

黄冈

新 高 考 实 战

考无敌



物理

【第一轮总复习】

主编:邢新山
郑 帆

(黄冈中学高级教师)

湖南科学技术出版社





前 言

大江东去，吟唱出“古有东坡赤壁，今有黄冈中学”的雄伟乐章。黄冈这块曾孕育了李时珍、董必武、李四光、闻一多等历史名人的神奇土地以其深厚的文化底蕴，在高考实行3+X考试改革的潮流中，激流勇进，成绩卓著，尤其在国际奥林匹克竞赛中成绩骄人，“以惊涛拍岸，卷起千堆雪”的气势创造了被新闻媒体称之为“黄冈神话”的奇迹。为解密“黄冈神话”，推广百年名校的教改经验，本社特聘黄冈特、高级教师编写了这套“黄冈考无敌”第一轮复习丛书。

辛勤的老师，亲爱的同学，当你翻开这套丛书的时候，油墨的芳香送来的不是早已过时、落入俗套的“本章重难点透视”、“知识框架”，而是当代高三第一轮总复习的最新科研成果——高考考点、热点复习法，这种复习模式是黄冈百年重点中学在3+X高考改革第一轮总复习中经实践探索出的新模式，是“黄冈神话”的精髓。“黄冈考无敌”第一轮总复习丛书自上市以来受到广大读者厚爱，为答谢读者，推陈出新，修订后的丛书具有如下特点：

一、导向明确、可操作性强

本套丛书以现行统编教材为蓝本，按历年来高考命题所涉及的考点和热点为主线编写而成。全书以例题、习题为主，可配合教材使用，减轻科任教师负担，具有可操作性。

二、注重应用性知识训练培养能力

实行3+X高考改革的目的是培养学生运用所学知识，解决现实生活中实际问题的能力，从而引导学生关注社会的焦点和热点，从而达到培养学生创新能力的目的。为适应新形势下的高考改革，本套丛书在选题上摒弃了纯知识技能训练的陈题、偏题和怪题，注重应用性题目的讲解与训练，使学生通过应用性题目的训练提高解决实际问题的能力。这类题目具有如下特点：“下手容易，深入难，得分容易，得满分难。”本书所选例题、习题均为作者在高三应届毕业班中讲授的内容，并附有详尽解答，对开拓学生智力具有一定的指导意义。

三、变授人以鱼为授人以“渔”

教育心理学研究表明：98%以上的学生的脑细胞总数基本相同，换言之，98%以上的中学生的智力是处于同一起跑线上，但为什么学习成绩有差异呢？这就是各自所接受的教育、教学方法差异所致。本书字里行间不是就题解题，而是通过例题的解析、习题的提示解答和同学们一起探讨其规律性，远程领略黄冈名师的教学方法。荀子在《劝学》中云：“登高而招，臂非加长也，而见者远；顺风而呼，声非加疾也，而闻者彰……君子生非异也，善假于物也。”借鉴这段名言，但愿同学们能“善假于物”。借助一本好的参考书，点燃你早已具备的智慧火花，到达成功的彼岸。

囿于时间和编者水平，疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

丛书策划组

2002年5月14日



目 录

第1课时	力的基本概念	1	第34课时	波的叠加 干涉与衍射 声波	87
第2课时	共点力的合成与分解	3	第35课时	分子动理论 热和功	89
第3课时	力的平衡 受力分析	5	第36课时	气体的状态和状态参量	
第4课时	力矩	8		热力学温度	91
第5课时	描述运动的物理量		第37课时	气体的实验定律 理想气体	93
	匀速直线运动	10	第38课时	理想气体状态方程	96
第6课时	匀变速直线运动	12	第39课时	理想气体的气体图线	98
第7课时	运动图像	14	第40课时	理想气体状态方程的应用	101
第8课时	自由落体运动和竖直上抛运动	17	第41课时	库仑定律 电场强度	104
第9课时	运动学中的追及、相遇问题	19	第42课时	电势能 电势 电势差	107
第10课时	牛顿第一定律 惯性	21	第43课时	电场中导体	110
第11课时	牛顿第二定律 牛顿第三定律	23	第44课时	电容	113
第12课时	牛顿第二定律的应用(一)	26	第45课时	实验用描迹法画出电场中	
第13课时	牛顿第二定律的应用(二)	29		平面上的等势线	116
第14课时	超重和失重	31	第46课时	带电粒子在电场中的直线运动	118
第15课时	曲线运动 运动的合成和分解	33	第47课时	带电粒子在电场中的曲线运动	122
第16课时	平抛运动	36	第48课时	电阻定律 欧姆定律 电功率	126
第17课时	匀速圆周运动	39	第49课时	电阻的连接	128
第18课时	万有引力定律	42	第50课时	闭合电路欧姆定律 电源电动势和	
第19课时	人造地球卫星 万有引力定律			内电阻的测量	131
	的应用	45	第51课时	电阻的测量	135
第20课时	冲量与动量	47	第52课时	闭合电路的功率与效率	138
第21课时	动量定理	49	第53课时	简单阻容电路	140
第22课时	动量守恒定律	52	第54课时	磁场的描述	144
第23课时	碰撞与反冲	55	第55课时	磁场对直线电流的作用	146
第24课时	功和功率	58	第56课时	磁场对通电线圈的作用	
第25课时	动能定理	61		安培力矩	149
第26课时	势能	64	第57课时	磁场对运动电荷的作用	151
第27课时	机械能守恒定律	67	第58课时	带电粒子在磁场中的圆周运动	154
第28课时	能的转换与守恒定律	70	第59课时	带电粒子在复合场中的运动	158
第29课时	振动的描述 简谐运动	72	第60课时	电磁感应现象 楞次定律	162
第30课时	单摆	75	第61课时	法拉第电磁感应定律	165
第31课时	振动中的能量转换		第62课时	电磁感应中的力学问题	169
	受迫振动 共振	78	第63课时	电磁感应与全电路欧姆定律	173
第32课时	机械波·波的描述	80	第64课时	电磁感应中的能量转化问题	176
第33课时	振动图像与波动图像		第65课时	电磁感应中图像问题	179
	波动问题的应用	84	第66课时	自感 研究电磁感应现象	183



