HuangFuRen

一轮复习讲义

曲线　　天体　　功能　　动量

HuangFuRen

姓名：_____

一、曲线运动 4
1.1 曲线运动中基础概念 4
1.2 运动的合成与分解 5
【合运动和分运动】 5
【小船过河】 5
【关联速度】 6
1.3 平抛运动 8
【基础平抛】 8
【带角度平抛】 9
【平抛中的角度关系】 9
【类平抛】 12
【斜抛】 12
二、圆周运动 15
2.1 基础圆周运动概念 15
2.2 圆周运动中的牛二 16
【基础牛二圆周】 16
【圆周运动中的几类规律】 17
【临界问题-弹力类】 19
【临界问题-摩擦力类】 20
【同侧两物体】 21
2.4 竖直面内的非匀速圆周运动 24
【绳模型】 24
【杆模型】 24
【桥模型】 25
三、万有引力与航天 27
3.1 基础概念 27
【椭圆轨道-开三】 27
【万有引力】 27
【天体运动学前知识】 29
3.2 天体公式推导(单个星球) 29
【天上圆轨道】 29
【人间不考虑自转】 30
【人间考虑自转】 30
3.3 几类基础天体小知识 31
【高轨低速大周期】 31
【同步卫星】 32
【宇航员】 32
【第一宇宙速度】 33
【星球密度】 34
【比值问题】 35
3.3 综合练习 36
3.4 变轨 39
3.5 多个星球 41
【双星问题】 41
【追及相遇】 43
四、机械能守恒定律 44
4.1 基础概念 44
【功】 44
【功率】 44
【动能定理】 45
4.2 多种做功计算 46
【图像类计算】 46
【摩擦力类】 46
【链条/流体类】 46
【功率类】 47
【动能定理类】 47
4.3 动能定理解题 48
【动能定理通用解题思路】 48
【多次动能定理】 50
【功能关系】 52
【图像问题】 55
【多物体动能定理】 57
五、动量守恒 60
5.1 基础概念 60
【冲量、动量、动量定理】 60
【动量守恒的判断】 61
5.2 动量守恒 62

HuangFuRen

HuangFuRen

一、曲线运动

1.1 曲线运动中基础概念

物体做曲线运动的条件：_____

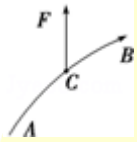
运动轨迹的特点：_____

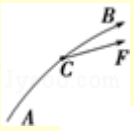
曲线运动的加速减速：_____

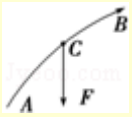


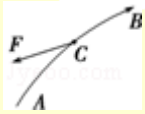
在曲线运动中，我们一般研究两个方向，_____，_____。

1．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（　　）

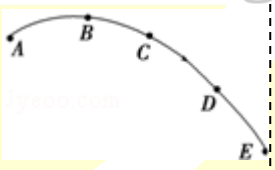
A．

B．

C．

D．

2．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（　　）



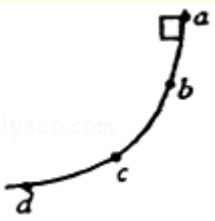
A．D 点的速率比 C 点的速率大

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

3．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（　　）



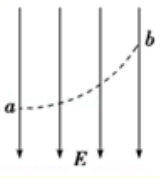
A．木块在 abcd 段运动的加速度都不为零

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

4．一带电粒子（重力不计），在匀强电场 E 中从 a 运动到 b 的运动轨迹如图中虚线所示，电场方向竖直向下。若不计空气阻力，下列说法正确的是（　　）



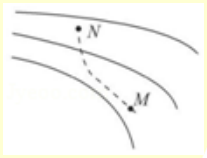
A．粒子带正电

B．a 点电势高于 b 点

C．运动过程中粒子的动能减小

D．运动过程中粒子的电势能减小

5．如图，实线表示某电场的电场线（方向未标出），虚线是一带负电的粒子只在电场力作用下的运动轨迹，设 M 点和 N 点的电势分别为 φ_M、φ_N，粒子在 M 点和 N 点时加速度大小分别为 a_M、a_N，速度大小分别为 v_M、v_N，电势能分别为 E_{pM}、E_{pN}．下列判断正确的是（　　）



A．$v_M < v_N$，$a_M < a_N$

B．$v_M < v_N$，$\varphi_M < \varphi_N$

C．$\varphi_M < \varphi_N$，$E_{pM} < E_{pN}$

D．$a_M < a_N$，$E_{pM} < E_{pN}$

6．如图所示的曲线是某个质点在恒力作用下运动的一段轨迹。质点从 N 点出发经 P 点到达 M 点，已知弧长 MP 大于弧长 PN，质点由 N 点运动到 P 点与从 P 点运动到 M 点的时间相等。下列说法中正确的是（　　）



A．质点从 N 点运动到 M 点的过程中，速度大小保持不变

B．质点在这两段时间内的速度变化量大小相等，方向相同

C．质点在这两段时间内的速度变化量大小不相等，但方向相同

D．质点在 NM 间的运动可能是变加速曲线运动

1.2 运动的合成与分解

【合运动和分运动】

合运动和分运动中的几类情况（水平与竖直的合成与分解）：

匀速运动 + 匀速运动 =

匀速运动 + 匀变速运动 =

匀变速运动+匀变速运动 =

曲线运动中的运动学物理量解题思路

将曲线运动分解成两个方向上解运动学，其中两个方向上必然满足“等时性”且互不影响

其中

若某方向是匀速运动则列：

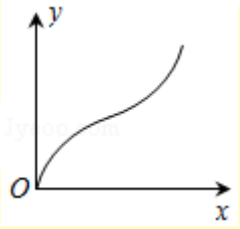
若某方向是匀变速运动则列：

1．降落伞在匀速下降过程中遇到水平方向吹来的风，若风速越大，则降落伞（　　）

A．下落的时间越短　　B．下落的时间越长

C．落地时速度越小　　D．落地时速度越大

2．为保卫我国神圣领土“钓鱼岛”，我国派遣了10余艘海监船赴“钓鱼岛”海域执行公务。其中一艘海监船在海中xOy平面内运动的轨迹如图所示，下列说法正确的是（　　）



A．若船在x方向始终匀速，则船在y方向始终匀速

B．若船在x方向始终匀速，则船在y方向先减速后加速

C．若船在y方向始终匀速，则船在x方向始终匀速

D．若船在y方向始终匀速，则船在x方向先加速后减速

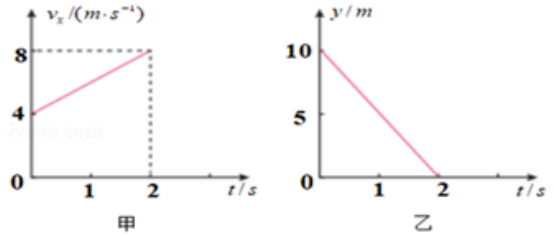
3．某质点在Oxy平面上运动。t＝0时，质点位于y轴上。它x方向运动的速度-时间图象如图甲所示，它在y方向的位移-时间图象如图乙所示，则（　　）

A．质点做匀加速直线运动

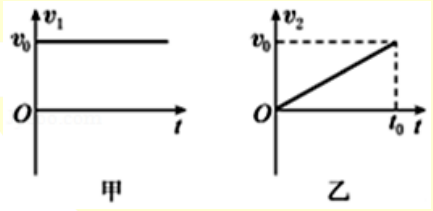
B．1s末的瞬时速度大小为11m/s

C．2s内的位移大小为$2\sqrt{61}$m

D．质点沿y轴正方向做匀速直线运动



4．一小船欲渡过宽为d的河流，船头方向始终与河岸垂直，河水的流速v_1与时间t的关系如图甲所示，小船在静水中的速度v_2与时间t的关系如图乙所示，设小船从t＝0时开始出发，t＝t_0时恰好到达河对岸，则下列说法不正确的是（　　）



A．小船到达河对岸时的速度为$\sqrt{2}v_0$

B．小船过河的平均速度为$\sqrt{2}v_0$

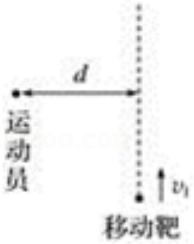
C．小船到达河对岸时的位移为$\sqrt{5}$d

D．小船到达河对岸的过程中做匀变速运动

5．在第16届亚洲运动会上，10米移动靶团体冠军被我国选手获得。图为简化的比赛现场图，设移动靶移动的速度为v_1，运动员射出的子弹的速度为v_2，移动靶离运动员的最近距离为d，忽略空气阻力的影响，要想在最短的时间内射中目标，则运动员射击时离目标的距离应该为（　　）

A．$\frac{dv_2}{\sqrt{{v_2}^2+{v_1}^2}}$　　B．$\frac{d\sqrt{{v_2}^2+{v_1}^2}}{v_2}$

C．$\frac{dv_1}{v_2}$　　D．$\frac{dv_2}{v_1}$



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【小船过河】

本质：两个方向做匀速运动的运动合成与分解

通用基础思路：列两个方向上的运动学公式(匀速)

专门解题思路：(高三就没必要了)

小船过河 ┬ 竖直方向
　　└ 水平方向

若船速>水速：

最短时间渡河，当船速垂直河岸时

最短位移渡河，当合运动垂直河岸时

若船速<水速：

最短时间渡河，当船速全部充当垂直方向速度时

最短位移渡河，画水速，画圆，画切线，此时切线方向为合运动方向

1．一只小船在静水中的速度为 4m/s，它要渡过一条宽为 40m 的河，河水流速为 3m/s。下列说法中正确的是（　　）

A．小船过河的位移不可能为 40m

B．小船过河的最短时间为 10s

C．若河水流速改变，船过河的最短时间将改变

D．小船在河中实际速度可能为 8m/s

2．一条河宽 120m，船在静水中的速度为 3m/s，水流速度是 6m/s，则（　　）

A．该船过河最短时间为 20s

B．该船过河最短距离为 120m

C．当船头与岸所成夹角为 60°时，船过河的位移最短

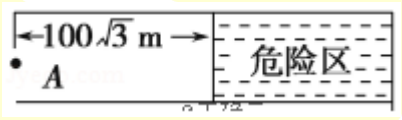
D．当该船以最短时间过河时，该船的运动方向与垂直岸方向的夹角为 60°

HuangFuRen

3．如图所示，一条小船位于 200m 宽的河正中 A 点处，从这里向下游 $100\sqrt{3}$m 处有一危险区，当时水流速度为 4m/s，为了使小船避开危险区沿直线到达对岸，小船在静水中的速度至少是（　　）

A．$\frac{4\sqrt{3}}{3}$m/s　　B．2m/s

C．$\frac{8\sqrt{3}}{3}$m/s　　D．4m/s



4．一小船渡河，河宽 d = 180m，水流速度 v_1 = 2.5m/s．若船在静水中的速度为 v_2 = 5m/s，（sin37° = cos53° = 0.6，cos37° = sin53° = 0.8）求：

（1）使船在最短的时间内渡河，船头应朝什么方向？最短时间是多少？

（2）使船渡河的航程最短，船头应朝什么方向？用多长时间？

（3）若船在静水中的速度为 v_2 = 1.5m/s，要使船渡河的航程最短，船头应朝什么方向？位移是多少？

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【关联速度】

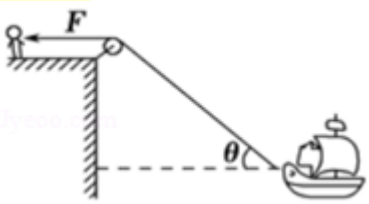
题型分类：

绳子、杆子类：沿绳杆方向速度大小相等

接触面类：垂直接触面方向速度大小相等

旋转关联：同一个物体角速度大小相等

【例题】如图所示，人在岸上拉船，已知船的质量为 m，水的阻力恒为 f，当轻绳与水平面的夹角为 θ 时，船的速度为 v，此时人的拉力大小为 F，则此时（　　）



A．人拉绳行走的速度为 vsinθ

B．人拉绳行走的速度为$\frac{v}{cos\theta}$

【解题方法】

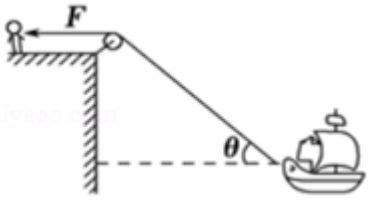
1.画出物体的合运动(实际运动)—用肉眼观察物体往哪动

2.正交分解合运动—以“类型”建系

绳杆模类：沿绳、杆方向建立平面直角坐标系

接触面类：沿接触面建立平面直角坐标系

3.根据各个“类型”中速度的关系建立等式求解，对于此题应该沿绳方向建系

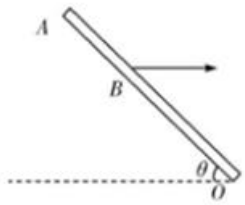


C．船的加速度为$\frac{Fcos\theta-f}{m}$

D．船受到的浮力为 mg - Fcosθ

【例题】如图所示，工人将一根长为 l 的电线杆 OA 倾斜一定角度，O 端触地（始终不滑动），电线杆上的 B 点靠在一梯子上，离地高度为 h，此时电线杆与水平方向的夹角为 θ，若某时刻突然使电线杆上的 B 点获得一水平向右、大小为 v 的速度，则此时 A 点速度为（　　）



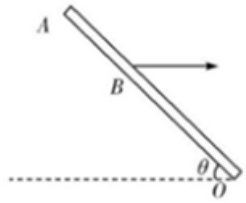


A．$\frac{lvsin\theta}{h}$　B．$\frac{vlsin^2\theta}{h}$

C．$\frac{lvcos\theta}{h}$　D．$\frac{lvcos^2\theta}{h}$

【解题方法】

1.画出物体的合运动(实际运动)—用肉眼观察物体往哪动 ----------→



2.正交分解合运动—以“类型”建系

绳杆模类：沿绳、杆方向建立平面直角坐标系

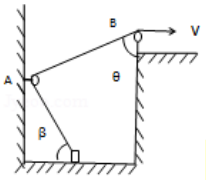
接触面类：沿接触面建立平面直角坐标系

3.根据各个“类型”中速度的关系建立等式求解，对于此题应该沿绳方向建系

HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

1．如图，A、B 分别为固定的定滑轮，一根不可伸长的细绳跨过定滑轮，用一外力使细绳上端以 v = 3m/s 向右匀速运动，下端连接的小物块沿水平地面向左运动，当角度 β = θ = 53⁰时，小物块的速度大小为（　　）



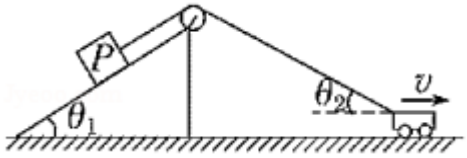
A．3m/s

B．4m/s

C．5m/s

D．1.8m/s

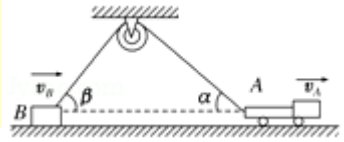
2．质量为 m 的物体 P 置于倾角为 θ_1 的固定光滑斜面上，轻细绳跨过光滑定滑轮分别连接着 P 与小车，P 与滑轮间的细绳平行于斜面，小车以速率 v 水平向右做匀速直线运动。当小车与滑轮间的细绳和水平方向成夹角 θ_2 时（如图），下列判断正确的是（　　）



A．P 的速率为 v　　B．P 的速率为 $v\sin\theta_2$

C．P 处于超重状态　D．P 处于失重状态

3．如图所示，水平面上有一汽车 A，通过定滑轮用绳子拉同一水平面的物体 B，当拉至图示位置时，两绳子与水平面的夹角分别为 α、β，二者速度分别为 v_A 和 v_B，则（　　）



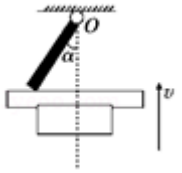
A．v_A：v_B = 1：1　　B．v_A：v_B = sinα：sinβ

C．v_A：v_B = cosβ：cosα　D．v_A：v_B = sinα：cosβ

4．如图所示，长为 L 的直棒一端可绕固定轴 O 转动，另一端搁在升降平台上，平台以速度 v 匀速上升，当棒与竖直方向的夹角为 α 时，棒的角速度为（　　）

A．$\frac{v\sin\alpha}{L}$　B．$\frac{v}{L\sin\alpha}$

C．$\frac{v\cos\alpha}{L}$　D．$\frac{v}{L\cos\alpha}$



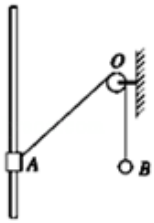
5．如图所示，一轻绳通过无摩擦的小定滑轮 O 与小球 B 连接，另一端与套在光滑竖直杆上的小物块 A 连接，杆两端固定且足够长．物块 A 由静止从图示位置释放后，先沿杆向上运动．设某时刻物块 A 运动的速度大小为 v_A，小球 B 运动的速度大小为 v_B，轻绳与杆的夹角为 θ．（θ < 90°）则（　　）

A．$v_A = v_B\cos\theta$

B．$v_B = v_A\cos\theta$

C．小球 B 向下时，速度先增大后减小

D．物块 A 上升到与滑轮等高的过程中，它做匀加速运动



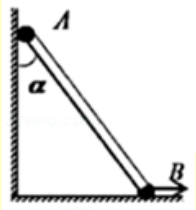
6．均匀直杆上连着两个小球 A，B，不计一切摩擦。当杆滑到如图位置时，B 球水平速度为 v_B，杆与竖直夹角为 α，则此时 A 球速度大小是（　　）

A．$v_B\sin\alpha$

B．$v_B\cos\alpha$

C．v_B

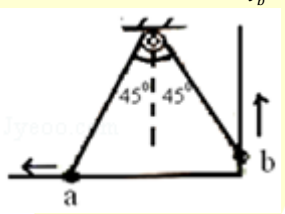
D．$v_B\tan\alpha$



7．如图所示，绕过定滑轮的细线连着两个小球，小球 a、b 分别套在水平和竖直杆上，某时刻连接两球的细线与竖直方向的夹角均为 45°，此时 a、b 两球的速度大小之比$\frac{v_a}{v_b}$为（　　）

A．2　　B．1

C．$\sqrt{2}$　　D．$\frac{1}{2}$



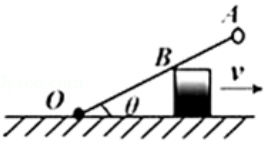
8．如图所示，一根长为 L 的轻杆，O 端用铰链固定，另一端固定着一个小球 A，轻杆靠在一个高为 h 的物块上。若物块与地面摩擦不计，则当物块以速度 v 向右运动至轻杆与水平方向夹角为 θ 时，物块与轻杆的接触点为 B，下列说法正确的是（　　）

A．A 的角速度大于 B 点的角速度

B．A 的线速度等于 B 点的线速度

C．小球 A 转动的角速度为$\frac{v\sin\theta}{h}$

D．小球 A 的线速度大小为$\frac{vL\sin^2\theta}{h}$



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

1.3 平抛运动

【基础平抛】

将运动分解为水平竖直两个方向：

X：

Y：

由于 Y 方向中_____，_____均为已知物理量，所以只要题目任意给一 Y 方向物理量，一定能解。

运动规律：

在平抛运动中，物体运动的时间可以通过高度反应出，下落高度越高，时间越长。**但是时间并不是只看高度，只是看 Y 方向上的高度更直观简单，因为两个分运动具有等时性**

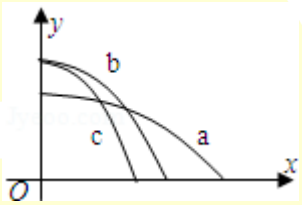
例如，x 轴在水平地面内，y 轴沿竖直方向。图中画出了从 y 轴上沿 x 轴正向抛出的三个小球 a、b 和 c 的运动轨迹，其中 b 和 c 是从同一点抛出的，不计空气阻力，则（　　）

A．a 的飞行时间比 b 的长

B．b 和 c 的飞行时间相同

C．a 的水平速度比 b 的小

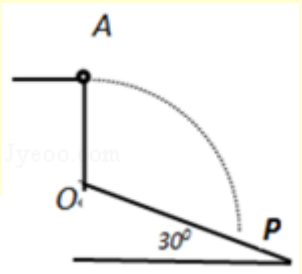
D．b 的初速度比 c 的大



【例题】如图，在一个平台边缘 A 点上以 V_0 的初速度，水平抛出一个小球，小球恰好落在倾角为 30°的斜面上的 P 点，平台 A 点到斜面顶端 O 的竖直高度 h= $\frac{5}{3}$m，O、P 间距离为 L= $\frac{20}{3}$m，（g 取 10m/s²）求：

（1）小球飞行的时间

（2）小球在 P 点的速度方向与斜面的夹角



【解题思路】

(1)　通过读题发现题目给出 Y 方向上中的物理量“位移”计算得出 x=_____

列出 XY 两方向运动表达式

X：_____

Y：_____　　带入数据解得 t=_____

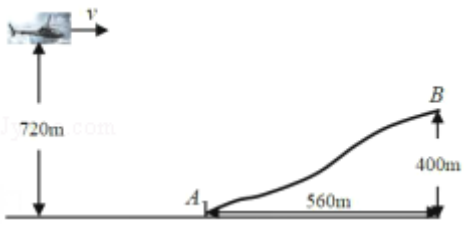
(2) 题目求关于速度的夹角，所以需要计算出_____方向的速度

列出 XY 两方向运动表达式

X：_____

Y：_____　　带入数据解得θ=_____

【练习】如图所示，一架直升机在 720m 高空以 80m/s 的速度水平匀速飞行，要将救灾物资分别投放到山脚 A 处和山顶 B 处。已知山高 400m，山脚与山顶的水平距离为 560m，若不计空气阻力，g 取 10m/s²，则投放的时间间隔应为多少



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【带角度平抛】

当题目给出角度时，实际的作用为：通过角度联系两个方向上的物理量，**此时往往题目已知的物理量很少**

角度的判断

速度的夹角：观察题目是否描述物体未运动的方向（例如：与 XX 相切，垂直撞上 XX）

位移的夹角：不怎么好判断，可以通过排除法

若是位移的夹角则你的目的是求出_____

X：_____

Y：_____

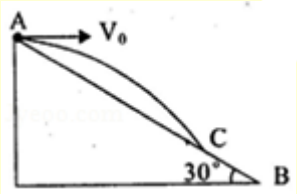
若是速度的夹角则你的目的是求出_____

X：_____

Y：_____

【练习 1】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：

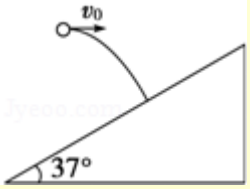
（1）小球在空中运动的时间；



【练习 2】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．



【平抛中的角度关系】

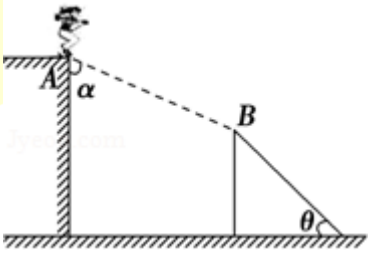
4．一滑雪运动员以一定的初速度从一平台上滑出，刚好落在一斜坡上的 B 点，且与斜坡没有撞击，则平台边缘 A 点和斜坡 B 点连线与竖直方向夹角 α 斜坡倾角 θ 的关系为（　　）

A．$\tan\theta \cdot \frac{1}{\tan\alpha} = 2$

B．$\tan\theta \cdot \tan\alpha = 2$

C．$\tan\alpha \cdot \frac{1}{\tan\theta} = 2$

D．$\tan\theta \cdot \tan\alpha = 1$



即可推导出二级结论：_____

HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

1．在一斜面顶端，将甲、乙两个小球分别以 v 和$\frac{v}{2}$的速度沿同一方向水平抛出，两球都落在该斜面上。甲球落至斜面时的速率是乙球落至斜面时速率的（　　）

A．2 倍　B．4 倍　C．6 倍　D．8 倍

2．发球机从同一高度向正前方依次水平射出两个速度不同的乒乓球（忽略空气的影响）。速度较大的球越过球网，速度较小的球没有越过球网；其原因是（　　）

A．速度较小的球下降相同距离所用的时间较多

B．速度较小的球在下降相同距离时在竖直方向的速度较大

C．速度较大的球通过同一水平距离所用的时间较少

D．速度较大的球在相同时间间隔内下降的距离较大

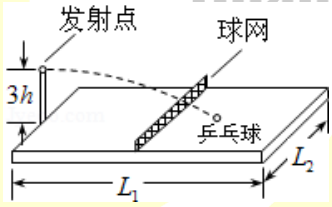
3．一带有乒乓球发射机的乒乓球台如图所示，水平台面的长和宽分别为 L_1 和 L_2，中间球网高度为 h，发射机安装于台面左侧边缘的中点，能以不同速率向右侧不同方向水平发射乒乓球，发射点距台面高度为 3h，不计空气的作用，重力加速度大小为 g，若乒乓球的发射速率 v 在某范围内，通过选择合适的方向，就能使乒乓球落到球网右侧台面上，v 的取值范围是（　　）

