## 牛顿运动定律的应用

## 知识点：牛顿运动定律的应用

一、牛顿第二定律的作用

牛顿第二定律确定了运动和力的关系：加速度的大小与物体所受合力的大小成正比，与物体的质量成反比；加速度的方向与物体受到的合力的方向相同．

二、两类基本问题

1．从受力确定运动情况

如果已知物体的受力情况，可以由牛顿第二定律求出物体的加速度，再通过运动学的规律确定物体的运动情况．

2．从运动情况确定受力

如果已知物体的运动情况，根据运动学规律求出物体的加速度，结合受力分析，再根据牛顿第二定律求出力．

## 技巧点拨

一、从受力确定运动情况

1．从受力确定运动情况的基本思路

分析物体的受力情况，求出物体所受的合外力，由牛顿第二定律求出物体的加速度；再由运动学公式及物体运动的初始条件确定物体的运动情况．流程图如下：

2．从受力确定运动情况的解题步骤

(1)确定研究对象，对研究对象进行受力分析，并画出物体的受力分析图．

(2)根据力的合成与分解，求合力的大小和方向．

(3)根据牛顿第二定律列方程，求加速度．

(4)结合物体运动的初始条件，选择运动学公式，求运动学量——任意时刻的位移和速度，以及运动时间等．

二、从运动情况确定受力

1．从运动情况确定受力的基本思路

分析物体的运动情况，由运动学公式求出物体的加速度，再由牛顿第二定律求出物体所受的合外力；再分析物体的受力，求出物体受到的作用力．流程图如下：

2．从运动情况确定受力的解题步骤

(1)确定研究对象，对物体进行受力分析和运动分析，并画出物体的受力示意图．

(2)选择合适的运动学公式，求出物体的加速度．

(3)根据牛顿第二定律列方程，求出物体所受的合力．

(4)选择合适的力的合成与分解的方法，由合力和已知力求出待求的力．

三、多过程问题分析

1．当题目给出的物理过程较复杂，由多个过程组成时，要明确整个过程由几个子过程组成，将过程合理分段，找到相邻过程的联系点并逐一分析每个过程．

联系点：前一过程的末速度是后一过程的初速度，另外还有位移关系、时间关系等．

2．注意：由于不同过程中力发生了变化，所以加速度也会发生变化，所以对每一过程都要分别进行受力分析，分别求加速度．

## 例题精练

1．（吴忠期末）如图所示，滑块沿光滑斜面加速下滑。滑块在运动中所受的各力是（　　）



A．重力、支持力

B．重力、支持力和下滑力

C．重力、支持力和摩擦力

D．重力、支持力、下滑力和摩擦力

【分析】根据物体的运动情况结合受力分析方法分析物体的受力。

【解答】解：物体下滑过程中要受到重力和斜面的支持力作用，由于斜面光滑，所以不受摩擦力，下滑力没有施力物体，根本不存在，故A正确、BCD错误。

故选：A。

【点评】对于物体的受力分析，解题方法是：确定研究对象，首先分析重力，再分析接触面的弹力和摩擦力，最后分析非接触力（电场力或磁场力），只分析物体受到的力，不分析物体对外施加的力。

## 随堂练习

1．（湖北模拟）如图，一倾角为37°的光滑斜面固定在地面上，斜面顶端装有一光滑定滑轮。一细绳跨过滑轮，其一端悬挂物块C，另一端与斜面上的长木板B相连，长木板B上有一物块A，A、B的质量都为2kg，C的质量为1kg，A、B之间的摩擦因数为，取重力加速度g＝10m/s2。起初用手将三物体按照图示位置保持静止，松手后，下列说法正确的是（　　）



A．A、B将会一起下滑

B．B将相对A向下滑

C．B开始运动的加速度为m/s2

D．B开始运动的加速度为4m/s2

【分析】假设A、B间无相对滑动，先根据牛顿第二定律整体判断加速度，再隔离分析A并根据牛顿第二定律判断其加速度，由此判断假设是否成立；对BC整体进行受力分析，根据牛顿第二定律判断其加速度。

【解答】解：假设A、B间无相对滑动，将A、B、C看为整体，从而有（mA+mB）gsin37°﹣mCg＝（mA+mB+mC）a，解得a＝2.8m/s2，方向沿斜面向下

只研究A物块时有mAgsin37°﹣μmAgcos37°＝mAaA，解得aA＝3m/s2，方向沿斜面向下

从而说明A、B间存在相对滑动，且B相对A向上滑动

将B、C看为整体，则有mBgsin37°+μmAgcos37°﹣mCg＝（mB+mC）a′，解得a′＝m/s2，方向沿斜面向下

故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题主要考查牛顿第二定律的应用，要注意在不明确物体的运动状态时可以进行假设，采用整体法和隔离法进行分析判断假设是否成立。

2．（浙江）2021年5月15日，天问一号着陆器在成功着陆火星表面的过程中，经大气层290s的减速，速度从4.9×103m/s减为4.6×102m/s；打开降落伞后，经过90s速度进一步减为1.0×102m/s；与降落伞分离，打开发动机减速后处于悬停状态；经过对着陆点的探测后平稳着陆。若打开降落伞至分离前的运动可视为竖直向下运动，则着陆器（　　）



A．打开降落伞前，只受到气体阻力的作用

B．打开降落伞至分离前，受到的合力方向竖直向上

C．打开降落伞至分离前，只受到浮力和气体阻力的作用

D．悬停状态中，发动机喷火的反作用力与气体阻力是平衡力

【分析】根据运动状态来分析受力情况，结合平衡状态下，其合力为零，及若是变速运动，则由牛顿第二定律，来判定加速度方向，从而确定运动性质，进而判定受力情况。

【解答】解：A、在打开降落伞前，着陆器做加速下降，因此除受到气体阻力的作用外，还受到重力作用，故A错误；

BC、在打开降落伞至分离前，除受到降落伞的拉力和气体阻力的作用外，还受到重力作用，因着陆器做减速下降，其加速度方向向上，依据牛顿第二定律，则受到的合力方向竖直向上，故B正确，C错误；

