## 动量定理及应用

### 考点一　动量和冲量

1．动量

(1)定义：物体的质量和速度的乘积．

(2)表达式：*p*＝*mv*.

(3)方向：与速度的方向相同．

2．动量的变化

(1)动量是矢量，动量的变化量Δ*p*也是矢量，其方向与速度的改变量Δ*v*的方向相同．

(2)动量的变化量Δ*p*，一般用末动量*p*′减去初动量*p*进行矢量运算，也称为动量的增量．即Δ*p*＝*p*′－*p*.

3．冲量

(1)定义：力与力的作用时间的乘积叫作力的冲量．

(2)公式：*I*＝*F*Δ*t*.

(3)单位：N·s.

(4)方向：冲量是矢量，其方向与力的方向相同．

技巧点拨

1．动量与动能的比较

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 动量 | 动能 |
| 物理意义 | 描述机械运动状态的物理量 | |
| 定义式 | *p*＝*mv* | *E*k＝*mv*2 |
| 标矢性 | 矢量 | 标量 |
| 变化因素 | 合外力的冲量 | 合外力所做的功 |
| 大小关系 | *p*＝ | *E*k＝ |
| 变化量 | Δ*p*＝*Ft* | Δ*E*k＝*Fl* |
| 联系 | (1)都是相对量，与参考系的选取有关，通常选取地面为参考系  (2)若物体的动能发生变化，则动量一定也发生变化；但动量发生变化时动能不一定发生变化 | |

2.冲量的计算方法

(1)恒力的冲量：直接用定义式*I*＝*Ft*计算．

(2)变力的冲量

①作出*F*－*t*图线，图线与*t*轴所围的面积即为变力的冲量，如图1所示．

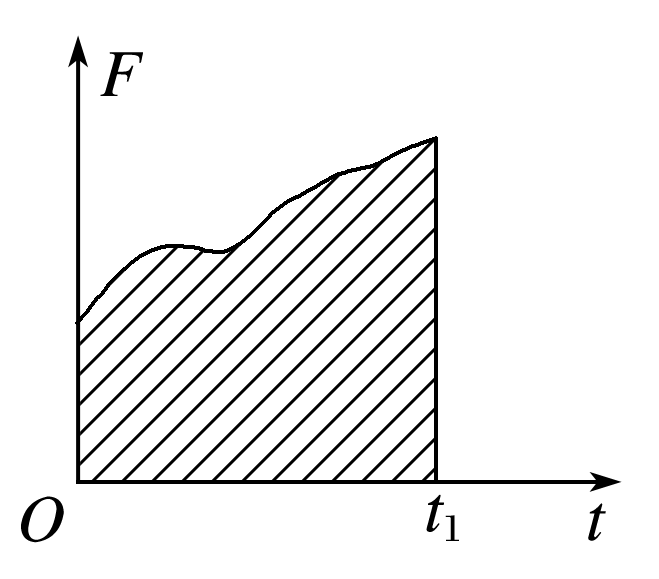


图1

②对于易确定始、末时刻动量的情况，可用动量定理求解．

例题精练

1．对于一定质量的某物体而言，下列关于动能和动量的关系正确的是(　　)

A．物体的动能改变，其动量不一定改变

B．物体动量改变，则其动能一定改变

C．物体的速度不变，则其动量不变，动能也不变

D．动量是标量，动能是矢量

答案　C

解析　物体的动能改变，则物体的速度大小一定改变，则其动量一定改变，A错误；动量表达式为*p*＝*mv*，动量改变可能只是速度方向改变，其动能不一定改变，故B错误；物体的速度不变，则其动量不变，动能也不变，C正确；动量是矢量，动能是标量，D错误．

2．高铁列车在启动阶段的运动可看作初速度为零的匀加速直线运动．在启动阶段，列车的动能(　　)

A．与它所经历的时间成正比 　 B．与它的位移成正比

C．与它的速度成正比 　 D．与它的动量成正比

答案　B

解析　列车启动的过程中加速度恒定，由匀变速直线运动的速度与时间关系可知*v*＝*at*，且列车的动能为*E*k＝*mv*2，由以上整理得*E*k＝*ma*2*t*2，动能与时间的平方成正比，动能与速度的平方成正比，A、C错误；将*x*＝*at*2代入上式得*E*k＝*max*，则列车的动能与位移成正比，B正确；由动能与动量的关系式*E*k＝可知，列车的动能与动量的平方成正比，D错误．

3.(多选)如图2所示，物体从*t*＝0时刻开始由静止做直线运动，0～4 s内其合外力随时间变化的关系图线为正弦曲线，下列表述正确的是(　　)

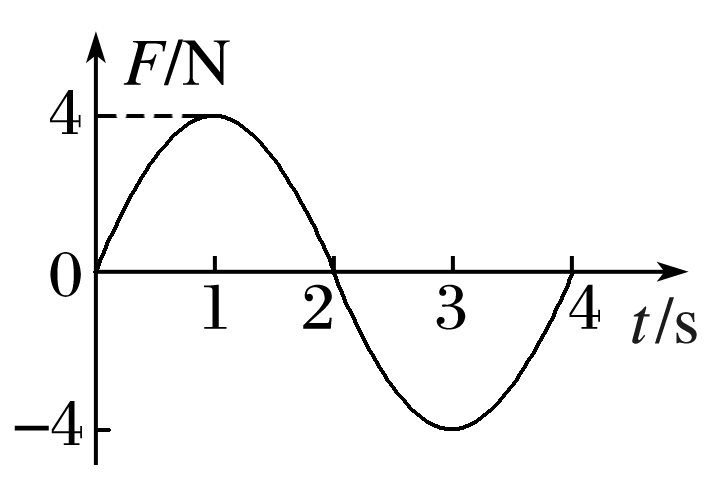


图2

A．0～2 s内合外力的冲量一直增大

B．0～4 s内合外力的冲量为零

C．2 s末物体的动量方向发生变化

D．0～4 s内物体动量的方向一直不变

答案　ABD

解析　根据*F*－*t*图象中图线与*t*轴围成的面积表示冲量，可知在0～2 s内合外力的冲量一直增大，故A正确；0～4 s内合外力的冲量为零，故B正确；2 s末冲量方向发生变化，物体的动量开始减小，但方向不发生变化，0～4 s内物体动量的方向一直不变，故C错误，D正确．

### 考点二　动量定理的理解和应用

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．公式：*F*(*t*′－*t*)＝*mv*′－*mv*或*I*＝*p*′－*p*.

技巧点拨

1．对动量定理的理解

(1)*Ft*＝*p*′－*p*是矢量式，两边不仅大小相等，而且方向相同．式中*Ft*是物体所受的合外力的冲量．

(2)*Ft*＝*p*′－*p*除表明两边大小、方向的关系外，还说明了两边的因果关系，即合外力的冲量是动量变化的原因．

(3)由*Ft*＝*p*′－*p*，得*F*＝＝，即物体所受的合外力等于物体动量的变化率．

(4)当物体运动包含多个不同过程时，可分段应用动量定理求解，也可以全过程应用动量定理．

2．解题基本思路

(1)确定研究对象．

(2)对物体进行受力分析．可先求每个力的冲量，再求各力冲量的矢量和——合力的冲量；或先求合力，再求其冲量．

(3)抓住过程的初、末状态，选好正方向，确定各动量和冲量的正负号．

(4)根据动量定理列方程，如有必要还需要补充其他方程，最后代入数据求解．

例题精练

4．关于动量定理，下列说法正确的是(　　)

A．动量越大，合外力的冲量越大

B．动量变化越大，合外力的冲量越大

C．动量变化越快，合外力的冲量越大

D．冲量方向与动量方向相同

答案　B

解析　合外力的冲量等于物体动量变化量，动量越大，动量变化量不一定越大，A错误，B正确；根据动量定理有*Ft*＝*m*Δ*v*，而动量变化越快，即*F*＝越大，*m*Δ*v*不一定大，即合力的冲量不一定大，C错误；冲量的方向和动量变化量的方向相同，D错误．

5.(多选)如图3，一个质量为0.18 kg的垒球，以25 m/s的水平速度飞向球棒，被球棒打击后反向水平飞回，速度大小变为45 m/s，设球棒与垒球的作用时间为0.01 s．下列说法正确的是(　　)



图3

A．球棒对垒球的平均作用力大小为1 260 N

B．球棒对垒球的平均作用力大小为360 N

C．球棒对垒球做的功为238.5 J

D．球棒对垒球做的功为126 J

答案　AD

解析　根据动量定理*Ft*＝*mv*2－*mv*1得*F*＝＝ N＝－1 260 N，负号表示力的方向与初速度的方向相反，选项A正确，B错误；根据动能定理，球棒对垒球做的功*W*＝*mv*22－*mv*12＝×0.18×452 J－×0.18×252 J＝126 J，选项C错误，D正确．