第 67 课时	交变电流	186	第 74 课时	透镜成像规律	208
第 68 课时	变压器 远距离输电	189	第 75 课时	光学实验	211
第 69 课时	电磁振荡 电磁波	193	第 76 课时	光的波动性 光谱	214
第 70 课时	光的直线传播 光的反射	195	第 77 课时	光电效应 光子说	217
第 71 课时	光的折射	198	第 78 课时	原子结构	219
第 72 课时	全反射 棱镜及其色散	201	第 79 课时	天然放射现象 人工核反应	222
第 73 课时	透镜成像作图法 观察像的目 域及透镜的视场	204	第 80 课时	核力 核能	225
			参考答案		229



第1课时 力的基本概念

一、基础知识点

1. 力是物体间的相互作用,是物体发生形变和物体运动状态变化的原因,力是矢量

(1) 力的作用效果与力的三要素有关:力的大小、力的方向、力的作用点。力的三要素可以用力的图示来表示。

(2) 任何两个物体之间的力的作用总是相互的,施力物体同时也一定是受力物体。

(3) 力的分类:

根据力的性质命名的力有重力、弹力、摩擦力、电场力、磁场力等;根据力的效果命名的力有拉力、张力、压力、推力、动力、阻力、向心力、回复力等。

2. 力学中常见的力

(1) 重力:大小为 $G = mg$,方向竖直向下;作用点在物体的重心(重心不一定在物体上,对于质量分布均匀,形状规则的物体,其重心在其几何中心)。

(2) 弹力:大小与施力物体的形变量及施力物体的力学性质有关。弹簧所产生的弹力大小为 $f = kx$ (k 为弹簧的劲度系数);力的方向与施力物体的形变方向相反;作用点在两物体接触处。

(3) 摩擦力:

① 静摩擦力:大小等于沿相对运动趋势方向上的外力;物体在静摩擦力作用下加速运动时, $0 \leq f \leq f_{\max}$ (最大静摩擦力与正压力和接触面间的物理性质有关);方向与物体相对运动趋势的方向相反;作用点在接触处,静摩擦力的大小可由牛顿第二定律确定。

② 滑动摩擦力:大小 $f = \mu N$;方向与物体相对运动方向相反;作用点在接触处。

二、思维能力进阶

考点1. 弹力的大小和方向的判定

例1. 如图1-1所示,光滑小球夹在两光滑的墙壁之间,两壁对球是否存在弹力作用?

【解析】判断弹力是否存在可用假设法,用假设法判断弹力有无的基本思路是:假设将与研究对象接触

的物体解除接触,然后判断研究对象的运动状态是否发生改变,若运动状态不变,则此处不存在弹力;若运动状态改变,则此处一定存在弹力。

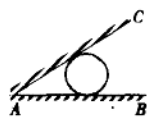


图1-1

在本题中,假设去掉面AB,物体会向下做落体运动,即运动状态会发生变化,因而水平面AB对球有弹力作用;如果去掉面AC,物体仍会静止不动,故面AC对球无弹力作用。

考点2. 摩擦力

例2. 如图1-2所示,用外力 $F = 50\text{N}$ 的水平力压在重 24N 的物体上(设物体受力 F 的面是光滑面),物体沿墙面下滑,物体与墙面之间的摩擦力多大?若用 $F = 100\text{N}$ 的水平力压在该物体上,恰好使物体静止,物体与墙之间的摩擦力又是多大?(设物体与墙之间的动摩擦因数 $\mu = 0.4$)

图1-2

【解析】当 $F = 50\text{N}$ 时,物体对墙的压力 $N = F = 50\text{N}$,则此时滑动摩擦力 $f = \mu N = 0.4 \times 50 = 20(\text{N})$ 。

当 $F = 100\text{N}$ 时,物体恰好静止,说明静摩擦力 $f_{\text{静}}$ 与重力平衡,故此时 $f_{\text{静}} = 24\text{N}$ 。不能错误地认为正压力增大到 100N ,摩擦力也增大到 40N ,因为公式 $f = \mu N$ 只适用于滑动摩擦力。

【评点】在计算摩擦力时,首先应分析物体的运动状态,判断所求摩擦力是滑动摩擦力还是静摩擦力;求滑动摩擦力时,最常见的错误是关于正压力的计算,要注意,正压力指的是接触面上的弹力,它不一定等于物体的重力。

三、发散思维整合

考点3. 胡克定律

例3. 如图1-3所示,两根原长都是 10cm 的轻弹簧,劲度系数都是 100N/m ,小球A、B的质量均为 100g ,且可视为质点。求悬点O到B之间的总长度是多少厘米?(g 取 10N/kg)

【解析】对小球B和弹簧AB受力分析,设弹簧AB伸长 Δx_1 ,小球B受重力和弹力而平衡,则 $k\Delta x_1 = mg$



$$\text{所以 } \Delta x_1 = \frac{mg}{k} = \frac{0.1 \times 10}{100} = 1 \times 10^{-2} (\text{m}) = 1 (\text{cm})$$

$$10^{-2} (\text{m}) = 1 (\text{cm})$$

对小球 AB 和弹簧 OA 进行整体分析, 设弹簧 OA 伸长 Δx_2 , 小球 AB 整体受重力和弹力而平衡, 则 $k\Delta x_2 = 2mg$.

$$\text{所以 } \Delta x_2 = \frac{2mg}{k} = 2 (\text{cm})$$

$$\text{所以 } \overline{OB} = 2l + \Delta x_1 + \Delta x_2 = 23 (\text{cm})$$

[评点] 胡克定律适用于弹簧或弹性绳, 且其形变在弹性限度以内, 运用胡克定律时要明确弹力的大小及形变量, 题中轻弹簧的含义是不计弹簧的重力. 分别对小球 A 和 B 受力分析, 实际上是隔离分析, 力求 OA 的伸长量, 对 AB 两小球整体受力分析, 这是整体分析法, 此题中用整体分析更简单一些.

