## 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

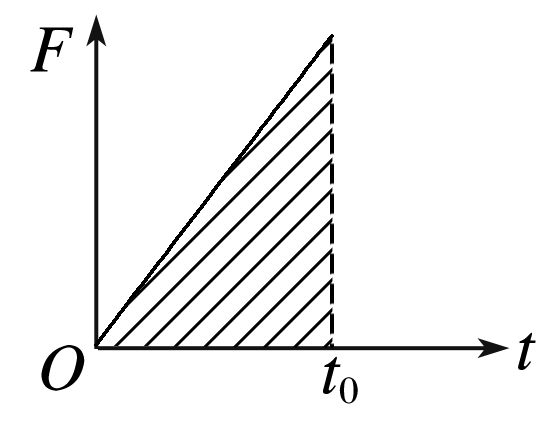
(1)求恒力的冲量

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．



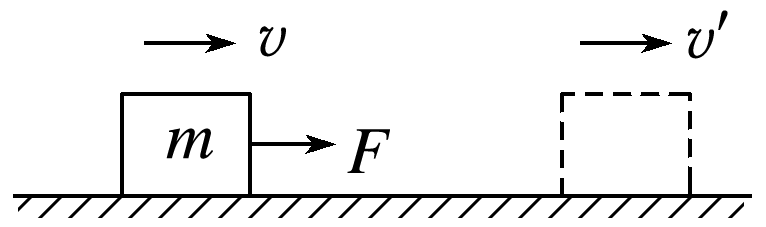
图

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．（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（　　）

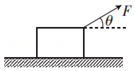
A．绕地球匀速运行的同步卫星

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

2．（十堰期末）如图所示，一恒力F与水平方向的夹角为θ，作用在置于光滑水平面上、质量为m的物体上，使物体由静止开始运动，经时间t物体的速度大小为v，重力加速度大小为g，则恒力F在时间t内的冲量大小为（　　）



A．mv B．Ft

C．Ftcosθ D．（mg﹣Fsinθ）t

## 随堂练习

1．（广州期末）王老师课堂做演示实验，把两枚质量相等的鸡蛋A、B自同一高度由静止释放，鸡蛋A落在海绵垫上完好无损（未反弹），鸡蛋B落在地板砖上碎了。不计空气阻力，对这一结果，下列说法正确的是（　　）

A．下落过程中鸡蛋B的末动量更大一些

B．碰撞过程中鸡蛋B的动量变化率更大一些

C．碰撞过程中鸡蛋A的动量减小得更少一些

D．下落过程中鸡蛋A所受重力的冲量更小一些

2．（九江期末）寄易碎物品快递时，应符合基本的包装规范，先将箱体内部六面用板状固体泡沫衬垫，每件商品用塑料气泡膜包裹，并用粘胶带封住以防包斑松散。易碎物品被较软的塑料气泡膜包裹着的目的是（　　）

