（二）
曲线运动
天体运动
功能
动量

第一次看视频建议关闭弹幕，有疑问发评论区。

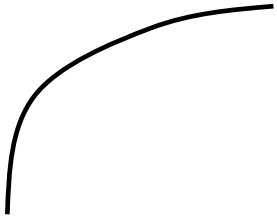
一般置顶评论都是一些纠错。

最后，学习加油

HuangFuRen.

曲线运动

条件（怎么变弯）：



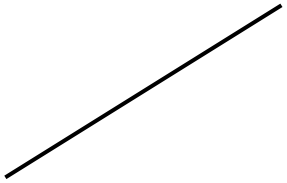
特点：

加速减速：

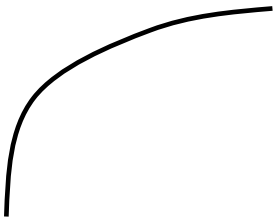
匀变速和曲线运动有没有冲突？

合运动与分运动

1. 匀速直线+匀速直线=

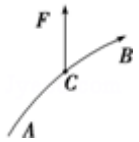


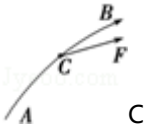
2. 匀速直线+匀变速直线=
3. 匀变速直线+匀变速直线=

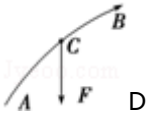


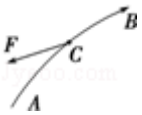
习题作业

1.(2019•杭州三模)质点沿如图所示的轨迹从 A 点运动到 B 点,已知其速度逐渐减小,图中能正确表示质点在 C 点处受力的是(　　)

A. 

B. 

C. 

D. 

2.(2018 春•新干县校级月考)关于物体做曲线运动以下说法正确的是(　　)

A.物体做曲线运动速度一定改变

B.物体做曲线运动加速度一定改变

C.物体受变力作用才可能做曲线运动

D.物体不受力也能做曲线运动

3.(2018 秋•烟台期中)下列关于力和运动的说法中,正确的是(　　)

A.物体在恒力作用下,一定做匀加速直线运动

B.物体在恒力作用下,一定做匀变速运动

C.物体在变力作用下,不可能做直线运动

D.物体在变力作用下,一定做曲线运动

4.(2018 秋•吉阳区校级期中)关于曲线运动的几种说法正确的是(　　)

A.曲线运动的速度大小一定改变

B.曲线运动的速度方向一定改变

C.曲线运动可能没有加速度

D.曲线运动的物体所合外力为零

5.(2018 年莲塘一中期末)关于曲线运动,以下说法正确的是(　　)

A.做曲线运动的物体所受的合力一定变化

B.物体所受合力的方向与它的速度方向不在同一条直线上时,物体可以做直线运动

C.做曲线运动的物体的加速度一定变化

D.曲线运动一定是变速运动

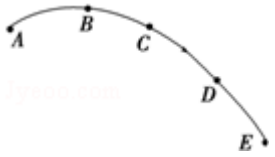
6.(2018 年莲塘一中期末)如图所示为一个做匀变速曲线运动的质点的轨迹示意图,已知在 B 点的速度与加速度相互垂直,则下列说法中正确的是(　　)

A.D 点的速率比 C 点的速率大

B.A 点的加速度与速度的夹角小于 90°

C.A 点的加速度比 D 点的加速度大

D.从 A 到 D 加速度与速度的夹角先增大后减小



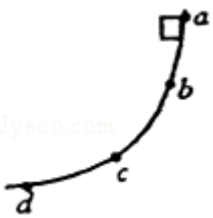
7.(2018 年莲塘一中期末)如图所示,质量为 m 的木块,从位于竖直平面内的圆弧形曲面上滑下,由于摩擦力的作用,木块从 a 到 b 运动的速率增大,b 到 c 的速率一直保持不变,c 到 d 的速率减小,则(　　)

A.木块在 abcd 段运动的加速度都不为零

B.木块在 ab 段和 cd 段的加速度不为零,但 bc 段的加速度为零

C.木块在整个运动过程中所受合外力的大小一定,方向始终指向圆心

D.它只在 bc 段所受合外力的大小不变,方向指向圆心



讲义（16）

小船过河

问法：最短渡河时间、最短渡河位移

模型介绍

最短渡河时间:_____

水平：_____

最短渡河位移:_____

垂直：_____

最短时间渡河:

最短位移渡河:

B站:HuangFuRen

B站:HuangFuRen

最短时间渡河:

最短位移渡河:

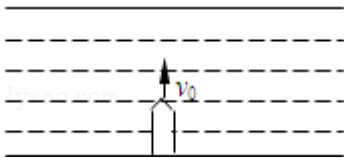
B站:HuangFuRen

B站:HuangFuRen

习题作业

小船过河

1．（2018•江苏学业考试）小船在静水中的速度是 v_0，现小船要渡过一条河流，渡河时小船向对岸垂直划行，已知河中心附近流速增大，由于河水流速的变化，渡河时间将（　　）



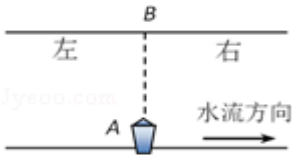
A．增大

B．减小

C．不变

D．不能确定

2．（2017 秋•广陵区校级期末）如图，某人由 A 点划船渡河，船头指向始终与河岸垂直，则下列说法中正确的是（　　）



A．小船不能到达正对岸的 B 点

B．小船到达对岸的位置与水流速度无关

C．若增大划船速度，则可缩短小船渡河的时间

D．若船头偏向上游，则小船可能到达正对岸的 B 点

3．（2018•赣榆区校级学业考试）江中某轮渡站两岸的码头 A 和 B 正对，如图所示，水流速度恒定且小于船速，若要使渡船沿直线往返于两码头之间，则船在航行时应（　　）



A．往返时均使船垂直河岸航行

B．往返时均使船头适当偏向上游一侧

C．往返时均使船头适当偏向下游一侧

D．从 A 驶往 B 时，应使船头适当偏向上游一侧，返回时应使船头适当偏向下游一侧

4．（2018 春•宾阳县校级期末）河宽 420m，船在静水中的速度为 4m/s，水流的速度为 5m/s，则船过河的最短时间为（　　）

A．140 s　　B．105 s

C．84 s　　D．60 s

5．（2018 春•红旗区校级月考）某河宽 $d=100m$，有一机动小船在静水中速度为 $v_1=5m/s$，水流速度是 $v_2=3m/s$．求：

（1）船过河的最短时间？

（2）船头垂直指向河岸过河时，船到达对岸时沿下游移动的距离？

（3）船以最短距离过河时的过河时间？

6．（2018 春•宾阳县校级月考）一小船在静水中的速度为 3m/s，它在一条河宽 120m，水流速度为 5m/s 的河流中渡河，求该小船：

（1）渡河的最短时间；

（2）渡河的最短位移。

关联速度

现象：沿绳、杆子方向速度大小相等，垂直于接触面方向速度大小相等

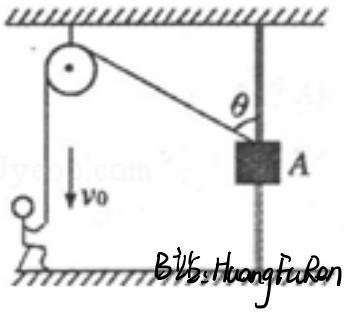
解决方法：

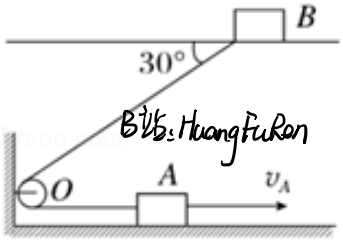
① 判断合运动方向

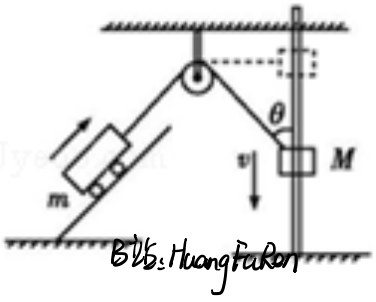
② 分解合运动到沿绳、杆或垂直接触面方向

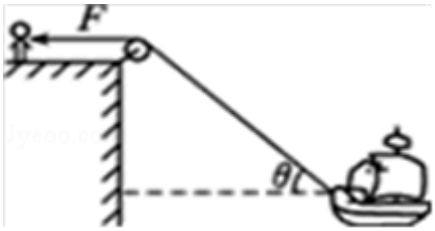
③ 根据现象速度相等列示子

一、分解一次

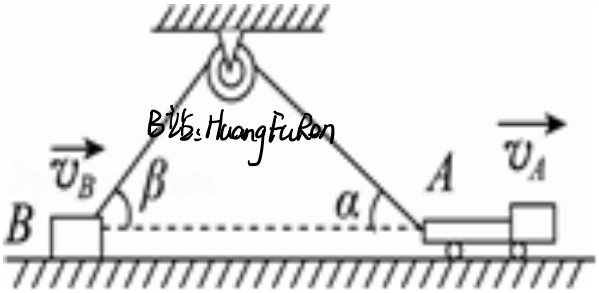


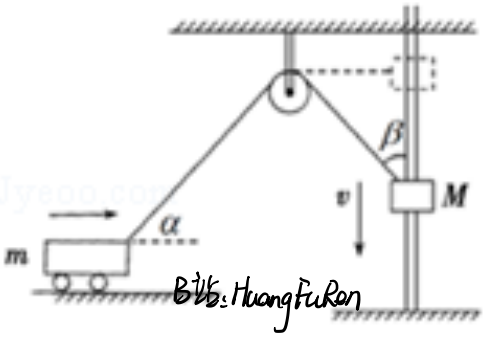


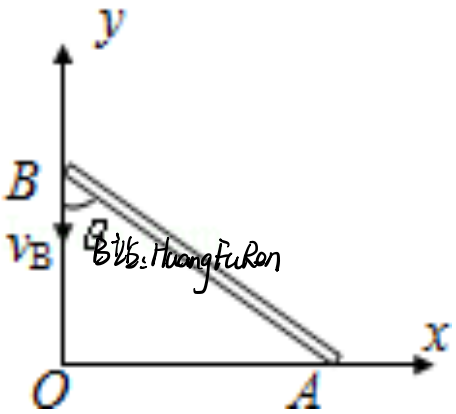


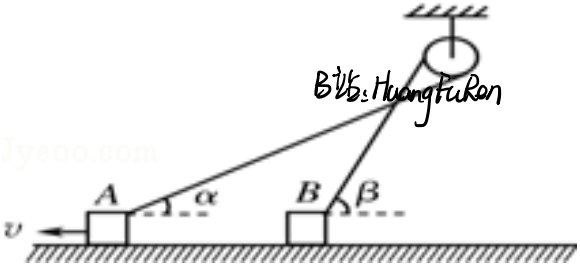


二、分解二次

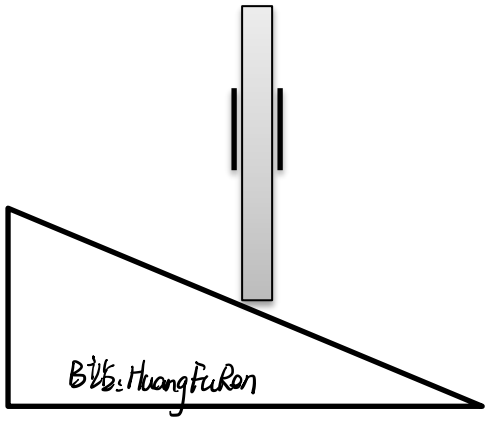


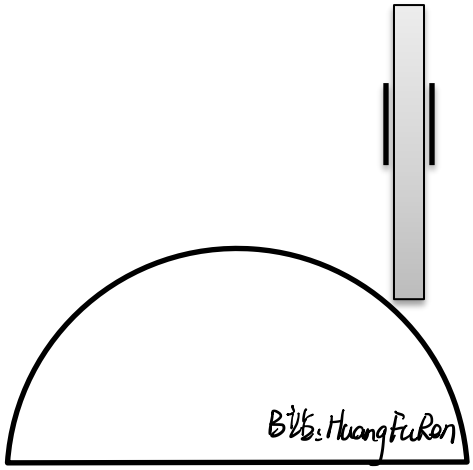






三、接触面类型





讲义（17）

平抛运动

定义：

运动对比：小船过河与平抛运动

水平：_____

垂直：_____

水平：_____

垂直：_____

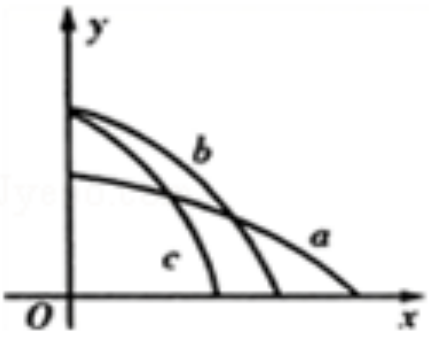
平抛运动特点：小船->平抛

水平位移：_____

运动时间：_____

水平位移：_____

运动时间：_____



平抛运动-基础计算

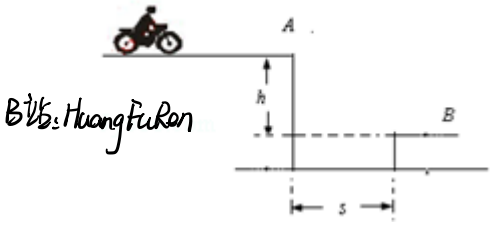
思路：　　水平：_____

　　竖直：_____

1．（2018 春•邵东县校级月考）如图所示，摩托车特技表演，从平台 A 水平飞越到平台 B 上，已知 AB 的高度差为 h＝1.25m，两平台的水平距离为 s＝5m，（不计空气阻力，g 取 10m/s2）求：

（1）摩托车在空中运动时间；

（2）摩托车在平台 A 开始飞越时的最小速度．



2．（2018 春•玉门市校级期末）将一个小球以 10m/s 的速度沿水平方向抛出，小球经过 1s 的时间落地．不计空气阻力作用．求：

（1）抛出点与落地点在竖直方向的高度差；

（2）小球落地时的速度大小，以及速度与水平方向夹角．

6．（2018•广州学业考试）将一个小球从某高处以 2m/s 的初速度水平抛出，到落地时运动的水平距离为 1.6m（不计空气阻力，g = 10m/s^2）．求：

（1）小球在空中运动的时间；

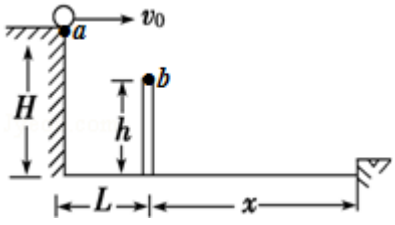
（2）小球抛出点的高度．

7．（2016•如皋市校级模拟）如图所示，水平屋顶高 H = 5m，墙高 h = 3.2m，墙到房子的距离 L = 3m，墙外马路宽 x = 10m，小球从房顶 a 点水平飞出，（取 g = 10m/s^2）

（1）若小球落在墙外的马路上，求小球在空中运动的时间 t；

（2）若小球恰好经过墙顶 b 点后落在马路上，求小球离开房顶时的速度 v_0；

（3）若小球落在墙外的马路上，求小球离开房顶时的速度 v_0 的取值范围．



8．（2018 春•玉门市校级期末）将一个小球以 10m/s 的速度沿水平方向抛出，小球经过 1s 的时间落地．不计空气阻力作用．求：

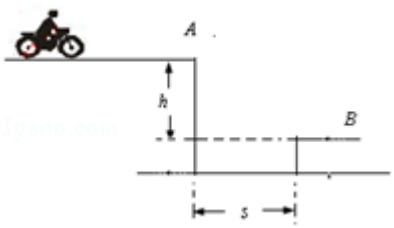
（1）抛出点与落地点在竖直方向的高度差；

（2）小球落地时的速度大小，以及速度与水平方向夹角．

9．（2018 春•邵东县校级月考）如图所示，摩托车特技表演，从平台 A 水平飞越到平台 B 上，已知 AB 的高度差为 h = 1.25m，两平台的水平距离为 s = 5m，（不计空气阻力，g 取 10m/s^2）求：

（1）摩托车在空中运动时间；

（2）摩托车在平台 A 开始飞越时的最小速度．



平抛运动-角度计算

B站：HuangFuRan

题目会给的两类角度（你需要判断）1.位移/2.速度

思路：通过角度把 XY 两个方向联系起来

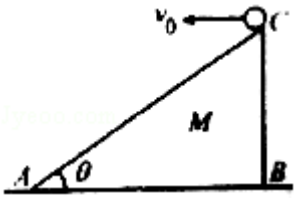
1.位移：

2.速度：

1．（2016 春•河南校级月考）如图，从倾角为 θ 的斜面顶端以初速 v_0 水平抛出一个小球，小球落在斜面上，求．

（1）小球在空中飞行的时间；

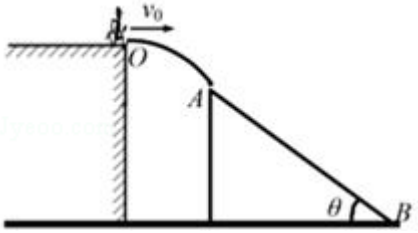
（2）小球落点与抛出点间的距离．



2．（2016 春•成都校级期中）如图所示，运动员从平台边缘的 O 点以水平方句的速度跳出，当他离开跳台时的速度为 $v_0 = 8.0m/s$ 时，恰好能落在平台前一倾 θ 的斜面顶端 A 点，并刚好沿斜面下滑，已知斜面顶端 A 与平台竖直相距 $h_1 = 1.8m$，斜面 AB 的高度 $h_2 = 14.4m$，运动员与斜面间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$．忽略空气阻力的影响，重力加速度 $g = 10m/s^2$．求：

（1）运动员在空中飞行的时间 t_1 以及运动员刚落到斜面上的速度；

（2）运动员从跳出到运动到 B 点的时间 t_2．

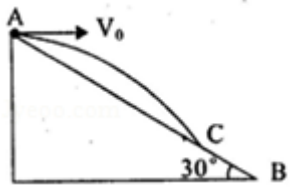


五、带角度-平抛运动

常见的两类角度：（速度/位移）

1．（2017 春•南阳月考）如图所示，斜面 AB 的倾角为 30°，小球从 A 点以初速度 $v_0=10m/s$ 水平抛出，又落在斜面上的 C 点，$g=10m/s^2$，求：

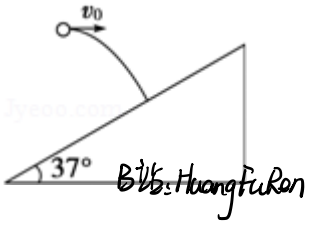
（1）小球在空中运动的时间；



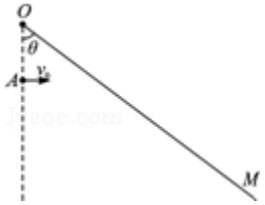
2．（2017 春•临河区校级期中）小球以 15m/s 的水平初速度向一倾角为 37°的斜面抛出，飞行一段时间后，恰好垂直撞在斜面上．取 $g=10m/s^2$，$\tan 53°=\frac{4}{3}$，求：

（1）小球在空中的飞行时间；

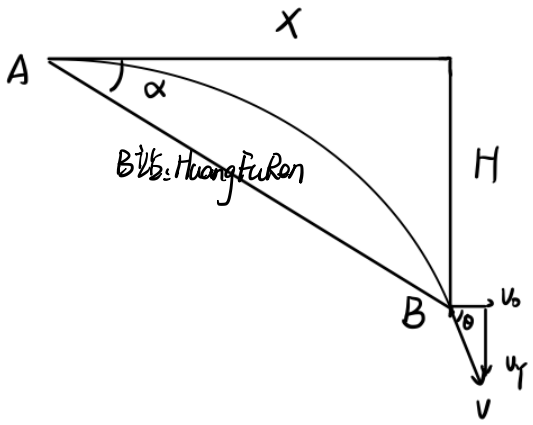
（2）抛出点距落点的高度．

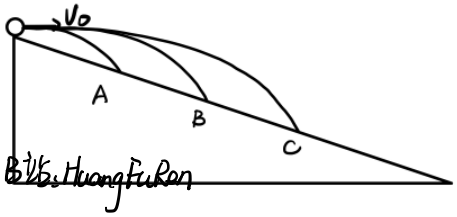


3．（2016•湖北模拟）如图所示，挡板 OM 与竖直方向所夹的锐角为 θ，一小球（视为质点）从 O 点正下方的 A 点以速度 V_0 水平抛出，小球运动过程中恰好不和挡板碰撞（小球轨迹所在平面与挡板垂直）．重力加速度大小为 g，求 O、A 间的距离．