6．(多选)一质量为2 kg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*变化的图线如图4所示，则(　　)

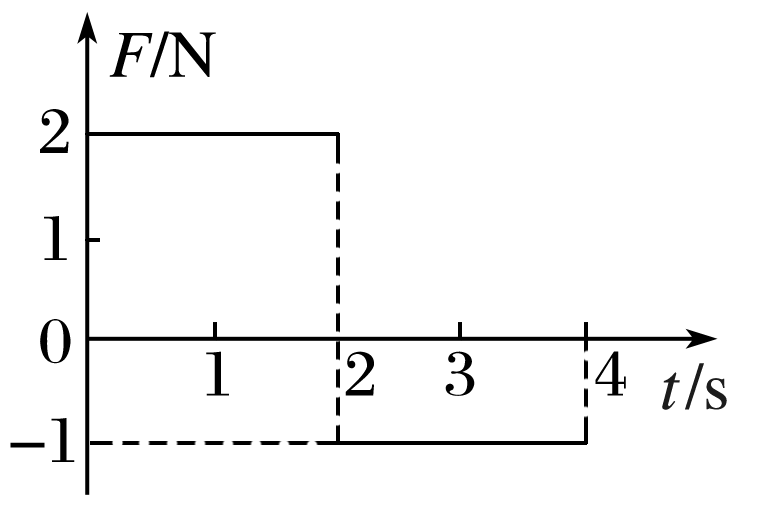


图4

A．*t*＝1 s时物块的速率为1 m/s

B．*t*＝2 s时物块的动量大小为4 kg·m/s

C．*t*＝3 s时物块的动量大小为5 kg·m/s

D．*t*＝4 s时物块的速度为零

答案　AB

解析　由动量定理可得：*Ft*＝*mv*，解得*v*＝.*t*＝1 s时物块的速率为*v*＝＝ m/s＝

1 m/s，故A正确；*t*＝2 s时物块的动量大小*p*2＝*F*1*t*2＝2×2 kg·m/s＝4 kg·m/s，*t*＝3 s时物块的动量大小为*p*3＝(2×2－1×1) kg·m/s＝3 kg·m/s，*t*＝4 s 时物块的动量大小为*p*4＝(2×2－1×2) kg·m/s＝2 kg·m/s，所以*t*＝4 s时物块的速度为1 m/s，故B正确，C、D错误．

### 考点三　应用动量定理处理流体冲击力问题

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 研究对象 | 流体类：液体流、气体流等，通常已知密度*ρ* | |
| 微粒类：电子流、光子流、尘埃等，通常给出单位体积内粒子数*n* | |
| 分析步骤 | ①构建“柱状”模型：沿流速*v*的方向选取一段小柱体，其横截面积为*S* | |
| ②微元研究 | 小柱体的体积Δ*V*＝*vS*Δ*t* |
| 小柱体质量*m*＝*ρ*Δ*V*＝*ρvS*Δ*t*  小柱体粒子数*N*＝*nvS*Δ*t* |
| 小柱体动量*p*＝*mv*＝*ρv*2*S*Δ*t* |
| ③建立方程，应用动量定理*F*Δ*t*＝Δ*p*研究 | |

例题精练

7．最近，我国为“长征九号”研制的大推力新型火箭发动机联试成功，这标志着我国重型运载火箭的研发取得突破性进展．若某次实验中该发动机向后喷射的气体速度约为3 km/s，产生的推力约为4.8×106 N，则它在1 s时间内喷射的气体质量约为(　　)

A．1.6×102 kg B．1.6×103 kg

C．1.6×105 kg D．1.6×106 kg

答案　B

解析　设1 s时间内喷出的气体的质量为*m*，喷出的气体与该发动机的相互作用力为*F*，由动量定理有*Ft*＝*mv*－0，则*m*＝＝ kg＝1.6×103 kg，选项B正确．

8．人们常说“滴水能穿石”．一瀑布落差为*h*＝20 m，水流量为*Q*＝

0.20 m3/s，水的密度*ρ*＝1.0×103 kg/m3，水在最高点和落至石头上后的速度都认为是零(落在石头上的水立即流走，石头对水作用时不考虑水的重力，*g*取10 m/s2)．求水对石头的冲击力的大小．

答案　4×103 N

解析　水在下落过程中，根据动能定理得，*Mgh*＝*Mv*2

水下落20 m时的速度*v*＝20 m/s

设极短时间*t*内落至石头上的水的质量为*m*，则*m*＝*Qtρ*

设石头对水的平均作用力为*F*，根据动量定理得*Ft*＝*mv*

联立并代入数据得*F*＝4×103 N.

由牛顿第三定律得水对石头的冲击力大小为*F*′＝*F*＝4×103 N．

# 综合练习

**一．选择题（共10小题）**

1．（荔湾区校级月考）下列运动中的物体，动量始终保持不变的是（　　）

A．绕地球匀速运行的同步卫星

B．小球碰到竖直墙壁被弹回，速度大小不变

C．用绳子拉着物体，沿斜面做匀速直线运动

D．荡秋千的小孩，每次荡起的高度保持不变

【分析】明确动量的定义，知道动量是矢量，p＝mv，动量始终保持不变一定是大小方向都不变。

【解答】解：动量的表达式为P＝mv，动量是矢量，则有：

A、正常运行的地球同步卫星，速度大小不变，方向不断改变，所以动量改变，故A错误；

B．小球碰到竖直墙壁被弹回，速度大小不变，但方向改变，所以动量改变，故B错误；

C．用绳子拉着物体，沿斜面做匀速直线运动，速度大小和方向都不发生改变，所以动量不变，故C正确；

D．荡秋千的小孩，每次荡起的高度保持不变，在这个过程中速度大小和方向都改变，所以动量改变，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查了对动量的理解，明确各种运动的性质，同时知道动量是矢量，只有大小和方向均保持不变时动量才是不变的。

2．（江油市校级期中）对于任何一个质量不变的物体，下列说法正确的是（　　）

A．物体的动量发生变化，其动能一定变化

B．物体的动量发生变化，其动能不一定变化

C．物体的动能不变，其动量一定不变

D．物体的动能发生变化，其动量不一定变化

【分析】动量是矢量，有大小，有方向，动能是标量，只有大小，没有方向。联系动量和动能的关键在于速度，要注意明确动量变化时可以是速度方向或大小发生变化。

【解答】解：AB、物体的动量发生变化，则速度可能是方向改变、也可能是大小改变，所以动能不一定变化，故A错误，B正确；

C、动能不变时，物体速度大小不变，但方向发生变化，则动量可能发生变化，故C错误；

D、物体的动能变化，知速度大小一定变化，则动量一定变化，故D错误。

故选：B。

【点评】解决本题的关键掌握动量和动能的表达式，知道它们的联系和区别，特别要注意明确动量是矢量而动能是标量。

3．（泸州期末）质量为1kg的物体，在水平面做直线运动，初速度大小为8m/s。它在一个水平力作用下，经一段时间后速度变为2m/s，方向与初速度方向相反。则在这段时间内物体动量的变化量为（　　）

A．10kg•m/s，方向与初速度方向相反

B．10kg•m/s，方向与初速度方向相同

C．6kg•m/s，方向与初速度方向相反

D．6kg•m/s，方向与初速度方向相同

【分析】选取正方向，根据初状态和末状态的动量，根据△p＝pt﹣p0求出物体的动量变化量。

【解答】解：规定初速度方向为正方向，物体初状态的动量为：p0＝mv0＝8×1＝8kg•m/s

末状态的动量为：pt＝mvt＝﹣2×1＝﹣2kg•m/s，

则动量的变化量为：△p＝pt﹣p0＝﹣2﹣8＝﹣10kg•m/s，负号表示方向，可知动量变化量的方向与初速度方向相反，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】解决该题需熟记动量改变量的计算方法，知道动量是矢量，在计算时需要规定正方向。