四、高考能力实战

1. 关于力的说法, 下列正确的有 ()

A. 相互接触的物体间才有相互作用力
B. 施力物体同时也是受力物体
C. 力是改变物体运动状态和使物体发生形变的原因
D. 相互作用力一定是同种性质的力

2. 下列说法正确的是 ()

A. 重力的作用点叫重心, 重心不一定在物体上
B. 在地球表面上的物体才受到重力作用
C. 物体受弹力的方向跟物体形变的方向一致
D. 只要物体相互接触, 就一定产生弹力

3. 关于摩擦力, 下列说法正确的是 ()

A. 物体放在相互挤压的粗糙面上, 一定受摩擦力作用
B. 摩擦力一定是阻力
C. 摩擦力的方向与物体相对运动或相对运动趋势的方向相反
D. 静摩擦力随着运动趋势方向上的外力的变化而变化

4. 如图 1-4 所示, 物体 A、B、C

叠放在水平桌面上, 水平力 F 作用于 C 物体, 使 A、B、C 以共同速度向右匀速运动, 且三者相对静止, 那么关于

摩擦力的说法正确的是

()

A. C 不受摩擦力作用 B. B 不受摩擦力作用
C. A 受摩擦力的合力为零
D. 以 A、B、C 为整体, 整体受的摩擦力为零

5. 如图 1-5 所示, 在皮带传动物体的装置中, A 轮为主

动轮, B 为从动轮.

当物体 P 在皮带带动下向右运动过程中, A 轮对皮带的摩擦力的方向

和 B 轮对皮带的静摩擦力的方向 (a、b 均为两轮水平直径的端点) 分别是

A. 向下, 向下 B. 向上, 向下
C. 向下, 向上 D. 向上, 向上

6. 如图 1-6 所示, 质量为 m 的物体放在粗糙水平地面上, 在一个与水平成 θ 角的力 F 作用下保持静止状态. 欲使物体所受到的摩擦力减小为原来的一半, 可采用的方法是 ()

A. 物体与地面间的摩擦因数减为原来的一半
B. 使物体的质量减半
C. 把力 F 的大小减为原来的一半
D. 把 θ 角减为原来的一半

7. 如图 1-7 所示, 将一质量为 m 的物体放在斜面上, 并沿斜面向上施加一个拉力 T , 为了使物体能在斜面上保持静止, 所加拉力的最

小值为 T_1 , 最大值为 T_2 , 则物体受到的最大静摩擦力的大小为 _____.

8. 一个弹簧秤, 由于更换弹簧, 不能直接在原来准确标度的均匀刻度上读数. 经测试, 不挂重物时, 示数为 2N; 挂 100N 的重物时, 示数为 92N (弹簧仍在弹性限度内); 那么当读数为 20N 时, 所挂物体的实际重为 _____.

9. 如图 1-8 所示, 一劲度系数为 k_1 的轻弹簧, 竖直地放在桌面上, 它的上端压一质量为 m 的物体. 另一劲度系数为 k_2 的弹簧竖直地放在物体上面, 其下端与物体的上表面相连. 两个弹簧的质量都不计. 要使物体在静止时, 下面弹簧的弹力为零, 应将上面弹簧的上端 A 竖直上提一段距离 d , 其值 $d =$ _____.

10. 一弹簧下端挂 5.0N 重物时, 弹簧长度为 20cm, 挂 7.5N 的物体时, 弹簧长 21cm. 若将重为 18N 的物体放在水平地面上, 物体与地面间的动摩擦因数为 0.5, 再用这根弹簧水平拉着物体匀速运动, 则这时弹簧的长度为多少厘米? (均在弹性限度以内).

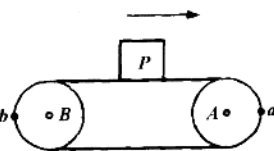


图 1-5

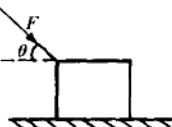


图 1-6

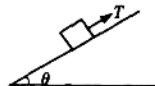


图 1-7

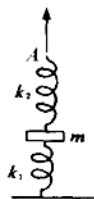


图 1-8



第2课时 共点力的合成与分解

一、基础知识点击

1. 力的合成与分解遵循平行四边形法则

2. 共点力的合成

(1) 两个共点力的合力大小与方向:(图2-1)

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

$$\tan\theta = \frac{F_2\sin\alpha}{F_1 + F_2\cos\alpha}$$

F 的取值范围为

$$|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$$

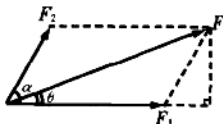


图2-1

(2) 共点的三个以上的力可以采用多边形法则合成。

(3) 若几个共点力的方向在同一直线上,力的合成可化为代数运算。

3. 力的分解是力的合成的逆运算,同一个力可以分解成无数对大小、方向不同的分力,下面是有确定解的几种常见情况

(1) 已知合力和两个分力的方向,求两个分力的大小(有一组解);

(2) 已知合力和一个分力的大小与方向,求另一个分力的大小和方向(有一组解);

(3) 已知合力、一个分力 F_1 的大小与另一分力 F_2 的方向,求 F_1 的方向和 F_2 的大小(有一组解或两组解)。

二、思维能力进阶

考点1. 力的合成

例1. 有三个共点力,大小分别为14N、10N、3N,其合力大小可能为

A. 0 B. 3N C. 10N D. 30N

[解析] 当三个力方向相同时合力最大, $F_{\max} = 27\text{N}$, 但这三个力矢量不能构成封闭三角形(三角形两边之和不能小于第三边), 故当10N、3N两力同向, 且与14N的力反向时, 合力最小为1N, 即 $1\text{N} \leq F_{\text{合}} \leq 27\text{N}$, 所以正确答案应为B、C。

[评点] 此题最易犯的错误的认为是三个力的合力的最小值是零。实际上三个力的合力为零时, 这三个力可以构成一个封闭三角形, 即任两个力的合力应大于第三边, 此题并不满足这一条件。

考点2. 力的分解

例2. 如图2-2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?

