## 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

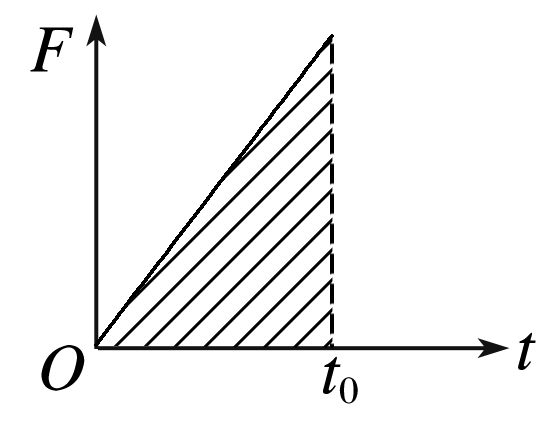
(1)求恒力的冲量

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．



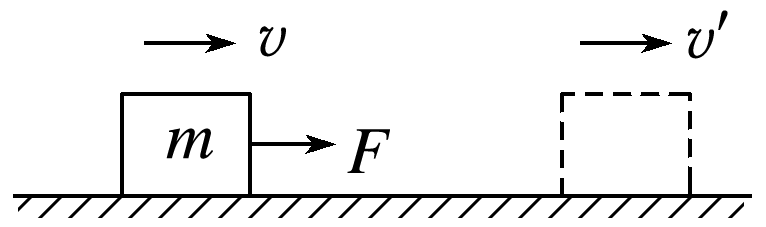
图

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

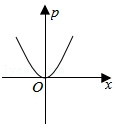
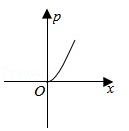
1．列方程前首先选取正方向；

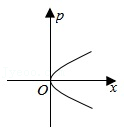
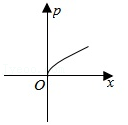
2．分析速度时一定要选取同一参考系，一般选地面为参考系；

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．（湖南）物体的运动状态可用位置x和动量p描述，称为相，对应p﹣x图像中的一个点。物体运动状态的变化可用p﹣x图像中的一条曲线来描述，称为相轨迹。假如一质点沿x轴正方向做初速度为零的匀加速直线运动，则对应的相轨迹可能是（　　）

A． B．

C． D．

【分析】依据匀加速直线运动速度与位移关系，结合动量的定义式，及数学的二次函数图象，即可分析判定。

【解答】解：一质点沿x轴正方向做初速度为零的匀加速直线运动，那么位移与速度关系为：x＝菁优网-jyeoo，

而动量表达式为：p＝mv，

联合上式，则有：p2＝2am2x

再由位移与速度均沿着x轴正方向，则取正值，那么动量也取正值，

综上所述，故D正确，ABC错误；

故选：D。

【点评】考查匀变速直线运动的规律，掌握动量的表达式内容，理解位移、速度与动量均为矢量，并注意矢量的正负取值。

2．（辽宁期中）“比冲”是航天器发射系统的常用物理量，用于表达动力系统的效率，其可以描述为单位质量推进剂产生的冲量。据此分析，“比冲”的国际单位可以是（　　）

A．N•s B．N C．m/s D．m/s2

【分析】根据题目信息可知，比冲表示动力系统的效率，单位质量推进剂产生的冲量，则由其物理量的表达式可确定其国际单位。

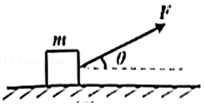
【解答】解：比冲表示动力系统的效率，单位质量推进剂产生的冲量，即菁优网-jyeoo，根据F的单位为kgm/s2，t单位为s，m单位为kg，则比冲的单位为；菁优网-jyeoo＝1m/s，故C正确，ABD错误；

故选：C。

【点评】本题主要考查了物理量单位的确定，由题目所给信息，列出表达式，然后由各个物理量的单位确定即可。

## 随堂练习

1．（抚州期末）如图所示质量为m＝2kg的物体静止在光滑的水平面上，某时刻（计为零时刻）受到一个与水平成θ＝37°的恒力F＝5N作用，作用时间t＝3s．则0到3s内，下列计算正确的是（已知sin37°＝0.6，cos37°＝0.8，g取10N/kg）（　　）



A．物体动量变化量的大小为12kg•m/s

B．支持力的冲量为零

C．重力冲量的方向竖直向上

D．合力的冲量大小为15N•s

【分析】根据动量定理可得物体动量变化量的大小以及合力的冲量大小；根据平衡条件求解支持力大小，根据冲量的定义式求解支持力的冲量；重力的方向竖直向下，由此分析重力冲量的方向。

【解答】解：涉及动量定理取向右为正方向。

AD、根据动量定理可得物体动量变化量的大小为Δp＝Fcosθ•t＝5×0.8×3kg•m/s＝12kg•m/s，则物体受到的合力的冲量大小为12N•s，故A正确、D错误；

B、竖直方向根据平衡条件可得支持力大小为：FN＝mg﹣Fsinθ＝2×10N﹣5×0.6N＝17N，支持力的冲量为I1＝FNt＝17×3N•s＝51N•s，故B错误；

C、重力的方向竖直向下，则重力冲量的方向竖直向下，故C错误。

故选：A。

【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。

2．（绍兴期末）2021年4月30日晚，江苏省南通市部分地区出现了罕见的以大风和雷暴为主的强对流天气，其中通州湾监测点的风速为45.4m/s，达到了强台风的级别，连飞机场中的飞机也被吹得原地打转。若空气密度ρ＝1.3kg/m³，当风速为45m/s的大风垂直吹向一块长10m、宽5m的玻璃幕墙时，假定风遇到玻璃幕墙后速度变为零，由此估算玻璃幕墙受到的冲击力约为（　　）

A．1×10³N B．1×104N C．1×105N D．1×106N

【分析】选取一段时间t内风为研究对象，由动量定理求风受到的力，再由牛顿第三定律求得风对玻璃墙的力。

【解答】解：假设经过t时间，达到玻璃幕墙的风的质量为m＝ρSvt

取风速的方向为正方向，对t时间内达到玻璃幕墙的风，由动量定理得：﹣Ft＝0﹣mv

则有：Ft＝v2ρSt，

解得：F＝v2ρS，其中S＝10×5m2＝50m2，v＝45m/s

代入数据得：F≈1×105N

由牛顿第三定律得风对玻璃幕墙的冲击力约为1×105N，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题关键是选取一段时间t内的风为研究对象，由动量定理求力，注意矢量的方向性。

3．（九江期末）有关专家研究得出人在打喷嚏时一次可以喷出10万个唾液飞沫，这些飞沫以每小时145千米的速度在空气中传播。某人感冒打喷嚏时气流喷出的速度大小为v，假设打一次喷嚏大约喷出体积为V的空气，用时约Δt。已知空气的密度为ρ，估算打一次喷嚏人受到的平均反冲力大小为（　　）

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

【分析】以喷出的空气为研究对象，则根据动量定理可得打一次喷嚏时人对空气的作用力，然后再根据牛顿第三定律可得对人的反冲力。

【解答】解：打一次喷嚏喷出的空气质量为：m＝ρV。

设打一次喷嚏喷出的空气受到的作用力为F，根据动量定理得：FΔt＝mv

解得：F＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

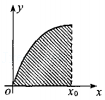
根据牛顿第三定律可得人受到的平均反冲力为

F′＝F＝菁优网-jyeoo。故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】解题的关键是要找准研究对象，应该以被喷出的空气为研究对象。还要注意应用牛顿第三定律求人受到的反冲力大小。

4．（仓山区校级期中）如图为某一物理量y，随另一物理量x变化的函数图象，关于该图象与坐标轴所围面积（图中阴影部分）的物理意义，下列说法中正确的是（　　）



A．若图象表示加速度随时间的变化，则面积等于质点在相应时间内的位移

B．若图象表示力随时间的变化，则面积等于该力在相应时间内的冲量

C．若图象表示力随位置的变化，则面积等于该力在相应位移内的冲量

D．若图象表示某电阻两端电压随通过电流的变化，则面积等于该电阻工作中的电功率

【分析】图象与坐标轴所围面积等于横坐标表示的物理量与纵坐标表示的物理量的乘积，由此分析即可．

【解答】解：A、若图象表示加速度随时间的变化，y轴表示加速度，x表示时间，由△v＝a△t知，面积等于质点在相应时间内速度的变化量，故A错误；

B、若图象表示力随时间的变化，根据I＝Ft知，则面积等于该力在相应时间内的冲量，故B正确；

C、若图象表示力随位置的变化，根据W＝Fs知，则面积等于该力在相应位移内所做的功，故C错误；

D、若图象表示某电阻两端电压随通过电流的变化，根据P＝UI可知，任意点电流与电压的乘积表示该电阻工作中的电功率，面积不等于该电阻工作中的电功率，故D错误；

故选：B。

【点评】对于图象的物理意义，要结合相关的物理规律列式来分析．要学会变通，能举一反三．

# 综合练习

**一．选择题（共15小题）**

1．（南开区期末）质量为2kg的小球自塔顶由静止开始下落，不考虑空气阻力的影响，g取10m/s2，下列说法中正确的是（　　）

A．2s内重力的平均功率为20W

B．2s末小球的动能为40J

C．2s内重力的冲量大小为20N•s

D．2s末小球的动量大小为40kg•m/s

【分析】根据速度时间公式求出2s末的速度，从而得出2s末的动能，根据动量的公式求出2s末的动量．根据冲量公式求出2s内重力的冲量．根据2s内重力做功的大小，结合平均功率公式求出2s内重力做功的平均功率．