4．（姜堰区期中）对于一定质量的某物体而言，下列关于动能和动量的关系正确的是（　　）

A．物体的动能改变，其动量不一定改变

B．物体动量改变，则其动能一定改变

C．物体的速度不变，则其动量不变，动能也不变

D．动量是标量，动能是矢量

【分析】明确动能和动量的定义，知道动能是标量，动量是矢量，矢量方向的变化也是矢量变化；根据动能和动量的公式列式求解。

【解答】解：A、物体的质量一定时，若动能变化，其速度大小一定变化，物体的动量一定变化，故A错误；

B、物体的动量改变，可能是方向变而大小不变，故动能可以不变化，也可以变化，故B错误；

C、物体的速度不变，则其大小和方向均不变，故动量不变，动能也不变，故C正确。

D、动能是标量，动量是矢量，故D错误。

故选：C。

【点评】本题关键明确动能和动量的定义，知道矢量改变和标量改变的区别，同时明确速度、动量是矢量，而动能是标量。

5．（海东市月考）关于动能和动量的说法，正确的是（　　）

A．动量不变的物体，动能一定不变

B．动量变化的物体，动能一定变化

C．动能不变的物体，动量一定不变

D．动能变化的物体，动量不一定变化

【分析】动能是标量，动量是矢量，矢量方向的变化也是矢量变化；根据动能和动量的概念分析。

【解答】解：A、物体的动量不变，物体的速度大小一定不变，故动能一定不变，故A正确；

B、物体的动量改变，可能是方向变而大小不变，故动能可以不变化，也可以变化，故B错误；

C、物体的质量一定时，若动能不变，其速度大小一定不变，但方向可能变化，物体的动量可能变化，故C错误；

D、物体的质量一定时，若动能变化，其速度大小一定变化，物体的动量一定变化，故D错误；

故选：A。

【点评】本题关键明确矢量改变和标量改变的区别，同时明确速度、动量是矢量，而动能是标量。

6．（和平区校级期中）关于同一物体的动能和动量，下列说法中正确的是（　　）

A．动能不变，动量一定不变

B．动能变了，动量一定变

C．动量不变，动能可能变

D．动量变了，动能一定变

【分析】动量是矢量，有大小，由方向；动能是标量，只有大小，没有方向；根据动量与动能的关系分析答题．

【解答】解：A、同一物体的动能不变，速度大小一定不改变，但速度方向可能改变，故动量大小不变，方向可能改变；故A错误；

B、同一物体的动能变了，速度大小一定改变，故动量大小一定改变，故B正确；

C、同一物体的动量不变，速度的大小和方向一定都不改变，故动能不变，故C错误；

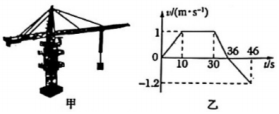
D、同一物体的动量变了，可能是动量的方向改变，故速度大小可能不改变，故动能可能不改变，故D错误；

故选：B。

【点评】本题考查了动量与动能的关系，知道P＝、知道动量是矢量、动能是标量即可正确解题；注意矢量变化与标量变化的区别．



7．（江门一模）图甲中的塔吊是现代工地必不可少的建筑设备，图乙为建筑材料被吊车竖直提升过程的运动图像（竖直向上为正方向），根据图像下列判断正确的是（　　）



A．46s时材料离地面的距离最大

B．前36s重力的冲量为零

C．在30～36s钢索最容易发生断裂

D．36～46s材料处于失重状态

【分析】对运动图象进行分析，清楚材料在各个阶段的运动状态。0～36s内一直向上运动，36s后开始向下运动，所以36s时，材料离地面的距离最大；由冲量定理可得I＝mgt，时间越长，重力的冲量越大；钢索上的拉力越大，钢索越容易断裂，定性分析各个阶段钢索的受力情况，找到钢索受力最大的阶段即可；分析材料加速度的方向，若加速度向下，则材料处于失重状态、若加速度向上，则材料处于超重状态。

【解答】解：对运动图象进行分析：0～10s内，材料向上做匀加速直线运动；10s～30s内，材料向上做匀速直线运动；30s～36s内，材料向上做匀减速直线运动；36s～46s内，材料向下做匀加速直线运动。

A、0～36s内材料向上运动，36s～46s内材料向下运动，所以第36s时材料离地面的距离最大，故A错误；

B、根据动量定理I＝Ft＝mgt，因为重力恒定，所以时间越长，重力的冲量越大，故B错误；

C、在0～10s内，材料向上做匀加速直线运动，由牛顿第二定律可得：T1﹣mg＝ma1，所以T1＝mg+ma1

在10s～30s内，材料向上做匀速直线运动，由受力平衡可得：T2＝mg

在30s～36s内，材料向上做匀减速直线运动，由牛顿第二定律可得：mg﹣T3＝ma2，所以T3＝mg﹣ma2

在36s～46s内，材料向下做匀加速直线运动，由牛顿第二定律可得：mg﹣T4＝ma3，所以T4＝mg﹣ma3

综上所述，可以发现在0～10s内，材料向上做匀加速直线运动时钢索上的拉力最大，最容易断裂，故C错误；

D、36s～46s内，材料向下做匀加速直线运动，钢索的拉力小于重力，材料处于失重状态，故D正确。

故选：D。

【点评】图象类问题的解题关键在于充分理解图象，可以在解答题目之前先对图象进行分析，了解物体在各个阶段的运动或受力情况。

8．（红花岗区校级期末）关于物体的动量，下列说法正确的是（　　）

A．动量越大的物体，其质量也越大

B．动量越大的物体，它的速度一定越大

C．如果物体的动量改变，物体的动能一定改变

D．如果物体的动能改变，物体的动量一定改变

【分析】根据动量表达式P＝mv，动量等于质量和速度的乘积；动量是矢量，动能是标量，速度的方向变化，动量变化，但动能不一定变化。

【解答】解：AB、动量等于质量和速度的乘积，当质量一定，动量越大，速度越大；速度一定，动量越大，质量就一定越大，故AB错误；

CD、动量是矢量，动能是标量，速度的方向变化，动量变化，但动能不一定变化，所以物体的动量改变，动能不一定变化；但动能变化，动量一定变化，故C错误，D正确；

故选：D。

【点评】本题主要考查了动量的表达式，注意区分动量和动能，动量是矢量，动能是标量，速度的方向变化，动量变化，但动能不一定变化。

9．（湖南一模）姚明是中国篮球史上最成功的运动员之一。他是第一个入选NBA篮球名人堂的中国籍球员，如图所示是姚明在某场NBA比赛过程中的一个瞬间，他在原地运球寻找时机。假设篮球在竖直方向运动，落地前瞬间的速度大小为8m/s，弹起瞬间的速度大小为6m/s，球与地面的接触时间为0.1s。已知篮球质量为600g，取g＝10m/s2，则地面对球的弹力大小为（　　）



A．90N B．84N C．18N D．36N

【分析】分析篮球与地面作用过程中受哪些力，根据动量定理列式即可求出篮球受到地面给它的平均作用力的大小。

【解答】解：选篮球为研究对象，取向上为正，根据动量定理有：

F•t﹣mg•t＝mv2﹣m（﹣v1） 其中m＝600g＝0.6kg

解得：F＝90N

故BCD错误，A正确。

故选：A。

【点评】本题考查动量定理，在用动量定理解题的时候要注意动量定理是矢量式，在解题时一定要先规定正方向。

10．（河南模拟）2020年12月3日23时嫦娥五号上升器发动机以3000N的动力工作约6分钟，成功将携带样品的上升器送入到近月点环月轨道。若该发动机向后喷射的气体速度约为10km/s，则它在1s时间内喷射的气体质量约为（　　）

A．0.30kg B．0.50kg C．0.60kg D．0.90kg

【分析】用动量定理即可求解。

【解答】解：以气体为研究对象，设t＝ls内喷出的气体质量为m，以气体喷出的方向为正方向，根据动量定理可得：Ft＝mv﹣0，所以，故A正确，BCD错误。



故选：A。

【点评】本题考查了动量定理的简单应用，用动量定理列方程时，一定要先选取正方向，跟正方向相同的取正，跟正方向相反的取负。

**二．多选题（共10小题）**

11．（甘南县校级期末）关于物体的动量，下列说法中正确的是（　　）

A．物体的动量越大，其惯性也一定越大

B．物体的速度方向改变，其动量一定改变

C．物体的动能不改变，其动量也一定不改变

D．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

【分析】（1）惯性大小的量度是质量；

（2）动量表示为物体的质量和速度的乘积，动量也是矢量，它的方向与速度的方向相同。

（3）动能是标量，其大小。



【解答】解：A．动量大小等于质量乘以速度，而惯性大小的唯一量度是质量，故A错误；

B．动量的方向与速度的方向相同，物体的速度方向改变，其动量一定改变，故B正确；

C．如物体的速度方向变化，大小不变，动量改变，动能不改变，故C错误；

D．动量也是矢量，它的方向与速度的方向相同，故D正确。

故选：BD。

【点评】知道动能和动量的表达式，知道动量是矢量且其方向与速度方向相同；

12．（宾阳县校级月考）对任何一个固定质量的物体，下列说法正确的是（　　）

A．物体的动量发生变化，其动能一定发生变化

B．物体的动量发生变化，其动能不一定发生变化

C．物体的动能发生变化，其动量一定发生变化

D．物体的动能发生变化，其动量不一定发生变化

【分析】动量是矢量，有大小，有方向，动能是标量，只有大小，没有方向．

【解答】解：A、B、物体的动量发生变化，知速度可能方向改变、可能是大小改变，所以动能不一定变化。故A错误，B正确。

C、D、物体的动能变化，速度大小一定变化，则动量一定变化。故C正确，D错误。

故选：BC。

【点评】解决本题的关键掌握动量和动能的表达式，知道它们的联系和区别．

13．（永定区校级月考）质量一定的质点在运动过程中，动能保持不变，则质点的动量（　　）

A．一定不变 B．可能不变 C．可能变化 D．一定变化

【分析】动能是标量，动量是矢量。动能不变，动量大小不变，但方向可能不同。

【解答】解：动能是标量，动量是矢量。动能不变，动量大小不变，但方向可能不同。所以质量一定的质点在运动过程中，动能保持不变，则质点的动量可能不变。故AD错误，B正确。