D、若处于悬停状态中，发动机喷火的反作用力和重力是平衡力，故D错误；

故选：B。

【点评】考查受力分析的应用，掌握由运动状态来判定受力分析，理解牛顿第二定律的内容，注意受力分析研究对象的确定。

3．（海口模拟）如图所示，传送带保持1m/s的速度顺时针转动。现将一质量m＝1kg的小物体轻轻地放在传送带的a点上，物体与传送带间的动摩擦因数μ＝0.1，a、b间的距离L＝2.5m，g＝10m/s2。设物体从a点运动到b点所经历的时间为t，该过程中物体和传送带间因摩擦而产生的热量为Q，下列说法正确的是（　　）



A．t＝s，Q＝2.5J

B．t＝3s，Q＝1J

C．传送带克服摩擦力做的功为1J

D．电动机因为放上物体多做的功为0.5J

【分析】小物块刚放上传送带时，在滑动摩擦力的作用下向右匀加速运动，根据速度时间公式求出加速的时间，再根据位移时间关系公式求解出加速的最大位移；然后与传送带长度比较得到是否有匀速过程；关于热量可以用滑动摩擦力乘以相对路程求解；

根据Wf＝fx求得传送带克服摩擦力做功；

电机多做的功等于传送带克服摩擦力所做的功即可判断。

【解答】解：AB、物体与传送带相对滑动时，由牛顿第二定律可知：μmg＝ma，解得：a＝1m/s2

物体加速后速度达到传送带速度v＝1m/s所需的时间为t1＝＝s＝1s

此过程中，物体的位移大小x1＝＝m＝0.5m

故匀速位移为：x2＝L﹣x1＝2.5m﹣0.5m＝2m

匀速运动的时间为：t2＝＝s＝2s

故运动的总时间为：t＝t1+t2＝1s+2s＝3s

再求解热量Q，相对路程为△S＝vt1﹣x1＝1×1m﹣0.5m＝0.5m

故热量为：Q＝μmg•△S＝0.1×1×10×0.5J＝0.5J，故AB错误；

C、传送带克服摩擦力做功为Wf＝μmg•vt1＝0.1×1×10×1×1J＝1J，故C正确；

D、电动机多做的功等于传送带克服摩擦力做的功，即W＝Wf＝1J，故D错误；

故选：C。

【点评】本题关键是先确定物体在传送带上的运动情况，然后根据运动学公式和牛顿第二定律列式联立求解时间，对于热量可以用滑动摩擦力乘以相对路程求解．

# 综合练习

**一．选择题（共10小题）**

1．（晋江市校级期中）如图所示，物体相对静止在水平传送带上随传送带同向匀速运动．它受到的力是（　　）



A．重力、弹力 B．重力、弹力、静摩擦力

C．重力、弹力、滑动摩擦力 D．重力、滑动摩擦力

【分析】按一重力二弹力三摩擦力四其它力对物体进行受力分析可知，物体受重力、传送送对物体的支持力；关于是否受摩擦力可以通过假设法进行讨论，假设水平方向受到摩擦力，则在水平方向上我们找不到其它力与该摩擦力平衡，故假设不成立，物体在水平方向不受摩擦力作用．

【解答】解：物体随传送带一起匀速运动，故物体处于平衡状态，所受合外力为零。在竖直方向物体受重力和传送带的支持力，合力为零；水平方向可能存在摩擦力，但如果水平方向受摩擦力作用，则没有力与摩擦力平衡，故水平方向物体不受外力作用。

A、满足题条件，故正解；

B、物体不受摩擦力作用故错误

C、物体与传送带间保持相对静止，故不可能存在滑动摩擦力错误；

D、竖直方向受力不平衡故错误。

故选：A。

【点评】易错是水平方向是否受摩擦力的判断，根据牛顿第一定律可知，运动不需要力来维持，物体在水平方向匀速运动，但不存在水平方向的外力．

2．（2010秋•宁波期末）跳高运动员从地面跳起的过程中，下列判断正确的是（　　）

A．地面给运动员的支持力等于运动员的重力

B．地面给运动员的支持力大于运动员给地面的压力

C．运动员给地面的压力大于运动员的重力

D．运动员给地面的压力等于运动员的重力

【分析】地面对运动员的支持力和运动员对地面的压力是一对作用力和反作用力，大小相等，方向相反．运动员受到重力和地面的支持力，之所以能起跳，是因为地面对运动员的支持力大于运动员的重力，产生向上的加速度．

【解答】解：A、运动员受到重力和支持力，两个力的合力向上，不平衡。故A错误。

 B、地面对运动员的支持力和运动员对地面的压力是一对作用力和反作用力，大小相等，方向相反。故B错误。

 C、运动员对地面的压力等于地面对运动员的支持力，而支持力大于运动员的重力，所以运动员对地面的压力大于运动员的重力。故C正确，D错误。

故选：C。

【点评】解决本题的关键知道作用力和反作用力大小相等，方向相反．人之所以能起跳，是因为地面对运动员的支持力大于运动员的重力，产生向上的加速度．

3．（娄底模拟）如图所示，物块A、B叠放在一起，用绕过定滑轮的细线连接，连接两物块的细线水平。定滑轮连在力传感器上、用大小为F的水平力拉物块A，使物块A匀速向右运动，此时力传感器上的示数为F1，不计滑轮与力传感器的重力，A与B、B与水平面的接触面粗糙，则（　　）