平抛运动中的一些特点





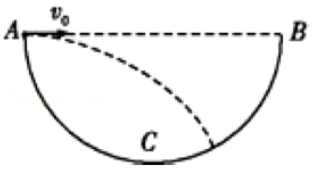
5．（2016 春•成都校级期末）如图所示，AB 为半圆环 ACB 的水平直径，C 为环上的最低点，一个小球从 A 点以速度 v_0 水平抛出，经一段时间 t 与半圆环相撞，不计空气阻力．则下列判断正确的是（　　）

A．v_0 越大，运动时间越长

B．要使小球掉到环上时的竖直分速度最大，小球应该落在 C 点

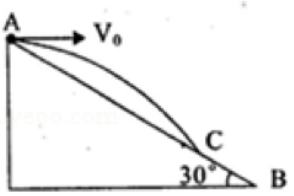
C．发现小球有两次运动时间相同，则这两次抛出的初速度一定相同

D．适当选取 v_0 值，可使 t 时刻速度方向的反向延长线过半圆的圆心



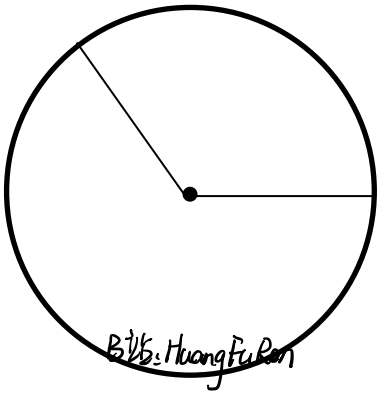
6．（2017 春•南阳月考）如图所示，斜面 AB 的倾角为 30°，小球从 A 点以初速度 $v_0 = 10m/s$ 水平抛出，又落在斜面上的 C 点，$g = 10m/s^2$，求：

（1）距离斜面的最大高度是多少米；



圆周运动

一、圆周运动的物理量



1.线速度:_____符号:　　单位:　　标/矢　　公式:

2.角速度:_____符号:　　单位:　　标/矢　　公式:

3.周期:_____符号:　　单位:　　标/矢

4.频率:_____符号:　　单位:　　标/矢

5.转速:_____符号:　　单位:　　标/矢

二、匀速圆周运动

（1）概念：_____

（2）基础公式

1.线速度:

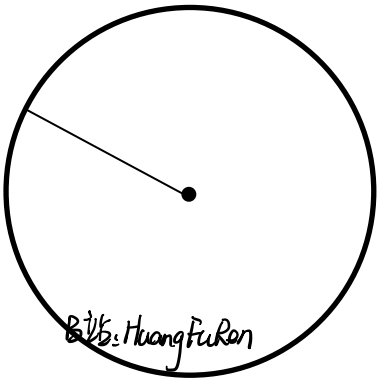
2.角速度:

（3）次要公式

3.周期:

4.频率:

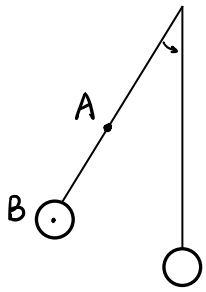
5.转速:

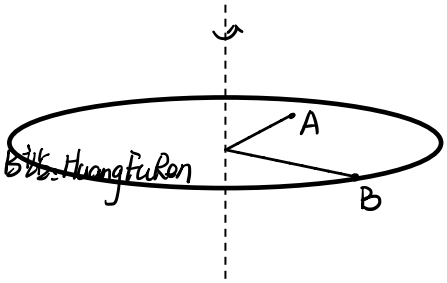


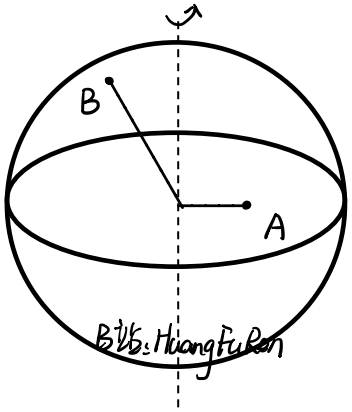
做题思路关键点：如果题目给了频率、转速先转换为周期；如果题目要求频率、转速，先求出周期

传动装置

【同轴转动】_____



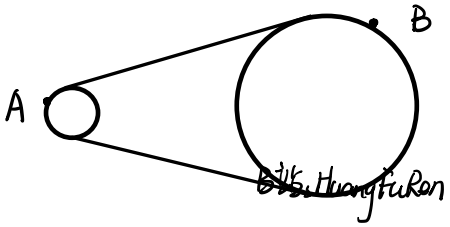


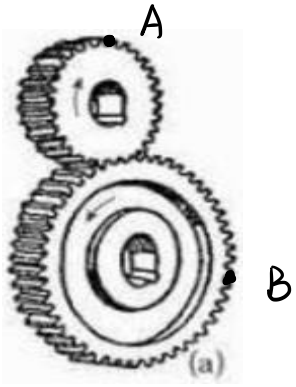


_____ _____ _____

_____ _____ _____

【共线转动】_____



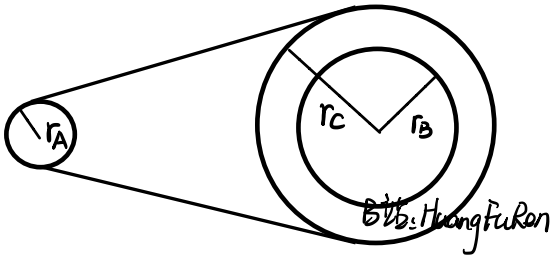


_____ _____

_____ _____

【综合题—无脑方法】列表法

1. 列出表格，有几个物体就画几列
2. 第一行半径，第二行角速度，第三行线速度（固定死了）
3. 寻找题目中哪两个物体的角速度一样大设为单位 1
4. 根据传动装置的特点填完所有其他空

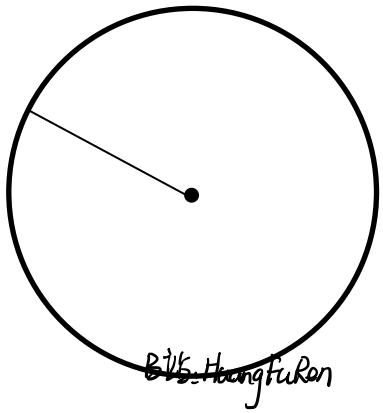


圆周运动中的牛二

【整理思路】

推导过程：圆周运动 ->_____->存在_____->存在_____

圆周运动我们之研究两个方向



(敲黑板)我们把:_____

(敲黑板)我们把:_____

在匀速圆周运动中：_____=0

所以合外力=_____ 加速度=_____

公式：

1．判断下列说法的对错：

（1）做圆周运动的物体受到的向心力是该物体所受的合外力（　　）

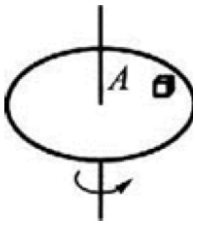
（2）向心力是指向圆心方向的合力，是根据力的作用效果命名的（　　）

（3）向心力可以是重力、弹力、摩擦力等各种力的合力，也可以是其中一种力或一种力的分力（　　）

（4）向心力只改变物体运动的方向，不可能改变物体运动的快慢（　　）

（5）一小球被轻绳悬挂在竖直面内做圆周运动，其所受向心力为重力和绳子拉力的合力（　　）

2．如图所示，小物体 A 与圆柱保持相对静止，跟着圆盘一起作匀速圆周运动，则 A 受力情况是受（　　）



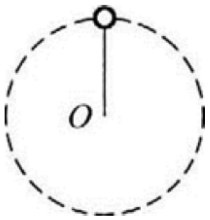
A．重力、支持力

B．重力、向心力

C．重力、支持力和指向圆心的摩擦力

D．重力、支持力、向心力和摩擦力

3．如图所示，小球被轻绳悬挂在 O 点，给其一个初速度使其在竖直面内做圆周运动，则物体所受的向心力为（　　）



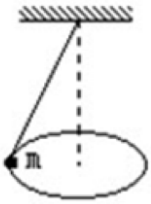
A．重力与绳子拉力的合力

B．绳子拉力

C．绳子沿半径方向的合力

D．沿速度方向的合力

4．如图所示，用细线吊着一个质量为 m 的小球，使小球在水平面内做匀速圆周运动，小球所受的向心力为（　　）



A．重力

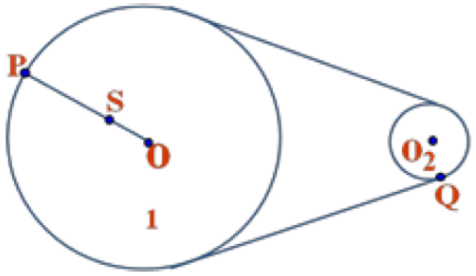
B．绳子拉力

C．绳子拉力在水平方向的分量

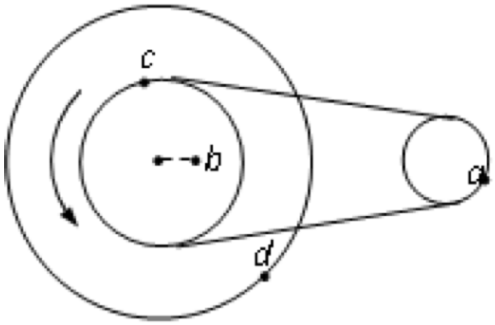
D．重力和绳子拉力的合力

3.一个大轮通过皮带带动小轮转动，皮带和两轮之间无滑动，大轮半径是小轮半径的 **3** 倍，大轮上一点 **S** 离转轴 O_1 的距离是半径的 **1/3**，大轮边缘上一点 **P**，小轮边缘上一点 **Q**，则 $v_Q : v_P : v_S =$_____

$\omega_Q : \omega_P : \omega_S =$_____



4．如图所示装置中，三个轮的半径分别为 ***r***、**2*r***、**4*r***，***b*** 点到圆心的距离为 ***r***，求图中 ***a***、***b***、***c***、***d*** 各点的线速度之比、角速度之比。



匀速圆周运动中的模型

做题思路：

① 一定要受力分析

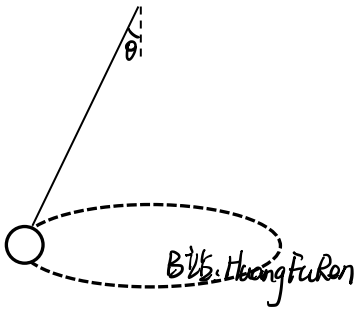
② 不管题目怎么样都是列这个式子

受力分析：F 合=_____=F 向=_____

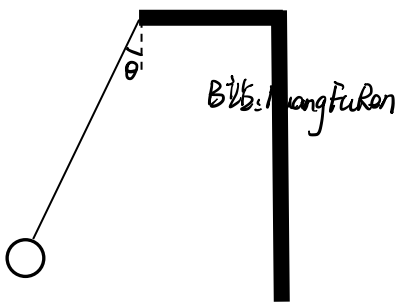
找半径 ：r=_____(　　)

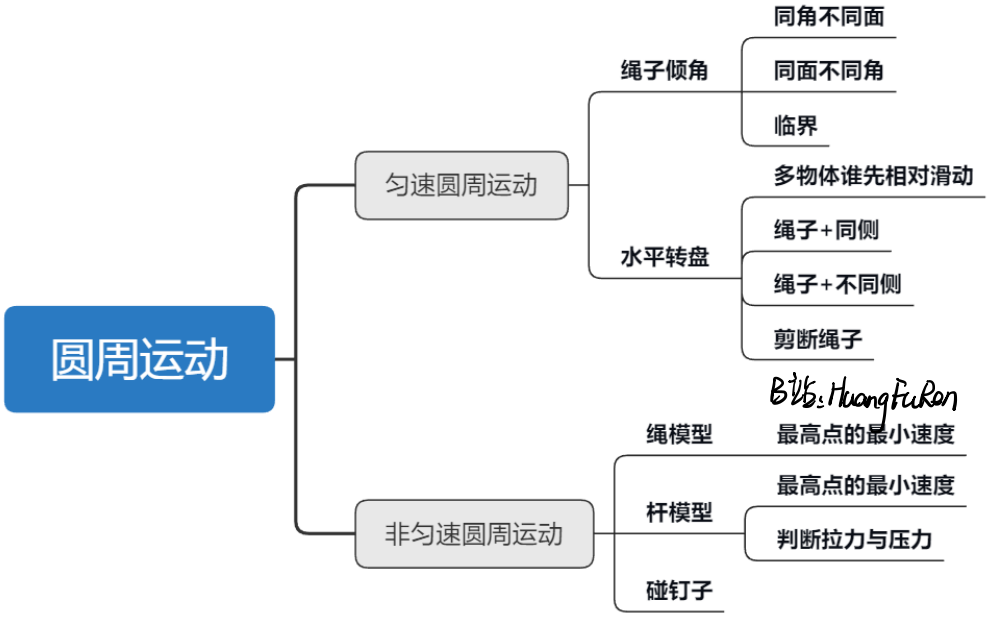
【模型一--圆锥摆】

已知绳长 L，倾角 θ，求角速度 ω



已知绳长 L，倾角 θ，水平横杆长度 R，求角速度 ω





向心力是怎么来的：

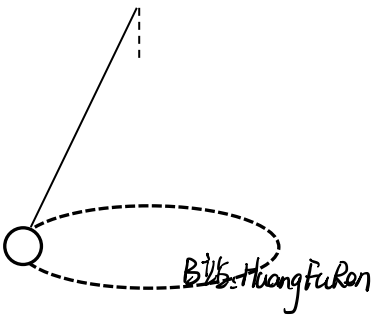
为什么匀速圆周运动合外力等于向心力：

匀速圆周运动向心力的方向会不会变：

匀速圆周运动中的牛二

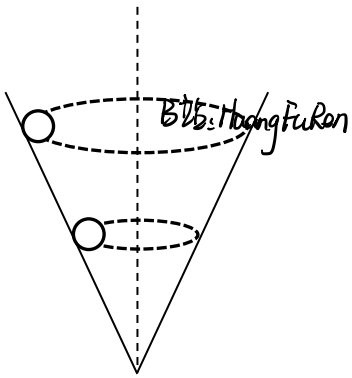
已知绳长 L，倾角 θ，求角速度 ω

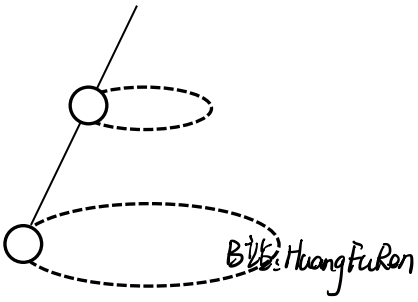
做题思路：



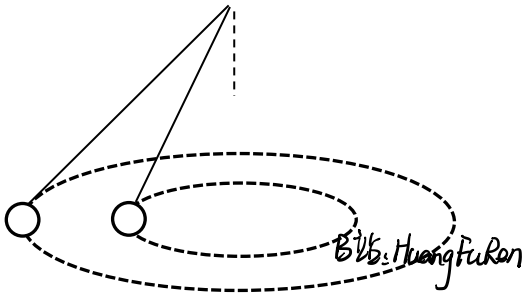
回忆模型

一、同角不同面

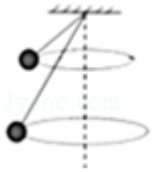


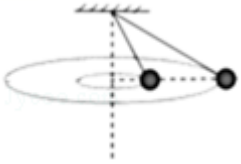


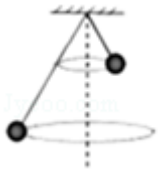
二、同面不同角

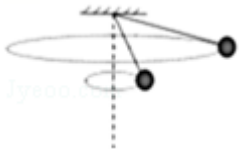


（2018 秋•萧县校级月考）两根长度不同的细线下面分别悬挂着小球，细线上端固定在同一点，若两个小球以相同的角速度，绕共同的竖直轴在水平面内做匀速圆周运动，则两个小球在运动过程中的相对位置关系示意图正确的是（　　）

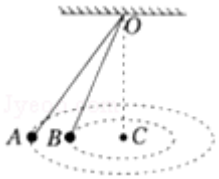
A．

B．

C．

D．

1．（2018 春•田家庵区校级期末）如图所示，两根长度不同的细绳，一端固定于 O 点，另一端各系一个相同的小铁球，两小球恰好在同一水平面做圆周运动，则（　　）



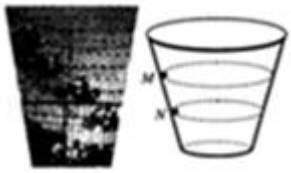
A．它们做圆周运动的线速度大小相等

B．它们所需的向心力跟轨道半径成反比

C．它们做圆周运动的周期相等

D．B 球受绳的拉力较大

2．（2018 春•延吉市校级月考）如图所示，表演“飞车走壁”的杂技演员骑着摩托车飞驶在圆台形筒壁内，圆台筒固定不动，其轴线沿竖直方向。演员驾驶摩托车先后在 M 和 N 两处紧贴着内壁分别在图中虚线所示的水平面内做匀速圆周运动，如果此时不计车轮与筒壁的摩擦力，则（　　）



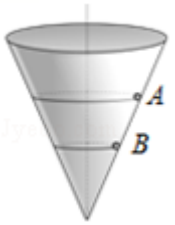
A．M 处的角速度一定大于 N 处的角速度

B．M 处的线速度一定大于 N 处的线速度

C．M 处的运动周期一定等于 N 处的运动周期

D．摩托车在 M 处对筒壁的压力一定大于在 N 处对筒壁的压力

3．（2018 秋•杜集区校级月考）如图所示，一个内壁光滑的圆锥筒，其轴线垂直于水平面，圆锥筒固定在水平地面不动。有两个质量均为 m 的小球 A 和小球 B 紧贴着筒内壁在水平面内做匀速圆周运动，小球 B 所在的高度为小球 A 所在的高度一半。下列说法正确的是（　　）



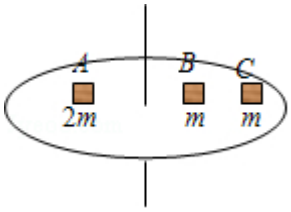
A．小球 A．B 所受的支持力大小之比为 2：1

B．小球 A．B 所受的支持力大小之比为 1：1

C．小球 A．B 的角速度之比为$\sqrt{2}$：1

D．小球 A．B 的线速度之比为 2：1

4．（2018 春•双峰县校级期末）如图所示，A、B、C 三个物体放在旋转的水平圆盘面上，物体与盘面间的最大静摩擦力均是其重力的 k 倍，三物体的质量分别为 2m、m、m，它们离转轴的距离分别为 R、R、2R．当圆盘旋转时，若 A、B、C 三物体均相对圆盘静止，则下列判断中正确的是（　　）



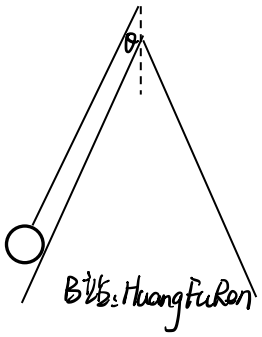
A．A 物的向心加速度最大

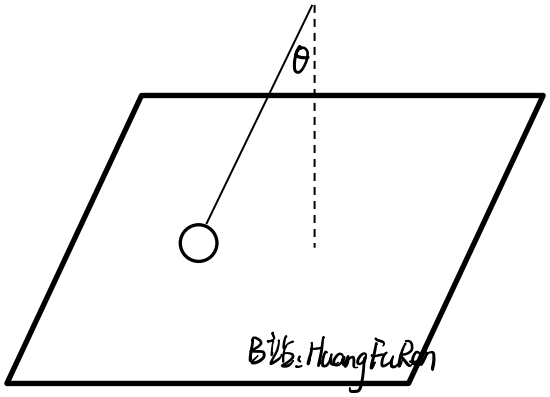
B．B 和 C 所受摩擦力大小相等

C．当圆盘转速缓慢增大时，C 比 A 先滑动

D．当圆盘转速缓慢增大时，B 比 A 先滑动

【圆锥摆临界问题】当角速度为多少时，与接触面分离

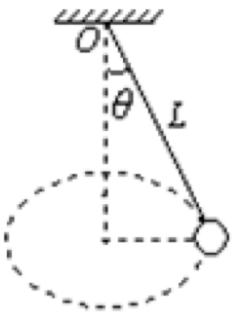




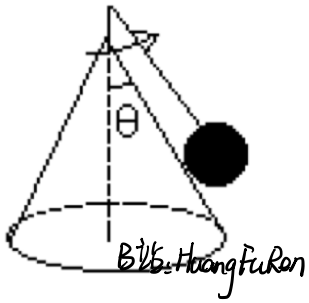
2．如图所示，长度为 **l** 的细绳上端固定在天花板上 **O** 点，下端拴着质量为 **m** 的小球。当把细绳拉直时，细绳与竖直线夹角为θ=**60**°，此时小球静止于光滑的水平面上。

（1）当球以角速度 $\omega_1=\sqrt{\frac{g}{L}}$ 做圆锥摆运动时，细绳的张力 T_1 为多大？水平面受到的压力 N_1 是多大？

（2）当球以角速度 $\omega_2=\sqrt{\frac{4g}{L}}$ 做圆锥摆运动时，细绳的张力 T_2 及水平面受到的压力 N_2 各是多大？



★★★★如图所示，在光滑的圆锥顶用长为 L 的细线悬挂一质量为 m 的小球，圆锥顶角为 2θ，若要小球离开锥面，则小球的角速度至少为多少?