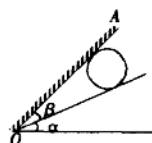


图2-2

[解析] 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, 因挡板所受受力均未知, 将无法得出结论。

以球为对象, 球所受重力 mg 产生的效果有两个: 对斜面产生的压力 N_1 ; 对挡板的压力 N_2 。根据重力的作用效果, 将重力分解, 如图2-3所示。

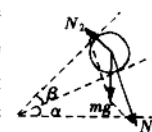


图2-3

当挡板与斜面的夹角 β 由图示位置逐渐变大时, N_1 大小改变, 方向不变, 始终与斜面垂直; N_2 的大小与方向均改变, 由图可以看出当 N_2 与 N_1 垂直时, 即 $\beta = 90^\circ$ 时, 挡板 AO 所受压力最小, 最小压力 $N_{2\min} = mgsin\alpha$ 。

[评点] 力的分解是根据力的实际作用效果来分的; 利用图解法应注意两点(1) 正确判断某一个分力和方向的变化; (2) 注意某一分力方向变化的空间范围; 利用图解法定性地分析一些动态变化问题, 简单直观有效, 是经常使用的方法。

考点3. 正交分解法

用平行四边形法则求合力, 一般比较麻烦, 特别是遇到多个力的作用时, 通常用正交分解法化矢量运算为标量运算。而且正交分解时, 还可根据问题的需要灵活选取坐标轴的方向。

例3. 如图2-4所示, 质量为 m 的铁球用轻绳系在墙上并放在光滑的斜面上, 绳与竖直墙的夹角为 β , 斜面与竖直墙间的夹角为 θ , 试求斜面对球的弹力和绳子对球的拉力的大小。

[解析] 对铁球的受力分析如图2-5所示, 并作图



示的正交分解, 则 x 方向的合力

$$N \cos \theta - T \sin \beta = 0 \quad (1)$$

y 方向的合力

$$N \sin \theta + T \cos \beta - mg = 0 \quad (2)$$

由 (1) 式得

$$T = \frac{N \cos \theta}{\sin \beta} \quad (3)$$

(3) 式代入 (2) 式解得

$$N = \frac{mg \sin \beta}{\cos \theta \cos \beta + \sin \theta \sin \beta} = \frac{mg \sin \beta}{\cos(\theta - \beta)}$$

(4) 式代入 (3) 式解得

$$T = \frac{mg \cos \theta}{\cos(\theta - \beta)}$$

[评点] 在运用正交分解法时, 灵活选择正交坐标系是很重要的, 然后在两个互相垂直的方向上用平衡条件或牛顿第二定律. 正交分解法更适合于处理四个以上的力作用时的情况.

三、发散思维整合

考点 4. 三个共点力的平衡, 动态分析问题

当物体受三个共点力作用, 且合力为零时, 由于任意两个力的合力与第三个力都是大小相等, 方向相反的, 则这三个力可以组成如图 2-6 所示的封闭矢量三角形, 即矢量的箭头首尾相接.

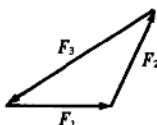


图 2-6

例 4. 如图 2-7 所示, 在“互成角度的两个力的合成”实验中, 用 M 、 N 两个测力计拉橡皮条的结点 O , 使其位于 E 处, 此时 $\alpha + \beta = 90^\circ$, 然后保持 M 的读数不变, 当 α 角由图中所示位置逐渐减小时, 要使结点仍在 E 处, 可以采用的方法是

- 增大 N 的读数, 减小 β 角
- 减小 N 的读数, 减小 β 角
- 减小 N 的读数, 增大 β 角
- 增大 N 的读数, 增大 β 角

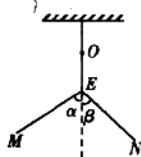


图 2-7

[解析] 结点 E 处受三个力作用, 橡皮绳的拉力, 沿 EO 方向, 弹簧秤的

拉力分别沿 EM 和 EN 方向, 这三个力构成一个封闭的矢量三角形, 如图 2-8 所示, 图中虚线为其变化情况, 由于 F_O 的大小和方向均不变, F_M 的大小不变, 所以当 α 减小时, 若要继续构成封闭三角形, 只能是减小 N 的读数, 减小 β 角. 所以 B 项正确.

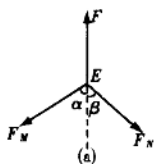


图 2-8

[评点] 三力平衡的问题, 画出受力图后, 将三力平移构成一个首尾相接的力矢量三角形, 在讨论动态变化的一类题目中特别有用, 即使在定量计算的题中也有助于解题, 这种方法应熟练掌握.

四、高考能力实战

1. 如图 2-9 所示, 物体静止于光滑水平面 M 上, 力

F 作用于物体 O 点, 现要使物体沿着 OO' 方向做加速运动 (F 和 OO' 都在 M 平面内), 那么, 必须同时再加一个力 F' , 这个力最小值是

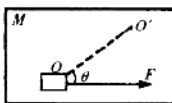


图 2-9

- $F \tan \theta$
- $F \cos \theta$
- $F \sin \theta$
- $F / \tan \theta$

2. 有两个互成角度的共点力, 夹角为 θ , 它们的合力 F 随 θ 变化的关系如图 2-10 所示, 那么这两个力的大小分别是

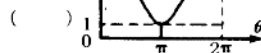


图 2-10

- 1 N 和 6 N
- 2 N 和 5 N
- 3 N 和 4 N
- 3.5 N 和 3.5 N

3. 如图 2-11 所示, 质量为 m 的物体放在倾角为 θ 的斜面上, 它跟斜面的动摩擦因数为 μ , 在水平恒定的推力 F 作用下, 物体沿斜面匀速向上运动, 物体所受摩擦力大小等于



图 2-11

- $F \cos \theta - mg \sin \theta$
- $\mu (mg \cos \theta + F \sin \theta)$
- $\mu F / (\sin \theta + \mu \cos \theta)$
- $\mu mg / (\cos \theta - \mu \sin \theta)$

4. 如图 2-12 所示, 小船用绳索通过定滑轮牵引, 设水对小船阻力不变, 在小船匀速靠岸的过程中

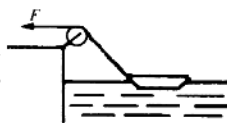


图 2-12

- 绳子的拉力不断增大
- 船受浮力不断减小



- C. 船受合力不断增大
D. 绳中拉力可能不变
5. 一物体 M 静止在粗糙的斜面上, 现用一水平力 F 作用在 M 上使其仍静止在斜面上, 如图 2-13 所示, 则一定能增大的力是 ()

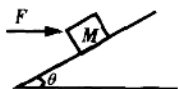


图 2-13

- A. 物体 M 受到的合力
B. 斜面对物体的摩擦力
C. 斜面对物体的支持力
D. 重物 M 的重力沿斜面的分力
6. 一个质量为 m 的物体放在水平地面上, 当施一与水平方向成 θ 角的恒力 F 作用时, 如图 2-14 所示, 物体沿水平面向右匀速运动, 则物体受到的摩擦力为 _____, 物体受到的重力, 地面的摩擦力, 地面的支持力的合力为 _____.