A．F1＞F B．F1＜F

C．F1＝F D．无法判F1、F的大小关系

【分析】由题意根据平衡条件得出各力关系，再综合比较力F和F1的大小关系。

【解答】解：由题意可知，绕过定滑轮的细线上的拉力大小为，设A与B的滑动摩擦力大小为f1，B与地面间的滑动摩擦力大小为f2，则由题意根据平衡条件可知

对A有F＝+f1

对B有为＝f1+f2

整理可得F＝F1﹣f2，B与地面间的滑动摩擦力大小f2不为零，则F1＞F，故A项正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题注意分别对两物体受力分析，再利用平衡条件即可。

4．（吴忠学业考试）如图所示，滑块沿粗糙斜面加速下滑的过程中，滑块所受到的力有（　　）



A．下滑力、支持力、滑动摩擦力

B．下滑力、压力、滑动摩擦力

C．重力、压力、静摩擦力

D．重力、支持力、滑动摩擦力

【分析】（1）地球附近的一切物体都要受到重力的作用．

（2）物体放在斜面上，斜面要对它有一个支持力．

（3）物体受到重力的作用，在斜面上没有加速下滑，而是匀速下滑，说明有一个沿斜面向上的力来平衡它，即滑动摩擦力．

【解答】解：根据重力的产生可知，物体要受到重力的作用；

物体对斜面有一个垂直于斜面表面向下的压力，斜面对物体有一个垂直于斜面向上的支持力；

物体沿斜面下滑时，相对于斜面向下运动，斜面对物体有一个沿斜面向上的滑动摩擦力，这个力平衡了重力沿斜面向下的分力。故D正确，ABC错误；

故选：D。

【点评】分析物体受力情况时，一定要找到施力物体，因为力是物体对物体的作用．力不能离开物体而存在．

5．（武穴市校级期中）如图所示，甲、乙两物体叠放在水平面上，甲、乙间接触面也为水平，它们处于一起匀速直线运动状态，则乙物体受力的个数为（　　）



A．3个 B．4个 C．5个 D．6个

【分析】受力分析时对于多个物体我们受力分析的顺序是从上到下，从外到里，分别对甲乙两物体进行受力分析即可．

【解答】解：甲处于平衡状态，受力分析如图：



因为物体甲处于平衡状态，所以甲不会受到摩擦力的作用，如果受到摩擦力的话，甲不会保持平衡。

对乙受力分析如图：



乙受到重力G乙，外力F，与甲接触：乙给甲支持力，故甲给乙压力N′，乙不给甲摩擦力，故甲也不给乙摩擦力；与地面接触：地面给乙支持力和摩擦力

故乙受力个数为5个。

故选：C。

【点评】受力分析时对于多个物体我们受力分析的顺序是从上到下，从外到里，受力分析时严格按照：先重力合外力，后接触力（先弹力后摩擦力）的顺序分析以防止添力漏力．

6．（东莞模拟）如图所示，水平地面上的物体A在斜向上的拉力F的作用下，向右做匀速直线运动，则关于下列物体受力情况的说法中正确的是（　　）



A．物体A可能只受到二个力的作用

B．物体A一定只受到三个力的作用

C．物体A一定受到了四个力的作用

D．物体A可能受到了四个力的作用

【分析】物体之间产生摩擦力必须要具备以下三个条件：

第一，物体间相互接触、挤压；

第二，接触面不光滑；

第三，物体间有相对运动趋势或相对运动。

弹力是物体因形变而产生的力，这里指的是物体间相互接触、挤压时的相互作用力；

将拉力按照作用效果正交分解后，结合运动情况和摩擦力和弹力的产生条件对木块受力分析，得出结论。

【解答】解：物体一定受重力，拉力F产生两个作用效果，水平向右拉木块，竖直向上拉木块，由于木块匀速直线运动，受力平衡，水平方向必有摩擦力与拉力的水平分量平衡，即一定有摩擦力，结合摩擦力的产生条件可知则必有支持力，因而物体一定受到四个力；

故选：C。

【点评】对物体受力分析通常要结合物体的运动情况，同时本题还要根据弹力和摩擦力的产生条件分析。

7．（安徽模拟）在梯井中，由钢索悬挂竖直电梯C，顶部用绳子悬挂了球A，A下方焊接一个弹簧，弹簧下端悬挂球B，整个装置处于静止状态，简化示意图如图所示。已知绳子、弹簧的质量远小于两球质量，两球质量又远小于电梯质量。若悬挂电梯的钢索突然断裂，在电梯下落瞬间，球A、球B、电梯C各自加速度约为（　　）



A．9.8m/s2，9.8m/s2，0 B．19.6m/s2，0，9.8m/s2

C．0，9.8m/s2，9.8m/s2 D．9.8m/s2，0，9.8m/s2

【分析】装置静止时ABC均处于受力平衡状态，钢索断裂后，分析三个物体的受力情况即可知道三者加速度大小，注意弹簧形变量不会发生突变。

【解答】解：由于电梯与球A之间的钢索不可伸长，即球A和电梯的加速度相同，因为电梯质量远大于两球质量，钢索撕裂后，电梯可视为在自身重力下运动，因此加速度大小为g＝9.8m/s2，弹簧形变量在瞬间不会发生突变，因此球B受力几乎不变，其加速度为0，所以ABC错误，D正确；

故选：D。

【点评】本题考查牛顿运动定律，要求学生通过受力分析判断受力情况变化后物体的加速度，难度适中。

8．（浙江模拟）如图所示，在竖直墙面上有A、B两点，离地面的高度分别为HA＝8m和HB＝4m，现从A、B两点与地面上的某个位置C之间架设两条光滑的轨道，使小滑块从A、B两点由静止开始下滑到地面所用的时间相等，那么位置C离墙角O点的距离为（　　）



