

模块整体感悟

本模块共有三章内容:《曲线运动》《万有引力与航天》《机械能守恒定律》。

在《曲线运动》中,我们先讨论曲线运动的基本规律,然后重点研究两种基本的曲线运动,即抛体运动和匀速圆周运动。在研究抛体运动之前,通过“质点在平面内的运动”,学习运动的合成和分解这一研究匀变速曲线运动的一般方法。在运用这种方法研究平抛运动后,就掌握了“先分解后合成”这种化繁为简的物理思想方法,同时也就掌握了其他匀变速曲线运动的解决方法。由于匀速圆周运动具有特殊性,所以在研究中引入了能反映这种性质的线速度、角速度等物理量来描述其运动,然后用向心加速度和向心力这些物理量描述圆周运动的动力学关系。本章内容是在大家学过运动学、动力学的基本知识,明确力与运动关系的基础上,来研究曲线运动中力和运动的关系的,所以我们在学习本章知识的过程中,要善于将所学的牛顿定律和运动学知识相结合,针对曲线运动的特点来分析和解决问题。

《万有引力与航天》一章,结合历史上人们对天体运动的认识,从研究行星运动的动力学原因入手,得出行星运动是由于它受到来自太阳的引力,进而得出万物之间都存在的一种相互作用——万有引力。宇宙航行是人类探索太空的必经之路,同时它也是万有引力定律、牛顿运动定律具体运用得到的必然结果,希望同学们既要领会这一部分内容的研究方法,还要体会宇宙航行与人类生活的密切关系。

《机械能守恒定律》一章,从追寻自然界中的守恒量入手,在引入功和能概念的基础上,探究了做功与能量转化的关系,并且归纳出应用这一关系——动能定理解决问题的一般方法,从此开辟了一种以全新的视角——从能量的角度来分析解决物理问题的新思路;依据功是能量转化的量度,找到了动能与重力势能、弹性势能之间转化时遵循的规律——机械能守恒定律,并在此基础上分析了能量的转化规律、新能源的开发和利用,让我们明白虽然在自然界中能量是守恒的,但由于能量转化具有方向性,所以我们依然要关注能源的利用、能源的开发、环境的保护和可持续发展的关系。

学习的目的是为了运用,在本章学习中,要注重学以致用、理论联系实际。通过本章的学习,我们要能理解功、功率的概念;理解动能定理的内涵,熟练掌握应用动能定理解决物理问题的方法;掌握机械能守恒定律适用的条件,并能够应用机械能守恒定律分析解决问题;了解能量转化和守恒定律的内容以及能源的开发和利用与可持续发展的关系。

第五章 曲线运动



★ 本章学习导航

解析学习目标,体现学科思想和学习方法



《课标》要求

内容标准	学习要求
会用运动合成与分解的方法分析抛体运动.	1. 感受等效法在科学研究中的重要作用; 2. 通过蜡块实验进一步领会合运动研究的基本方法; 3. 知道平抛运动可分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动.
会描述匀速圆周运动;知道向心加速度.	1. 知道线速度、角速度是从不同角度描述匀速圆周运动的两个物理量; 2. 知道向心加速度是描述曲线运动速度方向变化快慢的物理量; 3. 知道在不同情景中选用合适的向心加速度的表达式.
能用牛顿第二定律分析匀速圆周运动的向心力,分析生活和生产中的离心现象.	1. 知道在匀速圆周运动中物体受到的合力就是向心力; 2. 能运用牛顿运动定律解决有关匀速圆周运动的问题; 3. 知道离心现象产生的原因.
关注抛体运动和圆周运动的规律与日常生活的联系.	知道日常生活中的好多运动可看成是抛体运动或匀速圆周运动,并能用所学知识解决相关的实际问题.



学法指导



1. 如何运用运动的分解与合成方法来研究曲线运动呢?

(1) 利用运动的合成与分解研究曲线运动的思维流程:

(欲知)曲线运动规律 $\xrightarrow[\text{分解}]{\text{等效}}$ (只需研究)两直线运动规律 $\xrightarrow[\text{合成}]{\text{等效}}$ (得知)曲线运动规律

(2) 在处理实际问题中应注意:

① 只有深刻挖掘曲线运动的实际运动效果,才能明确曲线运动应分解为哪两个方向上的直线运动,这是分析、处理曲线运动的出发点.

② 进行等效合成时,要寻找两个分运动时间的联系——等时性,这往往是分析、处理曲线运动问题的切入点.

2. 处理匀速圆周运动问题的解题思路:

所有与匀速圆周运动有关的命题,重点都是对牛顿第二定律 $F=ma$ 在曲线运动中具体应用的考查.通常的解题思路为:首先分析向心力的来源,然后确定物体做圆周运动的轨道平面、圆心、半径,写出与向心力所对应的向心加速度的表达式,同时,力求将题目的待求量(如未知力、未知线速度、未知周期等)包含到向心力或向心加速度的表达式中,最后,依据 $F=ma$ 列方程求解.

同学们在学习过程中还要特别注意体会研究问题的其他方法.如通过建立二维坐标系的方法研究平面上质点的运动,即分别通过质点在两个方向上位置的变化来研究质点在平面上位置变化的规律;通过理论分析的方法在应用牛顿定律的基础上得出平抛运动的两个分运动的性质等.

第一节 曲线运动



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

我们已经学过直线运动的规律,但实际生活中普遍发生的却是曲线运动,小到微观世界(如电子绕原子核旋转);大到宏观世界(如地球绕太阳公转)……生活中如投标枪、掷铁饼、跳高、跳远等均为曲线运动.你还能举出一些曲线运动的实例吗?



材料链接

1. 从草坪上踢出去的足球在空中划出一道弧线,为什么它的运动轨迹是曲线?
2. “神舟”九号飞船进入轨道后所做的运动是曲线运动,它的运动方向在不断改变.



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

曲线运动有哪些特点? 如何根据这些特点描述曲线运动?

请大家仔细阅读教材“曲线运动的位移”和“曲线运动的速度”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 曲线运动的位移的大小、方向是不断变化的,采用什么方法可以描述物体位置的变化呢?

2. 观察图 5.1-2 和图 5.1-3 并猜想:砂轮打磨下来的炽热微粒和出手的链球分别沿什么方向运动?

3. 上述猜想需要通过实验和理论来证明,试结合图 5.1-4 和图 5.1-5 说一说.

4. 曲线运动与直线运动的显著区别是什么? 速度是矢量,那么曲线运动可能是匀速运动吗?

5. 阅读第 3 页最后一段后回答:在平面直角坐标系中如何描述曲线运动的速度?

问题二

研究曲线运动的主要思路有哪些? 物体做曲线运动的条件是什么?

请大家仔细阅读“运动描述的实例”和“物体做曲线运动的条件”标题下的内容,思考并回答:

1. 第 4、5 页的“演示实验”中,红蜡块在水平和竖直方向分别做什么运动? 写出 x 、 y 方向上的分位移的规律,从理论上分析为什么红蜡块的轨迹是直线.

2. 通过对红蜡块运动实例的分析,关于如何解决物体在某一平面内运动的问题,你悟出了什么方法?

3. “材料链接”中足球的运动轨迹为什么是曲线? 焰火表演中四处散射的火星的运动轨迹的弯曲方向有没有规律?



自主测评

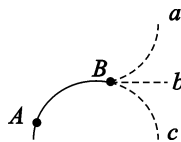
1. (多选)下列关于曲线运动的说法中,正确的是 ()

- A. 做曲线运动的物体必然受变力作用
- B. 受恒力的物体也可能做曲线运动
- C. 曲线运动一定是变速运动
- D. 变速运动一定是曲线运动

2. 如图,某质点在恒力 F 作用下从 A 点沿图示曲线运动到 B 点,到达 B 点后,质点受到的力大小不变,但方向恰与 F 相反,则它从 B 点开始的运动轨迹可能是图中的

()

- A. 曲线 a
- B. 曲线 b
- C. 曲线 c
- D. 以上三条曲线都不可能



3. 请你尝试着用本节课中学到的方法研究下面的问题:

如果物体在一个方向上的运动是速度为 v 的匀速直线运动,在与它垂直方向上的分运动是初速度为 0、加速度为 a 的匀加速直线运动,那么:

(1) 它在经过时间 t 后的位置坐标是多少?

(2) 它的运动轨迹是什么?

(3) 经过时间 t 后位移的大小是多少? 速度大小呢?



疑点归纳

在自主学习探究的过程中,大家有哪些困惑和疑问,请记录在问题卡上.记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

如何从力和运动的角度理解物体做曲线运动的条件?

请同学们在独立思考的基础上,在小组内讨论.

1. 物体做直线运动时合外力的方向与速度方向是什么关系?



2. 为什么合外力的方向与速度方向不在同一条直线上时,物体速度的方向就会改变?



3. 力恒定则加速度恒定,而力的方向与速度方向是否共线又决定了物体的运动轨迹是直线还是曲线,那么物体做匀变速曲线运动的条件是什么?



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

若两分运动是直线运动,当满足什么条件时合运动也是直线运动?当满足什么条件时合运动是曲线运动?

1. 两个匀速直线运动的合运动是什么运动?

2. 一个匀速直线运动和一个匀变速直线运动的合运动可能是什么运动?

3. 两个匀变速直线运动的合运动可能是什么运动?

4. 关于互成角度的两个初速度不为 0 的匀变速直线运动的合运动, 下列说法正确的是

- ()
- A. 一定是直线运动
 - B. 一定是曲线运动
 - C. 可能是直线运动, 也可能是曲线运动
 - D. 以上说法都不对

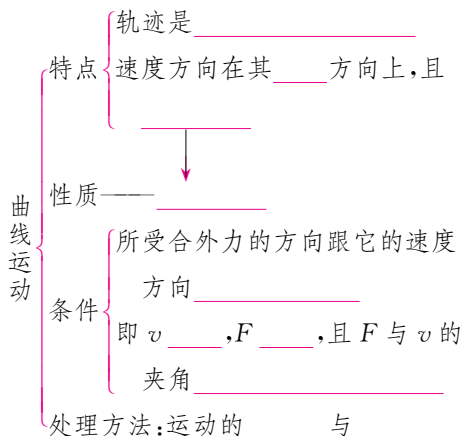
思路点拨: 判断是直线运动还是曲线运动, 要看两个运动的初速度合成后和两个运动的加速度合成后的方向关系. 如果合初速度和合加速度的方向在同一条直线上, 则

合运动是直线运动; 如果合初速度和合加速度的方向不在同一条直线上, 则合运动是曲线运动.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会, 通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式, 将你和你们小组的成果及时记录下来, 以便和别的小组进一步交流研讨. 也可以按如下提示进行总结.



板块五 应用演练 再生新疑

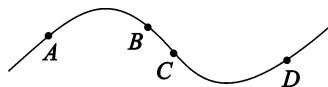
分级设题, 精选精练



分层演练

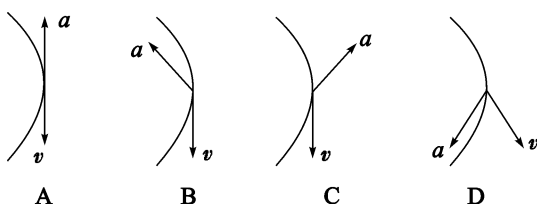
A. 基础巩固

1. 一质点沿曲线运动, 如图所示, 先后经过 A、B、C、D 四点, 速度分别是 v_A 、 v_B 、 v_C 、 v_D , 试在图上标出各点的速度方向.



2. 一质点做曲线运动, 它的轨迹由上到下(如图所示), 关于质点通过轨迹中点时的速度 v 的方向和加速度 a 的方向, 下列图示

可能正确的是



3. 关于曲线运动, 下列判断正确的是

- A. 物体运动的初速度不为 0 且物体所受的合外力为变力
- B. 物体所受的合外力方向与加速度的方向不在同一条直线上
- C. 曲线运动是变速运动, 其加速度大小可能不变
- D. 曲线运动一定是变速运动, 变速运动一定是曲线运动

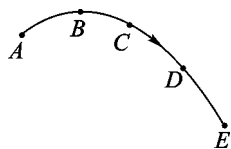
4. 关于运动的合成和分解, 下列说法正确的是

- A. 合运动的速度大小等于分运动的速度大小之和
- B. 物体的两个分运动若是直线运动, 则它的合运动一定是直线运动
- C. 合运动和分运动具有同时性
- D. 若合运动是曲线运动, 则其分运动中至少有一个是曲线运动

B. 能力提升

5. (多选) 如图所示, 曲线由 A 到 E 为一个做匀变速曲线运动的质点的轨迹示意图, 已知该质点在经过 B 点时的速度方向与加速度方向是相互垂直的, 则下列说法正确的是

- A. 质点在 E 点时的速率比在 C 点时的速率大
- B. 质点在 A 点时的加速度比在 D 点



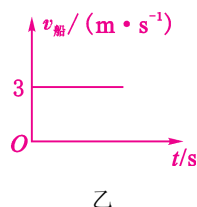
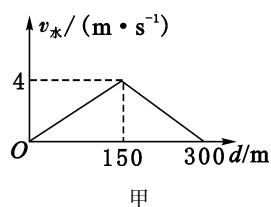
时的加速度大

- C. 质点在 D 点时的速度方向与加速度方向的夹角小于 90°
- D. 质点在从 A 到 D 的过程中, 其速度方向与加速度方向的夹角先减小后增大

6. 一质点做曲线运动, 在运动的某一位置, 它的速度方向、加速度方向以及所受合外力方向之间的关系是

- A. 速度、加速度、合外力的方向有可能都相同
- B. 加速度方向与合外力的方向一定相同
- C. 加速度方向与速度方向一定相同
- D. 速度方向与合外力方向可能相同, 也可能不同

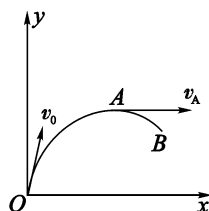
7. (多选) 河水的流速与某河岸的距离的变化关系如图甲所示, 船在静水中的速度与时间的关系如图乙所示, 若要使船以最短时间过河, 则



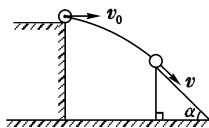
- A. 船渡河的最短时间为 100 s
- B. 船在行驶过程中, 船头始终与河岸垂直
- C. 船在河中航行的轨迹是一条直线
- D. 船在河水中的最大速度为 7 m/s

8. 如图所示为一质点在恒力 F 作用下, 在 xOy 平面上从 O 点运动到 B 点的轨迹, 且在 A 点时的速度 v_A 与 x 轴平行, 则恒力 F 的方向可能是

- A. 沿 $+x$ 方向
- B. 沿 $-x$ 方向
- C. 沿 $+y$ 方向
- D. 沿 $-y$ 方向



9. 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 $\alpha=53^\circ$ 的斜面顶端,并刚好沿斜面下滑,已知平台到斜面顶端的竖直高度 $h=0.8\text{ m}$,求小球水平抛出时的初速度 v_0 和斜面与平台边缘的水平距离 x 各为多少?(取 $\sin 53^\circ=0.8$, $\cos 53^\circ=0.6$, $g=10\text{ m/s}^2$)



C. 拓展创新

10. 光滑水平面上,一个物体在一对水平方向的平衡力作用下运动.若将其中一个力保持大小不变而方向转过 90° (另一个力不变),试分析物体将做什么运动.

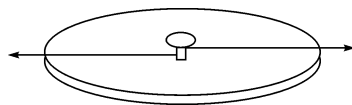


活动探究

1. 取一个锅盖,把锅盖放在水平面上,使锅盖的圆柄与水平面接触,将一根结实的细线绕在圆柄上,再往锅盖内倒少量水,用双手拉线的两端,对锅盖施加如图所示的两个力的作用,使锅盖旋转,随着锅盖的旋转,水将会沿着锅盖运动.试观察锅盖内水的运动.

当锅盖转动的速度比较小时,观察水在锅盖内运动的轨迹.

当锅盖的转动加快后,观察水的运动轨迹.



2. 将一个小球向不同的方向扔出,观察小球做曲线运动的条件.

观察小球在什么情况下做直线运动,什么情况下做曲线运动,并总结得出物体做曲线运动的条件.

第二节 平抛运动



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

1997年6月1日下午13时19分07秒,柯受良驾驶一辆重1491千克的白色三菱跑车,从黄河东岸的山西省境内,沿着临时搭建的长264米的跑道,凌空飞越壶口,跃入了黄河西岸的陕西省境内.他用1.58秒的时间成功飞越了50米宽的黄河壶口瀑布,从而获得了“亚洲第一飞人”的称号.如图所示是当时精彩的一刻.



如果柯受良所驾驶的跑车在空中运动时空气作用力可以忽略不计,你能计算出它离开跑道时的水平速度吗?



材料链接

伽利略在1632年出版的《关于两个世界体系的对话》一书中曾说过,一颗石子从船上的桅杆上落下时,不论船是静止的还是匀速航行的,它都将落在桅杆的脚下.怎样解释这种现象呢?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

如何正确分解平抛运动? 如何获得其速度的规律?

请大家仔细阅读教材“平抛运动的速度”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 水平抛出一个5 kg的铅球和一个纸飞机,它们的运动轨迹都是曲线,哪一个可以看做平抛运动? 为什么?

2. 什么是平抛运动? 抛体运动与平抛运动的关系是什么?

3. (1)为了研究平抛运动需建立怎样的平面直角坐标系?

(2)叙述一下做平抛运动的物体在 x 、 y 轴方向上的受力情况和初速度情况. 根据牛顿运动定律思考两个分运动分别是什么性质的运动.

❁ 4. 根据平抛运动两个分运动的性质写出分速度的关系式,依据什么定则得到合速度的大小?参照“例题 1”学习如何求落地时瞬时速度的大小和方向.

问题二

怎样确定平抛运动的位移以及轨迹方程?
研究平抛运动的方法是否可用来处理一般的抛体运动?