故选：BC。

【点评】本题考查了动能和动量的关系，关键是了解动能是标量，只有大小，没有方向；动量是矢量，既有大小，也有方向。

14．（龙海市校级月考）下列关于动量的说法中，正确的是（　　）

A．做匀速圆周运动的物体，其动量不变

B．一个物体的速率改变，它的动量一定改变

C．一个物体的运动状态变化，它的动量一定改变

D．一个物体的动量不变，它的速度可以改变

【分析】明确动量的定义，知道物体的质量与速度的乘积是物体的动量；注意动量和速度均为矢量，注意动量的变化可能是大小变化或者是方向变化，或者二者都发生变化。

【解答】解：A、动量是矢量，做匀速圆周运动的物体其速度方向时刻在改变，故动量时刻改变，故A错误；

B、由P＝mv可知，一个物体只要速率发生改变，则动量一定改变，故B正确；

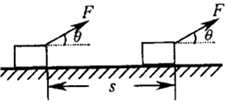
C、一个物体运动状态改变，则说明速度一定改变，故动量一定改变，故C正确；

D、由P＝mv可知，物体的动量不变，即此物体的速度不变，故D错误。

故选：BC。

【点评】解决本题关键理解动量为矢量，要考虑大小和方向，只要大小和方向其中一个变化，动量即发生改变。

15．（昌平区校级期末）如图所示，一个物体在与水平面的夹角为θ的斜向上的拉力F的作用下，沿光滑水平面做匀加速直线运动，在物体通过距离S的过程中运动的时间为t，则（　　）



A．力F对物体做的功为FS

B．力F对物体做的功为FScosθ

C．力F对物体的冲量为Ft

D．力F对物体的冲量为Ftcosθ

【分析】由功的公式可求得拉力所做的功；由冲量的定义式即可求出拉力的冲量。

【解答】解：A、由题意及功的公式可得，力F对物体所做的功：W＝FScosθ；故A错误；B正确；

C、根据冲量的定义可知，力F对物体的冲量为Ft．故C正确，D错误；

故选：BC。

【点评】功的计算中要注意功等于力与在力的方向上发生的位移；而冲量一定等于力与时间的乘积。

16．（湖南期中）在游乐场里，高大的摩天轮格外引人注目，摩人轮上的透明座舱始终能够保持在竖直方向。如图乙所示，坐在座舱中的乘客随座舱在竖直面内做匀速圆周运动，摩天轮连续转动过程中，研究某一座舱中的乘客，下列物理量始终在变化的是（　　）



A．乘客的动量

B．乘客的动量变化率

C．乘客对座舱的作用力

D．相同时间内乘客重力的冲量

【分析】速度、力、动量以及动量的变化量均为矢量，有大小和方向，根据匀速圆周运动的性质确定各物理量是否发生变化；注意重力是不变的，所以重力在相同时间内的冲量也是不变的。

【解答】解：A、动量p＝mv，由于乘客的速度方向时刻改变，故乘客的动量时刻改变，故A正确；

B、根据动量定理可知，乘客的动量变化率等于合外力的冲量，由于合外力为向心力，而向心力的方向时刻改变，故乘客的动量变化率时刻改变，故B正确；

C、对乘客分析可知，乘客受本身的重力和座舱的作用力而做匀速圆周运动，由于合外力时刻变化而重力不变，故座舱对乘客的作用力时刻变化，由牛顿第三定律可知，乘客对座舱的作用力与座舱对乘客的作用力始终等大反向，故乘客对座舱的作用力时刻变化，故C正确；

D、重力方向始终竖直向下，故相同时间内重力的冲量是相同的，故D错误。

故选：ABC。

【点评】本题考查对匀速圆周运动的以及动量定理的应用的掌握，要注意明确各物理量的性质，注意明确描述圆周运动各物理量是矢量还是标量。

17．（河南一模）如图所示，拉杆箱是由轻质拉杆和箱子构成的交通旅游工具。在光滑水平地面上沿轻质拉杆方向拉动拉杆箱，使其水平向右加速运动了一段时间。已知拉杆与水平方向的夹角为θ（θ≠0）。则在此过程中，下列说法正确的是（　　）



A．拉力对拉杆箱做的功等于拉杆箱的动能增量

B．拉力对拉杆箱做的功大于拉杆箱的动能增量

C．拉力对拉杆箱的冲量大小等于拉杆箱的动量增量大小

D．拉力对拉杆箱的冲量大小大于拉杆箱的动量增量大小

【分析】明确各力做功情况，根据动能定理分析拉力做功与动能增量间的关系；根据受力分析求出拉杆箱受到的合力，再根据动量定理分析拉力冲量与拉杆箱动量增量的大小关系。

【解答】解：AB、由于只有拉力做功，根据动能定理可知，拉力对拉杆箱做的功等于拉杆箱的动能增量，故A正确，B错误；

CD、根据动量定理可知，合外力对拉杆箱的冲量大小等于拉杆箱的动量增量大小，由于合外力为F合＝Fcosθ，则F合＜F，所以合外力冲量大小小于拉力冲量大小，则拉力对拉杆箱的冲量大小大于拉杆箱的动量增量大小，故C错误，D正确。

故选：AD。

【点评】本题考查动量定理和动能定理的应用，要注意重点明确动量定理中的矢量性，知道拉力做功和拉力产生的冲量的区别。

18．（四川模拟）如图所示，钟表挂在竖直墙面上，秒针尾部有一质量为m的圆形小片P，在秒针做匀速圆周运动过程中，以下分析正确的是（　　）



A．在任意相等时间内，P所受重力对P做的功相等

B．在任意相等时间内，P所受重力对P的冲量相等

C．秒针对P的作用力所做的功等于P的机械能变化量

D．秒针对P的作用力的冲量等于P的动量变化量

【分析】根据W＝mgh判断重力做的功；根据I＝mg△t判断重力的冲量；根据秒针对P做功判断P的机械能变化量；根据合外力冲量判断动量变化量。

【解答】解：A、根据WG＝mgh，当秒针向下转时，重力做正功，向上转时，重力做负功，故P所受重力对P所做功不相等，故A错误；

B、冲量为I＝mg△t，相等时间内，重力不变，P所受重力对P的冲量相等，故B正确；

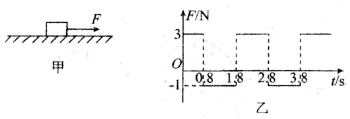
C、除秒针以外，只有重力对P做功，故秒针对P做功等于P的机械能变化量，故C正确；

D、合外力冲量等于动量变化量，只受重力、秒针对它的力，故D错误；

故选：BC。

【点评】本题主要考查功、冲量、机械能变化量和动量变化量的理解，要注意P的机械能变化量与秒针对P做功有关，只有重力做功则机械能守恒。

19．（重庆期末）如图甲所示，质量m＝1kg的物体静止在水平地面上，物体与水平地面间的动摩擦因数μ＝0.1，t＝0时，将如图乙所示周期性变化的外力F作用于物体上，设水平向右为力的正方向，关于物体之后的运动过程分析正确的是（　　）



A．在0.8s＜t＜1.8s时间段内加速度为2m/s2

B．拉力F的功率最大值为6.0W

C．0∼1.8s内合外力对物体的冲量为0

D．物体时而向左运动，时而向右运动

【分析】根据牛顿第二定律得到各阶段的加速度大小，分析运动情况，明确拉力小于摩擦力时，如果速度减小到零则物体将保持静止；根据运动学公式求出物体在运动过程中的最大速度，根据P＝Fv求最大功率；根据动量定理进行求解1.8s内合外力对物体的冲量；根据受力情况分析运动情况。

