



依据国家教育部 2002年《考试说明》编写
学 科 标 准

CHAOYUE KETANG

中国教育电视台 CETV-1 黄金时间配套讲解

高考
物理

总策划 / 刘 强 (美澳国际学校校长)

总主编 / 王后雄 (湖北黄冈特级教师)

超越课堂

点例练三环紧扣

课堂学习大超越



3+X 高考总复习

● 最新大纲 突出教改方向

● 名家撰写 传播高考信息

● 精品荟萃 紧扣时代脉搏

● 全新概念 超越平凡课堂



CHAOYUE KETANG

总策划 / 刘 强 (美澳国际学校校长)

总主编 / 王后雄 (湖北黄冈特级教师)

高考
物理

超越课堂

3 + ∞ 高考总复习

本册主编: 汪建军 韩远林

本册编者: 施昌伟 宋新民

张响亮 姚杏梅

李金宝 胡成龙



北京教育出版社 九州出版社

点例练三环紧扣

课堂学习大超越

人类已经进入21世纪,如何培养新世纪的优秀人才,如何全面依据实验教材的内容,充分融汇试验教材的改革思想和精神,如何使丛书体例符合学生课堂学习的接受心理和认知规律,形式上便于学生阅读、理解和迁移,这是摆在广大教师和学生家长面前的一个重大课题。《超越课堂》丛书即是顺应这个素质备考时代的产物。

本丛书以人教社最新教材(高中必修加选修)为蓝本,依据最新《考试说明》及高考考向编写,旨在透彻整理学考要点及解题依据,实例点拨应考技巧,轻松提高应考技能,使学生花费最少的时间和精力轻松学习、从容应考。本丛书系一套真正让学生易学、好懂、会用的梦寐以求的新概念教辅书。



丛书特点

- 1、按节或课同步展开,围绕学习、考试中易出现的种种问题编写,应考立竿见影。
- 2、能立即了解教科书的要点,考点指要突出每节(课)的知识点,注重学习方法,培养创新能力,帮助学生掌握解题依据或答题要点。
- 3、讲、例、练三案合一,相互对照,套餐式学习新概念。

归纳、整理知识点,讲解方法、注重能力,形成解题依据和答案要点。

思路点拨与考点摘要一一对应,一讲一例,点例对应,清晰明了。

同类题同步训练,题目新、活,体现能力与素质,题目少而精。

考点指要

对预习、考试最有用,最常掌握的分值指要。

点击名题

解题依据切中考点指要,随文解题,强化理解,提高学习效率。

拓展迁移

与讲例对照,训练配合学习,有助于解题,提高应考能力。

- 4、全方位备考，章（单元）末附一套能力检测题，基本题、提高题、发展题按6:3:1的比例编排，优生通过努力可得满分，中等人可得70~80分，后进生可得50~70分。试卷整体难度控制合理，题目新颖，富有时代特色（与时事、生产、生活、科技、环境等相联系）。



名师典范

参与本丛书编写的作者均系黄冈、武汉教学第一线上有声誉、有丰富教学经验的教师。他们有湖北省特级教师、湖北省状元教师，有国家级骨干教师，有享受国务院政府津贴的专家等，从而保证本丛书为真正名师严谨缔造的品牌图书。



效果卓著

本丛书由一批名师编著，体例突破以往教辅书讲、例、练三案脱离的模式，教、学、练、测相互点击，形成功能齐备的学考体系。这一切无疑确保了本丛书的权威性、实用性和高效性。

学考选《超越》，梦想志必得！

《超越课堂》编委会

2002年7月

第1讲	力 力矩	1
第2讲	力的合成和分解	4
第3讲	物体的平衡	7
第4讲	匀速运动和匀变速直线运动	10
第5讲	重力作用下的直线运动	14
第6讲	牛顿第一定律和牛顿第三定律	16
第7讲	牛顿第二定律	19
第8讲	牛顿第二定律的应用 超重和失重	23
第9讲	运动的合成和分解 平抛运动	27
第10讲	匀速圆周运动	31
第11讲	万有引力定律 天体运动	34
第12讲	功 功率	37
第13讲	动能定理 功能关系	40
第14讲	机械能守恒定律	43
第15讲	动量定理	47
第16讲	动量守恒定律	50
第17讲	碰撞与反冲	54
第18讲	简谐运动	58
第19讲	振动能量和受迫振动	61
第20讲	波的基本特征和特有现象	63
第21讲	波动图像	66
第22讲	分子动理论 热和功	69
第23讲	气体实验三定律	72
第24讲	理想气体状态方程	76
第25讲	库仑定律 电场强度	79
第26讲	电势差 电势 电势能	82
第27讲	电场中的导体 电容器	85
第28讲	带电粒子在电场中的运动	88
第29讲	电路的基本概念和规律	91
第30讲	电路的连接	94
第31讲	闭合电路的欧姆定律	97
第32讲	电阻的测量	100
第33讲	磁场 磁场对电流的作用	104
第34讲	磁场对运动电荷的作用	107
第35讲	带电粒子在复合场中的运动	110



第 36 讲 电磁感应现象 楞次定律	114
第 37 讲 法拉第电磁感应定律	117
第 38 讲 电磁感应定律的综合应用	120
第 39 讲 交变电流	123
第 40 讲 变压器 电能的输送	126
第 41 讲 电磁振荡和电磁波	129
第 42 讲 光的直线传播 光的反射	131
第 43 讲 光的折射和全反射	134
第 44 讲 透镜成像规律和作图法	137
第 45 讲 光的本性	141
第 46 讲 原子结构	144
第 47 讲 原子核和核能	146
第 48 讲 设计性实验	149
力学综合能力测试题	153
热学综合能力测试题	156
电学综合能力测试题	159
光学、原子物理综合能力测试题	162
高考综合能力测试题	165
全书 参考答案	168
附录 2002 年高考真题	191
2002 年普通高等学校招生全国统一考试物理试题(上海卷)	191
2002 年普通高等学校招生全国统一考试理科综合能力测试(上海卷)	195
2002 年普通高等学校招生全国统一考试理科综合能力测试(全国卷)	201

第1讲

力 力矩

高考大纲目标

本讲重点、难点、考点



考试说明

- ◆ 理解力、重力、弹力、摩擦力的概念。
- ◆ 理解力矩的概念。

知识 & 方法 · 名题伴读 · 轻松做题

1 力的概念

力是物体对物体的作用,凭空想像而找不到施力物体的受力情况一定是不存在的。力的种类很多,按力的性质可分为重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力、拉力等,按力的效果可分为压力、支持力、动力、阻力、回复力、向心力等。

考点指要 点击名题 拓展迁移 1

例1 下列说法中正确的是()。

- (A)甲用力把乙推倒,说明只是甲对乙有力的作用,乙对甲没有力的作用
(B)只有有生命的物体才会施力,无生命的物体只会受到力,不会施力
(C)任何一个物体,一定既是受力物体,也是施力物体
(D)在力的图示法中,长的线段所对应的力一定比短的线段所对应的力大

点拨

- (A)力的作用都是相互的,只是效果可以不同,故A错。
(B)不管物体是否有生命,当它与别的物体发生作用时,它既是施力物体,同时也是受力物体,不存在只施力不受力的物体,也不存在只受力而不施力的物体,故B错。
(C)自然界中的物体都不是孤立的,而是相互联系着的,每一个物体总会受到别的物体的作用,是受力物体,同时也对别的物体施加力的作用,又是施力物体,故C正确。
(D)在同一个标度下,此说法没有错,但在没有指明力的标度或采用不同标度时,线段的长度就失去了表示力大小的意义了,由于前提不明确,故D说法错。