请大家仔细阅读“平抛运动的位移”和“一般的抛体运动”标题下的内容,思考并回答:

❁ 1. 再次思考平抛运动两个分运动的运动性质,写出两个分运动的位移关系式.

如果需要知道物体相对于抛出点的位移大小和方向,应该怎样计算?

❁ 2. 阅读教材第 10 页的“做一做”,你能从理论上分析一下会观察到哪个球先落地吗?

❁ 3. 阅读“例题 2”后回答:讨论平抛运动物体的运动轨迹就是要找到哪两个量之间的关系?如何找?平抛运动物体的运动轨迹是一条什么曲线?

❁ 4. 仿照处理平抛运动的方法试着分析教材图 5.2-8 所示的斜抛运动,两分运动的性质是什么?写出其分速度、分位移的关系式.再次体会研究曲线运动的方法.



自主测评

1. 抛体运动:以一定的_____将物体抛出,在空气阻力可以忽略的情况下,物体所做的运动叫做抛体运动.

2. 平抛运动的规律

(1) 竖直方向的运动规律:物体在竖直方向做_____,下落高度表示为_____.

(2) 水平方向的运动规律:物体在水平方向做_____,水平位移表示

为_____.

3. 平抛运动的性质:平抛运动的加速度是恒定的,即平抛运动是_____运动.

4. (多选)下列各种运动是平抛运动的是(不计空气阻力) ()

- A. 空对地导弹发射后在空中的运动
- B. 水平飞行的飞机上自由释放的一颗炸弹在空中的运动
- C. 跳远运动员跳起后经过最高点后在空中的运动
- D. 水从高处水平管道中以水平初速度离开管道后在空中的运动



疑点归纳

大家在自主学习的过程中有哪些困惑和疑问,请记录在问题卡上.别忘了在课堂或课后及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

平抛运动的时间、射程、速度与哪些物理量有关?

请同学们在独立思考的基础上,在小组内讨论.

1. 平抛运动的时间与什么量有关?

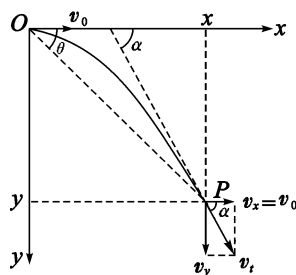
2. 水平射程与什么量有关?



3. 落地时的速度与什么量有关?



4. 如图所示,做平抛运动的物体 t s 内的位移方向和 t s 时的速度方向有什么关系?



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

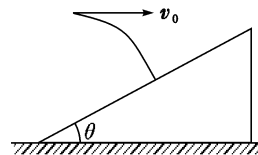
问题四

如何解决平抛运动与斜面相结合的问题?

请同学们小组内讨论、交流并回答下列问题,之后在全班展示.

1. 如图所示,以 9.8 m/s 的水平速度 v_0 抛出的物体,飞行一段时间后垂直地撞在倾角 $\theta = 30^\circ$ 的斜面上,则物体完成这段飞行的时间是

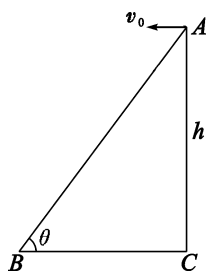
()



- A. $\frac{\sqrt{3}}{3} \text{ s}$
- B. $\frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ s}$
- C. $\sqrt{3} \text{ s}$
- D. 2 s

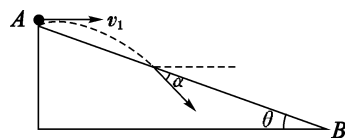
思路点拨: 求解平抛运动相关问题的方法是运动的分解,通过分解速度或分解位移,得到分速度、分位移的大小或方向,进而求解平抛运动的未知量.

2. 如图所示,一固定斜面 ABC 的倾角为 θ ,高 $AC=h$,在顶点 A 以某一初速度水平抛出一小球,恰好落在 B 点,空气阻力不计,试求自抛出起经多长时间小球离斜面最远?



思路点拨: 何时离斜面最远? 可以想想斜抛运动中离地面最远时物体的速度方向有何特点.

3. 从倾角为 θ 的足够长的斜面上 A 点,先后将同一小球以不同的初速度水平向右抛出,第一次初速度为 v_1 ,球落到斜面上前一瞬间的速度方向与斜面的夹角为 α_1 ,第二次初速度为 v_2 ,球落在斜面上前一瞬间的速度方向与斜面间的夹角为 α_2 ,若 $v_2 > v_1$,则 α_1, α_2 的大小关系为 ()



- A. $\alpha_1 > \alpha_2$ B. $\alpha_1 < \alpha_2$
C. $\alpha_1 = \alpha_2$ D. 无法确定

思路点拨: 斜面的夹角也是位移的夹角,回顾本节“问题三”平抛运动的几个具体问题思考本题.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.

平抛运动

- 定义: 水平飞出的物体在 _____ 作用下的运动
- 性质: _____ 曲线运动 ($a = \underline{\hspace{1cm}}$)
- 分运动
 - 水平: _____ 运动
 - 竖直: _____ 运动
- 规律
 - 水平: $x = \underline{\hspace{1cm}}, v_x = \underline{\hspace{1cm}}, a_x = \underline{\hspace{1cm}}$
 - 竖直: $y = \underline{\hspace{1cm}}, v_y = \underline{\hspace{1cm}}, a_y = \underline{\hspace{1cm}}$
 - 合运动: $s = \underline{\hspace{1cm}}, v = \underline{\hspace{1cm}}, a = \underline{\hspace{1cm}}$
 - 轨迹方程: _____



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. 关于平抛运动的性质, 以下说法正确的是 ()

- A. 平抛运动是变加速运动
- B. 平抛运动是匀变速运动
- C. 平抛运动是匀速率曲线运动
- D. 平抛运动不可能是两个直线运动的合运动

2. 在水平地面之上的同一位置, 同时将两个质量不同的小钢球, 沿着同一水平方向以不同的速度抛出, 则以下说法正确的是 ()

- A. 质量大的物体先着地, 其飞行的水平距离较小
- B. 速度大的物体先着地, 其飞行的水平距离较大
- C. 质量小的物体先着地, 其飞行的水平距离较大
- D. 两物体同时着地, 速度大的物体飞行的水平距离较大

B. 能力提升

3. 以速度 v_0 水平抛出一球, 某时刻其竖直分位移与水平分位移相等, 以下判断错误的是 ()

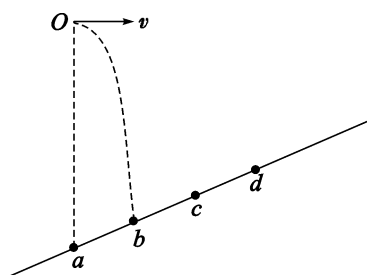
- A. 此时球的竖直分速度等于水平分速度
- B. 此时球的速度大小为 $\sqrt{5}v_0$
- C. 此时球运动的时间为 $\frac{2v_0}{g}$
- D. 此时球运动的位移是 $\frac{2\sqrt{2}v_0^2}{g}$

4. (多选) 有一物体在距地面 h 高处, 以初速度 v_0 水平抛出 (不计空气阻力), 落地时

速度为 v_1 , 竖直分速度为 v_y , 落地时水平飞行距离为 x , 则能用来计算该物体在空中运动的时间的式子有 ()

- A. $\frac{\sqrt{v_1^2 - v_0^2}}{g}$
- B. $\sqrt{\frac{2h}{g}}$
- C. $\frac{2h}{v_y}$
- D. $\frac{x}{v_1}$

5. 如图所示, 斜面上有 a 、 b 、 c 、 d 四个点, $ab=bc=cd$. 从 a 点正上方的 O 点处以速度 v 水平抛出一个球, 它落在斜面上 b 点. 若小球从 O 点以速度 $2v$ 水平抛出, 不计空气阻力, 则它落在斜面上的 ()



- A. b 与 c 之间某一点
- B. c 点
- C. c 与 d 之间某一点
- D. d 点

6. 小明玩飞镖游戏时, 从同一位置先后以速度 v_A 和 v_B 将飞镖水平掷出, 依次落在靶盘上的 A 、 B 两点, 如图所示. 飞镖在空中运动的时间分别为 t_A 和 t_B , 不计空气阻力, 则 ()



- A. $v_A < v_B, t_A < t_B$
- B. $v_A < v_B, t_A > t_B$
- C. $v_A > v_B, t_A < t_B$
- D. $v_A > v_B, t_A > t_B$

7. (多选) 水平匀速飞行的飞机每隔 1 s 投下一枚炸弹, 共投下 5 枚, 若空气阻力及风的影响不计, 则 ()

- A. 这 5 枚炸弹在空中排列成抛物线
- B. 这 5 枚炸弹及飞机在空中排列成

一条竖直线

C. 这 5 枚炸弹在空中各自相对于地面的运动轨迹均是抛物线

D. 这 5 枚炸弹在空中相对于地面均做直线运动

8. 从 1.8 m 的高处水平抛出一小球, 球落地时的速度与水平地面的夹角为 45° , 求抛出时的初速度和水平位移. (g 取 10 m/s^2)

9. A、B 两小球同时从距地面高 $h = 15 \text{ m}$ 处的同一点抛出, 初速度大小均为 $v_0 = 10 \text{ m/s}$, A 球竖直向下抛出, B 球水平抛出 (空气阻力不计, g 取 10 m/s^2). 求:

(1) A 球经多长时间落地?

(2) A 球落地时, A、B 两球间的距离是多少?

10. 排球场总长为 18 m, 设网高为 2 m, 运动员在网前 3 m 线上正对球网起跳将球水平击出. 问:

(1) 若击球点的高度为 2.5 m, 则击球的速度符合什么条件时, 才能使球既不触网又不出界?

(2) 当击球高度小于多少时, 无论水平击球速度多大, 球不是触网就是出界? (球可视为质点, g 取 10 m/s^2)



活动探究

请你站在地面上以不同的初速度水平抛出两个小球, 看看在同一高度处同时抛出的两个小球落地的时间有什么关系, 小球在水平方向上抛出的距离与哪些因素有关?

C. 拓展创新

第三节 实验：研究平抛运动



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

如图所示为第二次世界大战时期正在投弹的B-24解放者重型轰炸机.从图中你能看出落地前的那些炸弹在空中的分布有何特点吗?飞机在投弹过程中是水平匀速飞行的,根据炸弹在空中的分布特点,你认为炸弹离开飞机后的运动有怎样的规律?



材料链接

环保人员在一次检查时发现,有一根很大的排污管正在向外满口排出大量的污水,这根管道水平放置,管口离开地面有一定的高度.现在环保人员只有一只卷尺,请问需要测出哪些数据就可测出该管道的排污量?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

根据平抛运动轨迹可得某点坐标 (x, y) ,据此能否求出平抛的初速度?

请大家仔细阅读教材第13页的内容,思考并回答下列问题:

1. 本实验的目的是:

描出_____;

判断_____;

计算_____.

2. 假定已经获得某物体做平抛运动的轨迹,那么如何判断该轨迹是不是抛物线?

3. 通过实验得到平抛运动轨迹图后,为了计算平抛物体的初速度,需要测量哪些量?并写出测量结果的表达式.

问题二

实验操作时,怎样描绘平抛物体的运动轨迹?

请大家仔细阅读第14页三个参考案例的内容,思考并回答:

1. “参考案例一”中为什么选用“钢球”做实验?斜槽的末端有何调整要求?如何检

验是否水平？如何保证平抛的初速度不变？
斜槽是否越光滑越好？

2. “参考案例二”中插有两根两端开口的细管，叙述它们各自的作用。

3. “参考案例一、二”中都需要在竖直白纸上描点得到轨迹，实验中对于竖直白纸的摆放位置有什么要求？为什么要这样做？



自主测评

若利用教材第 14 页“参考案例一”进行实验，请在空白处填上正确答案：

1. 本实验需要的器材：

(1) 固定有斜槽的木板；(2) 小球一个；
(3) 固定有木板的铁架台一个；(4) 坐标纸一张；(5) 图钉若干；(6) 铅笔一支；(7) _____
_____；(8) _____。

2. (多选) 关于平抛运动，下列说法正确的是

()

- A. 平抛运动是匀变速运动
- B. 平抛运动是变加速运动
- C. 任意两段时间内加速度相同
- D. 任意两段相等时间内速度变化

相同



疑点归纳

大家在自主学习的过程中有哪些困惑和疑问，请记录在问题卡上。别忘了在课堂或课后及时解决哦！



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维，形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

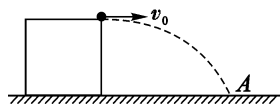
采用描点法获得平抛轨迹时应注意哪些事项？

1. 在做“探究平抛运动”的实验时，让小球多次从同一高度释放沿同一轨道运动，通过描点法画出小球做平抛运动的轨迹，为了能较准确地描绘运动轨迹，下面列出了一些操作要求，将正确选项前面的字母填在横线上：_____。

- A. 调节斜槽的末端，使其保持水平
- B. 每次释放小球的位置必须不同
- C. 每次必须由静止释放小球
- D. 记录小球位置用的木条（或凹槽）
每次必须严格地等距离下降
- E. 小球运动时不应与木板上的白纸
（或方格纸）接触
- F. 将球的位置记录在纸上后，取下
纸，用直尺将点连成折线

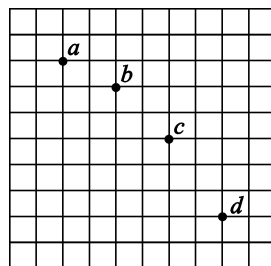
思路点拨：认真阅读教材相关内容，从平抛运动的定义以及受力情况思考本探究实验的实验注意事项、实验步骤以及实验设计的思想等。

2. 如图所示,将一个小钢珠(可视为质点)从平台上沿水平方向弹出,小钢珠落在水平面上的 A 点,已知当地的重力加速度.为测算出小钢珠离开平台时的初速度 v_0 ,只需要下列哪一件器材 ()



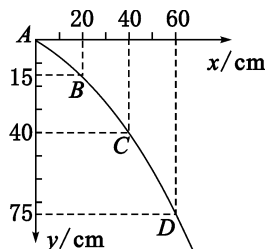
- A. 天平
- B. 弹簧测力计
- C. 刻度尺
- D. 秒表

思路点拨: 从实验的原理出发选择实验所需要的器材,并思考哪些器材是必需的,哪些物理量是必须直接测量的,哪些物理量可以通过计算间接获得等.



思路点拨: 观察题中所选择的点有何规律? 结合平抛运动两分运动的运动规律解答.

2. 某同学在描绘平抛运动的轨迹时,只记下了竖直方向,忘记记下抛出点的位置. 图中的 A 点为小球运动一段时间后的位置,他便以 A 点为坐标原点,建立了水平方向和竖直方向的坐标轴,得到了如图所示的图象. 试根据图象求出小球做平抛运动的初速度. (g 取 10 m/s^2)



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

如何根据平抛轨迹分析相关信息?

1. 在做“研究平抛运动”的实验中,用一张印有小方格的纸记录轨迹,小方格的边长 $L=1.25 \text{ cm}$,若小球在平抛运动途中的几个位置如图中 a 、 b 、 c 、 d 所示,则小球平抛的初速度的计算式应为 $v_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 L 、 g 表示),其值是 $\underline{\hspace{2cm}}$. (g 取 9.8 m/s^2 ,方格中的竖线就表示竖直方向)



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.或按如下提示进行总结.

研究平抛运动:

1. 实验器材: _____.

2. 实验原理

(1) 在轨迹上任取一点 (x, y) , 则

$$\begin{cases} x = ______, \\ y = ______, \end{cases} v_0 = ______.$$

(2) 在 x 轴上任意确定几个点 $A_1, A_2, A_3, \dots$, 并向下作垂线, 与轨迹的交点记为 $M_1, M_2, M_3, \dots$, 并测量各点的坐标, $M_1(x_1, y_1), M_2(x_2, y_2), M_3(x_3, y_3), \dots$. 将各点坐标分别代入 $y = ax^2$ 中, 求出系数 a , 若 a 为一常量, 则说明轨迹为 _____.

3. 实验结果

(1) 水平方向为 _____ 运动.

(2) 竖直方向为 _____ 运动.

(3) 合运动为 _____ 运动.

(4) 轨迹为 _____.



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. 在做“研究平抛运动”的实验时, 应注意以下三点:

(1) 在安装斜槽轨道时应注意 _____.

(2) 在多次由静止释放小球时应注意 _____.

(3) 建立平面直角坐标系时, 应首先利用 _____ 画出 _____ 轴, 再画出与之垂直的 _____ 轴.

2. (多选) 下面哪些因素会使本实验误差增大

()

- A. 球与斜槽之间有摩擦
- B. 安装斜槽时其末端不水平
- C. 误把其他点当做抛出点
- D. 计算初速度时在曲线上取的点距坐标原点太近

3. 在做“研究平抛运动”的实验时, 为测定平抛物体的初速度:

(1) 本实验需要测定的物理量是 _____.

(2) 本实验需要的测量工具是 _____.

(3) 根据测定的物理量, 计算平抛物体的初速度的公式是 _____.

B. 能力提升

4. 某同学利用如图所示的装置探究平抛运动的规律:

①用小锤击打弹性金属片, 金属片把 A 球沿水平方向弹出, 同时 B 球被松开自由下落, 观察到两球同时落地;

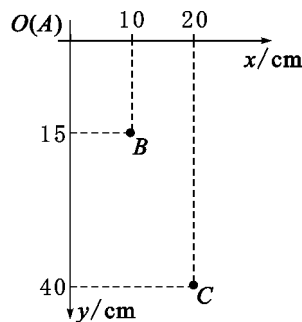
②反复调整装置距地面的高度, 用小锤击打弹性金属片, 观察到两球总是同时落地;

③多次改变小锤击打的力度, 即改变 A 球被弹出时的速度, 发现两球总是同时落地.