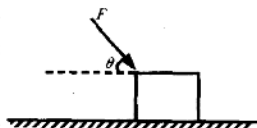


图 2-14

7. 有五个力作用于一点 O , 若这五力构成一个正六边形的两个邻边和三条对角线, 如图 2-15 所示, 设 F_2 为 15N , 则这五个力的合力大小为 _____ N .

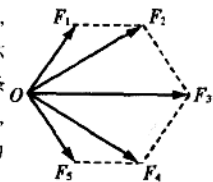


图 2-15

8. 两个大小相等的共点力 F_1 和 F_2 , 当它们之间的夹角为 90° 时, 其合力为 F , 则当它们之间的夹角为 60° 时, 其合力大小为 _____.

9. 如图 2-16 所示是汽车吊在工作时的示意图, 钢索 AO 和撑杆 BO 与水平方向的夹角分别是 30° 和 60° , 求当起吊重物 $G = 2 \times 10^4 \text{N}$, AO 和 BO 受到的作用力各是多少?

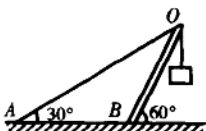


图 2-16

10. 一根轻绳跨在同一高度的两个轻定滑轮上, 两端分别拴上质量为 $m_1 = 4 \text{ kg}$ 和 $m_2 = 2 \text{ kg}$ 的物体, 如图 2-17 所示, 在滑轮之间的一段绳上悬挂第三个物体 M , 为使三个物体保持平衡, M 应取何值? (滑轮大小、摩擦均不计)

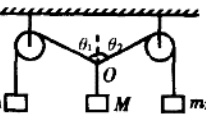


图 2-17

11. 如图 2-18 所示, 用光滑的粗铁丝做成一直角三角形, BC 边水平, AC 边竖直, $\angle ABC = \beta$, AB 及 AC 两边上分别套有用细线系着的铜环 P 、 Q , 当它们静止时, 细线跟 AB 所成角 θ 的范围是多少? (已知细线长度小于 BC)

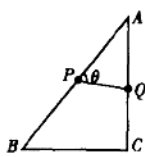


图 2-18

第3课时 力的平衡 受力分析

一、基础知识点击

1. 共点力作用下物体的平衡

(1) 在共点力作用下处于平衡状态的物体可视为质点.

(2) 共点力作用下物体的平衡条件为: 作用在物体上的合外力为零, 即 $\sum F_n = 0$.

(3) 物体在共点力作用下处于平衡时, 作用在物体上的几个力的作用线必相交于一点.

2. 受力分析的步骤

首先分析重力; 第二是分析弹力 (包括推力、拉力、

压力等); 第三是摩擦力在电磁场中带电体还要受到电场力、磁场力的作用.

二、思维能力进阶

考点 1. 共点力的平衡条件

例 1. 如图 3-1 所示, 斜面倾角为 θ , 物块 A 的质量为 m , 沿斜面匀速下滑, 板 B 静止在 A 上, B 和 A 质量相等, 若 AB 间、 A 与斜面间动摩擦因数相同, 求绳对板 B 的拉力.

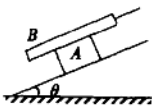


图 3-1

[解析] 以 B 为研究对象, 受力分析如图 3-2(a) 因 A 相对 B 向下滑动, 则 B 相对 A 向上滑动, 所以

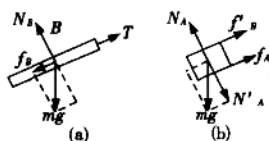


图 3-2

A 对 B 的滑动摩擦力 f_B 沿斜面向下。将 mg 沿斜面和垂直斜面两个方向正交分解, 由平衡条件有:

$$T - \mu N_B - mg \sin \theta = 0 \quad (1)$$

$$N_B = mg \cos \theta \quad (2)$$

以 A 为研究对象, 受力分析如图 3-2(b), A 受五个力作用, 正交分解后, 由平衡条件有

$$mg \sin \theta - \mu N_A - \mu N_B = 0 \quad (3)$$

$$N_A - N_B - mg \cos \theta = 0 \quad (4)$$

由 (1)(2) 式得

$$T - \mu mg \cos \theta - mg \sin \theta = 0 \quad (5)$$

由 (3)(4) 式得

$$mg \sin \theta - 3\mu mg \cos \theta = 0 \quad (6)$$

由 (5)(6) 式解得

$$T = \frac{1}{3} mg \sin \theta + mg \sin \theta = \frac{4}{3} mg \sin \theta$$

[评点] 受力分析后, 要选取合适的方向建立直角坐标系, 并进行正交分解, 最后由平衡条件列方程求解, 这是求解平衡问题的一般方法。

考点 2. 受力分析的方法: 隔离法与整体法

例 2. 如图 3-3 所示, 水平桌面上的两块竖直放置的相同木板, 夹住了两块相同的砖 A 和 B , 求砖与木板间的摩擦力和两块砖之间的摩擦力, 已知每块砖的质量为 m 。

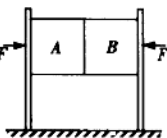


图 3-3

[解析] 对两块砖 AB 进行整体分析, 受力图如图 3-4(a) 所示

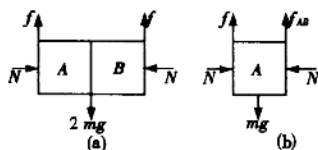


图 3-4

对 AB 整体, 由平衡条件有

$$2mg = 2f$$

所以砖与板之间的静摩擦力 $f = mg$

对 A (或 B) 砖进行隔离分析, 受力图如图 3-4(b)