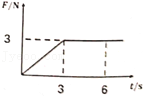
A．减小碰撞过程中的动量变化量

B．延长碰撞过程中的作用时间

C．为使产品看起来更上档次

D．为减少和周围环境中的热传递

3．（新余期末）一物体受到方向不变的力F作用，其中力的大小随时间变化的规律如图所示，则力F在6s内的冲量大小为（　　）



A．9N•s B．13.5N•s C．15.5N•s D．18N•s

4．（河北期末）人从高处跳下，为了保证安全，一般先用脚尖触地，随后在着地的过程中屈腿下蹲。这样做的目的是（　　）

A．减小人下落的速度

B．减小地面对人做的功

C．增加人与地面接触的时间，减小地面对人的作用力

D．减小人的动量变化量，减小地面对人的作用力

# 综合练习

**一．选择题（共15小题）**

1．（大武口区校级期末）两辆汽车的质量分别为m1和m2，沿水平方向做匀速直线运动并且具有相等的动能，则两辆汽车动量大小之比是（　　）

A．（菁优网-jyeoo）2 B．菁优网-jyeoo C．菁优网-jyeoo D．（菁优网-jyeoo）2

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

3．（安徽月考）物体在竖直平面内做匀速圆周运动，运动一周的过程中，下列说法正确的是（　　）

A．物体的动量一直变化，动能始终不变

B．物体的动能一直变化，动量始终不变

C．物体的动量和动能始终不变

D．物体的动量和动能一直变化

4．（凌源市期末）关于冲量，下列说法正确的是（　　）

A．作用力越大，冲量越大

B．冲量是标量

C．力与时间的乘积越大，冲量越大

D．物体的动量越大，受到的力的冲量越大

5．（平谷区期末）一个质量为m的小球以速率2v垂直射向墙壁，碰后仍垂直墙壁以速率v弹回，此过程中小球动量变化量的大小是（　　）

A．0 B．mv C．2mv D．3mv

6．（海淀区校级期末）下列运动中的物体，动量始终保持不变的是（　　）

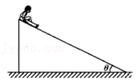
A．正常运行的地球同步卫星

B．用绳子拉着物体，沿斜面做匀速直线运动

C．小球碰到竖直墙壁被弹回，速度大小不变

D．荡秋千的小孩，每次荡起的高度保持不变

7．（河南模拟）如图所示为某同学玩滑梯的示意图，假设滑梯斜面与水平地面的夹角为θ＝37°，该同学的质量为50kg，与滑梯间的动摩擦因数为μ＝0.5，从滑梯顶端匀加速滑到底端用时t＝2s，重力加速度为g＝10m/s2，sin37°＝0.6，cos37°＝0.8，则该同学从滑梯顶端滑到底端的过程中，下列说法正确的是（　　）



A．重力对该同学的冲量大小为600N•s

B．支持力对该同学的冲量大小为0

C．摩擦力对该同学的冲量大小为400N•s

D．合外力对该同学的冲量大小为100N•s

8．（重庆三模）如图所示，某同学正在练习颠球。某一次足球从静止自由下落80cm后被重新顶起，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，足球可视为质点，下列说法正确的是（　　）



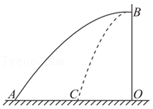
A．足球刚接触头和刚离开头时，速度不变

B．足球与头部接触后刚离开时动量大小为1.6kg•m/s

C．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为零

D．足球与头部作用过程中，头部对足球的平均作用力为足球重力的5倍

9．（湖北模拟）某工厂测试竖直挡板的弹性，进行了如下操作：位于水平地面上的弹射装置从A点将一质量m＝0.5kg的小球斜向上弹射出去，刚好与竖直挡板的B点垂直相碰，然后被水平弹回落到地面上的C点。已知A点与竖直挡板的水平距离d＝4.8m，C点为OA的中点，B点到水平地面的高度h＝3.2m，小球从A点被弹射出去到落到C点所用的总时间t＝1.8s，空气阻力不计，重力加速度g＝10m/s2，下列说法正确的是（　　）



A．小球被弹射出时的速度大小为8m/s

B．小球被竖直挡板弹回时的速度大小为2.4m/s

C．小球受到竖直挡板水平方向的平均作用力的大小为22.5N

D．小球被竖直挡板反弹过程中损失的动能为2.25J

10．（湖南模拟）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（　　）

菁优网：http://www.jyeoo.com

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

11．（嵊州市模拟）如图所示是某手机防摔装置，商家宣传只要手机摔落角度合适，可以保证2m高处自由摔落而不破，下列有关说法正确的是（　　）



A．有手机防摔装置就不用担心2m内下落摔破手机了

B．防摔装置中气囊的作用类似轮船边悬挂的防撞轮胎所起的作用

C．手机从同一地方静止摔落，有防摔装置时地面给它的冲量较小

D．手机与地面碰撞过程中手机对地面的冲量与地面对手机的冲量相同

12．（全国模拟）人们对手机的依赖性越来越强，有些人喜欢躺着看手机，经常出现手机砸伤眼睛的情况。若手机质量约为200g，从离人眼约20cm的高度无初速掉落，砸到眼睛后手机未反弹，眼睛受到手机的冲击时间约为0.1s，g取10m/s2。下列说法正确的是（　　）