A．$\frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{6h}}<v<L_1\sqrt{\frac{g}{6h}}$

B．$\frac{L_1}{4}\sqrt{\frac{g}{h}}<v<\sqrt{\frac{(4L_1^2+L_2^2)g}{6h}}$

C．$\frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{6h}}<v<\frac{1}{2}\sqrt{\frac{(4L_1^2+L_2^2)g}{6h}}$

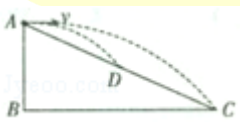
D．$\frac{L_1}{4}\sqrt{\frac{g}{h}}<v<\frac{1}{2}\sqrt{\frac{(4L_1^2+L_2^2)g}{6h}}$



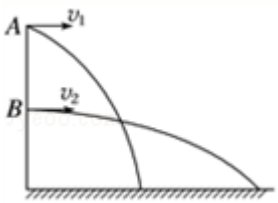
4．如图所示，D 点为固定斜面 AC 的中点，在 A 点先后分别以初速度 v_{01} 和 v_{02} 水平抛出一个小球，结果小球分别落在斜面上的 D 点和 C 点。空气阻力不计。设小球在空中运动的时间分别为 t_1 和 t_2，落到 D 点和 C 点前瞬间的速度大小分别为 v_1 和 v_2，落到 D 点和 C 点前瞬间的速度方向与水平方向的夹角分别为 θ_1 和 θ_2，则下列关系式正确的是（　　）

A．$\frac{t_1}{t_2}=\frac{1}{2}$　B．$\frac{v_{01}}{v_{02}}=\frac{1}{2}$

C．$\frac{v_1}{v_2}=\frac{1}{\sqrt{2}}$　D．$\frac{tan\theta_1}{tan\theta_2}=\frac{1}{\sqrt{2}}$



5．如图所示，A、B 两个质量相同的小球在同一竖直线上，离地高度分别为 2h 和 h，将两球水平抛出后，两球落地时的水平位移之比为 1：2，则下列说法正确的是（　　）



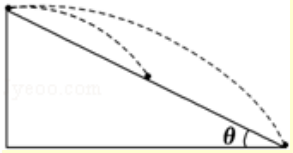
A．A、B 两球的初速度之比为 1：4

B．A、B 两球下落过程中的动能变化量之比为 1：2

C．若两球同时抛出，则落地的时间差为$\sqrt{\frac{2h}{g}}$

D．若两球同时落地，则两球抛出的时间差为$(\sqrt{2}-1)\sqrt{\frac{2h}{g}}$

6．如图所示，在斜面顶端先后水平抛出同一小球，第一次小球落到斜面中点，第二次小球落到斜面底端，从抛出到落至斜面上（忽略空气阻力）（　　）



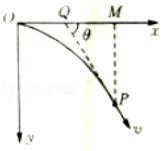
A．两次小球运动时间之比 t_1：$t_2=\sqrt{2}$：1

B．两次小球运动时间之比 t_1：$t_2=1$：2

C．两次小球抛出时初速度之比 v_{01}：$v_{02}=1$：$\sqrt{2}$

D．两次小球抛出时初速度之比 v_{01}：$v_{02}=1$：2

7．如图所示，xOy 是平面直角坐标系，Ox 水平、Oy 竖直，一质点从 O 点开始做平抛运动，P 点是轨迹上的一点。质点在 P 点的速度大小为 v，方向沿该点所在轨迹的切线。M 点为 P 点在 Ox 轴上的投影，P 点速度方向的反向延长线与 Ox 轴相交于 Q 点。已知平抛的初速度为 20m/s，MP = 20m，重力加速度 g 取 10m/s^2，则下列说法正确的是（　　）



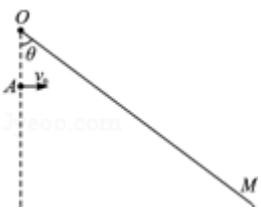
A．QM 的长度为 10m

B．质点从 O 到 P 的运动时间为 1s

C．质点在 P 点的速度 v 大小为 40m/s

D．质点在 P 点的速度与水平方向的夹角为 45°

8．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．



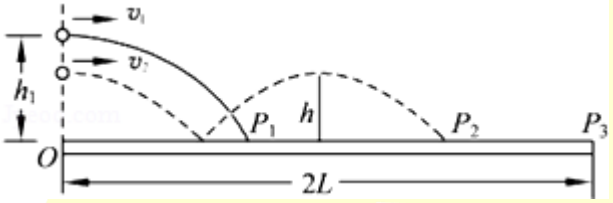
关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

9．抛体运动在各类体育运动项目中很常见，如乒乓球运动。现讨论乒乓球发球问题，设球台长 2L、网高 h，乒乓球反弹前后水平分速度不变，竖直分速度大小不变、方向相反，且不考虑乒乓球的旋转和空气阻力。（设重力加速度为 g）

（1）若球在球台边缘 O 点正上方高度为 h_1 处以速度 v_1，水平发出，落在球台的 P_1 点（如图实线所示），求 P_1 点距 O 点的距离 x_1。

（2）若球在 O 点正上方以速度 v_2 水平发出，恰好在最高点时越过球网落在对方球台的正中央 P_2 点（如图虚线所示），求 v_2 的大小。

（3）若球在 O 正上方水平发出后，球经反弹恰好越过球网且刚好落在对方球台边缘 P_3，求发球点距 O 点的高度 h_3。

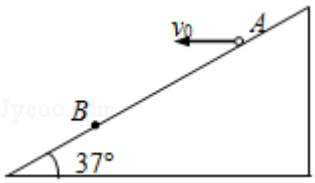


10．如图所示，在倾角为 37°的斜坡上，从 A 点水平抛出一个物体，物体落在斜坡的 B 点，测得 AB 两点间的距离 L = 75m。忽略空气阻力。（sin37° = 0.6，cos37° = 0.8，g 取 10m/s²）

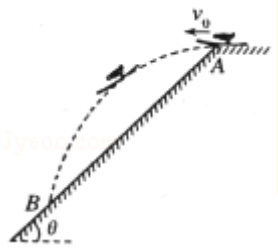
求：（1）物体从 A 到 B 运动的时间 t 是多少？

（2）物体抛出时速度 v_0 的大小是多少？

（3）物体落到 B 点时速度 v 的大小是多少？



11．跳台滑雪是勇敢者的运动。如图所示，一位运动员由坡顶的 A 点沿水平方向飞出的速度 $v_0 = 10m/s$，落点在山坡上的 B 点。已知 $g = 10m/s^2$，山坡可以看成一个斜面，倾角为 $\theta = 45°$．求运动员在空中飞行的时间 t 和 A、B 间的距离 s。



HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

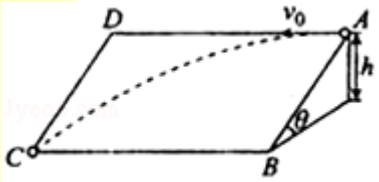
【类平抛】

其实**本质上还是运动的分解**，只不过 Y 方向上的**加速度不为重力加速度**了，需要多一个步骤进行计算

X:匀速直线运动

Y:匀变速直线运动

【例题】如图所示，一光滑斜面体固定在水平面上，其斜面 ABCD 为矩形，与水平面的夹角为 θ，AD 边水平且距水平面的高度为 h。现将质量为 m 的小球从斜面上的 A 点沿 AD 方向以速度 v_0 水平抛出，忽略空气阻力，小球恰好运动到斜面的左下角 C 点，已知重力加速度为 g，下列说法正确的是（　　）



（1）通过读题发现题目给出 Y 方向上中的物理量“位移”计算可得_____

列出 XY 两方向运动表达式

（_____运动）X：_____

（_____运动）Y：_____　　解得 t=_____

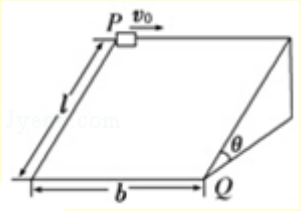
A．小球从 A 点运动到 C 点的过程中做变加速曲线运动

B．小球从 A 点运动到 C 点的时间为 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$

C．AD 边的长度为 $v_0\sin\theta\sqrt{\frac{2h}{g}}$

D．小球运动到 C 点时的速度大小为 $v_C=\sqrt{v_0^2+2gh}$

【练习】如图所示的光滑斜面长为 l，宽为 b，倾角为 θ，一物块（可看成质点）沿斜面左上方顶点 P 以初速度 v_0 水平射入，恰好从底端 Q 点离开斜面，则（　　）



A．物块做匀变速曲线运动，加速度为 gsinθ

B．Q 点速度$v_Q=\sqrt{3gl}$

C．初速度$v_0=b\sqrt{\frac{g\sin\theta}{2l}}$

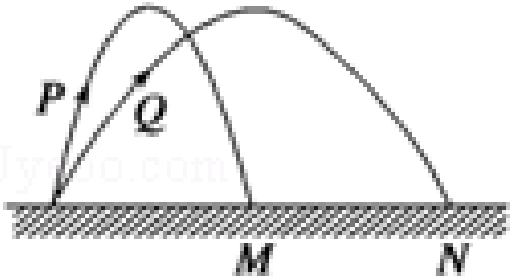
D．物块由 P 点运动到 Q 点所用的时间$t=\sqrt{\frac{2l}{g}}$

【斜抛】

其实**本质上还是运动的分解**，只不过两个方向上的速度需要通过分解得到。

X:匀速直线运动

Y:匀变速直线运动



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

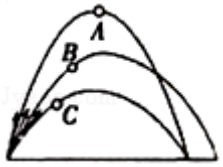
1．以不同的抛射角抛出三个小球 A、B、C，三球在空中的运动轨迹如图所示，下列说法中正确的是（　　）

A．A、B、C 三球在运动过程中，加速度不相同

B．B 球的射程最远，所以最迟落地

C．A 球的射高最大，所以最迟落地

D．A、C 两球的水平位移相等，所以两球的水平速度分量相等



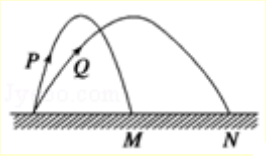
2．如图所示，从水平地面上同一位置先后抛出的两个质量相等的小球 P、Q，分别落在地面上的 M、N 点，两球运动的最大高度相同，不计空气阻力，则下列说法正确的是（　　）

A．P、Q 的飞行时间相等

B．P 与 Q 在空中不可能相遇

C．P、Q 落地时的动能相等

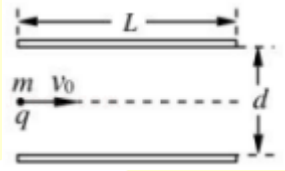
D．P、Q 落地时重力的瞬时功率相等



3．研究比较复杂的运动时，可以把一个运动分解为两个或几个比较简单的运动，从而使问题变得容易解决。如图，一束质量为 m，电荷量为 q 的粒子，以初速度 v_0 沿垂直于电场方向射入两块水平放置的平行金属板中央，受到偏转电压 U 的作用后离开电场，已知平行板长为 L，两板间距离为 d，不计粒子受到的重力及它们之间的相互作用力。试求：

a．粒子在电场中的运动时间 t；

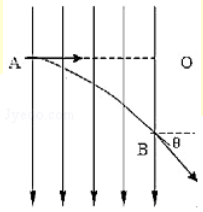
b．粒子从偏转电场射出时的侧移量 y。



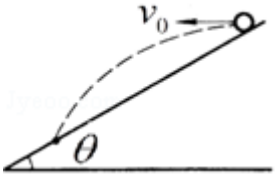
4．如图所示，质量为 m，电荷量为 e 的粒子从 A 点以 v_0 的速度沿垂直电场线方向的直线 AO 方向射入匀强电场，由 B 点飞出电场是速度方向与 AO 方向成 45°，已知 AO 的水平距离为 d。(不计重力)

求：(1) 从 A 点到 B 点用的时间；

(2) 匀强电场的电场强度大小



5．如图所示，某一物体从倾角为 θ 的斜面上以初速度 v_0 水平抛出，落到斜面上，不计空气阻力，重力加速度为 g。则（　　）



A．物体落到斜面上时的速度大小是 $\frac{v_0}{cos\theta}$

B．物体在空中运动的时间是 $\frac{2v_0 tan\theta}{g}$

C．物体落到斜面上时的速度方向与水平方向的夹角为 2θ

D．如果 v_0 的大小不同，则物体落到斜面上时的速度方向也就不同

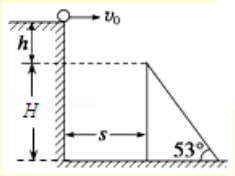
6．如图所示，一小球从平台上水平抛出，恰好落在平台前一倾角为 α = 53°的斜面顶端并刚好沿斜面下滑，已知平台到斜面顶端的高度为 h = 0.8m，取 g = 10m/s²，则小球水平抛出的初速度 v_0 为（　　）

A．3m/s

B．4m/s

C．5m/s

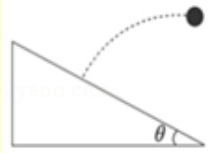
D．6m/s



7．如图所示，以 10m/s 的水平初速度 v_0 抛出的物体，飞行一段时间后，垂直地撞在倾角为 30°的斜面上（g 取 10m/s²），可知物体完成这段飞行的时间是（　　）

A．2s　　B．$\sqrt{3}$s

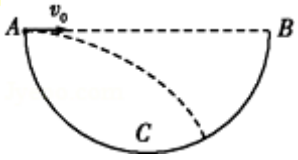
C．$\frac{2\sqrt{3}}{3}$s　　D．$\frac{\sqrt{3}}{3}$s



8．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



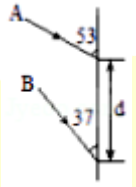
C．发现小球有两次运动时间相同，则这两次抛出的初速度一定相同

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

HuangFuRen

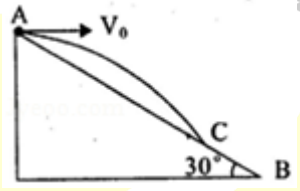
关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

9．（2018 春•杏花岭区校级期中）在“金庸作品”的电视剧里，我们经常看到这样的画面：屋外刺客向屋里投来两只飞镖，落在墙上，如图所示。现设飞镖是从同一位置做平抛运动平动射出来的，飞镖 A 与竖直墙壁成 53°角，B 为 37°角，落点相距为 d，试求刺客离墙壁有多远？



10．（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：

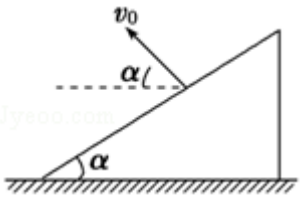
（1）距离斜面的最大高度是多少米；



11．在倾角为 α 的斜坡上，沿着与水平线成 α 角的方向斜向上方抛出一石块，如图所示。设石块落在斜坡上的位置离抛出点的距离为 L，则石块抛出的初速度为（　　）

A．$v_0=\frac{1}{2}\cdot\sqrt{\frac{gL}{cos\alpha}}$　　B．$v_0=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{gL}{sin\alpha}}$

C．$v_0=\frac{1}{2}\sqrt{gLcos\alpha}$　　D．$v_0=\frac{1}{2}\sqrt{gLsin\alpha}$

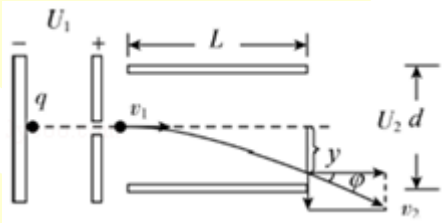


12．如图所示，竖直放置的两金属板之间加一电压 U_1，在其右侧有两个水平正对放置的平行金属极板，板长为 L，相距为 d，两极板间电压为 U_2，从左极板静止释放一带负电粒子，经加速后进入偏转电场，粒子轨迹如图。已知粒子的质量为 m，电荷量为 q，不计粒子的重力。求：

（1）粒子穿越加速电场获得的速度 v_1；

（2）粒子在偏转电场发生的侧位移 y；

（3）粒子射出偏转电场时偏转角的正切值 tanφ。



HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

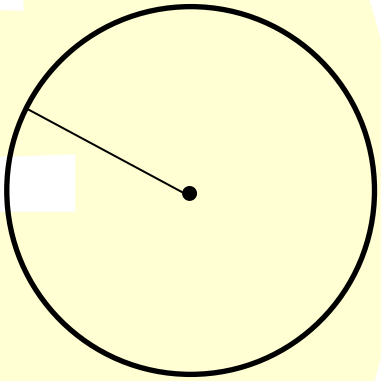
二、圆周运动

2.1 基础圆周运动概念

圆周运动中几类基础的物理量

物理量	符号	单位	标/矢	公式
线速度	$v_{线}$	m/s		
角速度	ω	rad/s		
周期	T	s		
频率	f	hz		
转速	n	r/s		

在匀速圆周运动中



（2）基础公式

1. 线速度:

2. 角速度:

（3）次要公式

3. 周期:

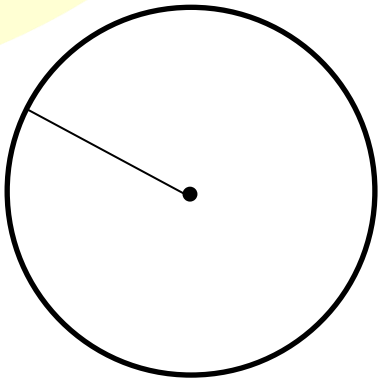
4. 频率:

5. 转速:

圆周运动我们只研究两个方向 {

在匀速圆周运动中：_____=0

所以合外力=_____　　加速度=_____



HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

2.2 圆周运动中的牛二

做题思路：

一定要受力分析,**写出表达式**

切线方向X: $\sum F_{左}=\sum F_{右}$ （一般不研究切线方向）

圆心方向Y: $F_{合}=F_{大}-F_{小}$ 指向圆心方向上的力**一定是大的力**，

匀速圆周运动只需要**多做一件事情**就是：$F_{合}=F_{向}$ 再用向心力公式展开即可解题，但是半径往往需要根据题目几何关系得到

找半径 ： r=_____

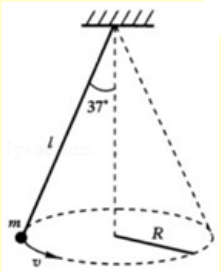
【基础牛二圆周】

【例题 1】将长 L = 1m 轻质细线一端固定，另一端栓一个质量 m = 0.4kg 的小球，让细线与竖直方向成 37^0 夹角在水平面内做匀速圆周运动。（sin37° = 0.6，cos37° = 0.8．不计空气阻力，g = 10m/s²）求：

（1）小球的运动半径 R 是多少?

（2）小球的角速度是多少?

（3）细线上的拉力是多少?

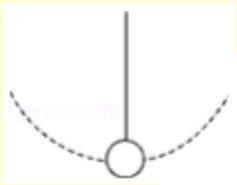


HuangFuRen

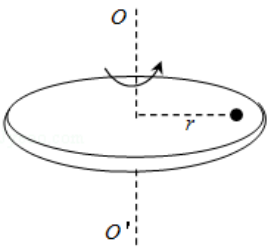
【例题 2】如图所示，长度为 L = 1.0m 的绳，系一小球在竖直面内做圆周运动，小球的质量为 M = 5kg，小球半径不计，小球在通过最低点的速度大小为 v = 20m/s，g 取 10m/s²，试求：

（1）小球在最低点的向心加速度大小；

（2）小球在最低点所受绳的拉力大小。



【例题 3】如图，一硬币（可视为质点）置于水平圆盘上，硬币与竖直转轴 OO'的距离为 r，已知硬币与圆盘之间的动摩擦因数为 μ（最大静摩擦力等于滑动摩擦力），重力加速度大小为 g。若硬币与圆盘一起 OO'轴匀速转动，则圆盘转动的最大角速度为



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【圆周运动中的几类规律】

目的：

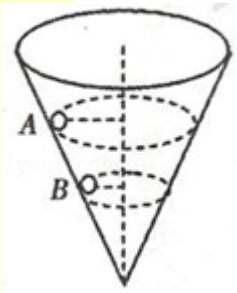
1. 加深+熟练在圆周运动中牛二的列式及其求解

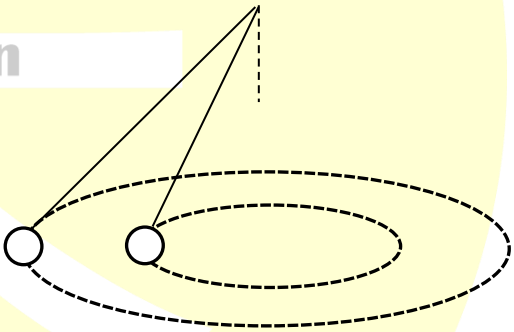
2. 明白如何通过“控制变量”比较不同物体的物理量

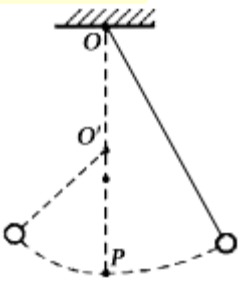
3. 尽可能记住三个特殊的相同模型

【多物体圆锥摆比较物理量】

请比较 A、B 两物体，线速度，角速度，周期，向心加速度，向心力的大小。



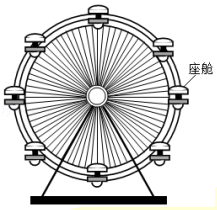




HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

1．如图所示，摩天轮悬挂的座舱在竖直平面内做匀速圆周运动。座舱的质量为 m，运动半径为 R，角速度大小为 ω，重力加速度为 g，则座舱（　　）



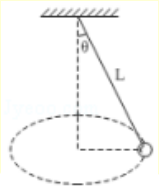
A．运动周期为$\frac{2\pi R}{\omega}$

B．线速度的大小为 ωR

C．受摩天轮作用力的大小始终为 mg

D．所受合力的大小始终为 $m\omega^2R$

2．如图所示，一根细绳，上端固定在天花板上，下端连接一个小球，小球在水平面上做匀速圆周运动，不考虑阻力。设 θ 可取值 θ_1 和 θ_2，与之相应的小球运动的周期用 T_1 和 T_2 表示，则当 $\theta_1 > \theta_2$ 时（　　）



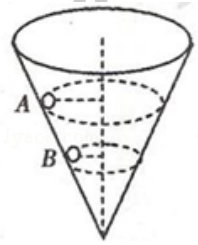
A．$T_1 > T_2$

B．$T_1 < T_2$

C．$T_1 = T_2$

D．T_1 和 T_2 的大小关系取决于绳长及小球的质量

3．如图所示，内壁光滑的圆锥筒的轴线垂直于水平面，圆锥筒固定不动，两个球质量 $m_A > m_B$，小球 A 和 B 紧贴着内壁分别在图中所示的水平面内做匀速圆周运动，则（　　）



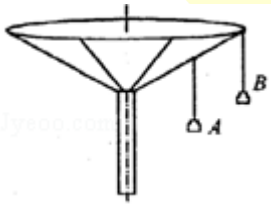
A．球 A 的角速度一定大于球 B 的角速度

B．球 A 的线速度一定大于球 B 的线速度

C．球 A 的运动周期一定小于球 B 的运动周期

D．球 A 对筒壁的压力一定小于球 B 对筒壁的压力

4．如图所示，“旋转秋千”中的两个座椅 A、B 质量相等，通过相同长度的缆绳悬挂在旋转圆盘上，不考虑空气阻力的影响，当旋转圆盘绕竖直的中心轴匀速转动时，下列说法正确的是（　　）



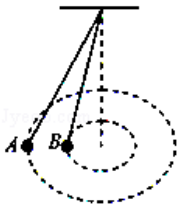
A．A 的速度比 B 的大

B．A 与 B 的向心加速度大小相等

C．悬挂 A、B 的缆绳与竖直方向的夹角相等

D．悬挂 A 的缆绳所受的拉力比悬挂 B 的小

5．如图所示，质量均为 m 的小球 A、B 分别悬挂在轻绳的下端，在同一水平面内做匀速圆周运动，不计空气阻力，下列关于 A、B 两个小球运动情况的描述中，正确的是（　　）



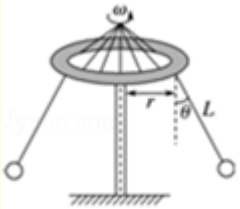
A．A、B 两球的向心加速度大小相等

B．A、B 两球的角速度大小相等

C．A 球的周期大于 B 球的周期

D．A 球的线速度小于 B 球的线速度

6．北坡公园有一种叫“空中飞椅”的游乐项目，示意图如图所示。长为 L = 5m 的钢绳一端系着座椅，另一端固定在半径为 r = 2m 的水平转盘边缘。转盘可绕穿过其中心的竖直轴转动，转盘匀速转动时，钢绳与转动轴在同一竖直平面内，若人与座椅的总质量为 50kg，钢绳与竖直方向的夹角为 θ = 37°．不计钢绳的重力，求：



（1）人在转动时的线速度多大？

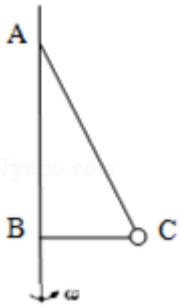
（2）此时钢绳的拉力多大？

7．如图所示，AB 为竖直转轴，细绳 AC 和 BC 的结点 C 系一质量为 m 的小球。当 AC 和 BC 均拉直时∠ABC = 90°，∠BAC = 37°，BC = 0.3m。竖直轴 AB 匀速转动，C 球可在水平面内做匀速圆周运动。求：

（1）若 BC 绳刚好伸直且无弹力，C 球的角速度为多大？

（2）C 球的线速度为多大时，BC 绳与 AC 绳拉力大小相等？

（$g = 10m/s^2$，$\sin37° = 0.6$，$\cos37° = 0.8$）



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【临界问题-弹力类】

做题思路：

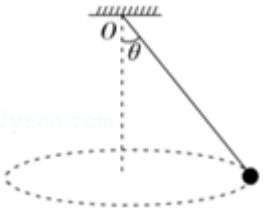
正常写受力分析表达式，只不过将“分离”，“承受最大拉力”翻译成物理语言

本质上就是受力分析中的“弹力”有了限制条件

分离问题：_____

承受最大拉力问题：_____

【例题】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，细绳与竖直线的夹角为 θ = 60°，此时小球静止于光滑的水平面上。



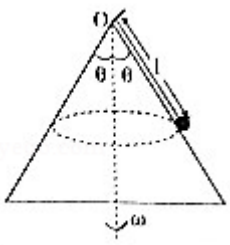
（1）当球以多大角速度做圆锥摆运动时，球对水平面的压力为 0?