答:C。

2 重力

①重力是由于地球对物体的吸引而使物体受到的力,但重力不能认为就是地球对物体的吸引力,因为此引力除产生重力外,还要提供物体随地球自转所需的向心力。因物体在地球上不同纬度处随地球自转所需向心力大小不同,故同一物体在地球上不同纬度处重力大小不同。不过由于此原因引起的重力变化不大,一般情况下,可不考虑地球的自转效应,近似认为 $mg = G \frac{M_{\oplus} \cdot m}{R_{\oplus}^2}$ 。

②重力的作用点称为重心,但重心不一定在物体上。因为重心是一个等效概念,物体各个部分都要受重力的作用,把各

部分所受重力集中于一点,用一个力替代,其效果相同,那么这一点为重心。物体重心位置与物体形状和质量分布都有关系,对质量分布均匀的物体,其重心在物体的几何中心,对质量分布不均匀的物体,其重心随物体的形状、质量的分布的不同而不同。

考点指要 点击名题 拓展迁移 2

例2 如图1-1所示,矩形均匀薄板长 $AC = 60\text{cm}$,宽 $CD = 10\text{cm}$,在B点以细线悬挂,板处于平衡, $AB = 35\text{cm}$,则悬线和板边缘CA的夹角 $\alpha =$ 。

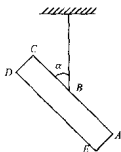


图1-1

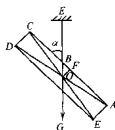


图1-2

点拨 矩形均匀薄板的重心在AD和CE交点O处,根据二力平衡条件知重力G跟悬线拉力等大反向,且共线。如图1-2所示,由几何知识知 $\tan \alpha = OF/BF = OF/(AB - AF) = \frac{5}{35 - 30} = 1$ 得 $\alpha = 45^\circ$ 。

3 弹力

①定义:发生弹性形变的物体,会对跟它接触的物体产生力的作用,这种力叫弹力。

②产生条件:直接接触、弹性形变。

③方向:与物体形变的方向相反。弹力的受力物体是引起形变的物体,施力物体是发生形变的物体。

④大小:弹簧类在弹性限度内遵从胡克定律 $F = kx$,非弹簧类弹力大小应由平衡条件或动力学规律求解。

考点指要 点击名题 拓展迁移 3,4

例3 如图1-3所示,固定在小车上的支架的斜杆与竖直杆的夹角为 θ ,在斜杆下端固定有质量为 m 的小球,下列关于杆对球的作用力 F 的判断中,正确的是()。

(A)小车静止时, $F = mg \cos \theta$,方向沿杆向上

- (B) 小车静止时, $F = mg \cos \theta$, 方向垂直杆向上
 (C) 小车向右以加速度 a 运动时, 一定有 $F = ma / \sin \theta$
 (D) 小车向左以加速度 a 运动时, $F = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2}$, 方向斜向左上方, 与竖直方向的夹角为 $\alpha = \arctan(a/g)$

点拨 小车静止时, 由物体的平衡条件知此时杆对球的作用力方向竖直向上, 且大小等于球的重力 mg .

小车向右以加速度 a 运动, 设小球受杆的作用力方向与竖直方向的夹角为 α , 如图 1-4, 根据牛顿第二定律有

$$F \sin \alpha = ma$$

$$F \cos \alpha = mg$$

$$\text{两式相除可得 } \tan \alpha = a/g$$

只有当球的加速度 $a = g \tan \theta$ 时, 杆时球的作用力才沿杆的方向, 此时才有 $F = ma / \sin \theta$

小车向左以加速度 a 运动, 根据牛顿第二定律知小球所受重力 mg 和杆时球的作用力 F 的合力大小为 ma , 方向水平向左, 根据力的合成知三力构成图 1-5 矢量三角形, $F = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2}$, 方向斜向左上方, 与竖直方向的夹角 $\alpha = \arctan(ma/mg) = \arctan(a/g)$, 正确答案为 D.



图 1-3

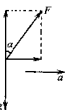


图 1-4



图 1-5

④ 摩擦力

① 摩擦力: 互相接触的两个物体, 当有相对滑动或有相对滑动趋势时, 在它们的接触面上出现的阻碍相对滑动或阻碍相对滑动趋势的力, 前者叫滑动摩擦力, 后者叫静摩擦力。

② 滑动摩擦力由 $F = \mu F_N$ 公式计算。最关键的是对相互挤压力 F_N 的分析, 它跟研究物体在垂直于接触面方向的力密切相关, 也跟研究物体在该方向上的运动状态有关。特别是后者, 最易被人所忽视, 注意 F_N 与 F 变化的动态关系。

① 静摩擦力

① 最大静摩擦力 F_m , 是物体将发生相对运动这一临界状态时的摩擦力, 它只在这一状态下才表现出来。它的数值跟压力 F_N 成正比, $F_m = \mu_0 F_N$

② 静摩擦力 F 的大小, 方向都跟产生相对运动趋势的外力密切相关, 但跟接触面相互挤压力 F_N 无直接关系。因而 F 具有大小、方向的可变性, 变化性强是它的特点。对具体问题, 要具体分析, 研究物体的运动状态。若为平衡态, 静摩擦力将由平衡条件建立方程求解; 若为非平衡状态, 可由动力学规律建立方程求解。

考点指要 点击题 拓展迁移 $\rightarrow$ 5~8

两重叠在一起的滑块, 置于固定的倾角为 θ 的斜面上, 如图 1-6, 滑块 A、B 的质量分别为 M 、 m , A 与斜面间的动摩擦因数为 μ_1 , B 与 A 的动摩擦因数为 μ_2 。已知两滑块都从斜面由静止以相同的加速度滑下, 滑块 B 受到的摩擦力为 ()。

(A) 等于零

(B) 方向沿斜面向上

(C) 大小等于 $\mu_1 mg \cos \theta$

(D) 大小等于 $\mu_2 mg \cos \theta$

(上海市高考题)

解析 本题根据牛顿第二定律确定静摩擦力, 并需应用假设法。对 A、B 整体受力如图 1-7(a), 在沿斜面方向由牛顿第二定律有

$$(m+M)g \sin \theta - F = (m+M)a \quad ①$$

$$\text{且滑动摩擦力 } F = \mu_1(m+M)g \cos \theta \quad ②$$

点拨 假设 B 受的摩擦力 F_B 方向沿斜面向上, B 的受力如图 1-7(b), 在沿斜面方向上有

$$mg \sin \alpha + F_B = ma \quad ③$$

$$\text{由 } ① \text{ ② ③ 式解得 } F_B = -$$

$$\mu_1 mg \cos \alpha.$$

负号表示 F_B 方向与假设的方向相反, 即应沿斜面向上。

故本题答案选 B、C.