A．4m B．4m C．2m D．6m

【分析】运用牛顿第二定律找出加速度与轨道倾角的关系式，运动学公式列出位移与加速度的关系式，再结合几何关系即可求解。

【解答】解：设AC、BC与OC的夹角分别为α和β，由牛顿第二定律可得加速度分别为a1＝gsinα，a2＝gsinβ，

由几何关系可得lAC＝，lBC＝，

由运动学公式可得lAC＝a1t2，lBC＝a2t2，

联立解得sinα＝sinβ，即＝，解得lBC＝lAC，

设CO的距离为x，由勾股定理得HA2+x2＝lAC2，HB2+x2＝lBC2，

联立方程，解得x＝4m，故ACD错误，B正确

故选：B。

【点评】本题考查匀变速直线运动的位移公式以及牛顿第二定律，要求学生结合几何关系求解，难度适中。

9．（兴庆区校级一模）已知雨滴在空中运动时所受空气阻力F阻＝kr2v2，其中k为比例系数，r为雨滴半径，v为运动速率。t＝0时，雨滴由静止开始沿竖直方向下落．落地前雨滴已做匀速运动且速率为vm，用a表示雨滴的加速度，下列图象不可能正确的是（　　）

A． B．

C． D．

【分析】对雨滴受力分析，根据牛顿第二定律求得加速度随速度增大的变化趋势，根据雨滴做匀速直线匀速时处于平衡状态求得重力和阻力间的关系，根据球的面积公式把球的质量用半径表示，最后得到最大速率与球半径的关系。

【解答】解：A、对雨滴受力分析，雨滴受到重力和空气阻力，根据牛顿第二定律：

mg﹣kr2v2＝ma

速度增大，加速度减小，故A正确；

B、雨滴做加速度逐渐减小的加速运动，当加速度为0时，雨滴做匀速直线运动。故B正确；

CD、匀速时根据平衡方程：

kr2vm2＝mg

m＝

解得：vm＝×

故最大速率与成正比，或最大速率的平方与r成正比，故C正确，D错误；

故选：D。

【点评】解题的关键是根据牛顿第二定律找到加速度随速率的变化，当匀速时注意球的质量也和球的半径有关。

10．（瑶海区月考）如图所示，在水平桌面上叠放着质量相等的A、B两块木板，在木板A上放着质量为m的物块C，木板与物块均处于静止状态，A、B、C之间以及B与地面间的动摩擦因数均为μ，设最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等。现用水平恒力F向右拉木板A，下列说法正确的是（　　）



A．A、C间一定不受摩擦力

B．A、B、C有可能一起向右做匀速直线运动

C．A、B间的摩擦力大小不可能等于F

D．不管F多大，木板B一定会保持静止

【分析】当拉力F较小时，ABC都处于静止状态，A、C 间的摩擦力大小为零，对木块B受力分析，竖直方向受重力、压力和支持力，水平方向受A对B向右的摩擦力fAB和地面对B向左的摩擦力fDB，由于A对B的最大静摩擦力小于地面对B的最大静摩擦力，故物体B一定保持静止；然后对AC整体和C分别受力分析即可求解.

【解答】解：A、当F较大时，AC一起在拉力F作用下向右做加速运动，或者F较大，A相对C有运动时，A、C间一定存在摩擦力，故A错误；

BD、设A、B的质量为M，先对木块B受力分析，竖直方向受重力、压力和支持力，水平方向受A对B向右的摩擦力fAB和地面对B向左的摩擦力fDB，

由于A对B的最大静摩擦力μ（m+M）g，小于地面对B的最大静摩擦力μ（m+2M）g，故物体B一直保持静止，故D正确，B错误；

C、当F较小时，A、B、C保持相对静止，A、C间不存在摩擦力，对A分析，B对A的摩擦力等于拉力F的大小，故C错误。

故选：D。

【点评】本题关键灵活地选择研究对象进行受力分析，然后根据物体所处状态进行分析，注意F的大小不确定，要分情况讨论，难度适中，是一道好题。

**二．多选题（共5小题）**

11．（大通县一模）升降机由静止开始上升，开始2s内匀加速上升8m，以后3s内做匀速运动，最后2s内做匀减速运动，速度减小到零．升降机内有一质量为250kg的重物，（g取10m/s2），则以下说法正确的是（　　）

A．发生超重或失重现象不仅与物体的速度方向有关，还与加速度的方向有关，由此可以判断，开始的2s和最后的2s内都处于超重状态

B．物体处于超重或失重状态时，物体的重力就会有所变化，所以在开始的2s和最后的2s内物体的重力不再是2500N

C．升降机运动的v﹣t图象如图所示

D．重物对升降机底板压力的F﹣t图象如图所示

【分析】升降机从静止开始先做匀加速直线运动，开始2s内匀加速上升8m，由位移公式可求出2s末的速度；接着这个速度做匀速直线运动，运动时间为3s；最后做匀减速直线运动，运动时间为2s，直到速度减小为零．作出速度﹣时间图象，根据速度﹣时间可求出加速度大小，从而由牛顿第二定律可确定重物与升降机间的压力，再作出压力的图象．

【解答】解：A、发生超重或失重现象不仅与物体的速度方向有关，还与加速度的方向有关，由此可以判断，开始的2s处于超重状态，最后的2s内处于失重状态。故A错误；

B、物体处于超重或失重状态时，物体的重力就不会有所变化，所以在开始的2s和最后的2s内物体的重力仍然是2500N．故B错误；

C、升降机先做匀加速直线运动，初速度为0，上升8m，运动时间为2s，

由公式，得：a＝，由速度公式v＝v0+at得v＝8m/s

接着做匀速直线运动，速度为8m/s，运动时间为3s；

最后匀减速直线运动，初速度为8m/s，末速度为0，运动时间为2s，

由速度公式v＝v0+at得；

 建立坐标系，采用描点，画出v﹣t图象如下图。故C正确；

D、开始2 s内重物的支持力FN1﹣mg＝ma，则有FN1＝3 500 N，所以压力大小为FN1′＝FN1＝3 500 N，方向竖直向下。

中间3 s内重物匀速上升，压力FN2′＝FN2＝2 500 N，方向竖直向下。

最后2 s内重物的支持力mg﹣FN3＝ma′，所以FN3＝1 500 N，则对升降机底板的压力FN3′＝FN3＝1 500 N，方向竖直向下。

故答案如下：可得v﹣t图象和F﹣t图象如图所示。故D正确。



故选：CD。

【点评】可以分三段分别根据速度及位移公式来求出各段加速度及速度大小，并由牛顿第二定律求出重物所受的支持力，再由牛顿第三定律确定重物对底板的压力，难度不大，属于基础题．