【解答】解：A、在0＜t＜0.8s时间段内拉力大小F1＝3N，根据牛顿第二定律可得：F1﹣μmg＝ma1，解得加速度大小：；在0.8s＜t＜1.8s时间段内拉力大小F2＝﹣1N，若物体一直减速运动，根据牛顿第二定律可得：F2﹣μmg＝ma2，解得加速度：；根据对称性可知，物体在1.6s时速度为零，在1.6s＜t＜1.8s时间段内拉力F3＝f＝μmg＝0.1×10N＝1N，物体处于静止状态，加速度为零，故A错误；



B、速度最大、拉力最大则拉力的功率最大，所以在2.8s、4.8s、6.8s时拉力的功率最大，此时的速度为：v＝a1t＝2×1m/s＝2m/s，拉力的功率最大值为P＝F1v＝3×2W＝6.0W，故B正确；

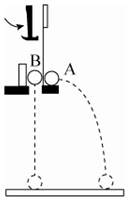
C、根据A选项的分析可知，在1.8s时物体的速度为零，根据动量定理可得1.8s内合外力对物体的冲量为零，故C正确；

D、根据以上分析可知，在0s＜t＜1.8s内物体先向右加速、再向右减速、再静止一段时间，以后运动过程中，先向右加速、再向右减速到零，然后又重复这个过程，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题主要是考查牛顿第二定律与图象的结合、动量定理等，关键是弄清楚物体的受力情况和运动情况，根据运动学公式结合功率的计算公式等进行解答。

20．（湖北月考）如图所示，用平抛竖落仪做演示实验。小锤击打弹簧片，A小球做平抛运动的同时B小球自同一高度做自由落体运动。已知A、B两小球质量相等，在B小球落地前，下列说法正确的是（　　）



A．A小球重力的功率大于B小球重力的功率

B．A小球的动能变化等于B小球的动能变化

C．A小球的动量变化等于B小球的动量变化

D．A小球的机械能变化大于B小球的机械能变化

【分析】明确两球的运动特点，知道B球做平抛运动，竖直方向上的分运动与A球运动完全相同，再根据功率公式、动能定理以及动量定理分析功率、动能以及动量间的关系。

【解答】解：A、A、B小球任意时刻竖直方向速度均相同，根据P＝mgvy可知，重力功率相等，故A错误；

B、根据动能定理，重力做功相等，所以动能变化相等，故B正确；

C、根据动量定理，重力的冲量相等，所以动量变化相同，故C正确；

D、两球机械能守恒，所以机械能均不变，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题根据平抛运动的规律考查了动量定理、动能定理以及机械能守恒定律的应用，要注意明确做平抛运动的物体只受重力，其竖直方向上的分运动为自由落体运动。

**三．填空题（共10小题）**

21．（伊犁州校级期中）动量定义式　P＝mv　，方向　与速度的方向相同　．

【分析】根据动量的定义与各单位间的关系分析答题．

【解答】解：根据动量的定义可知，物体的动量是物体的质量与速度的乘积，所以P＝mv，动量是矢量，的方向与速度的方向相同．

故答案为：P＝mv，与速度的方向相同

【点评】本题考查了动量的单位，掌握各单位间的换算关系即可正确解题．

22．（2011秋•望城区校级期末）在物理学中，物体运动速度和它本身质量的乘积叫做这个物体的　动量　，常用p表示，其方向由　速度方向　决定．

【分析】根据动量的定义及其矢量性作答即可．

【解答】解：动量为物体的质量与速度的乘积；动量为矢量，其方向为速度的方向；

故答案为：动量；速度方向．

【点评】本题考查动量的定义，明确动量的矢量性．

23．（2010秋•江油市校级期中）质量分别为M1＝2M2的两个物体，

（1）若二者速度相等，则它们的动量大小之比为　2：1　．

（2）若二者动量相等，则它们的动能大小之比为　1：2　．

【分析】（1）由动量的表达式可得出动量大小之比；

（2）根据动量表达式可得出动能与动量的关系，则可求得动能大小的比值．

【解答】解：（1）由p＝mv可知，速度相等时，动量大小之比等于质量之比；故动量之比为2：1．

（2）由p＝mv；EK＝mv2可知：



EK＝；故说明动量相等时，动能与质量成反比，故动能大小之比为：1：2；



故答案为：（1）2：1；（2）1：2

【点评】本题考查动量与动能的关系，二者都取决于速度及质量，要注意它们之间的关系表达式的应用．

24．（2006秋•江干区校级月考）冲量的单位是　N•s　，动量的单位是　kg•m/s　．

【分析】可以根据冲量和动量的计算公式推导其单位

【解答】解：冲量的计算公式：I＝Ft

F的单位是N，t的单位是s，故冲量的单位是N•s

动量的计算公式是：p＝mv

m的单位是kg，v的单位是m/s，故冲量的单位是kg•m/s．

故答案为：N•s；kg•m/s．

【点评】本题是基础题，知道冲量和动量的区别，知道它们的单位．

25．将重为3N的小球以10m/s的初速度竖直向上抛出，小球经2s又落回到抛出点，则从抛出落回到抛出点的过程中重力的冲量为　6N•m　。

【分析】明确冲量的定义，根据I＝Ft即可求出重力的冲量。

【解答】解：重力G＝3N，小球的运动时间为2s，故重力的冲量I＝Gt＝3×2＝6N•m；

故答案为：6N•m。

【点评】本题考查冲量的定义，注意抓住关键因素，明确力和时间已知，故直接考查I＝Ft的应用，而速度为干扰项。

26．（巴楚县校级期中）动量是　矢　量（填标或矢），其方向与　速度　的方向相同。质量为5kg的物体运动速度为3m/s，则其动量为　15kg•m/s　；如果一个物体所受合力为5N，则5s的动量变化为　25N•s　。

【分析】明确动量为矢量，知道其方向与速度方向相同；根据p＝mv求出动量，根据动量定理确定5s内动量的变化量。

【解答】解：动量是矢量，其方向与速度的方向相同，根据p＝mv可知

p＝mv＝5kg×3m/s＝15kg⋅m/s

根据动量定理可得知5s的动量变化为

△p＝I合＝5×5N•s＝25N•s。

故答案为：矢；速度；15kg•m/s；25N•s。

【点评】本题考查动量定理以及动量的性质，在应用动量定理解题时要注意明确动量的矢量性，明确各物理量的正负才能准确代入数据求解。

27．（巴楚县校级期中）质量为5kg的物体运动速度为2m/s，则其动量为　10kg•m/s　；如果一个物体所受合力为4N，则5s的动量变化为　20Ns　。

【分析】根据动量的定义可确定物体的动量，根据冲量的定义求出5s内的冲量，再由动量定理即可求出5s的动量的变化。

【解答】解：根据动量的定义可知，动量p＝mv＝5×2kg•m/s＝10kg•m/s；

根据动量定理可得，5s动量的变化△p＝Ft＝4×5Ns＝20Ns。

故答案为：10kg•m/s；20Ns。

【点评】本题考查动量定理的应用，要注意明确动量和冲量的定义，知道动量定理的基本内容和应用。

28．（宝鸡期末）质量是1kg的皮球以5m/s的水平速度与墙相碰再以3m/s的速度反弹回来，设初速度方向为正，皮球动量变化量为　﹣8　kg．m/s，动能变化量为　﹣8　J。

【分析】分别求出初末状态的动量，从而求出动量的变化量，注意动量的方向。根据动能的表达式分别求出初末状态的动能，从而求出动能的变化量

【解答】解：规定初速度方向为正，则：△P＝P2﹣P1＝mv2﹣mv1＝1×（﹣3）﹣1×5＝﹣8kg•m/s。

动能的变化量为：△EK＝＝＝﹣8J



故答案为：﹣8，﹣8

【点评】解决本题的关键掌握动量和动能的表达式，知道动量是矢量，动能是标量。

29．（永丰县校级月考）一质量为50kg的杂技演员，表演时不慎掉下，当他下落5m时安全带被拉直，带和人作用时间为1s，则安全带对人的平均作用力为　1000　N（g取10m/s2）

【分析】演员先做自由落体，根据动能定理求出速度；然后细线开始伸长，根据动量定理列式求解平均拉力．

【解答】解：当安全带拉直时演员的速度大小为；

v＝＝＝10m/s，



设人与安全带作用时间t，取向上为正方向，由动量定理有：

（F﹣mg）t＝0﹣mv，

代入数据得：F＝1000　N

故答案为：1000

【点评】本题关键是先根据动能定理求解出绳子伸直时的人速度，然后对接下来的过程运用动量定理列式求解．

30．（永丰县校级月考）以速度v0平抛一个质量为1kg的物体，若抛出3s后它没有与地面和其他物体相碰，不计空气阻力，则在这3s内该物体动量的变化大小是　30N•s　．