【解答】解：A、B、2s末小球的速度为：v＝gt＝10×2m/s＝20m/s，则2s末小球的动能为：Ek＝菁优网-jyeoo＝400J，故B错误。2s内重力的平均功率为：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝200W．故A错误。

C、2s内重力的冲量为：I＝mgt＝20×2N•s＝40N•s，故C错误

D、2s末小球的动量大小为：P＝mv＝2×20kg•m/s＝40kgm/s，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查了动量、动能、功率的基本运用，知道动量和动能的区别，以及平均功率和瞬时功率的区别，基础题

2．（汪清县校级期中）关于动量和动能，以下说法中正确的是（　　）

A．速度大的物体动量一定大

B．质量大的物体动量一定大

C．两个物体的质量相等，动量大的其动能也一定大

D．两个物体的质量相等，速度大小也相等，则它们的动量一定相等

【分析】根据动量的表达式以及动量和动能的关系式分析判断动量是否一定大，动能是标量，动量是矢量。

【解答】解：AB、根据动量的计算公式可得：p＝mv，速度大的物体质量不一定大，则动量不一定大；质量大的物体速度不一定大，则动量也不一定大，故AB错误；

C、两个物体的质量相等，根据Ek＝菁优网-jyeoo可知，动量大的其动能也一定大，故C正确；

D、两个物体的质量相等，速度大小也相等，但速度的方向不一定相同，它们的动量不一定相等，故D错误。

故选：C。

【点评】解决本题的关键知道动量和动能的区别，知道动能是标量，没有方向，动量是矢量，有大小有方向．

3．（赤峰期末）对于某一质量确定的物体，下列说法中正确的是（　　）

A．物体的动量发生改变，其速度不一定发生改变

B．物体的动量发生改变，其动能一定发生改变

C．物体的运动状态改变，其动量一定改变

D．物体的动能发生改变，其动量可能不变

【分析】动量mv是矢量，方向和速度方向相同。动能菁优网-jyeoo是标量。两者之间既有联系又有区别，动量的变化是力对时间的积累效应，动能的变化是力对空间的积累效应。

【解答】解：AC、动量mv是矢量，动量改变可能是速度大小改变，也可能是速度方向改变，动量改变，速度一定改变；同理，若物体的运动状态改变，即速度大小或者方向发生变化，动量一定改变，动能不变，故A错误，C正确；

B、若物体仅速度方向发生变化，速度大小不变，动量发生改变，动能不变，故B错误；

D、物体的动能发生改变，则速度大小一定发生变化，其动量一定改变，故D错误。

故选：C。

【点评】明确动量和动能的相关知识，知道动能是标量，动量是矢量；知道动能和动量的表达式。

4．（道里区校级期末）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，一定是该时刻的加速度方向

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，其动量可能改变

D．物体的动量越大，其惯性也越大

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

【解答】解：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，而不是加速度方向，故A错误；

B、物体的加速度（a≠0）不变，速度一定会改变，其动量也一定会改变。只有a＝0，速度不变，动量也不变，故B错误；

C、物体的动能不变，则物体的速度大小不变，若方向不变，则其动量不变，方向变则动量变，故C正确；

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：C。

【点评】本题考查了影响动量大小的因素、知道动量与动能的区别与联系。

5．（印台区校级期末）关于动量和动能，下列说法正确的是（　　）

A．如果物体的速度改变，物体的动能和动量一定都改变

B．如果物体的速率改变，物体的动能和动量可能都不变化

C．惯性越大的物体，动量也越大

D．动量大的物体它的速度不一定大

【分析】物体的动能E菁优网-jyeoo；动量p＝mv，与质量和速度都有关；质量是惯性的唯一量度；

【解答】解：A、物体的动能E菁优网-jyeoo，速度是矢量，若速度大小不变，方向变化时，动能不变，而动量p＝mv，速度改变，动量就一定改变，故A错误；

B、如果物体的速率改变，即速度大小改变，则物体的动能和动量都变化；故B错误；

C、质量是惯性的唯一量度，惯性越大的物体，质量越大，但动量p＝mv，不仅与质量有关，还和速度有关，故惯性越大的物体，动量不一定也越大，故C错误；

D、动量p＝mv，动量大只说明了质量与速度的乘积大，但速度不一定大，故D正确；

故选：D。

【点评】知道动能和动量的表达式及与速度的关系，知道质量是惯性的唯一量度；

6．（鼓楼区校级期中）杂技演员做高空表演时，为了安全，常在下面挂一张很大的网，当演员失误从高处掉下落在网上时，与落在相同高度的地面上相比较，下列说法正确的是（　　）

A．演员落在网上时的动量较小

B．演员落在网上时的动量变化较小

C．演员落在网上时的动量变化较慢

D．演员落在网上时受到网的作用力较大

【分析】分析人的运动过程，可知人下落的速度不变，根据动量定理可得出演员落在网上时受到网的作用力的变化。

【解答】解：A、演员落在网上时的速度与落在相同高度的地面上速度相等，故演员落在网上时的动量和落在地面上动量相等，故A错误；

B、演员落在网上时的动量和落在地上的动量相等，末动量均变为0，则动量变化相等，故B错误；

C、演员落在网上时由于网的缓冲，使减速时间延长，故动量变化较慢，故C正确；

D、因动量的变化量相同，而减速时间延长，由动量定理ΔP＝Ft可知，演员落在网上受到的网的作用力较小，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查动量定理的定性应用，能运用动量定理理解缓冲的作用，要抓住两种情况动量变化量相等来分析。

7．（福田区校级模拟）某物体静止在光滑水平面上的P处，受一水平力作用运动到Q处，此过程中水平力对物体做功为W，对物体的冲量为I。则物体的质量、到Q处时的速度分别为（　　）

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

【分析】对物体运动情况进行分析，根据题中给出的水平力对物体做功为W及对物体的冲量为I，结合运动学公式即可求出质量的大小；已知水平力对物体做的功，根据动能定理即可求出末速度大小。

【解答】解：设物体所受的水平力为F，运动时间为t，运动距离为s，水平力F对物体做功为：W＝Fs，

水平力F对物体的冲量为：I＝Ft，

物体做匀加速运动，根据运动学公式有：s＝菁优网-jyeoo•菁优网-jyeoo•t2，

联立解得：m＝菁优网-jyeoo，

设物体到Q处时的速度为v，根据动能定理有：W＝菁优网-jyeoomv2﹣0，

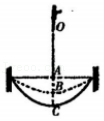
解得：v＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo。

故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题是对物体冲量、动能定理的简单应用，分析清楚物体的运动过程，结合物理公式即可求解。

8．（南昌三模）蹦床是一项具有挑战性的体育运动。如图所示，某时刻运动员从空中最高点O自由下落，接触蹦床A点后继续向下运动到最低点C.其中B点为人静止在蹦床上时的位置。忽略空气阻力作用，运动员从最高点下落到最低点的过程中，动量最大的位置是（　　）



A．O点 B．A点 C．B点 D．C点

【分析】对运动员进行受力分析，运动员到达B点时速度最大，根据动量定义式p＝mv分析即可。

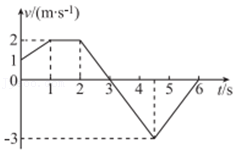
【解答】解：运动员从O点到B点的过程都是向下加速运动，到达B点时速度最大，

由p＝mv，可知，运动员的动量在B点时动量最大，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题以蹦床这种技术含量很高的体育运动为背景考查动量定理在实际生活中的应用，关键要对每个过程的受力情况分析清楚。

9．（桃城区校级模拟）2021年5月25日，500架无人机自广州海心沙腾空，化作稻菽千重浪、田间耕耘人，纪念“杂交水稻之父”袁隆平院士。其中一架无人机在升空后进行编队表演的一段时间内沿竖直方向运动，以竖直向上为正方向，其v﹣t图象如图所示，已知无人机的质量为2kg，重力加速度g＝10m/s2。下列说法正确的是（　　）