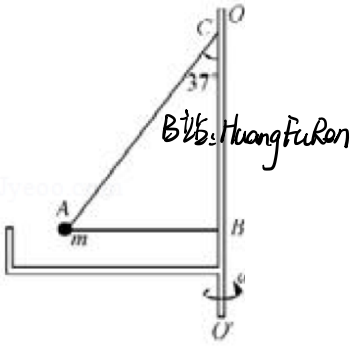


这题写完记得看置顶评论.

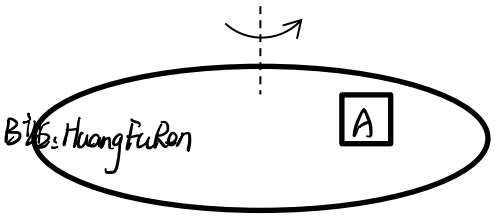
★★★★如图所示装置可绕竖直轴 O′O 转动，可视为质点的小球 A 与两细线连接后分别系于 B、C 两点，当细线 AB 沿水平方向绷直时，细线 AC 与竖直方向的夹角 θ=37°．已知小球的质量 m=1kg，细线 AC 长 L=1m，(重力加速度取 g=10m/s^2，sin37°=0.6)

(1) 若装置匀速转动时，细线 AB 刚好被拉直成水平状态，求此时的角速度 ω_1.

(2) 若装置匀速转动的角速度 $\omega_2=\sqrt{\frac{50}{3}}$ rad/s，求细线 AB 和 AC 上的张力大小 T_{AB}、T_{AC}.



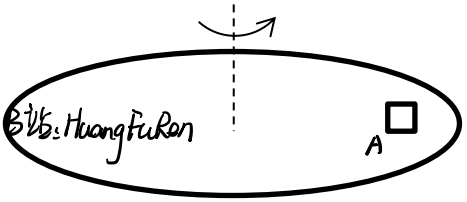
【向心运动离心运动】



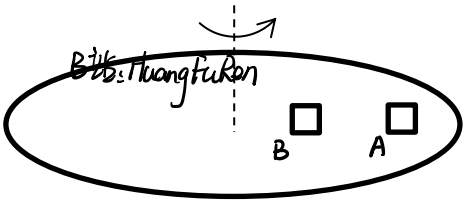
理解:_____

原因:_____

【模型二—圆盘模型】
(质量相同，摩擦因数相同)
基础模型—明白为什么会相对滑动



【圆盘-多物体模型】
明白哪个物体先开始相对滑动



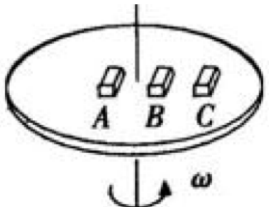
在一个水平转台上放有 **A**、**B**、**C** 三个物体，它们跟台面间的摩擦因数相同**. A** 的质量为 **2m**，**B**、**C** 各为 **m. A**、**B** 离转轴均为 **r**，**C** 为 **2r**．则（　　）

A. 若 A、B、C 三物体随转台一起转动未发生滑动，A、C 的向心加速度比 B 大

B. 若 A、B、C 三物体随转台一起转动未发生滑动，B 所受的静摩擦力最小

C. 当转台转速增加时，C 最先发生滑动

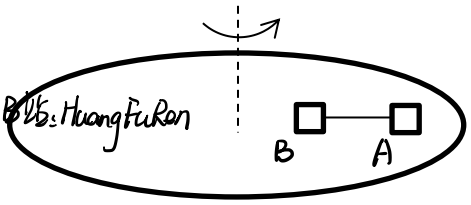
D. 当转台转速继续增加时，A 比 B 先滑动

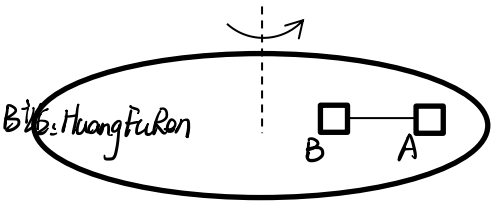


【圆盘-多物体—同边绳子模型】

1.明白绳子什么时候开始有拉力

2.明白什么时候发生相对滑动



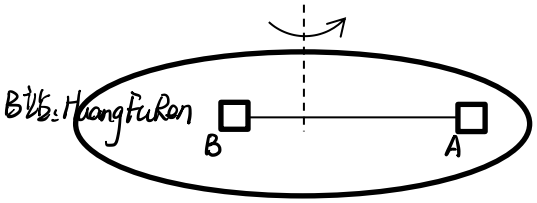


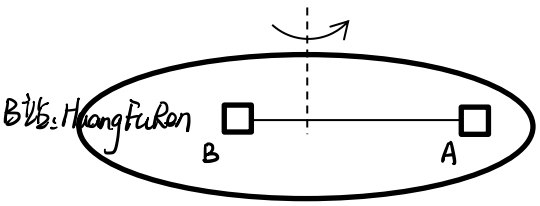
【圆盘-多物体—不同边绳子模型】

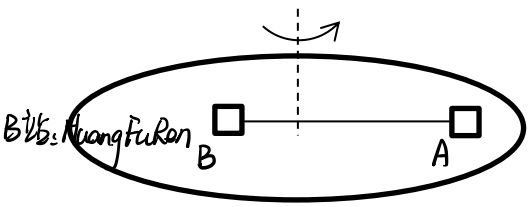
1.明白绳子什么时候开始有拉力

2.明白什么时候物体不受到摩擦力

3.明白什么时候发生相对滑动

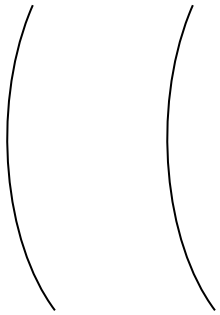






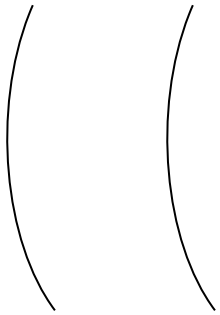
【生活中的圆周运动—不打滑开车】

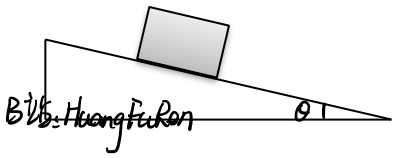
1. 为了使小车不打滑速度最大是多少

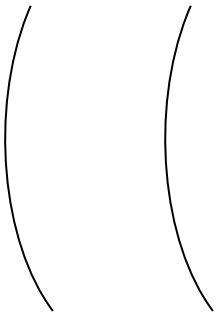


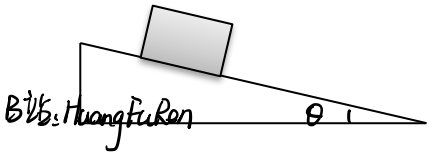
---

1. 为了使小车不打滑速度的取值范围是多少



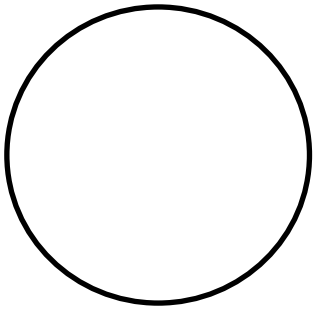






圆周运动-----竖直圆周(非匀速圆周)

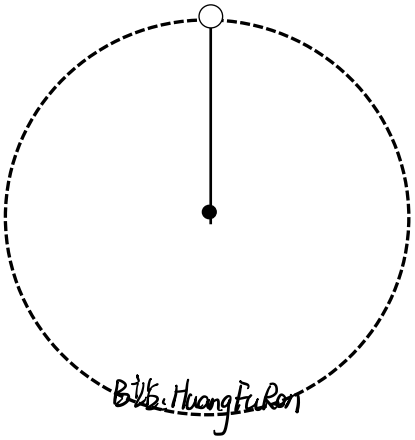
【非匀速圆周运动】



【俩大模型一绳】:

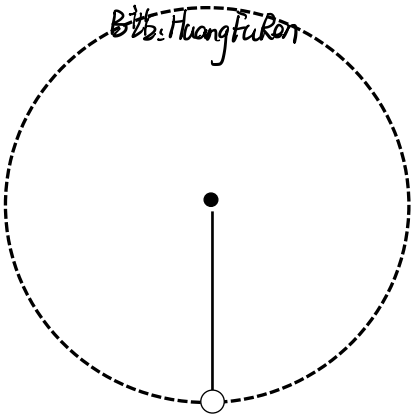
1. 明白最高点最小速度

最高点：



结论：_____

最低点：



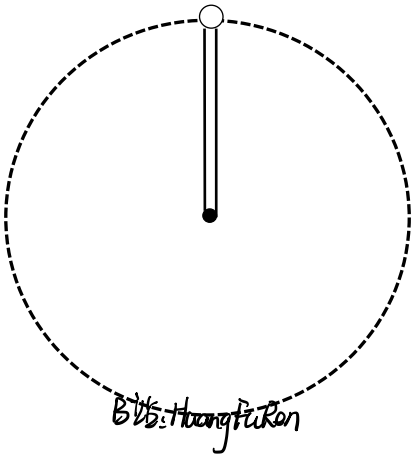
结论：_____

【俩大模型一杆】：

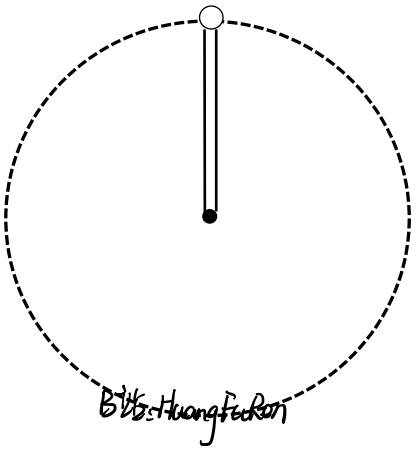
1.明白最高点的最小速度（与绳区别）

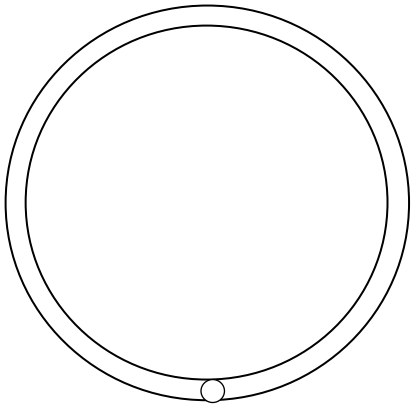
2.明白最高点物体是受到拉力/压力

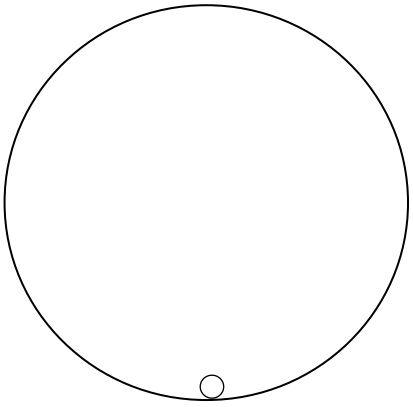
最高点最小速度：



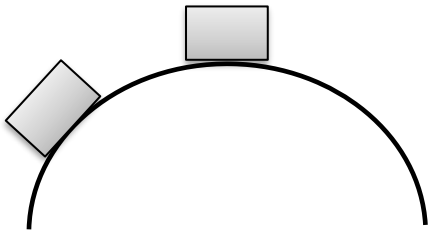
讨论拉力/压力





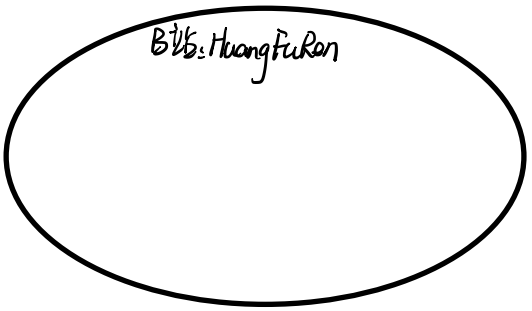


【桥模型】



宇宙的开始

【物理学史——开普勒三大定律的由来】
探索未知，从未停止

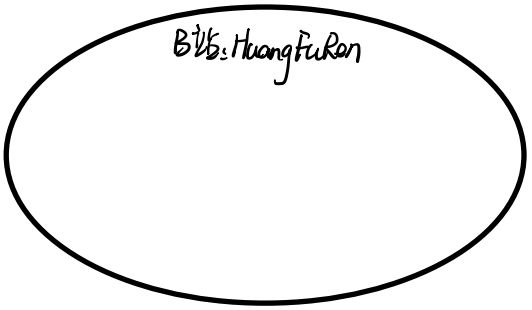


开普勒三大定律：

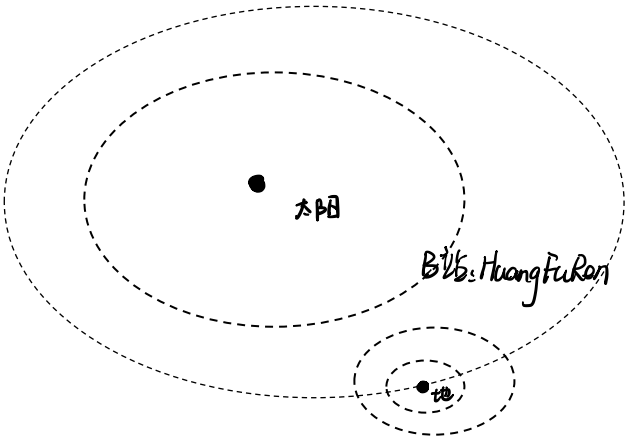
第一定律：_____(　　)

第二定律：_____(　　)

第三定律：_____(　　)



请比较金星，地球，月球，人造卫星



那个男人！他！回来了！

开天辟地的定律_____（发现者：　　）

公式：

G：_____ 大小:_____ 单位：_____

强调：_____(高频考点，易错点)

(简单了解)适用范围：

了解一下：简单运用，计算，熟悉公式

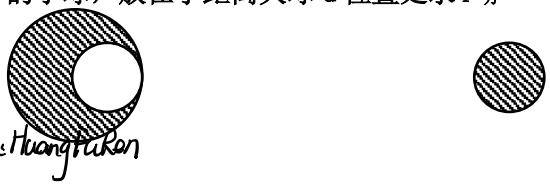
1.两质量均为 m 的小球半径为 R，相距 5R 求 $F_{万}$



2.两材质相同的球体大球质量为 m 的半径为 R，小球的半径为大球的一半，相距 d 求 $F_{万}$



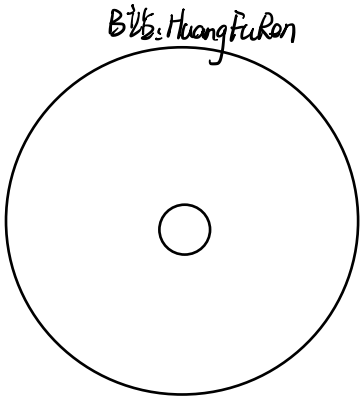
3.一个质量为 m 半径为 R 的小球被挖了一个半径为大球半径一半的小球，放在了距离大球 d 位置处求 $F_{万}$

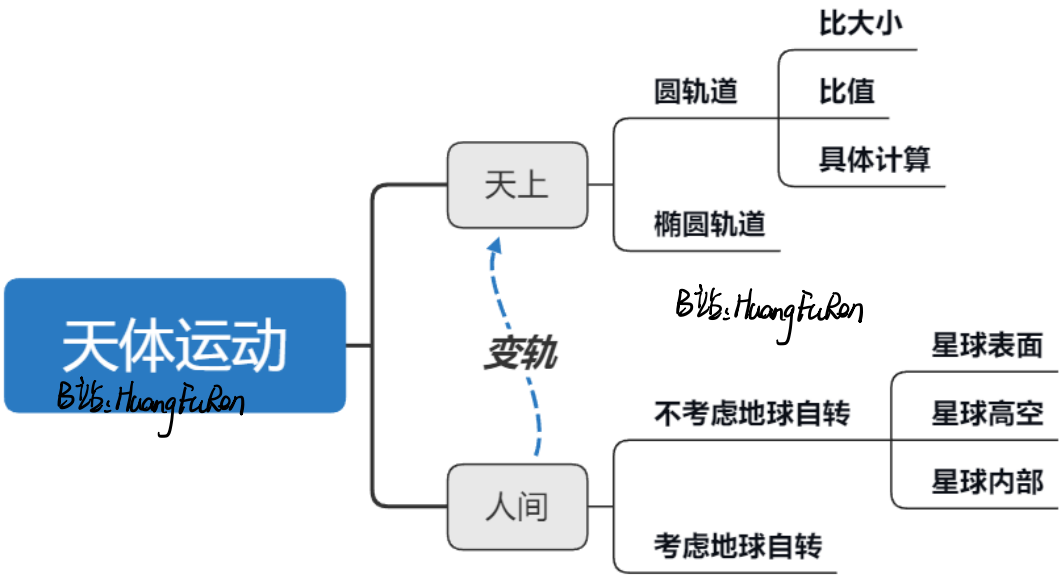


【天体运动(预告)】

原理：

公式：



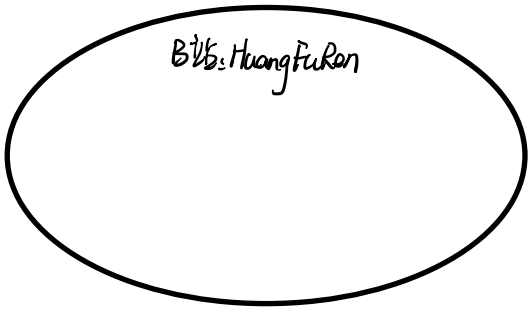


开普勒三大定律：研究的是_____适用_____

第一定律：运动轨道为_____

第二定律：_____的面积相同

第三定律：_____为定值



万有引力定律

公式：

其中 r 为_____; G 为_____发现者：_____

区别天上与人间：

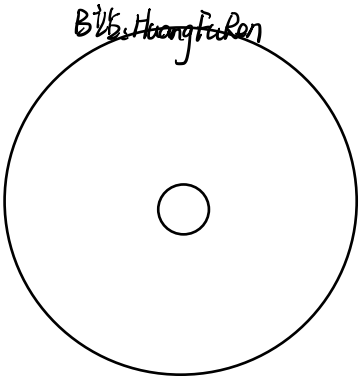
天上：

人间：

R:

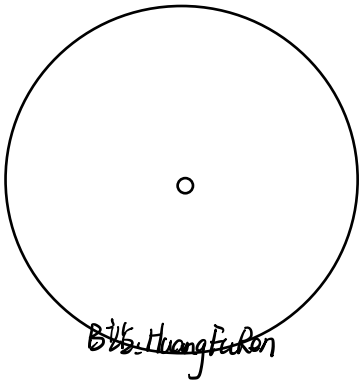
r:

h：



【一、天上圆轨道公式】:原理_____

公式:



【二、人间公式】: 原理_____

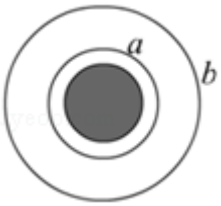


1.（2019 秋•苏州月考）北斗卫星导航系统空间段计划由 35 颗卫星组成，包括 5 颗静止轨道卫星（轨道高度约为 36000km）、27 颗中轨道卫星（轨道高度约为 21600km）、3 颗倾斜同步轨道卫星。则中轨道卫星与静止轨道卫星相比，围绕地球做圆周运动的（　　）