由平衡条件有 $f + f_{AB} = mg$

所以两砖之间的摩擦力 $f_{AB} = 0$

[评点] 交替运用隔离分析法和整体分析法可使解题过程简单。

三、发散思维整合

考点 3. 求共点力平衡的几种方法

(1) 力的合成法; (2) 力的分解法; (3) 正交分解法; (4) 相似形法; (5) 正弦定理。

例 3. 如图 3-5 所示, 木板 AB 的重力不计, A 端用铰链与墙壁连接, 木板与墙壁的夹角 $\theta = 30^\circ$, 圆柱体重为 G , D 为 AB 的中点, 求木板 A 所受的力。

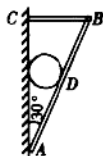


图 3-5

[解析] 以圆柱体为研究对象, 受力图如图 3-6(a) 所示, 由平衡条件有

$$N_1 \cos 60^\circ = G \quad \text{所以 } N_1 = 2G$$

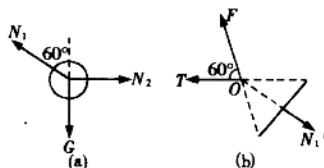


图 3-6

再以木板为研究对象, 它受 BC 绳的拉力 T , 圆柱体的压力 $N_1' = N_1 = 2G$, 铰链的作用力 F , 由于三个共点, 所以三力交于 O 点, 受力图如图 3-6(b)。

由对称性知 $T = F$

$$\text{所以 } 2F \cos 30^\circ = N_1' = 2G$$

$$\text{所以 } F = \frac{2G}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{3} G$$

四、高考能力实战

1. 如图 3-7 所示, 重为 G 的物体系在 OA 、 OB 两根等长的轻绳上, 轻绳的 A 端和 B 端挂在半圆形的支架上; 若固定 A 端的位置, 将 OB 绳的 B 端沿半圆支架从水平位置逐渐至竖直的位置 C 的过程中 ()

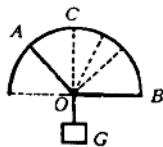


图 3-7

A. OB 绳上的张力先减小后增大

B. OB 绳上的张力先增大后减小

C. OA 绳上的张力先减小后增大

D. OA 绳上的张力先增大后减小



2. 如图3-8所示,放在粗糙水平面上的三角形木块 abc ,在它的两个粗糙斜面上分别放两个质量分别为 m_1 和 m_2 的木块, $m_1 > m_2$.已知三角形木块和两物体都是静止的,则粗糙水平面对三角形木块 ()

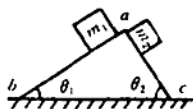


图3-8

- A. 有摩擦力作用,摩擦力的方向水平向右
B. 有摩擦力作用,摩擦力的方向水平向左
C. 有摩擦力作用,但摩擦力的方向不能确定,因为 m_1 和 m_2 、 θ_1 和 θ_2 的数值未知
D. 以上结论都不对

3. 如图3-9所示,在特制的弹簧秤下挂一吊篮A和重物B,一人站在吊篮中,当人以100N的竖直向下的力拉重物B时 ()

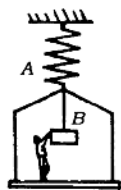


图3-9

- A. 弹簧秤的读数不变
B. 人对A底板的压力减少100N
C. B受合力增加100N
D. A受合力不变

4. 表面光滑半径为 R 的半球固定在水平地面上,球心 O 的正上方 O' 处有一个无摩擦定滑轮,轻质细绳两端各系一个小球挂在定滑轮上,两小球平衡时,若滑轮两侧细绳的长度分别为 $l_1 = 2.4R$ 和 $l_2 = 2.5R$ (如图3-10所示),则这两个小球的质量之比 $m_1 : m_2$ 为(不计小球的大小) ()

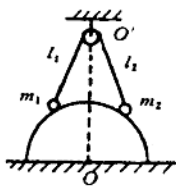


图3-10

- A. 24 : 1 B. 25 : 1 C. 24 : 25 D. 25 : 24

5. 如图3-11,两只相同的均匀光滑小球置于半径为 R 的圆柱形容器中,且小球的半径 r 满足 $2r > R$,则以下关于A、B、C、D四点的弹力大小说法中正确的是 ()

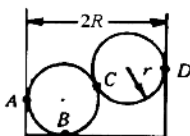


图3-11

- A. D点的弹力可以大于、等于或小于小球的重力
B. D点的弹力等于A点的弹力(指大小)
C. B点的弹力恒等于一个小球重力的2倍

- D. C点的弹力可以大于、等于或小于小球的重力

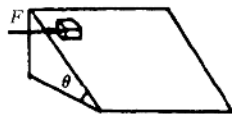


图3-12

6. 如图3-12所示,倾角 $\theta = 30^\circ$ 的粗糙斜面上放一物体,物重为 G .

现用与斜面底边平行的力 $F = G/2$ 推物体,物体恰能斜向下做匀速直线运动,则物体与斜面之间的动摩擦系数 $\mu =$ _____.

7. 如图3-13所示,轻绳的A端固定在天花板上,B端系一重为 G 的小球,小球静止在固定的光滑大球表面上.已知AB绳长度为 L ,大球半径为 R ,天花板到大球顶点的竖直距离 $AC = d$, $\angle ABO > 90^\circ$,则绳中张力大小为_____,大球对小球的支持力大小为_____.(小球直径忽略不计)

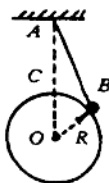


图3-13

8. 如图3-14所示,相距4m的两根柱子上拴一根长5m的细绳,小滑轮及绳质量、摩擦均不计,滑轮下吊一重180N的重物,绳中张力为_____N.

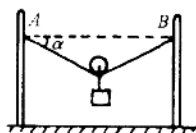


图3-14

9. 如图3-15所示,一个重为 G 的匀质球放在光滑斜面上,斜面倾角为 α ,在斜面上有一光滑的不计厚度的木板挡住球,使之处于静止状态,今使板与斜面的夹角 β 缓慢增大,问:在此过程中,球对挡板和球对斜面的压力大小如何变化?