A．0～6s时间内无人机先上升，2s末开始下降

B．0～6s时间内无人机所受重力做功为零

C．0～6s时间内无人机所受合外力做功为1J

D．2～6s时间内合外力的冲量为4N•s

【分析】A、由图象可直接得出无人机下降的时间为3s；

B、v﹣t图象中，图线与坐标轴所围面积就是无人机的位移，与重力相乘即可得到重力做的功；

C、由图象得到初末速度，根据动能定理求合外力的功；

D、根据动量定理求合力的冲量。

【解答】解：A、由图象可知，在0～3s时间内，无人机向上加速、匀速、减速，3s后开始下降，故A错误；

B、由图象可知，在0～3s时间内，无人机的位移方向竖直向上，其大小为：h1＝（菁优网-jyeoo）m＝4.5m，

在3s～6s时间内，无人机的位移方向竖直向下，其大小为：h2＝菁优网-jyeoom＝4.5m，

则无人机在0～6s时间内的位移为零，由W＝Gh可知，无人机所受重力做功为零，故B正确；

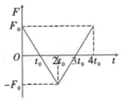
C、0～6s时间内，无人机的初速度v0＝1m/s，末速度为零，设无人机所受合外力做功为W合，由动能定理有：W合＝0﹣菁优网-jyeoo＝﹣菁优网-jyeoo×2×12J＝﹣1J，故C错误；

D、2s时的速度v＝2m/s，根据动量定理，2～6s时间内合外力的冲量：I＝0﹣mv＝﹣2×2N•s＝﹣4•s，故D错误。

故选：B。

【点评】此题关键是要能理解v﹣t图象的意义，可以求出相应的位移、初末速度，再结合动量定理及动能定理即可求解。

10．（五华区校级模拟）在光滑水平面上，一静止的物块受到一水平力F的作用，F随时间t的变化规律如图所示，则下列说法正确的是（　　）



A．在0～4t0时间内，力F做的功为0

B．在2t0 时刻，物块的速度最大

C．在3t0时刻，物块的加速度最大

D．在0～2t0 时间内，力F的冲量为F0t0

【分析】F﹣t图像与坐标轴所围图形的面积表示冲量，结合动量定理和动能定理分析物体速度以及力的做功情况。

【解答】解：A、F﹣t图像与坐标轴所围图形的面积表示冲量。由题图可知，0～4t0时间内，F的合冲量为0，根据动量定理可知物体的末速度为0，根据动能定理可知0～4t0时间内F做的功为0，故A正确；

BD、0～2t0时间内，力F的冲量为0，根据动量定理可知2t0时刻物体的速度为0，故BD错误；

C、在3t0时刻，F为0，所以物体的加速度为0，故C错误。

故选：A。

【点评】解决本题的关键是利用F﹣t图像与坐标轴所围图形的面积求得冲量，注意动量定理和动能定理在本题的应用。

11．（张家口三模）某体重为60kg的“跑酷”运动员在从距离地面高1.8m处一跃而下（可认为其初速度为0），该运动员双脚落地时采用弯曲膝盖的方式使得自身重心继续下降0.5s后静止。重力加速度g＝10m/s2，忽略空气阻力，则地面对该运动员的平均冲击力大约是（　　）

A．550N B．660N C．990N D．1320N

【分析】已知“跑酷”运动员距离地面的高度，可求出运动员落地时的速度大小，运动员双脚落地时采用弯曲膝盖的方式使得自身重心继续下降，这个过程运动员受到地面的平均冲击力和重力，根据动量定理即可求出这个冲击力。

【解答】解：运动员自由下落过程，设运动员落地时的速度大小为v，下落距离h＝1.8m，由动能定理得：mgh＝菁优网-jyeoomv2﹣0，

解得：v＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoom/s＝6m/s，

接触地面的过程，设地面对该运动员的平均冲击力为F，冲击时间为t＝0.5s，以竖直向上为正方向，根据动量定理得：（F﹣mg）t＝0﹣（﹣mv），

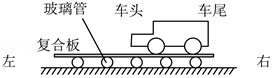
解得：F＝菁优网-jyeoo+mg＝菁优网-jyeooN+60×10N＝1320N。

故ABC错误，D正确。

故选：D。

【点评】本题是动能定理和动量定理的简单应用，分析清楚运动过程及各物理量表示的意义，即可顺利求解。

12．（宁波二模）如图所示，水平桌面上放一张轻薄的复合板，复合板与桌面之间铺几支玻璃管，复合板上放一辆较重的电动遥控小车，小车质量大于复合板的质量。当启动遥控小车的前进挡后（　　）



A．小车仍然相对地面静止

B．小车受到向左的摩擦力将向左运动

C．复合板受到向左的摩擦力将向左运动

D．小车对复合板的冲量大于复合板对小车的冲量

【分析】依据摩擦力的方向与相对运动（趋势）方向相反分析摩擦力的方向，根据摩擦力的方向分析运动情况，根据冲量的概念结合牛顿第三定律分析冲量大小。

【解答】解：AB、小车在牵引力作用下，相对复合板向前运动，则小车受到向左的摩擦力，因此小车相对地面向左运动，不会相对地面静止的，故A错误，B正确；

C、依据作用力与反作用力，复合板受到向右的摩擦力将向右运动，故C错误；

D、小车对复合板的作用力与复合板对小车的作用力是物体间的作用力与反作用力、大小相等、方向相反，且作用时间总是相等，故小车对复合板的冲量与复合板对小车的冲量大小相等、方向相反，故D错误。

故选：B。

【点评】本题主要是考查摩擦力的判断、冲量大小的判断，关键是弄清楚摩擦力方向的判断方法以及冲量大小的判断方法。

13．（鼓楼区校级期中）如图所示为某足球运动员进行表演，用头部将足球顶起，若每一次将足球顶起上升高度为80cm，足球的质量400g，足球与头部作用时间△t为0.1s，则足球给头部的平均作用力大小F为（　　）（空气阻力不计，g＝10m/s2）



A．20N B．32N C．36N D．34N

【分析】由自由落体规律可求得足球下落的时间，竖直上抛的时间与自由落体运动的时间相等，由此求出竖直上升的时间，对从顶足球到足球到最高点的过程由动量定理可求得作用力。

【解答】解：足球的质量m＝400g＝0.4kg；

根据：h＝菁优网-jyeoo，足球下落的时间：菁优网-jyeoos＝0.4s

足球做竖直上抛运动的时间与自由落体运动的时间相等，则t′＝t＝0.4s。

设竖直向上为正方向，对从足球开始下落到足球再回到最高点的过程，对足球由动量定理得：FNΔt﹣mg（t+Δt+t′）＝0

解得：FN＝36N，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题考查动量定理的应用，要注意在应用动量定理解题时要注意矢量性，应先设定正方向。

14．（常熟市校级三模）为估算下雨时睡莲叶面承受雨滴撞击的压强，小明在下雨时将一圆柱形水杯置于露台上，测得1小时内杯中水位上升了45mm，若此过程雨滴下落的竖直速度约为12m/s。据此估算该本次下雨时睡莲叶面承受到的压强约为（　　）

A．0.15Pa B．0.54Pa C．1.5Pa D．5.4Pa

【分析】想估算雨水对睡莲叶面撞击产生的平均压强，首先要建立一个不计雨水重力，但速度由v＝12m/s减为零的动量变化的模型，应用动量定理表示出睡莲叶面对雨滴的冲力，利用圆柱形容器1小时得到的水的体积算出水的质量，利用压强公式求得压强．

【解答】解：由于是估算压强，所以不计雨滴的重力。设雨滴受到支持面的平均作用力为F，在△t时间内有质量为△m的雨水的速度由v＝12m/s减为零，以向上为正方向，对这部分雨水应用动量定理：F△t＝0﹣（﹣△mv）＝△mv，解得：F＝菁优网-jyeoov

设水杯横截面积为S，对水杯里的雨水，在△t时间内水面上升△h，则有：

△m＝ρS△h

F＝ρSv菁优网-jyeoo

产生的压强：P＝菁优网-jyeoo＝ρV菁优网-jyeoo＝103×12×菁优网-jyeooPa＝0.15（Pa），故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】估算题目关键是要注意建立一个模型，然后利用合理的理论推断得出基本符合事实的结论。

15．（柯桥区模拟）绍兴市中考体育项目“垫排球”要求一分钟垫72个能得满分，已知排球质量为260g，有效高度为离地2m。小明同学在某次测试中一分钟连续垫了75个，假设每次在空中的时间相等，每次与手部平均作用时间为0.2s，则（　　）