(1) 由步骤①、②可知, 平抛物体在竖直方向的运动是 _____ 运动.

(2) 由步骤①、③可知, 平抛物体水平方向的速度 _____ (填“影响”或“不影响”) 竖直方向的运动.

5. 在“研究平抛运动”的实验中, 某同学只记录了小球运动途中 A、B、C 三点的位置, 取 A 点为坐标原点, 则各点的位置坐标

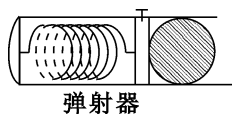


如图所示(取 $g=10\text{ m/s}^2$). 下列说法正确的是

()

- A. 小球抛出点的位置坐标是(0,0)
- B. 小球抛出点的位置坐标是(-10,-5)
- C. 小球平抛的初速度为 2 m/s
- D. 小球平抛的初速度为 0.58 m/s

6. 试根据平抛运动的原理设计测量弹射器弹丸出射初速度的实验方案. 提供的实验器材有: 弹射器(含弹丸, 如图所示), 铁架台(带有铁夹), 米尺.



(1) 画出实验装置示意图.

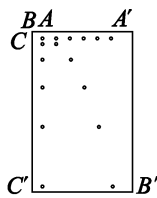
(2) 在安装弹射器时应注意 _____.

(3) 实验中需要测量的量(并在示意图中用字母标出) _____.

(4) 由于弹射器每次射出的弹丸初速度不可能完全相等, 在实验中应采取的方法是 _____.

(5) 计算公式 $v_0 =$ _____.

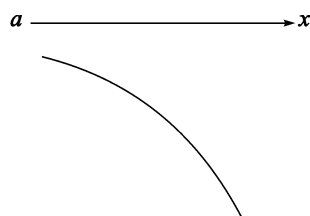
7. 如图所示为用频闪摄影方法拍摄的研究物体做平抛运动规律的照片. 图中 A、B、C 为三个同时由同一点出发的小球. AA' 为 A 球在光滑



水平面上以速度 v 运动的轨迹; BB' 为 B 球以速度 v 被水平抛出后的运动轨迹; CC' 为 C 球自由下落的运动轨迹. 通过分析上述三条轨迹可得出结论: _____.

C. 拓展创新

8. 一位同学在做“研究平抛运动”的实验时, 只在白纸上画出初速度方向 ax , 忘记在纸上记下斜槽末端的位置, 并且在坐标纸上只画出如图所示的一段曲线, 如何只用一把刻度尺经过测量之后算出这个物体的初速度?



活动探究

如果只有一把卷尺, 要想测定玩具手枪子弹的出口速度:

需要怎样操作?

实验中必须记录哪些数据?

用所测定的数据推导出子弹出口速度的表达式.

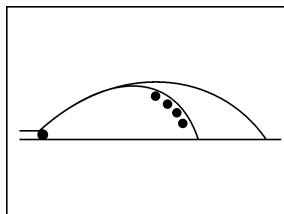


★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能撑起一盏

弹道曲线

弹头飞行时其重心所经过的路线谓之“弹道曲线”。由于重力作用和空气阻力的影响,使弹道形成不均等的弧形,升弧较长且伸直,降弧则较短且弯曲。斜抛射出的炮弹的射程和射高都没有按抛体计算得到的值那么大,这是因为物体在空气中运动时受到的阻力与物体运动速度的大小有密切关系:物体的速度低于 200 m/s 时,可认为阻力与物体速度大小的平方成正比;速度达到 $400\sim 600\text{ m/s}$ 时,空气阻力和速度大小的三次方成正比;在速度很大的情况下,阻力与速度大小的高次方成正比。总之,物体运动的速度越小,空气阻力的影响就越小,抛体的运动就越接近理想状况。例如,不计空气阻力,某低速迫击炮的理想射程是 360 m ,实际上能达到 350 m ,空气阻力的作用处于次要地位;加农炮弹的速度很大,在不计阻力时的理想射程为 46 km ,而实际只能达到 13 km ,此时,空气的阻力是不能忽视的。



第四节 圆周运动



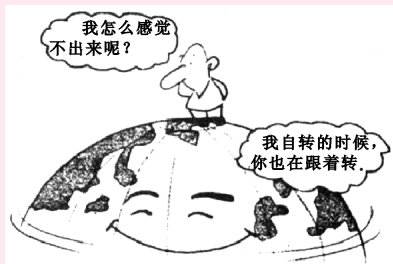
板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

“坐地日行八万里,巡天遥看一千河。”这首著名的诗句说明了什么呢?我们每天坐在地球上不动,却因为随地球自转而运动了“八万里”。大家能否想象到:我们随地球一起运动的轨迹是什么样的呢?当然是圆。轨迹是圆的运动叫做圆周运动。圆周运动的现象是很普遍的,如钟表的时针、分针、秒针上的各点都是围绕轴心做圆周运动的。各种机械上的飞轮上各点也都是围绕轴做圆周运动的。有关圆周运动的事例你还能举出哪些?



材料链接

地球不停地自转,地球上的物体随地球做什么运动?此运动的参考系是什么?月亮绕地球运动,地球绕太阳运动,这两个运动都可看成是圆周运动,怎样比较这两个圆周运动的快慢?请看下面地球和月亮的对话。

地球说:“你怎么走得这么慢?我绕太阳运动 1 s 要走 29.79 km ,你绕我运动 1 s 才走 1.02 km !”

月亮说：“不能这样说吧！你一年才绕一圈，我 28 天就绕了一圈，到底谁转得慢？”

地球说的对？还是月亮说的对？



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律，亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

直线运动中用速度描述运动的快慢，那么圆周运动的快慢如何描述？

请大家仔细阅读教材“线速度”“角速度”和“角速度的单位”等内容，思考并回答下列问题：

❀ 1. 线速度如何定义？瞬时线速度为什么可以看成是位移与时间的比值？

❀ 2. 匀速圆周运动的定义是什么？为什么说匀速圆周运动是一种变速运动？怎样理解“匀速”二字？

❀ 3. 角速度也可以用来描述质点转动的快慢，但这里的“快慢”与线速度描述的快慢是一回事吗？具有相同角速度的物体其线速度大小相等吗？哪一个“快慢”与我们在直线运动中所说的快慢的意义相同？

❀ 4. 角速度也是矢量，为什么匀速圆周运动是角速度不变的运动？

❀ 5. “材料链接”中地球说的对？还是月亮说的对？

月亮公转的轨道半径大约为 $3.8 \times 10^5 \text{ km}$ ，地球公转的轨道半径大约为 $1.5 \times 10^8 \text{ km}$ ，通过计算，验证在地球和月亮的对话中，到底谁的线速度大？谁的角速度大？

问题二

v 、 ω 、 n 、 T 都是描述圆周运动快慢的物理量，它们之间有什么联系呢？

请大家仔细阅读“线速度与角速度的关系”标题下的内容，思考并回答：

❀ 1. 试推导线速度与角速度的关系： $v = \omega r$ 。当 _____ 一定时， v 与 r 成正比；当 _____ 一定时， v 与 ω 成正比。

2. 线速度与周期有什么关系？角速度与周期有什么关系？转速与周期又有什么关系？



自主测评

1. 物体做匀速圆周运动时，通过的_____与_____的比值就是线速度的大小，用符号 v 表示， $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ 。

2. 线速度是矢量，它既有大小，又有方向。线速度的方向沿_____方向。

3. 角速度是表示_____的物理量，角速度等于_____和_____的比值，角速度的单位是_____。

4. 匀速圆周运动属于 ()
- A. 匀速运动
 - B. 匀加速运动
 - C. 加速度不变的运动
 - D. 变加速曲线运动



疑点归纳

大家在自主学习的过程中有哪些困惑和疑问，请记录在问题卡上。别忘了在课堂或课后及时解决哦！



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维，形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

在具体情境中如何确定线速度、角速度与半

径等物理量及它们之间的关系？

1. 地球平均半径约为 6 400 km，地球赤道上的物体随地球自转的角速度是多少？线速度是多少？

思路点拨：地面上的物体随地球自转时，赤道上的物体是绕地心转动的，而在其他纬度上的物体是绕地轴转动的，即圆周运动的圆心在地轴上。

2. 甲、乙两物体分别做匀速圆周运动，如果它们转动的半径之比为 1 5，线速度之比为 3 2，则下列说法正确的是 ()

- A. 甲、乙两物体的角速度之比是 2 15
- B. 甲、乙两物体的角速度之比是 10 3
- C. 甲、乙两物体的周期之比是 2 15
- D. 甲、乙两物体的周期之比是 10 3



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

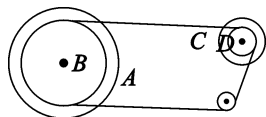
问题四

由不打滑的皮带相连的两轮,它们运动的线速度 v 有何关系? 同轴转动的两个物体的角速度 ω 有何关系?

请同学们小组内讨论、交流并回答下列问题,之后在全班展示.

1. (多选)变速自行车靠变换齿轮组合来改变行驶速度. 如图所示是某一变速自行车齿轮转动结构示意图,图中 A 轮有 48 齿, B 轮有 42 齿, C 轮有 18 齿, D 轮有 12 齿,则

()



- A. 该车可变换两种不同挡位
- B. 该车可变换四种不同挡位
- C. 当 A 轮与 D 轮组合时,两轮的角速度之比 $\omega_A : \omega_D = 1 : 4$
- D. 当 A 轮与 D 轮组合时,两轮的角速度之比 $\omega_A : \omega_D = 4 : 1$

思路点拨: 同轴转动的点角速度相同, 皮带、齿轮连接时外缘上各点线速度的大小相等.

2. 一把雨伞, 圆形伞面的半径为 r , 伞面边缘距地面的高度为 h . 以角速度 ω 旋转这把雨伞, 问伞面边缘上甩出去的水滴落在地面上形成的圆的半径 R 为多少?

思路点拨: 甩出去的水滴做什么运动? 其线速度是多大? 构建几何关系即可求解.



归纳总结

请同学们按如下提示将本节内容进行总结和整理, 也可以用自己喜欢的形式进行归纳.

匀速圆周运动	变速	
	匀速(最简单)	
	定义: 物体做匀速圆周运动时, 相等时间内通过的弧长 _____	
	线速度 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, 单位: _____	
描述运动快慢	角速度 $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$, 单位: _____	
	周期(单位: _____)和频率 $T = \frac{1}{f}$	
物理量	转速 n	
	v, ω, T 之间	
	的关系	



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. 关于匀速圆周运动, 下列说法正确的是 ()

- A. 匀速圆周运动是匀速运动
- B. 匀速圆周运动是匀变速运动
- C. 匀速圆周运动是线速度不变的运动
- D. 匀速圆周运动是线速度大小不变的运动

2. 当物体做匀速圆周运动时, 下列说法正确的是 ()

- A. 物体处于平衡状态
- B. 物体由于做匀速圆周运动而没有惯性
- C. 物体由于速度发生变化而会有加速度
- D. 物体由于速度发生变化而受合力作用

3. 下列物理量中, 不是用于描述匀速圆周运动快慢的是 ()

- A. 位移
- B. 线速度
- C. 角速度
- D. 周期

B. 能力提升

4. 在一棵大树将要被伐倒的时候, 有经验的伐木工人就会双眼紧盯着树梢, 根据树梢的运动情形就能判断大树正在朝着哪个方向倒下, 从而避免被倒下的大树砸伤. 从物理知识的角度来解释, 以下说法正确的是 ()

- A. 树木开始倒下时, 树梢的角速度较大, 易于判断
- B. 树木开始倒下时, 树梢的线速度最大, 易于判断

C. 树木开始倒下时, 树梢的线速度较小, 易于判断

D. 伐木工人的经验缺乏科学依据

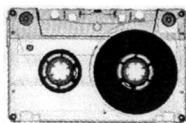
5. 甲沿着半径为 R 的圆周跑道匀速跑步, 乙沿着半径为 $2R$ 的圆周跑道匀速跑步, 在相同时间里, 甲、乙各自跑了一圈, 他们的角速度和线速度的大小分别为 ω_1 、 ω_2 和 v_1 、 v_2 , 则 ()

- A. $\omega_1 > \omega_2$, $v_1 > v_2$
- B. $\omega_1 < \omega_2$, $v_1 < v_2$
- C. $\omega_1 = \omega_2$, $v_1 < v_2$
- D. $\omega_1 = \omega_2$, $v_1 = v_2$

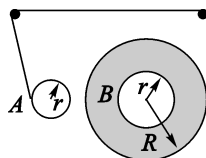
6. 时钟正常工作时, 时针、分针、秒针都在做匀速转动, 那么 ()

- A. 时针的周期为 1 小时, 分针的周期为 1 分钟, 秒针的周期是 1 秒
- B. 时针尖端的转速最小, 分针次之, 秒针尖端的转速最大
- C. 秒针每隔 1 分钟与分针相遇一次
- D. 秒针的角速度是分针的 60 倍, 分针的角速度是时针的 60 倍

7. 图甲为磁带录音机的磁带盒, 可简化为图乙所示的传动模型. A 、 B 为缠绕磁带的两个轮子, 两轮的半径均为 r , 在放音结束时, 磁带全部绕到了 B 轮上, 磁带的外缘半径 $R = 3r$. 现在进行倒带, 使磁带绕到 A 轮上. 倒带时 A 轮是主动轮, 其角速度是恒定的, B 轮是从动轮, 则在倒带的过程中, 下列说法正确的是 ()



甲



乙

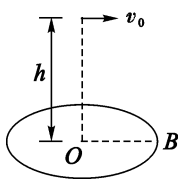
- A. 倒带开始时 A 、 B 两轮的角速度之比为 1:8
- B. 倒带结束时 A 、 B 两轮的角速度之

比为 3:1

C. 倒带过程中磁带的运动速度变大

D. 倒带过程中磁带的运动速度不变

8. 如图所示,半径为 R 的水平圆盘正以中心 O 为转轴匀速转动,从圆盘中心 O 的正上方 h 高处水平抛出一球,此时半径 OB 恰与球的初速度方向一致. 要使球正好落在 B 点,则小球的初速度及圆盘的角速度分别为多少?

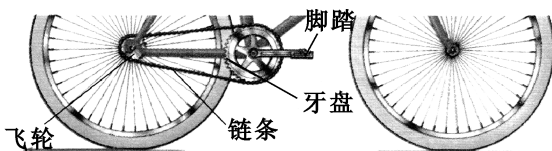


9. 砂轮机在磨削金属时,砂轮和金属的碎屑因高温而形成火星,你注意到火星沿什么方向飞出吗? 如果砂轮的半径是 10 cm, 转速是 1 080 r/min, 火星刚飞出时的速度是多少? 砂轮上半径为 5 cm 处的角速度是多少?

C. 拓展创新

10. 图中表示自行车最主要的传动部件,“牙盘”(大齿轮)和“飞轮”(小齿轮)用链条相连,脚踏曲柄和“牙盘”固定连接,后车轮与“飞轮”固定连接. 当用力踏脚踏板时,后车轮就会转动.

请同学们亲自动手把一辆自行车支撑起来,使后车轮离开地面.



观察自行车主要的传动部件,有哪些部件在做圆周运动? 这些部件的线速度之间、角速度之间有什么关系?

用手驱动脚踏曲柄,体验如何改变后车轮转动的快慢.

用毫米刻度尺探究图中所示的自行车中,脚踏板中心与后轮边缘上任一点的线速度、角速度、周期、转速之间的定量关系. 若轮胎直径为“26 英寸”(66.04 cm),则脚踏板转动一周,该辆自行车前进多少米?

11. 某型号变速自行车的链轮上有三种齿数,分别是 48、36、24; 飞轮上有四种齿数,分别是 36、24、16、12. 则这种变速自行车共有多少挡不同的车速 ()

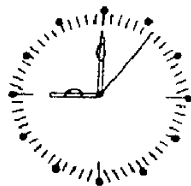
- A. 4 B. 8
C. 12 D. 16



活动探究

1. 选择一个指针式钟或表,先利用公式分别求出时针、分针、秒针的角速度;再用一把毫米刻度尺量出指针的半径;最后根据公式分别求出时针、分针、秒针尖端的线速度.

2. 如图所示,观察钟表内分针和秒针的运动,看看从某时刻分针与时针相遇到下一次相遇在什么位置,秒针跳过了多少格? 实际动手算一算,算出的结果和你观察到的结果一样吗? 请在课余时间把你的计算方法讲给大家听,并看看他们还有什么别的算法.

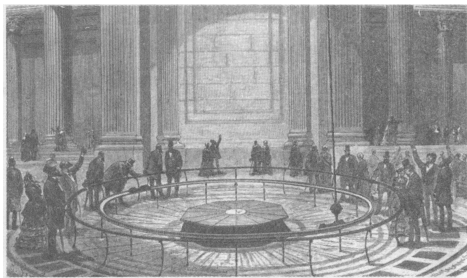


★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能擎起一盏

傅 科 摆

为了证明地球在自转,法国物理学家傅科(1819—1868)于1851年做了一次成功的摆动实验,傅科摆由此而得名.实验在法国巴黎的万神殿进行,摆长67 m,摆锤重28 kg,悬挂点经过特殊设计使摩擦减小到最低限度.这种摆的惯性和动量都很大,因而基本不受地球自转影响而自行摆动,并且摆动时间很长.



在傅科摆实验中,人们看到摆动过程中摆动平面沿顺时针方向缓缓转动,摆动方向不断变化.分析这种现象:摆在摆动平面方向上并没有受到外力作用,按照惯性定律,摆动的空间方向不会改变,故这种摆动方向的变化,是由于观察者所在的地球沿着逆时针方向转动的结果,是地球上的观察者看到的相对运动现象,从而有力地证明了地球是在自转.

