，

鸡蛋下落过载做自由落体运动，落地速度大小v＝菁优网-jyeoo

鸡蛋的质量约为m＝60g＝0.060kg

设装置对鸡蛋的作用力大小为F，以向上为正方向，则v＝﹣菁优网-jyeoo

鸡蛋与装置落地过程，对鸡蛋，由动量定理得：（F﹣mg）t＝0﹣mv

代入数据解得：F≈2N

由牛顿第三定律可知，鸡蛋对装置的作用力大小F′＝F＝2N，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】本题是一道估算问题，合理估计楼高、鸡蛋的质量是解题的前提，应用运动学公式与动量定理即可解题。

2．（锡山区校级期末）下列关于动量的说法中，正确的是（　　）

A．物体的惯性越大，动量越大

B．物体的加速度不变，其动量一定不变

C．一个物体的动量变化，其速率一定变化

D．一个物体的运动状态发生变化，它的动量一定改变

【分析】质量是惯性大小的量度，是标量；动量表达式P＝mv，是矢量，方向与速度方向相同，动量变化可以是动量的大小变化、动量的方向变化，以及动量的大小方向一起变化。

【解答】解：A、物体的惯性大，说明物体的质量大，但没有说明物体的速度关系，故不能判定动量大，故A错误；

B、物体的加速度不变，物体做匀变速运动，物体的速度是均匀变化的，动量也发生变化，故B错误；

C、动量是矢量，当物体做匀速圆周运动时，速度方向不断变化，物体的动量是变化的，而匀速圆周运动的速率却没有变化，故C错误；

D、物体的运动状态是否发生变化看物体的速度有没有变化，若物体的运动状态发生变化，则物体的速度一定发生变化，则物体的动量一定改变，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查了影响动量大小的因素，知道动量是矢量，动量的变化可以由物体速度的方向变化也可以是速度的大小变化以及速度的大小方向一起变化引起的。

3．（海淀区校级三模）根据量子理论：光子既有能量也有动量；光子的能量E和动量p之间的关系是E＝pc，其中c为光速。由于光子有动量，照到物体表面的光子被物体吸收或被反射时都会对物体产生一定的冲量，也就对物体产生了一定的压强。根据动量定理可近似认为：当动量为p的光子垂直照到物体表面，若被物体反射，则物体受到的冲量大小为2p；若被物体吸收，则物体受到的冲量大小为p。某激光器发出激光束的功率为P0，光束的横截面积为S。当该激光束垂直照射到某物体表面时，物体对该激光的反光率为η，则激光束对此物体产生的压强为（　　）

A．菁优网-jyeoo B．菁优网-jyeoo C．菁优网-jyeoo D．菁优网-jyeoo

【分析】根据题意求出释放光子的能量，然后根据光子的动量和能量之间关系，求出光子的动量，由动量定理求出压力，然后求出光压．

【解答】解：时间t内释放光子的能量：E总＝P0t＝P0t，

光子的总动量：p＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，

根据题意，由动量定理得：2ηp+（1﹣η）p＝Ft，

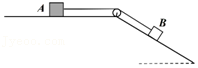
激光束对物体产生的压强：p压强＝菁优网-jyeoo，

解得压强为：p压强＝菁优网-jyeoo，故B正确、ACD错误。

故选：B。

【点评】本题要读懂题意，知道什么是光压，再应用动量定理与压强公式即可解题，本题是一道信息给予题，认真审题，理解题意是正确解题的前提．

4．（湖北模拟）如图所示，A、B两个小物块用足够长的细线相连，细线绕过固定在水平面与斜面交界处的光滑轻小定滑轮，将两物块分别置于水平面与斜面上，滑轮两边细线分别与水平面和斜面平行．已知A物块的质量大于B物块的质量，不计一切摩擦，在两物块分别沿水平面与斜面运动的一段过程中，下列说法正确的是（　　）



A．细线拉力对两物块做的功相同

B．细线拉力对两物块的冲量相同

C．若将两物块的位置互换，细线上拉力大小不变

D．若将两物块的位置互换，细线上拉力变大

【分析】用功和冲量的概念判断拉力做的功和拉力的冲量；用牛顿第二定律求拉力大小进行比较。

【解答】解：A、细线拉力对A做正功，对B做负功，所以拉力对两物块做功不同，故A错误；

B、冲量是矢量，有方向，而细线对A的拉力和对B的拉力方向不同，所以拉力对两物块的冲量不同，故B错误；

CD、设A、B的质量分别为mA、mB，斜面倾角为θ，设细线拉力为F1，加速度为a1，对整体由牛顿第二定律可得：mBgsinθ＝（mA+mB）a1，

隔离A根据牛顿第二定律可得：F1＝mAa1，联立解得：F1＝菁优网-jyeoo；

互换位置后，设细线拉力为F2，整加速度为a2，整体根据牛顿第二定律可得：mAgsinθ＝（mA+mB）a2，

隔离B根据牛顿第二定律可得：F2＝mBa2，联立解得：F2＝菁优网-jyeoo，

所以F1＝F2，即将两物块的位置互换，细线上拉力大小不变，故C正确，D错误。

故选：C。

【点评】本题主要是考查了牛顿第二定律的知识；利用牛顿第二定律答题时的一般步骤是：确定研究对象、进行受力分析、进行正交分解、在坐标轴上利用牛顿第二定律建立方程进行解答；注意整体法和隔离法的应用。

# 综合练习

**一．选择题（共15小题）**

1．（广饶县校级月考）关于动量的概念，下列说法正确的是（　　）

A．运动物体在任一时刻的动量方向，一定是该时刻的速度方向

B．物体的加速度不变，其动量也一定不变

C．物体的动能不变，其动量也一定不变

D．物体的动量越大，其惯性也越大

【分析】惯性的大小与质量有关；质量与速度的乘积是物体的动量，根据动量的定义式以及动量和速度的关系分析答题。

【解答】解：A、动量和速度都是矢量，物体的动量p＝mv，可知运动物体在任一时刻的动量的方向一定是该时刻的速度方向，故A正确

B、物体的加速度不变，速度变化，则动量变化，故B错误

C、物体的动能不变，则物体的速度大小不变，若方向变化，则其动量也变化，故C错误

D、质量是惯性大小的量度，而物体的动量：p＝mv，动量大小取决于质量与速度的乘积，动量大的物体惯性不一定大，故D错误

故选：A。

【点评】本题考查了影响动量大小的因素、动量与速度的关系，知道动量的定义式、掌握速度与动量间的关系即可正确解题

2．（蓝田县期末）一质量为2kg的物体，速度由向东3m/s变为向西3m/s，在这个过程中该物体的动量与动能的变化量分别是（　　）

A．0、0 B．0、18J

C．12kg•m/s、0 D．12kg•m/s、18J

【分析】根据动量是矢量，动能是标量，分别按照矢量和标量的运算法则求解，先选取正方向，表示出初速度和末速度，再求动量的变化量。

根据速度的大小，求动能的变化量。

【解答】解：规定向西为正，物体动量变化量为mv﹣m（﹣v）＝12kg•m/s，方向向西。

动能菁优网-jyeoo，故这个过程中，动能变化量为0，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】分析本题时，要注意动量与动能的区别：动量是矢量，动能是标量，在规定正方向后，要用正负号表示出速度的方向。

3．（思明区校级期中）下列关于动量说法中，正确的是（　　）

A．物体的动量越大，其惯性也越大

B．做匀速圆周运动的物体，其动量不变

C．动量大小不变的运动，可能是变速运动

D．竖直向上抛的物体（不计空气阻力）经过空中同一位置时动量一定相同

【分析】质量是惯性大小的量度，是标量；动量表达式mv，是矢量，方向与速度方向相同；匀速圆周运动速度大小不变，方向时刻不变化；竖直上抛运动经过空中同一位置，速度大小相等，方向相反。

【解答】解：A、物体动量（mv）大，可能是速度大，不一定是质量大，惯性大，故A错误

B、做匀速圆周运动的物体，速度大小恒定，速度方向时刻变化，即动量方向时刻变化，故B错误

C、动量大小不变，方向变化的运动，如匀速圆周运动为变速运动，故C正确

D、竖直上抛的物体（忽略空气阻力），机械能守恒，经过空中同一位置时，速度大小相等，方向相反，动量大小相等，方向相反，故D错误

故选：C。

【点评】深刻理解动量是矢量，由mv决定，方向是物体的运动方向；动量的不变一定是大小和方向均不变；注意利用竖直上抛运动的对称性和机械能守恒定律处理问题。此题难点在于理解动量的矢量性和决定式。

4．（田阳县校级月考）对于质量不变的物体，下列关于物体动量的说法正确的是（　　）

A．若物体的速度不变，动量可能改变

B．若物体的速率不变，动量一定不变

C．若物体动能变化，动量一定变化

D．若物体动量变化，动能一定变化

【分析】动量是矢量，物体的速度大小和方向任意一个发生变化，动量都会发生变化。

动量的方向与速度方向相同。

【解答】解：A、根据p＝mv知，若物体的速度不变，即速度的大小和方向均不变，动量一定不变，故A错误。

A、根据p＝mv知，若物体的速率不变，方向变化，物体的动量发生改变，故B错误。

C、若物体动能变化，则速度大小一定变化，根据p＝mv知，动量一定变化，故C正确。

D、若物体动量变化，可能速度大小不变、方向变化，则动能可能不变，故D错误。

故选：C。

【点评】解决本题的关键知道动量是矢量，方向与速度方向相同，知道动量和动能的区别，基础题。

5．（岳阳模拟）高空抛物极易对人造成重大伤害，2021年1月1日起施行的《民法典》明确提出“禁止从建筑物中抛掷物品”，若造成损害事故的将追究民事甚至刑事责任。如果一个苹果从居民楼16层坠落，与地面的撞击时间约为3×10﹣3s，则苹果对地面的冲击力约为（　　）