A．每次垫球后排球在空中运动时间约为0.8s

B．垫球后球离开手的高度约为0.8m

C．手对球的作用力约为10.4N

D．每次垫球过程，排球克服重力做功的平均功率约为3.9W

【分析】求出排球运动的周期，再根据每次与手部平均作用时间为0.2s求出每次垫球后排球在空中运动时间；根据位移﹣时间关系求解垫球后球离开手的高度；根据速度﹣时间关系求解排球弹起的速度，对球根据动量定理求解作用力大小；排球克服重力做功的平均功率约为0。

【解答】解：A、一分钟连续垫了75个，每次与手部平均作用时间为0.2s，每次垫球后排球在空中运动时间约为：t＝菁优网-jyeoo＝0.6s，故A错误；

B、垫球后球离开手的高度约为：h＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoos＝0.45m，故B错误；

C、排球弹起速度与下落速度相等，则v＝g菁优网-jyeoo＝10×菁优网-jyeoom/s＝3m/s

取向上为正方向，对球根据动量定理可得：（F﹣mg）t＝mv﹣（﹣mv）

解得：F＝10.4N，故C正确；

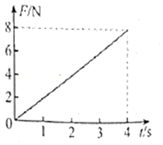
D、每次垫球过程，排球克服重力做功的平均功率约为0，又回到初始位置，故D错误。

故选：C。

【点评】本题主要是考查动量定理、匀变速直线运动的规律以及功率的计算，关键是弄清楚球的受力情况和运动情况，根据匀变速直线运动的计算公式结合动量定理解答。

**二．多选题（共15小题）**

16．（和平区期末）静止在水平地面上的物块，受到水平拉力F的作用，F与时间t的关系如图所示。物块的质量为2kg，物块与地面间的动摩擦因数为0.1，4s后撤去推力，g取10m/s2，设滑动摩擦力等于最大静摩擦力，根据已知和图像信息可得（　　）



A．0～4s推力F的冲量大小为32N⋅s

B．4s末物体获得的速度大小为4.5m/s

C．撤掉推力后物块会继续运动4s后停下

D．物块运动全过程摩擦力的冲量大小为16N⋅s

【分析】F﹣t图象与坐标轴围成的面积表示力F的冲量，由此计算力F的冲量；0～4s内根据动量定理列方程求解4s末物体获得的速度大小；从撤去拉力到静止，根据动量定理求解物块的运动时间；全过程根据动量定理求解物块受到的摩擦力的冲量大小。

【解答】解：A、F﹣t图象与坐标轴围成的面积表示力F的冲量，则0～4s推力F的冲量大小为IF＝菁优网-jyeoo＝16N•s，故A错误；

B、设4s末物体获得的速度大小为v，取力F方向为正方向，0～4s内根据动量定理可得：IF﹣μmgt＝mv﹣0，解得：v＝4m/s，故B错误；

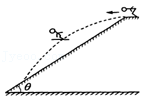
C、设撤掉推力后物块会继续运动t′时间停下，从撤去拉力到静止，取速度方向为正方向，根据动量定理可得：﹣μmgt′＝0﹣mv，解得：t′＝4s，故C正确；

D、取力F方向为正方向，全过程根据动量定理可得：IF﹣If＝0，解得物块运动全过程摩擦力的冲量大小为If＝16N•s，故D正确。

故选：CD。

【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。

17．（武陵区校级模拟）高台跳雪是冬奥会的比赛项目之一。如图所示，某高台跳雪运动员（可视为质点）从雪道末端先后以初速度之比v1：v2＝3：4沿水平方向飞出，不计空气阻力，则运动员从飞出到落到雪坡上的整个过程中（　　）



A．运动员先后在空中飞行的时间不相同

B．运动员先后落在雪坡上的速度方向不同

C．运动员先后落在雪坡上动量的变化量之比为3：4

D．运动员先后落在雪坡上动能的增加量之比为3：4

【分析】利用竖直位移和水平位移的比值等于斜面倾角的正切值，可表示两次平抛运动的时间之比；通过速度分解可判断两次速度方向的关系；利用动量定理通过重力冲量求动量变化量之比；利用动能定理通过重力做的功求动能增量之比。

【解答】解：A、由平抛运动规律有水平方向做匀速直线运动x＝v0t，

竖直方向做自由落体运动y＝菁优网-jyeoo

且运动员落在斜面上，则tanθ＝菁优网-jyeoo

解得：菁优网-jyeoo运动员飞行的时间t与v0成正比，所以运动员先后在空中飞行的时间不相同。故A正确；

B、由平抛运动推论可知速度夹角的正切值是位移夹角正切值的2倍，落到雪坡上位移夹角相同，则速度的夹角也相同。故B错误；

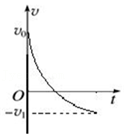
C、由于运动员飞行的时间t与v0成正比得t1：t2＝3：4运动员飞行过程，由动量定理有mgt＝Δp故运动员先后落在雪坡上动量的变化量之比与时间成正比为3：4，故C正确；

D、运动员下落的高度为菁优网-jyeoo，由动能定理有mgh＝ΔEk，解得ΔEk＝菁优网-jyeoo运动员先后落在雪坡上动能的增加量与时间的平方成正比，动能的增加量之比为9：16，故D错误；

故选：AC。

【点评】斜面倾角决定了两次平抛运动的位移方向相同，利用这一条件，推出两次平抛运动的时间比值，进而得出重力冲量之比，和下落高度之比以及重力做功之比。含有斜面的平抛问题，注意利用好斜面倾角，可谓“平抛撞斜面，倾角作用大”。

18．（临川区校级三模）从地面上以初速度v0竖直上抛一质量为m的小球，一段时间后落回地面，小球运动的速度随时间变化的规律如图所示。若运动过程中小球受到的阻力与其速率成正比，v1为小球再次落回地面的速率，重力加速度大小为g。下列说法中正确的是（　　）



A．小球上升过程中的平均速度小于菁优网-jyeoo

B．整个过程中阻力做功为菁优网-jyeoo

C．小球上升和下降过程中重力的冲量大小相等

D．小球上升和下降过程中阻力的冲量大小相等

【分析】将小球的运动与匀减速直线运动对比，分析两者位移关系，从而确定小球上升过程中的平均速度大小；对整个过程，利用动能定理求阻力做功；根据上升和下降过程时间关系分析重力冲量的大小。根据阻力平均值与时间的乘积分析阻力冲量关系。

【解答】解：A、若小球上升过程做初速度为v0、末速度为0的匀减速直线运动，其平均速度为菁优网-jyeoo。根据v﹣t图像与时间轴所围的面积表示位移，知小球上升过程通过的位移小于匀减速直线运动的位移，则小球上升过程中的平均速度小于匀减速直线运动的平均速度菁优网-jyeoo，故A正确；

B、在整个过程，根据动能定理得阻力做功：W阻＝菁优网-jyeoo﹣菁优网-jyeoo，故B错误；

C、由于同一位置时小球上升的速度大于下降的速度，所以上升过程的平均速度大于下降过程的平均速度，而两个过程的位移大小相等，所以，小球上升的时间短下降时间，根据重力的冲量：IG＝mgt，可知，小球上升过程重力的冲量小于下降过程中重力的冲量，故C错误；

D、上升过程中阻力的冲量大小I1＝∑（F阻△t）＝∑（kv）△t＝∑k△x＝kh，式中k是比例系数，是常数，h是上升的最大高度；同理可得下降过程中阻力的冲量大小I2＝kh，故小球上升和下降过程中阻力的冲量大小相等，故D正确。

故选：AD。

【点评】解答本题的关键要会积分法求变力的冲量。对于恒力的冲量，可直接根据冲量的定义式来求解。

19．（沙坪坝区校级模拟）如图所示，垫球是排球运动中通过手臂的迎击动作，使来球从垫击面上反弹出去的一项击球技术。若某次从垫击面上反弹出去竖直向上运动的排球，之后又落回到原位置，设整个运动过程中排球所受阻力大小不变，则下列说法正确的是（　　）



A．球从击出到落回的时间内，重力的冲量为零

B．球从击出到最高点的时间小于从最高点落回击出点的时间

C．球上升阶段动量的变化量等于下降阶段动量的变化量

D．球上升阶段动量的变化率大于下降阶段动量的变化率

【分析】由冲量的定义知重力冲量不为零；球受阻力大小不变，则上升阶段合力为重力加阻力，下降阶段合力为重力减阻力，两个过程的加速度不同，运动时间不同，落回出发点的速度大小也不同，然后根据运动学公式和动量定理的公式进行比较即可。

【解答】解：A、力和力的作用时间的乘积叫做力的冲量，球从击出到落回的时间内，重力的冲量为重力乘以重力作用的时间，大小不为零，故A错误；

B、球上升时合力为重力加阻力，下降时合力为重力减阻力，故上升时合外力比下降时合外力大，上升时加速度a1大于下降时加速度a2，由于上升下降距离相同，根据h＝菁优网-jyeooat2可知，球从击出到最高点的时间t1小于从最高点落回击出点的时间t2，故B正确；