⑤ 力矩

① 力臂: 从转动轴到力作用线的垂直距离。

② 力矩: 力 F 与力臂 L 的乘积, 即 $M = F \cdot L$, 单位是牛·米。

③ 作用: 反映力对物体的转动效果是使物体的转动状态发生改变的原因。

④ 力矩的平衡: 有固定转动轴的物体的平衡条件是力矩的代数和等于零, 即 $\Sigma M = 0$ 或 $\Sigma M_{\text{逆}} = \Sigma M_{\text{顺}}$

考点指要 点击题 拓展迁移 $\rightarrow$ 9

解析 如图 1-8 所示, 质量不计的杆 O_1B 和 O_2A 长度均为 l , O_1 和 O_2 为光滑固定转轴, A 处有一凸起物搁在 O_1B 的中点, B 处用绳系在 O_2A 的中点, 此时两短杆便组合成一根长杆, 今在 O_1B 杆有 C 点 (C 为 AB 的中点) 悬挂一重为 G 的物体, 则 A 处受到的支承力大小为 _____, B 处绳的拉力大小为 _____。

(上海市高考题)

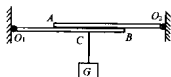


图 1-8

点拨 对杆 O_1B 分析, 可绕转轴 O_1 转动, 此时力矩平衡, $G \cdot \frac{3}{4}l + T_A \cdot \frac{l}{2} = T_B \cdot l$, 对杆 O_2A , 转轴为 O_2 , 则由力矩平衡可得 $T_A \cdot l = T_B \times \frac{l}{2}$, 由以上两式可得 $T_A = \frac{G}{2}$, $T_B = G$.

1. 关于力的叙述正确的有()。

- (A) 只有相互接触的物体间才能产生力的作用
 (B) 物体受到力的作用, 运动状态一定改变
 (C) 施力物体一定受力的作用
 (D) 竖直向上抛出的物体, 物体竖直上升, 是因为受了一个竖直向上的升力作用

2. 关于物体的重心, 下列说法中正确的是()。

- (A) 重心就是物体内的最重的点
 (B) 任何有规则形状的物体, 它的几何中心必然与重心重合
 (C) 物体的重心相对物体的位置不因物体升高或降低, 以及放置的不同而发生改变
 (D) 重心是重力的作用点, 所以重心总在物体上, 不可能在物体之外

3. 如图 1-9, a, b 为两根相连的轻质弹簧, 它们的劲度系数分别为 $k_a = 1 \times 10^3 \text{ N/m}$, $k_b = 2 \times 10^3 \text{ N/m}$, 原长分别为 $l_a = 6 \text{ cm}$, $l_b = 4 \text{ cm}$, 在下端挂一物体 G , 物体受到的重力为 10 N 平衡时()。

- (A) 弹簧 a 下端受的拉力为 4 N , b 下端受的拉力为 6 N
 (B) 弹簧 a 下端受的拉力为 10 N , b 下端受的拉力为 10 N
 (C) 弹簧 a 的长度变为 7 cm , b 的长度变为 4.5 cm
 (D) 弹簧 a 的长度变为 6.4 cm , b 的长度变为 4.3 cm

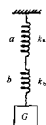


图 1-9

4. 如图 1-10 所示, 滑轮本身的质量可忽略不计, 滑轮轴 O 安在一根轻杆 BA 上, 一根轻绳 AC 绕过滑轮, A 端固定在墙上, 且绳保持水平, C 端下面挂一重物, BO 与竖直方向夹角 $\theta = 45^\circ$, 系统保持平衡, 若保持滑轮的位置不变, 改变 θ 的大小, 则滑轮受到木杆的弹力大小变化情况是()。

- (A) 只有角 θ 变小, 弹力才变小
 (B) 只有角 θ 变大, 弹力才变大
 (C) 不论角 θ 变大或变小, 弹力都变大
 (D) 不论角 θ 变大或变小, 弹力都不变



图 1-10

5. 如图 1-11 所示, 质量为 m 的物体放在水平放置的钢板 C 上, 与钢板的动摩擦因数为 μ , 由于光滑导槽 A, B 的控制, 物体只能沿水平导槽运动。现使钢板以速度 v_1 向右运动, 同时用力 F 沿导槽的方向拉动物体使物体以速度 v_2 沿导槽运动, 则 F 的大小为()。

- (A) 等于 μmg (B) 大于 μmg
 (C) 小于 μmg (D) 不能确定

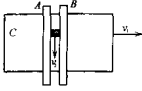


图 1-11

6. 如图 1-12 所示, 木板 B 放在水平地面上, 木板 A 放在 B 的上面, A 的右端通过轻质弹簧秤固定在直立的墙壁上。用 F 向左拉动 B , 使它以速度 v 运动, 这时弹簧秤示数为 T , 下面的说法中正确的是()。

- (A) 木板 B 受到的滑动摩擦力的大小等于 T
 (B) 地面受到的滑动摩擦力的大小等于 T
 (C) 若木板以 $2v$ 的速度运动, 木板 A 受到的摩擦力的大小等于 $2T$
 (D) 若 $2T$ 的力作用在木板上, 木板 A 受到的摩擦力的大小等于 T

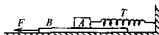


图 1-12

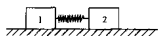
7. 如图 1-13 所示, 在一粗糙水平面上有两个质量分别为 m_1 和 m_2 的木块 1 和 2, 中间用一原长为 l , 劲度系数为 k 的轻弹簧连接起来, 木块与地面间的动摩擦因数为 μ , 现用一水平力向右拉木块 2, 当两木块一起匀速运动时两木块之间的距离是()。

图 1-13

- (A) $l + \frac{\mu}{k} m_1 g$ (B) $l + \frac{\mu}{k} (m_1 + m_2) g$
 (C) $l + \frac{\mu}{k} m_2 g$ (D) $l + \frac{\mu}{k} \left(\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) g$

8. 如图 1-14 所示, 质量为 m 的木块在质量为 M 的长木板上向右滑行, 木块同时受到向右的拉力 F 的作用, 长木板处于静止状态, 已知木块与木板间的动摩擦因数为 μ_1 , 木板与地面间的动摩擦因数为 μ_2 , 则()。

- (A) 木板受到地面的摩擦力的大小一定是 $\mu_1 mg$
 (B) 木板受到地面的摩擦力的大小一定是 $\mu_2 (m + M) g$
 (C) 当 $F > \mu_2 (m + M) g$ 时, 木板便会开始运动
 (D) 无论怎样改变 F 的大小, 木板都不可能运动

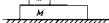


图 1-14

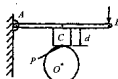
9. 图 1-15 中是用电动砂轮机打磨工件的装置, 砂轮的转轴过图中 O 点垂直于纸面, AB 是一长度 $l = 0.60 \text{ m}$, 质量 $m_1 = 0.50 \text{ kg}$ 的均匀刚性细杆, 可绕过 A 端的固定轴在竖直面(图中纸面)内无摩擦地转动。工件 C 固定在 AB 杆上, 其质量 $m_2 = 1.5 \text{ kg}$, 工件的重心、工件与砂轮的接触点 P 以及 O 点都在过 AB 中点的竖直线上。 P 到 AB 杆的垂直距离 $d = 0.10 \text{ m}$, AB 杆始终处于水平位置。砂轮与工件之间的动摩擦因数 $\mu = 0.60$ 。

图 1-15

- (1) 当砂轮静止时, 要使工件对砂轮的压强 $F_0 = 100 \text{ N}$, 则施于 B 端竖直向下的力 F_B 应是多大?
 (2) 当砂轮逆时针转动时, 要使工件对砂轮的压强仍为 $F_0 = 100 \text{ N}$, 则施于 B 端竖直向下的力 F_B' 应是多大?