傅科摆放置的位置不同,摆动情况也不同.在北半球时,摆动平面逆时针转动;在南半球时,摆动平面顺时针转动;纬度越高,转动速度越快;在赤道上的摆几乎不转动.

第五节 向心加速度



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

目前,国际性田径比赛使用的是周长为 400 m 的标准跑道,跑道通常设有 8 条分道,各宽 1.22 m (± 0.01 m),弯道半径为 36.50 m、200 m、400 m 等项目的竞赛都涉及弯道途中跑,由于弯道约占全程的 $\frac{3}{5}$,所以弯道跑技术的高低成为制胜的关键.想想看,解说员为什么说内道对运动员最不利?



材料链接

甲、乙、丙三个物体,甲静止地放在北京,乙静止地放在南京,丙静止地放在广州.它们随地球一起转动时,三个物体的角速度、线速度有什么关系?讨论向心加速度的大小关系时用哪个关系式?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

匀速圆周运动的加速度大小和方向有什么特点?

请大家仔细阅读教材第 20 页的内容,思考并回答下列问题:

1. 力的作用效果之一是改变物体的运动状态,那么运动状态的改变包括哪些情况?匀速圆周运动属于哪种情况?

2. 试画出“思考与讨论”例 1、例 2 中两物体受力的示意图.匀速圆周运动的合力可能沿什么方向?为什么叫向心加速度呢?

3. 平抛运动是恒力(重力)作用下的运动,故是匀变速曲线运动,那么匀速圆周运动是匀变速还是非匀变速(变加速)曲线运动?为什么?

4. “材料链接”中三个物体的角速度、线速度有什么关系?讨论向心加速度的大小关系时用哪个关系式?

问题二

能不能从 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 推导出向心加速度大小的表达式?

请大家仔细阅读“做一做——探究向心加速度的表达式”标题下的内容,依照下列提示完成表达式的推导:

1. 依据 _____ 推导向心加速度公式,关键是用 _____ 表示 _____.

2. $\Delta v = v_B - v_A$ 可以变形为 $v_B = v_A + \Delta v$, 并且该式子是矢量表达式,满足平行四边形定则或三角形定则,对照 5.5-3 丙图,思考并画出三者的矢量关系.

3. 5.5-3 丙图中矢量三角形与几何三角形 AOB 是相似的,根据提示列方程. 当 Δt 足够小时, AB 弦长等于 AB 弧长, $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 才表示 A 点的瞬时加速度,联想线速度的定义式,完成向心加速度大小表达式的推导. 观察 5.5-3 丁图,当 Δt 足够小时, Δv 的方向指向何处?

1. 速度的变化量是指物体速度的增量,它等于物体的 _____ 减去物体的 _____; 速度的变化量是 _____, 有大小, 也有 _____. 当物体沿一条直线运动时, 若速度增加, 则速度变化量的方向与物体的速度方向 _____; 若速度减小, 则速度变化量的方向与物体的速度方向 _____. 当物体的初、末速度 v_1 、 v_2 不在同一条直线上时, 从同一点作出物体在一段时间的始末两个速度矢量 v_1 和 v_2 , 从初速度矢量 v_1 的 _____ 作一个矢量至末速度矢量 v_2 的 _____, 所作的矢量就等于速度的变化量.

2. 做匀速圆周运动的物体, 其加速度的方向总是 _____, 叫做 _____. 向心加速度的大小 $a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$.

3. (多选) 关于地球上的物体随地球自转的向心加速度的大小, 下列说法正确的是

()

- A. 在赤道上向心加速度最大
- B. 在两极向心加速度最大
- C. 在地球上各处, 向心加速度一样大
- D. 随着纬度的升高, 向心加速度的值逐渐减小



疑点归纳

在自主学习探究的过程中, 大家有什么困惑和疑问, 请记录在问题卡上. 记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维, 形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

圆周运动的加速度一定指向圆心吗? 向心加速度是物体实际的加速度吗?

请同学们在独立思考的基础上, 在小组内讨论.



自主测评

1. 向心加速度是瞬时加速度还是平均加速度?

2. 变速圆周运动中, 物体的加速度指向圆心吗?

(3) 加速度之比: $a_A : a_B : a_C =$ _____.

思路点拨: 从两个点的线速度或角速度相等入手解题.



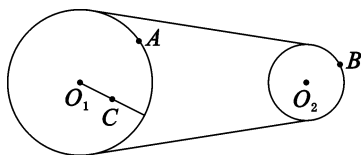
板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力, 科学答题

问题四

如何选择合适的向心加速度表达式进行简单的计算?

图中 O_1 、 O_2 两轮通过皮带传动, 两轮半径之比 $r_1 : r_2 = 2 : 1$, 点 A 在 O_1 轮缘上, 点 C 在 O_1 轮半径的中点处, 点 B 在 O_2 轮缘上, 请回答:



(1) 线速度之比: $v_A : v_B : v_C =$ _____.

(2) 角速度之比: $\omega_A : \omega_B : \omega_C =$ _____.



归纳总结

请同学们对本节知识进行总结归纳:

物理意义: 描述线速度方向 _____

向心加速度 { 大小: $a =$ _____ = _____ = _____
= _____
方向: 总是指向 _____ 且 _____



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. (多选) 下列说法正确的是 ()

- A. 匀速圆周运动是一种匀速运动
- B. 匀速圆周运动是一种匀变速运动
- C. 匀速圆周运动是一种变加速运动
- D. 匀速圆周运动是角速度不变的运动

2. 下列关于圆周运动的向心加速度的说法中, 正确的是 ()

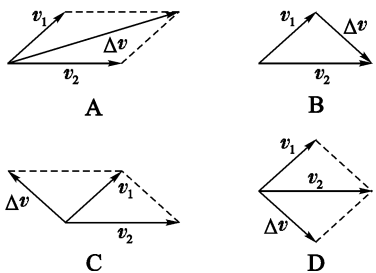
- A. 向心加速度的方向始终与速度的方向垂直
 B. 向心加速度的方向保持不变
 C. 在匀速圆周运动中, 向心加速度是恒定的
 D. 在匀速圆周运动中, 向心加速度的大小不断变化

3. 质点做匀速圆周运动时, 下列说法正确的是 ()

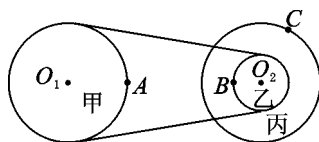
- A. 向心加速度一定与转动半径成反比, 因为 $a = \frac{v^2}{r}$
 B. 向心加速度一定与角速度成正比, 因为 $a = r\omega^2$
 C. 角速度一定与转动半径成反比, 因为 $\omega = \frac{v}{r}$
 D. 角速度一定与转速成正比, 因为 $\omega = 2\pi n$

B. 能力提升

4. (多选) 一物体做曲线运动, 初速度为 v_1 , 经过时间 t 后速度变为 v_2 , 速度变化量 $\Delta v = v_2 - v_1$. 如图表示速度变化量 Δv 与 v_1 和 v_2 的方向的关系, 其中正确的是 ()

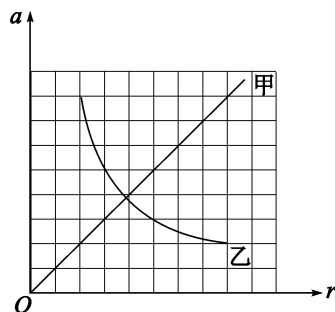


5. 如图所示的皮带传动装置中, 乙轮和丙轮共轴, 乙轮半径是丙轮半径的一半, 甲、丙两轮半径相等. A、B、C 分别是甲、乙、丙三轮边缘上的点, 若传动中皮带不打滑, 则 ()



- A. A、B 两点的线速度大小之比为 2:1
 B. B、C 两点的角速度大小比为 1:2
 C. A、B 两点的向心加速度大小之比为 2:1
 D. A、C 两点的向心加速度大小之比为 1:4

6. (多选) 甲、乙两球都做匀速圆周运动, 向心加速度 a 随半径 r 变化的关系图象如图所示. 由图象可以知道 (图中乙的 $a-r$ 图线是反比例曲线) ()

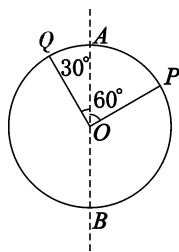


- A. 甲球运动时, 线速度大小保持不变
 B. 甲球运动时, 角速度大小保持不变
 C. 乙球运动时, 线速度大小保持不变
 D. 乙球运动时, 角速度大小保持不变

7. 做匀速圆周运动的物体, 其加速度的大小一定 ()

- A. 跟半径成正比
 B. 跟线速度的平方成反比
 C. 跟角速度的平方成正比
 D. 跟线速度和角速度的乘积成正比

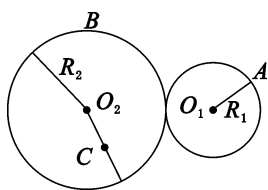
8. 一个圆环, 其圆心为 O , 若它以直径 AB 为轴做匀速转动, 如图所示.



(1)圆环上 P 、 Q 两点的角速度之比是 _____,线速度大小之比是 _____.

(2)若圆环的半径是 20 cm,绕 AB 轴转动的周期是 0.01 s,则环上 Q 点的向心加速度大小是 _____.

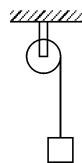
9. 如图所示,两个依靠摩擦传动的轮子, A 为主动轮,转动的角速度为 ω ,已知 A 、 B 轮的半径分别是 R_1 和 R_2 , C 点离圆心 O_2 的距离为 $\frac{R_2}{2}$,则 C 点处的向心加速度是 _____.



C. 拓展创新

10. 如图所示,定滑轮的半径 $r=2$ cm,绕在滑轮上的细线悬挂着一个重物,由静止开始释放,测得重物以加速度 $a=2$ m/s² 做匀

加速运动.在重物由静止至下落距离为 1 m 的瞬间,滑轮边缘上的点的角速度和向心加速度分别是多大?



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进

弯道跑技术

中长跑在弯道跑时,动作不如短跑时向左侧倾斜明显,但弯道跑与直道跑的技术不同,弯道跑是做圆周运动,虽然这个圆周很大,但跑的途中还是有离心力的影响,应该说速度越快,圆周弧度越小,离心力就越大,所以当以较快的速度前进时,中长跑运动员仍要将整个身体自然协调地向左倾斜一下,其向左的角度均应控制在 $7^\circ\sim 10^\circ$ 左右,有些高水平者还要大一些.

弯道跑的上肢动作主要集中在摆臂上,右臂向前摆动时,右手的位置应向左接近身体中线,有时可以适当地超过中线一点;向后摆动时右肘可以向右斜后方摆出,但动作不要过高过大,以免影响重心向前.左臂摆动的幅度要比右臂小些,向前摆动时手腕可以做一个向左的细微的翻动动作,向后摆动时肘部要紧贴躯干并适当地摆动快些.这样摆动,两臂可以很好地协调起来,有助于提高身体向前的速度.两臂在摆动时肩部要自然放松,左肩略低于右肩,但这个动作不同于 200 米短跑那样的姿势.

中长跑运动员在过弯道时两腿的姿势是至关重要的,髋关节此时不要张紧,要有助于抬膝向前的运动.右腿前摆时,膝盖应稍向内扣一些,不要向外撇,这是个细微动作.如果做不出这个动作,则可以做向前的姿势.右膝内扣的同时,右脚也应自然地以前脚掌内侧的大拇指先落地,左膝同时稍向左撇一些,左脚自然地以前脚掌外侧的无名指和小指先着地.

第六节 向心力



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

在大型游乐场中,一般都有过山车,过山车是在两个几十米高的滑梯中间接一个十几米高的环形轨道,当你高速通过环形轨道的最高点,头向下时是否担心过安全问题? 其实你是安全的,这是为什么呢?



材料链接

某电视台有一个“勇往直前”的栏目,参加者要连续成功越过几道障碍,先到达终点者获胜. 其中有一种旋转障碍,要求参加者站在旋转的圆盘上,把球投入箱子里. 此游戏的关键在于能否在圆盘上站稳,你认为离圆盘中心远些容易站稳,还是近些容易站稳?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

通过上一节的学习,我们知道质点在做匀速圆周运动的过程中具有指向圆心的加速度,根据牛顿第二定律,产生向心加速度的原因是什么? 如何理解向心力的命名及表达式?

请大家仔细阅读教材“向心力”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 向心加速度与向心力之间的关系仍然遵守牛顿第二定律,由此可得向心力的表达式是什么? 匀速圆周运动中向心力是恒力

还是变力?

2. 阅读教材第 23 页“实验 用圆锥摆粗略验证向心力的表达式”的内容,体会实验设计的原理.

(1) 计算钢球做匀速圆周运动所需要的向心力的大小时需知道线速度的大小,为此需要测量哪些量? 试用测量的量表示线速度以及向心力.

(2) 小球做匀速圆周运动时受哪几个力的作用? “谁”充当了向心力? 为什么合力在水平方向? 怎样计算合力的大小?

(3) 如何分析两种方法得到的结果? 本实验中哪些操作决定了只是“粗略”验证?

 3. 分析第 25 页课后第 2、3、4 题各物体的受力情况,“谁”提供了向心力? 总结向心力的来源,怎样理解向心力是根据力的作用效果来命名的?

 4. “材料链接”中假设参加者与圆盘间的动摩擦因数为 0.6,圆盘以 0.3 r/s 的转速匀速转动,则参加者站在离圆心多远的地方恰能随圆盘一起转动?(设最大静摩擦力等于滑动摩擦力, $g=10 \text{ m/s}^2$)

问题二

匀速圆周运动的知识适用于变速圆周运动吗? 如何处理一般的曲线运动问题呢?

请大家仔细阅读“变速圆周运动和一般的曲线运动”标题下的内容,思考并回答:

 1. 阅读第 25 页“做一做”,体会控制变量法.

(1) 如何用周期来表示向心力的大小? 据此能从理论上分析一下 F_n 与半径 r 是什么关系吗? “做一做”中哪两个操作可以检验你的分析?

(2) 操作一与操作三相比,是控制了哪几个量? 体验 F_n 与哪些量的关系? 操作二与操作三相比,为什么说是线速度大小相等?

 2. 在“做一做”中,加速旋转沙袋时,绳子拉力的方向与速度的方向之间的夹角如何? 试根据力的作用效果分解该力,并简述两个分力的作用.

 3. 与圆周运动相比,一般的曲线运动其轨迹上各点的瞬时半径(曲率半径)是变化的,那么怎样处理一般的曲线运动呢?



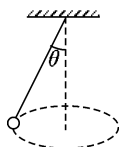
自主测评

1. 根据牛顿第二定律可得:向心加速度一定是_____产生的. 计算向心力常用到的两个公式分别是:(1)_____;

(2) _____.

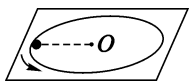
2. 向心力并非像重力、弹力、摩擦力那样作为具有某种性质的力来命名的,它是根据力的_____来命名的.

3. (多选)用细绳拴着小球做圆锥摆运动,如图所示.下列说法正确的是 ()



- A. 小球受到重力、绳子的拉力和向心力作用
- B. 小球做圆周运动的向心力是重力和绳子拉力的合力
- C. 向心力的大小可以表示为 $F_n = m\omega^2 r$,也可以表示为 $F_n = mg \tan \theta$
- D. 以上说法都正确

4. (多选)如图所示,绳子的一端固定在O点,另一端拴一重物在水平面上做匀速圆周运动.



- A. 转速相同时,绳长的容易断
- B. 周期相同时,绳短的容易断
- C. 线速度大小相等时,绳短的容易断
- D. 线速度大小相等时,绳长的容易断



疑点归纳

大家在自主学习的过程中有哪些困惑和疑问,请记录在问题卡上.别忘了在课堂或课后及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

如何理解向心力是按作用效果命名的力?

试举例说明.

请同学们在独立思考的基础上,小组内讨论.



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

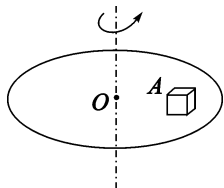
在具体问题中,如何分析向心力的来源? 如何灵活选用向心力的表达式?

1. 有一质量为 m 的木块,由碗边做圆周运动滑向碗底,碗内表面是半径为 R 的圆弧且粗糙程度不同,由于摩擦力的作用,木块的运动速率恰好保持不变,则 ()

- A. 它的加速度为 0
- B. 它所受的合外力为 0
- C. 它所受的合外力的大小不变,方向改变
- D. 它所受的合外力的大小和方向均不变

思路点拨: 木块做匀速圆周运动时其所受合外力是指向圆心的.

2. 小物块 A 与圆盘保持相对静止, 跟着圆盘一起做匀速圆周运动. 下列关于 A 的受力情况的说法中, 正确的是 ()



- A. 受重力、支持力
- B. 受重力、支持力和指向圆心的摩擦力
- C. 受重力、支持力、摩擦力和向心力
- D. 受重力、支持力和与运动方向相同的摩擦力

思路点拨: 向心力是按力的作用效果命名的力, 是由其他性质的力提供的. 向心力可以由某个力来提供, 也可以由几个力的合力提供.

思路点拨: 分析小球在最低点时的受力情况, 什么力提供向心力? 用哪个表达式讨论拉力的大小?