【分析】物体做平抛运动，动量的变化等于合力的冲量，根据动量定理列式求解即可．

【解答】解：根据动量定理，物体在3s内的动量的变化为：

△P＝Gt＝1×10×3＝3 0N•s

竖直向下

故答案为：30N•s

【点评】本题关键是明确动量变化和合力冲量的关系，根据动量定理列式求解即可，基础题目．

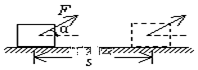
**四．计算题（共10小题）**

31．（榆树市校级月考）质量为1kg的物体静止在水平桌面上，物体受到一个与水平面成α＝53°角的拉力F＝5N的作用后由静止开始运动，已知物体与地面间的摩擦因数μ＝0.25，sin53°＝0.8，cos53°＝0.6，g＝10m/s2，求：

（1）物体运动S＝2m拉力F对物体所做的功为多少？

（2）物体运动S＝2m摩擦力f对物体所做的功为多少？

（3）物体运动时间t＝3s内重力的冲量为多大。



【分析】（1）根据功的公式直接求出拉力的功；

（2）根据摩擦力公式求出摩擦力大小，再根据功的公式求出摩擦力的功；

（3）根据冲量的定义即可求出3s内重力的冲量。

【解答】解：（1）由功的公式可知，拉力做功

W1＝FScos53°＝5×2×0.6J＝6J

（2）摩擦力f对物体所做功

W2＝﹣μ（G﹣Fsin53°）S＝﹣0.25×（10﹣5×0.8）×2J＝﹣3J

（3）由冲量定义可得：I＝Gt＝10×3N•s＝30N•s

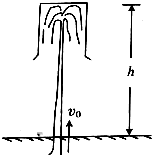
答：（1）物体运动S＝2m拉力F对物体所做的功为6J；

（2）物体运动S＝2m摩擦力f对物体所做的功为﹣3J；

（3）物体运动时间t＝3s内重力的冲量为30Ns。

【点评】本题考查冲量以及功的计算，注意明确二者的计算公式，注意冲量的矢量性即可正确求解。

32．（如东县校级期中）如图所示，由喷泉中喷出的水柱，把一个重为W的垃圾桶倒顶在空中。水以速率v0、恒定的质量增率（即单位时间喷出的质量）从地下射向空中。求垃圾桶可停留的最大高度。设水柱喷到桶底后以相同的速率反弹。



【分析】设垃圾桶可停留的最大高度为h．由运动学公式表示出h与速度的关系。研究极短时间内水受到的冲量，根据冲力等于垃圾桶的重力，求出水的速度，从而求得高度。

【解答】解：设垃圾桶可停留的最大高度为h，并设水柱到达h高处的速率为v，则v满足：

v2﹣v02＝﹣2gh

得：v2＝v02﹣2gh

由动量定理得：在极短时间△t内，水受到的冲量为：

F△t＝2（•△t）v



解得：F＝2•v＝2



据题有：F＝W

联立解得：h＝﹣



答：垃圾桶可停留的最大高度是﹣。



【点评】本题要理清题意，建立物理模型：竖直上抛运动和碰撞的综合，运用运动学公式和动量定理结合研究。

33．一人预借墙面的摩擦力蹬墙翻墙，先在地面上助跑，脚蹬墙前的瞬时速度为水平的v，已知人的质量为m，墙面动摩擦因数为μ，求蹬墙后人获得的向上的初速度．

【分析】人蹬墙过程受到墙的弹力、摩擦力与重力作用，应用动量定理可以求出蹬墙后获得的向上的初速度．

【解答】解：对人，由动量定理得：

水平方向：﹣Ft＝0﹣mv，

竖直方向：μFt＝mv0，

解得：v0＝μv；

答：蹬墙后人获得的向上的初速度为：μv．

【点评】本题考查了求人在竖直方向的速度，分析清楚运动过程、应用动量定理可以解题．

34．（广陵区校级月考）某学校物理组进行安全教育啦：爱护生命，注意安全，避免高空抛物。假设一个质量为2kg的花盆，从7.2米的楼上自由落下，（取g＝10m/s2）求：

（1）花盆落地速度的大小；

（2）若碰撞时间t＝0.04s，碰撞过程中花盆对地面的平均作用力F的大小。

【分析】（1）花盆做自由落体运动，根据自由落体规律即可求出花盆落地时的速度大小；

（2）对碰撞过程分析，由动量定理列式求出地面对花盆的作用力，再根据牛顿第三定律确定花盆对地面的作用力。

【解答】解：（1）根据v2＝2gh解得花盆落地速度大小v＝＝m/s＝12m/s；



（2）设向下为正，碰撞过程，对花盆，由动量定理可得（mg﹣F）t＝0﹣mv；

解得F＝620N；

由牛顿第三定律可得，花盆对地面的平均作用力为620N。

答：（1）花盆落地速度的大小为12m/s；

（2）若碰撞时间t＝0.04s，碰撞过程中花盆对地面的平均作用力F的大小为620N。

【点评】本题考查自由落体运动以及动量定理的应用，要注意在应用动量定理解题时要注意各物理量的矢量性，列式前要明确正方向。

35．（琼山区校级月考）将质量为m＝1kg的小球，从距水平地面高h＝5m处，以v0＝10m/s的水平速度抛出，不计空气阻力，*g*取10m/s2。求：

（1）平抛运动过程中小球动量的增加量△p；

（2）小球落地时的动能。

【分析】（1）根据高度求出平抛运动的时间，由动量定理求解．

（2）对球抛出过程根据动能定理列式求解末动能．

【解答】解：（1）根据h＝gt2得平抛运动的时间为：t＝＝s＝1s



规定向下为正方向，由动量定理，得：△p＝mgt＝10N•s；

（2）球抛出过程，根据动能定理，有：mgh＝Ek﹣mv，



解得：Ek＝mgh+＝（1×10×10+×1×52）J＝112.5J；



答：（1）平抛运动过程中小球动量的增量△p为10N•s

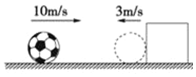
（2）小球落地时的动能为112.5J．

【点评】本题考查动量定理和动能定理，关键是明确两个定理的内容和适用条件，基础题目．

36．（新泰市校级月考）如图所示，俄罗斯的世界杯的足球赛场上，一足球运动员踢一个质量为0.4kg的足球。若足球以10m/s的速度撞向球门门柱，然后以3m/s速度反向弹回。

（1）求这一过程中足球的动量改变量；

（2）若这一过程持续时间为0.2s，求足球受到的平均作用力多大？



【分析】（1）规定正方向，结合动量的表达式求出初末动量，从而求出动量的变化量；

（2）根据动量定理列式即可求出足球受到的平均作用力大小和方向。

【解答】解：（1）初动量为：P＝mv＝0.4×10kgm/s＝4.0kgm/s；

末动量为：P'＝mv'＝0.4×（﹣3）kgm/s＝﹣1.2kgm/s；

动量改变量为：△P＝P'﹣P＝﹣1.2kgm/s﹣4.0kgm/s＝﹣5.2kgm/s，负号表示方向向左；

（2）根据动量定理F△t＝△p可得：

足球受到的平均作用力大小为，负号表示方向向左。



答：（1）这一过程中足球的动量改变量为5.2kgm/s，方向向左；

（2）若这一过程持续时间为0.2s，足球受到的平均作用力为26N，方向向左。

【点评】本题考查动量定理的应用，解决本题的关键知道动量、动量的变化量都是矢量，求解时要注意各物理量的矢量性。

37．（江苏一模）如图所示，嫦娥四号着陆器为了寻找月面上的平坦的着陆区，可以悬停在月面附近，已知着陆器在月面附近的重力为G，忽略悬停过程由于喷气而引起的重力变化，燃气的喷射速度为v，求着陆器悬停时单位时间内喷出燃气的质量。



【分析】燃气对着陆器的反作用力等于着陆器的重力，然后根据动量定理可以得到在单位时间内喷出的燃气质量。

【解答】解：设喷出燃气时对着陆器的作用力为F，因为着陆器悬停在月面附近，根据平衡条件得

F＝G

设在t时间内喷出燃气的质量为m，根据动量定理可得

Ft＝mv﹣0

解得：



所以在单位时间内喷出的燃气的质量为



答：着陆器悬停时单位时间内喷出燃气的质量为。



【点评】注意动量定理方程是一个矢量方程，要考虑到方向性。

38．（亭湖区校级月考）如图所示，悬挂于竖直弹簧下端的小球质量为m，运动速度的大小为v，方向向下。经过时间t，小球的速度大小为v，方向变为向上。忽略空气阻力，重力加速度为g，求该运动过程中。