A．手机落到眼睛处的速度大小约为1m/s

B．手机对眼睛的冲量方向竖直向上

C．手机对眼睛的冲量大小约为0.6N•s

D．眼睛对手机的平均作用力大小约为4N

13．（德清县校级月考）高空抛物极易对人造成重大伤害，如果一个0.05kg鸡蛋从一居民楼16层坠下，与地面的撞击时间约为2ms，则鸡蛋对地面的冲击力约为（　　）

A．600N B．750N C．500N D．775N

14．（丰台区期中）如图所示，一个物体静止在水平地面上，受到与水平方向成θ角的恒定拉力F作用时间t后，物体仍保持静止。现有以下看法，你认为看法正确的是（　　）

菁优网：http://www.jyeoo.com

A．物体所受合力的冲量大小为0

B．物体所受拉力F的冲量大小是Ftcosθ

C．物体所受摩擦力的冲量大小为0

D．物体所受拉力F的冲量方向水平向右

15．（丰台区期中）对轿车进行碰撞安全性实验。在碰撞过程中，关于安全气囊保护作用的认识正确的是（　　）

A．安全气囊减小了驾驶员的动量变化量

B．安全气囊减小了驾驶员受到撞击力的冲量

C．安全气囊主要是减小了驾驶员的动量变化率

D．安全气囊延长了撞击力的作用时间，从而使得动量变化更大

**二．多选题（共15小题）**

16．（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

17．（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

18．（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（　　）

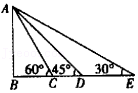
A．物体的动量发生变化，其动能一定发生变化

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

19．（永济市校级期末）如图所示，一物体分别沿三个倾角不同的固定光滑斜面由静止开始从顶端下滑到底端C、D、E处，三个过程中重力的冲量分别为I1、I2、I3，动量变化量的大小分别为Δp1、Δp2、Δp3，则（　　）



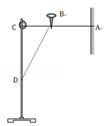
A．三个过程中，合力的冲量大小相同

B．三个过程中，合力做的功相等

C．I1＜I2＜I3，Δp1＝Δp2＝Δp3

D．I1＜I2＜I3，Δp1＜Δp2＜Δp3

20．（长寿区校级模拟）如图所示，劲度系数为k，满足胡克定律的轻质橡皮筋左端与质量为m、中心有孔的小球相连，右端跨过固定在B点的光滑长钉系在墙上的A点，AB间距离恰好等于橡皮筋的原长。小球可沿着粗糙竖直固定杆移动，小球从C点由静止开始下滑h高度到达D点速度恰好为零，其中AC水平。已知小球与杆间摩擦因数为μ，BC＝L。若小球在D点获得一向上的瞬时冲量，其刚好又能到达C点。则以下说法正确的是（　　）



A．小球下滑到D点速度为零时处于平衡状态

B．在整个过程中，橡皮筋的最大弹性势能大于mgh﹣μkLh

C．小球在D点获得的瞬时冲量为菁优网-jyeoo

D．下滑过程与上滑过程摩擦力做功不相同

21．（沙依巴克区校级期中）下列有关冲量的说法中不正确的是（　　）

A．放置在水平桌面的物体静止一段时间，由于物体速度不变，所以物体受到重力的冲量为零

B．力对物体的冲量越大，物体受到的力一定越大

C．力对物体的冲量越大，力的作用时间一定越长

D．物体的冲量越大，它的动量变化越大

22．（湖南期中）在游乐场里，高大的摩天轮格外引人注目，摩天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