A．20N B．200N C．2000N D．20000N

【分析】先通过自由落体运动求落前瞬间的速度，再用动量定理列方程即可求解。

【解答】解：每层楼高大约3m，苹果从居民楼16层坠落下落高度约为：h＝3×15m＝45m

由2gh＝v2，解得：v＝30m/s

选向上为正方向，与地面撞击过程由动量定理：Ft﹣mgt＝0﹣（﹣mv）

一个苹果质量m大约0.2kg，

解得：F≈2000N

故ABD错误，C正确。

故选：C。

【点评】本题主要考查了动量定理的应用，此题的难点在于学生的生活经验：要知道楼层的大约高度和一个苹果的大约质量。另外由于题中苹果和地面撞击时间极短，重力的冲量可以忽略，但如果作用时间较长，则必须考虑重力的冲量。

6．（鸡冠区校级期末）一粒钢珠从静止状态开始自由下落，然后陷入泥潭中．若把在空中下落的过程称为过程Ⅰ（不计空气阻力），进入泥潭直到停止的过程称为过程Ⅱ，则（　　）

A．过程Ⅰ中钢珠动量的改变量小于重力的冲量

B．过程Ⅱ中阻力的冲量的大小等于过程Ⅰ中重力冲量的大小

C．过程Ⅱ中钢珠克服阻力所做的功等于过程Ⅱ中钢珠所减少的重力势能

D．过程Ⅱ中损失的机械能大于过程Ⅰ中钢珠所增加的动能

【分析】根据动量定理分析冲量与动量变化量的关系．根据动能定理分析重力做功与阻力做功的关系，从而得出克服阻力做功与重力势能的变化之间的关系；根据机械能的概念分析机械能的减少量。

【解答】解：A、过程Ⅰ中仅受重力，根据动量定理知，过程Ⅰ中钢珠动量的改变量等于重力的冲量，故A错误；

B、对整个过程运用动量定理知，动量的变化量为零，则整个过程重力的冲量与阻力的冲量大小相等，方向相反，所以过程Ⅱ中阻力的冲量的大小大于过程Ⅰ中重力冲量的大小，故B错误；

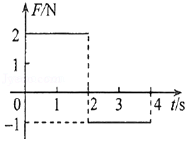
C、对整个过程运用动能定理，有：mgH﹣Wf＝0，可知整个过程中重力做功等于克服阻力做功，过程Ⅱ中钢珠克服阻力所做的功大于过程Ⅱ中钢珠所减少的重力势能，故C错误；

D、设过程Ⅰ中钢珠所增加的动能为Ek，过程Ⅱ中损失的机械能△E＝Ek+EP，其中EP为过程Ⅱ中重力势能的减少，所以过程Ⅱ中损失的机械能大于过程Ⅰ中钢珠所增加的动能，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查了动量定理和动能定理的基本运用，运用动能定理和动量定理均要合理地选择研究的过程，知道在整个过程中动能的变化量为零，动量的变化量为零．

7．（鸡冠区校级期末）一质量为2kg的物块在合外力F的作用下从静止开始沿直线运动，F随时间t变化的图象如图所示，则（　　）



A．t＝1s时物块的速率为2m/s

B．t＝3s时物块的速度大小为为1.5m/s

C．t＝4s时物块的动量大小为4kg•m/s

D．0~4s时物块受到的冲量为6N•s

【分析】F﹣t图象与坐标轴围成的面积表示力的冲量，根据动量定理结合图象进行解答。

【解答】解：A、F﹣t图象与坐标轴围成的面积表示力的冲量，设t1＝1s时物块的速度大小为v1，根据动量定理可得：F1t1＝mv1﹣0，其中F1＝2N，解得：v1＝1m/s，故A错误；

B、设t3＝3s时物块的速度大小为v3，根据动量定理可得：F1t2﹣F2(t3﹣t2)＝mv3﹣0，其中F1＝2N，F2＝1N，t2＝2s，解得：v3＝1.5m/s，故B正确；

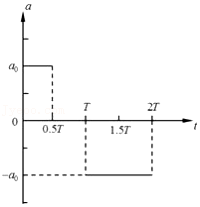
C、设t4＝4s时物块动量大小为p，根据动量定理可得：p＝F1t2﹣F2(t4﹣t2)，解得：p＝2kg•m/s，故C错误；

D、根据动量定理可得0~4s时物块受到的冲量I＝p＝2N•s，方向与0~2s内力F的方向相同，故D错误。

故选：B。

【点评】本题主要是考查动量定理，利用动量定理解答问题时，要注意分析运动过程中物体的受力情况，知道合外力的冲量才等于动量的变化；对于F﹣t图象，要掌握F﹣t图象与坐标轴围成的面积所表示的物理意义。

8．（天津模拟）一质量为m的物块静止在水平光滑桌面上，现用一力F（大小未知）拉动物块，物块运动时的a﹣t图像如图所示，下列说法错误的是（　　）



A．0.5T时，物块速度为0.5a0T

B．T～1.5T与1.5T～2T物块运动形式不同

C．T～1.5T，过程中F冲量为ma0T

D．T～2T过程中F做功为零

【分析】在a﹣t图像中，图像与时间轴所围的面积大小等于速度的变化量，据此画出物体的速度﹣时间图像进行分析即可；

T～1.5T过程中，根据动量定理求出力F的冲量；

T～2T过程中，根据动能定理求出力F做的功。

【解答】解：AB、根据a﹣t图像与时间轴所围的面积大小表示速度的变化量，且物体从静止开始运动可知：

物体在0～0.5T时间内做初速度为零的加速度为a0的匀加速直线运动，0.5T时物体的速度v＝△v＝0.5a0T

0.5T～T时间内物体的加速度为零，以速度v做匀速运动

T～1.5T时间内物体的加速度为﹣a0，物体做匀减速运动，1.5T时刻的速度v1.5T＝v﹣a0×0.5T＝0.5a0T﹣0.5a0T＝0

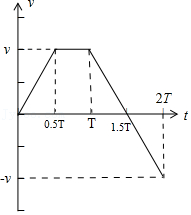
1.5T～2T时间内物体做初速度为零加速度为﹣a0的反向匀加速直线运动，2T时物体的速度v2T＝﹣a0×（2T﹣1.5T）＝﹣a0T＝﹣v，其速度时间图像如图所示，故AB正确；

C、T～1.5T，根据动量定理可知F冲量等于物体的动量变化，即IF＝△p＝0﹣mv＝﹣0.5ma0T，故C错误；

D、T～2T过程中，根据动能定理可知：F做的功等于物体的动能变化，即菁优网-jyeoo，故D正确。

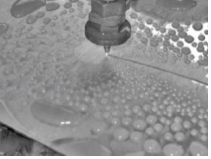
本题选错误的，

故选：C。



【点评】解决本题的关键是做出对应的速度﹣时间图像，这样解题更直观。

9．（咸阳模拟）“水刀”应用高压水流切割技术，相比于激光切割有切割材料范围广，效率高、安全环保等优势，某型号“水刀”工作过程中，将水从面积S＝0.1mm2的细喷嘴高速喷出，直接打在被切割材料表面，从而产生极大压强，实现切割，已知该“水刀”每分钟用水600g，水的密度为ρ＝1.0×103kg/m3。假设高速水流垂直打在材料表面上后，立刻沿材料表面散开没有反弹，试估算水对材料垂直于表面方向的压强p为（　　）



A．1.0×103Pa B．1.0×106Pa C．1.0×107Pa D．1.0×108Pa

【分析】根据水的质量与速度关系求从喷嘴喷出水的流度v的大小；根据动量定理和压强公式及牛顿第三定律求水对材料表面的压强p约为多大。

【解答】解：一分钟喷出的水的质量为：m＝ρSvt

水的流速：v＝菁优网-jyeoo

选取△t时间内打在材料表面质量为△m水为研究对象，以从细喷嘴高速喷出时的速度方向为正方向，

由动量定理得：﹣F△t＝0﹣△mv

其中：△m＝ρSv△t

解得：F＝ρSv2

根据牛顿第三定律，材料表面受到的压力：F′＝F

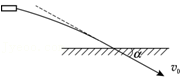
水对材料垂直于表面方向的压强：p＝菁优网-jyeoo

代入数据解得：p＝1.0×107pa，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题是以水刀应用高压水流切割技术为背景的试题，考查的是流体问题中动量定理的应用，解决从问题得关键是选取△t时间内打在材料表面质量为△m水为研究对象，然后用动量定理方程求解。

10．（朝阳区二模）在运用动量定理处理二维问题时，可以在相互垂直的x、y两个方向上分别研究。如图，质量为m的弹性薄片沿倾斜方向落到足够大水平弹性面上，碰前瞬间速度为v0，方向与水平方向夹角α＝30°。薄片与弹性面间的动摩擦因数μ＝0.5。不计空气阻力，碰撞过程中忽略薄片重力。薄片每次碰撞前后竖直方向的速度大小保持不变，并且在运动过程中始终没有旋转。下列选项正确的是（　　）



A．薄片第1次碰后离开水平面瞬间，速度方向与水平面间夹角仍为30°

B．薄片每次与水平面碰撞过程中，受到的冲量均相等

C．薄片在与水平面多次碰撞后，最终将静止在水平面上

D．薄片与水平面碰撞两次后，水平位移将不再增加

【分析】对薄片与地面过程应用动量定理列方程求解即可。

【解答】解：A、薄片第1次碰后因竖直速度不变，但是由于薄片与地面之间有摩擦力作用，则水平方向速度减小，则薄片离开水平面瞬间，速度方向与水平面间夹角大于30°，故A错误；

BCD、以竖直向上为正方向，薄片第一次与地面碰撞时，设地面对薄片的支持力为F

竖直速度大小不变，竖直方向，Ft＝2mv0sin30°＝mv0

水平方向﹣μFt＝﹣μmv0＝﹣0.5mv0

即每次与地面碰撞一次后，水平方向动量减小0.5mv0，

而水平方向的初动量为菁优网-jyeoo

即薄片与水平面碰撞两次后，水平方向动量减为零，即水平方向位移将不再增加，薄片将在竖直方向不断与地面碰撞；由以上分析可知，薄片在前两次与水平面碰撞过程中，竖直方向受到的冲量相等，水平方向受到的冲量不相等，则薄片与地面碰撞中的冲量不相等。故D正确，BC错误。