12．（青岛模拟）关于摩擦力，以下说法中正确的是（　　）

A．运动物体可能受到静摩擦力作用，但静止物体不可能受到滑动摩擦力作用

B．静止物体可能受到滑动摩擦力作用，但运动物体不可能受到静摩擦力作用

C．正压力越大，摩擦力可能越大，也可能不变

D．摩擦力方向可能与速度方向在一直线上，也可能与速度方向不在一直线上

【分析】静摩擦力存在于相对静止的两物体之间，滑动摩擦力存在于相对运动的两物体之间。摩擦力的存在依赖于正压力，但其大小不一定与压力成正比。摩擦力的方向不一定与物体的运动方向相反。有摩擦力作用的物体之间必定有弹力的作用。

【解答】解：A、静摩擦力存在于相对静止的两物体之间，滑动摩擦力存在于相对运动的两物体之间，运动物体可能受到静摩擦力作用，静止物体也可能受到滑动摩擦力作用。故AB错误。

 C、弹力是产生摩擦力的前提，滑动摩擦力大小一定与压力成正比，而静摩擦力大小与压力没有直接关系。故C正确。

 D、摩擦力的方向不一定与物体的运动方向相反，也可能与物体的运动方向相同。如物体轻轻放在匀速运动的水平传送带上，在开始阶段，物体受到的滑动摩擦力与物体的运动方向相同，但两者也可以不在一直线上，比如：放在正在加速车厢壁的物体。故D正确。

故选：CD。

【点评】本题考查对弹力和摩擦力关系的理解。摩擦力要分静摩擦力和滑动摩擦力，它们的特点不同。滑动摩擦力方向一定与物体相对运动的方向相反，但不一定与运动方向相反。

13．（渑池县校级模拟）如图所示，斜面置于粗糙水平地面上，在斜面的顶角处，固定一个小的定滑轮，质量分别为m1、m2的物块，用细线相连跨过定滑轮，m1搁置在斜面上．下述正确的是（　　）



A．如果m1、m2均静止，则地面对斜面没有摩擦力

B．如果m1沿斜面向下匀速运动，则地面对斜面有向右的摩擦力

C．如果m1沿斜面向上加速运动，则地面对斜面有向右的摩擦力

D．如果m1沿斜面向下加速运动，则地面对斜面有向右的摩擦力

【分析】如果m1、m2均静止或m1沿斜面向下匀速运动，以m1、m2和斜面组成的整体为研究对象，整体的为合力都为零，根据平衡条件分析地面对斜面的摩擦力情况．如果m1沿斜面向上加速运动，仍以整体为研究对象，将m1的加速度分解为水平和竖直两个方向，根据牛顿第二定律判断地面对斜面的摩擦力方向．

【解答】解：

A、B如果m1、m2均静止或m1沿斜面向下匀速运动，以m1、m2和斜面组成的整体为研究对象，整体的为合力都为零，其受力情况如图1，由平衡条件得知，地面对斜面没有摩擦力。故A正确，B错误。

C、如果m1沿斜面向上加速运动，将m1的加速度分解为水平和竖直两个方向如图2，根据牛顿第二定律可知，整体有水平向右分加速度，则地面对斜面有向右的摩擦力。故C正确。

D、与C项同理可知，如果m1沿斜面向下加速运动，其加速度沿斜面向下，整体有水平向左的分加速度，根据牛顿第二定律得知，地面对斜面有向左的摩擦力。故D错误。

故选：AC。



【点评】本题对加速度相同和不同的三个物体都采用整体法研究，加速度都为零时，合力为零；加速度不为零时，由牛顿第二定律分析地面的摩擦力方向．

14．（全国三模）如图所示，地面上有两个完全相同的木块A、B，在水平推力F作用下运动，当弹簧长度稳定后，若用μ表示木块与地面间的动摩擦因数，FN表示弹簧弹力，则（　　）



A．μ＝0时，FN＝F B．μ＝0时，FN＝F

C．μ≠0时，FN＝F D．μ≠0时，FN＝F

【分析】先对整体分析，运用牛顿第二定律求出整体的加速度，再隔离对B分析，根据牛顿第二定律求出弹簧的弹力．

【解答】解：设物体的质量为m，若μ＝0时，整体的加速度a＝，隔离对B分析，B受的合力等于弹簧的弹力，所以。

若μ≠0时，整体的加速度，隔离对B分析，B所受合力FN﹣μmg＝ma，代入a，解得．故A、C正确，B、D错误。

故选：AC。

【点评】解决本题的关键掌握整体法和隔离法的运用，本题采取先整体，求出加速度，再隔离求弹簧的弹力．

15．（滨州期末）质量分别为M、m的物体A、B放在水平地面上，图甲中地面光滑。图乙中A、B两物体与地面间的动摩擦因数均为μ．图甲中用水平恒力F向右推A，A、B的加速度为a1，A、B之间的弹力为F1；图乙中仍用水平恒力F向右推A，A、B的加速度为a2，A、B之间的弹力为F2．则下列说法正确的是（　　）



A．a1＝a2 B．a1＞a2 C．F1＝F2 D．F1＞F2

【分析】先用整体法根据牛顿第二定律列方程可以比较出两个加速度的大小；分别对两图中的B物体由牛顿第二定律列方程，可以比较出A、B之间弹力的大小关系。

【解答】解：AB、把AB看成一个整体，由牛顿第二定律得，对甲图：F＝（M+m）a1，对乙图有：F﹣μ（M+m）g＝（M+m）a2，可以判断出a1＞a2，故A错误，B正确；