23．（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

24．（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（　　）



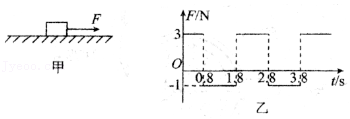
A．在任意相等时间内，P所受重力对P做的功相等

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

25．（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（　　）



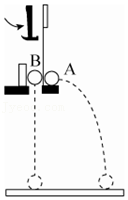
A．在0.8s＜t＜1.8s时间段内加速度为2m/s2

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

26．（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

27．（宁远县校级月考）汉朝时期飞将军李广的故事广为流传，古诗“林暗草惊风，将军夜引弓。平明寻白羽，没在石棱中”就是描述李广射虎的故事。假设箭的质量约为0.4kg，以75m/s的速度射在石头上，作用时间为0.02s。下列说法正确的是（　　）

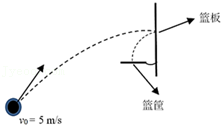
A．箭与石之间平均作用力大小为3200N

B．箭与石之间平均作用力大小为1500N

C．箭的动能变化量为﹣1125J

D．箭的动能变化量为﹣1875J

28．（北碚区校级月考）小明以5m/s的速度将篮球斜抛出，球在空中运动0.3s后垂直撞击到篮板上，然后以1m/s的速度反弹，平抛进入篮筐。球与篮板接触的时间0.1s，忽略空气阻力，篮球质量为0.6kg（g取10m/s2）。下列说法正确的是（　　）



A．篮板对球的平均作用力大小为18N

B．篮板对球的平均作用力大小为30N

C．篮球被抛出后上升的最大高度是1.5m

D．小明投篮处距篮板水平距离是1.2m

29．（大渡口区校级期中）人们对手机的依赖性越来越强，有些人喜欢躺着看手机，经常出现手机砸到眼睛的情况。如图所示，若手机质量m为200g，从离人眼约h＝10cm的高度无初速掉落，砸到眼睛后经t＝0.1s手机停止运动，取重力加速度g＝10m/s2，下列分析正确的是（　　）



A．手机对眼睛的作用力大小约为2.8N

B．手机对眼睛的作用力大小约为4.8N

C．全过程手机重力的冲量大小约为0.48N•s

D．全过程手机重力的冲量大小约为0.28N•s

30．（开封期中）下列说法正确的是（　　）

A．光滑水平面上的物体，受到的水平拉力越大，动量越大

B．火箭的飞行运用了反冲的原理

C．用步枪射击时要把枪身抵在肩部，以减小反冲的影响

D．做平抛运动的小球的动量方向竖直向下

**三．填空题（共5小题）**

31．（吴兴区校级月考）如果某物体做匀速圆周运动的动量大小为p，经过一段时间后其速度方向改变了θ角，它的动量变化的大小为　 　。

32．（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　 　；如果一个物体所受合力为4N，则5s的动量变化为　 　。

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

34．（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　 　kg．m/s，动能变化量为　 　J。

35．（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　 　N（g取10m/s2）

**四．计算题（共2小题）**

36．（新余期末）一篮球质量为m＝0.60kg，一运动员使其从距地面高度为h1＝1.8m处由静止自由落下，反弹高度为h2＝0.8m。假设地面对篮球的作用力为恒力，作用时间为t＝0.20s；重力加速度大小取g＝10m/s，不计空气阻力。求：

（1）篮球触地前后的动量变化量Δp的大小；

（2）地面对篮球的冲量I。

37．（广东期末）2021年6月，国足以3：1战胜叙利亚后成功晋级世预赛12强赛．如图所示，若武磊一次带球进攻时，初始足球的速度大小v0＝4m/s，方向水平向左；踢球后，球的速度大小v1＝6m/s，方向水平向右；已知球的质量m＝0.4kg，忽略脚踢球过程中球受到的草地摩擦力．

（1）求这一过程中足球的动量改变量的大小；

（2）若这一过程持续时间为0.2s，求足球受到脚的水平方向平均作用力多大？