故选：D。

【点评】本题考查动量定理的应用，注意动量定理方程是矢量式，列式时要注意方向。

11．（岳阳县校级模拟）如图所示，某次训练时将乒乓球发球机置于地面上方某一合适位置，正对竖直墙面水平发射乒乓球。现有两个质量相同乒乓球a和b以不同速度水平射出，碰到墙面时下落的高度之比为9：16，不计阻力，则乒乓球a和b（　　）



A．初速度之比为3：4

B．重力对两乒乓球的冲量大小之比为9：16

C．从射出到碰到墙面时重力做功的平均功率之比为3：4

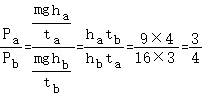
D．碰到墙面时重力的瞬时功率之比为9：16

【分析】先根据下落高度之比求出空中飞行时间之比，然后分别求初速度、冲量及功率的比值。

【解答】解：乒乓球a和b以不同速度水平射出后做平抛运动，由竖直方向的位移h＝菁优网-jyeoo得：t＝菁优网-jyeoo，又ha：hb＝9：16，解得：ta：tb＝3：4

A、乒乓球水平方向匀速运动的位移相同，且x＝v0t，解得：初速度之比v0a：v0b＝tb：ta＝4：3，故A错误；

B、由冲量的定义I＝Ft，且两球重力相等，所以重力对两乒乓球的冲量大小之比Ia：Ib＝ta：tb＝3：4，故B错误；

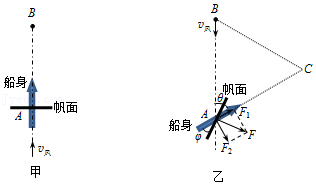
C、从射出到碰到墙面重力做功的平均功率P＝菁优网-jyeoo，重力做功的平均功率之比，故C正确；

D、碰到墙面时竖直分速度vy＝gt，所以重力的瞬时功率P′＝mgvy＝mg2t，解得：此时重力的瞬时功率之比为菁优网-jyeoo，故D错误。

故选：C。

【点评】本题借助平抛运动模型考查了冲量及功率的概念，求功率时应注意瞬时功率与平均功率的区别。

12．（海淀区二模）如图甲所示，在静水中，当风的方向与无自带动力帆船的目标航向（图中由A指向B）一致时，只需将帆面与船身垂直安放，则帆船能沿直线顺利到达目标位置B；如图乙所示，在静水中，当风的方向与无自带动力帆船的目标航向（图中由A指向B）相反时，若调整船身和帆面的位置（其中目标方向AB与船身的夹角为θ，帆面与船身的夹角为φ），帆船也可以逆风到达目标位置B，例如，帆船可先到达C再到达目标位置B。帆船能沿AC段运动的动力来源可简化解释为：风以某一角度α吹到帆面上，碰撞后弹出的角度也是α，碰撞前、后的风速大小相同。风与帆面的碰撞导致风对帆面施加了一个垂直于帆面的冲量，使帆船受到了一个方向与帆面垂直的压力F，这个压力沿船身方向及垂直于船身方向的分力分别为F1和F2，F1就是船沿AC航线前进的动力（其大小与v风的大小关系可表示为kv风2），F2则有使船侧向漂移的作用，可以认为该力被水对船的横向阻力平衡。结合以上解释和所学的物理知识，下列说法中不正确的是（　　）



A．k与φ、θ和空气密度ρ都有关

B．要使无自带动力帆船沿CB航行，帆面必须处于锐角∠ACB的两边之间

C．若不断改变船身和帆面的方位，无自带动力帆船可沿锯齿形航线从A驶向B

D．空气分子与帆面发生弹性碰撞前后，空气分子的动量改变量垂直于帆面

【分析】风以某一角度α吹到帆面上，碰撞后弹出的角度也是α，碰撞前、后的风速大小相同，当α＝90°时，空气原速率返回，用动量定理求F，再定性讨论各个选项

【解答】解：A、设△t时间内的空气吹到风帆上，根据题意又原速率弹回，△t时间内的空气质量为：△m＝ρSv△t，

由动量定理：F△t＝△mvsin（θ﹣φ）﹣△m（﹣vsin（θ﹣φ））＝2△mvsin（θ﹣φ）＝2ρSv2sin（θ﹣φ）△t

解得：F＝2ρSv2sin（θ﹣φ）

将这个压力F沿船身方向及垂直于船身方向的分力分别为F1和F2：

F1＝Fsinφ＝2ρSv2sinφsin（θ﹣φ）＝kv2

k＝2ρSsinφsin（θ﹣φ）

k与空气的密度ρ有关，而φ 与θ也和空气的密度ρ有关，故A正确。

B、要使无自带动力帆船沿CB航行，帆面的位置如图1所示。

帆面与BC线有夹角，故不处于锐角∠ACB的两边之间，故B错误。

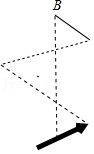
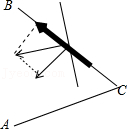
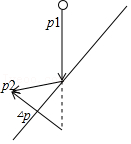
1

图1 图2 图3

C、如果不断改变帆身和帆面的方位，无自带动力帆船可沿锯齿形航线从A驶向B，如图2所示，

故C正确。

D、空气分子与帆面发生弹性碰撞前后，空气分子的速率是不变的。方向发生改变，

由图3可知，空气分子的动量改变量与帆面垂直，故D正确。

故选：B。

【点评】本题考查用动量定理处理流体力学问题，解题的关键是建立“柱体”模型，也是难点，叙述文字太多，注意抓住解题的主要信息。

13．（香坊区校级二模）高空抛物是一种不文明的行为，而会带来很大的社会危害。2019年6月26日，厦门市某小区楼下一位年轻妈妈被从三楼阳台丢下的一节5号干电池击中头部，当场鲜血直流。若一节质量为0.1kg的干电池从1.25m高处自由下落到水平地面上后又反弹到0.2m高度，电池第一次接触地面的时间为0.01s，第一次落地对地面的冲击力跟电池重力的比值为k，重力加速度大小g＝10m/s2，选取地面为零势能面，则（　　）

A．该电池的最大重力势能为12.5J

B．该电池的下落时间比上升时间短0.3s

C．k＝71

D．电池在接触地面过程中动量的变化量大小为0.3kg•m/s

【分析】电池刚下落时重力势能最大；通过下落和反弹高度用位移公式求时间；用动量定理求电池与地面接触过程地面与电池的作用力跟重力的比值；可用动量定理求电池动量变化量。

【解答】解：A、电池刚下落时重力势能最大，EPm＝mgH＝0.1×10×1.25J＝1.25J，故A错误；

B、设电池下落时间为t1，下落高度为H＝1.25m，由H＝菁优网-jyeoo解得：t1＝0.5s，设电池上升时间为t2，反弹高度为h＝0.2m，由h＝菁优网-jyeoo解得：t2＝0.2s，所以t1﹣t2＝0.5s﹣0.2s＝0.3s，所以该电池的下落时间比上升时间多0.3s，故B错误；

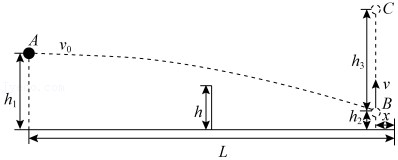
C、物体落地前瞬间速度v1＝gt1＝10×0.5m/s＝5m/s，反弹速度v2＝gt2＝10×0.2m/s＝2m/s，以电池为研究对象，选向上为正方向，由动量定理得：kmgt﹣mgt＝mv2﹣（﹣mv1），其中t＝0.01s，解得：k＝71，故C正确；

D、电池在接触地面过程中动量的变化量大小等于合外力的冲量大小，则△p＝71mgt﹣mgt＝70mgt＝70×0.1×10×0.01kg•m/s＝0.7kg•m/s，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查了动量定律的基本应用，此题的易错点是在电池与地面相互作用的过程中应用动量定理时，容易丢掉重力的冲量。

14．（嘉兴二模）在2019年世界中学生排球锦标赛上，中国男女排双双获得冠军。如图所示为某次接发球过程的示意图，运动员从场地端线处起跳，将球从离地h1＝2.80m高的A点沿垂直端线的方向水平击出，球运动到对方球场时，在离地h2＝0.35m，离端线x＝0.50m处的B点被运动员救起，球沿竖直方向向上运动到离击球点h3＝5.00m处的C点处速度为零。已知排球质量m＝280g，排球视为质点，排球场长L＝18.00m，球网上边缘离地高h＝2.35m，运动员与排球接触时间均很短，不考虑空气阻力。则（　　）



A．排球从A运动到B的运动时间为菁优网-jyeoos

B．在A点，运动员对排球做功为85J

C．在A点，运动员对排球的冲量大小为3.5N•s

D．在B点，排球在竖直方向的动量变化量大小为4.76kg•m/s

【分析】由平抛运动可知物体运动的时间。

根据动能定理可求运动员对排球做的功。

根据动量定理可求冲量大小和动量变化量。

【解答】解：A、根据题意，由平抛运动可得从A到B，菁优网-jyeoo，代入数据解得t＝0.7s，故A错误。

B、由A到B，设物体做平抛运动的水平位移为x′，x′＝L﹣x＝v0t，代入数据解得v0＝25m/s

根据动能定理有W＝△EK＝菁优网-jyeoo，代入数据得W＝8.75J，故B错误。

C、根据动量定理有I＝mv0，代入数据得I＝7kg•m/s，故C错误。

D、从A到B点由平抛运动有菁优网-jyeoo，代入数据得vy＝7m/s，

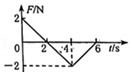
由B点到最高点菁优网-jyeoo，代入数据得vy′＝10m/s，

取向上为正方向，I＝△P＝mvy′﹣（﹣mvy），代入数据得I＝4.76kg•m/s，故D正确。

故选：D。

【点评】掌握动量定理和动能定理，明确物体做平抛运动是解决问题的关键。

15．（重庆模拟）如图所示，一质量为2kg的物体只在力F的作用下由静止开始运动，则下列说法正确的是（　　）



A．物体做折线运动

B．2s末物体的速度方向改变

C．4s末物体回到出发点

D．6s末物体的速度大小为1m/s

【分析】图像并不代表物体运动的轨迹；根据F﹣t图像所包围的面积表示力在△t时间内的冲量，以及动量定理，分别求出2s末、4s末、6s末物体的速度，即可分析出物体的运动情况。