第2讲

力的合成和分解

高考大纲目标

本讲重点、难点、考点



考试说明

- ◆ 理解合力和分力的概念,重点领会合力和分力的等效性。
- ◆ 力的合成和分解遵循的平行四边形定则。
- ◆ 力的合成和分解的几何分析方法。

知识 & 方法 · 名题伴读 · 轻松做题

1 合力和分力

① 几个力同时作用的效果与某一个力单独作用的效果相同,这个力为那几个力的合力,哪几个力为这个力的分力。

② 合力和它的分力是从力的效果上的一种等效替代关系,而不是力的本质上的替代。

考点指要 点击名题 拓展迁移 → 1、9、10

例 水平横梁的一端 A 插在墙壁内,另一端装有一小滑轮 B。一轻绳的一端 C 固定于墙壁上,另一端跨过滑轮后悬挂一质量 $m = 10\text{kg}$ 的重物, $\angle CBA = 30^\circ$, 如图 2-1 (a) 所示,则滑轮受到绳子的作用力为 (g 取 10m/s^2) ()。

- (A) 50N (B) $50\sqrt{3}$ N
(C) 100N (D) $100\sqrt{3}$ N

(上海市高考题)

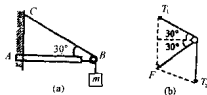


图 2-1

点拨 滑轮受到绳子的作用力应为图中两段绳中拉力 T_1 和 T_2 的合力。因同一根绳张力处处相等,都等于物体的重量,即 $T_1 = T_2 = G = mg = 100\text{N}$ 。用平行四边形定则作图 2-1 (b),可知合力 $F = 100\text{N}$,所以滑轮受绳的作用力为 100N ,方向与水平方向成 30° 斜向下。正确答案为 C。

2 力的合成与分解

① 求几个力的合力叫力的合成,求一个力的分力叫力的分解。

② 运算法则:

① 平行四边形定则。由于力的合成与分解互为逆运算,所以都遵守平行四边形定则。它的内容是:如果用表示两个共点力 F_1 和 F_2 的线段为邻边作平行四边形,那么这两个邻边之间的对角线就表示合力 F 的大小和方向。公式 $F =$

$\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$, 如图 2-2 所示。

② 三角形定则。求两个互成角度的共点力 F_1 、 F_2 的合力,可以把表示 F_1 、 F_2 的线段首尾相接画出,把 F_1 、 F_2 的另外两端连接起来,则此连线就表示合力 F 的大小和方向,如图 2-3 所示,显然,把图 2-2 中的力 F_2 平移就得到图 2-3。因此,三角形定则是平行四边形定则的简化,本质相同。

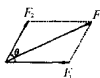


图 2-2

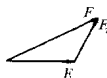


图 2-3

③ 正交分解法。这是求多个力的合力常用的方法。根据平行四边形定则,把每一个力都分解到互相垂直的两个方向上,分别求这两个方向上的力的代数和 F_x 、 F_y ,然后再求合力 $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ 。

考点指要 点击名题 拓展迁移 → 2-7、11

例 如图 2-4(a) 所示,质量为 m 的球放在倾角为 α 的光滑斜面上,试分析挡板 AO 与斜面间的倾角 β 多大时, AO 所受压力最小?



图 2-4(a)

点拨 虽然题目问的是挡板 AO 的受力情况,但若直接以挡板为研究对象,因挡板所受外力均为未知力,将无法得出结论。

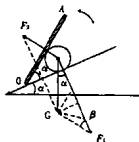


图 2-4(b)

以球为研究对象,球所受重力 G 产生的效果有两个:对斜面产生了压力 F_1 ;对挡板产生了压力 F_2 。根据重力产生的效果将重力分解,如图 2-4(b) 所示。

当挡板与斜面的夹角 β 由图示位置变化时, F_1 大小改变,

但方向不变,始终与斜面垂直; F_2 的大小、方向均改变(图2-4(b))中画出一系列虚线表示变化的 F_2 ,由图可看出,当 F_2 与 F_1 垂直即 $\beta=90^\circ$ 时,挡板AO所受压力最小,最小压力 $F_2=mgsina$.

也可用解析法分析力矢量三角形,根据正弦定理有 $F_2/sina=mg/\sin\beta$

$$\therefore F_2 = mgsina/\sin\beta,$$

$mgsina$ 是定值, F_2 随 $\sin\beta$ 变化而变化

当 $\beta < 90^\circ$ 时 $\beta \uparrow \rightarrow \sin\beta \uparrow \rightarrow F_2 \downarrow$

当 $\beta > 90^\circ$ 时 $\beta \uparrow \rightarrow \sin\beta \downarrow \rightarrow F_2 \uparrow$

当 $\beta = 90^\circ$ 时, F_2 有最小值 $mgsina$.

3 实验、互成角度的两个力的合成

F' 的作用效果及 F_1 和 F_2 的共同作用效果都是使橡皮条伸长到某点O,则 F' 为 F_1 和 F_2 的合力,作出 F' 的图示,再根据平行四边形定则作出 F_1 和 F_2 的合力 F 的图示,比较 F 、 F' 是否大小相等,方向相同.

考点指要 **点击名题** **拓展迁移** $\rightarrow$ 8、12

例题 将橡皮筋的一端固定在A点,另一端拴上两根细绳,每根细绳分别连着一个量程为5N,最小刻度为0.1N的弹簧测力计,沿着两个不同的方向拉弹簧测力计,当橡皮筋的活动端拉到O点时,两根细绳相互垂直,如图2-5(a)所示.这时弹簧测力计的读数可从图中读出.

(1)由图可读出两个相互垂直的拉力的大小分别为____N和____N.(只须准确到0.1N)

(2)在本题的方格纸上按作图法的要求画出这两个力及它们的合力.

点拨 两弹簧秤的读数分别为4.0N和2.5N,做出合力如图2-5(b)所示.

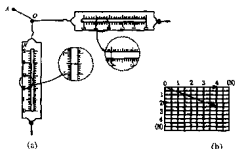


图2-5

点评:本实验是用作图法处理实验数据并得出结论,因此规范的作图至关重要,要养成平推三角板画平行线的作图习惯.

应用与创新拓展训练题 $\rightarrow$ 答案见本书第168页

1. 某物体在四个共点力作用下处于平衡状态,如图2-6所示,若 F_1 方向沿逆时针转过 90° ,而保持 F_1 大小不变,其余三力均不变,则此时物体受的合力大小为().

- (A) F_1 (B) $2F_1$
(C) $\sqrt{2}F_1$ (D) 无法判定

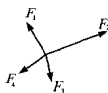


图2-6

2. 两绳相交,绳与绳、绳与天花板间夹角的大小如图2-7所示.现用力 F 作用于交点A, F 与右绳间的夹角为 α .保持 F 的大小不变,改变 α 角的大小,忽略绳本身的重力,则在下列哪种情况下,两绳所受的张力相等().

- (A) $\alpha = 150^\circ$ (B) $\alpha = 135^\circ$
(C) $\alpha = 120^\circ$ (D) $\alpha = 90^\circ$

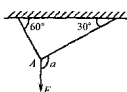


图2-7

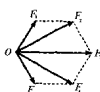


图2-8

3. 如图2-8所示,有五个力作用于同一点O,表示这五个力的有向线段恰分别构成一个正六边形的两邻边和三条对角线.已知 $F_3 = 10N$,则这五个力的合力大小为().