（2）当球以角速度$\omega_1=\sqrt{\frac{g}{2L}}$做圆锥摆运动时，水平面受到的压力 F_N'是多大?

（3）当球以角速度$\omega_2=\sqrt{\frac{3g}{L}}$做圆锥摆运动时，细绳的张力 F_T'是多大?

HuangFuRen

【练习】如图所示，用一根长为 L = 1m 的细线，一端系一质量为 m = 1kg 的小球（可视为质点），另一端固定在一光滑锥体顶端，锥面与竖直方向的夹角 θ = 53°，当小球在水平面内绕锥体的轴做匀速圆周运动的角速度为 ω 时，细线的拉力为 T．取 g = 10m/s²，结果可用根式表示。求：



（1）若 ω= $\frac{5}{2}$rad/s，细线的拉力是多少?

（2）若要小球离开锥面，则小球的角速度 ω_0 至少为多大?

（3）若 ω = 2$\sqrt{5}$rad/s，则细线的拉力为多大?

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【临界问题-摩擦力类】

向心运动与离心运动

向心运动：_____

离心运动：_____

做题思路：

正常写受力分析表达式，只不过将“滑动”翻译成物理语言

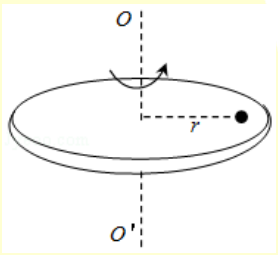
本质上就是受力分析中的“摩擦力”达到了最大值

滑动问题：_____

【典型例题】多物体谁先滑动问题

_____

【例题】如图，一硬币（可视为质点）置于水平圆盘上，硬币与竖直转轴 OO′的距离为 r，已知硬币与圆盘之间的动摩擦因数为 μ（最大静摩擦力等于滑动摩擦力），重力加速度大小为 g。若硬币与圆盘一起 OO′轴匀速转动，则圆盘转动的最大角速度为



HuangFuRen

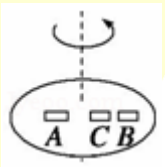
【练习】如图所示，已知 $m_A = 2m_B = 3m_C$，它们之间距离的关系是 $r_A = r_C = \frac{1}{2}r_B$ 三物体与转盘表面的动摩擦因数相同，当转盘的转速逐渐增大时（　　）

A．物体 A 先滑动

B．物体 B 先滑动

C．物体 C 先滑动

D．B 与 C 同时开始滑动



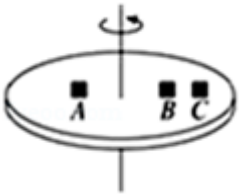
【练习】如图所示，A、B、C 三个物体放在旋转平台上随平台一起做匀速圆周运动，动摩擦因数均为 μ，已知 A 的质量为 2m，B、C 的质量均为 m，A、B 离轴距离均为 R，C 距离轴为 2R，则以下说法正确的是（　　）

A．若转速加快，A 最先相对滑动

B．若转速加快，C 最先相对滑动

C．若都没相对滑动，则 $a_C > a_B = a_A$

D．若都没相对滑动，则 $f_A = f_C > f_B$



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【同侧两物体】

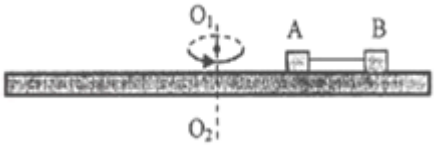
明确绳子何时产生拉力：

明确最终何时相对运动：

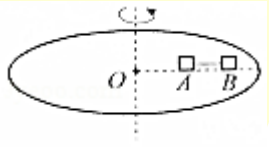
如图所示，两个可视为质点的、相同的木块 A 和 B 放在转盘上且木块 A、B 与转盘中心在同一条直线上，两木块用长 L 的细绳连接，木块与转盘的最大静摩擦力均为各自重力的 k 倍，A 放在距离转轴 L 处，整个装置能绕通过转盘中心的转轴 O_1O_2 转动．开始时，绳恰好伸直但无弹力，现让该装置从静止转动．

（1）当角速度增大到多少时细绳开始有弹力?

（2）当角速度增大到多少时 A、B 开始相对转盘滑动?



【练习 1】如图所示，在水平圆盘上放置两个质量相等的小物块 A、B（可看成质点），物块 A、B 用长为 L 的细线相连结，细线处于拉直状态，物块 A、B 位于圆心 O 的同侧且和圆心 O 在同一直线上，物块 A 到圆心 O 的距离为 L，现使圆盘绕过圆心的竖直轴由静止开始加速转动，若物块 A、B 与圆盘间的动摩擦因数皆为 μ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，要使物块与圆盘保持相对静止，圆盘转动的角速度不能超过（　　）

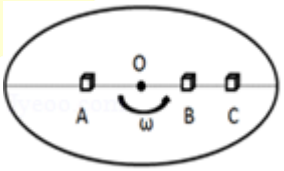


A．$\sqrt{\frac{\mu g}{L}}$　B．$\sqrt{\frac{2\mu g}{L}}$

C．$\sqrt{\frac{2\mu g}{3L}}$　D．$\sqrt{\frac{4\mu g}{3L}}$

【练习 2】如图所示，水平圆盘绕过圆心 O 的竖直轴以角速度 ω 匀速转动，A、B、C 三个木块放置在圆盘上面的同一条直径上，已知 A 的质量为 2m，A 与圆盘间的动摩擦因数为 2μ，B 和 C 的质量均为 m，B 和 C 与圆盘间的动摩擦因数均为 μ，OA、OB、BC 之间的距离均为 L，开始时，圆盘匀速转动时的角速度 ω 比较小，A、B、C 均和圆盘保持相对静止，重力加速度为 g，则下列说法中正确的是（　　）

A．当圆盘转动的角速度缓慢增加过程中，A、B 同时发生相对滑动



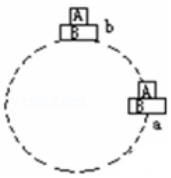
B．当圆盘转动的角速度缓慢增加过程中，C 最先发生相对滑动

C．若 B，C 之间用一根长 L 的轻绳连接起来，则当圆盘转动的角速度 $\sqrt{\frac{\mu g}{2L}}$ <ω < $\sqrt{\frac{2\mu g}{3L}}$时，B 与圆盘间静摩擦力一直增大

D．若 A，B 之间用一根长 2L 的轻绳连接起来，则当圆盘转动的角速度 ω < $\sqrt{\frac{3\mu g}{L}}$时，A、B 可与圆盘保持相对静止

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

1．如图所示，水平的木板 B 托着木块 A 一起在竖直平面内做匀速圆周运动，从水平位置 a 沿逆时针方向运动到最高点 b 的过程中（　　）



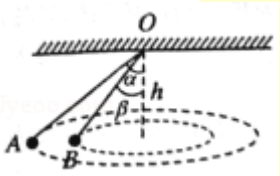
A．B 对 A 的支持力越来越大

B．B 对 A 的支持力越来越小

C．B 对 A 的摩擦力越来越大

D．A 的加速度不变

2．如图所示，质量相等的 A、B 两个小球悬于同一点 O，在 O 点下方垂直距离为 h 处的同一水平面内做匀速圆周运动，悬线与竖直方向夹角分别是 α、β，则 A、B 两小球的（　　）



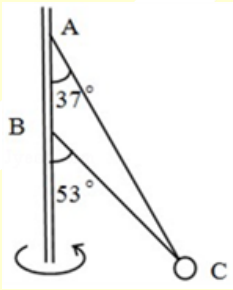
A．周期之比 T_1：T_2 = sinα：sinβ

B．角速度之比 ω_1：ω_2 = cosα：cosβ

C．线速度之比 v_1：v_2 = tanα：tanβ

D．向心加速度之比 a_1：a_2 = tanβ：tanα

3．如图所示，两绳系一质量为 m = 0.1kg 的小球，上面绳长 L = 2m，两绳都拉直时与轴的夹角分别为 37°与 53°，g = 10m/s^2，sin37° = 0.6，cos37° = 0.8，问：当角速度为 4rad/s 时，上、下两绳拉力分别为多大？



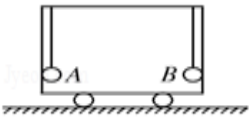
4．如图所示，将完全相同的两个小球 A、B，用长 L = 0.4m 的细绳悬于以 v_0 = 4m/s 向右匀速运动的小车的顶部，两球恰与小车前后壁接触，由于某种原因，小车突然停止运动，此时悬线的拉力之比 F_B：F_A 为（g = 10m/s^2）（　　）

A．1：5

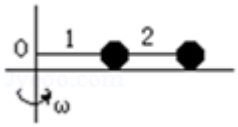
B．1：3

C．1：2

D．1：1



5．如图所示，两根长度相同的细绳，连接着相同的两个小球，让它们在光滑的水平面做匀速运动，其中 O 为圆心，两段绳子同一直线，求此时，两段绳子受到的拉力之比 T_1：T_2 。



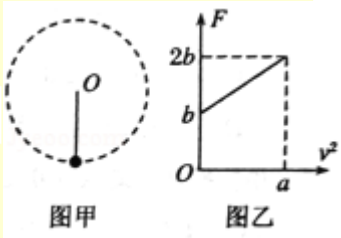
6．如图甲所示，小球与轻质细杆连接后绕固定点 O 在竖直平面内做圆周运动。小球经过最低点时的速度大小为 v，此时轻杆的拉力大小为 F，F - v^2 的关系如图乙所示。已知重力加速度为 g，则（　　）

A．小球的质量为$\frac{2b}{g}$

B．小球的质量为$\frac{g}{b}$

C．圆周轨道半径为$\frac{a}{g}$

D．圆周轨道半径为$\frac{a}{2g}$



图甲　　图乙

7．长为 L 的细线一端系一质量为 m 的小球（可视为质点），另一端固定在一光滑锥顶上，光滑锥顶角为 2θ，轴线在竖直方向，如图 1 所示．使小球在水平面内做角速度为 ω 的匀速圆周运动，线的张力为 T，经分析可得 T - ω^2 的关系图象如图 2 所示，已知重力加速度为 g．则（　　）

A．a = mgsin θ

B．b= $\frac{g}{L}$

C．斜率 k_1 = mLsin θ

D．斜率 k_2 = ML

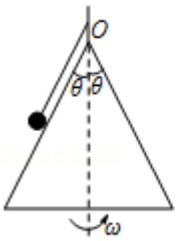


图 1

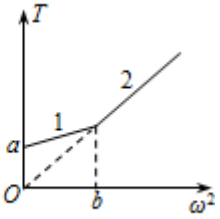


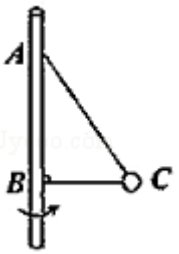
图 2

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

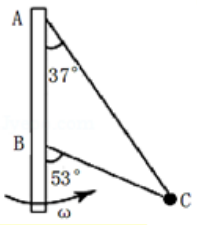
8．如图所示，AB 为竖直转轴，细绳 AC 和 BC 的结点 C 系一质量为 m 的小球，两绳能承担的最大拉力均为 2mg。当 AC 和 BC 均拉直时∠ABC = 90°，∠ACB = 53°，BC = 1m。ABC 能绕竖直轴 AB 匀速转动，因而 C 球在水平面内做匀速圆周运动。当小球的线速度增大时，两绳均会被拉断，求：

（1）哪根绳最先被拉断，被拉断时的线速度 v_1；

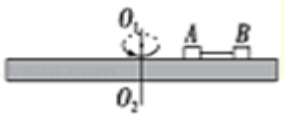
（2）另一根绳被拉断时的速度 v_2．（已知 g = 10m/s^2，sin53° = 0.8，cos53° = 0.6）



9．如图所示，两根轻绳同系一个质量 m = 0.14kg 的小球，两绳的另一端分别固定在轴上的 A、B 两处，上面绳 AC 长 L = 2.00m，当两绳都拉直时，与轴的夹角分别为 37°和 53°，小球随轴一起在水平面内做匀速圆周运动，重力加速度 g 取 10m/s^2 求：若要两绳均处于拉直状态，小球的角速度 ω_1 至少为多少？



10．如图所示，两个可视为质点的、相同的木块 a 和 B 放在转盘上且木块 a、B 与转盘中心在同一条直线上，两木块用长为 L 的细绳连接，木块与转盘的最大静摩擦力均为各自重力的 k 倍，A 放在距离转轴 L 处，整个装置能绕通过转盘中心的转轴 O_1O_2 转动．开始时，绳恰好伸直但无弹力，现让该装置从静止转动，角速度缓慢增大，以下说法不正确的是（　　）



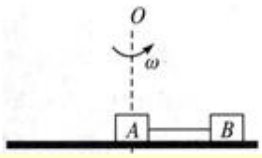
A．当 $\omega > \sqrt{\frac{2kg}{3L}}$ 时，A、B 会相对于转盘滑动

B．当 $\omega > \sqrt{\frac{kg}{2L}}$ 时，绳子一定有弹力

C．ω 在 $0 < \omega < \sqrt{\frac{2kg}{3L}}$ 范围内增大时，A 所受摩擦力一直变大

D．ω 在 $\sqrt{\frac{kg}{2L}} < \omega < \sqrt{\frac{2kg}{3L}}$ 范围内增大时，B 所受摩擦力变大

11．如图，两个质量均为 m 的小木块 A，B 用轻绳相连，放在水平圆盘上，A 恰好处于圆盘中心，B 与转轴的距离为 l。木块与圆盘问的动摩擦因数均为 μ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。已知重力加速度大小为 g，两木块可视为质点。若圆盘从静止开始绕转轴缓慢地加速转动，ω 表示圆盘转动的角速度，下列说法正确的是（　　）



A．当 $\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{2l}}$ 时，木块 B 受到的摩擦力大小为 μmg

B．当 $\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{l}}$ 时，木块 A 受到的摩擦力大小为 0

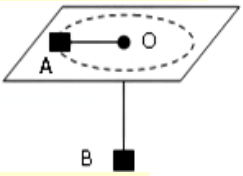
C．当 $\omega = \sqrt{\frac{3\mu g}{2l}}$ 时，轻绳上的拉力大小为 $\frac{1}{2}\mu mg$

D．当 $\omega = \sqrt{\frac{2\mu g}{l}}$ 时剪断轻绳，木块 B 将做近心运动

12．如图，水平桌面中心 O 处有一个小孔，用细绳穿过光滑小孔，绳两端各系质量 M = 0.6kg 的物体 A 和 m = 0.3kg 的物体 B，A 的中心与圆孔的距离为 0.2m．

（1）如果水平桌面光滑且固定，求 A 物体做匀速圆周运动的角速度 ω 应是多大？

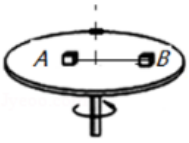
（2）如果水平桌面粗糙，且与 A 之间的最大摩擦力为 1N，现使此平面绕中心轴线水平转动，角速度 ω 在什么范围内，A 可与平面处于相对静止状态？（g = 10m/s^2）



13．如图所示，在匀速转动的水平圆盘上，在圆心两侧、沿半径方向放置两个用细线相连的质量均为 m 的小物体 A、B，它们到转轴的距离分别为 r_A = 20cm，r_B = 30cm，A、B 与盘间最大静摩擦力均为重力的 k = 0.4 倍，现极其缓慢的增加转盘的角速度，（g 取 10m/s^2）试求：

（1）当细线上开始出现张力时，圆盘的角速度 ω_0；

（2）当细线出现张力后，A 所受摩擦力最小时，圆盘的角速度 ω_1。



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

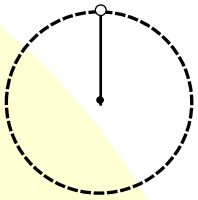
2.4 竖直面内的非匀速圆周运动

本质上就是对某点分析牛二，将受力与速度相互联系起来

【绳模型】

能够恰好做完整圆周运动的条件为：通过最高点时_____，否则_____。本质上：_____

【例题】如图所示，小球质量为 m，固定在轻绳 L 的一端，并随绳子一起绕另一端 O 点在竖直平面内做圆周运动。如果小球**恰好**经过最高位置求：此时小球在最高点的速度是多少



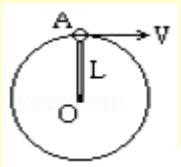
【杆模型】

能够恰好做完整圆周运动的条件为：通过最高点时_____，否则_____。本质上：_____

【例题】如图所示，小球 A 质量为 m，固定在轻细直杆 L 的一端，并随杆一起绕杆的另一端 O 点在竖直平面内做圆周运动。如果小球经过最高位置时，杆对球的作用力为拉力，拉力大小等于球的重力。求：

（1）小球经过最高位置时的速度大小?

（2）若**恰好**通过最高点，则最高点时小球的速度为：_____



【练习】一根长 L = 160cm 的轻杆系着一个小球，小球在竖直平面内作圆周运动，已知球的质量 m = 4kg，($g = 10m/s^2$) 求：

（1）试确定到达最高点杆与球之间无弹力时球的速度多大?

（2）当小球在最高点时的速度为 3m/s 时，求杆对球的作用力；

（3）当小球在最高点时的速度为 5m/s 时，求杆对球的作用力；

（4）当小球在最低点时的速度为 6m/s 时，求球对杆的作用力。

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【桥模型】

如图一辆质量为 500kg 的汽车通过一座半径为 50m 的圆弧形拱桥顶部。（取 g = 10m/s²）

（1）如果汽车以 10m/s 的速度经过拱桥的顶部，则汽车对圆弧形拱桥的压力大小？

（2）汽车以多大速度通过拱桥的顶部时，汽车对圆弧形拱桥的压力**恰好**为零？



1．如图所示，长为 r 的细杆一端固定一个质量为 m 的小球，使之绕另一光滑端点 O 在竖直面内做圆周运动，小球运动到最高点时的速度 $v=\sqrt{\frac{gr}{4}}$，则下列说法不正确的是（　　）



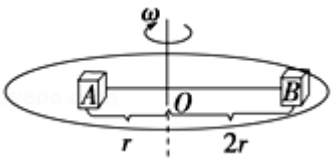
A．小球在最高点时对细杆的压力是$\frac{3mg}{4}$

B．小球在最高点时对细杆的拉力是 $\frac{mg}{2}$

C．若小球运动到最高点速度为$\sqrt{gr}$，小球对细杆的弹力是零

D．若小球运动到最高点速度为 $2\sqrt{gr}$，小球对细杆的拉力是 3mg

2．如图所示，在匀速转动的水平盘上，沿半径方向放着用绳子相连的物体 A 和 B，A 和 B 质量都为 m。它们分居在圆心两侧，与圆心距离分别为 $R_A=r$，$R_B=2r$，A、B 与盘间的动摩擦因数 μ 相同。若最大静摩擦力等于滑动摩擦力，当圆盘转速加快到两物体刚好还未发生滑动时，下列说法正确的是（　　）



A．此时绳子张力为 T = 3μmg

B．此时圆盘的角速度为 $\omega=\sqrt{\frac{2\mu g}{r}}$

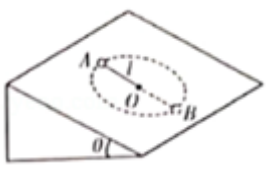
C．此时 A 所受摩擦力方向沿半径指向圆心

D．此时烧断绳子，物体 A、B 仍将随盘一块转动

3．如图所示，在倾角为 θ = 30°的光滑斜面上有一根长为 l = 0.8m 的轻质细绳，细绳一端固定在 O 点，另一端系一质量为 m = 0.2kg 且可看成质点的小球，小球在斜面上做圆周运动。已知重力加速度 g 取 10m/s²。

（1）求小球通过最高点 A 的最小速度；

（2）若细绳能承受的最大拉力为 $F_{max}=13N$，求小球在最低点 B 的最大速度。

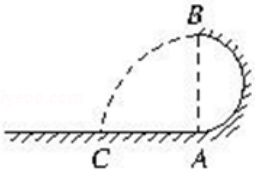


4．如图所示，一个光滑的水平轨道与半圆轨道相连接，其中半圆轨道在竖直平面内，半径为 R．质量为 m 的小球以某速度从 A 点无摩擦地滚上半圆轨道，小球通过轨道的最高点 B 后恰好做平抛运动，且正好落在水平地面上的 C 点，已知 AC = 4R，求：

（1）小球在 B 点时的速度大小；

（2）小球在 B 点时半圆轨道对它的弹力大小；

~~（3）小球在 A 点时对半圆轨道的压力大小。~~

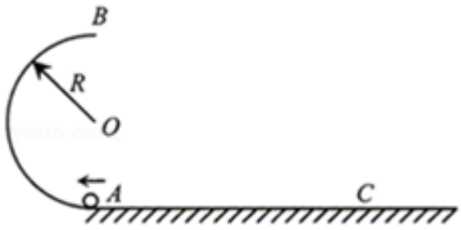


关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

5．如图所示，竖直平面内有半径为 R 的光滑半圆形轨道，半圆形轨道与水平面相切于 A 点，一质量为 m 的小球（可视为质点）从 A 点进入半圆形轨道，在最高点 B 处时对轨道的压力是小球重力的 3 倍，从 B 点飞出后落于水平面上 C 点，已知重力加速度为 g，不计空气阻力。求：

（1）小球在半圆形轨道最高点 B 处速度大小 v_B；

（2）小球在水平面上落点 C 与 A 点的距离 x。

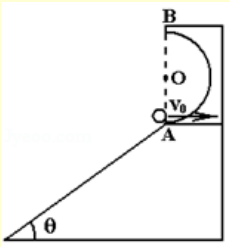


6．在倾角为 θ = 37°足够长的斜面顶端有一光滑的半径为 R = 2.5m 的半圆轨道，AB 为圆轨道竖直方向的直径，如图所示．一质量为 m = 20g 大小不计的小球以速度 V_0 从圆轨道最低点 A 水平射入，到达圆轨道最高点 B 时对轨道的压力为 0.6N，g 取 10m/s^2，sin37° = 0.6，cos37° = 0.8．求：

（1）小球到达圆轨道最高点 B 时的速度 V

（2）小球从圆轨道最高点 B 落回到斜面的时间 t

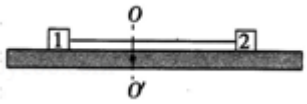
（3）小球落回到斜面的位置离 A 点的距离 d．



7．如图在水平圆盘上放有质量相同的滑块 1 和滑块 2，圆盘可绕垂直圆盘的中心轴 OO′转动。两滑块与圆盘的滑动摩擦因数相同均为 μ，最大静摩擦力认为等于滑动摩擦力。两滑块与轴 O 共线且滑块 1 到转轴的距离为 r，滑块 2 到转轴的距离为 2r，现将两个滑块用轻质细线相连，保持细线伸直且恰无张力。当圆盘从静止开始转动，角速度极其缓慢地增大，针对这个过程，求解下列问题：