归纳总结

请同学们对本节内容进行归纳和总结:

做匀速圆周运动的物体所受的合力是效果力
作用效果是 _____
大小: $F = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$
方向: 总是与线速度方向 _____ 并 _____



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练

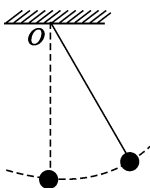


分层演练

A. 基础巩固

3. (2014 · 湖南卷) (多选) 如图所示, 细绳的一端固定于 O 点, 另一端系一个小球, 小球从某一高度摆下. 当小球经过最低点时, 下列说法正确的是 ()

- A. 细绳对小球拉力的方向竖直向上
- B. 细绳对小球拉力的大小可能为 0
- C. 小球经过最低点时速度越大, 细绳对小球的拉力越大
- D. 细绳对小球的拉力大小与小球经过最低点时的速度大小无关



1. (多选) 下述各力中, 根据力的作用效果来命名的是 ()

- A. 重力
- B. 向心力
- C. 拉力
- D. 摩擦力

2. (多选) 下列说法正确的是 ()

- A. 物体在恒力作用下, 一定做直线运动
- B. 物体在始终与速度垂直且大小不变的力的作用下, 一定做匀速圆周运动

运动

C. 物体在变力作用下有可能做匀速圆周运动

D. 物体在恒力作用下,不可能做圆周运动

3. 下列关于向心力的说法中,正确的是

()

A. 物体由于做圆周运动而产生了一个向心力

B. 做匀速圆周运动的物体,其向心力为其所受的合外力

C. 做匀速圆周运动的物体,其向心力不变

D. 向心加速度决定向心力的大小

B. 能力提升

4. 甲、乙两物体都做匀速圆周运动,其质量比为 1:2,运动轨道半径比为 1:2,当甲转过 60° 时,乙转过 45° ,则它们所受的合外力之比为

()

A. 1:4

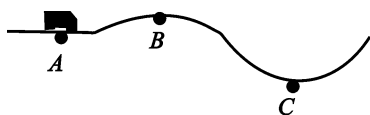
B. 2:8

C. 9:16

D. 4:9

5. (2014·浙江卷)(多选)如图所示,一辆汽车以相同的速率依次通过路上的 A、B 和 C 点,汽车对路面的压力相应为 F_A 、 F_B 和 F_C ,它们之间的大小关系是

()



A. $F_A > F_B$

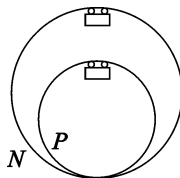
B. $F_B < F_C$

C. $F_A > F_C$

D. $F_B > F_C$

6. (2014·广东卷)如图所示,竖直平面内有两个半径分别为 r_1 和 r_2 的圆形过山车轨道 N、P. 若过山车在两个轨道的最高点对轨道的压力都恰好为 0,则过山车在 N、P 最高点的速度比 $\frac{v_1}{v_2}$ 为

()



A. $\frac{r_1}{r_2}$

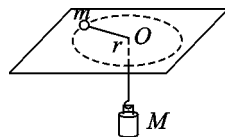
B. $\sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$

C. $\frac{r_2}{r_1}$

D. $\sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$

7. 物体 m 用细线通过光滑的水平板中间的小孔与砝码 M 相连,并且正在做匀速圆周运动,如图所示. 如果减小 M 的质量,则物体 m 的轨道半径 r 、角速度 ω 、线速度 v 的大小的变化情况是

()



A. r 不变, v 变小

B. r 增大, ω 减小

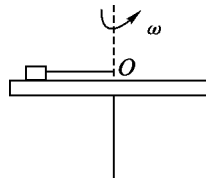
C. r 减小, v 不变

D. r 减小, ω 不变

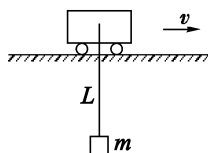
8. 如图所示,水平转盘上放有质量为 m 的物块,当物块到转轴的距离为 r 时,连接物块和转轴的细绳刚好被拉直(绳上张力为 0),物块和转盘间的最大静摩擦力是其正压力的 μ 倍. 求:

(1) 当转盘的角速度为 $\omega_1 = \sqrt{\frac{\mu g}{2r}}$ 时,细绳的拉力 F_{T1} ;

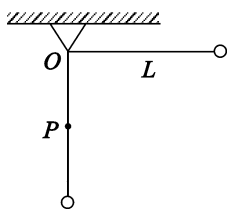
(2) 当转盘的角速度为 $\omega_2 = \sqrt{\frac{3\mu g}{2r}}$ 时,细绳的拉力 F_{T2} .



9. 如图所示, 行车的钢丝长 $L=3\text{ m}$, 下面吊着质量为 $m=2.8\times 10^3\text{ kg}$ 的货物. 若以速度 $v=2\text{ m/s}$ 匀速行驶的行车突然刹车, 则钢丝绳受到的拉力是多大?



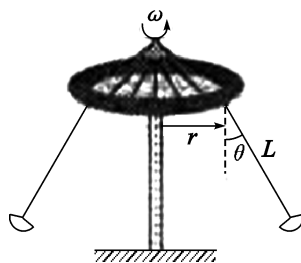
10. (多选) 长为 L 的细绳一端固定在 O 点, 另一端拴着一个小球, 在 O 点正下方与 O 点相距 $\frac{L}{2}$ 的地方有一枚与竖直平面相垂直的钉子. 把球拉起使细绳在水平方向伸直, 小球由静止开始释放, 当细绳碰到钉子的瞬间, 下列说法正确的是 ()



- A. 小球的线速度会发生突变
- B. 小球的角速度突然增加到原来的 2 倍
- C. 小球的向心加速度突然增加到原来的 2 倍
- D. 细绳对小球的拉力突然增加到原来的 2 倍

C. 拓展创新

11. 有一种叫“飞椅”的游乐项目, 其示意图如图所示. 长为 L 的钢绳一端系着座椅, 另一端固定在半径为 r 的水平转盘边缘, 转盘可绕穿过其中心的竖直轴转动. 当转盘以角速度 ω 匀速转动时, 钢绳与转轴在同一竖直平面内, 与竖直方向的夹角为 θ , 不计钢绳的重力, 求转盘转动的角速度 ω 与夹角 θ 的关系.



活动探究

1. 用细线拴一个小球, 手拉细线的一端 (做成一个圆锥摆), 使小球在水平面内做圆周运动, 分析讨论以下问题: .

(1) 小球在水平面内做圆周运动的向心力是由谁来提供的?

(2) 如果增大转速, 将会发生什么现象?

(3) 定量地写出受到的合力和做圆周运动所需要的向心力之间的关系, 并分析上述现象.

2. 通过亲自体验和细致的观察, 找出下列现象中向心力的来源:

(1) 汽车转弯.

(2) 公交车内, 站立的乘客随车转弯.



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能擎起一盏

“水 流 星”

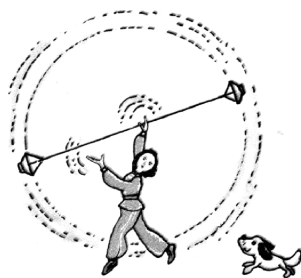
如图所示的“水流星”是我国传统的杂技节目,演员们把盛有水的容器用绳子拉住在空中如流星般快速舞动,同时表演高难度的动作,容器中的水居然一滴也流不下来。

我们也可以体验一下.在一个空的小金属食品罐上打两个小孔,再用长1 m左右、坚韧的尼龙绳穿过小孔缚牢,在罐中注入适量的水,拉住绳的另一端使食品罐在空中做圆周运动,体验怎样使水不流出来,再思考并回答下面的问题:

“水流星”的运动快慢与手中力的大小有什么关系?

如果手中的力渐渐减小,将会发生什么现象?

改变绳子的长度、“水流星”的质量和转动的快慢,体会手中施加的力跟哪些因素有关。



第七节 生活中的圆周运动



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

1. 在中国传统的杂技节目中,有一种叫做“水流星”的节目,它是用一根绳子两端各拴一个水桶,每个桶中都灌满水,桶口是敞开的,水桶在竖直面内转动,当水桶的开口朝下时,水是否会流出来?

2. 在旋转转盘上,开始时有的人离转轴近一些,有的人离转轴远一些.当旋转转盘加速时,哪些人更容易滑出去,为什么?



材料链接

骑自行车经过弯道时必须减速,否则就会出事故.并且转弯时要向内侧倾斜,这样做的目的是什么?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一



建造铁路时,在弯道处两轨是处在同一水平面内吗?为什么不这样设计呢?

请大家仔细阅读教材“铁路的弯道”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 铁轨弯道处如果内轨与外轨一样高,列车将受哪些力?是什么力充当了向心力?这样设计会有什么不利情况发生?

2. 为减轻对外轨及轮缘的磨损,在修筑铁路弯道处时使外轨略高于内轨,此种情况下列车受几个力?是什么力充当了向心力?说说弯道限速的道理.

3. “材料链接”中骑自行车经过弯道时要向内侧倾斜,这样做的目的是什么?

问题二

汽车经过拱形桥时速度为什么不能太大?汽车在转弯时为什么要减速?航天员在航天器中处于什么状态?

请大家仔细阅读“拱形桥”“航天器中的失重现象”以及“离心运动”标题下的内容,思考并回答:

1. 汽车经过拱形桥最高点时,汽车在竖直方向上受几个力?是什么力充当了向心力?沿哪个方向根据牛顿第二定律列方程呢?列出方程并根据所列方程分析:如果汽车以不同速度通过最高点,哪个力会变化?速度增加到某值时会发生什么现象?此后汽车将做什么运动?

2. 汽车经过凹形桥的最低点时,汽车在竖直方向上受几个力?是什么力充当了向心力?沿哪个方向根据牛顿第二定律列方程?过凹形桥时需不需要限速?如需要限速请根据所列方程说说限速的道理.

3. 地球可以看做一个巨大的“拱形桥”,据对第1个问题的讨论可知,汽车速度越大,地面对车的支持力就越小,那么速度 v 等于多大时支持力为0?此时车中的驾驶员对座椅的压力是多大?支持力为0的现象叫做什么现象?

4. 地球半径大约是 $R=6\,400\text{ km}$.飞船距地面高度为一二百千米时,飞船的轨道半径近似等于地球半径,并且飞船或航天员受到的地球引力近似等于地面上的重力.航天员随飞船一起绕地心做匀速圆周运动,此时是什么力充当了向心力?飞船运动的线速度是多大?航天员与座椅间有没有力的作用?箱子中放一个小球,沿任意方向抛出箱子(不计空气阻力),则小球是否处于失重状态?

5. 物体在什么条件下做离心运动? 你能用 $F_n = \frac{mv^2}{r}$ 或 $F_n = m\omega^2 r$ 解释洗衣机能甩干衣服的道理吗?



自主测评

1. 若转弯处的外轨略高于内轨, 使火车受到的 _____ 提供向心力, 这样可以减小或消除轮缘与铁轨之间的挤压.

(1) 当火车以某一速度 v_0 转弯, 向心力恰等于合力 $F_{\text{合}}$, 这时轮缘与内外轨 _____, 该速度也称为最理想的转弯速度.

(2) 当火车转弯速度 $v > v_0$ 时, $F_{\text{合}}$ _____ 向心力, _____ 对轮缘提供侧压力.

(3) 当火车转弯速度 $v < v_0$ 时, $F_{\text{合}}$ _____ 向心力, _____ 对轮缘提供侧压力.

2. 汽车在凸形桥面上行驶时, 竖直方向上受到 _____ 和 _____ 两个力的作用. 根据牛顿第二定律列方程应为 _____.

由上式可以看出, 汽车的速度越大, 则 _____ 越小, 它与汽车对桥的压力是一对 _____, 所以汽车对桥的压力越小.

3. 由上海飞往美国洛杉矶的飞机在飞越太平洋上空的过程中, 如果保持飞行速度的大小和距离海面的高度均不变, 则以下说法正确的是 ()

A. 飞机做的是匀速直线运动

B. 飞机上的乘客对座椅的压力略大于地球对乘客的引力

C. 飞机上的乘客对座椅的压力略小于地球对乘客的引力

D. 飞机上的乘客对座椅的压力为 0



疑点归纳

大家在自主学习的过程中有哪些困惑和疑问, 请记录在问题卡上. 别忘了在课堂或课后及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维, 形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

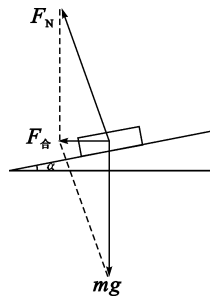
高速公路、自行车赛道的弯道处都是外侧高于内侧, 从而可以提高通过的速度, 但转弯速度过大为什么还会侧滑? 表演“水流星”节目的要领是什么?

请同学们小组内讨论、交流并解答下列问题, 之后在全班展示.

1. 汽车与路面间的动摩擦因数为 μ , 公路某转弯处的半径为 r (设最大静摩擦力等于滑动摩擦力), 问:

(1) 若路面水平, 要求汽车转弯时不发生侧滑, 汽车的速度不能超过多少?

(2) 若将公路转弯处的路面设计成外侧高、内侧低, 使路面与水平面有一倾角 α , 如图所示, 则汽车以多大速度转弯时, 可以使车与路面间无摩擦力?



思路点拨: 分析汽车转弯时的受力情况,路面水平和路面有倾角时分别是什么力提供向心力?路面水平时的临界情况是什么?路面有倾角时的临界情况是什么?

2. 如图,质量为 0.5 kg 的小杯里盛有 1 kg 的水,用绳子系住小杯在竖直平面内做“水流星”表演,转动半径为 1 m ,小杯通过最高点时的速度为 4 m/s , g 取 10 m/s^2 ,求:



- (1)在最高点时,绳的拉力;
- (2)在最高点时,水对小杯底的压力;
- (3)为使小杯能完成整个圆周运动,它在最高点时的最小速率是多少?

思路点拨: (1)求绳的拉力时选哪个物体为研究对象?哪些力提供向心力?(2)求水对杯底的压力时选哪个物体为研究对象?哪些力提供向心力?(3)最高点处只要水与杯底之间有压力,水就不会流出。

3. 在下面介绍的各种情况中,将出现超重现象的是 ()

①荡秋千经过最低点时的小孩 ②汽车过凸形桥 ③汽车过凹形桥 ④在绕地球做匀速圆周运动的飞船内的仪器

- A. ①② B. ①③
C. ①④ D. ③④

思路点拨: 当物体具有向上的加速度时,物体所受支持力或拉力大于重力,这种现象称为超重现象。



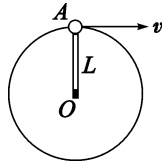
板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

“轻杆”是物理学中一种常见的模型,“杆”与“绳”有何区别?向心力或向心加速度诸多计算式中,应如何灵活选用?

1. 如图所示,小球 A 的质量为 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,且拉力大小等于球的重力。



- (1)求球在最高点时的速度大小;
- (2)若小球经过最低点时速度为 $\sqrt{6gL}$,求杆对球的作用力的大小和球的向心加速度的大小。

思路点拨: 在最高点处轻杆对小球可以施加向下的拉力,也可以施加向上的支持力,还可以与小球没有相互作用力。具体情况

由物体在最高点时的速度决定.而在最低点处轻杆对小球只提供向上的拉力.

2. (多选) 在一个水平转台上放有 A、B、C 三个物体, 它们跟台面间的动摩擦因数相同. A 的质量为 $2m$, B、C 的质量均为 m , A、B 离转轴的距离均为 r , C 为 $2r$, 则 ()

- A. 若 A、B、C 三物体随转台一起转动而未发生滑动, 则 A、C 的向心加速度比 B 大
- B. 若 A、B、C 三物体随转台一起转动而未发生滑动, 则 B 所受的静摩擦力最小
- C. 当转台转速逐渐增加时, C 最先滑动
- D. 当转台转速继续增加时, A 比 B 先滑动

思路点拨: (1) 物体随转台一起转动未发生滑动, 则三个物体的角速度相等. (2) 当转台转速增加时, 哪个物体受到的摩擦力先达到最大值, 该物体就先滑动, 列出方程分析即可.



归纳总结

生活中的圆周运动:

火车转弯

外轨高于内轨
 和 的合力提供
 $F_{\text{向}} = mg \tan \theta = \quad = \quad$
 (h 为两轨间高度差, l 为两轨间距)
 $v_0 = \quad$
 $v > v_0$, 轨受力; $v < v_0$, 轨受力

汽车过拱桥

过凸形桥的最高点时:
 $\quad = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow F_N = \quad < mg$
 $v = \quad$ 时, $F_N = 0$, 此时 v 达
 $0 \leq v \leq \sqrt{gr}$ 时, $0 \leq F_N \leq mg$, 汽车
 $v > \sqrt{gr}$ 时, 汽车

过凹形桥的最低点时:
 $\quad = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow F_N = \quad > mg$
 v 增大时, F_N , 凹形桥

航天器中的失重现象

$mg - F_N = m \frac{v^2}{R}$
 $F_N = \quad$
 $v = \quad$ 时, $F_N = 0$, 则失重

离心运动

定义: 做匀速圆周运动的物体, 在合外力
 或者 做圆周运
 动所需的向心力的情况下, 做逐渐
 远离圆心的运动
 成因 $\begin{cases} F_{\text{供}} = mr\omega^2 \text{ 时, 做 } \text{运动} \\ F_{\text{供}} = 0 \text{ 时, 物体 } \\ F_{\text{供}} < mr\omega^2 \text{ 时, 做 } \text{运动} \end{cases}$
 应用: 离心干燥器、脱水筒



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



分层演练

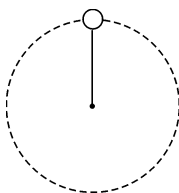
A. 基础巩固

1. 在水平路面上转弯的汽车, 向心力是 ()

- A. 重力和支持力的合力
B. 静摩擦力
C. 滑动摩擦力
D. 重力、支持力和牵引力的合力

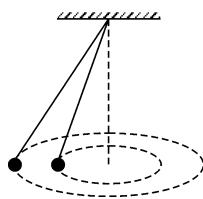
2. (多选) 用长为 l 的细绳拴着质量为 m 的小球在竖直平面内做圆周运动, 则下列说法正确的是 ()

- A. 小球在圆周最高点时所受的向心力一定是重力
B. 小球在圆周的最高点时绳子的拉力不可能为 0
C. 小球在圆周最低点时拉力一定大于重力
D. 若小球刚好在竖直平面内做圆周运动, 则其在最高点时的速率是 $\sqrt{gl}$



3. (多选) 两个质量不同的小球用长度不等的细线拴在同一点并在同一水平面内做匀速圆周运动, 则它们的 ()

- A. 运动周期相同
B. 运动的线速度相同
C. 运动的角速度相同
D. 向心加速度相同



4. 下列关于离心现象的说法中, 正确的是 ()

- A. 当物体所受的离心力大于向心力时, 会产生离心现象

- B. 做匀速圆周运动的物体, 当它所受的一切力都消失时, 它将做背离圆心的圆周运动

- C. 做匀速圆周运动的物体, 当它所受的一切力都消失时, 它将沿切线做直线运动

- D. 做匀速圆周运动的物体, 当它所受的一切力都消失时, 它将做曲线运动

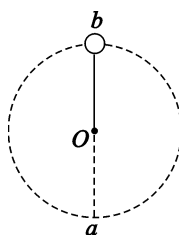
5. 下列哪些措施是为了防止物体产生离心现象的 ()

①汽车转弯时要限制速度; ②转速很高的砂轮半径不能做得太大; ③在修筑铁路时, 转弯处轨道的内轨要低于外轨; ④离心水泵的工作原理.