- (A) 0 (B) 20N (C) 30N (D) 40N

4. 如图2-9,三角形ABC三边中点分别为D、E、F,在三角形中

任取一点O,如果 $\vec{OE}$ 、 $\vec{OF}$ 、 $\vec{DO}$ 三个矢量代表三个力,那么这三个力的合力为().

- (A) $\vec{OA}$ (B) $\vec{OB}$ (C) $\vec{OC}$ (D) $\vec{DO}$



图2-9

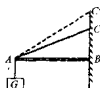


图2-10

5. 如图2-10所示, AB 为轻质硬杆, AC 为轻绳, A 端悬挂一重物 G ,整个装置处于平衡状态,现保持 AB 杆水平并且 G 不变,将绳的固定点 C 向上移到 C' ,则绳的拉力 T 的变化情况是().

- (A) 一定减小 (B) 可能先减小后增大
(C) 一定增大 (D) 可能先增大后减小

6. 如图2-11所示,轻杆 BC 一端用铰链固定于墙上,另一端有一小滑轮 C ,重物 D 系一绳经 C 固定在墙上的 A 点,滑轮与绳的质量及摩擦均不计.若将绳端 A 点沿墙稍向上移,系统再次平衡后,则().

- (A) 轻杆与竖直墙壁的夹角减小
(B) 绳的拉力增大,轻杆所受的压力减小
(C) 绳的拉力不变,轻杆所受的压力减小
(D) 绳的拉力不变,轻杆所受的压力不变

图2-11



7. 建筑工人要将建筑材料运送到高处,常在楼顶装置一个定滑轮(图2-12中未画出),用绳 AB 通过滑轮将建筑材料提到某一高处,为了防止建筑材料与墙壁相碰,站在地面上的工人还另外用绳 CD 拉住材料,使它与竖直墙面保持一定的距离 L ,如图所示.若不计两根绳的重力,在建筑材料提起过程

中,绳 AB 和 CD 的拉力 T_1 和 T_2 的大小变化情况是()。

- (A) T_1 增大, T_2 增大
(B) T_1 增大, T_2 不变
(C) T_1 增大, T_2 减小
(D) T_1 减小, T_2 减小

8. 在《验证力的平行四边形定则》在实验中,使 b 弹簧秤按图 2-13 所示位置开始顺时针缓慢转动,在这过程中保持 O 点位置不变和 a 弹簧秤的拉伸方向不变,则在整个过程中关于 a 、 b 弹簧秤的读数变化是()。

- (A) a 增大, b 减小
(B) a 减小, b 增大
(C) a 减小, b 先增大后减小
(D) a 减小, b 先减小后增大

9. 如图 2-14 所示, A 、 B 是两根竖直立在地上的木桩,轻绳系在两木桩上不等高的 P 、 Q 两点, C 为光滑的质量不计的滑轮,下面悬挂着重物 G 。现保持结点 P 的位置不变,当 Q 点的位置变化时,轻绳的合力大小变化的情况是()。

- (A) Q 点上下移动时,张力不变
(B) Q 点向上移动时,张力变大
(C) Q 点向下移动时,张力变小
(D) 条件不足,无法判断

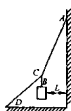


图 2-12

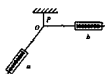


图 2-13

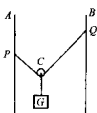


图 2-14

10. 三段不可伸长的细绳 OA 、 OB 、 OC 能承受的最大拉力相同,它们共同悬挂一重物,如图 2-15 所示,其中 OB 是水平的, A 端、 B 端固定,若逐渐增加 C 端所挂物体的质量,则最先断的绳是()。

- (A) 必定是 OA
(B) 必定是 OB
(C) 必定是 OC
(D) 可能是 OC ,也可能是 OB

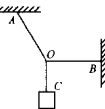


图 2-15

11. 两根长度相等的轻绳,下端悬挂一质量为 m 的物体,上端分别固定在水平天花板上的 M 、 N 点, M 、 N 两点间的距离为 s ,如图 2-16 所示,已知两绳所能经受的最大拉力均为 T ,则每根绳不得短于_____。

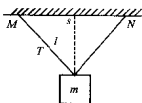


图 2-16

12. 在“验证力的平行四边形定则”的实验中,两弹簧秤拉力的图示在图 2-17 中作出,图中方格每边的长度表示 1N , O 是橡皮筋的一个端点。



图 2-17

用两个直角三角板按照作图法作出合力 F 的图示。(在作 F_2 的平行线时,请在图上用虚线画出固定三角板 I 的位置,移动三角板 II 的位置,并用箭头标出 II 的移动方向)。得到的合力的大小为 _____ N 。

第3讲

物体的平衡

高考大纲目标

本讲重点、难点、考点



考试说明

- ◆ 掌握共点力作用下物体的平衡条件。
- ◆ 会用矢量合成法和正交分解法列平衡方程。
- ◆ 会用整体法和隔离法分析物体的平衡。
- ◆ 会正确受力分析。

知识 & 方法 · 名题伴读 · 轻松做题

1 共点力的平衡条件

① 共点力

作用在物体的同一点,或作用线相交于一点的几个力。

② 平衡状态

物体保持匀速直线运动或静止状态叫平衡状态。是加速度等于零的状态。

③ 共点力作用下的物体的平衡条件

① 物体所受的合外力为零,即 $\Sigma F = 0$ 。

② 若采用正交分解法求解平衡问题,则平衡条件应为

$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0, \\ \Sigma F_y = 0. \end{cases}$$

考点指要 点击题图 拓展迁移 1.5

例1 如图 3-1 所示,质量为 m 的一只箱子,置于斜面上。动摩擦因数为 μ ,若不管用多大水平推力,箱子都不可能向上滑动,则斜面的倾角 θ 至少应该多大?

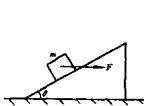


图 3-1

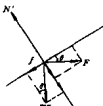


图 3-2

点拨 箱子若匀速上滑,其受力情况如图 3-2 所示。

$$F \cos \theta - mg \sin \theta - \mu N = 0$$

$$N - F \sin \theta - mg \cos \theta = 0$$

由①②式得

$$F = \frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\cos \theta - \mu \sin \theta} \cdot mg$$

若 F 无论多大,箱子均不能上滑,则

$$\cos \theta - \mu \sin \theta \leq 0$$

$$\tan \theta \geq \frac{1}{\mu}$$

$$\theta \geq \arctan \frac{1}{\mu}$$

①

②

2 用平衡条件解题的常用方法

① 力的三角形法

物体受同一平面内三个互不平行的力作用平衡时,这三个力的矢量箭头首尾相接,构成一个矢量三角形,反之,若三个力矢量箭头首尾相接恰好构成三角形,则这三个力的合力必为零,利用三角形法,根据正弦定理,余弦定理或相似三角形等数学知识可求得未知力。

② 力的合成法

物体受三个力作用而平衡时,其中任意两个力的合力必跟第三个力等大反向,可利用力的平行四边形定则,根据正弦定理、余弦定理或相似三角形等数学知识求解。

③ 正交分解法

将各力分别分解到 x 轴上和 y 轴上,运用两坐标轴上的合力等于零的条件

$\begin{cases} \Sigma F_x = 0, \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases}$ 多用于三个以上共点力作用下的物体的平衡。值得注意的是,对 x 、 y 方向选择时,尽可能使落在 x 、 y 轴上的力多;被分解的力尽可能是已知力,不宜分解待求力。