【解答】解：A、图像并不代表物体运动的轨迹，由图像知物体做直线运动。故A错误。

B、F﹣t图像所包围的面积表示力在△t时间内的冲量

在0﹣2s内，以开始运动的方向为正方向，根据动量定理得：I1＝△P＝mv2﹣0

解得：v2＝菁优网-jyeoom/s＝1m/s，速度方向不变，故B错误。

C、在0﹣4s内，以开始运动的方向为正方向，根据动量定理得：I1+I2＝mv4﹣0

解得：v4＝菁优网-jyeoo＝0，故4s末，物体速度减为零，将反向运动，故C错误。

D、在2﹣6s内，以2s末速度的方向为正方向，根据动量定理得：I3＝mv6﹣mv2

解得：v6＝菁优网-jyeoom/s＝﹣1m/s，故6s末物体的速度大小为1m/s。故D正确。

故选：D。

【点评】本题主要考查了动量定理的表达式，注意变力的冲量可以用图像所包围的面积求解，也可用菁优网-jyeoo求解。

**二．多选题（共15小题）**

16．（4月份模拟）正方体密闭容器中有大量运动粒子，每个粒子质量为m，单位体积内粒子数量n为恒量。为简化问题，我们假定：粒子大小可以忽略；其速率均为v，且与器壁各面碰撞的机会均等；与器壁碰撞前后瞬间，粒子速度方向都与器壁垂直，且速率不变。利用所学力学知识，导出器壁单位面积所受粒子压力大小为f，则（　　）

A．一个粒子每与器壁碰撞一次给器壁的冲量大小为I＝mv

B．△t时间内粒子给面积为S的器壁冲量大小为菁优网-jyeoo

C．器壁单位面积所受粒子压力大小为f＝菁优网-jyeoo

D．器壁所受的压强大小为菁优网-jyeoo

E．气体对容器的压强是大量气体分子对容器壁频繁碰撞引起的

【分析】由于粒子的运动是无规则的，所以粒子与器壁有均等的碰撞机会，即相等时间内与某一器壁碰撞的粒子为该段时间内粒子总数的菁优网-jyeoo。一个粒子每与器壁碰撞一次给器壁的冲量是I＝2mv，据此根据动量定理求与某一个截面碰撞时的作用力f。

【解答】解、A、由题意，根据动量定理可知一个粒子每与器壁碰撞一次给器壁的冲量是I＝mv﹣（﹣mv）＝2mv，故A错误；

B、在△t时间内面积为S的容器壁上的粒子所占据的体积为V＝SvΔt，因为粒子与器壁各面碰撞的机会均等，即可能撞击到某一个器壁面的粒子数为：N＝菁优网-jyeoonV＝菁优网-jyeoonSvΔt。

根据动量定理得Δt时间内粒子给面积为S的器壁冲量大小为：I′＝NI＝菁优网-jyeoonSvΔt•2mv＝菁优网-jyeoonmSv2Δt，故B错误；

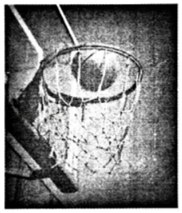
CD、根据动量定理可得面积为S的器壁所受粒子的压力大小为：F＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoonmv2S，所以器壁单位面积所受粒子压力大小为：f＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoonmv2，根据压强的定义可知器壁所受的压强大小即为器壁单位面积所受的压力大小，故CD正确；

E、气体对容器的压强是大量气体分子对容器壁频繁碰撞引起的，故E正确。

故选：CDE。

【点评】本题的关键是建立微观粒子的运动模型，然后根据动量定理列式求解平均碰撞冲力。要注意粒子的运动是无规则的，相等时间内与某一器壁碰撞的粒子为该段时间内粒子总数的菁优网-jyeoo。

17．（株洲模拟）在一次定点投篮比赛中，某运动员将篮球快速出手，篮球空心入筐（如图），由于网兜作用，篮球竖直落下。已知出手时篮球距地面高度为h1，篮筐距地面高度为h2，篮球在最高点离地的高度为h，网兜对篮球的水平冲量为I，篮球质量为m。不计空气阻力，重力加速度为g，则（　　）



A．篮球进筐时的动能为菁优网-jyeoo

B．篮球从出手到进筐历时菁优网-jyeoo+菁优网-jyeoo

C．篮球的出手点到落地点的水平距离为菁优网-jyeoo菁优网-jyeoo

D．投篮时运动员对篮球做功为mg（h﹣h1）+菁优网-jyeoo

【分析】A、篮球进筐前的运动可看作两段平抛运动，已知网兜对篮球的水平冲量为I，可求出篮球的水平速度，由篮筐距地面高度和篮球在最高点离地的高度可求出第二段平抛运动的竖直分速度，则可计算篮球进筐时的动能；

B、篮球在竖直方向做两次匀变速运动，由两个高度可求出两次匀变速运动的时间，即篮球从出手到进筐经历的时间；

C、篮球在水平方向做匀速直线运动，由B选项求出的时间和A选项求出的水平速度可得到篮球从出手点到落地点的水平距离；

D、求出篮球出手时的竖直速度和水平速度，即可求出投篮时运动员对篮球做的功。

【解答】解：A、设篮球进篮筐时的水平分速度为v1，竖直分速度为v2，篮球从最高点到进筐，由运动学公式有：菁优网-jyeoo＝2g（h﹣h2），

从篮球空心入筐到竖直落下，网兜对篮球的水平冲量为I，水平冲量I的方向与篮球的水平初速度方向相反，设水平冲量I的方向为正方向，根据动量定理有：I＝0﹣（﹣mv1），

则篮球进篮筐时的动能为：Ek＝菁优网-jyeoom（菁优网-jyeoo+菁优网-jyeoo）＝菁优网-jyeoo+mg（h﹣h2），故A错误；

B、将篮球进筐前的运动看作两段平抛运动，在竖直方向均做匀变速运动，由运动学公式得：菁优网-jyeoog菁优网-jyeoo＝h﹣﹣h1，菁优网-jyeoog菁优网-jyeoo＝h﹣h2，

则篮球从出手到进筐历时：t＝t1+t2＝菁优网-jyeoo+菁优网-jyeoo，故B正确；

C、篮球进筐前在水平方向做匀速直线运动，所以篮球的出手点到落地点的水平距离为：x＝v1t＝菁优网-jyeoo•（菁优网-jyeoo+菁优网-jyeoo），故C错误；

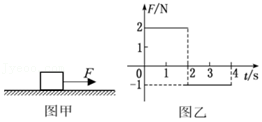
D、设篮球出手时的竖直分速度为v3，由运动学公式有：菁优网-jyeoo＝2g（h﹣h1），

投篮时运动员对篮球做功转化为篮球的初动能，由动能定理有：W＝菁优网-jyeoom（菁优网-jyeoo+菁优网-jyeoo）＝菁优网-jyeoo+mg（h﹣h1），故D正确。

故选：BD。

【点评】本题考查了动量定理、斜抛运动及动能定理的应用，分析清楚题意，灵活选取研究的过程即可正确解题。了解斜抛运动的特点也是解答本题的关键。

18．（浙江模拟）如图甲所示，一质量为0.5kg的物块在水平拉力F的作用下从t＝0时起由静止开始沿足够长的粗糙水平面运动，拉力F随时间t变化的图象如图乙所示，取水平向右为F的正方向．已知物块与水平面间的动摩擦因数为0.2，最大静摩擦力为滑动摩擦力的1.1倍，重力加速度g＝10m/s2，则（　　）



A．t＝1s时物块的动量大小为2kg•m/s

B．t＝2s时物块的动量大小为2kg•m/s

C．t＝1s至t＝3s，物块所受合外力冲量大小为1N•s

D．t＝2s至t＝4s，物块所受摩擦力的冲量大小为零

【分析】根据动量定理分别求出t＝1s时的动量、t＝2s时的动量、t＝3s时的动量，由此得到物块所受合外力冲量大小；分析t＝2s到t＝3s和t＝3s到t＝4s摩擦力的大小和方向，由此得到物块所受摩擦力的冲量大小。

【解答】解：物块与水平面间的动摩擦因数为μ＝0.2，则滑动摩擦力f＝μmg＝0.2×0.5×10N＝1N，最大静摩擦力fm＝1.1f＝1.1×1N＝1.1N。

涉及动量定理，取向右为正方向。

AB、0～2s内，水平拉力F1＝2N；

0～1s内，经过的时间t1＝1s，根据动量定理可得F1t1﹣ft1＝△p1，解得：△p1＝1kg•m/s，由于初动量为零，t＝1s时物体的动量大小为1kg•m/s；

0～2s内，经过的时间t2＝2s，根据动量定理可得F1t2﹣ft2＝△p2，解得：△p2＝2kg•m/s，由于初动量为零，则t＝2s时物块的动量大小为2kg•m/s，故A错误、B正确；

C、2s～3s内，经过的时间t1′＝1s，水平拉力F2＝﹣1N，根据动量定理可得F2t1′﹣ft1′＝△p3，解得：△p3＝﹣2kg•m/s，由于t＝2s时物块的动量为2kg•m/s，则t＝3s时物块的动量为0，根据动量定理可得t＝1s至t＝3s，物块所受合外力冲量大小为I＝0﹣1N•s＝﹣1N•s，物块所受合外力冲量大小为1N•s，故C正确；