（1）求轻绳刚有拉力时圆盘的角速度；

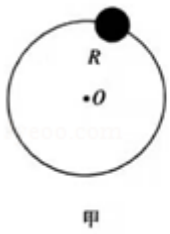
（2）求当圆盘角速度为 $\omega=\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$ 时，滑块 1 受到的摩擦力。



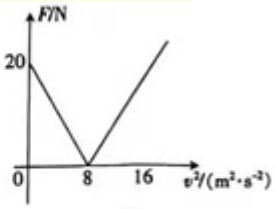
8．如图甲所示，小球（视为质点）穿在竖直平面内光滑的固定圆环上，绕圆心 O 点做半径为 R 的圆周运动。小球运动到最高点时，圆环对小球的弹力大小为 F，小球在最高点的速度大小为 v，其 F - v^2 图象如图乙所示。取重力加速度大小 g = 10m/s^2，不计空气阻力。求：

（1）小球的质量和圆环的半径；

（2）小球在最高点受到向上的弹力大小为 15N 时的速度大小。（结果可保留根式）



甲



乙

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

三、万有引力与航天

3.1 基础概念

【椭圆轨道-开三】

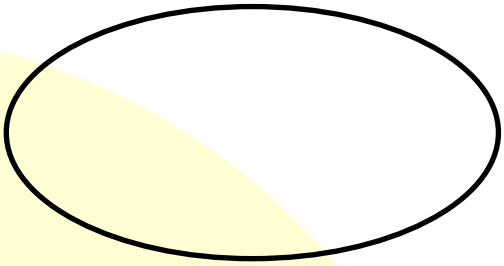
物理学史

_____观测数据

_____计算/分析数据

万有引力提出者：_____

万有引力常量测量者：_____



开普勒三大定律

第一定律：行星的运动轨迹是_____，太阳在_____上

第二定律：相同时间内_____的面积相等，近日点速度_____远日点速度____。

第三定律：_____是定值，且此值只与_____有关

【万有引力】

HuangFuRen

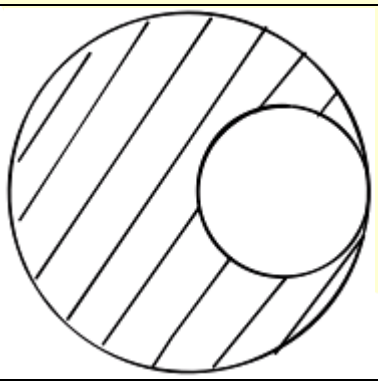
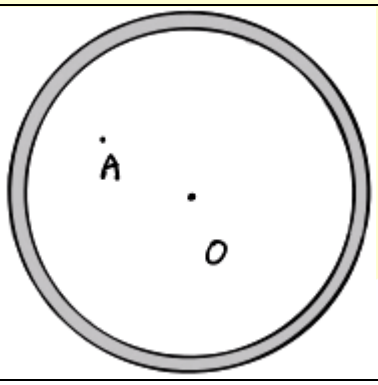
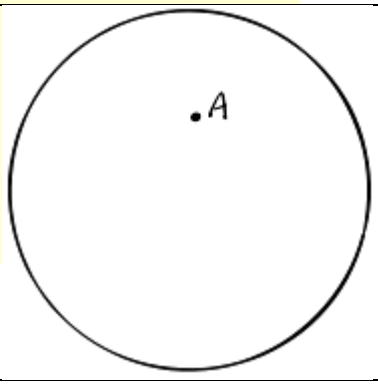
公式：_____　　万有引力常量：_____　　其中 r 为：_____

适用条件：

1.质点或_____

2._____

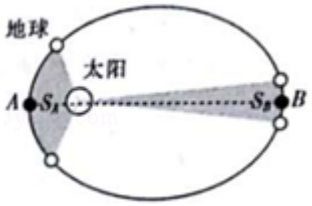
几类特殊的万有引力

	割补法	空球壳	实心球体
图像			
规律	将不规则图像分割成两个规则图形	球壳对内部的任意点的万有引力均为_____	将实心球体分成两部分：

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

1．德国天文学家开普勒认为所有行星绕太阳运动的轨道都是_____，太阳处在椭圆的一个_____之上。

2．如图所示，椭圆为地球绕太阳运动的轨道，A、B 分别为地球绕太阳运动的近日点和远日点，地球经过这两点时的速率分别为 v_A 和 v_B；阴影部分为地球与太阳的连线在相等时间内扫过的面积，分别用 S_A 和 S_B 表示，则 v_A_____v_B、S_A_____S_B．(均填“>”“=”或“<”)



3．设行星绕恒星运动轨道是圆，则其运动周期为 T 的平方与其运行轨道半径 R 的三次方之比为常数，即$\frac{R^3}{T^2}$=K，那么 K 的大小决定于（　　）

A．只与行星质量有关　　B．只与恒星质量有关

C．与行星和恒星质量都有关　　D．与恒星的质量及行星的速率都无关

4．有 A、B 两颗行星环绕某恒星运动，它们的运动周期比为 1：27，则它们的轨道半径之比为（　　）

A．27：1　　B．1：9　　C．1：3　　D．9：1

5．开普勒分别于 1609 年和 1619 年发表了他发现的行星运动规律，后人称之为开普勒行星运动定律。关于开普勒行星运动定律，下列说法正确的是（　　）

A．所有行星绕太阳运动的轨道都是圆，太阳处在圆心上

B．对任何一颗行星来说，离太阳越近，运行速率就越大

C．行星公转周期与行星的质量有关

D．所有行星的轨道的半长轴与公转周期成正比

6．关于开普勒行星运动的公式$\frac{R^3}{T^2}$=k，以下理解正确的是（　　）

A．k 是一个与太阳无关的常量

B．若地球绕太阳运转轨道的半长轴为 R，周期为 T，月球绕地球运转轨道的半长轴为 r，周期为 t。则有：$\frac{R^3}{r^3}=\frac{T^2}{t^2}$

C．这个规律是开普勒通过长时间精细的扭秤实验归纳总结出来的

D．此关系是行星绕太阳运动所遵循的规律，但对地球各个卫星绕地球运动也适用

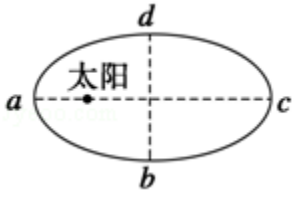
7．某行星绕太阳沿椭圆轨道运行，如图所示，在这颗行星的轨道上有 a、b、c、d 四个对称点，其中 a 为近日点，c 为远日点，若行星运动周期为 T，则该行星（　　）

A．从 a 到 b 的运动时间等于从 c 到 d 的运动时间

B．从 d 经 a 到 b 的运动时间等于从 b 经 c 到 d 的运动时间

C．a 到 b 的时间 $t_{ab}<\frac{T}{4}$

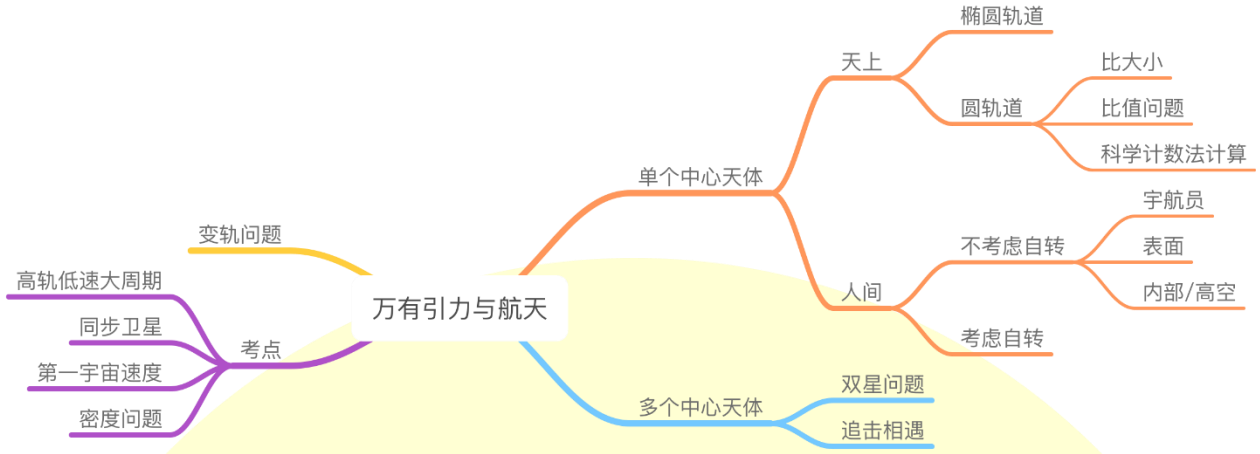
D．c 到 d 的时间 $t_{cd}>\frac{T}{4}$



HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

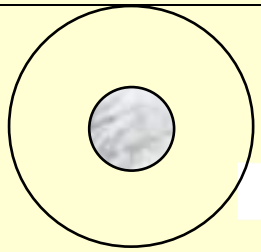
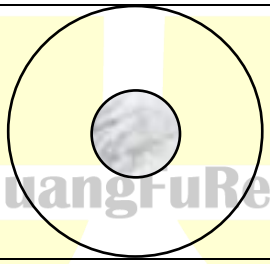
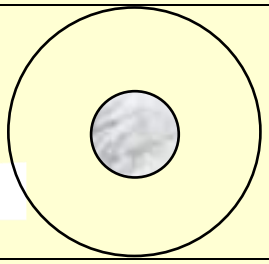
【天体运动学前知识】



天上：_____

人间：_____

R、r、h 的区别：

r	R	h
		

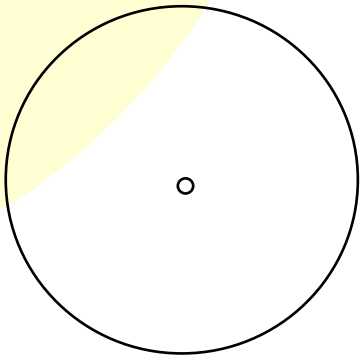
HuangFuRen

3.2 天体公式推导(单个星球)

【天上圆轨道】

原理式：_____

公式	推导过程	结果
线速度	$G\frac{Mm}{r^2}=F_{向}=m\frac{v^2}{r}$	$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$
角速度		
周期		
加速度		



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【人间不考虑自转】

原理式：_____



位置	地表	高空	地底
			
表达式			

HuangFuRen

天上与人间的联系

【人间考虑自转】

原理式：_____



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

3.3 几类基础天体小知识

【高轨低速大周期】

使用条件：_____

默写公式：

1．(2019•海南）2019 年 5 月，我国第 45 颗北斗卫星发射成功。已知该卫星轨道距地面的高度约为 36000km，是“天宫二号”空间实验室轨道高度的 90 倍左右，则（　　）

A．该卫星的速率比“天宫二号”的大

B．该卫星的周期比“天宫二号”的大

C．该卫星的角速度比“天宫二号”的大

D．该卫星的向心加速度比“天宫二号”的大

HuangFuRen

2．(2020•天津）北斗问天，国之夙愿。我国北斗三号系统的收官之星是地球静止轨道卫星，其轨道半径约为地球半径的 7 倍。与近地轨道卫星相比，地球静止轨道卫星（　　）



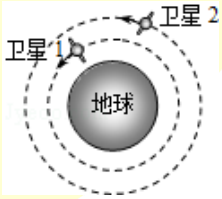
A．周期大

B．线速度大

C．角速度大

D．加速度大

4．如图所示，两颗“近地”卫星 1 和 2 都绕地球做匀速圆周运动，卫星 2 的轨道半径更大些．两颗卫星相比较，下列说法中正确的是（　　）



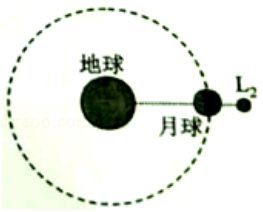
A．卫星 2 的向心加速度较大

B．卫星 2 的线速度较大

C．卫星 2 的周期较大

D．卫星 2 的角速度较大

3．　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

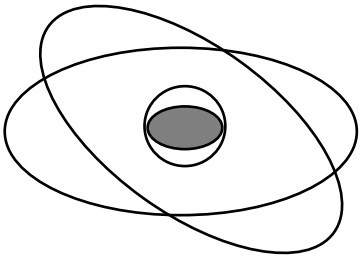
B．“鹊桥”中继星绕地球转动的线速度比月球绕地球线速度大

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

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【同步卫星】



概念：

隐藏条件：

看见他第一反应：

考点：

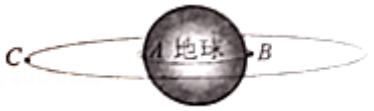
1．如图所示，A 为地球赤道上的物体，B 为沿地球表面附近做匀速圆周运动的人造卫星，C 为地球同步卫星。

角速度的大小关系是_____

向心加速度的大小关系是_____

线速度的大小关系是_____

周期的大小关系是_____



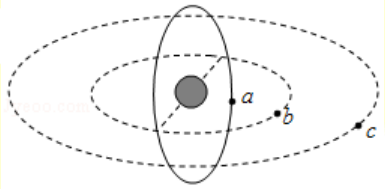
2.（2020•浙江）如图所示，卫星 a、b、c 沿圆形轨道绕地球运行。a 是极地轨道卫星，在地球两极上空约 1000km 处运行；b 是低轨道卫星，距地球表面高度与 a 相等；c 是地球同步卫星，则（　　）

A．a、b 的周期比 c 大

B．a、b 的向心力一定相等

C．a、b 的速度大小相等

D．a、b 的向心加速度比 c 小



HuangFuRen

【宇航员】

看见他第一反应：

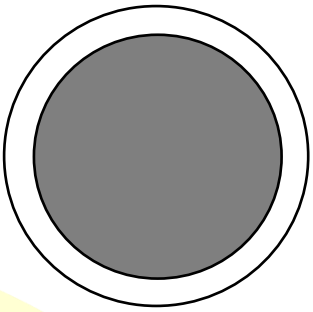
【例题】某宇航员在某星球表面，将一质量为 m 的小球由静止释放，小球做自由落体运动，测得小球下落高度为 h，所用的时间为 t，若该星球的半径为 R，万有引力常量为 G，则该星球的质量为多少

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【第一宇宙速度】

概念：

隐藏条件：

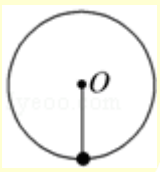


1．一艘宇宙飞船绕着某行星作匀速圆周运动，已知运动的轨道半径为 r，周期为 T，引力常量为 G，行星半径为 R．求：行星的第一宇宙速度 v．

2．某星球半径为 R，其表面重力加速度为 g，不计该星球的自转。求：在该星球上发射的卫星的第一宇宙速度 v；

3．（2016 春•邢台校级期中）一宇航员在半径为 R、密度均匀的某星球表面，做如下实验，用不可伸长的长为 l 轻绳栓一质量为 m 的小球，上端固定在 O 点，如图所示，在最低点给小球某一初速度，使其绕 O 点恰好能在竖直面内做圆周运动，已知最高点速度为 v_0．引力常量为 G，忽略各种阻力，求：

（1）该行星的第一宇宙速度 v．



4. 地球的近地卫星线速度约为 8 km/s，已知月球质量约为地球质量的 1/81，地球半径约为月球半径的 4 倍，下列说法正确的是(　　)

A．在月球上发射卫星的最小速度约为 8 km/s

B．月球卫星的环绕速度可能达到 4 km/s

C．月球的第一宇宙速度约为 1.8 km/s

D．“近月卫星”的速度比“近地卫星”的速度大

5．在某星球表面（没有空气）以大小为 v_0 的初速度竖直上抛一物体，经过时间 t_0 落回抛出点。若物体只受该星球引力作用，不考虑星球的自转，已知该星球的直径为 d。则该星球的第一宇宙速度可表示为（　　）

A．$\sqrt{\frac{v_0 d}{t_0}}$　B．$\sqrt{\frac{2v_0 d}{t_0}}$　C．$\sqrt{\frac{v_0 d}{2t_0}}$　D．$2\sqrt{\frac{v_0 d}{t_0}}$

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【星球密度】

球体体积：_____　　球体表面积：_____

看见他第一反应：

1．在某球形星球表面做物体自由下落的实验时，测量得到物体下落高度 h 所用时间为 t，已知该星球的半径为 R，引力常量为 G，则该星球的平均密度为（　　）

A．$\frac{3h}{4\pi GRt^2}$ B．$\frac{3h}{2\pi GRt^2}$ C．$\frac{3t^2}{4\pi GRh}$ D．$\frac{3t^2}{2\pi GRh}$

2．（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$\frac{9h}{2}$

3．已知月球半径为 R，地心与月球中心之间的距离为 r，月球绕地球公转周期为 T_1，嫦娥 4 号飞船绕月球表面的运行周期为 T_2，万有引力常量为 G，由以上条件可知正确的选项是（　　）

A．地球质量为$\frac{4\pi^2r^3}{GT_1^2}$　　B．月球质量为$\frac{4\pi^2r^3}{GT_1^2}$

C．地球的密度为$\frac{3\pi}{GT_1^2}$　　D．月球的密度为$\frac{3\pi}{GT_1^2}$

贴表飞行下的星球密度

4．（2020•新课标Ⅱ）若一均匀球形星体的密度为 ρ，引力常量为 G，则在该星体表面附近沿圆轨道绕其运动的卫星的周期是（　　）

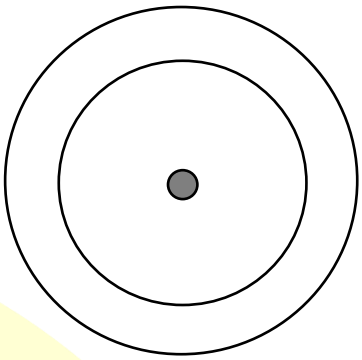
A．$\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$ B．$\sqrt{\frac{4\pi}{G\rho}}$ C．$\sqrt{\frac{1}{3\pi G\rho}}$ D．$\sqrt{\frac{1}{4\pi G\rho}}$

HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【比值问题】

（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

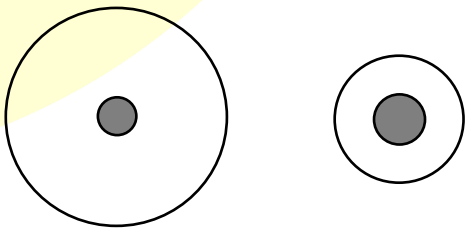
4.已知半径（r_1，r_2）求加速度之比

HuangFuRen

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

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

3.3 综合练习

1.(2020•浙江)火星探测任务"天问一号"的标识如图所示。若火星和地球绕太阳的运动均可视为匀速圆周运动，火星公转轨道半径与地球公转轨道半径之比为3：2，则火星与地球绕太阳运动的（　　）

A．轨道周长之比为2：3

B．线速度大小之比为$\sqrt{3}$：$\sqrt{2}$

C．角速度大小之比为$2\sqrt{2}$：$3\sqrt{3}$

D．向心加速度大小之比为9：4



2.(2020•新课标Ⅰ)火星的质量约为地球质量的$\frac{1}{10}$，半径约为地球半径的$\frac{1}{2}$，则同一物体在火星表面与在地球表面受到的引力的比值约为（　　）

A．0.2　　B．0.4　　C．2.0　　D．2.5

3.科幻电影《流浪地球》讲述了这样的故事：太阳即将毁灭，人类在地球上建造出巨大的推进器，使地球经历了停止自转、加速逃逸、匀速滑行、减速入轨等阶段，最后成为比邻星的一颗行星。假设若干年后，地球流浪成功。设比邻星的质量为太阳质量的$\frac{1}{4}$，地球质量在流浪过程中损失了$\frac{1}{4}$，地球绕比邻星运行的轨道半径为地球绕太阳运行轨道半径的$\frac{1}{2}$，则地球绕比邻星运行与绕太阳运行相比较，下列关系正确的是（　　）

A．公 转周期之比为$T_{比}$：$T_{日}$=1：1

B．向心加速度之比为$a_{比}$：$a_{日}$=3：4

C．动能之比为$E_{k比}$：$E_{k日}$=3：8

D．万有引力之比为$F_{比}$：$F_{日}$=3：8

4.(2020•新课标Ⅲ)"嫦娥四号"探测器于2019年1月在月球背面成功着陆，着陆前曾绕月球飞行，某段时间可认为绕月做匀速圆周运动，圆周半径为月球半径的K倍。已知地球半径R是月球半径的P倍，地球质量是月球质量的Q倍，地球表面重力加速度大小为g。则"嫦娥四号"绕月球做圆周运动的速率为（　　）

A．$\sqrt{\frac{RKg}{QP}}$　B．$\sqrt{\frac{RPKg}{Q}}$

C．$\sqrt{\frac{RQg}{KP}}$　D．$\sqrt{\frac{RPg}{QK}}$

5.一行星围绕某恒星做匀速圆周运动。由天文观测可得其运行周期为T、线速度为v，已知万有引力常量为G，则（　　）

A．行星运动的轨道半径为$\frac{vT}{\pi}$

B．行星的质量为$\frac{4\pi^2v^2}{GT^2}$

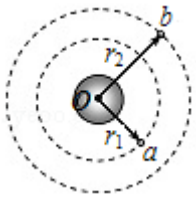
C．恒星的质量为$\frac{v^3T}{2\pi G}$

D．恒星表面的重力加速度大小为$\frac{2\pi v}{T}$

6（2015•海南）若在某行星和地球上相对于各自的水平地面附近相同的高度处、以相同的速率平抛一物体，它们在水平方向运动的距离之比为2：$\sqrt{7}$．已知该行星质量约为地球的7倍，地球的半径为R．由此可知，该行星的半径约为（　　）

A．$\frac{1}{2}$R　B．$\frac{7}{2}$R　C．2R　D．$\frac{\sqrt{7}}{2}$R

7.（2015•鼓楼区）如图，若两颗人造卫星a和b均绕地球做匀速圆周运动，a、b到地心O的距离分别为r_1、r_2，线速度大小分别为v_1、v_2，则（　　）



A．$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$　B．$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$

C．$\frac{v_1}{v_2}=(\frac{r_2}{r_1})^2$　D．$\frac{v_1}{v_2}=(\frac{r_1}{r_2})^2$

8．火星是地球的邻居，已知火星的半径是地球的$\frac{1}{2}$，质量是地球的$\frac{1}{9}$，自转周期与地球基本相同，地球表面重力加速度是g。若某同学在地球表面上能够跳起的最大高度是h，忽略星球自转的影响，下列描述正确的是（　　）

A．该同学在火星表面所受的万有引力是地球表面的$\frac{9}{4}$

B．火星表面的重力加速度是地球表面的$\frac{2}{9}$

C．火星表面的重力加速度是地球表面的$\frac{4}{9}$

D．该同学以相同的速度在火星上跳起，上升的最大高度是$\frac{9h}{8}$

9．地球绕太阳的公转可视为匀速圆周运动，周期为T_1，轨道半径为r_1；月球绕地球做匀速圆周运动周期为T_2，轨道半径

HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

为 r_2．由此可知（　　）

A．地球和月球的质量之比为$\frac{r_2^3T_1^2}{r_1^3T_2^2}$

B．太阳和月球的质量之比为$\frac{r_1^3T_1^2}{r_2^3T_2^2}$

C．月球和地球的向心加速度大小之比为$\frac{r_1T_2^2}{r_2T_1^2}$

D．太阳和地球的质量之比为$\frac{r_1^3T_2^2}{r_2^3T_1^2}$

10．人造地球卫星与地心间距离为 r 时，若取无穷远处为势能零点，引力势能可以表示为 $E_p=-\frac{GMm}{r}$，其中 G 为引力常量，M 为地球质量，m 为卫星质量。卫星原来在半径为 r_1 的轨道上绕地球做匀速圆周运动，由于稀薄空气等因素的影响，飞行一段时间后其圆周运动的半径减小为 r_2．此过程中损失的机械能为（　　）

A．$\frac{GMm}{2}(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2})$　　B．$\frac{GMm}{2}(\frac{1}{r_2}-\frac{1}{r_1})$

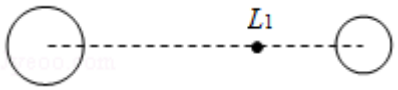
C．GMm$(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2})$　D．GMm$(\frac{1}{r_2}-\frac{1}{r_1})$

11．（2015•重庆）宇航员王亚平在“天宫 1 号”飞船内进行了我国首次太空授课，演示了一些完全失重状态下的物理现象．若飞船质量为 m，距地面高度为 h，地球质量为 M，半径为 R，引力常量为 G，则飞船所在处的重力加速度大小为（　　）