A．向心加速度更大　　B．线速度更小

C．角速度更小　　D．周期更大

2.（2018 春•兴隆台区校级期末）我国发射的“嫦娥一号”卫星经过多次加速、变轨后，最终成功进入环月工作轨道。如图所示，卫星既可以在离月球比较近的圆轨道 a 上运动，也可以在离月球比较远的圆轨道 b 上运动。下列说法错误的是（　　）



A．卫星在 a 上运行的线速度小于在 b 上运行的线速度

B．卫星在 a 上运行的周期小于在 b 上运行的周期

C．卫星在 a 上运行的角速度大于在 b 上运行的角速度

D．卫星在 a 上运行时受到的万有引力大于在 b 上运行时的万有引力

12．（2018 秋•淄博期末）关于绕地球做匀速圆周运动的同步卫星和月球，下列说法正确的是（　　）

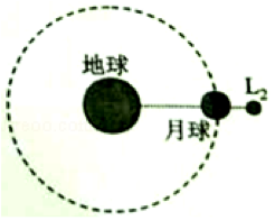
A．月球到地心的距离比同步卫星到地心的距离小

B．月球的线速度比同步卫星的线速度大

C．月球的角速度比同步卫星的角速度大

D．月球的向心加速度比同步卫星的向心加速度小

10．（2018 秋•清远期末）2018 年 6 月 14 日 11 时 06 分，探月工程嫦娥四号任务“鹊桥”中继星成功实施轨道捕获控制，进入环绕距月球约 6.5 万公里的地月拉格朗日 L_2 点的 Halo 使命轨道，成为世界首颗运行在地月 L_2 点 Halo 轨道的卫星。地月 L_2 是个“有趣”的位置，在这里中继星绕地球转动的周期与月球绕地球转动的周期相同。下列说法正确的是（　　）



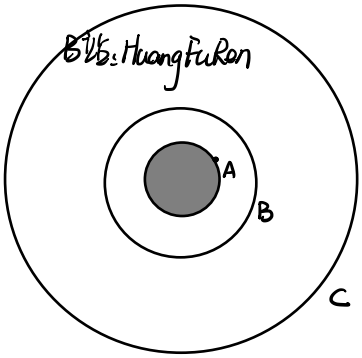
A．“鹊桥”中继星绕地球转动的角速度比月球绕地球角速度大

B．“鹊桥”中继星绕地球转动的线速度比月球绕地球线速度大

C．“鹊桥”中继星绕地球转动的向心加速度比月球绕地球转动的向心加速度小

D．“鹊桥”中继星绕地球转动的周期比地球的同步卫星周期短

【三物体比较物理量】同步卫星+地球赤道物体+卫星



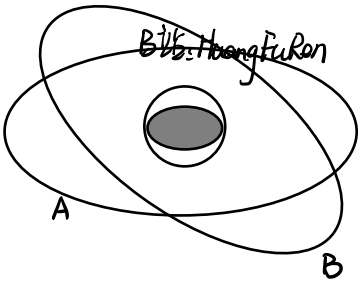
【同步卫星】

概念：

所用公式:

看见他第一反应：

考点：

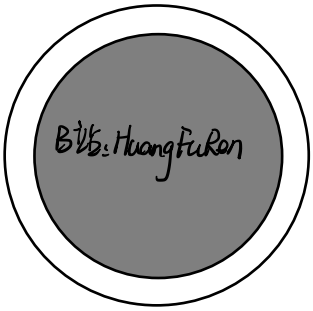


【第一宇宙速度】

概念：

所用公式：

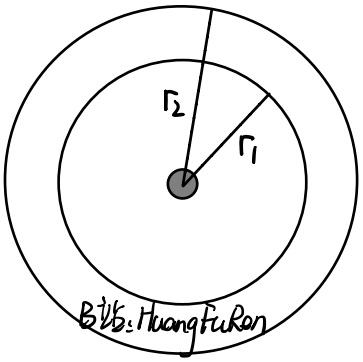
看见他第一反应：



【类型二、比例问题】

有个公式要变形了：

（1）.同一中心天体：_____



1.已知半径（r_1，r_2）求周期之比

2.已知半径（r_1，r_2）求速度之比

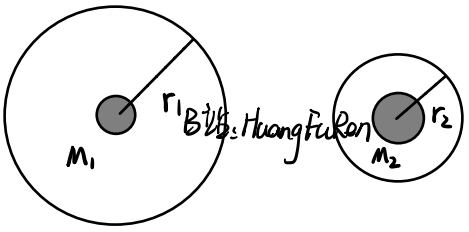
3.已知半径（r_1，r_2）求角速度之比

4.已知半径（r_1，r_2）求加速度之比

5.已知速度（v_1，v_2）求周期之比

6.已知周期（T_1，T_2）求加速度之比

（2）.不同中心天体：_____(M_1，M_2 已知)



1.已知半径（r_1，r_2）求周期之比

2.已知半径（r_1，r_2）求角速度之比

【宇航员】

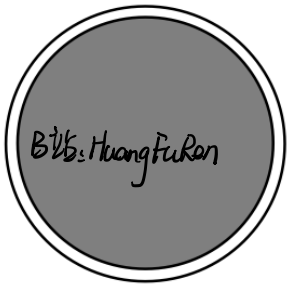
看见他第一反应：

【星球密度】

看见他第一反应：

【贴表飞行】已知一卫星贴表飞行的周期 T，万有引力常数 G。求：（1）星球密度

看见他第一反应：



4．（2018 秋•铁东区校级月考）火星是人类移民的最佳去处，假设登陆火星后，测得火星半径是地球半径的$\frac{1}{2}$，质量是地球质量的$\frac{1}{9}$．已知地球的半径为 R，表面重力加速度是 g，你在地球上能向上竖直跳起的最大高度是 h，下列说法正确的是（　　）

A．火星的密度为$\frac{2g}{3\pi GR}$

B．火星表面的重力加速度是$\frac{2}{9}g$

C．火星的第一宇宙速度与地球的第一宇宙速度之比为 2：3

D．你以在地球上相同的初速度在火星上起跳，能达到最大高度$\frac{9h}{2}$

6．(2018 秋•吉林期末）一艘宇宙飞船绕着某行星作匀速圆周运动，已知运动的轨道半径为 r，周期为 T，引力常量为 G，行星半径为 R．求：(1）行星的质量 M；(2）星球密度（3）行星表面的重力加速度 g；(4）行星的第一宇宙速度 v．

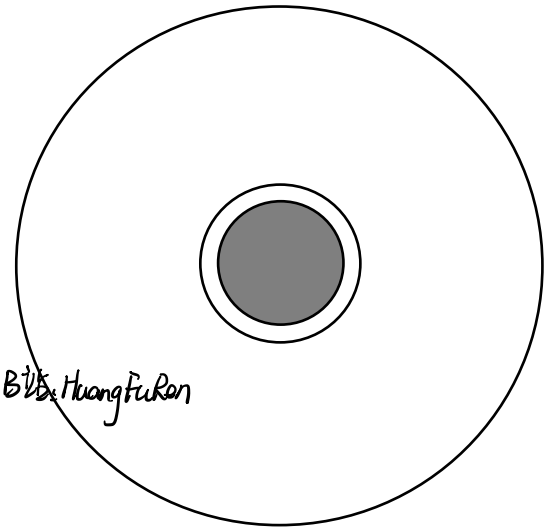
1．（2018•4 模拟）“嫦娥之父”欧阳自远透露：我国计划于 2020 年登陆火星。假如某志愿者登上火星后将一小球从高为 h 的地方由静止释放，不计空气阻力，测得经过时间 t 小球落在火星表面，已知火星的半径为 R，引力常量为 G，不考虑火星自转，求：

（1）火星的第一宇宙速度（2）火星的质量（3）火星的密度（4）贴表飞行卫星的周期

【变轨】如何从低轨道变到高轨道

过程：1._____

2. _____



考点：

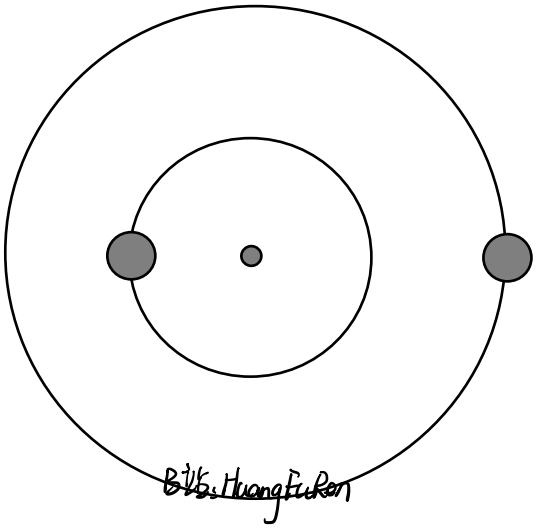
1.速度

2.加速度

3.周期

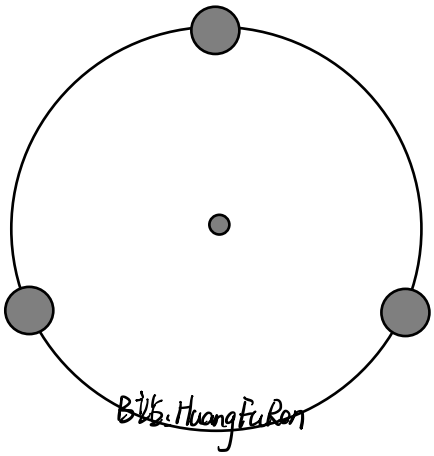
【多星模型】

1.双星模型（解题模版固定）



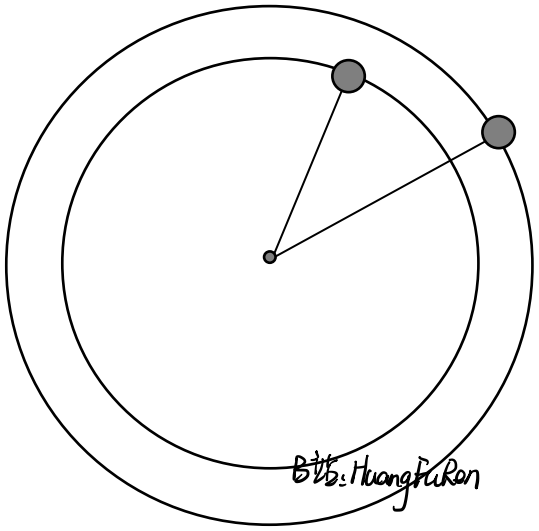
2.三星模型（解题模版固定）

已知每个星球的质量相同 m，两星球的间距相同为 r，求 w



【天体追击相遇】

总体思路：把高轨道（_____）看成静止不动



理解公式：

公式：

1.经过多少时间 A，B 再次距离最近（已知 T_A,T_B）

2.经过多少时间 A，B 相距最远（已知 M，r_A，r_B）

【人间考虑自转】:

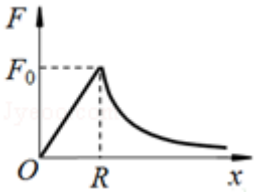
1．(2017•蚌埠三模）在地球两极和赤道的重力加速度大小分别为 g_1、g_2，地球自传周期为 T，万有引力常量为 G，若把地球看作为一个质量均匀分布的圆球体，则地球的密度为（　　）

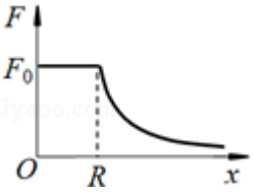
A．$\frac{3\pi(g_1-g_2)}{GT^2g_1}$　B．$\frac{3\pi g_1}{GT^2(g_1-g_2)}$

C．$\frac{3\pi g_1}{GT^2g_2}$　D．$\frac{3\pi}{GT^2}$

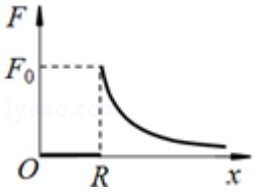
【人间内部】:

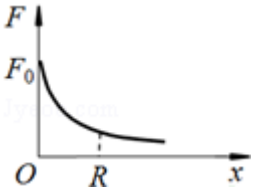
2．(2016•天津模拟）理论上已经证明：质量分布均匀的球壳对壳内物体的万有引力为零．现假设地球是一半径为 R、质量分布均匀的实心球体，O 为球心，以 O 为原点建立坐标轴 Ox，如图所示．一个质量一定的小物体（假设它能够在地球内部移动）在 x 轴上各位置受到的引力大小用 F 表示，则选项图所示的四个 F 随 x 的变化关系图正确的是（　　）

A．

B．



C．

D．

功

一、功的定义

概念：

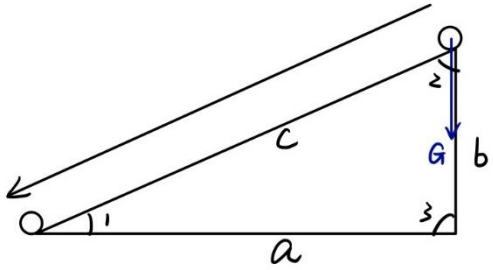
公式：　　单位：　　（标/矢）

【例题】若物体从斜面滑到底端重力做的功为？

F：

x：

θ：



理解为什么有 cos



三、功的具体计算

1.

2.

3.

（2015 秋•碑林区校级期末）如图所示，质量 m = 2kg 的物体静止在水平地面上，受到与水平面成 θ = 37°，大小 F = 10N 的拉力作用，物体移动了 l = 2m，物体与地面间的动摩擦因数 μ = 0.3，g 取 10m/s^2.

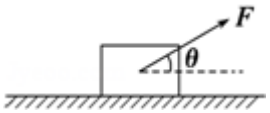
求（1）拉力 F 所做的功 W_1.

（2）摩擦力 F_f 所做的功 W_2.

（3）重力 G 所做的功 W_3.

（4）弹力 F_N 所做的功 W_4.

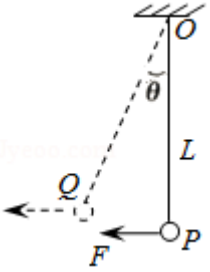
（5）合力 $F_{合}$所做的功 W.



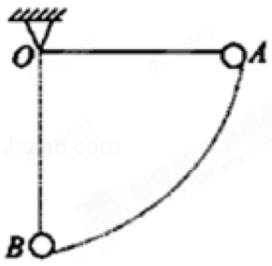
（2018•辽宁学业考试）如图所示，一质量为 m 的小球，用长为 L 的轻绳悬挂于 O 点，小球在水平力恒力 F 作用下，从 P 点移到 Q 点。此时悬线与竖直方向夹角为 θ，则:

（1）拉力 F 所做的功为

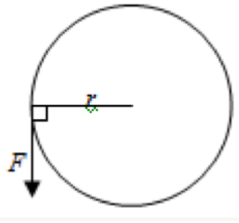
（2）重力做的功



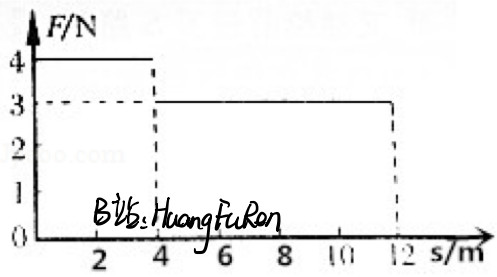
（2013 春•临河区校级月考）如图所示，摆球质量为 m = 2kg，悬线的长为 L = 1m，把悬线拉到水平位置后放手．设在摆球运动过程中空气阻力 F_f = 2N 的大小不变，求摆球从 A 运动到竖直位置 B 时，重力 mg、绳的拉力 F_T、空气阻力 F_f 各做了多少功？g = 10m/s^2.



如图所示，某个力 F 大小等于 20N 保持不变，作用在半径为 2m 的转盘边缘，方向时刻和此时的运动方向相同，当转盘转动一周时，力 F 做了多少功?



10．如图为一物体在水平力 F 作用下沿水平面运动 12m 位移的 F - s 图象，求水平力 F 在这段位移内对物体所做的功．

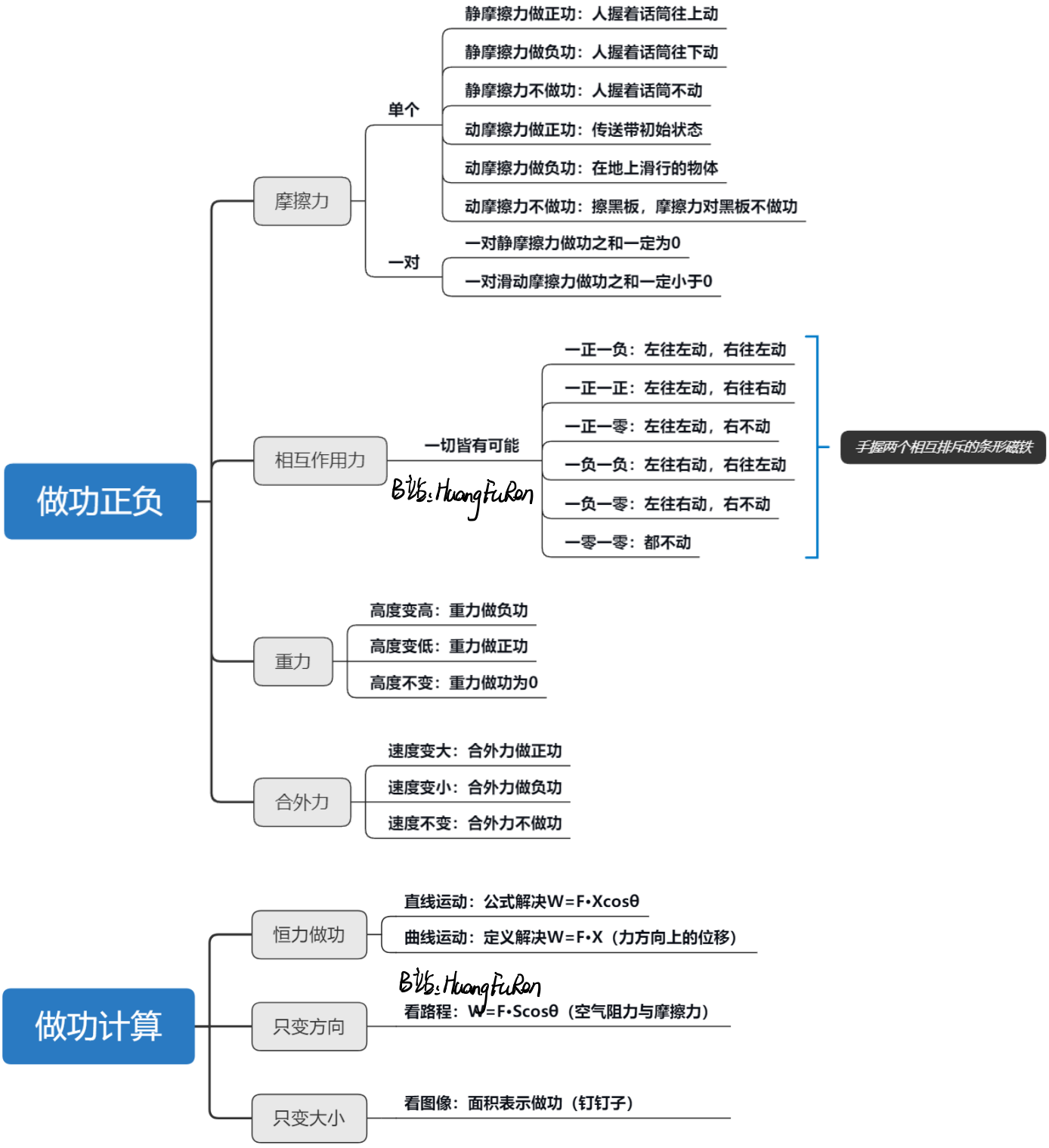


高效钉 8.