C、设上升阶段球的初速度为v0，末速度为0，则动量的变化量Δp1＝0﹣mv0＝﹣mv0，下降阶段初速度为0，由于上升时加速度比下降时加速度大，根据v2＝2ax可知，其末速度v0′＜v0，则动量的变化量Δp2＝mv0′﹣0＜mv0，则球上升阶段动量的变化量大于下降阶段动量的变化量，故C错误；

D、由动量定理可知，球上升阶段动量的变化率即球上升阶段所受的合外力，其大小为重力加阻力，球下降阶段动量的变化率即球下降阶段所受的合外力，其大小为重力减阻力，则球上升阶段动量的变化率大于下降阶段动量的变化率，故D正确。

故选：BD。

【点评】解本题的关键是分析清楚上升阶段与下降阶段，这两个运动过程中所受合外力的变化情况，还需要清楚一个物体动量的变化率即这个物体所受的合力。

20．（台江区校级期中）关于物体的动量和冲量，下列说法中正确的是（　　）

A．物体所受合外力的冲最越大，它的动量也越大

B．物体所受合外力的冲量不为零，它的动量一定要改变

C．物体的动量增量的方向，就是它所受合外力的冲量的方向

D．物体所受的合外力越大，它的动量变化越大

【分析】合外力的冲量等于动量的变化量，合力冲量的方向和动量变化量的方向相同，结合动量定理分析判断．

【解答】解：A、根据动量定理知，合外力的冲量越大，动量的变化量越大，动量不一定大，故A错误；

B、根据动量定理知，合外力的冲量不为零，则动量的变化量不为零，它的动量一定要改变，故B正确；

C、根据动量定理：I合＝Δp可知物体动量增量的方向，就是它所受合外力的冲量方向，故C正确；

D、根据FΔt＝Δp知，F＝菁优网-jyeoo，合外力越大，动量的变化越快，它的动量变化不一定越大，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查了动量定理的基本运用，知道合力的冲量等于动量的变化，合外力的冲量大、动量变化大、动量不一定大。

21．（仓山区校级期中）如图所示，学生练习用头颠球，某一次足球静止自由下落80cm，被重新顶起，离开头部后竖直上升的最大高度仍为80cm。已知足球与头部的作用时间为0.1s，足球的质量为0.4kg，重力加速度g取10m/s2，不计空气阻力下列说法正确的是（　　）



A．头部对足球的平均作用力为足球重力的9倍

B．头部对足球的平均作用力为足球重力的8倍

C．足球与头部作用过程中动量变化量大小为3.2kg•m/s

D．足球从最高点下落至重新回到最高点的过程中重力的冲量大小为3.2N•S

【分析】根据运动学求出时间，由动量和冲量公式求落地时落地的动量和冲量；根据动量定理可求出头部对足球的平均作用力。

【解答】解：D、由h＝菁优网-jyeoo，其中h＝80cm＝0.8m，可得：t1＝0.4s，则足球下落到与头部刚接触和离开头部上升到最高点经历的时间均为0.4s，所以足球从最高点下落至重新回到最高点的过程中，以向下为正重力的冲量I＝mgt＝0.4×10×（2×0.4+0.1）N•s＝3.6N•s，故D错误；

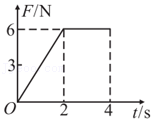
C、足球与头部作用前速度v＝gt＝10×0.4m/s＝4m/s，足球与头部作用过程中，以向上为正，动量变化量大小ΔP＝mv﹣（﹣mv）＝2mv＝2×0.4×4kg•m/s＝3.2kg•m/s，故C正确；

AB、对足球与头部作用过程中，以向上为正，由动量定理有FΔt﹣mgΔt＝Δp，代入数据：F×0.1﹣0.4×10×0.1＝3.2，解得：F＝36N＝9mg，故A正确，B错误；

故选：AC。

【点评】本题主要考查了动量定理，以颠球为情境，考查学生运用物理知识和方法解决实际问题的能力，引导学生将知识与生活实际相联系。

22．（安徽模拟）一质量m＝2kg的物块静止在光滑的水平面上，从t＝0时刻开始，物块受到水平向右的外力F作用，外力F随时间t变化的关系如图所示，则下列说法正确的是（　　）



A．第2s末物块的速度大小为3m/s

B．第3s末物块的动量大小为12 kg•m/s

C．第4s末外力的瞬时功率为18W

D．第3s内与第4s内物块的动能增加量相等

【分析】根据F﹣t图象分析运动情况，根据动量定理分析动量大小；根据P＝Fv分析功率的变化，根据图象与坐标轴围成的面积分析冲量的大小。

【解答】解：A、在F﹣t图象中，图线与时间轴围成的面积表示力的冲量，所以在0～2s的时间内，由动量定理Ft＝mv2﹣0，解得第2s末的速度v2＝3m/s，故A正确；

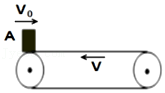
BC、图线与时间轴围成的面积以及动量定理可得第3s末、第4s末的速度分别为v3＝6m/s、v4＝9m/s，第3s末物块的动量p3＝mv3＝2kg×6m/s＝12kg•m/s，第4s末外力做功的瞬时功率P4＝F4v4＝6×9W＝54W，故B正确，C错误；

D、第3s内物块动能增加量ΔEk3＝菁优网-jyeoomv32﹣菁优网-jyeoomv22＝菁优网-jyeooJ﹣菁优网-jyeooJ＝27J，第4s内物块动能增加量ΔEk4＝菁优网-jyeoomv42﹣菁优网-jyeoomv32＝菁优网-jyeooJ﹣菁优网-jyeooJ＝45J，故D错误。

故选：AB。

【点评】物理图象图形是描述和解决物理问题的重要手段之一，若巧妙运用，可快速解决实际问题，有些题目用常规方法来解，相当繁琐，若能结合图象图形，往往能起到化难为易的奇效。

23．（香坊区校级三模）如图所示，传送带在水平方向以速度v＝2m/s沿逆时针方向转动，质量为1kg的物块A以水平向右的速度v0＝4m/s滑上传送带左端，物块A与传送带间的动摩擦因数μ＝0.2，水平传送带足够长，g取10m/s2，物块A回到传送带左端过程中，下列说法正确的是（　　）



A．物块A一直做减速运动

B．物块A最终的速度大小为2m/s

C．物块A最终的速度大小为4m/s

D．物块A受到摩擦力的冲量大小为6N•s

【分析】根据物块的受力情况分析运动情况；全过程根据动量定理求解物块A受到摩擦力的冲量大小。

【解答】解：ABC、物块A先向右做减速直线运动，速度减小到零后再反向加速，当速度到达2m/s时再匀速运动到最左端，故AC错误、B正确；

D、取向左为正方向，全过程根据动量定理可得：I＝mv﹣（﹣mv0），解得物块A受到摩擦力的冲量大小为I＝6N•s，故D正确。

故选：BD。

【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。

24．（福建模拟）2020年厦门出现过强对流冰雹天气。设一质量为4g的球形冰雹从高空云层里由静止开始下落，下落过程中所受空气阻力与速度的关系为f＝kv2（k＝1×10﹣4N•m﹣2•s2），冰雹下落过程质量保持不变，落地前已达最大速度，与地面碰撞时间为0.01s，碰撞后速度为零，g＝10m/s2。则（　　）

A．冰雹落地瞬间的速度大小为20m/s

B．冰雹落地瞬间的速度大小为400m/s

C．碰撞过程中冰雹对地面的平均作用力大小约为8N

D．碰撞过程中冰雹对地面的平均作用力大小约为16N

【分析】当冰雹所受阻力等于重力时速度最大，以此可以求得最大速度，因为之后冰雹开始做匀速直线运动，所以冰雹的最大速度即落地瞬间的速度；对冰雹与地面碰撞前后用动量定理即可得到冰雹与地面的平均作用力大小。

【解答】解：AB、冰雹的速度最大时，所受重力等于摩擦力，即：mg＝f＝kv2，此后冰雹开始做匀速直线运动，所以冰雹落地时的速度为：菁优网-jyeoo，故A正确、B错误；