- A. ①②③
B. ②③④
C. ①②④
D. ①③④

6. (多选) 如图, 细杆的一端与一小球相连, 并可绕过 O 点的水平轴自由转动. 现给小球一初速度, 使它做圆周运动, 图中 a 、 b 分别表示小球运动轨道的最低点和最高点, 则杆对球的作用力可能是 ()

- A. a 处为拉力, b 处为拉力
B. a 处为拉力, b 处为推力
C. a 处为推力, b 处为拉力
D. a 处为推力, b 处为推力

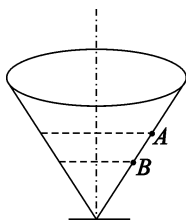


7. (多选) 小物块位于半径为 r 的半球顶端, 若给小物块水平初速度 v 时, 物块对球恰无压力, 则下列说法正确的是 ()

- A. 物块立即离开球面做平抛运动
B. 物块落地时水平位移为 $\sqrt{2}r$
C. 初速度 $v = \sqrt{gr}$
D. 物块落地时速度方向与地面成 45° 角

B. 能力提升

8. (多选)如图所示,在固定的圆锥形漏斗的光滑内壁上,有两个质量相等的小物块 A 和 B,它们分别紧贴漏斗的内壁,在不同的水平面上做匀速圆周运动,则以下叙述正确的是 ()

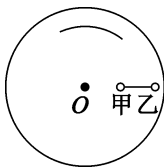


- A. 物块 A 的线速度大于物块 B 的线速度
- B. 物块 A 的角速度大于物块 B 的角速度
- C. 物块 A 对漏斗内壁的压力大于物块 B 对漏斗内壁的压力
- D. 物块 A 的周期大于物块 B 的周期

9. 飞行员的质量为 m , 驾驶飞机在竖直面内以速度 v 做半径为 r 的匀速圆周运动, 在其运动到圆周的最高点和最低点时, 飞行员对座椅产生的压力 ()

- A. 在最低点比最高点大 $\frac{2mv^2}{r}$
- B. 相等
- C. 在最低点比最高点大 $2mg$
- D. 在最高点的压力大些

10. 如图所示, 某游乐场有一水上转台, 可在水平面内匀速转动. 沿半径方向面对面、手拉手坐着甲、乙两个小孩, 假设两小孩的质量相等, 他们与台面间的动摩擦因数相同, 当转台转速加快到两小孩刚好还未发生滑动时, 某一时刻两小孩突然松手, 则两小孩的运动情况是 ()

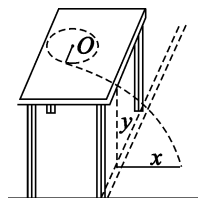


- A. 两小孩均沿切线方向滑出后落入水中
- B. 两小孩均沿半径方向滑出后落入水中
- C. 两小孩仍随转台一起做匀速圆周

运动, 不会发生滑动而落入水中

D. 甲仍随转台一起做匀速圆周运动, 乙发生滑动最终落入水中

11. 如图所示, 一根长 0.1 m 的细线, 一端系着一个质量为 0.18 kg 的小球, 拉住线的另一端, 使小球在光滑的水平桌面上做匀速圆周运动. 当小球的转速增加到原转速的 3 倍时, 细线断裂, 这时测得线的拉力比原来大 40 N . 求:



- (1) 线断裂的瞬间线的拉力;
- (2) 此时小球运动的线速度;

(3) 如果桌面高出地面 0.8 m , 那么线断后小球飞出去的落地点离桌面的水平距离为多少?

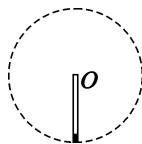
12. 一同学骑自行车在水平公路上以 5 m/s 的恒定速率转弯, 已知人和车的总质量 $m=80 \text{ kg}$, 转弯的路径近似看成一段圆弧, 圆弧半径 $R=20 \text{ m}$.

(1) 求人和车作为一个整体转弯时需要的向心力;

(2) 若车胎和路面间的动摩擦因数 $\mu=0.5$, 为安全转弯, 车速不能超过多少? (设最大静摩擦力等于滑动摩擦力, g 取 10 m/s^2)

C. 拓展创新

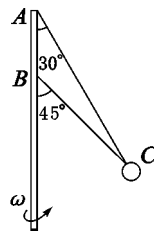
13. 如图所示, 在内壁光滑的平底试管内放一个质量为 1 g 的小球, 试管的开口端加盖与水平轴 O 连接. 试管底与 O 相距 5 cm , 试管在转轴带动下在竖直平面内做匀速圆周运动. 求: (g 取 10 m/s^2)



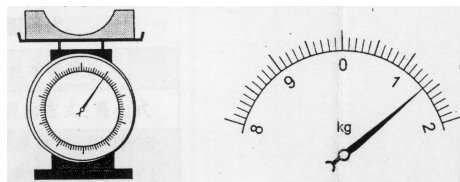
(1) 转轴的角速度达到多大时, 试管底所受压力的最大值等于最小值的 3 倍?

(2) 转轴的角速度满足什么条件时, 会出现小球与试管底脱离接触的现象?

14. 如图所示, 质量 $m=0.1 \text{ kg}$ 的小球和两根细绳相连, 两绳分别固定在细杆的 A 、 B 两点处, 其中 AC 绳长 $l_A=2 \text{ m}$. 当两绳都拉直时, AC 、 BC 两绳和细杆的夹角 $\theta_1=30^\circ$, $\theta_2=45^\circ$, g 取 10 m/s^2 . 求: 当细杆转动的角速度在什么范围内时, AC 、 BC 两绳始终张紧?



15. (2015 · 全国卷 I) 某物理小组同学设计了一个粗测玩具小车通过凹形桥最低点时的速度的实验. 所用器材有: 玩具小车、压力式托盘秤、凹形桥模拟器 (圆弧部分的半径为 $R=0.20 \text{ m}$).



(a)

(b)

完成下列填空:

(1) 将凹形桥模拟器静置于托盘秤上, 如图(a)所示, 托盘秤的示数为 1.00 kg .

(2) 将玩具小车静置于凹形桥模拟器最低点时, 托盘秤的示数如图(b)所示, 该示数为 kg .

(3) 将小车从凹形桥模拟器某一位置释放, 小车经过最低点后滑向另一侧. 此过程中托盘秤的最大示数为 m ; 多次从同一位置释

放小车,记录各次的 m 值如下表所示:

序号	m/kg
1	1.80
2	1.75
3	1.85
4	1.75
5	1.90

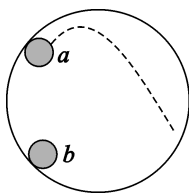
(4)根据以上数据,可求出小车经过凹形桥最低点时对桥的压力为 _____ N;小车通过最低点时的速度大小为 _____ m/s。(重力加速度大小取 9.80 m/s^2 ,计算结果保留 2 个有效数字)



活动探究

如图所示为一个竖直平面内的圆轨道,设小球在其内侧运动,实际做一下,并分析讨论以下问题:

小球做圆周运动时的向心力是由谁来提供的?



在最高点时如果小球的速度为 0,小球将做什么运动?

如果圆周的半径为 r ,试求出小球做该圆周运动的最小速度.

如果释放的高度太低,小球将不能完成一个完整的圆周运动,小球脱离轨道的位置有几个? 分别做什么运动?



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能擎起一盏

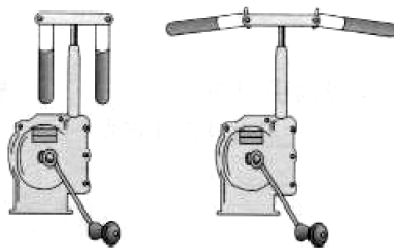
离心现象的应用

1. 棉花糖的制作

棉花糖的制作就是利用了离心现象.把白糖放在机器中间的一个小盒子里,加热熔化后,转动小盒子,糖丝就从盒子上的小孔中出来,用一小棒缠绕起来,就是棉花糖了.那么棉花糖是怎么形成的呢?棉花糖的形成是由于白糖熔化后形成的糖浆之间的相互作用力不足以提供其做圆周运动的向心力,而做离心运动.因为糖浆之间的相互作用力是恒定的,所需的向心力越大,就越容易发生离心现象.由向心力的公式 $F=4m\pi^2 n^2$ 可知,转速越大,需要的向心力越大,糖浆之间的作用力就越不足以提供向心力,这样就形成了棉花糖.

2. 离心分离器

在化学实验室中,常用离心分离器(如图所示)把浑浊液体里所含的不溶于液体的固体颗粒快速沉淀下来.离心分离器在化学、医学、食品等工业部门和近代尖端技术(如制造原子弹、氢弹等)中都有广泛应用.



3. 离心节速器

离心节速器的构造如下:在竖直轴顶部的小盘上连有两个金属杆,杆的末端各有一个金属球.转轴上套有可以上下滑动的金属滑环,滑环上有支杆,与两重球的金属杆相连接.轴的顶端与滑环之间套有可伸缩的弹簧.转轴静止时,两重球下垂与转轴并拢,套在轴上的弹簧伸展.转轴转动时,重球做离心运动而飞起,压缩轴上弹簧.转速增大时,重球的旋转半径增大,滑环上升,反之下降.如果用卡在滑环中的连杆与节流阀相连(如图所示),控制机器的进气量,就可以达到调节转速的目的.因此这个装置叫做离心节速器.



当机器负荷增大时,由于阻力增大,转速将降低,这时重球旋转半径减小,滑环下降,使节流阀门开大,增加进气量,使机器增大输出动力,转速就上升,恢复到原来值.当负荷变小而速度增大时,重球旋转半径加大,使阀门关小,减少进气量,使转速下降,也可恢复到原来值.这样,就自动地起到了调节速度的作用,使机器以一定的速度旋转.

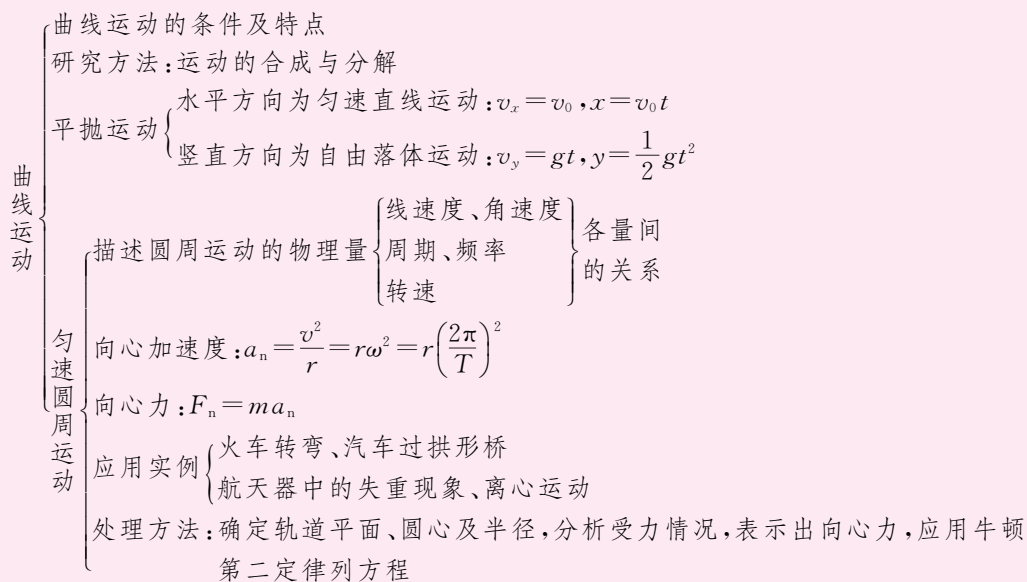


★ 本章学习报告

整体把握本章的学习内容,使学有所获

请你根据对本部分内容的学习和体会,列出本章内容主要涉及的知识点、公式、图象、方法等,并通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”等方式,将你所列出的内容系统化,要注意和别的同学多交流,并及时记录下别人的优点,补充完善自己的不足部分.

例如:



第五章综合测试

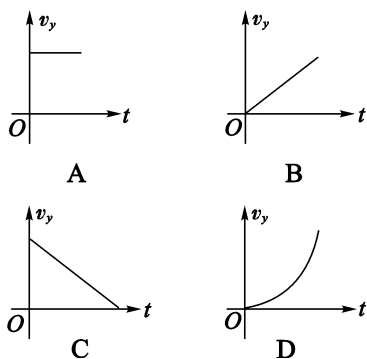
(时间:60 分钟 总分:100 分)

一、单项选择题 (本题共 10 个小题,每小题 3 分,共 30 分.在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的,请将正确答案的标号填在题后括号内)

1. 关于力和运动的关系,下列说法正确的是 ()

- A. 做直线运动的物体一定受到外力的作用
- B. 做曲线运动的物体一定受到外力的作用
- C. 物体受到的外力越大,其运动速度越大
- D. 物体受到的外力越大,其运动速度大小变化得越快

2. 物体做平抛运动,在如图所示的四幅图中,能正确描述物体在竖直方向的分速度 v_y (取向向下为正) 随时间 t 变化的图线的是 ()



3. 从距地面高 h 处水平抛出质量为 M 的小球,小球落地点与抛出点的水平距离刚好等于 h . 若不计空气阻力,抛出小球的速度大小为 ()

- A. $\sqrt{\frac{gh}{2}}$
- B. $\sqrt{gh}$
- C. $\sqrt{2gh}$
- D. $\sqrt{3gh}$

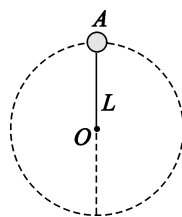
4. 质量为 m 的小球在竖直平面内的圆形轨道内侧运动,其经过最高点而不脱离轨道的临界速度是 v . 当小球以 $2v$ 的速度经过最高点时,对轨道的压力大小是 ()

- A. 0
- B. mg
- C. $3mg$
- D. $5mg$

5. 甲、乙两球在同一时刻、同一高度,甲球水平抛出,乙球自由下落,则下列说法正确的是 ()

- A. 甲球先落到地面
- B. 落到地面时两球的速率一样大
- C. 落到地面时两球的速度方向相同
- D. 两球的加速度相同,且同时落到地面上

6. 长度 $L=0.50\text{ m}$ 的轻质细杆 OA , A 端有一质量 $m=3.0\text{ kg}$ 的小球,如图所示. 小球以 O 点为圆心在竖直平面内做圆周运动,通过最高点时小球的速率是 2.0 m/s , g 取 10 m/s^2 ,则此时细杆 OA 受到 ()

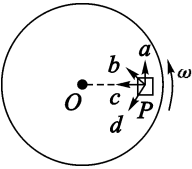


- A. 6.0 N 的拉力
- B. 6.0 N 的压力
- C. 24 N 的拉力
- D. 24 N 的压力

7. 静止在地球上的物体都要随地球一起转动, 下列说法正确的是 ()

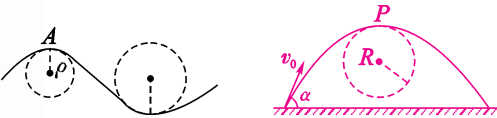
- A. 它们的运动周期都是相同的
- B. 它们的线速度都是相同的
- C. 它们的线速度大小都是相同的
- D. 它们的角速度是不同的

8. 如图所示, 物块 P 置于水平转盘上随转盘一起运动, 图中 c 沿半径指向圆心, a 与 c 垂直, 下列说法正确的是 ()



- A. 当转盘匀速转动时, P 受摩擦力方向为 b 方向
- B. 当转盘加速转动时, P 受摩擦力方向可能为 a 方向
- C. 当转盘加速转动时, P 受摩擦力方向可能为 c 方向
- D. 当转盘减速转动时, P 受摩擦力方向可能为 d 方向

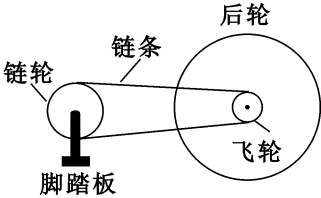
9. 一般的曲线运动可以分成很多小段, 每小段都可以看成圆周运动的一部分, 即把整条曲线用一系列不同半径的小圆弧来代替. 如图甲所示, 曲线上的 A 点的曲率圆定义为: 通过 A 点和曲线上紧邻 A 点两侧的两点作一圆, 在极限情况下, 这个圆就叫做 A 点的曲率圆, 其半径 R 叫做 A 点的曲率半径. 现将一物体沿与水平面成 α 角的方向以速度 v_0 抛出, 如图乙所示. 则在其轨迹最高点 P 处的曲率半径是 ()



- A. $\frac{v_0^2}{g}$
- B. $\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$

- C. $\frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$
- D. $\frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g \sin \alpha}$