14．(2018 莲塘一中）用铁锤将一铁钉击入木块，设木块对铁钉的阻力与铁钉进入木块内的深度成正比，即 $F_f = kx$（其中 x 为铁钉进入木块的深度)，在铁锤击打第一次后，铁钉进入木块的深度为 d．

（1）求铁锤对铁钉做功的大小；

（2）若铁锤对铁钉每次做功都相等，求击打第二次时，铁钉还能进入的深度．


做功正负
摩擦力
单个
静摩擦力做正功：人握着话筒往上动
静摩擦力做负功：人握着话筒往下动
静摩擦力不做功：人握着话筒不动
动摩擦力做正功：传送带初始状态
动摩擦力做负功：在地上滑行的物体
动摩擦力不做功：擦黑板，摩擦力对黑板不做功
一对
一对静摩擦力做功之和一定为0
一对滑动摩擦力做功之和一定小于0
相互作用力
一切皆有可能
B站：HuangFuRon
一正一负：左往左动，右往左动
一正一正：左往左动，右往右动
一正一零：左往左动，右不动
一负一负：左往右动，右往左动
一负一零：左往右动，右不动
一零一零：都不动
手握两个相互排斥的条形磁铁
重力
高度变高：重力做负功
高度变低：重力做正功
高度不变：重力做功为0
合外力
速度变大：合外力做正功
速度变小：合外力做负功
速度不变：合外力不做功
做功计算
恒力做功
直线运动：公式解决W=F•Xcosθ
曲线运动：定义解决W=F•X（力方向上的位移）
只变方向
B站：HuangFuRon
看路程：W=F•Scosθ（空气阻力与摩擦力）
只变大小
看图像：面积表示做功（钉钉子）

功率

一、功率的定义

概念：

公式：　　单位：　　（标/矢）

常用公式：

1．(2018 秋•扬州期末）关于功率的概念，下列说法中正确的是（　　）

A．功率是描述力对物体做功多少的物理量

B．由 P=$\frac{W}{t}$可知，功率与时间成反比

C．某个力对物体做功越多，它的功率就一定大

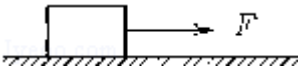
D．某个力对物体做功越快，它的功率就一定大

2．(2018 春•三明期末）如图所示，在光滑的水平面上，质量 m = 3kg 的物体，在水平拉力 F = 6N 的作用下，从静止开始运动，经过 3s 运动了 9m．求

（1）力 F 在 3s 内对物体所做的功；

（2）力 F 在 3s 内对物体做功的平均功率；

（3）在 3s 末，力 F 对物体做功的瞬时功率．



二、汽车启动的两种方式

1. 额定功率启动

分析运动状态：



解题思路

1．（2018 春•泉港区校级期末）汽车发动机的额定功率为 60kW，汽车质量为 5t，运动中所受阻力的大小恒为车重的 0.1 倍．（g 取 10m/s^2）求：

（1）若汽车以额定功率启动，汽车所能达到的最大速度是多少？

（2）当汽车速度达到 5m/s 时，加速度为多大？

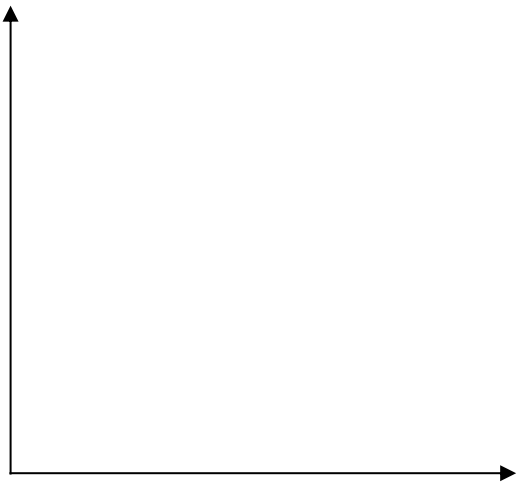
2．（2017 春•商丘期中）汽车发动机的额定功率为 30KW，质量为 2000kg，当汽车在水平路面上行驶时受到阻力为车重的 0.1 倍，

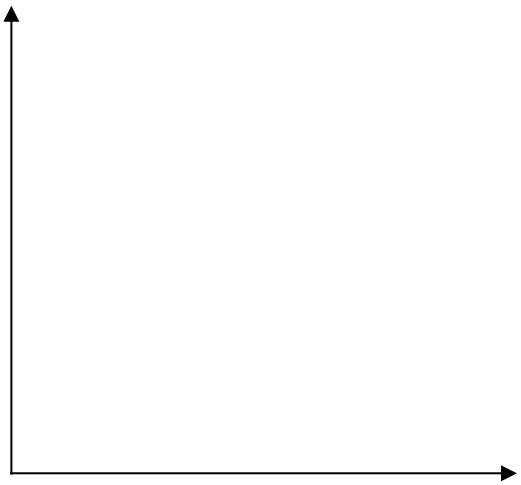
①汽车在路面上能达到的最大速度

②当汽车的速度达到 10m/s 时，加速度多大？．

2. 恒定加速度启动

分析运动状态：





解题思路

1．（2017 春•石泉县校级期末）一种氢气燃料的汽车，质量为 $m=2.0\times10^3kg$，发动机的额定输出功率为 80kW，行驶在平直公路上时所受阻力恒为车重的 0.1 倍．若汽车从静止开始先匀加速启动，加速度的大小为 $a=1.0m/s^2$．达到额定输出功率后，汽车保持功率不变又加速行驶了一段距离，直到获得最大速度后才匀速行驶．试求：

（1）汽车的最大行驶速度；

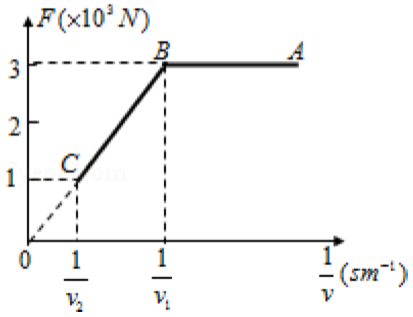
（2）汽车匀加速启动阶段结束时的速度；

（3）当速度为 5m/s 时，汽车牵引力的瞬时功率．

15．（2018 莲塘一中）一辆汽车质量为 1×10^3kg，最大功率为 2×10^4W，在水平路面由静止开始做直线运动，最大速度为 v_2，运动中汽车所受阻力恒定．发动机的最大牵引力为 3×10^3N，其行驶过程中牵引力 F 与车速的倒数 1/v 的关系如图所示．试求：

（1）v_2 的大小；

（2）保持匀加速运动的时间是多少；



动能定理

一、基础概念

动能：　　单位：　　（标/矢）

动能定理：

推导过程：

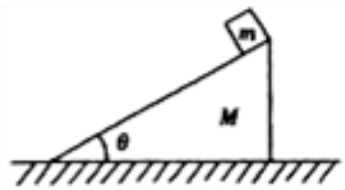
注意事项：

解题的语言描述：

二、动能定理的模型

1.单段运动—直线

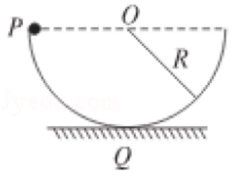
1.一质量为 2kg 的物块从倾角为 37°的光滑斜面静止下滑，斜面高为 1.8m，求落地的速度为多少?



9．（2018 秋•隆化县校级月考）如图所示，竖直平面内一半径为 R 的半圆型轨道，两边端点等高，一个质量为 m 的质点从左端点由静止开始下滑，滑到最低点时对轨道压力为 2mg，g 为重力加速度，则此下滑过程克服摩擦力做的功是（　　）

A．$\frac{1}{4}mgR$ B．$\frac{1}{2}mgR$

C．$\frac{\pi}{4}mgR$ D．$\frac{\pi}{2}mgR$

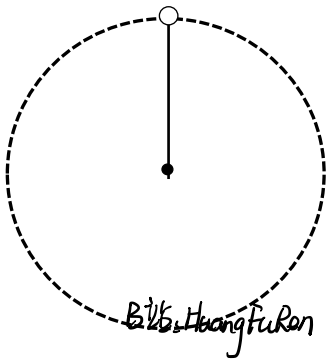


2.单段运动—圆周

1.如图所示一绳长为 2.5m 细绳系着一质量为 4kg 的小球，若小球恰好在竖直平面内做圆周运动（g 取 10m/s²）问:

（1）小球通过最低点的速度是多少?

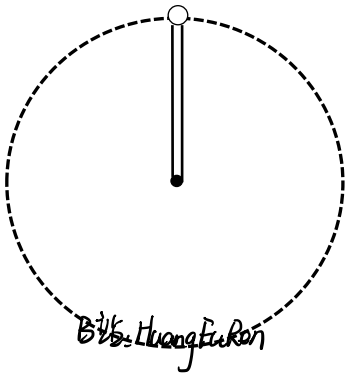
（2）通过最低点的拉力是多少?



1.如图所示一 3.6m 的杆子上有一质量为 4kg 的小球，若小球恰好在竖直平面内做圆周运动（g 取 10m/s²）问:

（1）小球通过最低点的速度是多少?

（2）通过最低点的拉力是多少?



含能量动能定理专题复习

一、回忆动能定理以及能量

动能定理（那句话）：

重力势能（不怎么遇到）：

弹性势能（能量里常见）：

机械能（常见）：

内能：

动能定理的思路：

二、动能定理

1．（2018•南通模拟）水平地面上的物块，在水平恒力 F 的作用下由静止开始运动一段距离 s，物块所受摩擦力的大小为 f，则物块在该过程中动能的增加量为（　　）

A．Fs　　B．fs　　C．（F - f）s　　D．（F+f）s

2．（2016 春•陕西校级期末）某运动员手臂长为 L，将质量为 m 的铅球水平推出，铅球出手的速度大小为 v_0，则该运动员对铅球所做的功是（　　）

A．$\frac{m(gL+v_0^2)}{2}$　　B．$mgL+\frac{1}{2}mv_0^2$

C．$\frac{1}{2}mv_0^2$　　D．$mgL+mv_0^2$

3．（2018 春•西城区校级期末）美国的 NBA 篮球赛非常精彩，吸引了众多观众．经常能看到这样的场面：在终场前 0.1s 的时候，运动员把球投出且准确命中，获得比赛的最后胜利．已知球的质量为 m，运动员将篮球投出，球出手时的高度为 h_1、动能为 E_k，篮筐距地面高度为 h_2．不计空气阻力．则篮球进筐时的动能为（　　）

A．$E_k+mgh_2 - mhg_1$

B．$E_k+mgh_1 - mhg_2$

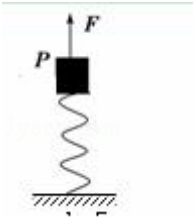
C．$mgh_2+mhg_1 - E_k$

D．$mgh_2 - mhg_1 - E_k$

4．（2018 秋•未央区校级期末）某人在高 h 处抛出一个质量为 m 的物体，不计空气阻力，物体落地时速度为 v，该人对物体所做的功为（　　）

A．mgh　B．$\frac{mv^2}{2}$　　C．$mgh+\frac{mv^2}{2}$　D．$\frac{mv^2}{2}-mgh$

5．(2018 秋•和平区校级月考）轻质弹簧竖直放在地面上，物块 P 的质量为 m，与弹簧连在一起保持静止。现用竖直向上的恒力 F 使 P 向上加速运动一小段距离 L 时，速度为 v，下列说法中正确的是（　　）



A．合外力做的功是 FL - mgL

B．重力做的功是 mgL

C．合外力做的功是$\frac{1}{2}mv^2$

D．弹簧弹力做的功是$mgL-\frac{1}{2}FL+\frac{1}{2}mv^2$

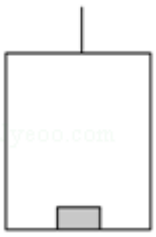
1．(2018 春•思明区校级月考) 质量为 m 的滑块沿高为 H，长为 L 的粗糙斜面恰能匀速滑下，在从斜面顶端下滑到底端过程中（　　）

A．重力对滑块所做的功等于 mgL

B．滑块克服阻力所作的功等于 mgH

C．合力对滑块所作的功为 mgH

6．(2018 秋•浏阳市校级月考）如图所示，电梯质量为 M，在它的水平地板上放置一质量为 m 的物体。电梯在钢索的拉力作用下竖直向上加速运动，当电梯的速度由 v_1 增加到 v_2 时，上升高度为 H，则在这个过程中，下列说法或表达式正确的是（　　）



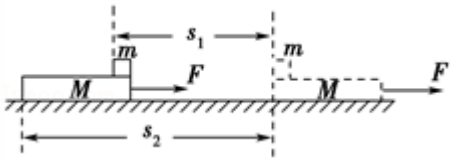
A．对物体，动能定理的表达式为 $W_N=\frac{1}{2}mv_2^2$，其中 W_N 为支持力的功

B．对物体，动能定理的表达式为 $W_{合}=0$，其中 $W_{合}$为合力的功

C．对物体，动能定理的表达式为 $W_N-mgH=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$

D．对电梯，其所受合力做功为$\frac{1}{2}Mv_2^2-\frac{1}{2}Mv_1^2-mgH$

1．(2018 春•江阴市期中）在光滑的水平面上，质量为 m 的小滑块停放在质量为 M、长度为 L 的静止的长木板的最右端，滑块和木板之间的动摩擦因数为 μ．现用一个大小为 F 的恒力作用在 M 上，当小滑块滑到木板的最左端时，滑块和木板的速度大小分别为 v_1、v_2，滑块和木板相对于地面的位移大小分别为 s_1、s_2，下列关系式错误的是（　　）



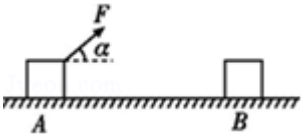
A．对 m　$\mu mgs_1=\frac{1}{2}mv_1^2$

B．对 M　$Fs_2-\mu mgs_2=\frac{1}{2}Mv_2^2$

C．对 m　$\mu mgL=\frac{1}{2}mv_1^2$

D．对整体 $Fs_2-\mu mgs_2+\mu mgs_1=\frac{1}{2}Mv_2^2+\frac{1}{2}mv_1^2$

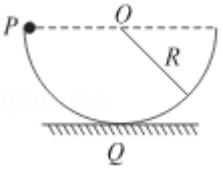
8．(2018 秋•吴兴区校级月考）质量为 m 的小物块，在与水平方向成 α 角的恒力 F 作用下，沿粗糙水平面运动，物块通过 A 点和 B 点的速度分别是 v_A 和 v_B，物块由 A 运动到 B 的过程中，所发生的位移是 l。设恒力 F 对物块做功为 W，以下说法中正确的是（　　）



A．$W=\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2$　B．W = Fl

C．W = Flcosα　　D．W = 0

9．(2018 秋•隆化县校级月考）如图所示，竖直平面内一半径为 R 的半圆型轨道，两边端点等高，一个质量为 m 的质点从左端点由静止开始下滑，滑到最低点时对轨道压力为 2mg，g 为重力加速度，则此下滑过程克服摩擦力做的功是（　　）



A．$\frac{1}{4}mgR$ B．$\frac{1}{2}mgR$

C．$\frac{\pi}{4}mgR$ D．$\frac{\pi}{2}mgR$

3.多段运动—直线（0v0）

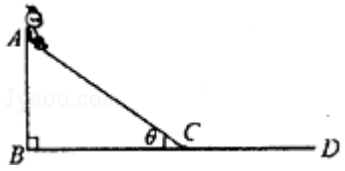
解题关键点：

如何选取初末状态

1．（2018 春•泉港区校级月考）民用航空客机的紧急出口打开时，会自动生成一个由气囊构成的斜面，模型简化如图所示．光滑斜面的竖直高度 AB＝3.2m，斜面长 AC＝4.0m，斜面与水平地面 CD 段间有一段小圆弧平滑连接．当物体由静止开始滑下，其与地面间的动摩擦因数均 μ＝0.5，不计空气阻力，g＝10m/s^2．求：

（1）人滑到斜面底端 C 时的速度大小；

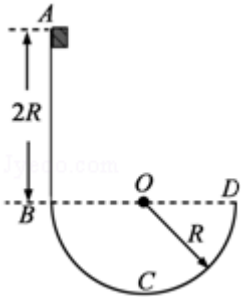
（2）人离开 C 点后还要在地面上滑行多远才能停下．



3．（2015 春•菏泽期末）如图所示，有一轨道 ABCD，其中 AB 沿竖直方向，BCD 为竖直面内的半圆轨道，且 BC 段粗糙，CD 段光滑，圆心在 O，半径为 R．B、O、D 在同一水平面上．一个质量为 m 的小物块，以初速度 $v_0=2\sqrt{gR}$从 A 点向下沿轨道运动，不计空气阻力，若物块通过轨道的最低点 C 时的速度为 $v_c=3\sqrt{gR}$，求：

（1）物块在 BC 段克服摩擦力做的功．

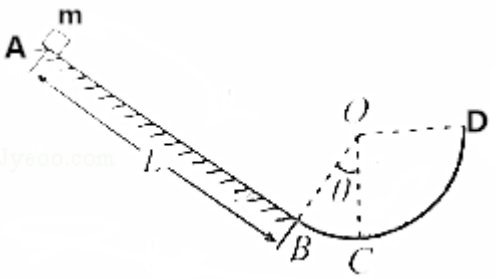
（2）物块离开 D 点后能上升的最大高度．



4.水平推力 F 的大小．7．如图所示，一粗糙斜面 AB 与光滑圆弧轨道 BCD 相切，O 为圆弧轨道的圆心，OD 处在同一水平面上，C 为圆弧轨道的最低点，圆弧 BC 所对圆心角 $\theta=37°$．已知斜面 AB 的长度为 L=2.0m，圆弧轨道半径为 R=0.5m．质量为 m=1kg 的小物块（可视为质点）从斜面顶端 A 点处由静止开始沿斜面下滑，从 B 点进入圆弧轨道运动并从轨道边缘 D 点竖直向上飞出，离开 D 点以后上升的最大高度为 h=0.4m，$\sin37°=0.6$，$\cos37°=0.8$，重力加速度 $g=10m/s^2$，空气阻力不计，求：

（1）物块第一次经 C 点时对圆弧轨道的压力；

（2）物块第一次返回斜面运动的最高点距 A 点的距离．

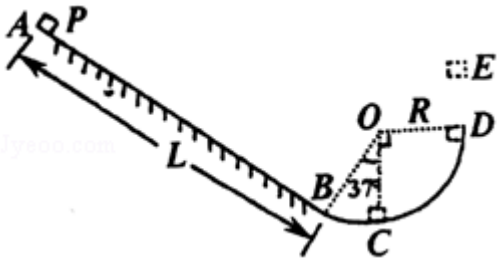


5.往返运动 教师里的计算能错误、有"置顶评论"

1．（2017 春•湖北期中）如图所示，粗糙的斜面 AB 下端与光滑的圆弧轨道 BCD 相切于 B，整个装置竖直放置，C 是最低点，圆心角∠BOC 为 θ＝37°，D 与圆心 O 等高，圆弧轨道半径 R＝1.0m，斜面长 L＝4.0m，现有一个质量 m＝1.0kg 的小物体 P 从斜面 AB 上端 A 点无初速下滑，物体 P 与斜面 AB 之间的动摩擦因数为 μ＝0.25，g 取 10m/s^2．求：

（1）物体 P 从空中又返回到圆轨道和斜面，做往复运动，在整个过程中，物体 P 对轨道上 C 点的最小压力是多大?

（2）物体 P 从空中又返回到圆轨道和斜面，做往复运动，在整个过程中，物体在 AB 上运动的路程是多少?