D、t＝3s时物块速度为零，由于拉力小于最大静摩擦力，所以t＝3s后物块静止；

t＝2s到t＝3s，摩擦力大小为f＝1N，方向向左；t＝3s到t＝4s，根据平衡条件可得摩擦力方向向右，大小为f′＝1N，所以t＝2s至t＝4s，物块所受摩擦力的冲量大小为零，故D正确。

故选：BCD。

【点评】本题主要是考查动量定理，利用动量定理解答问题时，要注意分析运动过程中物体的受力情况，知道合外力的冲量才等于动量的变化。

19．（丹东二模）一质量为m、带电量为q（q＞0）的小球，在真空中由A点无初速度自由下落，经过t时间落到B点。此时在空间加竖直向上的匀强电场，使该小球又经过t时间返回A点。已知重力加速度为g，空间足够高，则下列说法正确的是（　　）

A．小球返回A点时的速率是其下落至B点时速率的3倍

B．空间所加匀强电场的电场强度大小为E＝菁优网-jyeoo

C．小球自A点下落至最低点的过程中重力的冲量大小为菁优网-jyeoomgt

D．小球自A点下落到再返回A点的过程中机械能增量为2mg2t2

【分析】根据匀变速运动规律，结合牛顿第二定律可求得速度与电场强度；求得下落至最低点的时间即可求得冲量大小；电场力做功即为机械能的增量。

【解答】解：AB、设A到B高度为h，vB＝gt，h＝菁优网-jyeoo，加上电场，取竖直向下为正方向，则：﹣h＝vBt﹣菁优网-jyeoo

联立解得：a＝3g，由牛顿第二定律：qE﹣mg＝ma，解得电场强度：E＝菁优网-jyeoo，

vA＝vB﹣at＝gt﹣3gt＝﹣2gt＝﹣2vB，方向竖直向上，故A错误，B正确；

C、加上电场，小球从B点匀减速下降至最低点（速度为0）时间为t′：vB＝at′，解得：t′＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

小球自A点下落至最低点的过程中重力的冲量大小为：I＝mg（t+t′）＝mg（t+菁优网-jyeoo）＝菁优网-jyeoo，故C正确；

D、小球自A点下落到再返回A点的过程中机械能的增量等于电场力做：△E＝qEh＝q•菁优网-jyeoo＝4mgh＝4mg•菁优网-jyeoo＝2mg2t2，故D正确。

故选：BCD。

【点评】本题注意的是加上电场后小球从B点先向下匀减速到最低点，再向上匀加速返回到A点，从A到B和从B返回A两个过程位移等大反向，这是解答题此的难点和关键。

20．（寿县校级月考）质量为m的物体以初速度v0开始做平抛运动，经过时间t，下降的高度为h，速度变为v，在这段时间内物体动量变化量的大小可能是（　　）

A．m（v﹣v0） B．mgt C．m菁优网-jyeoo D．m菁优网-jyeoo

【分析】根据动量定理求出物体动量的变化量，或通过首末位置的动量，结合三角形定则求出动量的变化量。

【解答】解：根据动量定理得，合力的冲量等于动量的变化量，所以△p＝mgt；

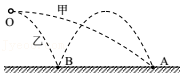
下降的高度为h时竖直方向的速度大小为：vy＝菁优网-jyeoo，在这段时间内物体动量变化量的大小△p＝mvy＝m菁优网-jyeoo

末位置的动量为mv，初位置的动量为mv0，根据三角形定则，知动量的变化量△p＝mvy＝m菁优网-jyeoo，故A错误，BCD正确。

故选：BCD。

【点评】本题考查了求物体动量的变化，正确应用动量定理、动量计算公式解题。解决本题的关键掌握动量定理的表达式，并能灵活运用，掌握不在同一条直线上矢量运算法则是正确解题的关键。

21．（泉州模拟）将相同的甲、乙两小球从O点水平抛出，均可以到达水平地面上的A点，在空中的运动轨迹如图所示。乙球与地面B点发生弹性碰撞，不计碰撞时间和空气阻力，取地面为零势能面，则甲、乙（　　）



A．抛出时速度之比为3：1

B．抛出时机械能之比为9：1

C．从O到A的运动过程中运动时间之比为1：1

D．从O到A的运动过程中所受重力的冲量之比为1：3

【分析】平抛运动在水平方向上做匀速直线运动，在竖直方向上做自由落体运动，运动的时间由高度决定，初速度和时间共同决定水平位移。斜抛运动在水平方向上做匀速直线运动，在竖直方向上做竖直上抛运动。结合分运动的规律研究。

【解答】解：AC、甲做平抛运动，乙球与地面发生弹性碰撞，碰撞后做斜抛运动，根据斜抛运动的对称性可知，乙球运动到A点的时间是甲球运动到A点时间的3倍，根据v0甲t甲＝v0乙t乙知，v0甲：v0乙＝3：1，故A正确，C错误；

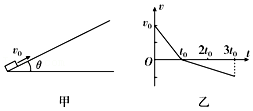
B、抛出时两球的重力势能大小相等，初速度之比为3：1，则动能之比为3：1，而机械能等于动能和重力势能之和，可知机械能之比不是9：1的关系，故B错误；

D、甲乙两球运动的时间之比为1：3，根据冲量的公式I＝Ft知，重力的冲量之比为1：3，故D正确。

故选：AD。

【点评】解决本题的关键知道平抛运动和斜抛运动的规律，掌握处理曲线运动的方法，对于斜抛运动，可以运用对称性分析求解，也可以分解为水平方向和竖直方向进行研究。

22．（屯溪区校级期中）如图甲所示，一质量为m的物块在t＝0时刻，以初速度v0从足够长、倾角为θ的粗糙斜面底端向上滑行，物块速度随时间变化的图象如图乙所示。t0时刻物块到达最高点，3t0时刻物块又返回底端。下列说法正确的是（　　）



A．物块从开始运动到返回底端的过程中重力的冲量为3mgt0•cosθ

B．物块从t＝0时刻开始运动到返回底端的过程中动量的变化量为﹣菁优网-jyeoomv0

C．斜面倾角θ的正弦值为菁优网-jyeoo

D．不能求出3t0时间内物块克服摩擦力所做的功

【分析】由冲量的定义式直接求重力的冲量；根据物块运动位移的关系由图象得到末速度，进而得到动量变化量；根据上滑、下滑过程加速度的关系求得倾斜角的正弦；由动能定理得到克服摩擦力做的功。

【解答】解：以沿斜面向上为正方向。

A、物块从开始运动到返回底端的过程中用时3t0，该过程重力的冲量大小为I＝mg•3t0＝3mgt0，故A错误；

B、设物块返回底端时的速度大小为v，物块上滑、下滑过程位移大小相等，由图乙所示图象可知，菁优网-jyeoo＝﹣菁优网-jyeoo，v＝﹣菁优网-jyeoov0；

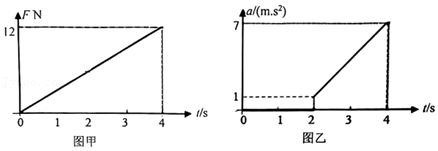
物块从t＝0时刻开始运动到返回底端的过程中动量变化量为△p＝mv﹣mv0＝﹣菁优网-jyeoomv0，故B正确；

C、物块上滑时加速度a1＝﹣gsinθ﹣μgcosθ＝﹣菁优网-jyeoo，下滑时加速度a2＝﹣gsinθ+μgcosθ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooa1，所以sinθ＝菁优网-jyeoo，故C正确；

D、3t0时间内重力做功为零，由动能定理可知，3t0时间内物块克服摩擦力做的功为：Wf＝菁优网-jyeoo−菁优网-jyeoomv2＝菁优网-jyeoomv02，故D错误。

故选：BC。

【点评】分析清楚物块的运动过程与受力情况是解题的前提与关键，根据冲量的计算公式、应用牛顿第二定律与动能定理即可解题。

23．（沙坪坝区校级月考）水平力F方向确定，大小随时间变化如图甲所示，用力F拉静止在水平桌面上的小物块，物块质量为1kg，在F从0开始逐渐增大的过程中，物块的加速度随时间变化如图乙所示，取g＝10m/s2，由图象可知（　　）

A．小物块所受滑动摩擦力的大小为6N

B．4s时小物块的速度为8m/s

C．在0～4s时间内，合外力的功为64J

D．在0～4s时间内，摩擦力的冲量大小为16N•s

【分析】根据牛顿第二定律求解滑动摩擦力大小；a﹣t图象与坐标轴围成的面积表示速度的变化，由此求解t＝4s时小物块的速度大小；根据动能定理求解在0～4s时间内合外力的功；求出0～4s时间内拉力的冲量，根据动量定理求解摩擦力的冲量。

【解答】解：A、设小物块所受滑动摩擦力的大小为f，在t＝4s时的加速度大小为a＝7m/s2、拉力为F＝12N，根据牛顿第二定律可得：F﹣f＝ma，解得：f＝5N，故A错误；

B、a﹣t图象与坐标轴围成的面积表示速度的变化，小物块的初速度为零，则t＝4s时小物块的速度为v＝菁优网-jyeoom/s＝8m/s，故B正确；

C、根据动能定理可得在0～4s时间内，合外力的功为W＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooJ＝32J，故C错误；

D、F﹣t图象与坐标轴围成的面积表示力的冲量，所以在0～4s时间内，拉力的冲量为IF＝菁优网-jyeoo＝24N•s

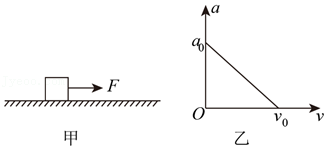
设摩擦力的冲量大小为If，取拉力方向为正方向，根据动量定理可得：IF﹣If＝mv﹣0