A．0　　B．$\frac{GM}{(R+h)^2}$

C．$\frac{GMm}{(R+h)^2}$　D．$\frac{GM}{h^2}$

12．（2015•山东）如图，拉格朗日点 L_1 位于地球和月球连线上，处在该点的物体在地球和月球引力的共同作用下，可与月球一起以相同的周期绕地球运动。据此，科学家设想在拉格朗日点 L_1 建立空间站，使其与月球同周期绕地球运动，以 a_1、a_2 分别表示该空间站和月球向心加速度的大小，a_3 表示地球同步卫星向心加速度的大小。以下判断正确的是（　　）



A．$a_2>a_3>a_1$　B．$a_2>a_1>a_3$

C．$a_3>a_1>a_2$　D．$a_3>a_2>a_1$

13．（2014•福建）若有一颗“宜居”行星，其质量为地球的 p 倍，半径为地球的 q 倍，则该行星卫星的环绕速度是地球卫星环绕速度的（　　）

A．$\sqrt{\frac{p}{q}}$倍　B．$\sqrt{\frac{q}{p}}$倍

C．$\sqrt{pq}$倍 D．$\sqrt{pq^3}$倍

14．（2018•新课标Ⅲ）为了探测引力波，“天琴计划”预计发射地球卫星 P，其轨道半径约为地球半径的 16 倍；另一地球卫星 Q 的轨道半径约为地球半径的 4 倍。P 与 Q 的周期之比约为（　　）

A．2：1　B．4：1

C．8：1　D．16：1

15．（2020•江苏）甲、乙两颗人造卫星质量相等，均绕地球做圆周运动，甲的轨道半径是乙的 2 倍。下列应用公式进行的推论正确的有（　　）

A．由 $v=\sqrt{gR}$可知，甲的速度是乙的$\sqrt{2}$倍

B．由 $a=\omega^2r$ 可知，甲的向心加速度是乙的 2 倍

C．由 $F=G\frac{Mm}{r^2}$可知，甲的向心力是乙的$\frac{1}{4}$

D．由$\frac{r^3}{T^2}=k$ 可知，甲的周期是乙的 $2\sqrt{2}$倍

16．（2007•天津）我国绕月探测工程的预先研究和工程实施已取得重要进展。设地球、月球的质量分别为 m_1、m_2，半径分别为 R_1、R_2，人造地球卫星的第一宇宙速度为 v，对应的环绕周期为 T，则环绕月球表面附近圆轨道飞行的探测器的速度和周期分别为（　　）

A．$\sqrt{\frac{m_2R_1}{m_1R_2}}v$，$\sqrt{\frac{m_1R_2^3}{m_2R_1^3}}T$　　B．$\sqrt{\frac{m_1R_2}{m_2R_1}}v$，$\sqrt{\frac{m_2R_1^3}{m_1R_2^3}}T$

C．$\sqrt{\frac{m_2R_1}{m_1R_2}}v$，$\sqrt{\frac{m_2R_1^3}{m_1R_2^3}}T$　　D．$\sqrt{\frac{m_1R_2}{m_2R_1}}v$，$\sqrt{\frac{m_1R_2^3}{m_2R_1^3}}T$

17．（2008•山东）据报道，我国数据中继卫星“天链一号 01 星”于 2008 年 4 月 25 日在西昌卫星发射中心发射升空，经过 4 次变轨控制后，于 5 月 1 日成功定点在东经 77°赤道上空的同步轨道。关于成功定点后的“天链一号 01 星”，下列说法正确的是（　　）

A．运行速度大于 7.9 km/s

B．离地面高度一定，相对地面静止

C．绕地球运行的角速度比月球绕地球运行的角速度小

D．向心加速度与静止在赤道上物体的向心加速度大小相等

18．（2019•红花岗区校级模拟）2013 年 12 月 2 日 1 时 30 分，我国成功发射了“嫦娥三号”探月卫星，12 月 6 日 17 时 47 分顺利进入环月轨道．若该卫星在地球表面的重力为

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

G_1，在月球表面的重力为 G_2，已知地球半径为 R_1，月球半径为 R_2，地球表面处的重力加速度为 g，则（　　）

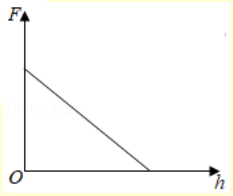
A．月球表面处的重力加速度 $g_{月}$为 $\frac{G_2}{G_1}g$

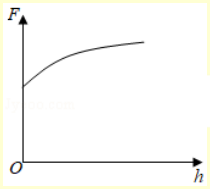
B．月球的质量与地球的质量之比为$\frac{G_1R_2^2}{G_2R_1^2}$

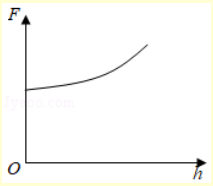
C．卫星在距月球表面轨道上做匀速圆周运动的周期 $T_{月}$为 $2\pi\sqrt{\frac{R_2G_1}{gG_2}}$

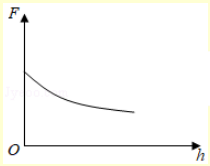
D．月球的第一宇宙速度与地球的第一宇宙速度之比为$\sqrt{\frac{G_1R_2}{G_2R_1}}$

19．（2019•新课标Ⅱ）2019 年 1 月，我国嫦娥四号探测器成功在月球背面软着陆。在探测器“奔向”月球的过程中，用 h 表示探测器与地球表面的距离，F 表示它所受的地球引力，能够描述 F 随 h 变化关系的图象是（　　）

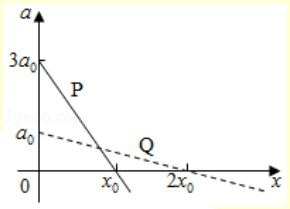
A．

B．

C．

D．

20（2019•新课标Ⅰ）在星球 M 上将一轻弹簧竖直固定在水平桌面上，把物体 P 轻放在弹簧上端，P 由静止向下运动，物体的加速度 a 与弹簧的压缩量 x 间的关系如图中实线所示。在另一星球 N 上用完全相同的弹簧，改用物体 Q 完成同样的过程，其 a - x 关系如图中虚线所示。假设两星球均为质量均匀分布的球体。已知星球 M 的半径是星球 N 的 3 倍，则（　　）



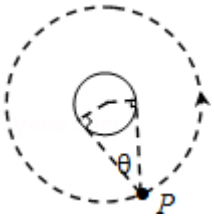
A．M 与 N 的密度相等

B．Q 的质量是 P 的 3 倍

C．Q 下落过程中的最大动能是 P 的 4 倍

D．Q 下落过程中弹簧的最大压缩量是 P 的 4 倍

21（2014•广东）如图所示，飞行器 P 绕某星球做匀速圆周运动，星球相对飞行器的张角为 θ，下列说法正确的是（　　）



A．轨道半径越大，周期越长

B．轨道半径越大，速度越大

C．若测得周期和张角，可得到星球的平均密度

D．若测得周期和轨道半径，可得到星球的平均密度

22．（2014•海南）设地球自转周期为 T，质量为 M，引力常量为 G，假设地球可视为质量均匀分布的球体，半径为 R．同一物体在南极和赤道水平面上静止时所受到的支持力之比为（　　）

A．$\frac{GMT^2}{GMT^2-4\pi^2R^3}$　B．$\frac{GMT^2}{GMT^2+4\pi^2R^3}$

C．$\frac{GMT^2-4\pi^2R^3}{GMT^2}$　D．$\frac{GMT^2+4\pi^2R^3}{GMT^2}$

23．（2014•新课标Ⅱ）假设地球可视为质量均匀分布的球体，已知地球表面重力加速度在两极的大小为 g_0，赤道的大小为 g；地球自转的周期为 T，引力常量为 G．则地球的密度为（　　）

A．$\frac{3\pi}{GT^2}\frac{g_0-g}{g_0}$　B．$\frac{3\pi}{GT^2}\frac{g_0}{g_0-g}$

C．$\frac{3\pi}{GT^2}$　D．$\frac{3\pi}{GT^2}\frac{g_0}{g}$

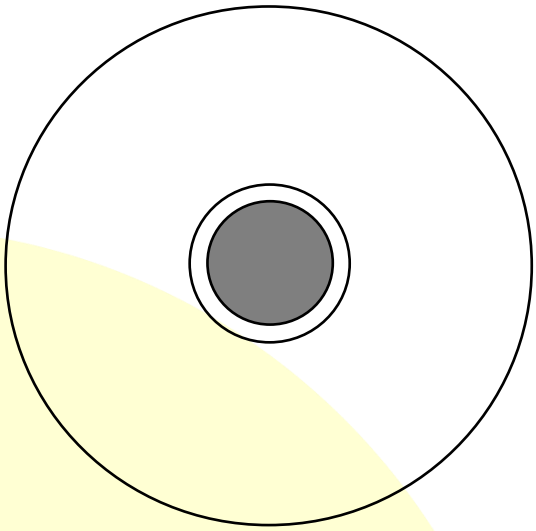
24．（2010•北京）一物体静置在平均密度为 ρ 的球形天体表面的赤道上。已知万有引力常量 G，若由于天体自转使物体对天体表面压力恰好为零，则天体自转周期为（　　）

A．$(\frac{4\pi}{3G\rho})^{\frac{1}{2}}$　B．$(\frac{3}{4\pi G\rho})^{\frac{1}{2}}$　C．$(\frac{\pi}{G\rho})^{\frac{1}{2}}$　D．$(\frac{3\pi}{G\rho})^{\frac{1}{2}}$

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

3.4 变轨

如何从低轨道变到高轨道



过程：1._____

2. _____

深入研究：

P 点: _____(向心/离心)运动

Q 点: _____(向心/离心)运动

考点：

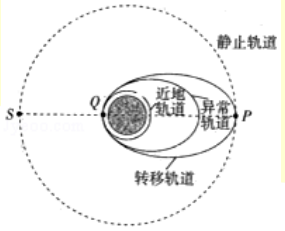
1.速度

2.加速度

HuangFuRen

3.周期

1．如图所示是卫星自救过程的简化示意图，近地轨道和静止轨道是圆轨道，异常轨道和转移轨道是椭圆轨道，P、Q、S 三点与地球中心共线，P、Q 两点是转移轨道的远地点和近地点，近似认为 PQ 的距离为地球半径 R 的 8 倍，则下列说法正确的是（　　）



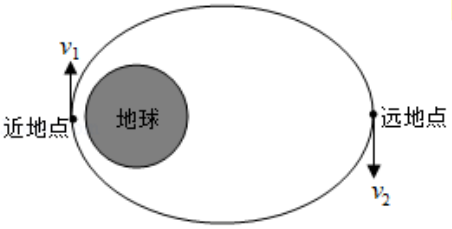
A．静止轨道与地球赤道平面可以不重合

B．卫星在静止轨道上经过 S 点的加速度大于在转移轨道上经过 P 点的加速度

C．卫星在异常轨道上经过 Q 点速率大于在静止轨道上经过 S 点的速率

D．卫星在近地轨道上的周期与在转移轨道上的周期之比约为 1：4

2．（2019•江苏）1970 年成功发射的“东方红一号”是我国第一颗人造地球卫星，该卫星至今仍沿椭圆轨道绕地球运动。如图所示，设卫星在近地点、远地点的速度分别为 v_1、v_2，近地点到地心的距离为 r，地球质量为 M，引力常量为 G．则（　　）



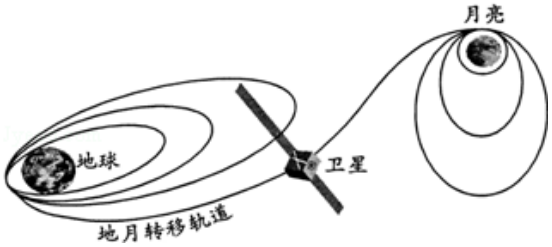
A．$v_1 > v_2$，$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$　　B．$v_1 > v_2$，$v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$

C．$v_1 < v_2$，$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$　　D．$v_1 < v_2$，$v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$

3．（2008•广东）如图是“嫦娥一号”奔月的示意图，卫星发射后通过自带的小型火箭多次变轨，进入地月转移轨道，

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

最终被月球引力捕获，成为绕月卫星，并开展对月球的探测．下列说法正确的是（　　）



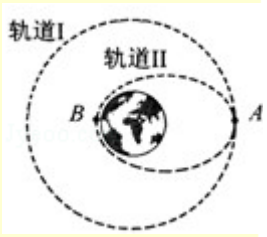
A．发射“嫦娥一号”的速度必须达到第三宇宙速度

B．在绕月圆轨道上，卫星周期与卫星质量有关

C．卫星受月球的引力与它到月球中心距离的平方成反比

D．在绕月轨道上，卫星受地球的引力大于受月球的引力

4．（2010•江苏）航天飞机在完成对哈勃空间望远镜的维修任务后，在 A 点从圆形轨道Ⅰ进入椭圆轨道Ⅱ，B 为轨道Ⅱ上的一点，如图所示，关于航天飞机的运动，下列说法中正确的有（　　）



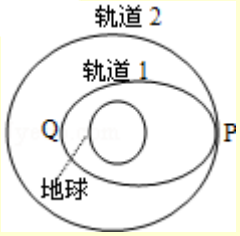
A．在轨道Ⅱ上经过 A 的速度小于经过 B 的速度

B．在轨道Ⅱ上经过 A 的速度小于在轨道Ⅰ上经过 A 的速度

C．在轨道Ⅱ上运动的周期小于在轨道Ⅰ上运动的周期

D．在轨道Ⅱ上经过 A 的加速度小于在轨道Ⅰ上经过 A 的加速度

5．（2009•山东）2008 年 9 月 25 日至 28 日我国成功实施了“神舟”七号载入航天飞行并实现了航天员首次出舱．飞船先沿椭圆轨道飞行，后在远地点 343 千米处点火加速，由椭圆轨道变成高度为 343 千米的圆轨道，在此圆轨道上飞船运行周期约为 90 分钟．下列判断正确的是（　　）



A．飞船变轨前后的机械能相等

B．飞船在圆轨道上时航天员出舱前后都处于失重状态

C．飞船在此圆轨道上运动的角度速度大于同步卫星运动的角速度

D．飞船变轨前通过椭圆轨道远地点时的加速度大于变轨后沿圆轨道运动的加速度

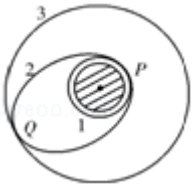
E．飞船在轨道 1 上的 P 点速度大于 Q 点速度

F．飞船在椭圆轨道 1 上 P 点的加速度大于圆轨道 2 上 P 点的加速度

G．飞船在圆轨道 2 上 P 点运动的速度大于在椭圆轨道 1 上 P 点运动的速度

H．飞船由椭圆轨道 1 到圆轨道 2，周期变小

6. 2017 年下半年我国发射了北斗三号卫星。北斗导航卫星的发射需要经过几次变轨，例如某次变轨，先将卫星发射至近地圆轨道 1 上，然后在 P 处变轨到椭圆轨道 2 上，最后由轨道 2 在 Q 处变轨进入圆轨道 3，轨道 1、2 相切于 P 点，轨道 2、3 相切于 Q 点。忽略空气阻力和卫星质量的变化，则以下说法正确的是（　　）



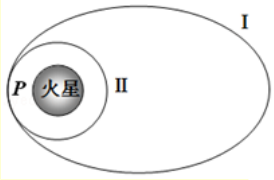
A．该卫星从轨道 1 变轨到轨道 2 需要在 P 处减速

B．该卫星在轨道从轨道 1 到轨道 2 再到轨道 3，周期逐渐增大

C．该卫星在轨道 3 的速度大于在轨道 1 的速度

D．该卫星在轨道 3 上经过 Q 点的加速度小于在轨道 2 上 Q 点的加速度

7．火星是我们认为最有可能有生命活动的地方。我国将于 2020 年发射火星探测器。如图所示，探测器在太空直飞火星，在 P 点进行制动，使火星沿着大椭圆轨道Ⅰ运动，再经过 P 点时再次制动，使得探测器沿着近火星圆轨道Ⅱ做圆周运动而达到近距离探测的目的。则下列说法正确的是（　　）



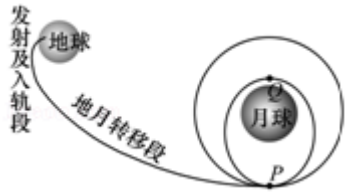
A．完成两次制动之后，探测器在轨道Ⅱ上的运行周期大于在轨道Ⅰ上的运行周期

B．探测器分别在轨道Ⅰ和轨道Ⅱ上经过 P 点时的加速度相同

C．探测器分别在轨道Ⅰ和轨道Ⅱ上经过 P 点时的速度相同

D．探测器在轨道Ⅱ上运行速度大于火星的第一宇宙速度

8．我国嫦娥三号探测器已实现月球软着陆和月面巡视勘察，嫦娥三号的飞行轨道示意图如图所示。假设嫦娥三号在环月圆轨道和椭圆轨道上运动时，只受到月球的万有引力，则（　　）



A．嫦娥三号在环月椭圆轨道上 P 点的速度大于 Q 点的速度

B．嫦娥三号由环月圆轨道变轨进入环月椭圆轨道时，应让发动机点火使其加速

C．嫦娥三号在圆轨道和椭圆轨道经过 P 点时的加速度相等

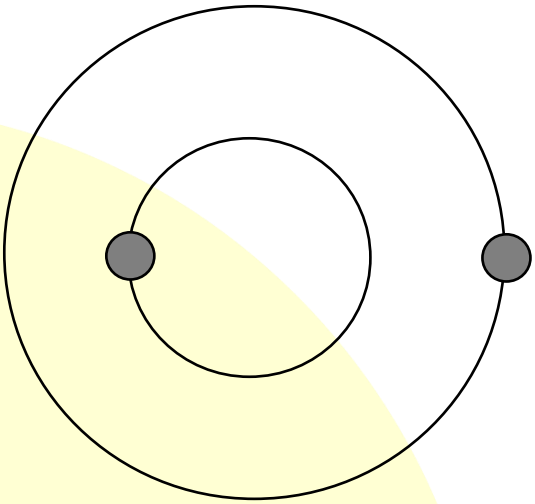
D．若已知嫦娥三号环月圆轨道的半径、运动周期和引力常量，则可算出月球的密度

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

3.5 多个星球

【双星问题】

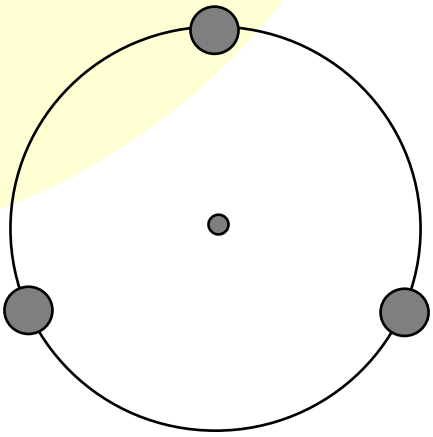
1.双星模型（解题模版固定）



HuangFuRen

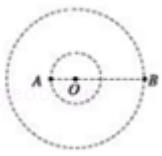
2.三星模型（解题模版固定）

已知每个星球的质量相同 m，两星球的间距相同为 r，求 w



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

1．宇宙中，两颗靠得比较近的恒星，只受到彼此之间的万有引力作用互相绕转，称之为双星系统，设某双星系统绕其连线上的 O 点做匀速圆周运动，如图所示。若 AO < OB，则下列说法错误的是（　　）



A．星球 A 的向心力等于 B 的向心力

B．星球 A 的线速度大于 B 的线速度

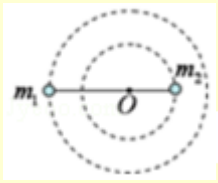
C．星球 A 的质量大于 B 的质量

D．双星的总质量一定，双星之间的距离越大，其转动周期越大

2.天体运动中，将两颗彼此相距较近的行星称为双星，它们在万有引力作用下间距始终保持不变，并沿半径不同的同心轨道作匀速圆周运动，设双星间距为 L，质量分别为 M1、M2，试计算：

（1）双星的轨道半径；

（2）双星运动的周期．



3．科学日益进步，人们经过长期观测，人们在宇宙中已经发现了 “双星系统”。“双星系统” 由两颗相距较近的恒星组成，每个恒星的线度远小于两个星体之间的距离，而且双星系统一般远离其他天体。如图所示，两颗星球组成的双星，在相互之间的万有引力作用下，绕连线上的 O 点做周期相同的匀速圆周运动。现测得两颗星之间的距离为 L，质量之比为 m_1：m_2 = 2：3，下列说法中正确的是（　　）

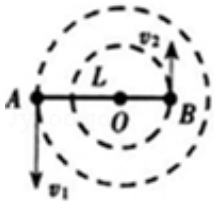
A．m_1、m_2 做圆周运动的线速度之比为 2：3

B．m_1、m_2 做圆周运动的角速度之比为 3：2

C．m_1 做圆周运动的半径为 2L/5

D．m2 做圆周运动的半径为 2L/5

4．如图所示，由 A、B 组成的双星系统，绕它们连线上的一点做匀速圆周运动，其运行周期为 T，A、B 间的距离为 L，它们的线速度之比$\frac{v_1}{v_2}$ =2，则（　　）



A．AB 角速度比为：$\frac{v_A}{v_B}=\frac{2}{1}$

B．AB 质量比为：$\frac{M_A}{M_B}=\frac{2}{1}$

C．A 星球质量为：$M_A=\frac{4\pi^2L^3}{GT^2}$

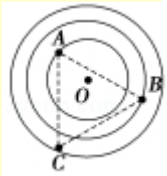
D．两星球质量为：$M_A+M_B=\frac{4\pi^2L^3}{GT^2}$

5．（2018•新课标Ⅰ）2017 年，人类第一次直接探测到来自双中子星合并的引力波。根据科学家们复原的过程，在两颗中子星合并前约 100s 时，它们相距约 400km，绕二者连线上的某点每秒转动 12 圈。将两颗中子星都看作是质量均匀分布的球体，由这些数据、万有引力常量并利用牛顿力学知识，可以估算出这一时刻两颗中子星（　　）

A．质量之积　B．质量之和

C．速率之和　D．各自的自转角速度

6．宇宙空间有一种由三颗星体 A、B、C 组成的三星体系，它们分别位于等边三角形 ABC 的三个顶点上，绕一个固定且共同的圆心 O 做匀速圆周运动，轨道如图中实线所示，其轨道半径 $r_A < r_B < r_C$．忽略其他星体对它们的作用，关于这三颗星体，下列说法正确的是（　　）



A．线速度大小关系是 $v_A < v_B < v_C$

B．加速度大小关系是 $a_A > a_B > a_C$

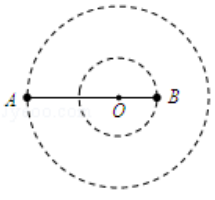
C．质量大小关系是 $m_A = m_B = m_C$

D．角速度大小关系是 $\omega_A < \omega_B < \omega_C$

7．（2010•全国卷Ⅰ）如图所示，质量分别为 m 和 M 的两个星球 A 和 B 在引力作用下都绕 O 点做匀速圆周运动，星球 A 和 B 两者中心之间的距离为 L．已知 A、B 的中心和 O 三点始终共线，A 和 B 分别在 O 的两侧，引力常数为 G。

（1）求两星球做圆周运动的周期；

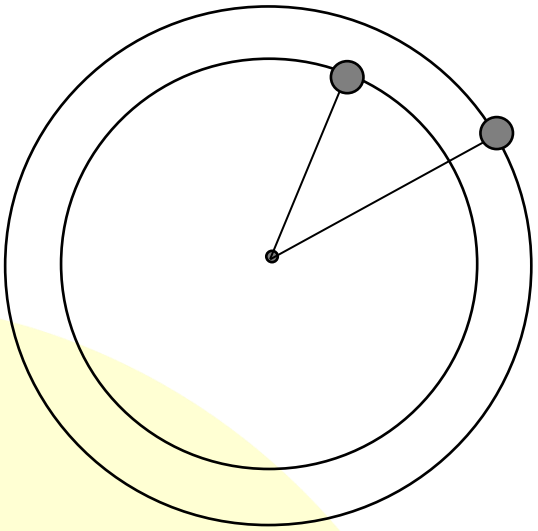
（2）在地月系统中，若忽略其它星球的影响，可以将月球和地球看成上述星球 A 和 B，月球绕其轨道中心运行的周期记为 T_1．但在近似处理问题时，常常认为月球是绕地心做圆周运动的，这样算得的运行周期记为 T_2．求 T_2 与 T_1 两者平方之比。



HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【追及相遇】



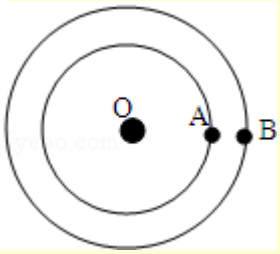
总体思路：“角的追击相遇“

理解公式：

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）

1. 如图所示，有 A、B 两个行星绕同一恒星 O 沿不同轨道做匀速圆周运动，旋转方向相同．A 行星的周期为 T_1，B 行星的周期为 T_2，在某一时刻两行星第一次相遇（即两行星距离最近），则（　　）



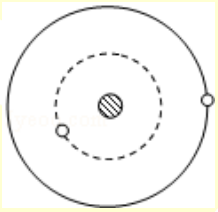
A．经过时间 t = T_1+T_2 两行星将第二次相遇

B．经过时间$t=\frac{T_1T_2}{T_2-T_1}$两行星将第二次相遇

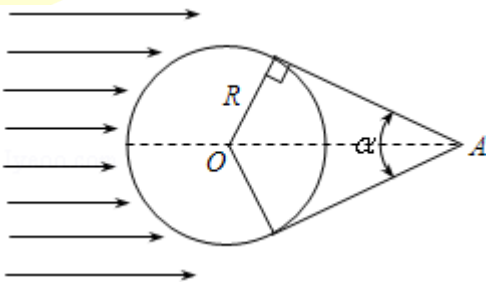
C．经过时间$t'=\frac{T_1+T_2}{2}$，两行星将第一次相距最远

D．经过时间$t=\frac{T_1T_2}{2(T_2-T_1)}$，两行星将第一次相距最远

2. 两颗卫星在同一轨道平面内绕地球做匀速圆周运动，地球半径为 R，a 卫星离地面的高度为 R，b 卫星离地面的高度为 3R，则 a、b 两卫星周期之比多大？若某时刻两卫星正好同时通过地面上同一点的正上方，a 卫星至少经过多少个周期两卫星相距最远？



3．(2010•浙江）宇宙飞船以周期为 T 绕地球作圆周运动时，由于地球遮挡阳光，会经历“日全食”过程，如图所示。已知地球的半径为 R，地球质量为 M，引力常量为 G，地球自转周期为 T_0．太阳光可看作平行光，宇航员在 A 点测出的张角为 α，则（　　）



A．飞船绕地球运动的线速度为$\frac{2\pi R}{Tsin\frac{\alpha}{2}}$

B．一天内飞船经历“日全食”的次数为$\frac{T}{T_0}$

C．飞船每次“日全食”过程的时间为$\frac{\alpha T_0}{2\pi}$

D．飞船周期为 T=$\frac{2\pi R}{sin(\frac{\alpha}{2})}\sqrt{\frac{R}{GMsin\frac{\alpha}{2}}}$

HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

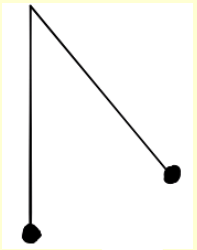
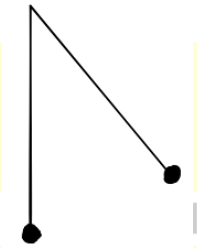
四、机械能守恒定律

4.1 基础概念

【功】

定义：物体在力的作用下，沿力的方向发生一段位移，则称此力做功

区别公式：

公式	图解（重力）	解释
$w = Fx$		
$w = Fxcos\theta$		

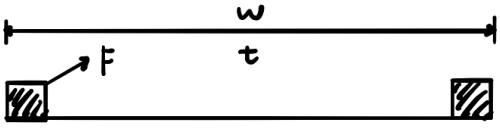
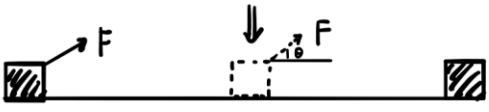
★以上两个公式使用前提：_____

做功的正负判断

【功率】

定义：描述_____的物理量

区别公式：

公式	图解	与其他知识点的联系
_____功率:$P = \frac{w}{t}$		
_____功率:$w = Fvcos\theta$		

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【动能定理】

表达式：

语言描述：

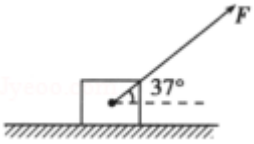
注意事项：

1．如图所示，在粗糙水平地面上，静止放置一质量为 25kg 的木箱，在一个大小为 200N 与水平方向成 37°角斜向上的拉力 F 作用下，向右前进了 30m，木箱与地面间的动摩擦因数为 0.2（g 取 10m/s^2，sin37°＝0.6，cos37°＝0.8）

（1）求作用在物体上的拉力所做的功

（2）求摩擦力做的功

（3）运动至 30m 处，力 F 做功的功率。



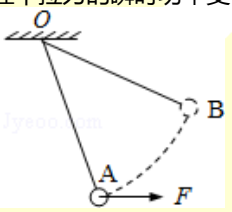
2．（2012•江苏）如图所示，细线的一端固定于 O 点，另一端系一小球．在水平拉力作用下，小球以恒定速率在竖直平面内由 A 点运动到 B 点．在此过程中拉力的瞬时功率变化情况（　　）

A．逐渐增大

B．逐渐减小

C．先增大，后减小

D．先减小，后增大



3．（2020•天津）复兴号动车在世界上首次实现速度 350km/h 自动驾驶功能，成为我国高铁自主创新的又一重大标志性成果。一列质量为 m 的动车，初速度为 v_0，以恒定功率 P 在平直轨道上运动，经时间 t 达到该功率下的最大速度 v_m，设动车行驶过程所受到的阻力 F 保持不变。动车在时间 t 内（　　）

A．做匀加速直线运动

B．加速度逐渐减小

C．牵引力的功率 $P=Fv_m$

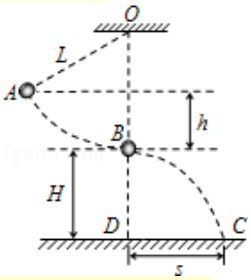
D．牵引力做功 $W=\frac{1}{2}mv_m^2-\frac{1}{2}mv_0^2$



4．（2013•福建）如图，一不可伸长的轻绳上端悬挂于 O 点，下端系一质量 m＝1.0kg 的小球．现将小球拉到 A 点（保持绳绷直）由静止释放，当它经过 B 点时绳恰好被拉断，小球平抛后落在水平地面上的 C 点．地面上的 D 点与 OB 在同一竖直线上，已知绳长 L＝1.0m，B 点离地高度 H＝1.0m，A、B 两点的高度差 h＝0.5m，重力加速度 g 取 10m/s^2，不计空气影响，求：

（1）地面上 DC 两点间的距离 s；

（2）轻绳所受的最大拉力大小．



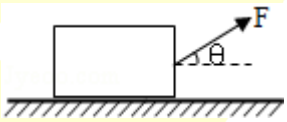
5．（2009•宁夏）水平地面上有一木箱，木箱与地面之间的动摩擦因数为 μ（0＜μ＜1）．现对木箱施加一拉力 F，使木箱做匀速直线运动．设 F 的方向与水平面夹角为 θ，如图，在 θ 从 0 逐渐增大到 90°的过程中，木箱的速度保持不变，则（　　）

A．F 先减小后增大

B．F 一直增大

C．F 的功率减小

D．F 的功率不变



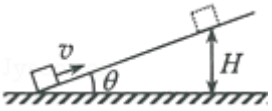
6．（2014•大纲卷）一物块沿倾角为 θ 的斜坡向上滑动．当物块的初速度为 v 时，上升的最大高度为 H，如图所示；当物块的初速度为$\frac{v}{2}$时，上升的最大高度记为 h．重力加速度大小为 g．物块与斜坡间的动摩擦因数和 h 分别为（　　）

A．tanθ 和$\frac{H}{2}$

B．$(\frac{v^2}{2gH}-1)$tanθ 和$\frac{H}{2}$

C．tanθ 和$\frac{H}{4}$

D．$(\frac{v^2}{2gH}-1)$tanθ 和$\frac{H}{4}$



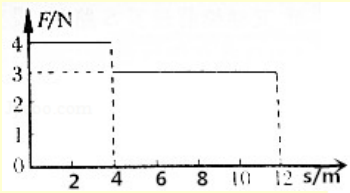
关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

4.2 多种做功计算

【图像类计算】

笔记区：

【做】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.



1.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.

【摩擦力类】

笔记区：

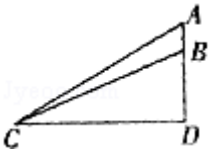
【做】所图所示，质量相同的物体分别自斜面 AC 和 BC 的顶端由静止开始下滑，物体与两斜面间的动摩擦因数相同，物体滑至斜面底部 C 点时的动能分别为 E_{KA} 和 E_{KB}，在滑行过程中克服摩擦力所做的功分别为 W_A 和 W_B，则有（　　）

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．$E_{KA} > E_{KB}$，$W_A < W_B$



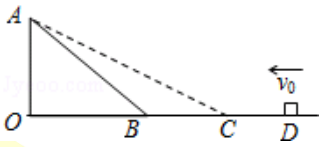
2．如图所示，DO 是水平面，AB 是斜面，初速度为 v_0 的物体从 D 点出发沿 DBA 滑动到顶点 A 时速度刚好为零；如果斜面改为 AC，让该物体从 D 点出发沿 DCA 滑动到 A 点且速度刚好为零，则物体具有的初速度（已知物体与接触面之间的动摩擦因数处处相同且不为零）（　　）

A．大于 v_0

B．等于 v_0

C．小于 v_0

D．取决于斜面的倾角



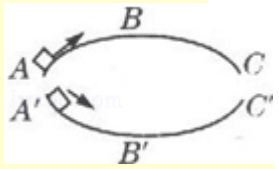
3．如图所示，上凸桥 ABC 和凹桥 A′B′C′由相同材料制成，轨道半径和粗糙程度相同，有一小物体前后两次以相同的初速率经两桥面到 C 和 C′，若路程相同．则到达 C 的速度 v 和到达 C′的速度 v′相比较有（　　）

A．$v = v'$

B．$v > v'$

C．$v < v'$

D．无法确定



【做】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

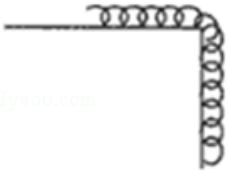
D．无法确定速度范围



【链条/流体类】

笔记区：

【做】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重力做功多少？



4．（2017•新课标Ⅲ）如图，一质量为 m，长度为 l 的均匀柔

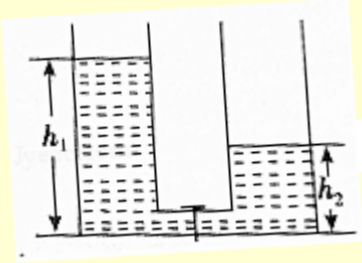
关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

软细绳 PQ 竖直悬挂。用外力将绳的下端 Q 缓慢地竖直向上拉起至 M 点，M 点与绳的上端 P 相距$\frac{1}{3}$l．重力加速度大小为 g。在此过程中，外力做的功为（　　）

A．$\frac{1}{9}$mgl　B．$\frac{1}{6}$mgl

C．$\frac{1}{3}$mgl　D．$\frac{1}{2}$mgl

5．如图所示，两个底面积都是 S 的圆桶，用一根带有阀门的细管相连通，放在水平地面上，两桶内盛有密度为 ρ 的水，阀门关闭时两桶液面的高度分别为 h_1 和 h_2，现将连接两桶的管道阀门打开，让左侧桶中的水缓慢流入右侧桶内，最后两桶液面的高度相同，求在此过程中水的重力做了多少功。



【功率类】

笔记区：

【做】（2014•重庆）某车以相同的功率在两种不同的水平路面上行驶，受到的阻力分别为车重的 k_1 和 k_2 倍，最大速率分别为 v_1 和 v_2，则（　　）

A．$v_2 = k_1v_1$　　B．$v_2 = \frac{k_1}{k_2}v_1$

C．$v_2 = \frac{k_2}{k_1}v_1$　　D．$v_2 = k_2v_1$

6．（2020•江苏）质量为 1.5×10^3kg 的汽车在水平路面上匀速行驶，速度为 20m/s，受到的阻力大小为 1.8×10^3N．此时，汽车发动机输出的实际功率是（　　）

A．90W

B．30kW

C．36kW

D．300kW

【做】（2018•海南）某大瀑布的平均水流量为 5900m³/s，水的落差为 50m。已知水的密度为 1.00×10^3kg/m³．在大瀑布水流下落过程中，重力做功的平均功率约为（　　）

A．3×10^6W

B．3×10^7W

C．3×10^8W

D．3×10^9W

7．（2017•浙江）如图所示是具有更高平台的消防车，具有一定质量的伸缩臂能够在 5min 内使承载 4 人的登高平台（人连同平台的总质量为 400kg）上升 60m 到达灭火位置，此后，在登高平台上的消防员用水炮灭火，已知水炮的出水量为 3m³/min，水离开炮口时的速率为 20m/s，则用于（　　）



A．水炮工作的发动机输出功率为 1×10^4W

B．水炮工作的发动机输出功率为 4×10^4W

C．水炮工作的发动机输出功率为 2.4×10^6W

D．伸缩臂抬升登高平台的发动机输出功率约为 800W

HuangFuRen

8．（2017•浙江）如图所示，质量为 60kg 的某运动员在做俯卧撑运动，运动过程中可将她的身体视为一根直棒，已知重心在 C 点，其垂线与脚，两手连线中点间的距离 Oa、Ob 分别为 0.9m 和 0.6m，若她在 1min 内做了 30 个俯卧撑，每次肩部上升的距离均为 0.4m，则克服重力做功和相应的功率为（　　）

A．430J，7W

B．4300J，70W

C．720J，12W

D．7200J，120W



【动能定理类】

【做】一质量为 m 的小球，小球在水平力 F 作用下，从半径为 R 的光滑半圆的最低点缓慢地移到 Q 点，如图所示，则此过程中力 F 所做的功为（　　）

A．mgRcosθ

B．FRsinθ

C．FRθ

D．mgR（1 - cosθ）



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

4.3 动能定理解题

【动能定理通用解题思路】

（机械化）解题思路：

看题目问题属于什么类型：段/点

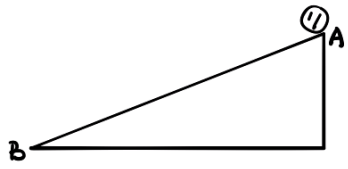
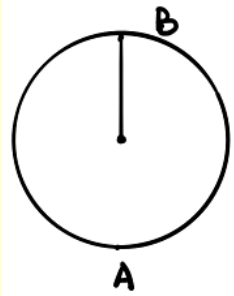
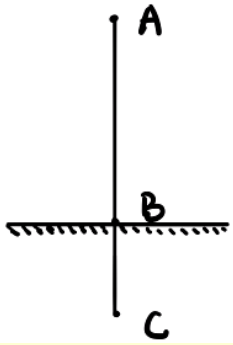
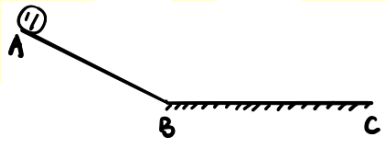
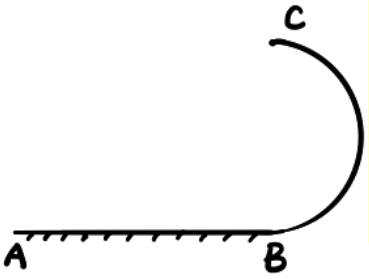
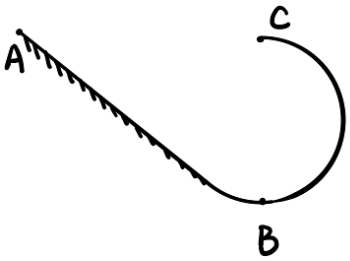
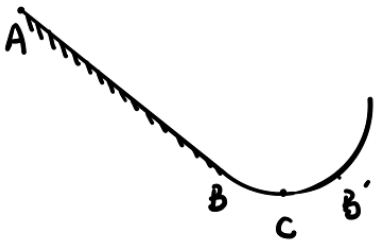
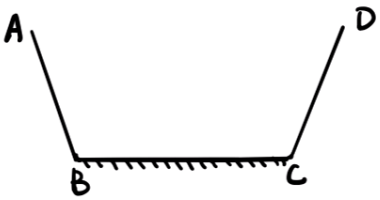
段：选择两个速度已知的点，作为动能定理的始末

点：选此点+速度已知的点，作为动能定理的始末

若研究运动段中含有圆周模型，请注意：

1.将题目描述某点的受力转换成速度（牛二-向心力-速度）

2.绳/杆模型最高点的隐藏物理量

【基础单段】直线	【基础单段】斜面	【基础单段】圆周
		
【多段】直线+直线	【多段】直线+斜面	【多段】直线+圆周
		
【多段】斜面+圆周	【往返】	【往返】
		

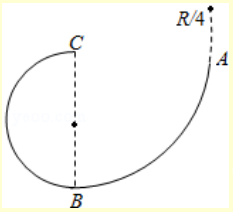
HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

1．（2016•新课标Ⅲ）如图，在竖直平面内由$\frac{1}{4}$圆弧 AB 和$\frac{1}{2}$圆弧 BC 组成的光滑固定轨道，两者在最低点 B 平滑连接。AB 弧的半径为 R，BC 弧的半径为$\frac{R}{2}$．一小球在 A 点正上方与 A 相距$\frac{R}{4}$处由静止开始自由下落，经 A 点沿圆弧轨道运动。

（1）求小球在 B、A 两点的动能之比；

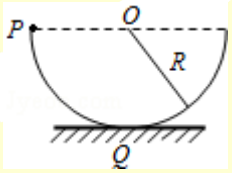
（2）通过计算判断小球能否沿轨道运动到 C 点。



2．（2015•海南）如图，一半径为 R 的半圆形轨道竖直固定放置，轨道两端等高；质量为 m 的质点自轨道端点 P 由静止开始滑下，滑到最低点 Q 时，对轨道的正压力为 2mg，重力加速度大小为 g。质点自 P 滑到 Q 的过程中，克服摩擦力所做的功为（　　）

A．$\frac{1}{4}$mgR B．$\frac{1}{3}$mgR

C．$\frac{1}{2}$mgR D．$\frac{\pi}{4}$mgR



3．（2016•海南）如图，光滑圆轨道固定在竖直面内，一质量为 m 的小球沿轨道做完整的圆周运动。已知小球在最低点时对轨道的压力大小为 N_1，在高点时对轨道的压力大小为 N_2．重力加速度大小为 g，则 $N_1 - N_2$ 的值为（　　）

A．3mg

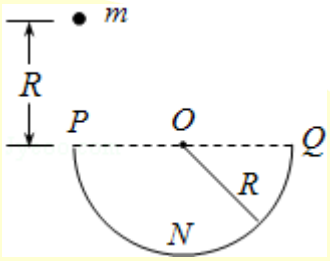
B．4mg

C．5mg

D．6mg



4．（2015•新课标Ⅰ）如图，一半径为 R，粗糙程度处处相同的半圆形轨道竖直固定放置，直径 POQ 水平，一质量为 m 的质点自 P 点上方高度 R 处由静止开始下落，恰好从 P 点进入轨道，质点滑到轨道最低点 N 时，对轨道的压力为 4mg，g 为重力加速度的大小，用 W 表示质点从 P 点运动到 N 点的过程中克服摩擦力所做的功，则（　　）



A．W=$\frac{1}{2}$mgR，质点恰好可以到达 Q 点

B．W > $\frac{1}{2}$mgR，质点不能到达 Q 点

C．W=$\frac{1}{2}$mgR，质点到达 Q 点后，继续上升一段距离

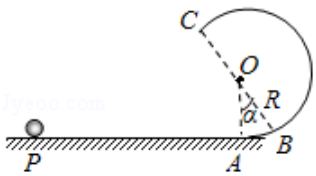
D．W < $\frac{1}{2}$mgR，质点到达 Q 点后，继续上升一段距离

5．（2018•新课标Ⅲ）如图，在竖直平面内，一半径为 R 的光滑圆弧轨道 ABC 和水平轨道 PA 在 A 点相切，BC 为圆弧轨道的直径，O 为圆心，OA 和 OB 之间的夹角为 α，sinα=$\frac{3}{5}$．一质量为 m 的小球沿水平轨道向右运动，经 A 点沿圆弧轨道通过 C 点，落至水平轨道；在整个过程中，除受到重力及轨道作用力外，小球还一直受到一水平恒力的作用。已知小球在 C 点所受合力的方向指向圆心，且此时小球对轨道的压力恰好为零。重力加速度大小为 g。求

（1）水平恒力的大小和小球到达 C 点时速度的大小；

（2）小球达 A 点时动量的大小；

（3）小球从 C 点落至水平轨道所用的时间。



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

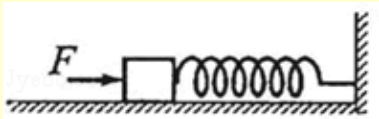
【多次动能定理】

1．(2017•海南) 将一小球竖直向上抛出，小球在运动过程中所受到的空气阻力不可忽略。a 为小球运动轨迹上的一点，小球上升和下降经过 a 点时的动能分别为 E_{k1} 和 E_{k2}．从抛出开始到小球第一次经过 a 点时重力所做的功为 W_1，从抛出开始到小球第二次经过 a 点时重力所做的功为 W_2．下列选项正确的是（　　）

A．$E_{k1}=E_{k2}$，$W_1=W_2$　　B．$E_{k1}>E_{k2}$，$W_1=W_2$

C．$E_{k1}<E_{k2}$，$W_1<W_2$　　D．$E_{k1}>E_{k2}$，$W_1<W_2$

2．(2012•四川) 如图所示，劲度系数为 k 的轻弹簧的一端固定在墙上，另一端与置于水平面上质量为 m 的物体接触（未连接），弹簧水平且无形变．用水平力，缓慢推动物体，在弹性限度内弹簧长度被压缩了 x_0，此时物体静止．撤去 F 后，物体开始向左运动，运动的最大距离为 $4x_0$．物体与水平面间的动摩擦因数为 μ，重力加速度为 g．则（　　）



A．撤去 F 后，物体先做匀加速运动，再做匀减速运动

B．撤去 F 后，物体刚运动时的加速度大小为$\frac{kx_0}{m}-\mu g$

C．物体做匀减速运动的时间为 $2\sqrt{\frac{x_0}{\mu g}}$

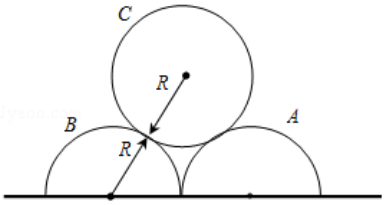
D．物体开始向左运动到速度最大的过程中克服摩擦力做的功为 μmg（$x_0-\frac{\mu mg}{k}$）

3．(2017•江苏) 如图所示，两个半圆柱 A、B 紧靠着静置于水平地面上，其上有一光滑圆柱 C，三者半径均为 R．C 的质量为 m，A、B 的质量都为$\frac{m}{2}$，与地面的动摩擦因数均为 μ．现用水平向右的力拉 A，使 A 缓慢移动，直至 C 恰好降到地面。整个过程中 B 保持静止。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g。求：

（1）未拉 A 时，C 受到 B 作用力的大小 F；

（2）动摩擦因数的最小值 μ_{min}；

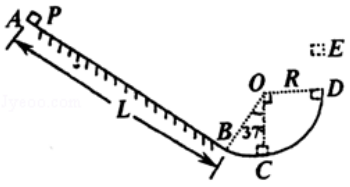
（3）A 移动的整个过程中，拉力做的功 W。



4．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/s²．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?