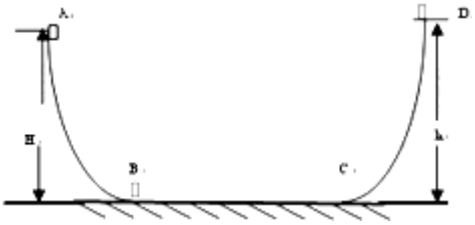


2．（2014 秋•珠海校级月考）如图，ABCD 为一竖直平面的轨道，其中 BC 水平，A 点比 BC 高出 10 米，BC 长 1 米，AB 和 CD 轨道光滑．一质量为 1 千克的物体，从 A 点以 4 米/秒的速度开始运动，经过 BC 后滑到高出 C 点 10.3m 的 D 点速度为零．求：（g＝10m/s^2）

（1）物体与 BC 轨道的滑动摩擦系数．

（2）物体第 5 次经过 B 点时的速度．

（3）物体最后停止的位置（距 B 点）．



动能定理（特殊+选择）

一、无法看成质点的动能定理

解题方法：

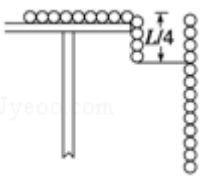
1. 画出初-末状态图

2. 对比图像找出变化的部分物体

3. 找出变化部分物体的质心变化列动能定理

1．质量为 m 的均匀链条长为 L，开始放在光滑的水平桌面上时，有$\frac{1}{4}$的长度悬在桌边缘，如图所示，松手后，链条滑离桌面，问：从开始到链条刚滑离桌面过程中重力做了多少功（　　）

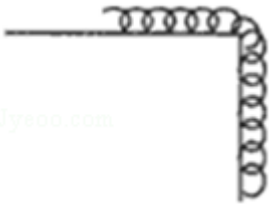
A．$\frac{3}{4}$mgL　　**B．**$\frac{3}{8}$mgL　　**C．**$\frac{15}{32}$mgL　　**D．**$\frac{9}{16}$mgL



2．（2018 春•平罗县校级期末）如图所示，质量为 m 的均匀链条长为 L，水平面光滑，$\frac{L}{2}$垂在桌面下，将链条由静止释放，设桌面的高度大于 L，则链条全部滑离桌面时（　　）

A．其动能为$\frac{1}{2}mgL$　　**B．**其速度为$\frac{\sqrt{3gL}}{2}$

C．其速度为$\frac{\sqrt{5gL}}{2}$　　**D．**重力做功为$\frac{3}{8}mgL$



3．动定选择-摩擦力做功特点

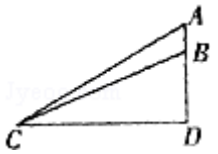
前提：

特点：斜面摩擦力·斜面距离=水平面摩擦力·水平距离

1．(2018 春·东安区校级期末）所图所示，质量相同的物体分别自斜面 AC 和 BC 的顶端由静止开始下滑，物体与两斜面间的动摩擦因数相同，物体滑至斜面底部 C 点时的动能分别为 E_{KA} 和 E_{KB}，在滑行过程中克服摩擦力所做的功分别为 W_A 和 W_B，则有（　　）

A．$E_{KA}=E_{KB}$，$W_A>W_B$　　**B．**$E_{KA}<E_{KB}$，$W_A>W_B$

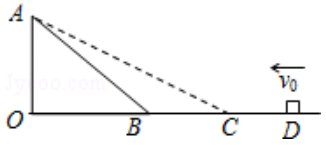
C．$E_{KA}>E_{KB}$，$W_A=W_B$　　**D．**$E_{KA}>E_{KB}$，$W_A<W_B$



2．(2017 秋·南开区校级期末）如图所示，DO 是水平面，AB 是斜面，初速度为 v_0 的物体从 D 点出发沿 DBA 滑动到顶点 A 时速度刚好为零；如果斜面改为 AC，让该物体从 D 点出发沿 DCA 滑动到 A 点且速度刚好为零，则物体具有的初速度（已知物体与接触面之间的动摩擦因数处处相同且不为零）（　　）

A．大于 v_0　　**B．**等于 v_0

C．小于 v_0　　**D．**取决于斜面的倾角



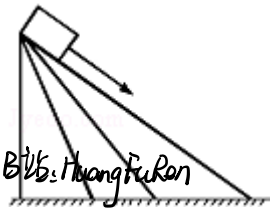
3．(2018 春·东胜区校级期末）一木块沿着高度相同、倾角不同的三个斜面由顶端静止滑下（如图所示）若木块与各斜面间的动摩擦因数都相同，则滑到底端时的动能大小关系是（　　）

A．倾角大的动能最大

B．倾角小的动能最大

C．倾角等于 45°的动能最大

D．三者的动能一样大



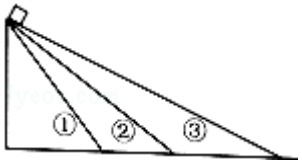
4．(2016 春·湖州期末）如图所示，小物块从静止开始分别由同一位置沿动摩擦因数相同但倾角不同的 3 个斜面下滑．下列表述正确的是（　　）

A．沿斜面①下滑至底端时的速度最大

B．沿斜面②下滑至底端时的速度最大

C．沿斜面③下滑至底端时的速度最大

D．沿三个斜面下滑至底端时的速度一样大



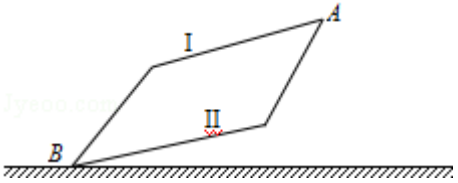
17．(2015·株洲一模）如图，竖直平面内的轨道 I 和II都由两段细直杆连接而成，两轨道长度相等．用相同的水平恒力将穿在轨道最低点 B 的静止小球，分别沿 I 和II推至最高点 A，动能增量分别为$\triangle E_{k1}$、$\triangle E_{k2}$．假定球在经过轨道转折点前后速度大小不变，且球与 I、II轨道间的动摩擦因数相等，则（　　）

A．$\triangle E_{k1}=\triangle E_{k2}$

B．$\triangle E_{k1}<\triangle E_{k2}$

C．$\triangle E_{k1}>\triangle E_{k2}$

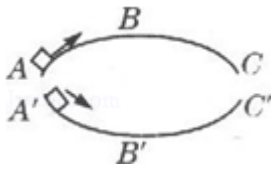
D．无法比较$\triangle E_{k1}$、$\triangle E_{k2}$的大小



11．（2017•红桥区模拟）如图所示，上凸桥 ABC 和凹桥 A′B′C′由相同材料制成，轨道半径和粗糙程度相同，有一小物体前后两次以相同的初速率经两桥面到 C 和 C′，若路程相同．则到达 C 的速度 v 和到达 C′的速度 v′相比较有（　　）

A．v = v′　　B．v > v′

C．v < v′　　D．无法确定



12．（2016 秋•原州区校级月考）如图所示，一物块以 3m/s 的初速度从曲面 A 点下滑，运动到 B 点速度仍为 3m/s．若物体以 2m/s 的初速度仍由 A 点下滑，则它运动到 B 点时的速度（　　）

A．小于 2 m/s　　B．等于 2 m/s

C．大于 2 m/s　　D．无法确定速度范围



功能关系

一、能量的分类（高中物理）

势能：

动能：

内能：

二、重力势能:_____

1．基本概念

表达式：_____，其中 h 为_____，

比零势能面高为_____(正/负) 比零势能面低为_____(正/负)

重力势能与零势能面的选取_____(有关/无关) B站:Huangfukan

比较不同物体的重力势能大小时，物体的_____越高，重力势能越大

2．重力势能与功的关系

重力做功=_____

重力做正功，重力势能_____

重力做负功，重力势能_____

三、动能:_____

1．基本概念

表达式：_____

2．动能与功的关系

_____做功=_____

做正功，动能_____

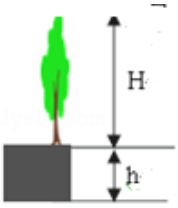
做负功，动能_____

5.能量—重力势能

重力势能：

功与能量的关系：

1．(2018 秋•沂水县期末）如图所示，质量为 m 的苹果，从距地面高度为 H 的树上由静止开始落下，树下有一深度为 h 的坑．若以地面为零势能参考平面，则苹果落到坑底时的重力势能为（　　）



A． - mgh

B． mgH

C． - mg（H+h）

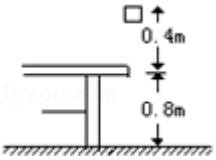
D． mg（H+h）

2．(2016 春•三亚月考）如图所示，桌面距地面 0.8m，一物体质量为 2kg，放在距桌面 0.4m 的支架上．(g 取 10m/s²)

（1）以地面为零势能位置，计算物体具有的势能，并计算物体由支架下落到桌面过程中，势能减少多少?

（2）以桌面为零势能位置，计算物体具有的势能，并计算物体由支架下落到桌面过程中，势能减少多少?

B站:HuangFuRen



3．(2018 秋•徽州区校级月考）下列说法中正确的是（　　）

A． 重力做正功，重力势能增加

B． 重力做负功，重力势能增加

C． 物体上升过程的路径越长，重力做功就越多

D． 重力势能的改变与零势能点选择有关

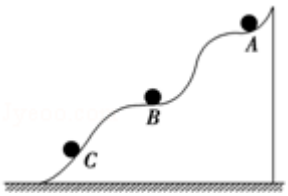
4．(2016 春•龙海市校级期中）如图所示，一小球贴着光滑曲面自由滑下，依次经过 A、B、C 三点．以下表述错误的是（　　）

A． 若以地面为参考平面，小球在 B 点的重力势能比 C 点大

B． 若以 A 点所在的水平面为参考平面，小球在 B 点的重力势能比 C 点小

C． 若以 B 点所在的水平面为参考平面，小球在 C 点的重力势能小于零

D． 无论以何处水平面为参考平面，小球在 B 点的重力势能均比 C 点大



四、弹性势能:_____

1．基本概念

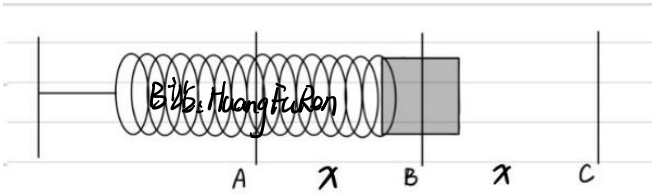
表达式：_____，(高中不学，高考不认)

2．弹性势能的大小关系(同一根弹簧)

形变量越大，弹性势能_____

形变量越小，弹性势能_____

形变：



3．弹性势能与功的关系

例题如图所示，物体固定在弹簧的一端移动，B 为原长

B->A，弹力做_____功，形变量_____，弹性势能_____

B->C，弹力做_____功，形变量_____，弹性势能_____

A->B，弹力做_____功，形变量_____，弹性势能_____

A->C，弹力做功=

结论:

弹力做正功，弹簧弹力_____

弹力做负功，弹簧弹力_____

弹簧弹力做功=_____

做题:

将能量变为功带入动能定理（算出弹性势能的变化量，转为弹力做功）

五、内能(热能)

1．基本概念

表达式：_____

2．内能与功的关系

六、机械能:_____

1．基本概念

表达式：_____

单个物体：

单个物体+弹簧的系统：

多个物体：

2．机械能守恒的条件

本质：_____

单个物体：_____

单个物体+弹簧的系统：_____

多个物体：_____

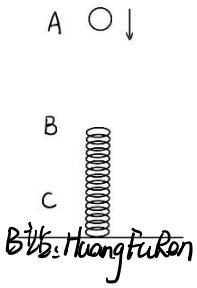
3．机械能与做功的关系

_____做功=机械能的变化量

做正功，机械能_____

做负功，机械能_____

例题：如图小球从 A 静止下落到 C 停止



研究对象：小球 A->B 机械能_____

研究对象：小球 B->C 机械能_____

研究对象：小球+弹簧 A->B 系统机械能_____

研究对象：小球+弹簧 B->C 系统机械能_____

总结：

负相关功能关系

重力势能：

弹性势能：

正相关功能关系

动能：

机械能：

特殊

内能：

1．（2018 春•南关区校级期末）在下列情况下机械能守恒的有（　　）

A．在空气中匀速下落的降落伞

B．在竖直面做匀速圆周运动的物体

C．做自由落体运动的物体

D．沿斜面匀速下滑的物体

2．（2018 春•兴宁区校级期末）下列运动的物体中，机械能守恒的是（　　）

A．水平抛出去的物体（空气阻力不能忽略）

B．被匀速吊起的集装箱

C．物体以 g 的加速度竖直向上做加速运动

D．光滑固定曲面上自由运动的物体

3．（2018 春•温州期末）一个人乘坐电梯上 15 楼，电梯上升的过程中可看成先加速后匀速再减速的直线运动，最后静止在 15 楼，则下列说法正确的（　　）

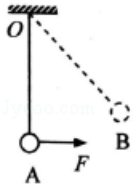
A．电梯加速上升的过程中，人对电梯的作用力大于自身的重力

B．电梯在减速上升的过程中，人处于超重状态

C．电梯在匀速上升的过程中，人的机械能守恒

D．电梯在加速上升的过程中，人所受的合外力做功等于人的机械能的变化

4．（2019•金山区一模）如图，固定于 O 点的细线下端系一小球，不计空气阻力，在水平拉力 F 作用下，小球以恒定速率在竖直平面内由 A 点往 B 点运动，此过程中小球（　　）



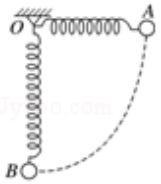
A．所受合力为零

B．所受水平拉力还渐变小

C．机械能守恒

D．克服重力做功的功率还渐变大

5．（2018 秋•建瓯市校级月考）如图所示，一轻弹簧一端固定在 O 点，另一端系一小球，将小球从与悬点 O 在同一水平面且使弹簧保持原长的 A 点无初速度地释放，让小球自由摆下，不计空气阻力，在小球由 A 点摆向最低点 B 的过程中，下列说法中正确的是（　　）



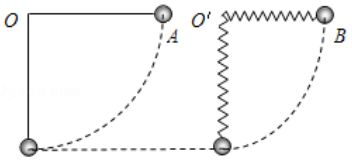
A．小球的机械能守恒

B．小球的机械能增大

C．小球的重力势能与弹簧的弹性势能之和不变

D．小球与弹簧组成的系统机械能守恒

6．（2018 春•梅河口市校级期中）如图所示，分别用质量不计不能伸长的细线与弹簧分别吊质量相同的小球 A、B，将两球拉开使细线与弹簧都在水平方向上，且高度相同，而后由静止放开 A、B 两球，两球在运动中空气阻力不计，到最低点时两球在同一水平面上，则两球在最低点时的速度（　　）



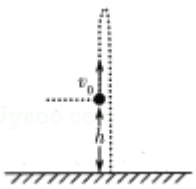
A．A、B 球的速度大小相等

B．A 球的速度大

C．B 球的速度大

D．无法判定

7．（2018 秋•潍坊期末）如图所示，质量为 0.2kg 的物体，以 2m/s 的初速度从离地面高 1m 处竖直向上抛出最后物体落至水平地面上。以抛出点所在平面为零势能面，g＝10m/s^2，不计空气阻力，则（　　）



A．整个过程中重力对物体做的功为 2J

B．物体落至地面时的重力势能为 0

C．物体落至地面时的动能为 2.4J

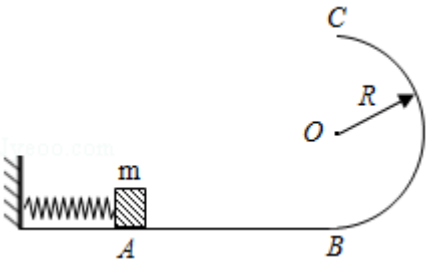
D．物体落至地面时的机械能为 2.4J

三、弹簧-动能定理

演示：

1．（2018 春•抚顺期末）如图所示，光滑水平面 AB 与竖直面内光滑的半圆形导轨在 B 点衔接，导轨半径为 R，一个质量为 m 的静止物块在 A 处压缩弹簧，释放物块后在弹力作用下获得一向右速度，当它经过 B 点进入导轨达到最高点 C 时，对轨道的弹力大小恰好等于其重力。已知重力加速度为 g。求：

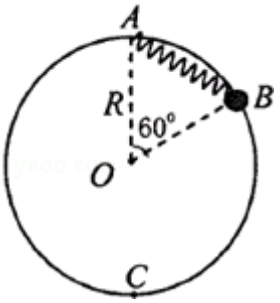
（1）释放物块前弹簧储存了多大的弹性势能？



2．（2013 春•厦门期末）一个质量 m＝0.20kg 的小球系于轻质弹簧的一端，且套在光滑竖立的圆环上的 B 点，弹簧的上端固定于环的最高点 A，环的半径 R＝0.50m，弹簧的原长 L_0＝0.50m，劲度系数为 4.8N/m，如图所示．若小球从图中所示位置 B 点由静止开始滑到最低点 C 时，弹簧的弹性势能 E_P＝0.60J．取重力加速度 g＝l0m/s^2，求：

（1）小球到 C 点时的速度 v_c的大小．

（2）小球在 C 点时环对它的作用力大小和方向．



四、机械能-动能定理

演示：

1．(2015 春•通州区期中）一个小球从空中的 a 点运动到 b 点的过程中，重力做功 5J，除重力之外其它力做功 2J．则小球（　　）

A．a 点的重力势能比在 b 点少 5J

B．在 a 点的动能比在 b 点多 7J

C．在 a 点的机械能比在 b 点少 2J

D．在 a 点的机械能比在 b 点多 2J

2．(2018 春•百色期末）某物体从地面以 30J 的初动能竖直上抛，上升 h 高度到 P 点的过程，物体克服重力做功 20J，物体克服空气阻力做功 5J，下列说法正确的是（　　）

A．物体在 P 点的动能为 15J

B．上升到 P 点过程物体的机械能减少 5J

C．上升至 P 点过程物体重力势能增加 25J

3．(2018 春•柳林县期末）将物体以 60J 的初动能竖直向上抛出，当它上升至最高点时，机械能损失 10J，若空气阻力大小不变，那么物体落回抛出点的动能为（　　）

A．60J　B．50J　C．40J　D．30 J

4．(2014 秋•东乡县校级期中) 质量为 2kg 的物体从静止开始，以 8m/s^2 的加速度竖直向下匀加速运动了 5m 的距离．g 取 10m/s^2，在这一过程中（　　）

A．物体的动能增加了 160J

B．物体的重力势能增加了 100J

C．物体的机械能增加了 20J

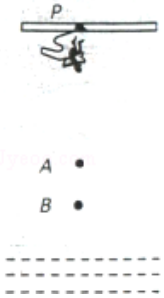
D．合外力对物体做功 80J

5．(2019•沛县学业考试）人站在 h 高处的平台上，水平抛出一个质量为 m 的物体，物体落地时的速度为 v，以地面为重力势能的零点，不计空气阻力，则有（　　）

A．人对小球做的功是$\frac{1}{2}mv^2$　　B．人对小球做的功是$\frac{1}{2}mv^2+mgh$

C．小球落地时的机械能是$\frac{1}{2}mv^2$　　D．小球落地时的机械能是$\frac{1}{2}mv^2+mgh$

6．(2015 秋•金华期末）蹦极是一项既惊险又刺激的运动，深受年轻人的喜爱．如图所示，蹦极者从 P 点静止跳下，到达 A 处时弹性绳刚好伸直，继续下降到最低点 B 处，B 离水面还有数米距离．蹦极者在其下降的整个过程中，重力势能的减少量为$\triangle E_1$、绳的弹性势能增加量为$\triangle E_2$、克服空气阻力做功为 W，则下列说法正确的是（　　）



A．蹦极者从 P 到 A 的运动过程中，机械能守恒

B．蹦极者与绳组成的系统从 A 到 B 的过程中，机械能守恒

C．$\triangle E_1 = W+\triangle E_2$

D．$\triangle E_1+\triangle E_2 = W$

三、能量守恒定律（多物体动能定理）

使用前提：无外部干扰，系统自发运动，如释放小球，小球下落

规定：选取整个运动中达到的最低点为零势能面

列三个式子：缺一不可

1.能量守恒定律表达式：

$E_{初}=E_{末}$ （初始能量=最终能量）

2.关联速度表达式

旋转关联：$v=rw$ （角速度相同）

绳、杆关联：1.找到实际运动（合运动） 2.绳、杆方向建系分解合运动 3.根据沿绳、杆速度大小相等列等式

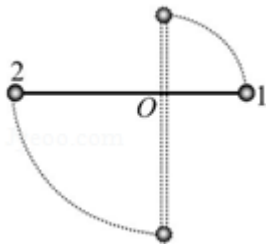
3.单个物体动能定理表达式

$W_1+W_2+W_3+...=\Delta E_K$

例题演示：（2016 春•献县校级月考）长 L 的轻杆两端分别固定有质量为 m 的小铁球，杆的三等分点 O 处有光滑的水平转动轴．用手将该装置固定在杆恰好水平的位置，然后由静止释放，当杆到达竖直位置时

（1）求 2 的速度是多少?

取：



1.能量守恒定律表达式

2.关联速度表达式

（2）杆子对 1，对 2 做的功分别是多少?

3.单个物体动能定理表达式

对____从____到____做功的力_____,列动能定理：

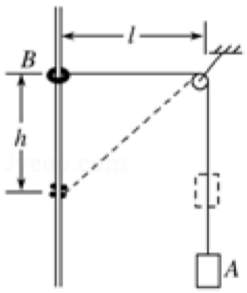
对____从____到____做功的力_____,列动能定理：

结论：

（3）此时杆子对 2 的力是多少?