CD、规定向上为正方向，设碰撞过程中地面对冰雹的平均作用力大小为F，对冰雹与地面碰撞前后用动量定理可得：

（F﹣mg）△t＝0﹣（﹣mv），即（F﹣4×10﹣3kg×10m/s2）×0.01s＝4×10﹣3kg×20m/s

解得：F＝8.04N

由牛顿第三定律可得，冰雹对地面的平均作用力为：F′＝F＝8.04N，故C正确、D错误。

故选：AC。

【点评】本题的突破点在于理解当冰雹的速度最大时，冰雹所受的重力等于阻力，另外在使用动量定理时，一定要首先规定正方向。

25．（荔湾区校级期中）关于一对相互作用力，下列说法正确的是（　　）

A．它们做的冲量总是大小相等的

B．它们做的冲量总是方向相反的

C．它们做的功总是大小相等的

D．它们做的功总是一正一负的

【分析】根据一对相互作用力的特点分析其冲量大小关系；根据功的概念分析一对相互作用力的做功情况。

【解答】解：AB、一对相互作用力大小相等、方向相反、同时存在、同时消失，所以相互作用时间相等，根据I＝Ft可知它们做的冲量总是大小相等、方向相反，故AB正确；

CD、一对相互作用力做功情况不能确定，一个力做功，它的反作用力可能不做功、有可能做正功、还有可能做负功，故CD错误。

故选：AB。

【点评】本题主要是考查作用力与反作用力的特点，知道冲量的概念和功的计算公式，知道一对相互作用力可以做负功，也可能做正功，也可以不做功。

26．（莱州市校级月考）古时有“守株待兔”的寓言，设兔子的头部受到大小等于自身体重的两倍打击力时即可致死。一只兔子在奔跑中与树桩碰撞（撞后速度变为0）导致死亡，若碰撞作用时间为0.2s，则兔子奔跑的速度可能是（　　）



A．2m/s B．3m/s C．4m/s D．5m/s

【分析】以兔子为研究对象，它与树桩碰撞过程中，水平方向受到树对它的打击力，速度减小至零，根据动量定理研究其速度。

【解答】解：取兔子奔跑的速度方向为正方向，根据动量定理得：

﹣Ft＝0﹣mv，其中F＝2mg

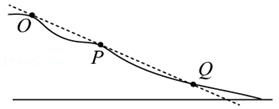
解得：v＝4m/s，

所以兔子奔跑的速度v≥4m/s就能够使兔子死亡，故CD正确，AB错误。

故选：CD。

【点评】本题应用动量研究碰撞过程物体的速度。对于打击、碰撞、爆炸等变力作用过程，往往用动量定理研究作用力。

27．（小店区校级模拟）如图所示，从小山坡上的O点将质量不同的两个小石块a、b以相同的动能分别沿同一方向水平抛出，两石块分别落在山坡的P、Q两点。已知O、P、Q三点的连线恰在一条直线上，且xOP：xPQ＝2：3，不计石块飞行时受到的空气阻力，下列说法中正确的是（　　）



A．a、b的初速度之比为菁优网-jyeoo：菁优网-jyeoo

B．a、b的质量之比为3：2

C．落到山坡上时，a、b的动能大小之比为1：1

D．从抛出到落在山坡上的过程中，重力对a、b冲量的大小之比为菁优网-jyeoo：菁优网-jyeoo

【分析】将两个平抛运动的位移进行分解，得到两个石块落在坡上时的速度偏转角相等，利用动能表达式，得到初末动能的关系；利用动能定理分析动能关系；合外力的冲量等于动量的变化量，利用矢量运算和几何知识求出动量变化量，再进行对比。

【解答】解：A、由xOP：xPQ＝2：3可知，两个小石块a、b下落的高度之比ha：hb＝2：5，下落的水平位移之比xa：xb＝2：5，由h＝菁优网-jyeoogt2可得下落时间之比ta：tb＝菁优网-jyeoo：菁优网-jyeoo，由v＝菁优网-jyeoo可得两石块的初速度之比va：vb＝菁优网-jyeoo：菁优网-jyeoo，故A错误；

B、二者初动能相等，即菁优网-jyeoomava2＝菁优网-jyeoombvb2，可得两石块的质量之比ma：mb＝5：2，故B错误；

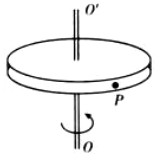
C、重力对两石块做功大小之比magha：mbghb＝1：1，由动能定理可知，落到山坡上时，两石块的动能大小之比Eka：Ekb＝1：1，故C正确；

D、两石块落在山坡上时，重力对两石块冲量的大小之比pa：pb＝magta：mbgtb＝菁优网-jyeoo：菁优网-jyeoo，故D正确；

故选：CD。

【点评】本题的突破点在于将平抛运动的位移进行分解，得到两个石块落在坡上时的速度偏转角的关系。要灵活运用平抛运动中分解速度与分解位移的方法。

28．（湖南模拟）如果高速转动的飞轮的重心不在转轴上，运行将不稳定，会有振动、有噪声，而且轴承会受到很大的作用力，加速磨损.如图，飞轮半径r＝20cm，OO′为转动轴.水平飞轮正常工作时转动轴受到的水平作用力可以认为0。现飞轮的边缘P点缺损掉一小片，缺损掉的这一小片飞轮片可看成质点，其质量m＝0.01kg，飞轮转速n＝1000r/s，飞轮离地高度h＝0.8m，飞轮厚度不计，空气阻力不计，重力加速度g＝10m/s2，下列推算正确的是（　　）



A．转动轴OO′受水平作用力大小为2000N，方向沿过P点的半径由轴指向P

B．转动轴OO′受水平力大小为8000π2N，方向沿过P点的半径由P指向轴

C．如果边缘小片飞出，飞出到落地过程位移大小为160πm

D．如果边缘小片飞出，落地时击入地面，对地面的冲量大小约为4πkg•m/s2

【分析】转轴和缺损掉的这一小片飞轮片做圆周运动，由牛顿第二定律求出向心力，根据牛顿第三定律求出转轴受到的力；根据平抛运动和动量定理求解。

【解答】解：AB、对补全后的小片，由牛顿第二定律得F＝mω2r，其中ω＝2πn，解得F＝8000π2 N，沿半径向内，由牛顿第三定律可知，转轴受到的力：F′＝F＝8000π2 N，沿过P点的半径由P指向轴，故A错误，B正确；

C、小片水平飞出，做平抛运动，水平位移为160πm，总位移大于该值，故C错误；

D、击入地面末动量为0，重力不计，竖直初速度远小于水平速度，估算时也可忽略不计，由动量定理Ft＝mv﹣0，可知受地面的冲量大小约为4πkg•m/s，故D正确；

故选：BD。

【点评】本题考查了求转轴受到的力，应用向心力公式、牛顿定律、平抛运动和动量定理即可正确解题。

29．（青岛二模）青岛市即墨区鳌山湾一带受崂山余脉和海岛影响，形成了长达60多公里的狭长“疾风带”，为风力发电创造了有利条件，目前该地风电总装机容量已达18万千瓦。如图，风力推动三个叶片转动，叶片带动转子（磁极）转动，在定子（线圈）中产生电流，实现风能向电能的转化。已知叶片长为r，风速为v，空气密度为ρ，流到叶片旋转形成的圆面的空气中约有菁优网-jyeoo速度减速为0，菁优网-jyeoo原速率穿过，不考虑其他能量损耗。下列说法正确的是（　　）



A．一台风力发电机的发电功率约为菁优网-jyeooρπr2v3

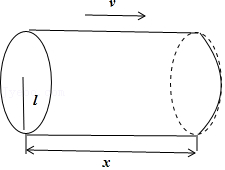
B．一台风力发电机的发电功率约为菁优网-jyeooρπr2v2

C．空气对风力发电机一个叶片的平均作用力约为菁优网-jyeooρπr2v3

D．空气对风力发电机一个叶片的平均作用力约为菁优网-jyeooρπr2v2

【分析】建立一个“风柱”模型，算出“风柱”的质量，利用动能定理求出“风柱”做的功，然后求出功率；根据动量定理和牛顿第三定律求得空气对一台风力发电机的平均作用力。

【解答】解：AB、建立一个“风柱”模型如图所示：



风柱的横截面积为叶片旋转扫出的面积S＝πl2

经过t风柱长度x＝vt，所形成的风柱体积V＝πl2vt

空气遇到叶片旋转形成的圆面后菁优网-jyeoo减速为零，菁优网-jyeoo原速率穿过，

所以与叶片发生相互作用的风柱质量m＝菁优网-jyeooρV＝菁优网-jyeooρπl2vt，

根据动能定理，风力在这一段位移做的功W＝Ek＝菁优网-jyeoomv2＝菁优网-jyeooρπl2vt•v2＝菁优网-jyeooρπl2v3t

一台风力发电机获得风能的功率为：P风＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooρπl2v3，故A错误，B正确；

CD、对与叶片发生相互作用的那部分空气为研究对象，规定空气流动的方向为正方向，

根据动量定理得：﹣F•t＝0﹣mv

代入数据解得：F＝菁优网-jyeooπρl2v2

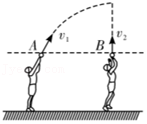
根据牛顿第三定律，可知空气对一台风力发电机的平均作用力为：F′＝F＝菁优网-jyeooπρl2v2，