解得：If＝16N•s，故D正确。

故选：BD。

【点评】本题主要是考查牛顿第二定律和动量定理，关键是弄清楚图象与坐标轴围成的面积所表示的物理意义；注意“在0～4s时间内，摩擦力的冲量大小”包含前面2s内静摩擦力的冲量大小。

24．（山东模拟）如图甲所示，特殊材料制成的水平长直轨道上，静止着一质量为m的物体，物体在轨道上运动时，受到的阻力大小与其速度成正比，即f＝kv（k为常量，大小未知）。从t＝0时刻起，物体在一水平恒定拉力作用下，开始向右运动，其加速度a随速度v的变化规律如图乙所示（图乙中的v0和a0均为已知量）。下列说法正确的是（　　）



A．该拉力的大小为2ma0

B．常量k的大小为菁优网-jyeoo

C．在物体从开始运动到速度最大的过程中，合力的冲量大小为mv0

D．在物体从开始运动到速度最大的过程中，该拉力对物体做的功为菁优网-jyeoomv02

【分析】列出牛顿第二定律方程，变形得a﹣v函数关系式，与图像斜率、截距对应求解拉力和k，用动量定理求合力的冲量；用动能定理求拉力的功。

【解答】解：AB、由牛顿第二定律：F﹣kv＝ma 解得：a＝﹣菁优网-jyeoov+菁优网-jyeoo 由图像知：v＝0时，a＝a0 即a0＝菁优网-jyeoo 所以有F＝ma0

v＝v0时，a＝0，即0＝﹣菁优网-jyeoov0+菁优网-jyeoo 解得：k＝菁优网-jyeoo 故A错误，B正确；

C、由图像知：物体速度增大，加速度减小，当加速度为零时，速度达到最大v0，以后物体做匀速运动，由动量定理得合力冲量为：I＝mv0﹣0＝mv0 故C正确；

D、在物体从开始运动到速度最大的过程中，由动能定理：WF﹣W＝菁优网-jyeoomv菁优网-jyeoo﹣0，解得：WF＝W+菁优网-jyeoo菁优网-jyeoo 故D错误。

故选：BC。

【点评】用牛顿第二定律变形得a﹣v函数关系式是处理动力学图像问题的关键，同时注重运动过程的分析找到何时达到最大速度。

25．（乙卷）水平桌面上，一质量为m的物体在水平恒力F拉动下从静止开始运动。物体通过的路程等于s0时，速度的大小为v0，此时撤去F，物体继续滑行2s0的路程后停止运动。重力加速度大小为g。则（　　）

A．在此过程中F所做的功为菁优网-jyeoomv02

B．在此过程中F的冲量大小等于菁优网-jyeoomv0

C．物体与桌面间的动摩擦因数等于菁优网-jyeoo

D．F的大小等于物体所受滑动摩擦力大小的2倍

【分析】撤去外力前后分别对物块进行动能定理列式子，可求出拉力F做的功以及拉力和摩擦力之间的关系；由动量定理求出拉力F的冲量；由动能定理结合滑动摩擦力公式，求得动摩擦因数。

【解答】解：A、在F作用下，由动能定理可知：WF﹣fs0＝菁优网-jyeoo﹣0，撤去外力之后，由动能定理可知：﹣f×2s0＝0﹣菁优网-jyeoo，联立解得：WF＝菁优网-jyeoo，故A错误；

BD、由于外力做功WF＝Fs0，结合A中两式，解得F＝3f，

取v0方向为正，撤去外力之前对物体动量定理可知：（F﹣f）t1＝mv0﹣0，可得：菁优网-jyeooFt1＝mv0，则F的冲量大小I＝Ft1＝菁优网-jyeoomv0，故B正确，D错误；

C、撤去外力之后，由动能定理可知：﹣f×2s0＝0﹣菁优网-jyeoo，摩擦力f＝μmg，则解得：μ＝菁优网-jyeoo，故C正确；

故选：BC。

【点评】本题考查动能定理，动量定理和牛顿第二定律的综合，分清楚运动过程，熟练运用各定理进行运算是关键。本题难度不大，但综合性很强。

26．（泰安模拟）如图所示，轻弹簧与倾角为θ的固定斜面平行弹簧的下端固定，质量为m的物块（视为质点）放在斜面上A点，物块与弹簧接触，但未与弹簧拴接，此时弹簧恰好处于原长状态。若物块从A点以某一初速度沿斜面下滑，测得物块下滑的最大距离为x，所用的时间为t，之后物块被弹簧反向弹回，最终停在A点上方到A点距离为x的B点。物块与斜面间的动摩擦因数为μ，弹簧始终在弹性限度内，重力加速度大小为g。下列说法正确的是（　　）

菁优网：http://www.jyeoo.com

A．在物块上滑的过程中，物块所受合力的冲量为零

B．在物块下滑的过程中，弹簧弹力的冲量大小为mgt（sinθ﹣μcosθ）

C．在物块上滑的过程中，当弹簧弹力的大小为mgsinθ+μmgcosθ时，物块的速度最大

D．物块从A点下滑的初速度大小为菁优网-jyeoo

【分析】根据动量定理可知，合力的冲量等于动量的变化量，弹簧弹力的大小和冲量利用动量定理求解，物块的初速度用动能定理计算。

【解答】解：A、在物块上滑的过程中，初末速度均为零，动量的变化量为零，由动量定理可知物块所受合力的冲量为零，故A正确；

B、在物块下滑的过程中，以向下为正，由动量定理得：mgsinθ×t﹣I弹﹣umgcosθ×t＝0﹣mv0

所以弹簧弹力的冲量为I弹＝mgt（sinθ﹣μcosθ）﹣mv0，故B错误；

C、在上滑的过程中，当物块沿斜面方向所受的合力为零时，速度最大，

即mgsinθ+μmgcosθ﹣F弹＝0

解得：F弹＝mgsinθ+μmgcosθ，故C正确。

D、物块从A点开始下滑到上滑到B点的过程中，弹簧弹力做功为零，摩擦力做负功，重力做负功，由动能定理得

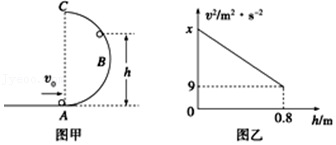
菁优网-jyeoo菁优网-jyeoo

解得菁优网-jyeoo，故D错误；

故选：AC。

【点评】本题是弹簧问题，弹簧弹力是变力，通常用动能定理和动量定理求解，运用动量定理时注意其矢量性。

27．（襄城区校级模拟）如图甲所示，在水平桌面上竖直固定一光滑的半圆形轨道ABC，小球以一定的初速度从最低点A冲上轨道，图乙是小球在半圆形轨道上从A运动到C的过程中，其速度平方与其对应高度的关系图象。已知小球在最高点C受到轨道的作用力为2.5N，轨道半径r＝0.4m，空气阻力不计，B点为AC轨道中点，g＝10m/s2，下列说法正确的是（　　）



A．图乙中x＝36m2/s2

B．小球质量为0.2kg

C．小球在B点受到轨道作用力为8.5N

D．小球从A至C的过程中，轨道ABC对桌面的水平冲量大小为1.6N•s

【分析】根据机械能守恒定律写出图乙对应的v2随h变化的函数关系；在B点、C点分别列向心力公式；对小球从A到C列动量定理方程。

【解答】解：A、小球在光滑轨道上运动，只有重力做功，故机械能守恒，则有：菁优网-jyeoo，解得：菁优网-jyeoo，由图乙，当h＝0.8m时，v2＝9m2/s2，解得：v0＝5m/s，当h＝0时，x＝v菁优网-jyeoo＝25m2/s2，故A错误；

B、由图乙可知，菁优网-jyeoo＝9m2/s2，小球的速度为vC＝3m/s，由牛顿第二定律：F+mg＝m菁优网-jyeoo，解得：m＝0.2kg，故B正确；

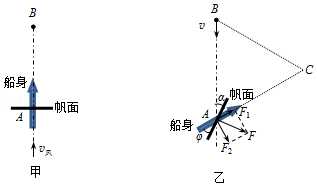
C、小球从A到B机械能守恒，则有：菁优网-jyeoo，在B点由牛顿第二定律得：FNB＝m菁优网-jyeoo，解得：FNB＝8.5N，故C正确；

D、小球从A至C的过程中，选向左为正方向，对小球由动量定理可得轨道对小球的冲量为：I＝mvC﹣（﹣mv0），解得：I＝1.6N•s，所以小球对轨道的冲量大小也是1.6N•s，又因为轨道静止，所以小球对轨道的水平冲量与桌面对轨道的水平冲量大小相等，方向相反，所以轨道ABC对桌面的水平冲量大小也为 1.6N﹣s，故D正确。

故选：BCD。

【点评】本题考查了机械能守恒定律与动量定理的综合应用，此题的难点在于对v2﹣h图像的理解，关键是知道根据题目所给物理过程根据相应的物理原理写出v2随h变化的函数关系。

28．（海淀区二模）如图甲所示，在静水中，当风的方向与无自带动力帆船的目标航向（图中由A指向B）一致时，只需将帆面与船身垂直安放，则帆船能沿直线顺利到达目标位置B；如图乙所示，在静水中，当风的方向与无自带动力帆船的目标航向（图中由A指向B）相反时，若调整船身和帆面的位置使帆面与船身的夹角为φ，帆船也可以逆风到达目标位置B，例如，帆船可先到达C再到达目标位置B。帆船能沿AC段运动的动力来源可简化解释为：风以某一角度α吹到帆面上，碰撞后弹出的角度也是α，碰撞前、后的风速大小相同。风与帆面的碰撞导致风对帆面施加了一个垂直于帆面的冲量，使帆船受到了一个方向与帆面垂直的压力F，这个压力沿船身方向及垂直于船身方向的分力分别为F1和F2，F1就是船沿AC航线前进的动力（其大小与风速v的平方成正比），F2则有使船侧向漂移的作用，可以认为该力被水对船的横向阻力平衡，不考虑帆船行进过程中帆的弯曲。设风的密度为ρ，帆的面积为S，风速远大于船速。结合以上解释和所学的物理知识，下列说法中正确的是（　　）