对____，_____， _____,列牛二：

（2015 秋•衡水校级期中）如图所示，物体 A 的质量为 M = 50kg，物体 B 的质量为 m = 22kg，通过绳子连接在一起，物体 B 套在光滑的竖直杆上，开始时连接物体 B 的绳子处于水平，长度 l = 4m，现从静止释放物体 B，物体 B 下降 h = 3m 时的速度为（　　）（不计定滑轮和空气的阻力，取 g = 10m/s^2）



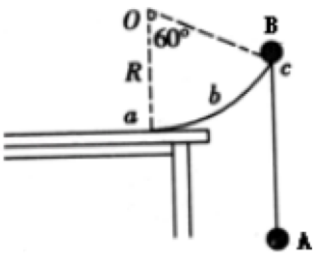
（2018 秋•红塔区校级月考）如图所示，圆心在 O 点，半径为 R 的圆弧轨道 abc 竖直固定在水平桌面上，Oc 与 Oa 的夹角为 60°，轨道最低点 a 与桌面相切。一段不可伸长的轻绳两端系着质量分别为 m 和 4m 的小球 A 和 B（均可视为质点），挂在圆弧轨道边缘 c 的两边，开始时，B 位于 c 点，从静止释放，设轻绳足够长，不计一切摩擦，则在 B 球由 c 下滑到 a 的过程中（　　）

A．当小球 B 经过 a 点时，A、B 速度大小之比为 tan60°

B．当小球 B 经过 a 点时，A、B 速度大小之比为 sin30°

C．小球 B 经过 a 点时的速度大小为$\sqrt{\frac{8}{19}gR}$

D．小球 B 经过 a 点时的速度大小为$\sqrt{\frac{8}{19gR}}$



一、冲量

定义：力在时间上的积累

表达式、公式、单位、矢标：

(脑子思想层面)明白：

1.冲量是否为 0

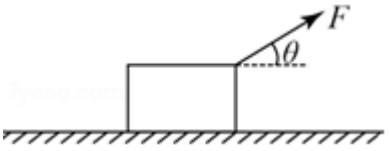
2.图像中的冲量

(动手操作层面)学会：

***1.冲量的计算(与功区分)**

****2.合冲量的计算(与功区分)**

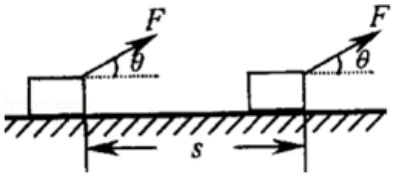
(多)1．(2017 秋•东城区校级期中）如图所示，一个物体在与水平方向成 θ 角的拉力 F 的作用下沿水平面匀速前进了时间 t，则（　　）



A．拉力对物体的冲量为 Ft　　B．拉力对物体的冲量为 Ftcosθ

C．拉力与摩擦力的功大小相同　　D．拉力与摩擦力的冲量大小相同

(多)2．(2017 春•钦北区期末）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（　　）



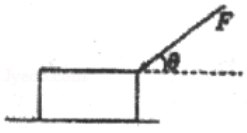
A．力 F 对物体做的功为 FS

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

3．(2018 秋•西城区校级期中）某物体 m 在推力 F 的作用下做匀速直线运动，经过时间 t 后（　　）



A．推力的冲量为零　　B．推力的冲量为 Ftcosθ

C．合力的冲量为 Ft　　D．重力的冲量为 mgt

4．(2016 秋•南岸区校级月考）竖直向上抛出一个物体，物体受到大小恒定的阻力 f，上升的时间为 t_1，上升的最大高度为 h，物体从最高点经过时间 t_2 落回抛出点。从抛出点到回到抛出点的过程中，阻力做的功为 W，阻力的冲量为 I，则下列表达式正确的是（　　）

A．W＝0　　$I=f\ (t_1+t_2)$

B．W＝0　　$I=f\ (t_2-t_1)$

C．W＝﹣2fh　　$I=f\ (t_1+t_2)$

D．W＝﹣2fh　　$I=f\ (t_2-t_1)$

二、动量

定义：指的是这个物体在它运动方向上保持运动的趋势。(来自百度)

表达式、公式、单位、矢标：

使用前规定：

(脑子思想层面）明白：

1.动量何时改变

2.类比动能何时改变

3.什么是动量变化率

(动手操作层面)学会：

****1.动量变化量的计算与方向的判断**

***2.动量与动能的转换计算**

1．(2018 春•抚州期末）下列关于动量的说法中，正确的是（　　）

A．物体的动量改变，其速度大小一定改变

B．物体的动量改变，其速度方向一定改变

C．物体运动速度的大小不变，其动量一定不变

D．物体的运动状态改变，其动量一定改变

(多)2．(2017 春•南阳月考）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

4．(2014 秋•蓟县期中）一个质量为 0.18kg 的垒球以 20m/s 的水平速度向右飞向球棒，被球棒打击后反向水平飞回，速度大小变为 40m/s，则这一过程动量的变化量为（　　）

A．大小 10.8kg m/s，方向向右

B．大小 10.8kg m/s，方向向左

C．大小 3.6kg m/s，方向向右

D．大小 3.6kg m/s，方向向左

三、动量定理

表达式：

规定： 初速度方向为正方向

(脑子思想层面) 明白：

***1. 何时使用动量定理**

***2.什么情况受力小(动量定理能够解释什么生活中的现象)**

(动手操作层面)学会：

***1.更简便的计算动量的变化**

****2.动量定理的语言描述解题**

3.与密度相关动量定理(另附)

1．(2019 春•思明区校级月考）轿车发生碰撞时关于安全气囊对驾驶员保护作用的说法正确的是（　　）

A．减小了驾驶员的动量变化量

B．减小了驾驶员受到撞击力的冲量

C．延长了撞击力的作用时间，从而减小了驾驶员受到的撞击力

D．延长了撞击力的作用时间，从而使得驾驶员的动量变化量更大

2．(2019 春•汪清县校级月考）从某高处落下一个鸡蛋，分别落到相同高度的棉絮上和水泥地上，下列结论正确的是（　　）

A．落到棉絮上的鸡蛋不易破碎，是因为它的动量变化小

B．落到水泥地上的鸡蛋易碎，是因为它受到的冲量大

C．落到棉絮上的鸡蛋不易破碎，是因为它的动量变化率大

D．落到水泥地上的鸡蛋易碎，是因为它的动量变化快

3．(2019•自贡模拟）校运会跳远比赛时在沙坑里填沙，这样做的目的是可以减小（　　）

A．人的触地时间　　B．人的动量变化率

C．人的动量变化量　　D．人受到的冲量

4．(2019 春•湖州期中）关于下列几种现象的描述正确的是（　　）

A．拳击手比赛时所带的拳套是为了增强击打效果

B．动量相同的两个物体受相同的制动力的作用，质量小的先停下来

C．汽车安全气囊的作用是在汽车发生剧烈碰撞时，使人更快的停下来

D．从越高的地方跳下，落地时越危险，是因为落地时人脚受到的冲量越大

5．（2017 春•钟祥市校级月考）将质量 m = 0.2kg 的小球以水平速度 v_0 = 3m/s 抛出，不计空气阻力，g 取 10m/s^2，求：

（1）抛出后 0.4s 内重力对小球的冲量。

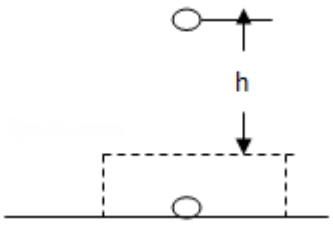
（2）抛出 0.4s 时小球的动量。

（3）抛出后 0.4s 内小球动量的变化。

6．（2018 秋•道里区校级期中）质量为 4kg 的物体，原来以 v = 5m/s 的速度做匀速直线运动，现受到跟运动方向相同的冲量 15N•s 的作用，历时 5s，物体的动量大小变为（　　）

A．80kg•m/s　B．95kg•m/s　C．35kg•m/s　D．20kg•m/s

7．（2017 秋•泉港区校级月考）质量为 m 的小球从高出沙坑表面 h 米处由静止自由下落，不考虑空气阻力，掉入沙坑后停止，如图所示，已知小球在沙坑中运动时间是 t，则小球在沙内受到沙的平均阻力多大?



8．（2018•江苏一模）质量为 0.2kg 的小球以 6m/s 的速度竖直向下落至水平地面，经 0.2s 后，再以 4m/s 的速度反向弹回。取竖直向上为正方向，g = 10m/s^2．求：

①小球与地面碰撞前后的动量变化；

②小球受到地面的平均作用力大小。

9．（2019 春•海安县校级月考）质量 m = 1kg 的小球从高 h_1 = 20m 处自由下落到软垫上，反弹后上升的最大高度 h_2 = 5m，小球与软垫接触的时间 t = 1s，不计空气阻力，g = 10m^2/s，以竖直向下为正方向，求：

（1）小球与软垫接触前后的动量改变量；

（2）接触过程中软垫对小球的平均作用力大小。

一、动量守恒定律-判定

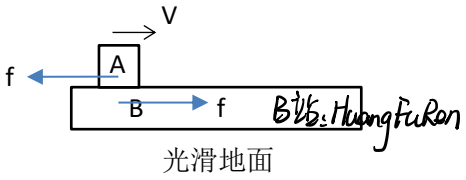
表达式：

推导过程：取向右为正方向

对 A: $-ft = m_A v'_A - m_A v_A$ .....①

对 B: $ft = m_B v'_B - m_B v_B$ .....②

联立①②得: $m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$



前提条件：*系统不受外力，或系统外力矢量合为零(教材定义)*

根本原因：系统间_____

衍生：2._____

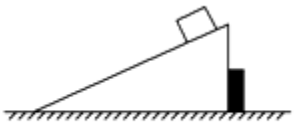
3._____

如何判断：

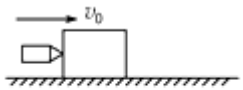
画出系统内所有物体受力分析->一对相互作用力可相互抵消->是否水平方向上不存在任何力->是否竖直方向 合 矢量和等于零

消消乐　　单一方向动量守恒　　系统动量守恒

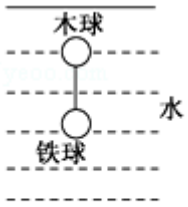
【练习】请判断下列图像是否动量守恒，若不是则是否满足单一方向动量守恒(说明方向)



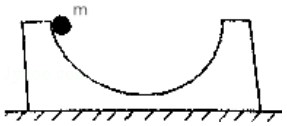
丁　木块沿光滑固定斜面由静止滑下的过程中

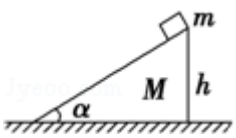


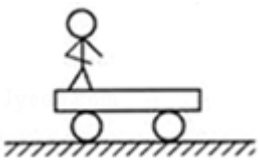
甲　在光滑水平面上，子弹射入木块的过程中

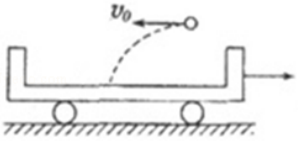


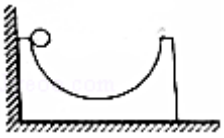
丙　两球匀速下降，细线断裂后，它们在水中运动的过程中











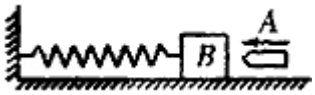
1．(2018 秋•泰安期末）如图所示的装置中，木块 B 与水平桌面间的接触是光滑的，子弹 A 沿水平方向射入木块后留在木块内，将弹簧压缩到最短，现将子弹、木块和弹簧合在一起作为研究对象（系统），则此系统在从子弹即将射入木块到弹簧压缩至最短的过程中（　　）

A．动量守恒，机械能守恒

B．动量不守恒，机械能不守恒

C．动量守恒，机械能不守恒

D．动量不守恒，机械能守恒



2．(2018 秋•西城区校级期中）如图所示，在光滑的水平面上有一辆平板车，人和车都处于静止状态。一个人站在车上用大锤敲打车的左端。在连续的敲打下，下列说法正确的是（　　）

A．车持续的向左运动

B．车持续的向右左运动

C．大锤、人和车组成的系统动量守恒

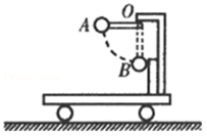
D．当大锤停止运动时，人和车也停止运动



3．(2019 春•东阳市校级月考）如图所示，具有一定质量的小球 A 固定在轻杆一端，另一端悬挂在小车支架的 O 点，用手将小球拉起使轻杆呈水平，在小车处于静止的情况下放手使小球摆下，在 B 处与固定在车上的油泥撞击后粘合在一起，则放手后小车的运动情况是（　　）

A．先向右运动，后静止　B．先向左运动，后静止

C．一直静止不动　　D．无法判定



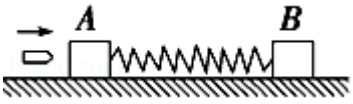
4．(2019 春•尖山区校级月考）一颗子弹水平射入置于光滑水平面上的木块 A 并立即留在其中，A、B 用一根弹性良好的轻质弹簧连在一起，如图所示。则在子弹打击木块 A 至弹簧第一次被压缩最短的过程中，对子弹、两木块和弹簧组成的系统（　　）

A．动量不守恒，机械能守恒

B．动量不守恒、机械能不守恒

C．动量守恒，机械能守恒

D．动量守恒，总动能减小



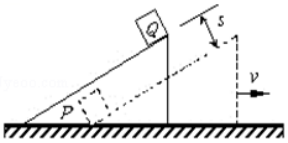
5．(2018 秋•顺义区校级期中）带有斜面的木块 P 原静止在光滑的水平桌面上，另一个小木块 Q 从 P 的顶端由静止开始沿光滑的斜面下滑。当 Q 滑到 P 的底部时，P 向右移动了一段距离，且具有水平向右的速度 v，如图所示。下面的说法中正确的是（　　）

A．P、Q 组成的系统的动量守恒

B．P、Q 组成的系统的机械能守恒

C．Q 减少的重力势能等于 P 增加的动能

D．P 对 Q 不做功



二、动量守恒定律-使用

列式带值计算 $m_Av_A+m_Bv_B=m_Av'_A+m_Bv'_B$ **注意规定正方向。**

【题型 1】基础计算

1．(2019 春•福州期中）一质量为 M 的航天器正以速度 v_0 在太空中飞行，某一时刻航天器接到加速的指令后，发动机瞬间向后喷出质量为 m 的气体，气体喷出时速度大小为 v_1，则喷出气体后航天器的速度大小 v_2 为（　　）

A．$\frac{Mv_0+mv_1}{M-m}$　　B．$\frac{Mv_0-mv_1}{M-m}$

C．$\frac{Mv_0+mv_1}{M}$　　D．$\frac{Mv_0-mv_1}{M}$

2．(2019 春•祁县校级期中）一颗手榴弹被投出后到达最高点时的速度为 $v_0=10m/s$，设它炸成两块后，质量为 0.4kg 的大块速度大小为 250m/s，方向与原来方向相反，若取 v_0 方向为正方向，则质量为 0.2kg 的小块速度为（　　）

A．530 m/s　　B．- 470m/s

C．470 m/s　　D．800 m/s

3．(2019 春•沙坪坝区校级月考）某同学质量为 60kg，在军事训练中，要求他从岸上以大小为 2m/s 的速度跳到一条向他缓缓飘来的小船上，然后去执行任务，小船的质量是 120kg，原来的速度大小是 0.5m/s，该同学上船后又跑了几步，最终停在船上，则（　　）

A．人和小船最终静止的水面上

B．船最终的速度是 0.5m/s

C．船的动量变化量大小为 20kg·m/s

D．该过程同学的动量变化量大小为 100kg·m/s

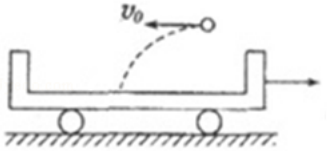
4．(2019 春•蒸湘区校级月考）甲、乙两名滑冰运动员沿同一直线相向运动，速度大小分别为 4m/s 和 1m/s，迎面碰撞后（正碰）甲、乙两人反向运动，速度大小均为 2m/s。则甲、乙两人质量之比为（　　）

A．2：1　　B．1：2

C．2：3　　D．3：2

【题型 2】隐藏条件—末状态共速

6．(2018 春•渝中区校级期末）如图所示，质量为 0.5kg 的小球在距离车底部一定高处以初速度 $v_0=15m/s$ 向左平抛，落在以 7.5m/s 速度沿光滑水平面向右匀速行驶的敞篷小车中，车底涂有一层油泥，车与油泥的总质量为 4kg，取 $g=10m/s^2$，则当小球与小车相对静止时，小车的速度大小是（　　）



A．4m/s　　B．5m/s

C．8.5m/s　　D．9.5m/s

三、动量守恒定律-能量-碰撞

一、基础概念

碰撞的特点:

碰撞的分类:

二、理解

碰撞能量损失如何理解: *将小球想象为弹性小球*

三、做题(弹性碰撞)

1.碰撞的隐藏条件

_____ m_1 m_2

_____

2.已知质量 m_1 的小球初速度为 v_1，质量 m_2 的小球初速度为 v_2，$v_1>v_2$，当两小球发生弹性碰撞时，则碰撞后速度分别是多少?

m_1 m_2

① **动量守恒:**_____

② **能量守恒:**_____

③ **移项 1:**_____

④ **移项 2:**_____

⑤ **得:**_____

联立①⑤得

【练习】已知质量为 1kg 速度为 9m/s 得小球与质量 2kg 速度为 3m/s 得小球发生弹性碰撞，求碰撞后的两小球速度大小与方向。

四、特殊类型弹性碰撞

1.如果 $v_2=0$（动撞静）



则 $v_1' =$ _____ $v_2' =$ _____

从中你要明白何时反弹： _____

思考，若 m2 质量无穷大的话

则 $v_1' =$ _____ $v_2' =$ _____

2.如果 $m_1=m_2$（速度交换）

则 $v_1' =$ _____ $v_2' =$ _____



五、完全非弹性碰撞

1.碰撞的隐藏条件

_____

2.已知质量 2kg 的小球初速度为 6m/s，质量 4kg 的小球初速度为 3m/s，当两小球发生完全非弹性碰撞时，则碰撞后速度是多少？损失的动能是多少？如果发生弹性碰撞，则碰撞后的速度是多少？

一、动量守恒-题目分类

1.弹性模型：除动能外，无任何能量生成或损失(初动能=末动能)----------动量守恒+动能守恒

动量守恒：$m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$

动能守恒：$\frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 = \frac{1}{2}m_A v'^2_A + \frac{1}{2}m_B v'^2_B$

得：$v'_A = 2v_{共} - v_A$　　$v'_B = 2v_{共} - v_B$

2.共速模型：两物体相对静止或者某方向相对静止(能量损失) ----------动量守恒+损失能量

动量守恒：$m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B)v_{共}$

能量损失：$E_{损}=\frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B)v_{共}^2$

损失去向：发热量、重力势能、弹性势能

3.爆炸模型：通过爆炸/重力做功的形式产生能量(能量增多)----------动量守恒+生成能量

动量守恒：$0=m_A v_A + m_B v_B$

增加能量：$E_{增}=\frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2$

能量来源：重力势能、弹性势能、化学能(爆炸)

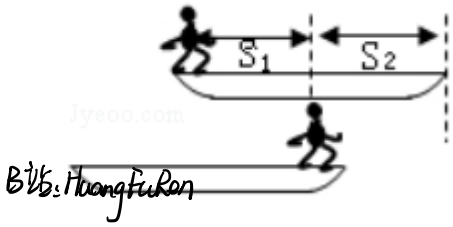
4.人船模型：初动量=0 的动量守恒----------动量守恒+初动量 0

动量守恒：$0 = m_{人}v_{人} + m_{船}v_{船}$

转换成位移：$m_{人}x_{人} = m_{船}x_{船}$

两个物体位移大小关系：$x_{人} + x_{船} = x_{相对}$ (位移取大小)

二、人船模型 *判定：_____*



一、应该列的式子

动量守恒： $0=m_{人}v_{人}+m_{船}v_{船}$

转换成位移： $m_{人}x_{人}=m_{船}x_{船}$

两个物体位移大小关系： $x_{人}+x_{船}=x_{相对}$

【如何寻找相对位移：将其中一物体假定不动，另一物体的位移就是相对位移】

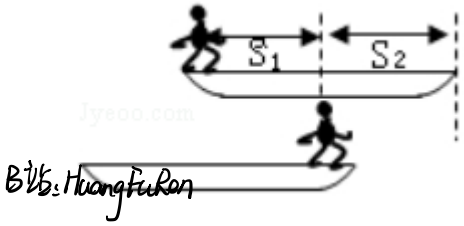
二、现象

人动船动，人停船停

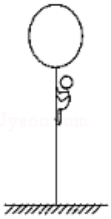
【例题】如图所示，长为 L，质量为 40kg 的小船停在静水中，一个质量为 60kg 的人站在船头，若不计水的阻力，当人从船头走到船尾的过程中人的位移 $s_1=6m$．求：