考点指要 点击题图 拓展迁移 2.3, 8

例2 固定在水平面上的光滑半球,半径为 R ,球心 O 的正上方固定一个小定滑轮,细线一端拴一小球,置于半球面上的 A 点,另一端绕过定滑轮,如图 3-3 所示,现缓慢地将小球从 A 点拉到 B 点,则此过程中,小球对半球的压力大小 N 、细线的拉力大小 T 的变化情况是()。

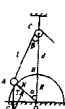


图 3-3

- (A) N 变大, T 不变
(B) N 变小, T 变大
(C) N 不变, T 变小
(D) N 变大, T 变小

点拨

(1) 三角形法。

小球缓慢运动,合力为零。由于重力 G 、半球的弹力 N 、绳的拉力 T 的方向始终沿竖直方向、半径方向、绳的收缩方向,所以由 G 、 N 、 T 组成的力三角形与长度三角形 $\triangle AOC$ 相似,有

$$\frac{N}{R} = \frac{mg}{OC} = \frac{T}{AC}$$

$$\therefore N = \frac{R}{OC} mg \quad T = \frac{AC}{OC} mg$$

拉动过程中, AC 变小, OC 与 R 不变,

所以 N 不变, T 变小。

(2) 正交分解法.

$$\text{水平方向上: } N \sin \alpha - T \sin \beta = 0 \quad (1)$$

$$\text{竖直方向上: } N \cos \alpha + T \cos \beta - G = 0 \quad (2)$$

$$\text{解①②式得: } T = G \sin \alpha / \sin(\alpha + \beta), N = G \sin \beta / \sin(\alpha + \beta).$$

设 A 到 OC 间的距离为 x , 则 $\sin \alpha = \frac{x}{R}$, $\sin \beta = \frac{x}{l}$, $\triangle AOC$ 中由正弦定理得:

$$(d + R) / \sin[180^\circ - (\alpha + \beta)] = R / \sin \beta, \text{解得 } \sin \beta = (d + R) x / lR, \text{将 } \sin \alpha, \sin \beta, \sin(\alpha + \beta) \text{ 代入 } T, N \text{ 表达式即得 } T = Gl / (d + R), N = GR / (d + R).$$

可见, 在 l 减小时, R 与 $d + R$ 均不变, N 不变而 T 减小.

③ 受力分析

① 受力分析的顺序: 先找重力, 再找接触力(弹力、摩擦力), 最后分析其他力(电磁力、浮力等).

② 受力分析的三个判断依据:

① 从力的概念判断, 寻找对应的施力物.

② 从力的性质判断, 寻找产生的原因.

③ 从力的效果判断, 寻找是否产生形变或改变运动状态(是静止, 匀速运动还是有加速度).

④ 受力分析的方法

① 隔离法和整体法

将研究对象与周围物体分隔开或将相对位置不变的物体系作为一个整体来分析.

② 假设法

在未知某力是否存在时, 可先对其作出存在或不存在的假设, 然后再就该力存在与不存在对物体运动状态是否产生影响来判断该力是否存在.

③ 注意事项

A. 研究对象的受力图, 通常只画出根据性质命名的力, 不要把按效果分解的分力或合成的合力分析进去, 受力图完成后再进行力的合成或分解.

B. 区分内力和外力, 对几个物体的整体进行受力分析时, 这几个物体间的作用力为内力, 不能在受力图中出现; 当把某一物体单独隔离分析时, 原来内力变成了外力, 要画在受力图上.

C. 在难以确定物体的某些受力情况时, 可先根据(或确定)物体的运动状态, 再运用平衡条件或牛顿运动定律判定未知力.

考点指要 点击题 拓展迁移 4.6, 7.10

有一个直角支架 AOB, AO 水平放置, 表面粗糙, OB 竖直向下, 表面光滑, AO 上套有小环 P, OB 上套有小环 Q, 两环质量均为 m , 两环间由一根质量可忽略、不可伸长的细绳相连, 并在某一位置平衡(如图 3-4). 现将 P 环向左移一小段距离, 两环再次达到平衡, 那么将移动后的平衡状态和原来的平衡状态比较, AO 杆对 P 环的支持力 N 和细绳上的拉力 T 的变化情况是().

(A) N 不变, T 变大

(B) N 不变, T 变小

图 3-4

(C) N 变大, T 变大

(D) N 变大, T 变小

(上海市高考题)

点拨

用隔离法分析 Q. 因 OB 杆光滑, 所以绳拉力 T 的竖直分力等于 Q 环的重力, 即 $T \cos \alpha = mg$, 式中 α 表示绳与 OB 的夹角, 当 P 环向左移一段距离后, α 变小, 由 $T = mg / \cos \alpha$ 知拉力 T 变小.

用整体法分析 P、Q 整体, 所受的外力有重力 $2mg$, OB 杆对 Q 环的水平向左的弹力 F_B , OA 对 P 环的支持力 N 和水平向右的摩擦力, 根据竖直方向平衡知 N 恒等于 $2mg$. 所以, 正确答案为 B.

④ 三力汇交原理

物体在共面的三个力作用下处于平衡时, 若这三个力不平行, 则三力必共点.

考点指要 点击题 拓展迁移 9

题例

重力为 G 的均质杆一端放在粗糙的水平面上, 另一端系在一条水平绳上, 杆与水平面成 α 角, 如图 3-5(a) 所示, 已知水平绳的张力大小为 T , 求地面对杆下端的作用力大小和方向?

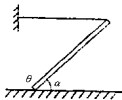


图 3-5(a)

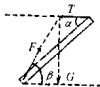


图 3-5(b)

题解

地面对杆的作用力是地面对杆的弹力和静摩擦力两个力的合力, 这样杆受三个彼此不平行的作用力, 根据三力汇交原理知三力必共点. 如图 3-5(b) 所示, 设 F 与水平方向夹角为 β , 用平衡条件有

$$F \sin \beta = G \quad (1)$$

$$F \cos \beta = T \quad (2)$$

$$\text{解①②式得 } F = \sqrt{G^2 + T^2}$$

$$\beta = \arctan \frac{G}{T}$$

应用与创新拓展题

答案见本书第 168 页

1. 一个截面是直角三角形的木块放在水平地面上, 在斜面上放一个光滑球, 球的一侧靠在竖直墙上, 木块处于静止, 如图 3-6 所示. 若在光滑球的最高点再施加一个竖直向下的力 F , 木块仍处于静止, 则木块对地的压力 N 和摩擦力 f 的变化情况是().