A．帆船前进的动力的大小为2ρSv2sinα•sinφ

B．水对船横向阻力的大小为2ρSv2sinα•cosφ

C．其他条件相同时，如果仅增大帆的面积，帆船可以获得更大的动力

D．其他条件相同时，如果仅升高空气的温度，帆船可以获得更大的动力

E．只要条件合适，无自带动力帆船的速度可能大于风的速度

F．当φ角取0时，不管α角取多少，F1的大小均为0

G．帆船前进的动力的大小

【分析】风以某一角度α吹到帆面上，碰撞后弹出的角度也是α，碰撞前、后的风速大小相同，当α＝90°时，空气原速率返回，用动量定理求F，然后根据正交分解表达F1和F2，再讨论各个选项

【解答】解：AB、设△t时间内的空气吹到风帆上，根据题意又原速率弹回，△t时间内的空气质量为：△m＝ρSv△t

由动量定理有：F△t＝△mvsin（α﹣φ）﹣△m（﹣vsin（α﹣φ））＝2△mvsin（θ﹣φ）＝2ρSv2sin（α﹣φ）△t

解得：F＝2ρSv2sin（α﹣φ）＝kv2

将这个压力F沿船身方向及垂直于船身方向的分力分别为F1和F2：

F1＝Fsinφ＝2ρSv2sinφsin（α﹣φ）

F2＝Fcosφ＝2ρSv2sin（α﹣φ）cosφ

帆船前进的动力大小为2ρSv2sinφsin（α﹣φ） 故A错误；

帆船前进的阻力大小为2ρSv2sin（α﹣φ）cosφ 故B错误；

C、由 F1＝2ρSv2sinφsin（α﹣φ） 可知，其它条件相同时，F1∝S，如果仅增大 帆的面积，帆船可以获得更大的动力，故C正确；

D、其它条件相同时，如果仅升高空气的温度，则空气的密度减小，

由 F1＝2ρSv2sinφsin（α﹣φ） 可知，帆船前进的动力变小，故D错误。

E、只要条件合适，比如找到比风直接推动帆船更有效率且强大的动力来源，无自带动力帆船的速度可以大于风速，故E正确。

F、由 F1＝2ρSv2sinφsin（α﹣φ） 可知，当φ＝0时，F1＝0，无论α角取何值，故F正确。

故选：CEF。

【点评】本题考查用动量定理处理流体力学问题，解题的关键是建立“柱体”模型，也是难点，叙述文字太多，注意抓住解题的主要信息。

29．（海淀区一模）如图所示，小明在体验蹦极运动时，把一端固定的长弹性绳绑在踝关节处，从高处由静止落下。将小明的蹦极过程近似为在竖直方向的运动，在运动过程中，把小明视作质点，不计空气阻力。下列判断中正确的是（　　）



A．从开始下落到最低点的过程中，小明的动量守恒

B．从开始到下落速度最大的过程中，小明所受合外力先增大后减小

C．从开始到下落至最低点的过程中，小明所受合外力先增大后减小

D．从开始到下落速度最大的过程中小明所受合外力的冲量的大小大于小明从速度最大处到下落至最低点的过程中合外力的冲量的大小

E．从弹性绳刚好被拉直到下落至最低点的过程中，小明做简谐运动

F．从弹性绳刚好被拉直到速度最大所用时间与从速度最大到最低点所用时间相同

G．当小明速度最大时，小明的加速度也达到最大

H．小明在最低点的加速度在数值上等于重力加速度

I．小明还可以返回起跳的位置

J．从开始到下落速度最大的过程中，小明先失重再超重

【分析】由动量守恒的条件判断动量问题，由牛顿第二定律判断加速度的变化问题和超重失重问题，由受到的力是否与位移成正比判断是否是简谐运动问题。

【解答】解：A、由于小明受到弹力和重力的作用，用两力的合力不为零，所以动量不守恒，故A错误；

BC、从开始下落到速度最大的过程中，小明开始只受重力，合力不变，绳子张紧后则受到逐渐增大的弹力，合力减小为零，合力无增大的过程，故B错误。

从开始下落到最低点的过程中，小明受到的合外力是：先恒定，后减小到零（速度最大），再增大直到速度减小为零，故C错误；

D、由于速度从零到最大，再从最大到零，动量的变化大小相等方向相反，则合外力的冲量也是大小相等方向相反，故D错误；

E、由于弹性绳的伸长与拉力成正比，整个系统类似于竖直方向的弹射振子，所以是简谐运动，故E正确；

F、由于弹性绳刚好拉直时的初速度不为零，而最低点的速度为零，那么从刚拉直到速度最大，与从速度最大到最低点的时间不相等，故F错误；

G、速度最大时，小明的加速度为零，故G错误；

H、小明在最低点的加速度大于重力加速度，故H错误；

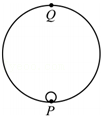
I、不考虑空气阻力和能量损失，由机械能守恒定律可知，小明还能回到出发点，故I正确；

J、从开始到速度最大，加速度一直向下，所以一直是失重，故J错误；

故选：EI。

【点评】本题从一个实例考查物理多个知识点，从每个规律的条件出发去判断是关键。

30．（内江二模）如图所示，竖直平面内有一半径R＝0.4m的光滑圆轨道，P、Q分别是它的最低点和最高点，在P点有一质量为0.5kg的静止小球（视为质点）。现给它一水平向右大小为2.5N•s的瞬时冲量，重力加速度g取10m/s2，则小球在竖直轨道内运动过程中，下列说法正确的是（　　）



A．在P点时，小球对轨道的压力为5N

B．在Q点时，小球的速度大小为3m/s

C．小球在最高点的向心加速度大小为10m/s2

D．从P点运动到Q点小球克服重力做功的平均功率等于从Q点运动到P点小球重力做功的平均功率

【分析】由动量定理可以求出小球获得的速度，应用机械能守恒定律可以求出小球到达Q点时的速度大小，应用牛顿第二定律与功率公式分析答题。

【解答】解；A、设小球获得冲量后的速度大小为v0，对小球，由动量定理得；I＝mv0，代入数据解得：v0＝5m/s，在P点，设轨道对小球的支持力大小为F，由牛顿第二定律得：F﹣mg＝m菁优网-jyeoo，代入数据解得；F＝36.25N，由牛顿第三定律可知，小球对轨道的压力大小F′＝F＝36.25N，方向竖直向下，故A错误；

B、从P到Q过程小球机械能守恒，由机械能守恒定律得：菁优网-jyeoo+mg×2R，代入数据解得：vQ＝3m/s，故B正确；

C、小球在最高点的加速度大小a＝菁优网-jyeoom/s2＝22.5m/s2，故C错误；

D、小球从从P点运动到Q点是小球从Q点运动到P点的逆过程，运动时间t相等，两过程种小球高度变化量相等，都是2R，从P点运动到Q点小球克服重力做的功W与从Q点运动到P点小球重力做的功W′相等，由P＝菁优网-jyeoo可知，从P点运动到Q点小球克服重力做功的平均功率等于从Q点运动到P点小球重力做功的平均功率，故D正确。

故选：BD。

【点评】根据题意分析清楚小球的运动过程，应用动量定理、牛顿第二定律、机械能守恒定律与功率公式即可解题。

**三．填空题（共6小题）**

31．（鼓楼区校级期中）质量为2kg的小球从125m的高空自由落下，不计空气阻力，取g＝10m/s2，则第2s内动量的变化量为　20kg•m/s　，从开始下落到落地这段时间内，重力的冲量为　100N•s　。

【分析】根据动量定理求第2s内动量的变化量。根据自由落体运动的规律求出小球下落的时间，然后由冲量的定义求出重力的冲量。

【解答】解：根据动量定理可知，小球在第2s内动量的变化量等于重力在第2s内的冲量，即有：△p＝mgt2＝2×10×1kg•m/s＝20kg•m/s

小球下落的时间为：t＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoos＝5s

从开始下落到落地这段时间内，重力的冲量为I＝mgt＝2×10×5N•s＝100N•s

故答案为：20kg•m/s，100N•s。

【点评】本题是动量与自由落体运动的综合应用，要知道动量定理既可以求动量的变化量，也可以求冲量。

32．（南岗区校级期末）一人做“蹦极”运动，用原长20m的橡皮绳拴住身体往下跃，若此人质量为50kg，从45m高处无初速下落，运动开始至运动停止瞬间所用时间4s，则橡皮绳对人的平均作用力约为　1000　N（不计空气阻力，g＝10m/s2）。

【分析】由自由落体运动的位移公式求出自由落体的时间，然后求出绳子产生拉力的时间，最后由动量定理求出绳子的平均作用力。

【解答】解：人先做自由落体运动，由菁优网-jyeoo，

可得自由下落的时间为菁优网-jyeoo，

绳的拉力作用时间为：t2＝t﹣t1＝4s﹣2s＝2s，

设向上为正方向，全程应用动量定理有：Ft2﹣mgt＝0，

解得平均作用力为菁优网-jyeoo，

故答案为：1000.