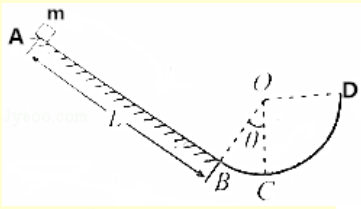


关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

5．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 θ = 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；

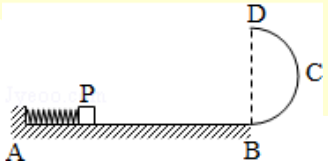
（2）物块第一次返回斜面运动的最高点距 A 点的距离．



6．（2016•新课标Ⅱ）轻质弹簧原长为 2l，将弹簧竖直放置在地面上，在其顶端将一质量为 5m 的物体由静止释放，当弹簧被压缩到最短时，弹簧长度为 l．现将该弹簧水平放置，一端固定在 A 点，另一端与物块 P 接触但不连接．AB 是长度为 5l 的水平轨道，B 端与半径为 l 的光滑半圆轨道 BCD 相切，半圆的直径 BD 竖直，如图所示．物块 P 与 AB 间的动摩擦因数 μ = 0.5．用外力推动物块 P，将弹簧压缩至长度 l，然后释放，P 开始沿轨道运动，重力加速度大小为 g．

（1）若 P 的质量为 m，求 P 到达 B 点时速度的大小，以及它离开圆轨道后落回到 AB 上的位置与 B 点间的距离；

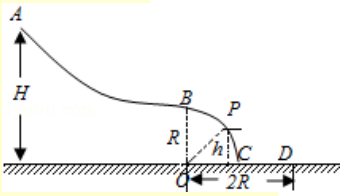
（2）若 P 能滑上圆轨道，且仍能沿圆轨道滑下，求 P 的质量 m_p 的取值范围．



7．（2014•福建）图为某游乐场内水上滑梯轨道示意图。整个轨道在同一竖直平面内。表面粗糙的 AB 段轨道与四分之一光滑圆弧轨道 BC 在 B 点水平相切，A 点距水面的高度为 H，圆弧轨道 BC 的半径为 R．圆心 O 恰在水面，一质量为 m 的游客（视为质点）可从轨道 AB 上任意位置滑下，不计空气阻力。

（1）若游客从 A 点由静止开始滑下，到 B 点时沿切线方向滑离轨道落在水面 D 点，OD = 2R，求游客滑到的速度 v_B 大小及运动过程轨道摩擦力对其所做的功 W_f。

（2）若游客从 AB 段某处滑下，恰好停在 B 点，又因受到微小扰动，继续沿圆弧轨道滑到 P 点后滑离轨道，求 P 点离水面的高度 h。



HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【功能关系】

核心思想：

1.能明白每个“能量的改变”分别是由于“什么力做功”而改变

2.能将题目给出的能量转换为功

	对应的力	公式	转换关系	注意事项
重力势能				
弹性势能				
电势能				
“电能”				
“热能”				
动能				
机械能				

HuangFuRen

$$w_G + w_{弹} + w_f + w_{F安} + w_{F电} = E_{Kt} - E_{K0}$$

1．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．$mgh_2 - mhg_1 - E_k$

2．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．$\frac{mv^2}{2}-mgh$

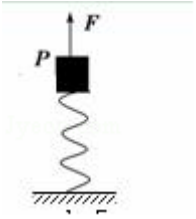
3．轻质弹簧竖直放在地面上，物块 P 的质量为 m，与弹簧连在一起保持静止。现用竖直向上的恒力 F 使 P 向上加速运动一小段距离 L 时，速度为 v，下列说法中正确的是（　　）

A．合外力做的功是 FL - mgL

B．重力做的功是 mgL

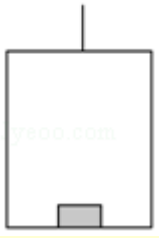
C．合外力做的功是$\frac{1}{2}mv^2$

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



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

4．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（　　）



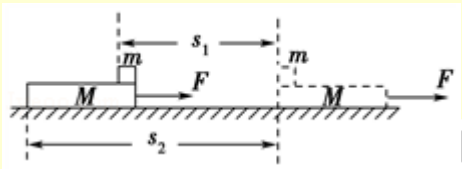
A．对物体，动能定理的表达式为 $W_N=\frac{1}{2}mv_2^2$，其中 W_N 为支持力的功

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 $\frac{1}{2}Mv_2^2-\frac{1}{2}Mv_1^2-mgH$

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

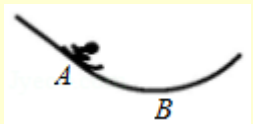
6．(2018•天津) 滑雪运动深受人民群众喜爱。某滑雪运动员（可视为质点）由坡道进入竖直圆面内的圆弧形滑道 AB，从滑道的 A 点滑行到最低点 B 的过程中，由于摩擦力的存在，运动员的速率不变，则运动员沿 AB 下滑过程中（　　）

A．所受合外力始终为零

B．所受摩擦力大小不变

C．合外力做功一定为零

D．机械能始终保持不变



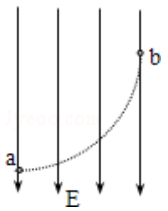
7．(2005•天津）一带电油滴在匀强电场 E 中从 a 到 b 的运动轨迹如图中虚线所示，电场方向竖直向下，不计空气阻力。此带电油滴从 a 运动到 b 的过程中，能量变化情况是（　　）

A．动能减小

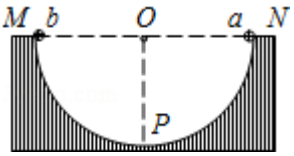
B．电势能增加

C．重力势能和电势能之和减小

D．动能和电势能之和增加



8．(2015•四川) 如图所示，半圆槽光滑、绝缘、固定、圆心是 O，最低点是 P，直径 MN 水平，a、b 是两个完全相同的带正电小球（视为点电荷），b 固定在 M 点，a 从 N 点静止释放，沿半圆槽运动经过 P 点到达某点 Q（图中未画出）时速度为零。则小球 a（　　）



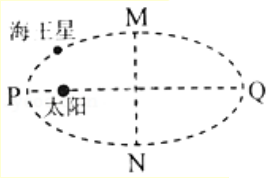
A．从 N 到 Q 的过程中，重力与库仑力的合力先增大后减小

B．从 N 到 P 的过程中，速率先增大后减小

C．从 N 到 Q 的过程中，电势能一直增加

D．从 P 到 Q 的过程中，动能减少量小于电势能增加量

9．(2017•新课标Ⅱ) 如图所示，海王星绕太阳沿椭圆轨道运动，P 为近日点，Q 为远日点，M，N 为轨道短轴的两个端点，运行的周期为 T_0，若只考虑海王星和太阳之间的相互作用，则海王星在从 P 经 M、Q 到 N 的运动过程中（　　）



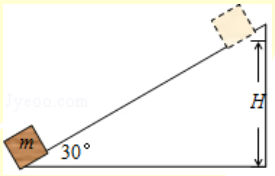
A．从 P 到 M 所用的时间等于 $\frac{T_0}{4}$

B．从 Q 到 N 阶段，机械能逐渐变大

C．从 P 到 Q 阶段，速率逐渐变小

D．从 M 到 N 阶段，万有引力对它先做负功后做正功

10．(2013•大纲版) 如图所示，一固定斜面倾角为 30°，一质量为 m 的小物块自斜面底端以一定的初速度沿斜面向上做匀减速运动，加速度大小等于重力加速度的大小 g。物块上升的最大高度为 H，则此过程中，物块的（　　）



A．动能损失了 2mgH

B．动能损失了 mgH

C．机械能损失了 mgH

D．机械能损失了 $\frac{1}{2}mgH$

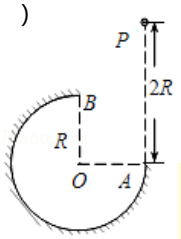
11．(2013•海南) 一质量 m = 0.6kg 的物体以 v_0 = 20m/s 的初速度从倾角为 30°的斜坡底端沿斜坡向上运动．当物体向上滑到某一位置时，其动能减少了 $\triangle E_k$ = 18J，机械能减少了 $\triangle E$ = 3J．不计空气阻力，重力加速度 g = 10m/s²，求：

（1）物体向上运动时加速度的大小；

（2）物体返回斜坡底端时的动能．

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

12．（2012•安徽）如图所示，在竖直平面内有一个半径为 R 的圆弧轨道。半径 OA 水平、OB 竖直，一个质量为 m 的小球自 A 正上方 P 点由静止开始自由下落，小球沿轨道到达最高点 B 时恰好对轨道没有压力，已知 AP = 2R，重力加速度为 g，则小球从 P 到 B 的运动过程中（　　）



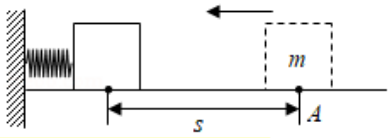
A．重力做功 2mgR

B．机械能减少 mgR

C．合外力做功 mgR

D．克服摩擦力做功$\frac{1}{2}$mgR

13．（2019•江苏）如图所示，轻质弹簧的左端固定，并处于自然状态。小物块的质量为 m，从 A 点向左沿水平地面运动，压缩弹簧后被弹回，运动到 A 点恰好静止。物块向左运动的最大距离为 s，与地面间的动摩擦因数为 μ，重力加速度为 g，弹簧未超出弹性限度。在上述过程中（　　）



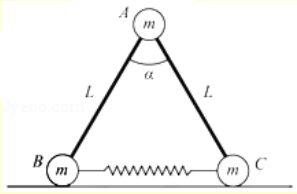
A．弹簧的最大弹力为 μmg

B．物块克服摩擦力做的功为 2μmgs

C．弹簧的最大弹性势能为 μmgs

D．物块在 A 点的初速度为$\sqrt{2\mu gs}$

14．（2017•江苏）如图所示，三个小球 A、B、C 的质量均为 m，A 与 B、C 间通过铰链用轻杆连接，杆长为 L，B、C 置于水平地面上，用一轻质弹簧连接，弹簧处于原长。现 A 由静止释放下降到最低点，两轻杆间夹角 α 由 60°变为 120°，A、B、C 在同一竖直平面内运动，弹簧在弹性限度内，忽略一切摩擦，重力加速度为 g。则此下降过程中（　　）



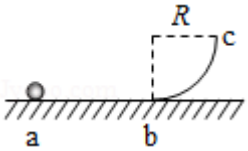
A．A 的动能达到最大前，B 受到地面的支持力小于$\frac{3}{2}$mg

B．A 的动能最大时，B 受到地面的支持力等于$\frac{3}{2}$mg

C．弹簧的弹性势能最大时，A 的加速度方向竖直向下

D．弹簧的弹性势能最大值为$\frac{\sqrt{3}}{2}$mgL

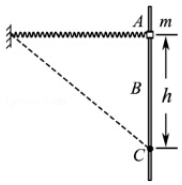
15．（2018•新课标Ⅰ）如图，abc 是竖直面内的光滑固定轨道，ab 水平，长度为 2R；bc 是半径为 R 的四分之一圆弧，与 ab 相切于 b 点。一质量为 m 的小球，始终受到与重力大小相等的水平外力的作用，自 a 点处从静开始向右运动。重力加速度大小为 g。小球从 a 点开始运动到其轨迹最高点，机械能的增量为（　　）



A．2mgR　　B．4mgR

C．5mgR　　D．6mgR

16．（2015•江苏）如图所示，轻质弹簧一端固定，另一端与一质量为 m、套在粗糙竖直固定杆 A 处的圆环相连，弹簧水平且处于原长，圆环从 A 处由静止开始下滑，经过 B 处的速度最大，到达 C 处的速度为零，AC = h，圆环在 C 处获得一竖直向上的速度 v，恰好能回到 A，弹簧始终在弹性限度内，重力加速度为 g，则圆环（　　）



A．下滑过程中，加速度一直减小

B．下滑过程中，克服摩擦力做的功为$\frac{1}{4}$mv²

C．在 C 处，弹簧的弹性势能为$\frac{1}{4}$mv² - mgh

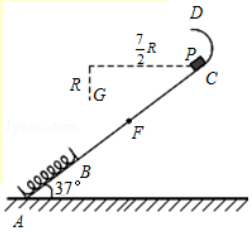
D．上滑经过 B 的速度大于下滑经过 B 的速度

17．（2016•新课标Ⅰ）如图，一轻弹簧原长为 2R，其一端固定在倾角为 37°的固定直轨道 AC 的底端 A 处，另一端位于直轨道上 B 处，弹簧处于自然状态，直轨道与一半径为$\frac{5}{6}$R 的光滑圆弧轨道相切于 C 点，AC = 7R，A、B、C、D 均在同一竖直面内。质量为 m 的小物块 P 自 C 点由静止开始下滑，最低到达 E 点（未画出），随后 P 沿轨道被弹回，最高点到达 F 点，AF = 4R，已知 P 与直轨道间的动摩擦因数 μ = $\frac{1}{4}$，重力加速度大小为 g。

（1）求 P 第一次运动到 B 点时速度的大小。

（2）求 P 运动到 E 点时弹簧的弹性势能。

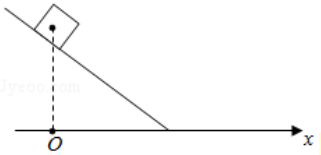
（3）改变物块 P 的质量，将 P 推至 E 点，从静止开始释放。已知 P 自圆弧轨道的最高点 D 处水平飞出后，恰好通过 G 点。G 点在 C 点左下方，与 C 点水平相距$\frac{7}{2}$R、竖直相距 R，求 P 运动到 D 点时速度的大小和改变后 P 的质量。

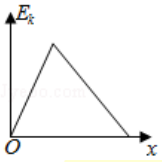


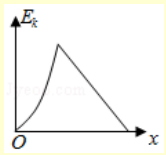
关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

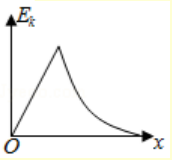
【图像问题】

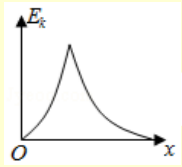
1．（2020•江苏）如图所示，一小物块由静止开始沿斜面向下滑动，最后停在水平地面上。斜面和地面平滑连接，且物块与斜面、物块与地面间的动摩擦因数均为常数。该过程中，物块的动能 E_k 与水平位移 x 关系的图象是（　　）



A．

B．

C．

D．

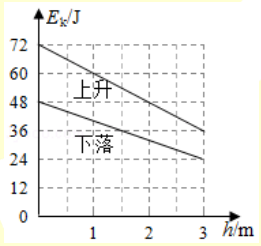
2．（2019•新课标Ⅲ）从地面竖直向上抛出一物体，物体在运动过程中除受到重力外，还受到一大小不变、方向始终与运动方向相反的外力作用。距地面高度 h 在 3m 以内时，物体上升、下落过程中动能 E_k 随 h 的变化如图所示。重力加速度取 10m/s²．该物体的质量为（　　）

A．2kg

B．1.5kg

C．1kg

D．0.5kg



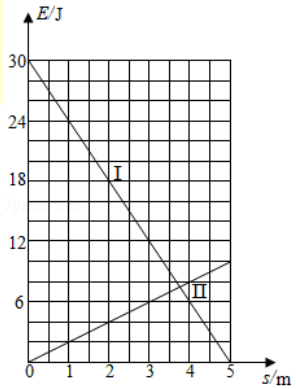
3．（2020•新课标Ⅰ）一物块在高 3.0m、长 5.0m 的斜面顶端从静止开始沿斜面下滑，其重力势能和动能随下滑距离 s 的变化如图中直线Ⅰ、Ⅱ所示，重力加速度取 10m/s²．则（　　）

A．物块下滑过程中机械能不守恒

B．物块与斜面间的动摩擦因数为 0.5

C．物块下滑时加速度的大小为 6.0m/s²

D．当物块下滑 2.0m 时机械能损失了 12J



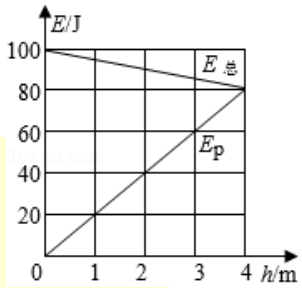
4．（2019•新课标Ⅱ）从地面竖直向上抛出一物体，其机械能 $E_{总}$ 等于动能 E_k 与重力势能 E_p 之和。取地面为重力势能零点，该物体的 $E_{总}$ 和 E_p 随它离开地面的高度 h 的变化如图所示。重力加速度取 10m/s²．由图中数据可得（　　）

A．物体的质量为 2kg

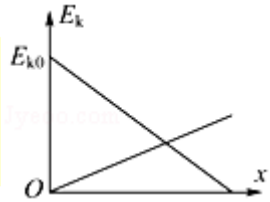
B．h = 0 时，物体的速率为 20m/s

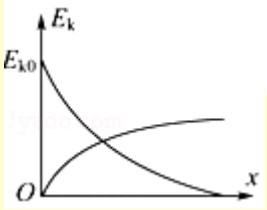
C．h = 2m 时，物体的动能 E_k = 40J

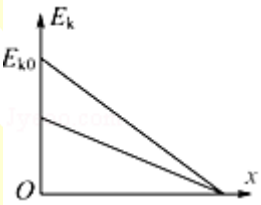
D．从地面至 h = 4m，物体的动能减少 100J

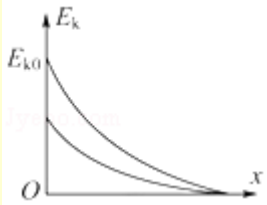


5．（2017•江苏）一小物块沿斜面向上滑动，然后滑回到原处。物块初动能为 E_{k0}，与斜面间的动摩擦因数不变，则该过程中，物块的动能 E_k 与位移 x 关系的图线是（　　）

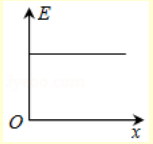
A．

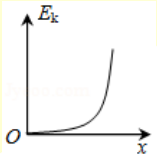
B．

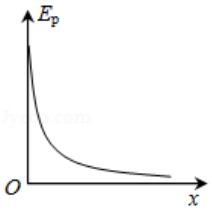
C．

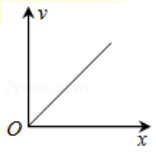
D．

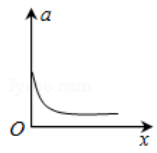
6．（2014•安徽）一带电粒子在电场中仅受静电力作用，做初速度为零的直线运动。取该直线为 x 轴，起始点 O 为坐标原点，其电势能 E_p 与位移 x 的关系如图所示，下列图象中合理的是（　　）

A．

B．

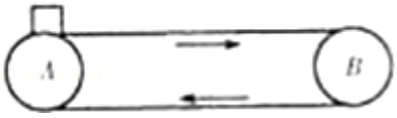


C．

D．

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【例题】如图所示，水平传送带 A、B 两端点相距 x＝4m，以 v＝2m/s 的速度（始终保持不变）顺时针运转，今将一质量为 100g 小煤块（可视为质点）无初速度地轻放至 A 点处，已知小煤块与传送带间的动摩擦因数为 0.4，g 取 10m/s^2．由于小煤块与传送带之间有相对滑动，会在传送带上留下划痕，则小煤块从 A 运动到 B 的过程中



（1）小煤块加速的位移是多少?

（2）摩擦力对物块做的功是多少?

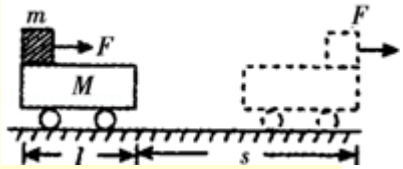
（3）摩擦力对传送带做的功是多少?

（4）传送带做的功?

（5）发热量 Q?

（6）发动机多做的功?

1．如图所示，质量为 M，长度为 l 的小车静止在光滑的水平面上，质量为 m 的小物块（可视为质点）放在小车的最左端，现用一水平恒力 F 作用在小物块上，小物块与小车之间的摩擦力为 f，经一段时间小车运动的位移为 s，小物块刚好滑到小车的最右端，则下述答案错误的是（　　）



A．此时物块的动能为（F - f）(s+l)

B．此时小车的动能为 fs

C．这一过程中，物块和小车增加的机械能为 Fs

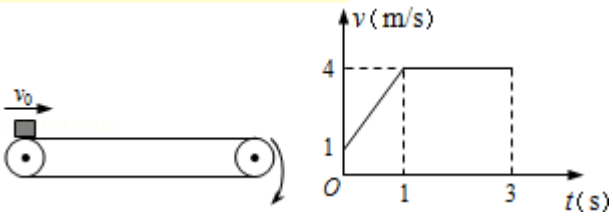
D．这一过程中，物块和小车产生的内能为 fl

2．如图所示，水平传送带在电机驱动下匀速运动，某时刻将一质量 m＝1kg 的小物块以 v_0＝1m/s 的初速度从传送带左端滑上传送带，此后小物块在传送带上运动的 v - t 图象如图所示．重力加速度 g＝10m/s^2，求

（1）小物块与传送带间的动摩擦因数 μ；

（2）小物块在传送带上运动过程中产生的摩擦热 Q；

（3）传送小物块过程中传送带克服摩擦力所做的功 W．



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【多物体动能定理】

列式模板：

动能定理+关联速度

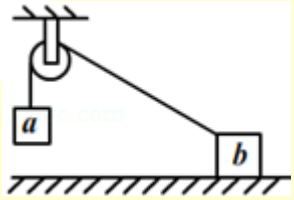
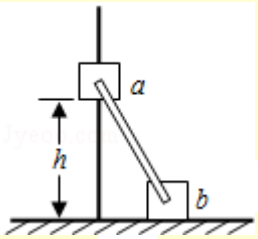
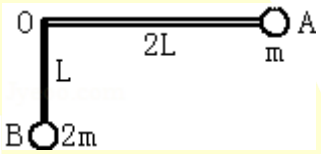
对 A、B 从___到___列动能定理：

$$w_{GA}+w_{GB}+\cdots+w=\frac{1}{2}m_Av_A^2-0+\frac{1}{2}m_Bv_B^2-0$$

关联速度联系v_A和v_B

注意事项：

列多物体动能定理时，轻杆、轻绳、接触面的弹力做功总和为 0（因为没有具备能量的能力），但是列单个物体动能定理时，这些力可以做功，只是做功和为 0。

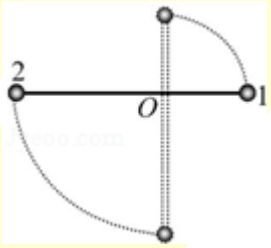
绳子关联	杆子关联	旋转关联
		

例题演示：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.动能定理表达式



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:

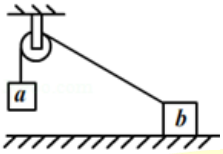
对___从___到___做功的力_____,列动能定理:

（3）此时杆子对 2 的力是多少?