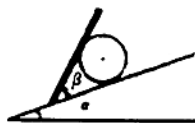


图3-15

10. 如图3-16(a)所示,将一条轻而柔软的细绳一端拴在天花板上的A点,另一端拴在竖直墙上的B点,A和B到O点的距离相等,绳长是OA的2倍,

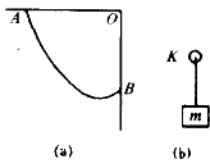


图3-16

图3-16(b)所示为一质量可忽略的小滑轮K,滑轮下面悬挂一质量为 m 的物体,不计摩擦,现将动滑轮和物体一起挂到细绳上,达到平衡时,绳所受的拉力多大?



第4课时 力 矩

一、基础知识点击

1. 力和力臂的乘积叫做力对转轴的力矩,力矩的作用效果是使物体的转动状态发生变化

(1) 力的作用线到转动轴的垂直距离叫力臂.

(2) 力矩是描述力对物体的转动作用而引入的物理量.

2. 有固定转动轴的物体的平衡条件

有固定转动轴的物体的平衡条件是使物体向顺时针方向转动的力矩之和等于使物体向逆时针方向转动的力矩之和,即

$$\sum M_{\text{顺}} = \sum M_{\text{逆}}$$

二、思维能力进阶

考点1. 力矩的计算

例1. 一个重力为 G 、半径 $R = 0.5\text{ m}$ 的圆柱体放在台阶的旁边,如图4-1所示,柱体与台阶的接触处是粗糙的,现在已知要使圆柱体绕 P 点

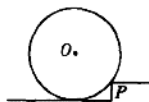


图4-1

为轴向台阶上滚所需要的外加力矩为 $60\text{ N}\cdot\text{m}$,那么要使圆柱体滚上台阶所需要的最小推力是多少?

[解析] 因 $M = F \cdot L$,因此要使力最小,就要力臂最大,且力与力臂垂直,力臂最大为 $2R$.

$$\text{所以 } F = \frac{M}{2R} = \frac{60}{2 \times 0.5} = 60(\text{N})$$

考点2. 简单定轴平衡问题

例2. 如图4-2所示,木棒可绕 O 轴竖直平面内转动,当用水平恒力 F 将木棒稍稍拉起的过程中,则



图4-2

A. 拉力 F 对转轴 O 的力矩不断增大

B. 拉力 F 对转轴 O 的力矩不断减小

C. 木棒重力 G 对转轴 O 的力矩不断增大

大

D. 木棒重力 G 对转轴 O 的力矩不断减小

[解析] 在水平力作用下,木棒绕轴逆时针转动因

重力臂不断增大,所以重力力矩不断增大,由于 F 的力臂逐渐减小,所以拉力 F 对转轴 O 的力矩不断减小,因此,正确的选项为B、C.

三、发散思维整合

考点3. 运用平衡条件解决平衡问题

例3. 如图4-3所示,质量为 m 的光滑球,置于竖直墙和倾斜木板 ab 之间,木板的质量不计, a 端固定在墙壁的转轴上, b 端受一竖直向上的力 F 作用,今保持 F 的方向不变,而让 b 端缓慢下降至木板水平,在这一过程中,下列说法正确的是 ()

A. F 变大,其力矩不变

B. F 变大,其力矩也变大

C. F 不变,其力矩也不变

D. F 变小,其力矩也变小

[解析] 分别以球和板为研究对象,其受力分析如图4-4(a)、(b)所示.

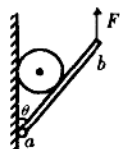


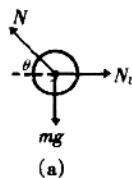
图4-3

小球受重力 mg ,板的支持力 N ,墙的支持力 N_1 三力作用,小球在三力作用下处于平衡,由物体的平衡条件知

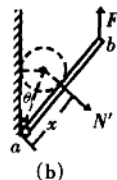
$$N = mg / \sin \theta \quad (1)$$

木板受竖直方向的力 F 和小球对木板的压力 N' 作用($N' = N$).设墙与板的夹角为 θ ,球的半径为 R , N' 的作用点到转轴 a 的距离为 x ,板的长度为 l ,由定轴转动平衡条件有:

$$M_F = Fl \sin \theta = N' x \quad (2)$$



(a)



(b)

图4-4

由图(b)中的几何关系知



$$x = R \cdot \cot \frac{\theta}{2} \quad (3)$$

由以上三式有

$$M_F = \frac{mgR}{\sin\theta} \cdot \cot \frac{\theta}{2} = mgR \frac{1}{\sin\theta} \cdot \frac{\sin\theta}{1 - \cos\theta} = \frac{mgR}{1 - \cos\theta}$$

当 θ 增大时, M_F 减小.

又 $M_F = Fl\sin\theta$, 所以 θ 增大时, F 减小. 因此, 此题正确选项应是 D.

四、高考能力实战

- 关于力矩, 下列说法正确的是 ()
 - 对物体的作用力越大, 则力矩越小
 - 力矩是使物体转动状态发生变化的原因
 - 力的作用点离轴越远, 作用力越大, 则力矩越大
 - 力矩的单位是 $N \cdot m$, 不能写成 J

- 均匀金属棒弯成图 4-5 所示的形状, a 为光滑转轴, 现用力作用于弯棒 abc , 使 ab 段呈水平状态, 要使力 F 最小, 则 F 的作用点和方向应为 ()

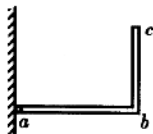


图 4-5

- 作用于 b 点, 沿 bc 方向竖直向上
 - 作用于 c 点, 水平向右
 - 作用于 c 点, 水平向左
 - 作用于 c 点, 垂直于 ac 连线方向斜向上
- 如图 4-6 所示是一种手控制动器, a 是一个转动着的轮子, b 是摩擦制动片, c 是杠杆, O 是其固定转动轴, 手在 A 点施加一个作用力 F 时, b 将压紧轮子, 使轮子制动, 若使轮子制动所需的力矩是一定的, 则下列说法正确的是 ()

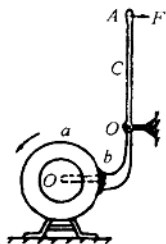


图 4-6

- 轮 a 逆时针转动时, 所需的力 F 较小
 - 轮 a 顺时针转动时, 所需的力 F 较小
 - 无论 a 逆时针还是顺时针转动, 所需的力 F 相同
 - 无法比较 F 的大小
- 如图 4-7 所示, 小球放在光滑墙与一端装有铰链的

光滑薄板之间, 在墙与薄板之间的夹角 α 缓慢增大到 90° 的过程中

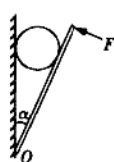


图 4-7

- 小球对板的正压力增大
 - 小球对墙的压力减小
 - 小球对板的正压力对轴 O 的力矩减小
 - 板对小球的弹力不可能小于小球的重力
- 如图 4-8 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) 悬挂一质量为 G 的物体, 则 A 处受到的支承力大小 _____, B 处绳的拉力大小为 _____.