（1）船长 L；

（2）船的位移 s_2．



1．（2019 春•西夏区校级月考）如图所示，一个质量为 $m_1=50kg$ 的人抓在一只大气球下方，气球下面有一根长绳。气球和长绳的总质量为 $m_2=20kg$，长绳的下端刚好和水平面接触。当静止时人离地面的高度为 $h=10m$。如果这个人开始沿绳向下滑，当他滑到绳下端时，他离地面高度是（可以把人看做质点）（　　）

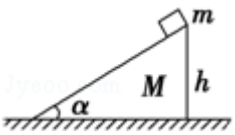


A．10m　　B．$\frac{50}{7}$ m

C．$\frac{20}{7}$ m　　D．0m

2．（2015 春•三明校级月考）如图所示，一个倾角为 α 的直角斜面体静置于光滑水平面上，斜面体质量为 M，顶端高度为 h．今有一质量为 m 的小物体，沿光滑斜面下滑，当小物体从斜面顶端自由下滑到底端时，斜面体在水平面上移动的距离是（　　）

A．$\frac{mh}{M+m}$　　B．$\frac{Mh}{M+m}$　　C．$\frac{mh\cot\alpha}{M+m}$　　D．$\frac{Mh\cot\alpha}{M+m}$



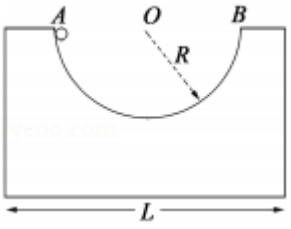
3．（2018 春•德州期末）一上边为半圆形光滑凹槽的物块静止放在光滑水平面上，其质量为 M，宽度为 L，半圆形凹槽部分的半径为 R．如图所示，现自凹槽左侧最高点 A 静止释放一质量为 m 的小球，对小球自释放至右侧最高点的过程，下列说法正确的是（　　）

A．物块初、末位置为同一位置

B．物块会向左发生一段位移，大小$\frac{mL}{M}$

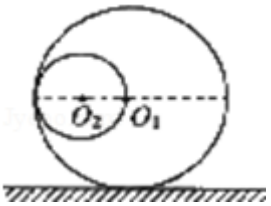
C．物块会向左发生一段位移，大小为$\frac{2mR}{M}$

D．物块会向左发生一段位移，大小为$\frac{2mR}{M+m}$



4．（2016 秋•鸡泽县校级期末）如图所示，质量为 m、半径为 R 的小球，放在半径为 2R、质量为 2m 的大空心球内．大球开始静止在光滑的水平面上．当小球从图示位置无初速度地沿大球内壁滚到最低点时，大球移动的距离为（　　）

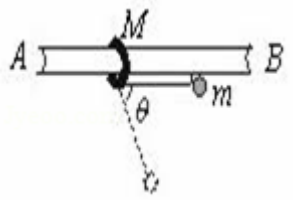
A．$\frac{R}{2}$　　B．$\frac{R}{3}$　　C．$\frac{R}{4}$　　D．$\frac{R}{6}$



5．（2017 春•道外区校级期中）如图所示，AB 为一光滑水平横杆，杆上套一质量为 M 的小圆环，环上系一长为 L 质量不计的细绳，绳的另一端拴一质量为 m 的小球，现将绳拉直，且与 AB 平行，由静止释放小球，则当线绳与 A B 成 θ 角时，圆环移动的距离 d 是（　　）

A．d=$\frac{ML(1-cos\theta)}{M+m}$　　B．d = mL（1 - cosθ）

C．d=$\frac{mL(1-cos\theta)}{M+m}$　　D．d=$\frac{mL(1-cos\theta)}{M}$



一、爆炸模型

爆炸模型：通过爆炸/重力做功的形式产生能量(能量增多)----------动量守恒+生成能量

动量守恒：$0=m_Av_A+m_Bv_B$

增加能量：$E_{增}=\frac{1}{2}m_Av_A^2+\frac{1}{2}m_Bv_B^2$

能量来源：重力势能、弹性势能、化学能(爆炸)

（2017 秋•岳阳县期末）有一个质量为 3m 的爆竹斜向上抛出，到达最高点时速度大小为 v_0、方向水平向东，在最高点爆炸成质量不等的两块，其中一块质量为 2m，速度大小为 v，方向水平向东，则另一块的速度是（　　）

A．$3v_0-v$　　B．$2v_0-3v$　　C．$3v_0-2v$　　D．$2v_0+v$

（2018 秋•莲湖区校级月考）如图所示，设质量为 M = 2kg 的炮弹运动到空中最高点时速度为 v_0，突然炸成两块，质量为 m = 0.5kg 的弹头以速度 v_1 = 100m/s 沿 v_0 的方向飞去，另一块以速度 v_2 = 20m/s 沿 v_0 的反方向飞去。求：

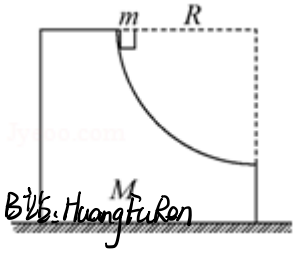
（1）v_0 的大小

（2）爆炸过程炮弹所增加的动能



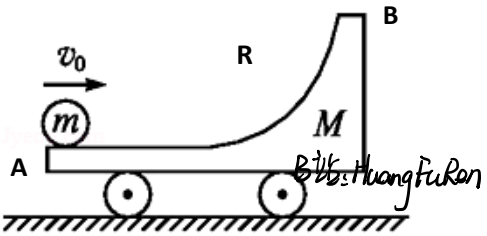
1．（2019 春•城关区校级月考）如图所示，半径为 R、质量为 M 的$\frac{1}{4}$光滑圆槽置于光滑的水平地面上，一个质量为 m 的小木块从槽的顶端由静止滑下．则木块从槽口滑出时的速度大小为（　　）

A．$\sqrt{2gR}$　B．$\sqrt{\frac{2gRM}{M+m}}$　C．$\sqrt{\frac{2gRm}{M+m}}$　D．$\sqrt{\frac{2gR(M-m)}{M}}$



三、凹槽模型 *判定：题目出现半圆形凹槽*

一、理论依据



二、做题问法及思路

当小球运动到 B(最高点)

1.小球即将做_____运动,此时小车的速度是多少?

小球相对小车往_____运动，所以_____方向上没有相对运动，所以_____

2.小球运动的最大高度是多少，请对 R 的取值进行分类讨论判断是否滑出最高点(已知 m=2kg，初速度 6m/s，M=4kg，R)

当小球运动回 A 时

1.数据同上，求此时 m，M 的速度分别是多少?

弹幕疑问"为什么最高点，动能不算也直接减的"

答：你都叫最高点了，竖直U候口吗？

2.m 即将脱离凹槽做何种运动？向右平抛，向左平抛，自由落体。

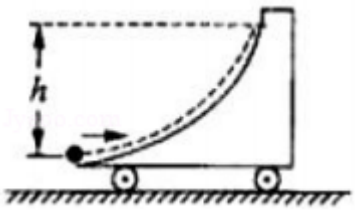
2．(2018 秋•南岗区校级期末）如图所示，在光滑的水平面上静止放着装有一条光滑弧形轨道的小车，小车的质量为 1kg 一质量为 0.5kg 的小球以 3m/s 的速度沿弧形轨道水平方向射入，小球沿弧形轨道上升至 h 高处后，再沿轨道下滑脱离小车（g = 10m/s^2），则（　　）

A．h = 45cm

B．小球上升至 h 处的速度为 0

C．脱离时小球的速度大小为 3m/s

D．脱离时小车的速度大小为 2m/s



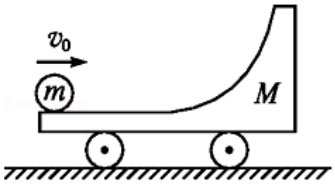
3．(2017 春•深州市校级期末）带有$\frac{1}{4}$光滑圆弧轨道、质量为 m 的滑车静止置于光滑水平面上，如图所示．一质量也为 m 的小球以速度 v_0 水平冲上滑车，当小球上滑再返回，并脱离滑车时，以下说法正确的是（　　）

A．整个过程，小球和滑车组成的系统动量守恒

B．脱离滑车后小球可能沿水平方向向左做平抛运动

C．脱离滑车后小球一定做自由落体运动

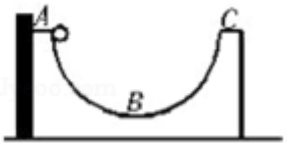
D．脱离滑车后小球可能水平向右做平抛运动



4．(2018 秋•红岗区校级月考）如图所示，质量为 m 的槽体放在光滑水平面上，内有半径为 R 的半圆形轨道，其左端紧靠一个固定在地面上的挡板。质量为 m 的小球从 A 点由静止释放，若槽内光滑，求小球上升(距离 B 点)的最大高度（　　）

A．$\frac{R}{2}$　　B．R

C．$\frac{R}{3}$　　D．$\frac{R}{4}$



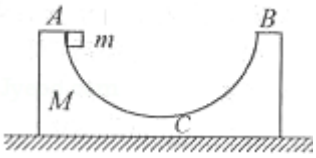
5．(2018 秋•惠城区校级月考）如图所示，在光滑的水平面上有一静止的物体 M，物体上有一光滑的半圆弧轨道，最低点为 C，A、B 为同一水平直径上的两点，现让小滑块 m 从 A 点由静止下滑，则（　　）

A．m 到达 M 上的 B 点时 m 的速度不为零

B．m 从 A 到 C 的过程中 M 向左运动，m 从 C 到 B 的过程中 M 向右运动

C．若 m 由 A 点正上方 h 高处自由下落，则由 B 点飞出时做竖直上抛运动

D．M 与 m 组成的系统机械能守恒，动量守恒



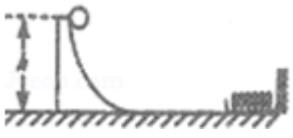
6．(2017•一模拟）如图所示，弹簧的一端固定在竖直墙上，质量为 M 的光滑弧形槽静止在光滑水平面上，底部与水平面平滑连接，一个质量为 m（m < M）的小球从槽高 h 处开始自由下滑，下列说法正确的是（　　）

A．在以后的运动过程中，小球和槽的水平方向动量始终守恒

B．在下滑过程中小球和槽之间的相互作用力始终不做功

C．全过程小球和槽、弹簧所组成的系统机械能守恒，且水平方向动量守恒

D．被弹簧反弹后，小球和槽的机械能守恒，但小球不能回到槽高 h 处



二、凹槽中的各类模型

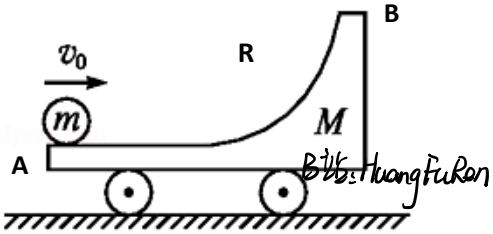
一、出发点为 A

A 运动到 B(最高点)，本质：_____模型

速度：小球/小车的速度是多少

动量守恒：$m_Av_A+m_Bv_B=(m_A+m_B)v_{共}$

能量：高度多高



动量守恒：$m_Av_A+m_Bv_B=(m_A+m_B)v_{共}$

能量损失：$mgh=\frac{1}{2}m_Av_A^2+\frac{1}{2}m_Bv_B^2-\frac{1}{2}(m_A+m_B)v_{共}^2$

功能：做功

动能定理：$w_{球}=\frac{1}{2}mv_t^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

A 运动经过 B 点回到 A，本质: _____模型

速度：小球/小车的速度是多少

动量守恒：$m_Av_A+m_Bv_B=m_Av'_A+m_Bv'_B$

动能守恒：$\frac{1}{2}m_Av_A^2+\frac{1}{2}m_Bv_B^2=\frac{1}{2}m_Av'^2_A+\frac{1}{2}m_Bv'^2_B$

得：$v'_A=2v_{共}-v_A \qquad v'_B=2v_{共}-v_B$

功能：做功

动能定理：$w_{球}=\frac{1}{2}mv_t^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

发热量：若上表面粗糙，动能不守恒，损失的能量变成发热量。

动量守恒：$m_Av_A+m_Bv_B=m_Av'_A+m_Bv'_B$

能量损失：$E_{损}=\frac{1}{2}m_Av_A^2+\frac{1}{2}m_Bv_B^2-\frac{1}{2}m_Av'^2_A-\frac{1}{2}m_Bv'^2_B$

二、出发点为 B

B 运动到 A 点，本质：_____模型

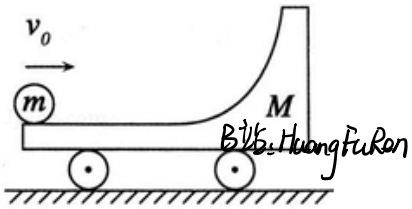
速度：小球/小车的速度是多少

动量守恒：$0=m_Av_A+m_Bv_B$

增加能量：$E_{增}=\frac{1}{2}m_Av_A^2+\frac{1}{2}m_Bv_B^2$

位移：小球/小车的位移是多少

1．带有$\frac{1}{4}$光滑圆弧轨道、质量为 M=4kg 的滑车静止置于光滑水平面上，如图所示，一质量为 m=2kg 的小球以速度 v_0=6m/s 水平冲上滑车，恰好到达圆弧的最高点，小球又返回车的左端。水平轨道光滑，求



(1)圆弧的半径 R

(2)小球对小车做的功

(3)回到左端时小球和车的速度分别是多少

(4)若出发点是圆弧的顶端，则滑到最左端时小球和车的速度分别是多少

(5)若出发点是圆弧的顶端，水平轨道 2m，则滑到最左端时小球和车的位移分别是多少

(6)若水平轨道粗糙长度为 2m，出发点为最左端，发现回到原点时小球做自由落体运动，求摩擦因数是多少

三、碰撞中的可能值(速度、能量、动量)

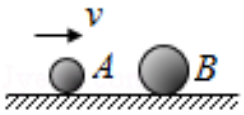
【这种题目一定需要慢慢算，没有捷径，难度不高，就是每个选项都要计算是否满足限制条件】

一定存在的约束：

1. 碰撞后如果速度方向相同 $v_{前} \geq v_{后}$ (后面物体不可能会穿过前面物体)
2. 碰撞后后方物体必须先减速 B站：HuangFuRan
3. 末状态动能≤初状态动能(碰撞无能量凭空产生)

一、速度的可能取值(简单)

速度范围为[_____~~_____] 可以取等号



二、损失的能量的可能取值（简单）

损失能量范围为[_____~~_____]可以取等号

三、动量的变化可能取值（中等）

一定存在的约束： *两物体动量变化量相加为 0 即动量守恒(A+2 则 B 必须-2)*

若 m 未知，由于质量未知所以可能存在最极端情况，前方物体质量无穷大，在后方物体碰撞后反弹，只能无限接近不能取等号。

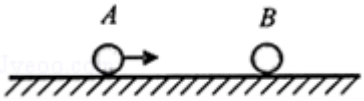
后方物体动量变化范围为(0【不碰撞】~-2P【原速度反弹】）不能取等号，此 P 为后方物体初动量

又因为动量守恒所以：前方物体动量变化范围为(0~2P)此 P 为后方物体初动量

若 m 已知，则本质是第一种求速度范围，而不是第三类

1．(2017 秋•新罗区校级月考）如图所示，质量为 m 速度为 v 的 A 球跟质量为 3m 的静止 B 球发生对心正碰，碰撞后 B 球的速度可能有不同的值，碰后 B 的速度可能为（　　）

A．0.7v　　B．0.6v　　C．0.3v　　D．0.2v



2．(2017 春•鸡冠区校级期中）如图所示，两个小球 A、B 在光滑的水平地面上相向运动，它们的质量分别为 $m_A = 2kg$，$m_B = 1kg$，速度分别为 $v_A = 3m/s$（设向右为正方向），$v_B = -3m/s$．则它们发生正碰后，速度的可能值分别为（　　）

A．+4 m/s 和 - 5 m/s

B．均为+1 m/s

C．+2 m/s 和 - 1 m/s

D．- 2 m/s 和+5 m/s



3．两个大小相等、质量均为 1kg 的小球 A、B 静止在光滑的水平面上，现给 A 一个水平向右 2m/s 的初速度，与 B 求发生碰撞，两个小球发生碰撞后系统机械能的损失可能为（　　）

A．0.8J　　B．1.2J

C．1.6J　　D．2J

4．A、B 两个小球在光滑水平面上分别以动量 p1=4kg·m/s 和 p2=6kg·m/s(向右为正方向)做匀速直线运动，则在 A 球追上 B 球并与之碰撞的过程中，两小球的动量变化可能分别为（　　）

A．-2kg·m/s ，3kg·m/s　　B．-8kg·m/s ，8kg·m/s

C．1kg·m/s ，-1kg·m/s　　D．-2kg·m/s ，2kg·m/s

1．（2019 春•鱼台县校级期中）两个小球 A、B 在光滑水平面上相向运动，已知它们的质量分别是 $m_1=4kg$，$m_2=2kg$，A 的速度 $v_1=3m/s$（设为正），B 的速度 $v_2=-3m/s$，则它们发生正碰后，其速度可能分别是（　　）

A．$v_1'=v_2'=1.5m/s$B．$v_1'=+4m/s$，$v_2'=-5m/s$

C．$v_1'=2m/s$，$v_2'=-1m/s$　D．$v_1'=-1m/s$，$v_2'=5m/s$

2．（2019 春•沙坪坝区校级月考）在光滑水平面上，有两个小球 A、B 沿同一直线同向运动，B 在前，A 在后。已知碰前两球的动量分别为 $p_A=12kg•m/s$、$p_B=13kg•m/s$，碰撞前后，它们动量的变化分别为$\triangle p_A$、$\triangle p_B$．下列数值可能正确的是（　　）

A．$\triangle p_A=-4\ kg•m/s$、$\triangle p_B=4\ kg•m/s$

B．$\triangle p_A=4\ kg•m/s$、$\triangle p_B=-4\ kg•m/s$

C．$\triangle p_A=-24\ kg•m/s$、$\triangle p_B=24\ kg•m/s$

D．$\triangle p_A=24\ kg•m/s$、$\triangle p_B=-24\ kg•m/s$

3．（2019 春•南城县校级月考）A、B 两球在光滑水平面上沿同一直线、同一方向运动，A 球的动量是 5kg•m/s，B 球的动量是 7kg•m/s．当 A 球追上 B 球时发生碰撞，则碰后 A、B 两球的动量可能值分别是（　　）

A．6 kg•m/s，6 kg•m/s B．3 kg•m/s，9 kg•m/s

C．2 kg•m/s，14 kg•m/s　　D．-5 kg•m/s，15 kg•m/s

4．（2019•湖北模拟）在光滑水平面上，一质量为 m、速度大小为 v 的 A 球与质量为 2m 静止的 B 球碰撞后，A 球的速度方向与碰撞前相反。则碰撞后 B 球的速度大小可能是（　　）

A．0B．0.3v　C．0.6 v　D．0.9v

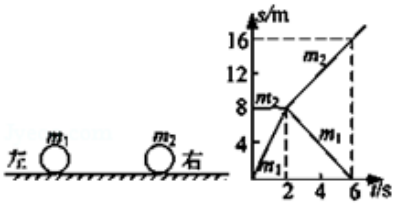
5．（2019 春•舒城县校级月考）如图甲所示，在光滑水平面的两小球发生正碰，小球的质量分别为 m_1 和 m_2，图乙为它们碰撞前后的 s-t 图象。已知 $m_1=1kg$，由此可以判断（　　）

A．碰撞前 m_1 静止，m_2 向左运动

B．碰撞过程中 m_1 和 m_2 间的相互作用力做的功相等

C．碰撞过程中 m_1 损失的机械能大于 m_2 的机械能增量

D．两小球的碰撞是弹性碰撞



图甲　　图乙

6．（2019•浙江模拟）如图所示，A、B、C、D、E 五个小球放在光滑水平面上，其中 $m_A=m_E<m_B=m_C=m_D$，现在让小球 A 以初速度 v_0 向右运动，当所有的弹性碰撞结束之后，下列说法中正确的是（　　）

A．B、C、D 三个球静止，A、E 两个球运动

B．B、C 两个球静止，A、E、D 三个球运动

C．A、B、C、D 四个球静止，E 一个球运动

D．所有的小球都运动