CD、分别对B物体由牛顿第二定律得，对甲图有：F1＝ma1，对乙图有：F2﹣μmg＝ma2，联立解得，故C正确，D错误。

故选：BC。

【点评】整体法和隔离法交替使用的时候，注意用隔离法的时候要选用受力较少的物体作为研究对象。

**三．填空题（共1小题）**

16．（西湖区校级月考）如图所示，在光滑的水平地面上，有两个质量相等的物体，中间用劲度系数为k的轻质弹簧相连，在外力作用下运动，已知F1＞F2，当运动达到稳定时，弹簧的伸长量为　　．



【分析】以整体为研究对象，根据牛顿第二定律求出加速度，再选择其中一个物体为研究对象，再由牛顿第二定律求出弹簧的拉力，由胡克定律求出弹簧的伸长量．

【解答】解：设两个物体的质量均为m，以整体为研究对象，根据牛顿第二定律得

 a＝

再以A为研究对象，由牛顿第二定律得

F1﹣kx＝ma

代入解得

弹簧的伸长量为 x＝

故答案为：

【点评】本题是连接体问题，要灵活选择研究对象，充分抓住各个物体加速度相同的特点．基本题．

**四．计算题（共3小题）**

17．（高安市校级月考）如图所示，光滑水平面上并排放置着A、B两个物体，mA＝5kg，mB＝3kg，用F＝16N的水平外力推动这两个物体，使它们共同做匀加速直线运动，求A、B间弹力的大小。



【分析】先对A、B整体分析求出一起运动的加速度，然后只对B分析，由牛顿第二定律求得A、B之间的弹力。

【解答】解：对AB整体由牛顿第二定律得

F＝（mA+mB）a

对B由牛顿第二定律得

FN＝mBa

联立代入数据得

FN＝6N

答：A、B间的弹力大小为6N。

【点评】当两物体具有相等加速度时用整体法求解，在用隔离法时要注意隔离受力较少的物体。

18．（德州二模）房屋设计为尖顶可以使雨水尽快流下，某实验小组为研究雨水沿屋顶下滑时的快慢，进行了模拟实验。如图所示为设计的房屋模拟图，房檐距地面高度为L，房屋左右对称，左右两房檐间距为2L。房顶与水平面的夹角α取不同的值时，自最顶端M开始由静止下滑的小球在房顶运动的时间不同。已知重力加速度为g，不计小球与房顶间的摩擦力及空气阻力。求：

（1）小球自最高点M由静止开始在房顶上运动的最短时间；

（2）满足第（1）问条件且在房顶左侧下滑的小球落地点与房檐正下方N点的距离。



【分析】（1）根据牛顿第二定律和运动学公式判断时间和夹角α的关系，由α＝45°求解小球运动最短时间；

（2）由动能定理和平抛运动的规律求解小球落地点与房檐正下方N点的距离。

【解答】解：（1）雨滴在房顶上运动过程，由牛顿第二定律得mgsinα＝ma，又＝at2

由以上两式得t＝

当α＝45°时，t最小，最小值tmin＝2

（2）雨滴在房顶上运动过程，根据动能定理得：mgLtan45°＝mv2

雨滴自房檐至落地的过程，竖直方向：L＝vsin45°t'+gt'2

水平方向：x＝vcos45°t'

由以上三式得x＝（﹣1）L

答：（1）小球自最高点M由静止开始在房顶上运动的最短时间为2；

（2）小球落地点与房檐正下方N点的距离为（﹣1）L。

【点评】本题在判断小球运动最短时间时要注意把握时间和夹角α的关系判断。

19．（北海期末）如图所示，水平地面上有三个靠在一起的物块P、Q和R，质量分别为m、2m和3m，物块与地面间的动摩擦因数都相同。用大小为F的水平外力推动物块P，求R和Q之间相互作用力F1与Q与P之间相互作用力F2大小之比k（m和F均为未知量）？



【分析】分别对QR和R由牛顿第二定律列方程可求出F1和F2的大小，进而可计算出它们的比值。

【解答】解：把三个物体看成两部分，QR为一部分，R为一部分，它们具有相同的加速度a，对R由牛顿第二定律有：

F1﹣μ•3mg＝3ma

同理对QR有：

F2﹣μ•（2m+3m）g＝（2m+3m）a

由题知：

联立解得：

答：R和Q之间相互作用力F1与Q与P之间相互作用力F2大小之比k等于。

【点评】注意隔离法和整体法的应用，当相互接触或连接的物体具有相等的加速度时，要优先考虑整体法。

**五．解答题（共6小题）**

20．如图所示，AB是竖直平面内的光滑四分之一圆弧轨道，O点是圆心，OA水平，B点是圆轨道的最低点，半径为R＝0.2m．质量为M＝1kg的物体乙静止在水平地面上，上表面水平，且上表面正好与圆弧轨道的B点相切，质量为m＝0.5kg的物体甲（可视为质点）从A点由静止释放，已知甲与乙的动摩擦因数为μ1＝0.5，乙与地面的动摩擦因数为μ2＝0.1，重力加速度大小取10m/s2．