(A) N 增大, f 增大

(B) N 增大, f 不变

(C) N 不变, f 增大

(D) N 不变, f 不变

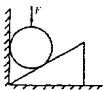


图 3-6

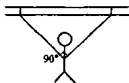


图 3-7

2. 某同学在做引体向上时处于如图 3-7 所示的平衡状态。已知该同学体重为 600N, 则下列说法中正确的是()。

(A) 该同学两只手臂的拉力都是 424N
(B) 该同学两只手臂的拉力都是 212N
(C) 该同学肱二头肌舒张, 肱三头肌收缩
(D) 该同学肱二头肌收缩, 肱三头肌舒张

3. 如图 3-8 所示, A 、 B 两物体的质量分别是 m_A 和 m_B , 而且 $m_A > m_B$, 整个系统处于静止状态。滑轮的质量和一切摩擦不计。如果绳的一端固定点 P 缓慢向右移动到 Q 点, 整个系统重新平衡后, 关于物体 A 的高度和两滑轮间绳与水平方向的夹角 θ 的变化, 以下说法正确的是()。

(A) 物体 A 的高度升高, θ 角变小
(B) 物体 A 的高度升高, θ 角不变
(C) 物体 A 的高度不变, θ 角增大
(D) 物体 A 的高度降低, θ 角变小

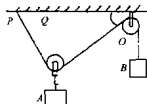


图 3-8



图 3-9

4. 如图 3-9 所示, 用光滑的铝丝做成一直角三角形, BC 边水平, AC 边竖直, $\angle ABC = \beta$, AB 及 AC 两边上分别套有细线系着的铜环, 当它们静止时, 细线跟 AB 所成的角 θ 的大小为 (细线长度小于 BC) ()。

(A) $\theta = \beta$ (B) $\theta > \pi/2$ (C) $\theta < \beta$ (D) $\beta < \theta < \pi/2$

5. 1999 年 10 月, 中国第一座跨度超千米的特大悬索桥——江苏江阴长江大桥正式通车。大桥主跨 1385m, 桥全长 3071m, 桥下通航高度为 50m, 两岸的桥塔身高 196m, 横跨长江南北两岸的两根主缆, 绕过桥塔顶端座由南北锚碇固定, 整个桥面和主缆的 4.8 万吨重量都悬在这两根主缆上, 如图 3-10 所示。

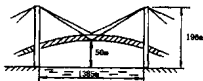


图 3-10

- (1) 每根主缆上的张力约为()。
(A) 2.4 万吨力 (B) 6 万吨力 (C) 12 万吨力 (D) 24 万吨力

- (2) 大桥用很长的引桥, 其目的是()。

(A) 减少摩擦力 (B) 减少正压力
(C) 减少下滑力 (D) 使桥型美观

- (3) 当汽车以 36km/h 的速度行驶在桥中央时, 设该处曲率半径为 2000m, 汽车对桥的压力与汽车重力之比为()。

(A) 1:1 (B) 19:20
(C) 21:20 (D) 1999:2000

6. 测定患者的血沉, 在医学上有助于医生对病情作出判断, 设血液是由红血球和血浆组成的悬浮液。将此悬浮液放在竖直放置的血沉管内, 红血球就会在血浆中匀速下沉, 其下沉速率称为血沉。某人的血沉 v 的值大约是 10mm/h。如果把红血球近似看作是半径为 R 的小球, 且认为它在血浆中下沉时所受的黏滞阻力为 $f = 6\pi\eta Rv$ 。在室温下 $\eta \approx 1.8 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 。已知血浆的密度 $\rho_0 \approx 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 红血球的密度 $\rho \approx 1.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。试由以上数据估算红血球半径的大小。(结果取一位有效数字即可)

7. 重为 G 的风筝用轻绳固定地面上 P 点, 风的压力垂直于风筝表面 AB , 并支持着风筝使它平衡。若测得绳子拉力为 T , 绳与地面夹角为 α , 如图 3-11 所示, 求风筝与水平夹角 φ 。



图 3-11

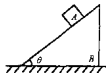


图 3-12

8. 如图 3-12 所示, 质量为 m 的物块 A 恰好能在倾角为 θ 的斜劈 B 的斜面上匀速滑下 (B 不动)。为使 A 能沿 B 的斜面匀速上滑, 且 B 与水平地面间的静摩擦力大小等于 mg , 需用一个斜向上的推力作用在 A 上。求该推力 F 的大小及该推力与水平方向的夹角 α 。(可用反三角函数表示)

9. 如图 3-13(甲)图所示, 将一条轻面柔软的细绳一端固定在天花板上的 A 点, 另一端固定在竖直墙上的 B 点, A 和 B 点到 O 点的距离相等, 绳的长度为 OA 的两倍。图(乙)所示为一质量和半径可忽略的动滑轮 K , 滑轮下悬挂一质量为 m 的重物。设摩擦力可忽略, 现将动滑轮和重物一起挂到细绳上, 在达到平衡时, 绳受的拉力是多大?



图 3-13 (甲)



图 3-13 (乙)

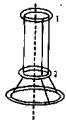


图 3-14

10. 三根不可伸长的相同的轻绳, 一端系在半径为 r_0 的环 1 上, 彼此间距相等。绳穿过半径为 r_0 的第 2 个圆环, 另一端用同样方式系在半径为 $2r_0$ 的圆环 3 上 (如图 3-14 所示)。环 1 固定在水平面上, 整个系统处于平衡。试求第 2 个环中心与第 3 个环中心之距高。(三个环都是用同种金属线制作的, 摩擦不计)

第4讲

匀速运动和匀变速直线运动

高考大纲目标

本讲重点·难点·考点



考试说明

- ◆ 理解机械运动、参照物、质点、位移、速度、加速度等重要概念。
- ◆ 理解匀速运动和匀变速运动的基本规律。

知识 & 方法 · 名题伴读 · 轻松做题

1 基本概念

① 位移:描述质点位置改变的物理量,是矢量,方向由初位置指向末位置,大小是从初位置到末位置的直线的长度。

② 速度:描述物体运动快慢和方向的物理量,是矢量。

③ 平均速度:做变速直线运动的物体,在某段时间内的位移与这段时间的比值叫做这段时间内的平均速度,即 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 。它只能粗略地描述物体做变速运动的快慢。

④ 瞬时速度:运动物体在某一时刻(或某一位置)的速度。瞬时速度的大小叫速率,是标量。

⑤ 加速度:描述速度变化快慢的物理量,它的大小等于速度变化量与发生这些变化所需要的时间的比值,即 $a = (v_t - v_0)/t$,是矢量。

考点指要 点击名题 拓展迁移 1,2,3, 10,11

例1 下列说法中正确的是()。

- (A) 加速度增大,速度一定增大
(B) 速度变化量 Δv 越大,加速度就越大
(C) 物体有加速度,速度就增加
(D) 物体速度很大,加速度可能为零

点拨 加速度描述的是速度变化的快慢,加速度大小是 Δv 和所用时间 Δt 的比值,并不只由 Δv 来决定,故 B 错。加速度增大说明速度变化加快,速度可能增大加快,也可能减小加快,或只是方向变化加快,故 A、C 错。加速度大说明速度变化快,加速度为零说明速度不变,但此时速度可以很大,也可以很小,故 D 正确。

2 匀速直线运动

① 物体在一条直线上运动,如果在相等的时间里位移相等,这种运动就叫做匀速直线运动。定义中的“相等时间”应理解为所要求达到的精度范围内的任意的相等时间。

② 匀速直线运动中,物体的位移与时间成正比,即 $s = vt$ 。

考点指要 点击名题 拓展迁移 10,11

例2 天文观测表明,几乎所有远处的恒星(或星系)都在以各自的速度背离我们而运动,离我们越远的星体,背离我们运动的速度(称为退行速度)越大;也就是说,宇宙在

膨胀。不同星体的退行速度 v 和它们离我们的距离 r 成正比,即

$$v = Hr$$

式中 H 为一常量,称为哈勃常数,已由天文观测测定。为解释上述现象,有人提出一种理论,认为宇宙是从一个爆炸的火球开始形成的。假设大爆炸后各星体以不同的速度向外匀速运动,并设想我们就位于其中心,则速度大的星体现在离我们越远,这一结果与上述天文观测一致。