（1）小球的动量变化和方向

（2）小球所受合力冲量的大小

（3）小球所受弹簧弹力冲量的大小

（4）弹簧弹力的平均大小



【分析】（1）动量的变化等于末动量与初动量之差；

（2）根据动量定理可得出合力的冲量；

（3）合力的冲量等于各个分力冲量的矢量和；

（4）平均弹力等于平均冲量与时间的比值。

【解答】解：（1）规定向下的方向为正方向。小球动量的变化为

△p＝p′﹣p＝m（﹣v）﹣mv＝﹣2mv

负号表示方向与规定的正方向相反，方向为向上；

（2）根据动量定理可知，冲量大小为

I＝﹣2mv

负号说明合力的冲量方向向上；

（3）小球在运动过程中受到重力和弹簧弹力的作用，合力的冲量即为重力和弹力的冲量矢量和，即

I＝IG+IF

重力的冲量：IG＝mgt

所以弹力的冲量为：IF＝I﹣IG＝﹣（2mv+mgt）

负号表示与规定的正方向相反。

（4）设弹簧弹力的平均大小为F，则

IF＝Ft



负号表示与规定的正方向相反。

答：（1）小球的动量变化的大小为2mv，方向向上；

（2）小球所受合力冲量的大小为2mv；

（3）小球所受弹簧弹力冲量的大小为2mv+mgt；

（4）弹簧弹力的平均大小为。



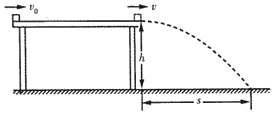
【点评】动量、动量的变化量、冲量都是矢量，要注意到它们的方向性。动量定理是一个矢量方程，所以在列方程时一定要先规定好正方向，一般规定初速度方向为正方向。

39．（朝阳区模拟）如图所示，一质量为m＝0.10kg的小物块以初速度v0从粗糙水平桌面上某处开始运动，经时间t＝0.2s后以速度v＝3.0m/s飞离桌面，最终落在水平地面上。物块与桌面间的动摩擦因数μ＝0.25，桌面高h＝0.45m，不计空气阻力，重力加速度g取10m/s2．求：

（1）小物块的初速度v0的大小；

（2）小物块在空中运动过程中的动量变化量；

（3）小物块落地时的动能Ek。



【分析】（1）根据牛顿第二定律和运动学公式即可得到小物块的初速度；

（2）小物块离开桌面后做平抛运动，根据平抛运动规律得到物块在空中的运动时间，然后根据动量定理即可得到动量变化量；

（3）根据动能定理可得到小物块落地时的动能。

【解答】解：（1）根据牛顿第二定律可得小物块在桌面上的加速度为



根据匀变速直线运动的速度﹣时间关系可得v0﹣v＝at

将v＝3.0m/s，μ＝0.25，t＝0.2s代入，得小物块的初速度

v0＝3.5m/s

（2）小物块飞离桌面后做平抛运动，根据平抛运动规律可得飞行时间为



将h＝0.45m代入

得t＝0.3s

在空中仅受重力作用，由动量定理得

△p＝mgt＝0.3kgm/s

方向：竖直向下

（3）对小物块从离开桌面到落地的过程中，仅有重力做功，由动能定理得



将h＝0.45m，v＝3.0m/s，m＝0.10kg代入，

得小物块落地时的动能Ek＝0.9J

答：（1）小物块的初速度v0的大小为3.5m/s；

（2）小物块在空中运动过程中的动量变化量为0.3kg/s，方向竖直向下；

（3）小物块落地时的动能Ek为0.9J。

【点评】根据动量定理可以知道合外力的冲量等于动量的变化量，但还要注意动量变化量也是一个矢量，具有方向性。

40．（肥东县校级期中）一个铁球质量为0.2kg，从静止状态由5m高处自由下落，然后陷入泥潭中，从进入泥潭到静止用时0.2s，g取10m/s2，求：

（1）从开始下落到进入泥潭前，重力对小球的冲量大小；

（2）从进入泥潭到静止，小球动量的变化量大小和方向；

（3）泥潭对小球的平均作用力大小。

【分析】（1）从开始下落到进入泥潭前，是自由落体运动，根据h＝gt2求解时间；然后根据I＝Ft求解重力的冲量；



（2）明确初末动量，从而求出小球动量的变化量；

（3）对全程根据动量定理列式求解泥潭的冲量及对球的平均冲力。

【解答】解：（1）自由落体运动过程，有：



解得：



从开始下落到进入泥潭前，重力对小球的冲为I＝mgt＝0.2×10×1N•s＝2N•s 方向竖直向下；

（2）自由落体运动的末速度即进入泥潭前的速度v＝gt＝10×1m/s＝10m/s，规定向下为正方向，

则△p＝0﹣mv＝﹣0.2×10kg•m/s＝﹣2kg•m/s

即小球动量的变化量大小2kg•m/s，方向竖直向上

（3）以竖直向下为正方向，根据动量定理有（mg+F）t0＝△p，

代入数据，解得F＝﹣12N，

可知平均作用力方向竖直向上，大小为12N。

答：（1）从开始下落到进入泥潭前，重力对小球的冲量大小为2N•s 方向竖直向下；

（2）从进入泥潭到静止，小球动量的变化量大小为2kg•m/s，方向竖直向上；

（3）泥潭对小球的平均作用力大小为12N，方向竖直向上。

【点评】本题关键是明确小球的受力情况和运动情况，然后结合运动学公式和动量定理列式求解，注意动量定理中各物理量的矢量性，所以在解题时要先规定正方向。

**五．解答题（共10小题）**

41．两个质量为2kg的相同物体，以相同速率v＝15m/s抛出，甲竖直上抛，乙水平抛出，不计空气阻力，在抛出后运动2s的过程中，求：

（1）重力对这两个物体冲量各是多少？

（2）抛出后运动2s末两个物体的速度各是多大？（取g＝10m/s2）

【分析】（1）根据冲量定义I＝Ft求解即可；

（2）分别对两物体进行分析，根据竖直上抛和平抛运动的规律进行分析即可求得各自的速度．

【解答】解：（1）重力做功的冲量均为：

I＝mgt＝20×2＝40kg•m/s；

（2）竖直上抛的物体2s末的速度v＝v0﹣gt＝15﹣10×2＝﹣5m/s；

水平抛运的物体，2s末竖直分速度vy＝gt＝10×2＝20m/s；

物体的合速度v1＝＝＝25m/s；



答：（1）重力对这两个物体的冲量均为40kg•m/s；

（2）竖直上抛物体的速度为﹣5m/s；平抛物体的速度为25m/s

【点评】本题考查了动量及两种抛体运动，在求解时要注意体会动量的矢量性，动确动量变化与冲量之间的关系．

42．（潞州区校级期中）有一质量为50g的小球，以10m/s的速度垂直射到竖直的墙壁上又被垂直墙壁反弹．落到离墙5m远的水平地面上，若已知小球击墙点离地高5m．球与墙作用时间为0.05s．求：球与墙撞时墙对球的平均作用力．

【分析】根据平抛运动的公式求出小球反弹的速度，然后根据动量的变化，结合动量定理求出小球受到墙的平均作用力大小．

【解答】解：小球被反弹后做平抛运动，运动的时间为：

t＝s



反弹后的速度为：

v′＝m/s



选取小球原运动的方向为正方向，根据动量定理得：

Ft0＝﹣mv′﹣mv

解得：F＝﹣＝﹣＝﹣15N



则小球受到墙的平均作用力大小为15N，负号表示方向与初速度的方向相反．

答：球与墙撞时墙对球的平均作用力．大小为15N，方向与初速度的方向相反．

【点评】解决本题的关键掌握动量定理，即合力的冲量等于动量的变化量，求解时注意速度的方向．

43．（莒县期中）高空抛物现象曾被称为“悬在城市上空的痛”。2020年5月28日十三届全国人大三次会议表决通过了《中华人民共和国民法典》，自2021年1月1日起施行关于高空抛物的新规定，明确侵权人依法承担的责任。高空抛物的危害究竟有多大呢？让我们通过数据说明。若质量为0.2kg的苹果，从一居民楼的16层坠下。假设每层楼的高度为3m，重力加速度10m/s2。则