10. 如图所示, 某种变速自行车有六个飞轮和三个链轮, 飞轮和链轮的齿数见下表, 后轮的直径 $d=660 \text{ mm}$. 当某人骑该车行进的速度 $v=4 \text{ m/s}$ 时, 脚踩踏板做匀速圆周运动的角速度最小为 ()



名称	链轮			飞轮					
齿数 $n/\text{个}$	48	38	28	15	16	18	21	24	28

- A. 1.9 rad/s
- B. 3.8 rad/s
- C. 6.5 rad/s
- D. 7.1 rad/s

二、多项选择题 (本题共 5 个小题, 每小题 3 分, 共 15 分. 在每小题给出的四个选项中, 至少有两个选项符合题目要求. 全部选对得 3 分, 选不全得 2 分, 有错或不答的得 0 分. 请将正确答案的标号填在题后括号内)

11. 在 2014 年索契冬奥会 1 500 米短道速滑比赛中, 运动员在赛道上以不同线速度转弯的情景如图所示. 运动员在转弯时的运动可看成匀速圆周运动, 并且运动的轨道半径相同. 不同运动员转弯时, 线速度较大的运动员 ()

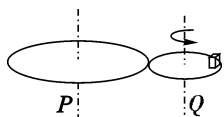


- A. 角速度一定较大
- B. 周期一定较大
- C. 向心加速度一定较大
- D. 向心力一定较大

12. 月球表面有阴暗的部分和明亮的区域, 阴暗的部分是平原或盆地等低洼地带, 而明亮的区域是山脉. 月球上最高的山是牛顿环形山, 设想登陆月球后, 在牛顿环形山上以 10 m/s 的速度水平抛出一物体, 经 20 s 物体直接落到地面. 已知月球表面的重力加速度为 1.7 m/s^2 , 则 ()

- A. 抛出点与地面的高度差为 340 m
- B. 抛出点与地面的高度差为 170 m
- C. 落地点与抛出点的水平距离为 200 m
- D. 落地点与抛出点的水平距离为 100 m

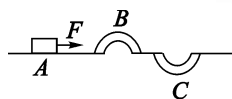
13. 如图所示, 水平放置的两个用相同材料制成的轮 P 和 Q 靠摩擦传动, 两轮的半径 $R_P = 2R_Q$. 当主动轮 Q 匀速转动时, 在 Q 轮边缘上放置的小木块恰能相对静止在 Q 轮边缘上, 此时 Q 轮转动的角速度为 ω_1 , 木块的向心加速度为 a_1 ; 若改变转速, 把小木块放在 P 轮边缘也恰能相对静止, 此时 Q 轮转动的角速度为 ω_2 , 木块的向心加速度为 a_2 , 则 ()



- A. $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$
- B. $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\sqrt{2}}{1}$
- C. $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{1}$
- D. $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{2}$

14. 如图所示, 一物体在凹凸不平的路面上行进, 若物体与路面间的动摩擦因数在各地均相同, 为保持物体在 A 、 B 、 C 三点匀速率行进, 则作用在物体上的水平拉力 F 应满足 ()

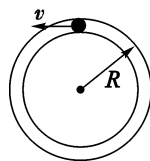
- A. 在 A 、 B 、 C 三点大小相等, 方向



相同

- B. 在 A 点的水平拉力 F 最小
- C. 在 B 点的水平拉力 F 最小
- D. 在 C 点的水平拉力 F 最大

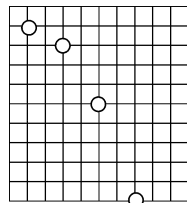
15. 如图所示, 有一个半径为 R 的光滑圆轨道, 现给小球一个初速度, 使小球在竖直面内沿圆轨道做圆周运动, 则关于小球过最高点时的速度 v , 下列叙述中正确的是 ()



- A. v 的极小值为 $\sqrt{gR}$
- B. v 由 0 逐渐增大, 轨道对球的弹力逐渐增大
- C. 当 v 由 $\sqrt{gR}$ 逐渐增大时, 轨道对小球的弹力也逐渐增大
- D. 当 v 由 $\sqrt{gR}$ 逐渐减小时, 轨道对小球的弹力逐渐增大

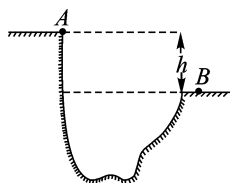
三、实验探究题 (本题共 1 小题, 共 5 分. 请将答案填在题中横线上)

16. 某同学采用频闪摄影的方法拍摄了小球做平抛运动的照片, 如图所示. 图中每个小方格的边长为 1.25 cm , 则根据平抛运动的规律, 由图可求得拍摄时每隔 _____ s 曝光一次, 该小球平抛时的初速度大小为 _____ m/s . (g 取 10 m/s^2)



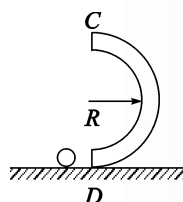
四、计算题 (本题共4小题,共50分,解答时应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤,只写出最后答案的不能得分,有数值计算的题,答案中必须明确写出数值和单位)

17. (15分)某探险队员在探险时遇到一山沟,山沟两侧的高度差 $h=2.45\text{ m}$,如图所示.该队员以 $v_0=6\text{ m/s}$ 的速度沿水平方向从 A 点跳出,恰好落到 B 点(取 $g=10\text{ m/s}^2$).求:

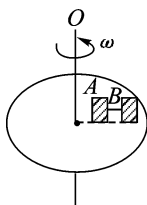


- (1)该队员在空中运动的时间 t ;
- (2)B 点与 A 点间的水平距离 x ;
- (3)该队员落到 B 点时的速率 v . (结果可保留根式)

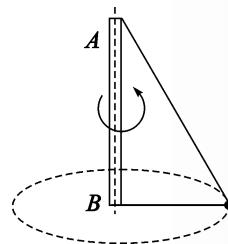
18. (10分)如图所示,半径为 R ,内径很小的光滑半圆管置于竖直平面内,两个质量均为 m 的小球 A、B,以不同的速度从 D 点进入管内,A 球通过最高点 C 时,对管壁上侧的压力为 $3mg$;B 球通过最高点 C 时,对管壁下侧的压力为 $0.75mg$. 则 A、B 两球落地地点的距离为多少?



19. (10 分) 如图所示, 如果在物块 A 的外侧沿半径方向再放置一个与 A 完全相同的物块 B , 并且用一根长为 L 的细绳与 A 连接起来, 则要使 A 、 B 始终与圆盘保持相对静止, 圆盘转动的角速度的最大值为多少? (已知物块 A 与圆盘中心的距离为 R , 物块 A 、 B 与圆盘的动摩擦因数为 μ , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力)



20. (15 分) 如图所示, 有一根长为 $2L$ 的轻质细线, 它的两端固定在一根长为 L 的竖直转轴 AB 上, 线上套一个可以自由移动的质量为 m 的小球. 当转轴转动时, 小球正好以 B 为圆心, 在水平面内做匀速圆周运动. 求细线的张力和小球的线速度.



第六章 万有引力与航天



★ 本章学习导航

解析学习目标,体现学科思想和学习方法



《课标》要求

内容标准	学习要求
通过有关事实了解万有引力定律的发现过程,知道万有引力定律,认识发现万有引力定律的重要意义,体会科学定律对人类探索未知世界的作用.	1.知道开普勒行星运动定律的内容; 2.了解万有引力定律得出的思想过程; 3.会用万有引力定律解决简单的引力计算问题,了解引力常量G的测定在科学史上的重大意义; 4.了解万有引力定律发现的意义,体会在科学规律发现过程中猜想与求证的重要性; 5.认识卡文迪许实验的重要性,了解直接测量转化为间接测量这一科学研究中普遍采用的重要方法.
会计算人造卫星的环绕速度,知道第二宇宙速度和第三宇宙速度.	1.了解人造卫星的有关知识,正确理解人造卫星做圆周运动时各物理量之间的关系; 2.知道三个宇宙速度的含义,会推导第一宇宙速度; 3.通过了解第二宇宙速度和第三宇宙速度的物理意义,拓展想象和思考的空间; 4.了解人类对太空的探索活动.
初步了解经典时空观和相对论时空观,知道相对论对人类认识世界的影响. 初步了解微观世界中的量子化现象,知道宏观物体和微观粒子的能量变化特点,体会量子论的建立深化了人类对于物质世界的认识.	1.知道相对论、量子力学和经典力学的关系; 2.经历科学家建立相对论和量子论的思维探索过程,认识科学思维的意义; 3.通过科学理论的相对性,知道科学理论发展过程的继承和摒弃.
了解经典力学的发展歷程和伟大成就,体会经典力学创立的价值与意义,认识经典力学的使用范围和局限性.	1.知道以牛顿运动定律为基础的经典力学的适用范围; 2.了解经典力学对航天技术发展的重大贡献.
体会科学研究方法对人们认识自然的重要性.	通过了解人类认识行星运动规律过程的曲折与艰辛,掌握人类认识自然规律的科学方法.

学法指导

从知识结构上看,本章教材是运用牛顿运动定律对曲线运动的研究,牛顿运用其运动定律研究天体运动并结合开普勒定律建立了伟大的万有引力定律.牛顿运动定律和万有引力定律构成了牛顿力学的核心内容.

本章的知识主线是:①探索天体的运动规律,学习并掌握开普勒三大定律,认识探索的艰辛过程和人类的主观能动性.②探索天体运动的原因,学习万有引力定律,认识神秘的宇宙与地面物体遵循相同的规律,这对培养自己的科学素养将起到重要的作用.③将天体运动所遵循的规律广泛应用于对天体的研究,认识万有引力理论的巨大成就.如“称量天体质量”“发现新的天体”等.④进一步了解人类对宇宙不懈的探索,了解航天技术的发展历程,培养自己探索自然奥秘、献身科学事业的精神.

在学习本章内容时应注意以下几点:①本章知识是在牛顿力学、曲线运动知识基础上的学习,因此,应做好必要的复习.②将研究对象理想化,了解用模型化方法对天体运动问题的处理.解决这类问题时,应用牛顿运动定律的基本方法是相同的,同时还应注意万有引力是天体做圆周运动所需向心力的唯一来源.③本章对能力的具体要求是熟悉公式,了解规律的成立条件和适用范围,从规律出发并进行逻辑推理,把相关知识融会贯通,灵活处理物理问题;充分利用物理规律并结合数学知识推导天体运动规律,并能在大脑中建立持久的全面的物理图景.

第一节 行星的运动



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

在浩瀚的宇宙中有着无数大小不一、形态各异的天体.白天我们沐浴着太阳的光辉;夜晚,仰望苍穹,繁星闪烁,美丽的月球把我们带入无限的遐想中……由这些天体所组成的宇宙始终是人们渴望了解又不断探索的领域,天体的运动遵循什么规律?浩瀚星空,哪里才是宇宙的中心?



材料链接

以前,太阳系九大行星的说法一直作为权威的学说通行世界,各国的教科书也是这么写的.直到2006年8月在布拉格举行的国

际天文联合会第26届会议的决议才改变了这一说法,教科书也随之更改.那么冥王星为什么会出局呢?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

人类对行星运动规律的认识经历了艰难而漫长的过程,托勒密、哥白尼、第谷、开普勒等科学家对行星运动规律的研究过程是怎样的?

请大家仔细阅读教材第32页第一、二自然段及“科学的足迹”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 在古代,人们对天体运动的认识有哪

几种学说?

2. 各个学说的内容是什么? 代表人物是谁?

3. 地心说和日心说争论的焦点是什么?

4. 你如何客观地评价这两种学说?

问题二

德国天文学家开普勒是如何着手研究行星运动规律的? 又是从哪几个方面描述了行星绕太阳运动的规律?

请大家仔细阅读开普勒行星运动规律的内容,思考并回答下列问题:

1. 开普勒第一定律的内容是什么?

2. 开普勒第二定律的内容是什么?

3. 开普勒第三定律的内容是什么?

自主测评

- 1. 下列说法符合史实的是 ()
 - A. 牛顿发现了行星的运动规律
 - B. 开普勒发现了万有引力定律
 - C. 卡文迪许第一次在实验室里测出了万有引力常量
 - D. 牛顿发现了海王星和冥王星
- 2. (多选)下列说法正确的是 ()
 - A. 太阳系中的八大行星有一个共同的轨道焦点
 - B. 行星的运动方向总是沿着轨道的切线方向
 - C. 行星的运动方向总是与它和太阳的连线垂直
 - D. 太阳是静止不动的
- 3. (多选)关于行星的运动,以下说法正确的是 ()
 - A. 行星轨道的半长轴越长,自转周期就越长
 - B. 行星轨道的半长轴越长,公转周期就越长
 - C. 水星轨道的半长轴最短,公转周期就最长
 - D. 海王星离太阳“最远”,公转周期就

最长



疑点归纳

大家在自主学习的过程中有哪些困惑和疑问,请记录在问题卡上.别忘了在课堂或课后及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

如何进一步从意义和近似处理等方面理解开普勒的三大定律?

同学们可以在独立思考的基础上小组内讨论.

1. 开普勒第一定律的意义何在?

2. 怎样认识开普勒第三定律?

3. 为了简化研究,在中学阶段的学习中,行星运动按什么运动来处理?



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

人类对行星运动规律的认识过程犹如一部壮丽的科学史诗,它歌颂了前辈科学家实事求是、尊重客观事实、不迷信权威、敢于坚持真理和勇于探索的科学态度和科学精神.对于整个过程,除教材介绍之外,你还知道哪些史料?

1. 通过查找资料,谈谈你对“材料链接”中冥王星出局的认识.

2. 请你查找有关描述天体运动的历史资料,写一篇小短文归纳出人类认识天体运动的大致发展过程,并在课堂上互相交流.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.也可按如下提示进行总结:

人类对行星运动规律的认识

开普勒三定律

古希腊学者:地心说

波兰天文学家:日心说

第一定律(轨道定律):

第二定律(面积定律):

第三定律(周期定律):

公式:



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



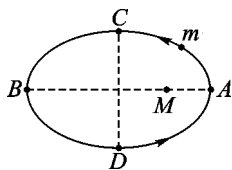
分层演练

A. 基础巩固

1. (2013·江苏卷)火星和木星沿各自的椭圆轨道绕太阳运行, 根据开普勒行星运动定律可知 ()

- A. 太阳位于木星运行轨道的中心
- B. 火星和木星绕太阳运行速度的大小始终相等
- C. 火星与木星公转周期之比的二次方等于它们轨道半长轴之比的三次方
- D. 相同时间内, 火星与太阳连线扫过的面积等于木星与太阳连线扫过的面积

2. (多选) 如图所示是行星 m 绕恒星 M 运动情况的示意图, 下列说法正确的是 ()



- A. 速度最大的点是 A 点
- B. 速度最小的点是 C 点
- C. m 从 A 到 B 做减速运动
- D. m 从 B 到 A 做减速运动

3. 两颗人造卫星 A、B 绕地球做圆周运动, 周期之比为 $T_A : T_B = 1 : 8$, 则轨道半径之比为 ()

- A. $\frac{R_A}{R_B} = 4$
- B. $\frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{4}$
- C. $\frac{R_A}{R_B} = 2$
- D. $\frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{2}$

4. 目前的航天飞机的飞行轨道都是近地轨道, 一般在地球上空 $300 \sim 700$ km 飞行, 绕地球飞行一周的时间为 90 min 左右. 航天飞机里的宇航员在 24 h 内可以见到日落日出的次数应为 ()

A. 0.38

B. 1

C. 2.7

D. 16

B. 能力提升

5. (2014·浙江卷) 长期以来“卡戎星 (Charon)”被认为是冥王星唯一的卫星, 它的公转轨道半径 $r_1 = 19\,600$ km, 公转周期 $T_1 = 6.39$ 天. 2006 年 3 月, 天文学家新发现两颗冥王星的小卫星, 其中一颗的公转轨道半径 $r_2 = 48\,000$ km, 则它的公转周期 T_2 最接近于 ()

A. 15 天

B. 25 天

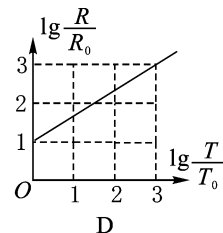
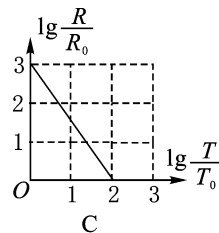
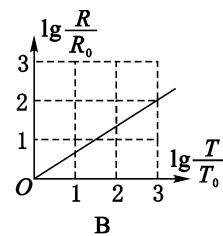
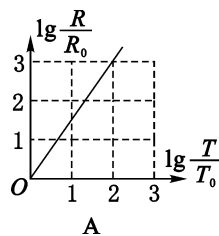
C. 35 天

D. 45 天

6. 在某星系中绕某恒星运行的两颗行星的质量分别为 m_1 、 m_2 , 且 $m_1 = 4m_2$, 若它们都绕该恒星做匀速圆周运动, 轨道半径分别为 r_1 、 r_2 , 且 $r_1 = 4r_2$, 则在相等的时间里, 它们运转圈数之比为 _____.

C. 拓展创新

7. 太阳系中的八大行星的轨道均可以近似看成圆轨道. 下列 4 幅图是用来描述这些行星运动所遵从的某一规律的图象. 图中坐标系的横轴是 $\lg \frac{T}{T_0}$, 纵轴是 $\lg \frac{R}{R_0}$; 这里 T 和 R 分别是行星绕太阳运行的周期和相应的圆轨道半径, T_0 和 R_0 分别是水星绕太阳运行的周期和相应的圆轨道半径. 下列 4 幅图中正确的是 ()



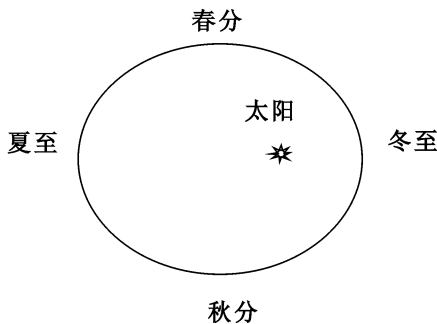


★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能擎起一盏

为什么一年之内秋冬两季比春夏两季少几天?