由上述理论和天文观测结果,可估算宇宙年龄 T ,其计算式为 $T = \frac{1}{H}$ 。根据近期观测,哈勃常数 $H = 3 \times 10^{-2} \text{ m/s} \cdot \text{光年}$,其中光年是光在一年中行进的距离,由此估算宇宙的年龄约为多少。(上海市高考题)

点拨 宇宙形成是从宇宙大爆炸开始,每一个星体都以各自的速度匀速地远离中心,这就是我们所观测到的膨胀现象,对于不同的星体远离的速度不同,离中心越远速度越大,即 $v = Hr$,它不是同一天体的速度随距离的变化规律。

由于爆炸后各星体做匀速运动,令宇宙年龄为 T ,则星体现在距我们距离为 $r = vt = Hrt$ 得

$$T = \frac{1}{H}$$

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{H} = \frac{1}{3 \times 10^{-2} \text{ m/s} \cdot \text{光年}} = \frac{1 \text{ s} \cdot \text{光年}}{3 \times 10^{-2} \text{ m}} \\ &= \frac{1 \text{ s} \times 365 \times 24 \times 3600 \times 3 \times 10^8 \text{ m}}{3 \times 10^{-2} \text{ m}} \\ &= \frac{365 \times 24 \times 3600 \times 3 \times 10^8}{3 \times 10^{-2} \times 3600 \times 24 \times 365} \text{ s} \\ &= 1 \times 10^{10} \text{ s} \end{aligned}$$

3 匀变速直线运动

① 匀变速直线运动概念

物体在一条直线上运动,如果在相等时间内速度变化相等,这种运动叫匀变速直线运动。

② 特点: a 是恒量,且 $a \neq 0$

③ 公式

$$v_t = v_0 + at$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as$$

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$$

以上各式均为矢量式,应用时应规定正方向,然后把矢量化为代数量求解,通常选初速度方向为正方向,凡是跟正方向一致的取“+”值,跟正方向相反的取“-”值。

①推论

①任意两个连续相等的时间里的位移之差是一个恒量,即

$$\Delta s = aT^2 = \text{恒量}$$

②某段时间内的平均速度,等于该段时间的中间时刻的瞬时速度,即

$$\bar{v} = v_{\frac{t}{2}} = \frac{v_0 + v_t}{2}$$

③某段位移中点的瞬时速度等于初速度 v_0 和末速度 v_t 平方和一半的平方根,即

$$v_{\frac{s}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$$

④初速度为零的匀加速直线运动还具备以下几个特点:

I 1T内、2T内、3T内……位移之比

$$s_1:s_2:s_3:\dots = 1^2:2^2:3^2:\dots$$

II 1T末、2T末、3T末……速度之比

$$v_1:v_2:v_3:\dots = 1:2:3:\dots$$

III 第一个T内、第二个T内、第三个T内……的位移之比为

$$s_1:s_2:s_3:\dots = 1:3:5:\dots$$

IV 从静止开始通过连续相等的位移所用时间之比为

$$t_1:t_2:t_3:\dots = 1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2})\dots$$

考点指要 点击题 拓展迁移 4.7, 12, 14

考点指要 如图4-1所示,一平直的传送带以速度 $v = 2\text{m/s}$ 匀速运动,传送带把A处的工件运送到B处,A、B相距 $L = 10\text{m}$,从A处把工件无初速地放到传送带上,经过时间 $t = 6\text{s}$,能传送到B处,欲用最短的时间从A处传送到B处,求传送带的运行速度至少多大?

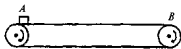


图4-1

点拨 因 $\frac{L}{t} > \frac{v}{2}$,所以工件在6s内先匀加速运动,后匀速运

动,有 $s_1 = \frac{v}{2} t_1$,

$$s_2 = vt_2$$

$$t_1 + t_2 = t$$

$$s_1 + s_2 = L$$

解上述四式得 $t_1 = 2\text{s}$, $a = v/t_1 = 1\text{m/s}^2$.

若要工件最短时间传送到B,工件先加速仍以 a ,设传送带速度为 v ,工件加速度后匀速,同上有

$$L = \frac{v}{2} t_1 + vt_2$$

$$\text{又} \because t_1 = v/a \quad t_2 = t - t_1$$

$$\therefore L = \frac{v^2}{2a} + v(t - \frac{v}{a})$$

$$\text{化简得 } t = \frac{L}{v} + \frac{v}{2a}$$

$$\therefore \frac{L}{v} + \frac{v}{2a} = \frac{L}{2a} = \text{常量}$$

$$\therefore \text{当 } \frac{L}{v} = \frac{v}{2a}, \text{即 } v = \sqrt{2aL} \text{ 时, } t \text{ 有最小值,}$$

$$v = \sqrt{2aL} = 2\sqrt{3}\text{m/s}$$

表明工件一直加速到B所用时间最短。

④实验测定匀变速直线运动的加速度

①打点计时器的原理

打点计时器使用交流低压电源(4V~6V),交流电的频率与振针振动的频率相同,当电源的频率是50Hz时,振针每隔0.02s

打点一次,打点时间间隔 $T = \frac{1}{f}$.

②关于纸带的计算

①“位移差”法判断运动情况,设相邻点之间的位移分别为 $s_1, s_2, s_3, \dots$

(A)若 $s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = s_4 - s_3 = \dots = \Delta s$,则物体匀变速直线运动。

(B)若 $s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = s_4 - s_3 = \dots = \Delta s \neq 0$,则物体做匀变速直线运动。

②“逐差法”求加速度即 $a_1 = \frac{s_4 - s_1}{3T^2}$, $a_2 = \frac{s_5 - s_2}{3T^2}$, $a_3 = \frac{s_6 - s_3}{3T^2}$,然后取平均值,即 $\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$,这样使所给数据全部

得到利用,以提高准确性。

③“平均速度法”求速度,即 $v_n = (s_n + s_{n+1})/2T$,如图4-2.

$$\left[\frac{n-1}{s_n} \quad \frac{n}{s_{n+1}} \quad \frac{n+1}{s_{n+2}} \right]$$

图4-2

④“图像法”求加速度,即由 $v_n = (s_n + s_{n+1})/2T$,求出数个点速度,画出 $v-t$ 图,直线的斜率即加速度。

考点指要 点击题 拓展迁移 5.6, 9, 13

考点指要 两木块自左向右运动,现用高速摄影机在同一底片上多次曝光,记录下木块每次曝光时的位置,如图4-3所示.连续两次曝光的时间间隔是相等的,由图可知().



图4-3

(A)在时刻 t_2 以及时刻 t_5 两木块速度相同

(B)在时刻 t_3 两木块速度相同

(C)在时刻 t_3 以及时刻 t_4 之间某瞬时两木块速度相同

(D)在时刻 t_4 以及时刻 t_5 之间某瞬时两木块速度相同

(上海市高考题)

点拨 由照片根据 $\Delta s = \text{恒量}$ 可判定两木块均作匀加速度直线运动,(下面木块实际上为匀变速直线运动)在 t_2 和 t_5 两木块位置重合,但 t_2 的瞬间时速为 t_1 到 t_2 内的平均速度,但