（1）求甲在B点时对轨道的压力的大小；

（2）若甲未从乙的右端掉下去，求乙的运动时间．



【分析】（1）A到B的过程中机械能守恒，由机械能守恒求出B点的速度，结合牛顿第二定律即可求出甲受到的支持力；

（2）甲做减速运动，乙先做加速运动，当二者的速度相等后再一起做减速运动，结合受力分析与牛顿第二定律求出加速度，再由运动学的公式即可求出．

【解答】解：（1）A到B的过程中机械能守恒，由机械能守恒得：



所以：m/s

 在B点甲受到的支持力与重力的合力提供向心力，所以：



代入数据得：FN＝15N

由牛顿第三定律可知，甲对轨道的压力也是15N．

（2）甲在乙上相当于乙运动的过程中受到的摩擦力：

f1＝μ1mg＝0.5×0.5×10＝2.5N

乙与地面之间的摩擦力：

f2＝μ2（m+M）g＝0.1×（0.5+1）×10＝1.5N

由于乙与地面之间的摩擦力小于甲与乙之间的摩擦力，所以在甲做减速运动的同时，乙将向右做加速运动，加速度：



甲的加速度：

二者速度相等需要的时间t1，则：v0+a1t1＝a2t1

代入数据得：s

此时的速度：m/s

此后乙继续减速，若甲也随乙一起减速，则甲受到的摩擦力：

f3＝ma2＝0.5×1＝0.5N＜f1

可知假设是正确的，甲与乙一起减速，加速度：



减速到0的时间：

s

所以乙运动的总时间：s

答：（1）甲在B点时对轨道的压力的大小是15N；

（2）若甲未从乙的右端掉下去，乙的运动时间是s．

【点评】该题是机械能守恒、圆周运动、匀加速直线运动相结合的典型题型，要注意分析长木板的运动情况，该题难度适中．

21．如图所示，半径为R＝1.8m的光滑圆弧轨道AB，下端B恰与小车右端上表面平滑对接且到竖直挡板的距离为2.4m，小车固定在地面上，小车长未知，小车上表面距地面的高度h＝0.2m，现有一质量为m＝2kg的滑块，从圆弧轨道顶端由静止释放，滑到B端后冲上小车，滑块与小车上表面间的动摩擦因数μ＝0.8，重力加速度g＝10m/s2．

（1）求滑块到达B端时，轨道对它支持力的大小；

（2）滑块离开小车后恰好落在挡板底端，求小车的长度；

（3）若撤去小车，在A点给滑块一竖直向下的初速度，滑块也可以从B点平抛落到挡板的底端，求此初速度的大小．



【分析】（1）滑块从A运动到B的过程，利用机械能守恒定律求出滑块在B点的速度，在B点滑块受到的支持力和重力的合力提供向心力，利用牛顿第二定律列式求出轨道对它支持力的大小；

（2）利用动能定理，结合平抛运动规律，列出方程，求出小车的长度；

（3）撤去小车后，滑块从B点做平抛运动，竖直方向和水平方向分别列式，求出滑块在B点的速度，滑块从A运动到B由机械能守恒列式，求出在A点给滑块的一竖直向下的初速度大小．

【解答】解：（1）滑块从A运动到B的过程，由机械能守恒定律有：

mgR＝

在B点由牛顿第二定律有：



联立并代入数据解得：FN＝60N

（2）设滑块离开小车时的速度为v1，由动能定理有：



离开小车后，滑块做平抛运动，则

竖直方向有：h＝

水平方向有：x＝v1t

且x+L＝2.4m

解得：L＝2m

（3）撤去小车后，滑块从B点做平抛运动落到挡板的底端

竖直方向有：h＝

水平方向有：2.4m＝v2t

设在A点给滑块一竖直向下的初速度v0，则滑块从A到B的过程中，由机械能守恒定律有



解得：v0＝m/s

答：（1）滑块到达B端时，轨道对它支持力的大小为60N；

（2）滑块离开小车后恰好落在挡板底端，小车的长度为2m；

（3）若撤去小车，在A点给滑块一竖直向下的初速度，滑块也可以从B点平抛落到挡板的底端，此初速度的大小为m/s．

【点评】本题综合考查了机械能守恒，平抛运动和牛顿运动定律，解题的关键是对滑块的运动进行分析，根据运动情况和受力情况，结合牛顿运动定律列式求解．

22． 如图所示，两倾斜轨道cb、cd间用一段很小的圆弧连接，其中倾角θ＝37°，长度为L＝26.25m的cb轨道粗糙，光滑轨道cd的顶端d与水平地面间的高度差为h＝0.2m，长度l＝0.4m，一质量m＝0.1kg的小滑块从倾斜轨道cb的顶端以vb＝5m/s的初速度滑下，到达轨道d点时速度为零，取重力加速度g＝10m/s2，sin37°＝0.6，cos37°＝0.8．求：

（1）滑块与轨道cb间的动摩擦因数μ；

（2）滑块在两轨道上运动的总时间t。



【分析】（1）对滑块从b到d过程由动能定理可求得滑块与轨道cb间的动摩擦因数；

（2）由匀变速直线运动的平均速度公式可求得两过程中的平均速度，再由位移公式即可求得bc段和cd段的时间，则可求得滑块在两轨道上运动的总时间t。

【解答】解：（1）b点与水平面的高度差h1＝Lsinθ＝26.25×0.6m＝15.75m

滑块从b运动到d的过程中，由动能定理有

mg（h1﹣h）﹣μmgcosθ•L＝0﹣

解得μ＝；

（2）滑块从b运动到c的过程中，由动能定理有

mgh1﹣μmgcosθ•L＝

解得滑块到达c点的速度vc＝

则滑块从b到c的过程中的平均速度m/s

则L＝

解得滑块从b到c运动的时间t1＝7﹣17.5s

滑块从c到d的过程中的平均速度

则l＝

解得滑块从c到d运动的时间t2＝s

故滑块在两轨道上运动的总时间t＝t1+t2≈4.8s；

答：（1）滑块与轨道cb间的动摩擦因数μ为；

（2）滑块在两轨道上运动的总时间t约为4.8s。

【点评】本题考查动能定理的应用，对于力和运动结合的题目应注意优先选择动能定理求解能使问题简单化。在利用动能定理解题时注意分析整个过程中各力的做功情况。

23．如图甲所示，质量为2kg的物块在平行斜面向上的拉力F作用下沿着倾角α＝37°的粗糙斜面向上加速滑行，物块在0～4s时间内的加速度随时间的变化关系如图乙所示，已知物块与斜面间的动摩擦因数为0.2，t＝0时刻物块的速度v0＝2.4m/s．已知重力加速度g＝10m/s2，sin37°＝0.6，cos37°＝0.8．求：