一台风力发电机有三个叶片，所以空气对风力发电机一个叶片的平均作用力约菁优网-jyeooπρl2v2，故C错误，D正确；

故选：BD。

【点评】本题以草原天路景区风力发电机为情景载体，考查了动能定理、功率、动量定理在实际问题中的应用，解决此题的关键是建立适合的物理模型。

30．（湖南模拟）如图，两位同学同时在等高处抛出手中的篮球A、B，A以速度v1斜向上抛出，B以速度v2竖直向上抛出，当A到达最高点时恰与B相遇。不计空气阻力，A、B质量相等且均可视为质点，重力加速度为g，以下判断正确的是（　　）



A．相遇时A的速度一定不为零

B．相遇时B的速度一定不为零

C．A从抛出到最高点的时间为菁优网-jyeoo

D．从抛出到相遇A、B动量的变化量相同

【分析】A分解为竖直向的匀减速直线运动与水平向的匀速直线运动，二者在竖直方向上运动情况相同，据此分析各项。

【解答】解：A、A的速度可以分解为水平方向的速度和竖直方向的速度，相遇时A处于最高点，竖直方向的速度减小为零，但是水平方向的速度不为零，所以相遇时A的速度不为零，故A正确；

B、相遇时A和B的高度相等，所用的时间相等，加速度都相等（为g），初始时刻，A的竖直速度等于B的速度，当A到达最高点时A的竖直速度等于零，则相遇时B的速度一定为零，故B错误；

C、A从抛出到最高点的时间为菁优网-jyeoo，故C正确；

D、根据动量定理可知△p＝mgt，A和B质量相等，所用时间相等，所以从抛出到相遇动量的变化量相同，故D正确；

故选：ACD。

【点评】本题考查了曲线运动知识，对于曲线运动要分解为两个方向上的直线运动，由直线运动规律求解问题。

**三．填空题（共10小题）**

31．（鼓楼区校级期中）宇宙飞船以1×104m/s的速度进入密度为2×10﹣5kg/m3的陨石灰之中，如果飞船的最大截面积为5m2，且近似认为陨石灰与飞船碰撞后都附在船上，则飞船保持匀速运动所需的平均动力为 　1×104　N。

【分析】选在时间△t内与飞船碰撞的陨石灰为研究对象，表示出其质量，再根据动量定理即可求解．

【解答】解：选在时间△t内与飞船碰撞的陨石灰为研究对象，其质量应等于底面积为S，高为v△t的直柱体内陨石灰的质量，即m＝ρSv△t，初动量为0，末动量为mv

设飞船对陨石灰的作用力为F，由动量定理得：F•△t＝mv﹣0

则F＝菁优网-jyeoo＝ρsv2＝2.0×10﹣5×5×（1×104）2N＝1×104N；

根据牛顿第三定律可知，陨石灰对飞船的撞击力大小也等于1×104N．

飞船要保持原速度匀速飞行，则飞船所需的平均动力为1×104N。

故答案为：1×104。

【点评】本题主要考查了动量定理及根据牛顿第三定律的直接应用，要注意正确选择研究对象，做好受力分析才能正确求解．

32．（虹口区校级期末）蹦床是运动员在一张蹦紧的弹性网上蹦跳，翻滚并做各种空中动作的运动项目。一个质量为60kg的运动员，从离水平网面3.2m高处自由下落，着网后沿竖着方向蹦回到离水平网面5.0m高处。已知运动员与网接触的时间为1.2s，则运动员与网接触时的加速度大小为 　15　m/s2，若把在这段时间内网对运动员的作用力当作恒力处理，则此力的大小为 　1500　N。

【分析】（1）根据自由落体运动规律计算出运动员落到水平网时的速度，根据竖直上抛运动的规律计算出运动员离开水平网时的速度，根据加速度定义式计算加速度的大小；

（2）根据牛顿第二定律计算出网对运动员的作用力。

【解答】解：设运动员落到水平网时的速度大小为v1，离水平网时的速度大小为v2

由运动学公式v2﹣v02＝2ax可得：

v1＝菁优网-jyeoom/s＝8m/s

v2＝菁优网-jyeoom/s＝10m/s

取竖直向下为正方向，由加速度定义式可得：

a＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoom/s2＝15m/s2

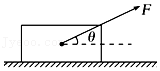
由牛顿第二定律可得：F﹣mg＝ma

解得：F＝1500N

故答案为：15，1500。

【点评】此题考查了自由落体运动、竖直上抛运动的规律，牛顿第二定律和加速度定义式，根据加速度定义式计算加速度时要注意初末速度的方向。

33．（福州期中）恒力F作用在质量为m的物体上，如图所示，由于地面对物体的摩擦力较大，物体没有被拉动，则经时间t，拉力F对物体的冲量大小是　Ft　；摩擦力对物体的冲量大小是　Ftcosθ　。



【分析】力对物体的冲量可以根据公式：I＝Ft计算，明确各力大小以及作用时间即可求出各力的冲量。

【解答】解：拉力F对物体的冲量IF＝Ft，

根据平衡条件可知，物体受到的摩擦力f＝Fcosθ，故摩擦力的冲量If＝Ftcosθ；

故答案为：Ft，Ftcosθ

【点评】本题主要考查冲量的计算，此题中各力都恒力，恒力的冲量公式I＝Ft与物体的运动状态无关，直接代入公式即可。

34．（内江期末）“草船借箭”是我国古典名著《三国演义》中赤壁之战的一个故事。假设草船的总质量M＝2940kg，静止在水中，岸上曹兵开弓射箭，在同一时刻有n＝1000支箭射到船上，射在草船上的每支箭质量m＝60g，速度v＝50m/s，方向水平，箭与船的作用时间均为0.1s，不计水的阻力，则射箭后草船的速度为　1　m/s，每支箭对草船的平均作用力为　29.4　N。

【分析】n＝1000支箭射到船上，与船作用时间0.1s，不计水的阻力，以箭与船整体为研究对象，符合动量守恒条件，应用动量守恒定律即可求得射箭后草船的速度；要求每支箭对草船的平均作用力，则需要对一支箭用动量定理求解。

【解答】解：（1）不计水的阻力，箭与船的总动量守恒，根据动量守恒定律得

nmv＝（M+nm）v′

解得：菁优网-jyeoo

（2）对一支箭分析，根据动量定理菁优网-jyeoo

解得：菁优网-jyeoo

由牛顿第三定律可知，每支箭对草船的平均作用力为：菁优网-jyeoo

故每支箭对草船的平均作用力为29.4N。

答：1 29.4

【点评】本题同时考查了动量守恒定律和动量定理，注意瞬间作用的过程首先考虑动量的观点解题。

35．（海淀区校级期末）如图所示，用0.5kg的锤子钉钉子，打击时锤子的速度为4m/s，打击后锤子的速度为零，设打击时间为0.01s。不计锤子的重力，锤子钉钉子的平均作用力是　200　N；考虑锤子的重力，锤子钉钉子的平均作用力是　205　N；有同学分析上述结论后认为：在计算锤子对钉子的平均作用力时，可以忽略锤子的重力，这种说法是否合理性，请做出你的判断和解释：　当作用的时间比较小时，铁锤的重力可以忽略不计。解释：根据动量定理计算出两种情况下锤子对钉子的作用力，相对误差很小，可以忽略。　。



【分析】对铁锤受力分析，根据受力情况列动量定理，求出钉子对铁锤的平均作用力。根据牛顿第三定律，可知锤子对钉子的作用力。

通过比较分析两种情况下求出的作用力，计算相对值，判断忽略锤子的重力是否合理。

【解答】解：（1）对铁锤，不计铁锤的重量时，铁锤只受到钉子的作用力，由动量定理得：﹣Ft＝0﹣mv，

代入数据解得：F＝200N，

由牛顿第三定律可知，铁锤对钉子的作用力：F′＝F＝200N；

（2）考虑铁锤的重力，以铁锤为研究对象，由动量定理得：

﹣Ft+mgt＝0﹣mv，

代入数据解得：F＝205N，

由牛顿第三定律可知，铁锤对钉子的作用力：F′＝F＝205N；

（3）根据前2问的铁锤对钉子的作用力的比较可知，205N比200N大5N，相对量为：菁优网-jyeoo×100%＝2.4%，由此可知，当作用的时间比较小时，铁锤的重力可以忽略不计。

故答案为：200；205；当作用的时间比较小时，铁锤的重力可以忽略不计。解释：根据动量定理计算出两种情况下锤子对钉子的作用力，相对误差很小，可以忽略。

【点评】本题考查动量定理的应用。作用时间很小的相互作用，一般相互作用很大，计算精度要求不高情况下，重力可忽略。

36．（海淀区校级期末）质量为m的物体，沿着倾角为θ的光滑斜面，从顶端匀速下滑到底端所用时间t，重力加速度为g。则此过程中重力对物体的冲量大小为　mgt　，支持力对物体的冲量大小为　mgtcosθ　，物体的动量变化大小为　0　。