【点评】本题考查了求橡皮绳的平均作用力，橡皮绳的作用力是变力，可以应用动量定理求解，分析求出人的运动过程、求出橡皮绳产生力的时间，应用动量定理即可求出平均作用力．

33．（闵行区期末）在其余条件相同时，汽车因撞击而停下要比刹车停下对乘员的作用力大，分析其原因：

（1）可依据的相关的物理原理有：　牛顿第二定律和运动学关系　；

（2）具体理由是：　速度变化相同时，时间越短（或路程越短），则加速度大　。

【分析】可以从受力、功能、动量等不同的方面分析，汽车因撞击而停下要比刹车停下对乘员的作用力大的原因。

【解答】解：本题答案不唯一：

答法1：（1）牛顿第二定律和运动学关系；（2）速度变化相同时，时间越短（或路程越短），则加速度大。

答法2：（1）功能原理；（2）机械能变化相同时，位移越小、力越大。

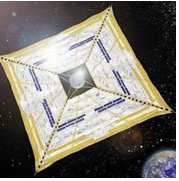
答法3：（1）动能定理；（2）动能变化相同时，位移越小、力越大。

答法4：（1）动量定理；（2）动量变化相同时，时间越短、力越大。

故答案为：（1）牛顿第二定律和运动学关系；（2）速度变化相同时，时间越短（或路程越短），则加速度大。

【点评】本题考查了牛顿运动定律、动能定理和动量定理的相关知识，解题的关键明确题干信息，和已学的知识联系起来。

34．（和平区校级月考）2010年，日本发射了光帆飞船伊卡洛斯号造访金星，它利用太阳光的光压修正轨道，节约了燃料。伊卡洛斯号的光帆大约是一个边长为a的正方形聚酰亚胺薄膜，它可以反射太阳光。已知太阳发光的总功率是P0，伊卡洛斯号到太阳的距离为r，光速为c。假设伊卡洛斯号正对太阳，并且80%反射太阳光，那么伊卡洛斯号受到的太阳光推力大小F＝　菁优网-jyeoo　。（已知光具有波粒二象性，频率为ν的光子，其能量表达式为ε＝hν，动量表达式p＝菁优网-jyeoo）



【分析】计算出单位时间内光帆接收到光子的总动量变化量，由于80%反射太阳光，20%被吸收，根据动量定理解方程求解。

【解答】解：在以太阳为中心、半径为r的球面上的总功率为P0，

在光帆上每单位时间内接受到的总能量E＝菁优网-jyeoo①

设每单位时间内接受到的光子数为n，则有：E＝nhν＝n菁优网-jyeoo

光子动量表达式p＝菁优网-jyeoo，所以E＝nPc ②

根据①②可得单位时间内n个光子的总动量为nP＝菁优网-jyeoo

单位时间内光帆接受到的光子数为n，80%反射太阳光，20%被吸收，根据对光子动量定理可得：

F×1＝20%nP+2×80%nP＝菁优网-jyeoo。

根据牛顿第三定律可得伊卡洛斯号受到的太阳光推力大小为菁优网-jyeoo。

故答案为：菁优网-jyeoo。

【点评】本题主要是考查动量定理，利用动量定理解答问题时，要注意分析运动过程中物体的受力情况，知道合外力的冲量才等于动量的变化。

35．（和平区校级期中）总质量为M的列车以速度v在平直轨道上匀速行驶，行驶中各车厢受阻力均为车重的K倍，某时刻列车后面质量为m的车厢脱钩而机车牵引力未变，当脱钩的车厢刚停下时，前面列车的速度是 　菁优网-jyeoo

【分析】将整列列车作为研究对象分析，整体所受的合力为零，遵守动量守恒定律，由动量守恒定律可求得前车的速度。

【解答】解：因整车匀速运动，故整体合外力为零；脱钩后合外力仍为零，系统的动量守恒。

取列车原来速度方向为正方向。由动量守恒定律，可得：

Mv＝（M﹣m）v′+m×0

解得前面列车的速度为：v′＝菁优网-jyeoo

故答案为：菁优网-jyeoo

【点评】本题要注意车的整体受到的外力之和为零，符合动量守恒定律的条件，则可以由动量守恒定律求解。要熟练的掌握对动量守恒的条件的几种描述。

36．（涪城区校级期中）质量m＝500g的篮球，以10m/s的速度与天花板相碰，经过t＝0.5s，篮球以碰前速度的菁优网-jyeoo反弹，设空气阻力忽略不计，g取10m/s2，则天花板对篮球的平均作用力大小为　12.5　N

【分析】研究篮球与天花板相碰的过程，分析篮球的受力情况，根据动量定理列方程求解天花板对篮球的平均作用力。

【解答】解：篮球与天花板相碰的过程，规定竖直向上为正方向，根据动量定理得：﹣（F+mg）t＝m（﹣菁优网-jyeoov﹣v）

据题 m＝500g＝0.5kg，v＝10m/s，t＝0.5s

代入数据解得：F＝12.5N；

故答案为：12.5 N

【点评】对于碰撞、打击等瞬时过程的作用力，往往根据动量定理求解。运用动量定理时，要注意动量定理表达式为矢量式，要先规定正方向。

**四．计算题（共2小题）**

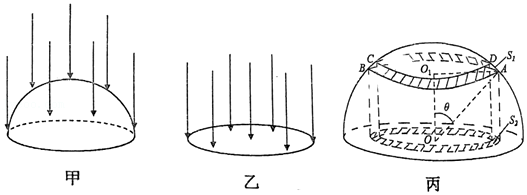
37．（海淀区校级三模）已知太阳光垂直射到地球表面上时，地球表面的单位面积上单位时间接收到的太阳光的能量为P0。假如认为太阳光为单一频率的光，且波长为λ，光速为c。普朗克常量为h。由于地球离太阳很远，所以照射到地球表面的太阳光可近似看成平行光。现有一个半径为R的半球体，球心为O，倒扣在地面上，太阳光垂直于地面入射到半球面上，如图甲所示。图乙为平放在地面上的半径同为R的圆盘。

①试比较单位时间打到半球面上的光子数N甲和单位时间打到圆盘上的光子数N乙的大小关系；

②由于太阳光的作用，会使半球体或圆盘受到一个向下的压力。为比较太阳光对图甲中半球体的压力和对图乙中圆盘的压力的大小关系，某同学想到了利用微元法的思想来进行计算。他在半球面上取一条很窄的环带状球面ABCD，AB是一个以O1为圆心的圆的直径，CD是以O1正上方离O1很近的O2（图中未画出）为圆心的圆的直径，∠AOO1＝0。由于AD很短，故整个环带状球面可看成与水平方向成θ角的斜面。设该环带状球面的面积为S1，其在地面上的投影记为S2。试在以下两种情况下分别写出太阳光对S1面和对S2面（假设太阳光直接穿过球面照射到S2上）的压力的表达式，并比较大小。

a.所有照射到球面上的太阳光均被吸收；

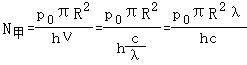
b.所有照射到球面上的太阳光均被反射，反射前后频率不变，且反射方向遵循光的反射定律。



【分析】（1）求出圆形区域获得的太阳光能量，总能量除以每个光子的能量等于光子数；

（2）求出光子的动量，由动量定理求出压力，然后求出光压；

（3）求出太阳帆受到的压力，由牛顿第三定律求出。

【解答】解：①由于太阳光垂直于地面入射到半球面上，则，同理菁优网-jyeoo

故N甲＝N乙

②a.在Δt时间内，射到S1面上的光子数为菁优网-jyeoo

光子被完全吸收，根据动量定理，光子受到的力F1，则菁优网-jyeoo

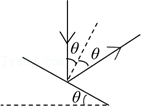
故菁优网-jyeoo

根据牛顿第三定律，S1面受到的力菁优网-jyeoo

同理，S2面受到的力菁优网-jyeoo

又因为S2＝S1cosθ，故F'1＝F'2

b.在Δt时间内，射到S1面上的光子数仍为N1，所有光子均被反射，设每个光子被反射前、后的动量变化量为Δp，则菁优网-jyeoo，方向垂直于S1面，如图所示



根据动量定理，光子受到的作用力F3，则菁优网-jyeoo

故菁优网-jyeoo，方向垂直于S1面斜向上

根据牛顿第三定律，S1面受到的力垂直于S1面斜向下，其竖直向下的分力为S1面所受到的合力，即菁优网-jyeoo

同理，不难求出S2面所受到的光子作用力为F4，F4＝菁优网-jyeoo

故菁优网-jyeoo，即F3y＜F4。

答：①N甲＝N乙

②a.S1面受到的力为菁优网-jyeoo，S2面受到的力为菁优网-jyeoo，两者大小相等；

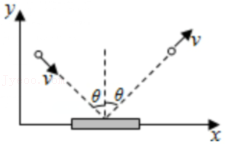
b.S1面受到的力为菁优网-jyeoo，S2面所受到的光子作用力为菁优网-jyeoo，F3y＜F4

【点评】本题难度较大，且计算量大，关键是应用动量定理求得光子受到的力，注意牛顿第三定律的运用，解题时一定要细心、认真。

38．（海淀区校级三模）动量定理可以表示为Δp＝FΔt，其中动量p和力F都是矢量。在运用动量定理处理二维问题时，可以在相互垂直的x、y两个方向上分别研究。例如，质量为m的小球斜射到木板上，入射的角度是θ，碰撞后弹出的角度也是θ，碰撞前后的速度大小都是v，碰撞时间为Δt。如图所示。碰撞过程中忽略小球所受重力。

a、分别求出碰撞前后x、y方向小球的动量变化Δpx、Δpy；

b、求小球对木板的作用力。



【分析】a、分别求出碰撞前的x、y方向的动量和碰撞后x、y方向的动量，然后求出动量的变化；

b、根据动量定理求解木板对小球作用力大小，根据牛顿第三定律求解小球对木板作用力大小。

【解答】解：a、在x方向：动量变化为Δpx＝mvsinθ﹣mvsinθ＝0

在y方向：动量变化为Δpy＝mvcosθ﹣（﹣mvcosθ）＝2mvcosθ，方向沿y轴正方向；

b、根据动量定理可知，木板对小球作用力大小为菁优网-jyeoo

方向沿y轴正方向。

根据牛顿第三定律，小球对木板作用力大小为菁优网-jyeoo，方向沿y轴负方向。

答：a、碰撞前后x方向小球的动量变化为零、y方向小球的动量变化为2mvcosθ，方向沿y轴正方向；

b、小球对木板的作用力大小为菁优网-jyeoo，方向沿y轴负方向。

【点评】本题主要是考查动量变化的计算和动量定理，知道动量是矢量，动量的变化要根据矢量的合成进行解答，不是简单的代数运算。