如图所示为地球绕太阳运行的示意图.图中椭圆表示地球公转的轨道,中国农历节气中的春分、秋分、夏至、冬至时地球所在位置如图所示.地球绕日运行时,对北半球的观察者而言,在冬天经过近日点,夏天经过远日点,由开普勒第二定律可知,地球在冬天比在夏天运动得快一些,因此,地球轨道上相当于春夏的部分比秋冬部分要长一些.从图中看出,春分到秋分的春夏两季地日连线所扫过的面积比秋分到次年春分的秋冬两季地日连线所扫过的面积大,即春夏两季比秋冬两季长一些.一年之内,春夏两季共 186 天,而秋冬两季只有 179 天.



第二节 太阳与行星间的引力



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点



问题呈现

目前已知太阳系中有 8 颗大行星.它们通常被分为两组:内层行星(水星、金星、地球、火星)和外层行星(木星、土星、天王星、海王星).内层行星体积较小,主要由岩石和铁组成;外层行星体积要大得多,主要由氢、氦、冰组成.

哥白尼说:“太阳坐在它的皇位上,管理着围绕着它的一切星球.”

那么是什么原因使行星绕太阳运动呢?太阳与行星间引力的表达式是怎样的呢?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

开普勒发现了行星的运动规律后,人们开始了更深入的思考:为什么行星围绕太阳运动?太阳对行星的作用力的表达式是怎样的?你是怎么认为的?

请大家仔细阅读教材“太阳对行星的引力”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 行星绕太阳运动的规律是怎样的?

2. 若要解决椭圆轨道的运动,根据现在的知识水平,可作怎样的简化?这样做是不是违背了客观事实?

3. 做匀速圆周运动的物体必定需要向心力,行星运动的向心力是由什么力提供的?

4. 向心力公式有多个,如 $F = m \frac{v^2}{r}$ 、 $F = m \omega^2 r$ 、 $F = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$. 我们选择哪个公式推导出太阳对行星的引力?

5. 太阳对行星的引力与哪些因素有关?它的表达式是什么?

问题二

行星对太阳的引力的表达式又如何呢?

请大家仔细阅读教材“行星对太阳的引力”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 就行星对太阳的引力而言,谁是施力物体?谁是受力物体?这个引力与太阳对行星的引力有什么关系?

2. 能否找到这个引力与哪些因素有关?

问题三

结合太阳对行星引力的表达式和行星对太阳引力的表达式,你能否推导出太阳与行星间引力的表达式?

请大家仔细阅读教材“太阳与行星间的引力”标题下的内容,思考并回答下列问题:

在“问题二”的基础上,推导出太阳与行星间引力的表达式.



自主测评

1. 太阳的质量是地球的 33 万倍,若太阳对地球的引力大小为 F ,则地球对太阳的引力大小为 ()

- A. $\frac{F}{81}$ B. F
C. $9F$ D. $81F$

2. (多选)对于太阳与行星间的引力及其表达式 $F=G\frac{Mm}{r^2}$,下列说法正确的是 ()

- A. 公式中 G 为比例系数,与太阳、行星有关
B. 太阳、行星彼此受到的引力总是大小相等
C. 太阳、行星彼此受到的引力是一对平衡力,合力为 0, M 、 m 都处于平衡状态
D. 太阳、行星彼此受到的引力是一对相互作用力

3. 如果认为行星围绕太阳做匀速圆周运动,那么下列说法正确的是 ()

- A. 行星受到太阳的引力,提供行星做圆周运动的向心力
B. 行星受到太阳的引力,但行星运动不需要向心力
C. 行星同时受到太阳的引力和向心力的作用
D. 行星受到太阳的引力与它运行所需的向心力可能不等



疑点归纳

大家在自主学习的过程中有哪些困惑和疑问,请记录在问题卡上.别忘了在课堂或课后及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题四



引力公式 $F=G\frac{mM}{r^2}$ 能否用于行星与它的卫

星之间?若能,公式中各量分别代表什么?

请同学们在自主学习的基础上,在小组内讨论.



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题五



你能否根据太阳与行星间引力的表达式解决一些具体问题?

请大家独立思考,小组合作,并在全班展示.

已知太阳光从太阳射到地球需要 500 s,地球绕太阳的公转周期约为 3.2×10^7 s,地球的质量约为 6×10^{24} kg,则太阳对地球的引力为多大?(保留 1 个有效数字)



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. 一颗小行星绕太阳做匀速圆周运动的半径是地球轨道半径的 4 倍,则这颗小行星运转的周期是 ()

- A. 4 年 B. 6 年
C. 8 年 D. 9 年

2. (多选)关于太阳对行星的引力表达式

$$F=G\frac{Mm}{r^2}, \text{ 下列说法正确的是 ()}$$

- A. 公式中 G 为常量,与太阳和行星均无关

B. 公式中 G 由太阳与行星间的距离、作用力和质量决定

C. M 和 m 受到的引力总是大小相等,方向相反,是一对平衡力

D. M 和 m 受到的引力总是大小相等,方向相反,是一对作用力与反作用力

3. 两颗行星的质量分别为 m_1 和 m_2 , 绕太阳运行的轨道半径分别是 r_1 和 r_2 , 若它们只受太阳引力的作用,那么这两颗行星的向心加速度之比为 ()

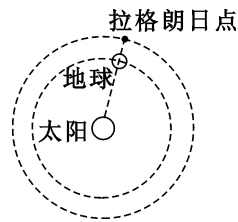
- A. 1 B. $\frac{m_1 r_1}{m_2 r_2}$
C. $\frac{m_1 r_2}{m_2 r_1}$ D. $\frac{r_2^2}{r_1^2}$

B. 能力提升

4. 关于行星绕太阳运动的原因,以下说法正确的是 ()

- A. 由于行星做匀速圆周运动,故行星不受任何力的作用
B. 由于行星周围存在旋转的物质
C. 由于受到太阳的吸引
D. 除了受到太阳的吸引力,还必须受到其他力的作用

5. (多选)2011 年 8 月,“嫦娥二号”成功进入了环绕“日地拉格朗日点”的轨道,我国成为世界上第三个造访该点的国家. 如图所示,该拉格朗日点位于太阳和地球连线的延长线上,一飞行器处于该点,在几乎不消耗燃料的情况下与地球同步绕太阳做圆周运动,则此飞行器的 ()



- A. 线速度大于地球的线速度
B. 向心加速度大于地球的向心加速度
C. 向心力仅由太阳的引力提供
D. 向心力仅由地球的引力提供

 再生新疑

猜想一下:本节导出的关系式是否只能用于太阳和行星间的引力? 其他物体间有引力吗? 可能会遵循怎样的规律?

 ★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你能擎起一盏

潮汐发电

大量海水汹涌而来,具有很大的动能.同时,水位逐渐升高,动能转化为势能.落潮时,海水奔腾而去,水位陆续下降,势能又转化为动能.海水在运动中所具有的动能和势能统称为潮汐能.潮汐能的重要应用之一是发电.潮汐发电就是在海湾或有潮汐的海口建筑一座拦水堤坝,形成水库,并在坝中或坝旁放置水轮发电机组,利用潮汐涨落时海水水位的升降,使海水通过水轮机时推动水轮发电机组发电.从能量的角度来说,就是利用海水的势能和动能,通过水轮发电机转化为电能.潮汐发电的优点是成本低,每度电的成本只相当于火电站的八分之一.1913年德国在北海海岸建立了世界上第一座潮汐发电站.我国大陆海岸线长,潮汐能源很丰富.1957年我国在山东建成了第一座潮汐发电站.

第三节 万有引力定律



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指学时重点

 问题呈现

在前面的学习中,我们推导出了太阳与行星间的引力规律,知道了行星为什么能够绕太阳运动而不会飞离太阳.那么,是什么力使得地面的物体不能离开地球,总要落回地面呢? 地球吸引物体的力与地球和太阳之间的引力是同种性质的力吗? 月球能够绕地球运动,说明月球与地球之间也一定存在着相互作用力,这个拉住月球使它绕地球运动的力与地球对地面物体的引力是同一种力吗?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成

 教材导读

问题一

“天上”的力与“人间”的力本质上是否不同?
牛顿是如何处理此问题的?

请大家仔细阅读教材第 39 页第一、二、三自然段及“月—地检验”标题下的内容,思考并回答下列问题:

1. 牛顿猜想“天上”的力与“人间”的力出于同一本源,他经历了怎样的思维过程?

2. “月—地检验”的基本思路是怎样的？

问题二

任意的两个物体间都存在引力吗？为什么我们感觉不到？

请大家仔细阅读教材“万有引力定律”标题下的内容，思考并回答下列问题：

1. 简述牛顿推导万有引力定律的思路。

2. 发现万有引力定律有什么重要意义？

问题三

万有引力定律在天文学的发展上起了重要的作用，引力常量的测定在历史上有什么重大意义？

请大家仔细阅读教材“引力常量”标题下的内容，思考并回答下列问题：

1. 查阅相关资料，写出引力常量测定的方法和原理。

2. 卡文迪许实验设计的思路有什么巧妙之处？

3. 卡文迪许实验有什么重要意义？

自主测评

1. 下列关于万有引力的说法中，正确的是（ ）

- A. 万有引力只是宇宙中各天体之间的作用力
- B. 万有引力是宇宙中具有质量的物体间普遍存在的相互作用力
- C. 地球上的物体以及地球附近的物体除受到地球对它们的万有引力外,还受到重力作用
- D. 太阳对地球的万有引力大于地球对太阳的万有引力

2. 两个质量相等的球形物体,两球心相距 r ,它们之间的万有引力为 F ,若它们的质量都加倍,两球心间的距离也加倍,则它们之间的作用力为 ()

- A. $4F$ B. F
- C. $\frac{1}{4}F$ D. $\frac{1}{2}F$

3. 设想把质量为 m 的物体放在地球的中心,地球的质量为 M ,半径为 R ,则物体与地球间的万有引力为 ()

- A. $F = G \frac{mM}{r^2}$ B. 无穷大
- C. 0 D. 无法确定



疑点归纳

大家在自主学习的过程中有哪些困惑和疑问,请记录在问题卡上.别忘了在课堂或课后及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题四

如何从适用条件等方面理解万有引力定律?

同学们可以在独立思考的基础上小组内讨论.

1. 万有引力定律的适用条件是什么?



2. 当两物体间的距离 r 趋近于 0 时,万有引力趋近于无穷大吗?



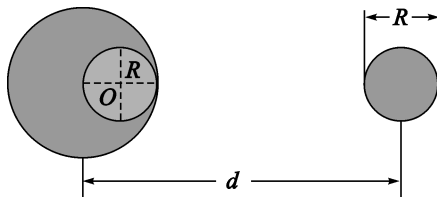
板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题五

如何计算某些不规则物体间的万有引力?

如图所示,一个质量为 M 的匀质实心球,半径为 R . 如果通过球心挖去一个直径为 R 的小实心球,然后置于相距为 d 的地方,试计算空心球与实心球之间的万有引力.



思路点拨: 本题中由于挖出空穴的球不再是规则球体,重心不再在其球心处,故计算万有引力时,可以这样考虑:未挖空穴的球体对小实心球的引力 F 是由两个力合成的,其一是球体被挖后的剩余部分对小实心球的引力 F_1 (即本题所求的力);其二是被挖掉的小实心球对小实心球的引力 F_2 . 由于球体的球心和小实心球的球心在同一条直线上,所以 $F_1 = F - F_2$.

归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨. 或按如下提示进行总结.

万有引力定律

推导 { 向心力公式
开普勒第三定律
牛顿第三定律

内容: 自然界中任何两个物体都是 _____, 引力的大小跟这两个物体的质量的乘积成 _____, 跟它们的距离的二次方成 _____

公式: $F =$ _____

测量常量 G : 英国物理学家 _____ 巧妙地利用 _____ 装置, 在实验室里比较准确地测出了万有引力常量 G



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. 已知地球半径为 R , 将一物体从地面移到离地高为 h 处时, 物体所受万有引力减小到原来的四分之一, 则 h 为 ()

- A. R B. $2R$
C. $\sqrt{2}R$ D. $(\sqrt{2}-1)R$

2. (多选) 关于对万有引力和万有引力定律的理解, 下列说法正确的有 ()

- A. 不能看做质点的两物体之间不存在相互作用的引力
B. 可看做质点的两物体之间的引力可用 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 计算

C. 由 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 可知, 两物体间距离 r 减小时, 它们之间的引力增大; 紧靠在一起时, 万有引力无穷大
D. 引力常量的大小首先是由卡文迪许测出来的, 约等于 $6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$

3. (2016 · 全国卷 III) 关于行星运动的规律, 下列说法符合史实的是 ()

- A. 开普勒在牛顿定律的基础上, 导出了行星运动的规律
B. 开普勒在天文观测数据的基础上, 总结出了行星运动的规律
C. 开普勒总结出了行星运动的规律, 找出了行星按照这些规律运动的原因
D. 开普勒总结出了行星运动的规律, 发现了万有引力定律

4. 地球对月球具有相当大的万有引力, 它们不靠在一起的原因是 ()

- A. 不仅地球对月球, 月球对地球也有

万有引力,且两个力大小相等、方向相反,互相平衡

- B. 地球对月球的万有引力还不够大
C. 不仅地球对月球有万有引力,太阳系内其他行星对月球也有万有引力,这些力的合力等于 0
D. 万有引力不断地改变方向,使得月球绕地球运行

5. (2013·上海卷)小行星绕恒星运动,恒星均匀地向四周辐射能量,质量缓慢减小,可认为小行星在绕恒星运动一周的过程中近似做圆周运动,则经过足够长的时间后,小行星运动的 ()

- A. 半径变大 B. 速率变大
C. 角速度变大 D. 加速度变大

B. 能力提升

6. 据报道,最近在太阳系外发现了首颗“宜居”行星,其质量约为地球质量的 6.4 倍,一个在地球表面重力为 600 N 的人在这颗行星表面的重力将变为 960 N,由此可推知,该行星的半径与地球半径之比约为 ()

- A. 0.5 B. 2
C. 3.2 D. 4

7. 某行星的质量为 m' ,一颗绕它做匀速圆周运动的卫星的轨道半径为 R ,周期是 T ,试用两种方法求出卫星在轨道上的向心加速度.

C. 拓展创新

8. (2014·全国新课标卷 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 ,在赤道的大小为 g ;地球自转的周期为 T ,引力常量为 G .地球的密度为 ()

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



再生新疑

万有引力定律经受了实践的检验,取得了很大的成功.但我们知道,由于一般物体间的万有引力很小,几乎无法察觉,所以,对万有引力定律在天文学上的应用,我们充满期待.那么,万有引力定律在天文学中有哪些应用呢?



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯，愿你也能擎起一盏

牛顿与万有引力定律

1624年12月25日，牛顿出生在英国离伦敦不远的一个农户家中。在牛顿出世前，他的父亲已经离开人世。牛顿三岁时，他的母亲改嫁，把他交给外祖母和舅舅抚养。幼年时的牛顿并不聪明，学习成绩也不好，但他喜欢动手制作，曾做了风车模型、时钟、风筝等。随着年龄的增长，牛顿越来越喜欢读书。由于家境贫穷，为了生活，牛顿离开了学校，到别人的庄园里干活，但他却对书着了迷。家人看到牛顿实在好学，就让他继续求学。

1661年，牛顿以“减费生”身份考进剑桥大学三一学院。三一学院设备齐全，图书资料丰富，这使喜欢读书的牛顿如获至宝。1665年，牛顿建立了微分学，1666年建立了积分学，这为发现万有引力定律奠定了数学基础。

1665~1667年，瘟疫席卷英国，剑桥大学被迫停课，牛顿回到家乡。富有浪漫色彩的“苹果落地”的故事，据说就发生在那段时间。牛顿想：苹果在空中朝哪一个方向都可飞去，为什么偏要落向地面？

早在牛顿出生以前，开普勒已经发现了行星运动的三大定律。牛顿从苹果总向地面落下，想到行星为什么要沿椭圆轨道绕太阳运动，苹果总落向地面是受到地球引力的作用，那么行星绕太阳运动是不是也受到一个引力的作用呢？牛顿又想到物体旋转的问题：绳子一端系着一块石头，另一端抓在手中让石头做圆周运动，这时如果我们松手，石头就会沿直线飞出去而停止圆周运动。这说明石头做圆周运动靠的是绳子的拉力，可见，行星绕太阳运动也是一个力作用的结果。这个力在哪儿呢？

牛顿又做了一个大炮射击的理想实验。设想一座很高的山上有一门大炮，炮弹沿水平方向射出，它将沿抛物线落到地面。如果增大炮弹发射的速度，它就会落得更远；如果再增大速度，它将绕地球一圈、两圈、更多圈地做圆周运动而不落回地面。炮弹在旋转过程中会受到向心力，就是这个力使炮弹做圆周运动。显然这个炮弹与月球非常相似。在月球和地球之间虽然没有一条绳子把它们连在一起，但正是月球与地球间的引力起到绳子的作用，使月球绕地球做圆周运动。行星绕太阳做圆周运动也是它们之间的引力作用的结果。牛顿认为太阳吸引行星的力、地球吸引月球的力和地球吸引地面上物体的力都是同样性质的力，这就是万有引力。

牛顿还利用开普勒定律证明了太阳吸引行星的力与它们的质量成正比，与它们之间的距离的平方成反比，并于1687年正式提出了举世闻名的万有引力定律。

万有引力定律的发现，是人类认识宇宙的一次大飞跃，它第一次揭示了自然界中一种基本相互作用的规律，为人类认识自然树立了一座里程碑。