【分析】根据重力的大小、支持力的大小，结合冲量的公式求出重力和支持力的冲量，根据动量变化的定义求动量变化量。

【解答】解：根据冲量的定义，重力对物体的冲量大小为IG＝mgt

对物体受力分析得，物体受到的支持力的大小为：F支＝mgcosθ

故支持力的冲量大小为：I支＝mgtcosθ

因为物体从顶端匀速下滑到底端，它的速度没有变化，动量mv也没有变化，故它的动量变化为0。

故答案为：mgt； mgtcosθ； 0

【点评】本题考查了冲量公式的基本运用及动量的变化量，知道冲量等于力与时间的乘积。

37．（渭滨区期末）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，速率变为v，重力加速度为g，在这段时间内物体动量变化量的大小为　mgt或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；

因为竖直方向的速度为vy＝菁优网-jyeoo

所以△P＝m菁优网-jyeoo；

故答案为：mgt或m菁优网-jyeoo。

【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。

38．（广陵区校级模拟）已知光速为c，普朗克常数为h，则频率为ν的光子的动量为　菁优网-jyeoo　。用N个该频率的光子垂直照射平面镜，光被镜面全部垂直反射回去，则在光照射的过程中，平面镜受到的冲量大小为　2N菁优网-jyeoo　。

【分析】根据德布罗意波长公式菁优网-jyeoo，结合c＝λv，即可求解，根据动量是矢量，结合动量的变化公式△p＝﹣p﹣p，即可求解。

【解答】解：根据德布罗意波长公式，则光子的动量为p＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo。

取入射方向为正方向，则N个光子动量的变化量为△p＝p末﹣p初＝﹣Np﹣Np＝﹣2Nh菁优网-jyeoo

因此当光被镜面全部垂直反射回去，N个光子的速度方向与开始时相反，

所以N个光子在反射前后动量改变量的大小为2Nh菁优网-jyeoo；

故答案为：菁优网-jyeoo；2N菁优网-jyeoo。

【点评】考查德布罗意波长公式菁优网-jyeoo，并掌握速度、波长及频率的关系式，理解动量、动量的变化均是矢量，注意正方向选取是列矢量式的前提。

39．（扬州期中）质量为0.4kg的小球以6m/s的速度竖直向下撞击水平地面，与地面作用时间为0.25s后再以4m/s的速度反向弹回。取竖直向上方向为正，g＝10m/s2．小球与地面碰撞前后的动量变化　4　kg•m/s；碰撞过程中小球受到地面作用力冲量的大小　5　N•s。

【分析】取竖直向上为正方向，分别表示出碰地前后小球的动量，小球动量的变化量等于末动量与初动量的差；代入动量定理的公式可以直接计算出小球受到地面的平均作用力大小。

【解答】解：规定向上为正方向，落地前动量为：P1＝mv1＝0.4×（﹣6）kg•m/s＝﹣2.4 kg•m/s

反弹后动量为：P2＝mv2＝0.4×4kg•m/s＝1.6 kg•m/s

则动量变化为：△P＝P2﹣P1＝1.6﹣（﹣2.4）kg•m/s＝4kg•m/s，方向竖直向上。

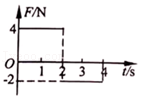
由动量定理得：（F﹣mg）t＝△P

代入数据求得：Ft＝5N•s，即碰撞过程中小球受到地面作用力冲量的大小5N•s

故答案为：4，5

【点评】此题中动量是矢量，要规定正方向，用带正负呈的数值表示动量。应用动量定理时，同样要注意方向。

40．（烟台期中）一质量为2kg的物体在合力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3s末物体的动量为　6kg⋅m/s　；4s末物体的动能为　4J　。



【分析】根据图象求出合力的冲量，结合动量定理求出各个时刻的动量，据动量和动能关系求动能；

【解答】解：0∼3s 内根据动量定理，有：F1t1+F2t2＝mv3﹣0，即为：4×2﹣2×1＝mv3，解得：mv3＝6kg⋅m/s，所以第 3s 末物块的动量大小为6kg⋅m/s；

0∼5s 内根据动量定理，有：F1t1+F2t3＝mv4﹣0，即 4×2﹣2×2＝mv5，解得：mv5＝4kg⋅m/s，所以第 4s 末物块的动量大小为：P＝4kg⋅m/s，

根据动能和动量的关系知，4s末物体的动能为：菁优网-jyeoo；

故答案为：6kg⋅m/s，4J；

【点评】解决该题的关键是在F﹣t图象中面积表示力在对应时间内的冲量，要确定正负，再应用动量定理解决问题即可；

**四．计算题（共2小题）**

41．（温州期末）人们有时用“打夯”的方式把松散的地面夯实。设某次打夯符合以下模型：四个人同时通过竹竿对重物各施加一个外力（两竹竿受力的合力），四个外力的大小均为F＝450N，方向竖直向上，重物离开地面h1＝20cm后人停止施力，最后重物自由下落把地面砸深h2＝3cm。可以忽略空气阻力，已知重物的质量为m＝80kg。求：

（1）重物刚落地时的速度大小；

（2）重物对地面的平均冲击力大小。



【分析】（1）根据合外力做功等于动能变化，求得速度；

（2）从接触地面到砸深最低点的过程中根据动能定理求得冲力。

【解答】解：（1）四个人对重物在竖直方向上的合外力

F合＝4F＝4×450N＝1800N

从离开地面到回到地面，重力做功为0，只有合外力做功，应用动能定理

F合h1＝菁优网-jyeoo

代入数据解得v＝3m/s

（2）从接触地面到砸深最低点，根据动能定理

mgh2﹣F冲h2＝0﹣菁优网-jyeoo

代入数据解得h2＝12800N

答：（1）重物刚落地时的速度大小为3m/s；

（2）重物对地面的平均冲击力大小为12800N。

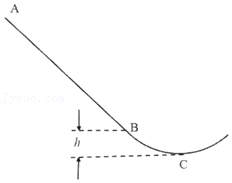
【点评】本题考查动能定理的应用，注意求得合外力做功即代表动能的变化。

42．（武陵区校级模拟）第24届冬奥会将于2022年由北京和张家口两个城市联合举办，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一，因其惊险刺激，动作优美深受观众喜爱。某滑道示意图如图所示，长直助滑道AB与圆弧形滑道BC平滑衔接，且AB与水平面的夹角为370，助滑道AB长L＝90m，滑道BC光滑，高h＝10m，圆弧滑道的半径R＝20m。C是圆弧滑道的最低点，质量m＝80kg（含滑板等装备）的运动员（可视为质点）从A处由静止开始匀加速下滑，加速度a＝5m/s2，重力加速度g＝10m/s2。（sin37°＝0.6，cos37＝0.8）

（1）求滑板与AB段的动摩擦因数µ是多大？

（2）求运动员在AB段所受合外力的冲量的I；

（3）若不计BC段的阻力，求运动员经过C点时对轨道压力F的大小。



【分析】（1）运动员从A处由静止匀加速下滑过程中，由牛顿第二定律列式求解μ；

（2）由运动学公式计算出时间，再由冲量公式计算冲量；

（3）以运动员为研究对象，利用牛顿第二定律计算出运动员受到的支持力，再由牛顿第三定律得出轨道受到的压力。

【解答】解：（1）运动员从A处由静止匀加速下滑过程中，由牛顿第二定律可得

mgsin37°﹣μmgcos37°＝ma

代入数据：80×10×0.6﹣μ×80×10×0.8＝80×5，

解得μ＝0.125

（2）由运动学公式得L＝菁优网-jyeoo，解得t＝6s

运动员在AB段所受合外力的冲量为I＝mat＝80×5×6N•s＝2400N•s，方向与合外力方向相同，即由A指向B；

（3）运动员由A到C的运动过程，由动能定理可得

mgLsin37°+mgh﹣μmgLcos37°＝菁优网-jyeoo

运动员在C点，由牛顿第二定律可得菁优网-jyeoo

联立方程，解得FN＝5200N

根据牛顿第三定律可知，运动员在C点时对轨道压力大小为F＝FN＝5200N

答：（1）求滑板与AB段的动摩擦因数µ等于0.125；

（2）求运动员在AB段所受合外力的冲量为2400N•s；

（3）若不计BC段的阻力，运动员经过C点时对轨道压力F的大小为5200N。

【点评】本题综合考查了牛顿定律和冲量的知识，解题过程中注意冲量是矢量，要说明冲量的方向，以及牛顿第三定律的应用。