对___，_____，_____,列牛二:

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

1．(2014•海南) 如图，质量相同的两物体 a、b，用不可伸长的轻绳跨接在同一光滑的轻质定滑轮两侧，a 在水平桌面的上方，b 在水平粗糙桌面上．初始时用力压住 b 使 a、b 静止，撤去此压力后，a 开始运动，在 a 下降的过程中，b 始终未离开桌面．在此过程中（　　）



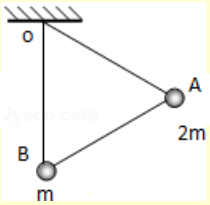
A．a 的动能小于 b 的动能

B．两物体机械能的变化量相等

C．a 的重力势能的减小量等于两物体总动能的增加量

D．绳的拉力对 a 所做的功与对 b 所做的功的代数和为零

2．(2000•上海) 如图所示，长度相同的三根轻杆构成一个正三角形支架，在 A 处固定质量为 2m 的小球，B 处固定质量为 m 的小球．支架悬挂在 O 点，可绕 O 点并与支架所在平面相垂直的固定轴转动．开始时 OB 与地面相垂直，放手后开始运动，在不计任何阻力的情况下，下列说法正确的是（　　）



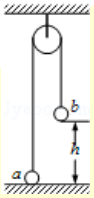
A．A 球到达最低时速度为零

B．A 球机械能减少量等于 B 球机械能增加量

C．B 球向左摆动所能达到的最高位置应高于 A 球开始运动时的高度

D．当支架从左到向右回摆时，A 球一定能回到起始高度

3．(2008•全国卷Ⅱ) 如图，一很长的不可伸长的柔软细绳跨过光滑定滑轮，绳两端各系一小球 a 和 b．a 球质量为 m，静置于地面，b 球质量为 3m，用手托住，高度为 h，此时轻绳刚好拉紧．从静止开始释放 b 后，a 可能到达的最大高度为（　　）



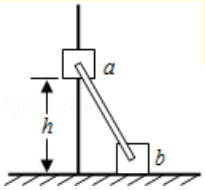
A．h

B．l.5h

C．2h

D．2.5h

4．(2015•新课标Ⅱ) 如图，滑块 a、b 的质量均为 m，a 套在固定竖直杆上，与光滑水平地面相距 h，b 放在地面上，a、b 通过铰链用刚性轻杆连接，由静止开始运动。不计摩擦，a、b 可视为质点，重力加速度大小为 g。则（　　）



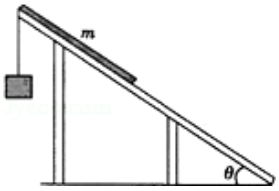
A．a 落地前，轻杆对 b 一直做正功

B．a 落地时速度大小为$\sqrt{2gh}$

C．a 下落过程中，其加速度大小始终不大于 g

D．a 落地前，当 a 的机械能最小时，b 对地面的压力大小为 mg

5．(2010•山东) 如图所示，倾角 θ＝30°的粗糙斜面固定在地面上，长为 l，质量为 m，粗细均匀，质量分布均匀的软绳置于斜面上，其上端与斜面顶端齐平。用细线将物块与软绳连接，物块由静止释放后向下运动，直到软绳刚好全部离开斜面（此时物块未到达地面），在此过程中（　　）



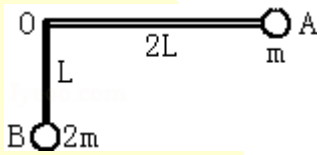
A．物块的机械能逐渐增加

B．软绳重力势能共减少了$\frac{1}{4}$mgl

C．物块重力势能的减少等于软绳克服摩擦力所做的功

D．软绳重力势能的减少小于其动能的增加与克服摩擦力所做功的和

6．(2003•上海) 一质量不计的直角形支架两端分别连接质量为 m 和 2m 的小球 A 和 B．支架的两直角边长度分别为 2l 和 l，支架可绕固定轴 O 在竖直平面内无摩擦转动，如图所示．开始时 OA 边处于水平位置，由静止释放，则（　　）



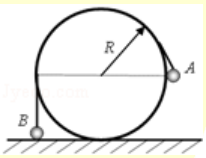
A．A 球的最大速度为 $2\sqrt{gl}$

B．A 球速度最大时，两小球的总重力势能最小

C．A 球速度最大时，两直角边与竖直方向的夹角为 45°

D．A、B 两球的最大速度之比 v_A：v_B＝2：1

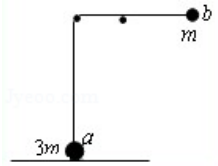
7．(2012•上海) 如图，可视为质点的小球 A、B 用不可伸长的细软轻线连接，跨过固定在地面上半径为 R 有光滑圆柱，A 的质量为 B 的两倍．当 B 位于地面时，A 恰与圆柱轴心等高．将 A 由静止释放，B 上升的最大高度是（　　）



A．2R　　B．$\frac{5R}{3}$

C．$\frac{4R}{3}$　　D．$\frac{2R}{3}$

8．(2008•江苏) 如图所示，一根不可伸长的轻绳两端各系一个小球 a 和 b，跨在两根固定在同一高度的光滑水平细杆上，质量为 3m 的 a 球置于地面上，质量为 m 的 b 球从水平位置静止释放，当 a 球对地面压力刚好为零时，b 球摆过的角度为 θ．下列结论正确的是（　　）



A．θ＝90°

B．θ＝45°

C．b 球摆动到最低点的过程中，重力对小球做功的功率先增大后减小

D．b 球摆动到最低点的过程中，重力对小球做功的功率一直增大

9．(2017•天津) 如图所示，物块 A 和 B 通过一根轻质不可伸长的细绳连接，跨放在质量不计的光滑定滑轮两侧，质量分别为 m_A＝2kg、m_B＝1kg。初始时 A 静止与水平地面上，B 悬于空中。先将 B 竖直向上再举高 h＝1.8m(未触及滑轮)

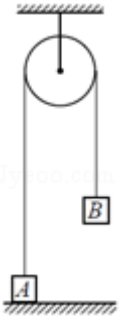
关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

然后由静止释放。一段时间后细绳绷直，A、B 以大小相等的速度一起运动，之后 B 恰好可以和地面接触。取 g = 10m/s^2。

（1）B 从释放到细绳绷直时的运动时间 t；

（2）A 的最大速度 v 的大小；

（3）初始时 B 离地面的高度 H。

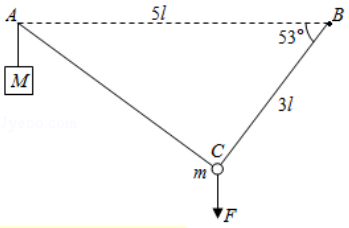


10．（2018•江苏）如图所示，钉子 A、B 相距 5l，处于同一高度。细线的一端系有质量为 M 的小物块，另一端绕过 A 固定于 B．质量为 m 的小球固定在细线上 C 点，B、C 间的线长为 3l。用手竖直向下拉住小球，使小球和物块都静止，此时 BC 与水平方向的夹角为 53°．松手后，小球运动到与 A、B 相同高度时的速度恰好为零，然后向下运动。忽略一切摩擦，重力加速度为 g，取 sin53° = 0.8，cos53° = 0.6．求：

（1）小球受到手的拉力大小 F；

（2）物块和小球的质量之比 M：m；

（3）小球向下运动到最低点时，物块 M 所受的拉力大小 T。



HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

五、动量守恒

5.1 基础概念

【冲量、动量、动量定理】

冲量：

动量：

动量定理：

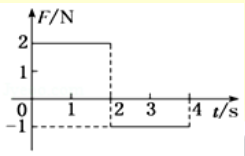
动量定理中的题型

1.将冲量转换成速度

2.变力中含有时间的计算

3.流体类问题

（多选）1．（2017•新课标Ⅲ）一质量为 2kg 的物块在合外力 F 的作用下从静止开始沿直线运动。F 随时间 t 变化的图线如图所示，则（　　）



A．t = 1s 时物块的速率为 1m/s

B．t = 2s 时物块的动量大小为 4kg•m/s

C．t = 3s 时物块的动量大小为 5kg•m/s

D．t = 4s 时物块的速度为零

2．（2020•新课标Ⅰ）行驶中的汽车如果发生剧烈碰撞，车内的安全气囊会被弹出并瞬间充满气体。若碰撞后汽车的速度在很短时间内减小为零，关于安全气囊在此过程中的作用，下列说法正确的是（　　）

A．增加了司机单位面积的受力大小

B．减少了碰撞前后司机动量的变化量

C．将司机的动能全部转换成汽车的动能

D．延长了司机的受力时间并增大了司机的受力面积

3．（2019•全国）一物块静止在粗糙斜面底部，斜面固定。如果用平行于斜面的恒力 F_1 将物块从底部拉到斜面的顶部，需要的时间为 t；如果用平行于水平面的恒力 F_2 将物块推到斜面顶部的同一位置，所需的时间也为 t。在这两次移动物块的过程中（　　）

A．物块的动量变化相等

B．物块的加速度不相等

C．F_1、F_2 对物块所做的功相等

D．物块的机械能变化不相等

4．（2019•新课标Ⅰ）最近，我国为“长征九号”研制的大推力新型火箭发动机联试成功，这标志着我国重型运载火箭的研发取得突破性进展。若某次实验中该发动机向后喷射的气体速度约为 3km/s，产生的推力约为 4.8×10^6N，则它在 1s 时间内喷射的气体质量约为（　　）

A．1.6×10^2kg　B．1.6×10^3kg

C．1.6×10^5kg　D．1.6×10^6kg

5．（2018•新课标Ⅱ）高空坠物极易对行人造成伤害。若一个 50g 的鸡蛋从一居民楼的 25 层坠下，与地面的碰撞时间约为 2ms，则该鸡蛋对地面产生的冲击力约为（　　）

A．10N　B．10^2N

C．10^3N　D．10^4N

6．（2017•天津）“天津之眼”是一座跨河建设、桥轮合一的摩天轮，是天津市的地标之一。摩天轮悬挂透明座舱，乘客随座舱在竖直面内做匀速圆周运动。下列叙述正确的是（　　）



A．摩天轮转动过程中，乘客的机械能保持不变

B．在最高点，乘客重力大于座椅对他的支持力

C．摩天轮转动一周的过程中，乘客重力的冲量为零

D．摩天轮转动过程中，乘客重力的瞬时功率保持不变

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

【动量守恒的判断】

动量守恒的判定方法：

1.合外力为 0（静止/匀速）

2.单方向上合外力为 0

3.内力远大于外力时：碰撞、反冲、爆炸

步骤：

画出所有物体的受力分析>方向相反的力可以矢量抵消>水平方向是否无力>竖直方向矢量和是否为 0

基础类通式：$m_Av_A+m_Bv_B=m_Av'_A+m_Bv'_B$

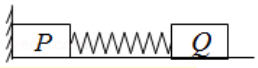
1．（2016•全国）两个滑块 P 和 Q 用弹簧相连，置于水平的光滑地面上，滑块 P 紧靠竖直的墙，用一外力推着 Q 使弹簧压缩后处于静止状态，如图所示。现突然撤掉推 Q 的外力，则在从释放 Q 到弹簧恢复到原长过程中，P、Q 和弹簧组成的系统（　　）

A．动量守恒，机械能守恒

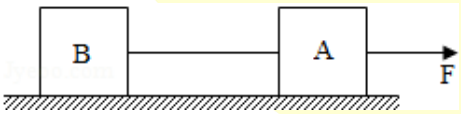
B．动量不守恒，机械能守恒

C．动量守恒，机械能不守恒

D．动量不守恒，机械能不守恒



2．（2016•上海）如图，粗糙水平面上，两物体 A、B 以轻绳相连，在恒力 F 作用下做匀速运动。某时刻轻绳断开，A 在 F 牵引下继续前进，B 最后静止。则在 B 静止前，A 和 B 组成的系统动量_____（选填：“守恒”或“不守恒”）。在 B 静止后，A 和 B 组成的系统动量_____（选填：“守恒”或“不守恒”）。



3．（2017•新课标Ⅰ）将质量为 1.00kg 的模型火箭点火升空，50g 燃烧的燃气以大小为 600m/s 的速度从火箭喷口在很短时间内喷出。在燃气喷出后的瞬间，火箭的动量大小为（喷出过程中重力和空气阻力可忽略）（　　）

A．30kg•m/s

B．5.7×10^2kg•m/s

C．6.0×10^2kg•m/s

D．6.3×10^2kg•m/s

4．（2015•上海）两小孩在冰面上乘坐“碰碰车”相向运动，A 车总质量为 50kg，以 2m/s 的速度向右运动；B 车总质量为 70kg，以 3m/s 的速度向左运动．碰撞后，A 以 1.5m/s 的速度向左运动，则 B 的速度大小为_____m/s，方向向_____（选填“左”或“右”）．

5．（2018•天津）质量为 0.45kg 的木块静止在光滑水平面上，一质量为 0.05kg 的子弹以 200m/s 的水平速度击中木块，并留在其中，整个木块沿子弹原方向运动，则木块最终速度的大小是_____m/s。若子弹在木块中运动时受到的平均阻力为 4.5×10^3N，则子弹射入木块的深度为_____m。

6．（2019•江苏）质量为 M 的小孩站在质量为 m 的滑板上，小孩和滑板均处于静止状态，忽略滑板与地面间的摩擦。小孩沿水平方向跃离滑板，离开滑板时的速度大小为 v，此时滑板的速度大小为（　　）

A．$\frac{m}{M}$v　　B．$\frac{M}{m}$v　　C．$\frac{m}{m+M}$v　D．$\frac{M}{m+M}$v

7．（2017•海南）光滑水平桌面上有 P、Q 两个物块，Q 的质量是 P 的 n 倍。将一轻弹簧置于 P、Q 之间，用外力缓慢压 P、Q．撤去外力后，P、Q 开始运动，P 和 Q 的动量大小的比值为（　　）

A．n^2　　B．n

C．$\frac{1}{n}$　　D．1

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

5.2 动量守恒

正常类通式

动量：$m_Av_A+m_Bv_B=m_Av'_A+m_Bv'_B$

能量：看动能的去向

注意：碰撞/类碰撞运动结果千万不要根据生活经验，算到是多少就是多少。

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：$m_Av_A+m_Bv_B=m_Av'_A+m_Bv'_B$

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：$v'_A=2v_{共}-v_A$　　$v'_B=2v_{共}-v_B$

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：$m_Av_A+m_Bv_B=(m_A+m_B)v_{共}$

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

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：$0=m_Av_A+m_Bv_B$

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

能量来源：重力势能、弹性势能、化学能(爆炸)

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)

HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

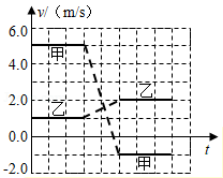
1．(2020•新课标Ⅲ) 甲、乙两个物块在光滑水平桌面上沿同一直线运动，甲追上乙，并与乙发生碰撞，碰撞前后甲、乙的速度随时间的变化如图中实线所示。已知甲的质量为 1kg，则碰撞过程两物块损失的机械能为（　　）

A．3J

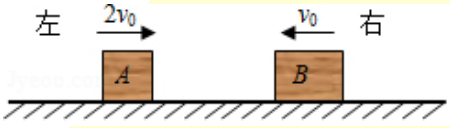
B．4J

C．5J

D．6J



2．(2015•鼓楼区) 如图，两滑块 A、B 在光滑水平面上沿同一直线相向运动，滑块 A 的质量为 m，速度大小为 $2v_0$，方向向右，滑块 B 的质量为 2m，速度大小为 v_0，方向向左，两滑块发生弹性碰撞后的运动状态是（　　）



A．A 和 B 都向左运动　　B．A 和 B 都向右运动

C．A 静止，B 向右运动　　D．A 向左运动，B 向右运动

3．(2020•江苏) 一只质量为 1.4kg 的乌贼吸入 0.1kg 的水，静止在水中。遇到危险时，它在极短时间内把吸入的水向后全部喷出，以 2m/s 的速度向前逃窜。求该乌贼喷出的水的速度大小 v。

4．(2018•海南) 如图，用长为 l 的轻绳悬挂一质量为 M 的沙箱，沙箱静止。一质量为 m 的弹丸以速度 v 水平射入沙箱并留在其中，随后与沙箱共同摆动一小角度。不计空气阻力。对子弹射向沙箱到与其共同摆过一小角度的过程（　　）



A．若保持 m、v、l 不变，M 变大，则系统损失的机械能变小

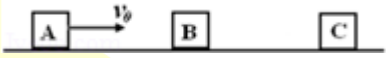
B．若保持 M、v、l 不变，m 变大，则系统损失的机械能变小

C．若保持 M、m、l 不变，v 变大，则系统损失的机械能变大

D．若保持 M、m、v 不变，l 变大，则损失的机械能变大

5．(2017•江苏) 甲、乙两运动员在做花样滑冰表演，沿同一直线相向运动，速度大小都是 1m/s，甲、乙相遇时用力推对方，此后都沿各自原方向的反方向运动，速度大小分别为 1m/s 和 2m/s．求甲、乙两运动员的质量之比．

6．(2015•山东) 如图，三个质量相同的滑块 A、B、C，间隔相等地静置于同一水平直轨道上。现给滑块 A 向右的初速度 v_0，一段时间后 A 与 B 发生碰撞，碰后 A、B 分别以 $\frac{1}{8}v_0$、$\frac{3}{4}v_0$ 的速度向右运动，B 再与 C 发生碰撞，碰后 B、C 粘在一起向右运动。滑块 A、B 与轨道间的动摩擦因数为同一恒定值。两次碰撞时间均极短。求 B、C 碰后瞬间共同速度的大小。



7．(2018•新课标Ⅰ) 一质量为 m 的烟花弹获得动能 E 后，从地面竖直升空。当烟花弹上升的速度为零时，弹中火药爆炸将烟花弹炸为质量相等的两部分，两部分获得的动能之和也为 E，且均沿竖直方向运动，爆炸时间极短，重力加速度大小为 g，不计空气阻力和火药的质量。求

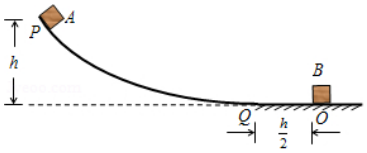
（1）烟花弹从地面开始上升到弹中火药爆炸所经过的时间；

（2）爆炸后烟花弹向上运动的部分距地面的最大高度。

8．(2018•海南) 如图，光滑轨道 PQO 的水平段 QO=$\frac{h}{2}$，轨道在 O 点与水平地面平滑连接。一质量为 m 的小物块 A 从高 h 处由静止开始沿轨道下滑，在 O 点与质量为 4m 的静止小物块 B 发生碰撞。A、B 与地面间的动摩擦因数均为 μ=0.5，重力加速度大小为 g。假设 A、B 间的碰撞为完全弹性碰撞，碰撞时间极短。求

（1）第一次碰撞后瞬间 A 和 B 速度的大小；

（2）A、B 均停止运动后，二者之间的距离。



HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

9．(2016•全国) 一长方形木块固定在水平桌面上，已知质量为 m、速度为 v_0 的子弹沿水平方向射入木块，它穿出木块时的速度为 $\frac{v_0}{2}$．现把该木块放在光滑的水平桌面上，让该子弹以相同的速度射入木块，若子弹仍能穿出木块，则木块的质量应满足什么条件？假定两种情况下，木块对子弹的阻力可视为大小相等的恒力。

（多选）10．(2020•新课标Ⅱ) 水平冰面上有一固定的竖直挡板。一滑冰运动员面对挡板静止在冰面上，他把一质量为 4.0kg 的静止物块以大小为 5.0m/s 的速度沿与挡板垂直的方向推向挡板，运动员获得退行速度；物块与挡板弹性碰撞，速度反向，追上运动员时，运动员又把物块推向挡板，使其再一次以大小为 5.0m/s 的速度与挡板弹性碰撞。总共经过 8 次这样推物块后，运动员退行速度的大小大于 5.0m/s，反弹的物块不能再追上运动员。不计冰面的摩擦力，该运动员的质量可能为（　　）

A．48kg　B．53kg

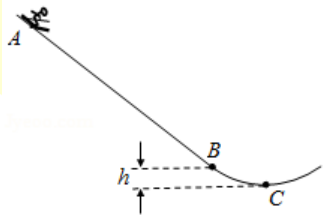
C．58kg　D．63kg

11．(2018•北京) 2022 年将在我国举办第二十四届冬奥会，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一。某滑道示意图如下，长直助滑道 AB 与弯曲滑道 BC 平滑衔接，滑道 BC 高 h = 10 m，C 是半径 R = 20 m 圆弧的最低点。质量 m = 60 kg 的运动员从 A 处由静止开始匀加速下滑，加速度 a = 4.5 m/s^2，到达 B 点时速度 v_B = 30 m/s。取重力加速度 g = 10m/s^2。

（1）求长直助滑道 AB 的长度 L；

（2）求运动员在 AB 段所受合外力的冲量 I 的大小；

（3）若不计 BC 段的阻力，画出运动员经过 C 点时的受力图，并求其所受支持力的大小。



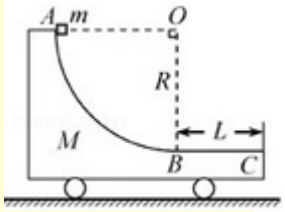
12．(2015•鼓楼区) 如图，质量为 M 的小车静止在光滑水平面上，小车 AB 段是半径为 R 的四分之一圆弧光滑轨道，BC 段是长为 L 的水平粗糙轨道，两段轨道相切于 B 点．一质量为 m 的滑块在小车上从 A 点由静止开始沿轨道滑下，重力加速度为 g．

（1）若固定小车，求滑块运动过程中对小车的最大压力；

（2）若不固定小车，滑块仍从 A 点由静止下滑，然后滑入 BC 轨道，最后从 C 点滑出小车．已知滑块质量 m= $\frac{M}{2}$，在任一时刻滑块相对地面速度的水平分量是小车速度大小的 2 倍，滑块与轨道 BC 间的动摩擦因数为 μ，求：

①滑块运动过程中，小车的最大速度大小 v_m；

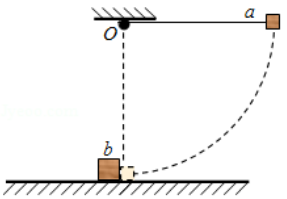
②滑块从 B 到 C 运动过程中，小车的位移大小 s．



13．(2019•海南) 如图，用不可伸长轻绳将物块 a 悬挂在 O 点：初始时，轻绳处于水平拉直状态。现将 a 由静止释放，当物块 a 下摆至最低点时，恰好与静止在水平面上的物块 b 发生弹性碰撞（碰撞时间极短），碰撞后 b 滑行的最大距离为 s。已知 b 的质量是 a 的 3 倍。b 与水平面间的动摩擦因数为 μ，重力加速度大小为 g。求

（1）碰撞后瞬间物块 b 速度的大小；

（2）轻绳的长度。



HuangFuRen

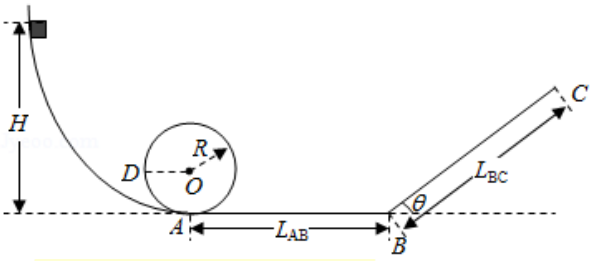
关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

14．（2020•浙江）小明将如图所示的装置放在水平地面上，该装置由弧形轨道、竖直圆轨道、水平直轨道 AB 和倾角 θ = 37°的斜轨道 BC 平滑连接而成。质量 m = 0.1kg 的小滑块从弧形轨道离地高 H = 1.0m 处静止释放。已知 R = 0.2m，L_{AB} = L_{BC} = 1.0m，滑块与轨道 AB 和 BC 间的动摩擦因数均为 μ = 0.25，弧形轨道和圆轨道均可视为光滑，忽略空气阻力。

（1）求滑块运动到与圆心 O 等高的 D 点时对轨道的压力；

（2）通过计算判断滑块能否冲出斜轨道的末端 C 点；

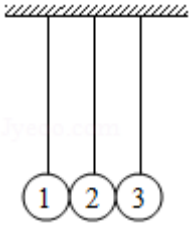
（3）若滑下的滑块与静止在水平直轨道上距 A 点 x 处的质量为 2m 的小滑块相碰，碰后一起运动，动摩擦因数仍为 0.25，求它们在轨道 BC 上到达的高度 h 与 x 之间的关系。（碰撞时间不计，sin37° = 0.6，cos37° = 0.8）



15．（2015•新课标Ⅰ）图，在足够长的光滑水平面上，物体 A、B、C 位于同一直线上，A 点位于 B、C 之间，A 的质量为 m，B、C 的质量都为 M，三者均处于静止状态，现使 A 以某一速度向右运动，求 m 和 M 之间应满足什么条件，才能使 A 只与 B、C 各发生一次碰撞。设物体间的碰撞都是弹性的。



17．（2020•北京）在同一竖直平面内，3 个完全相同的小钢球（1 号、2 号、3 号）悬挂于同一高度，静止时小球恰能接触且悬线平行，如图所示。在下列实验中，悬线始终保持绷紧状态，碰撞均为对心正碰。以下分析正确的是（　　）



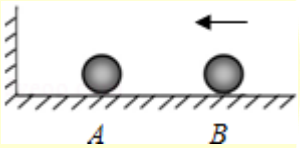
A．将 1 号移至高度 h 释放，碰撞后，观察到 2 号静止、3 号摆至高度 h。若 2 号换成质量不同的小钢球，重复上述实验，3 号仍能摆至高度 h

B．将 1、2 号一起移至高度 h 释放，碰撞后，观察到 1 号静止，2、3 号一起摆至高度 h，释放后整个过程机械能和动量都守恒

C．将右侧涂胶的 1 号移至高度 h 释放，1、2 号碰撞后粘在一起，根据机械能守恒，3 号仍能摆至高度 h

D．将 1 号和右侧涂胶的 2 号一起移至高度 h 释放，碰撞后，2、3 号粘在一起向右运动，未能摆至高度 h，释放后整个过程机械能和动量都不守恒

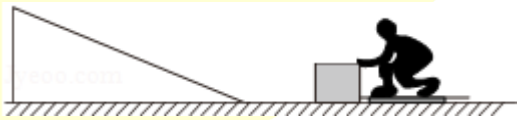
18．（2015•天津）如图所示，在光滑水平面的左侧固定一竖直挡板，A 球在水平面上静止放置，B 球向左运动与 A 球发生正碰，B 球碰撞前、后的速率之比为 3：1，A 球垂直撞向挡板，碰后原速率返回，两球刚好不发生第二次碰撞，A、B 两球的质量之比为_____，A、B 碰撞前、后两球总动能之比为_____.



19．（2016•新课标Ⅱ）如图，光滑冰面上静止放置一表面光滑的斜面体，斜面体右侧一蹲在滑板上的小孩和其面前的冰块均静止于冰面上。某时刻小孩将冰块以相对冰面 3m/s 的速度向斜面体推出，冰块平滑地滑上斜面体，在斜面体上上升的最大高度为 h = 0.3m（h 小于斜面体的高度）。已知小孩与滑板的总质量为 m_1 = 30kg，冰块的质量为 m_2 = 10kg，小孩与滑板始终无相对运动。取重力加速度的大小 g = 10m/s^2。

（i）求斜面体的质量；

（ii）通过计算判断，冰块与斜面体分离后能否追上小孩？



HuangFuRen

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程