（1）苹果撞击地面的过程中，求苹果的动量变化量（取竖直向下为正方向）；

（2）若苹果与地面碰撞时间约为1.2×10﹣3s，求苹果对地面产生的冲击力。

【分析】（1）根据自由落体规律求出苹果落地前的速度，而落地后速度为零，根据动量的定义即可求出初末动量，从而求出动量的变化量；

（2）对碰撞过程根据动量定理列式即可求出苹果受到的冲击力，再由牛顿第三定律求出苹果对地面的冲击力。

【解答】解：（1）竖直向下为正方向，由题意可知，苹果下落的高度h＝45m

设苹果撞击地面前瞬间速度为v

v2＝2gh

解得v＝30m/s

苹果的末速度为0

则苹果撞击地面的过程中动量变化量Δp＝0﹣mv

可得Δp＝﹣6kg•m/s，方向竖直向上；

（2）设苹果撞击地面的过程中，地面对苹果的撞击力大小为F，由动量定理

（mg﹣F）Δt＝0﹣mv

代入数据，得F＝5002N

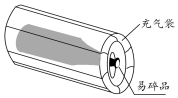
根据牛顿第三定律，地面对苹果的撞击力与苹果对地面的撞击力大小相等，方向相反，故苹果对地面的撞击力F′＝5002N。

答：（1）苹果撞击地面的过程中，苹果的动量变化量为6kg•m/s，方向竖直向上；

（2）若苹果与地面碰撞时间约为1.2×10﹣3s，苹果对地面产生的冲击力为5002N，方向竖直向下。

【点评】本题考查动量定理的应用，要注意明确动量定理的矢量性，在应用动量定理解题时需要先设定正方向。

44．（石景山区期末）快递公司用密封性好、充满气体的塑料袋包裹易碎品，如图2所示。请运用所学物理知识分析说明这样做的道理。



【分析】充气袋可以使碰撞时间延长，根据动量定理，则碰撞中的作用力减小。

【解答】答：快递物品在运送途中难免出现磕碰现象，根据动量定理Ft＝mv2﹣mv1，在动量变化相等的情况下，作用时间越长，作用力越小。充满气体的塑料袋富有弹性，在碰撞时，容易发生形变，延缓作用过程，延长作用时间，减小作用力，从而能更好的保护快递物品。

【点评】本题结合生活实际，考察动量定理，较基础。

45．（怀柔区模拟）如图所示在光滑的水平面上一个质量为m的物体，初速度为v0，在水平力F的作用下，经过一段时间t后，速度变为vt，请根据上述情境，利用牛顿第二定律推导动量定理



【分析】根据牛顿第二定律结合加速度的定义式进行解答。

【解答】解：根据牛顿第二定律F＝ma

加速度定义a＝



解得Ft＝mvt﹣mv0，即动量定理。

答：证明见解析。

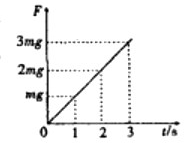
【点评】本题主要是考查动量定理的推导，解答本题要掌握牛顿第二定律的计算公式和加速度的定义式。

46．（茂名模拟）某电梯阻力过大需要检修技术人员通过改变牵引绳的牵引力使静止在电梯井底部的电梯竖直向上做加速运动牵引力随时间的变化图象如图所示。已知电梯质量m＝1t，牵引力作用后一小会儿电梯才开始运动，时间t＝3s时立即断电电梯上升了h＝m断电后电梯顺着电梯滑道竖直向上又运动了△t＝0.25s后，速度减为零为了检修安全将电梯立即锁定。假设滑道的阻力始终为固定值，g取10m/s2试着帮技术人员计算下列问题。



（1）摩擦阻力是电梯重力的几倍？

（2）电梯测试时牵引绳消耗的电能是多少焦耳？（结果保留两位有效数字）



【分析】（1）电梯质量为m，设阻力为f，最大速度为r当牵引力大小达到mg+f时电梯才开始运动。图象的面积是牵引力的冲量，由于图象是正比例，求出电梯开始运动的时刻，运用冲量定理求解摩擦力大小；

（2）由能量守恒求出消耗的电能。

【解答】解：（1）电梯质量为m，设阻力为f，最大速度为r当牵引力大小达到mg+f时电梯才开始运动。

图象的面积是牵引力的冲量，由于图象是正比例，

可知电梯开始运动的时刻是t0＝s



（3mg﹣mg﹣f）（t﹣t0）＝mv



第二阶段匀减速运动有0﹣mv＝﹣（mg+f）△t

联立得f＝mg

（另一解f＝3.5mg不符合题意，因为当F＝3mg已有位移，速度）

（2）由能量守恒得W电＝+（mg+f）h



得消耗得电能为4.6×104J

答：（1）摩擦阻力等于重力；

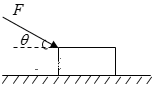
（2）电梯测试时牵引绳消耗的电能为4.6×104J

【点评】本题考查了动量守恒、能量守恒与力随时间的变化图象的结合，正确分析斜面运动的状态是解题的关键。

47．（当阳市校级月考）如图，一质量m＝2kg的物体静止在光滑水平面上，与水平方向的夹角θ＝37°、大小F＝30N的恒力作用于该物体，历时t＝10s。取sin37°＝0.6，cos37°＝0.8．求：

（1）时间t内力F的冲量大小I；

（2）时间t内物体的动量变化的大小△P。



【分析】（1）由冲量的定义式即可求出力F的冲量；

（2）对物体进行受力分析，求出物体受到的合外力，由冲量的定义求出合外力的冲量，由动量定理即可求出动量的变化量。

【解答】解：（1）由冲量的定义式得：

I＝Ft＝30×10＝30N•s

（2）物体在光滑的水平面上运动，竖直方向受到的合外力等于0，水平方向的合外力等于Fcosθ，所以：F合＝Fcosθ

由动量定理得：△P＝F合t＝30×cos37°×10＝24kg•m/s

答：（1）时间t内力F的冲量大小I是30N•s；

（2）时间t内物体的动量变化的大小△P是240kg•m/s

【点评】该题考查冲量的计算与动量的计算，掌握两种求动量的方法是关键。

48．（南岗区校级期末）根据牛顿第二定律及运动学相关方程分别推导动能定理和动量定理的表达式。

【分析】（1）由功的公式可得出拉力所做的功；根据动能的表达式得出始末状态的动能；由动能定理可知合外力的功与动能改变量间的关系；由牛顿第二定律及运动学公式分析推导动能定理的表达式。

（2）根据牛顿第二定律和速度时间公式列式后约去加速度即可得到动量定理表达式。

【解答】解：（1）动能定理的推导：

设物体的质量为m，在水平恒力F的作用下发生了一段位移S，始末状态的速度分别是v1和v2，力所做的功W＝FS；

初动能为EK＝mv2；初末动能分别为：mv12；mv22



动能定理的内容为：合外力的功等于物体动能的改变量，即W＝△EK

物体在恒力F作用下做匀加速运动，这个过程力F做的功为：W＝Fs

根据牛顿第二定律得：F＝ma

而由运动学公式得：



即：s＝



把F、s的表达式代入W＝Fs得：W＝



也就是：W＝，此式即为动能定理的表达式。



（2）设物体质量m，初速度v0，经时间t速度为vt．根据牛顿第二定律：F合＝ma

由运动学式得：a＝



代入得：



化简得：F合t＝mvt﹣mv0

F合t﹣合外力的冲量，mvt﹣质点的末动量，mv0﹣质点的初动量，公式F合t＝mvt﹣mv0即可动量定理的表达式。

答：推导的过程见上。

【点评】本题关键是要熟悉动能定理、动量定理的推导过程和应用，在解题时要注意正确理解定理。

49．5m长轻绳一端悬挂于天花板，另一端固定一质量为10kg的小球，该球从悬点处静止释放，从绳伸直到球速度为零，经历0.1s，求这一过程中球对绳的平均作用力？

【分析】根据自由落体求得绳绷紧瞬间的速度，再根据动量定理求球对绳的作用力即可．

【解答】解：根据自由落体求得小球下落5m的速度为：

v＝



所以令绳对小球的作用力为T，根据动量定理有：

（T+mg）t＝0﹣mv

代入数据解得：T＝﹣1100N，负号表示方向与重力方向相反即竖直向上．

根据牛顿第三定律知，球对绳的作用力大小为1100N，方向竖直向下．

答：球对绳的平均作用力大小为1100N，方向竖直向下．

【点评】掌握动量定理，注意是合外力的冲量等于小球动量的变化，注意矢量性．

50．质量为10g的子弹，以600m/s的速度射入一块木板，子弹射出时的是400m/s，求木板对子弹作用的冲量大小．

【分析】根据动量定理即可求得木板对子弹作用的冲量大小

【解答】解：根据动量定理可知P＝mv﹣mv0＝0.01×400﹣0.01×600kg•m/s＝﹣2kg•m/s

答：木板对子弹作用的冲量大小为2kg•m/s

【点评】本题主要考查了动量定理，熟练运用即可求得