（1）t＝0时刻拉力F的大小；

（2）0～4s内拉力随时间的变化关系及在t＝4s时拉力的瞬时功率．



【分析】（1）对物块进行受力分析，结合牛顿第二定律即可求出拉力；

（2）根据几何关系写出加速度的表达式，然后结合牛顿第二定律即可求出拉力随时间的变化关系；根据加速度与时间轴所围成的面积，求出物块速度的变化量，进而求出物块的末速度，最后由P＝Fv即可求出t＝4s时拉力的瞬时功率．

【解答】解：（1）斜面上的物块受到重力、斜面的支持力和摩擦力，以及拉力F的作用，在垂直于斜面方向：

FN＝mgcosα＝2×10×cos37°＝16N

沿斜面的方向：ma0＝F0﹣mgsinα﹣μFN

由图甲可知，在t＝0时刻物块的加速度是1.9m/s2，将相关的数据代入公式，可得：

F0＝ma0+mgsinα+μFN＝2×1.9+20×0.6+0.2×16＝19N

（2）物块的加速度与时间的关系：at＝a0+kt

在t＝4s时刻物块的加速度是5.9m/s2，所以k＝1

物块的加速度随时间变化的关系：at＝a0+t

则拉力与时间的关系：Ft＝mat+mgsinα+μFN＝ma0+kt+mgsinα+μFN＝F0+kt＝19+t （N）

根据积分的思想可知，加速度与时间轴之间围成的面积可以表示速度的变化，所以0﹣4s内物块速度的变化量：

m/s

4s末物块的速度：v4＝v0+△v＝2.4+15.6＝18m/s

4s末物块受到的拉力：F4＝19+t＝19+4＝23N

拉力的瞬时功率：P＝F4•v4＝23×18＝414W

答：（1）t＝0时刻拉力F的大小是19N；

（2）0～4s内拉力随时间的变化关系为；在t＝4s时拉力的瞬时功率是414W．

【点评】该题结合图象与斜面模型综合考查牛顿运动定律的应用．斜面模型是高中物理常见模型之一，不但要掌握斜面上物体的受力分析方法，还要注意相应几何知识的应用；若物体受力较多时，一般可以借助正交分解法得出的公式．

24．如图所示，放在水平地面上的长木板B足够长，质量为2kg，B与地面间的动摩擦因数为0.2，一质量为3kg的小铁块A放在B的左端，A、B之间的动摩擦因数为0.4，当A以3m/s的初速度向右运动后，求从开始到最终稳定后A对地的位移和A对B的位移．



【分析】根据牛顿第二定律分别求出A、B的加速度，当A、B的速度相同时，A不再相对于B运动，结合速度时间公式求出A在B上滑行的时间，通过位移关系求出A对B的位移大小．

【解答】解：A与B之间的摩擦力：f1＝μ1Mg＝12N

B与地面之间的摩擦力：f2＝μ2（M+m）g＝10N＜f1

根据牛顿第二定律得A的加速度：，向左

B的加速度：，向右

当A、B的速度相同时，两者不发生相对滑动．有：

v0﹣a1t＝a2t

所以有：t＝．

此时A的位移为：

B的位移为：

则AB的相对位移为：△x＝xA﹣xB＝0.9m

此后A与B若一起减速，则：m/s2

这种情况下A与B之间的摩擦力为：f′＝Ma3＝3×2＝6N＜f1

所以它们能一起减速，停止时的位移为：m

所以A的总位移：x＝xA+xA′＝1.08+0.09＝1.17m

答：从开始到最终稳定后A对地的位移是1.17m，A对B的位移是0.9m．

【点评】解决本题的关键理清A、B的运动规律，结合运动学公式和牛顿第二定律进行求解．

25．（德州期末）如图所示，两个完全相同的物块A、B用轻绳连接放在水平地面上，在方向与水平面成θ＝37°角斜向下恒定推力F作用下，以v＝10m/s的速度向右做匀速直线运动。已知A、B质量均为10kg，两物块与地面之间的动摩擦因数均为μ＝0.5（g＝10m/s2，sin37°＝0.6．cos37°＝0.8），求：

（1）推力F的大小；

（2）某时刻剪断轻绳，剪断轻绳后物块A在水平地面上运动的时间和运动的距离；

（3）已知轻绳长度L＝1m，剪断轻绳到物块A刚好静止时两物块A、B间的距离。



【分析】（1）用整体法根据牛顿第二定律解得推力大小；

（2）先计算剪断细绳后物体A的加速度，根据运动学公式计算出A的运动时间以及运动距离；

（3）先计算出剪断细绳后B的加速度，然后计算出这段时间内B的位移，进而计算出它们之间的距离。

【解答】解：（1）将两物体A、B作为一个整体，由平衡条件得

Fcosθ＝μ（2mg+Fsinθ）

代入数据解得：F＝200N

（2）剪断轻绳后物块A做匀减速运动

则：μmg＝maA

运动时间：

解得：t＝2s

运动距离：

（3）剪断轻绳后物块B做匀加速运动，由牛顿第二定律得

Fcosθ﹣μ（mg+Fsinθ）＝maB

故剪断细绳后物体A停止滑行时间，物体B继续滑行的距离为



代入数据得：x′＝30m

所以物块A静止时物块A、B之间的距离为

△x＝x′+L﹣x

解得：△x＝21m

答：（1）推力F的大小200N；

（2）某时刻剪断轻绳，剪断轻绳后物块A在水平地面上运动的时间2s，运动的距离10m；

（3）已知轻绳长度L＝1m，剪断轻绳到物块A刚好静止时两物块A、B间的距离为21m。

【点评】碰到细绳连接的问题，因为它们具有相等的加速度，所以优先考虑整体法。再一个碰到复杂运动过程的问题，分清楚每一个运动过程是解体的关键所在。