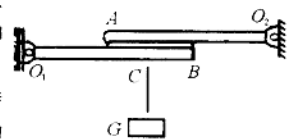


图 4-8

- 质量为 m 的运动员站

在质量为 $\frac{m}{2}$ 的均匀长

板 AB 的中点, 板位于水平地面上, 可绕通过 B 点的水平轴转动, 板的 A 端系有轻绳, 轻绳的另一端绕过两个

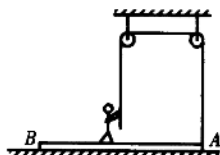


图 4-9

定滑轮后, 握在运动员手中, 当运动员用力拉绳时, 滑轮两侧的绳都保持在竖直方向, 如图 4-9 所示, 要使板的 A 端离开地面, 运动员作用于绳的最小拉力是 _____.

- 如图 4-10 所示, 光滑的木板 AB 长为 l , B 端用铰链固定在光滑的竖直墙上, 现将质量为 m , 半径为 R 的光滑球放在墙与木板之间, 若不计板重, 细绳水平且与板间的夹角为 30° , 求绳对木板的拉力.

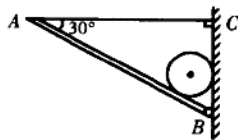


图 4-10



第5课时 描述运动的物理量 匀速直线运动

一、基础知识点击

1. 质点和参照物

(1) 质点是为研究物体的运动而提出的一个理想化模型,当物体作平动,或研究物体的位置变化时,其几何尺寸相对研究的距离可以忽略不计时,不计物体的大小而将物体当作质点。

(2) 为研究物体的运动而假定不动的物体叫参照物,参照物不同,对物体运动的描述一般也不相同。

2. 位置、位移和路程

(1) 位置是质点在空间所对应的点。

(2) 位移是运动物体初位置指向末位置的有向线段,位移是矢量。

(3) 路程是质点运动轨迹的长度,是一个标量,质点的运动轨迹可能是直线也可能是曲线,只有当质点向一个方向做直线运动时,质点通过的路程与质点位移的大小相等。

3. 时刻和时间

(1) 时刻是时间轴上的一个确定点。

(2) 时间是时间轴上两个不同时刻点间的间距,是两个不同时刻之差。

4. 平均速度、速度及速率

(1) 平均速度粗略反映了运动物体在一段时间 t 或 t 时间内位移 s 上的快慢程度,是一个矢量。定义式:

$$\bar{v} = \frac{s}{t}$$

(2) 速度是瞬时速度的简称,是反映运动在某时刻或某位置运动快慢的物理量。

(3) 速率是速度的大小。

5. 匀速直线运动的规律

速度(大小和方向)不随时间改变的运动叫匀速直线运动,匀速直线运动位移公式为 $s = vt$ 。

二、思维能力进阶

考点1. 运动的描述与参照物的选取

例1. 甲、乙、丙三人各乘一个热气球,甲看到楼房

匀速上升,乙看到甲匀速上升,丙看到乙匀速下降,甲看到丙匀速上升,那么甲、乙、丙相对地球的运动情况可能是 ()

- A. 甲、乙匀速下降, $v_{\text{乙}} > v_{\text{甲}}$, 丙停在空中
B. 甲、乙匀速下降, $v_{\text{乙}} > v_{\text{甲}}$, 丙匀速上升
C. 甲、乙匀速下降, $v_{\text{乙}} > v_{\text{甲}}$, 丙匀速下降, 且 $v_{\text{丙}} > v_{\text{甲}}$
D. 以上说法均不可能

【解析】楼房和地球相当于同一参照物,甲看到楼房匀速上升,甲是以自己为参照物;若以楼房为参照物,甲就是匀速下降。乙看到甲匀速上升,说明乙是匀速下降,且下降的速度大于甲下降的速度。甲看到丙是匀速上升,这说明丙有三种可能性:①若丙是下降的,则其下降的速度一定小于甲下降的速度;②丙可能静止;③丙可能匀速上升。丙看到乙是匀速下降,也说明丙的运动有三种可能性:①丙若下降,则其下降的速度比乙小;②丙可能静止;③丙有可能匀速上升。由以上分析,再对照选项,可知 A、B 两选项是正确的。

【评点】在机械运动中,选取不同的参照物,对一个物体运动的描述是不相同的,也就是说描述一个物体运动的物理量(即位移、速度、力速度)是不相同的,但是,对于运动的时间(包括追击、相遇等问题所对应的位置或所用的时间)却与参照物的选取无关。在运动学中巧选参照物,可以使有些问题的解答大为简化。

本题中的甲、乙、丙均以自己为参照物来描述其他物体的运动,这就应用各自所描述的运动进行分析,先分析该物体运动的可能性,然后按照数学中交集的方法来判断选项的正确性。

考点2. 匀速直线运动规律的应用

例2. 某人驾车匀速前进,前半路程的速度为 v_1 , 后半路程中速度加大到 v_2 , 试证明,无论 v_2 多大,他在全程中的平均速度不可能达到 $2v_1$ 。

【解析】设半程长 s , 则全程中的平均速度为

$$\bar{v} = \frac{2s}{\frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$$

$$\text{因 } v_2 < v_1 + v_2 \text{ 所以 } \bar{v} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} < \frac{2v_1 v_2}{v_2} = 2v_1$$



即 $\bar{v} < 2v_1$

[评点] 这类题要紧扣平均速度的定义. 本题中同样可以证明 $\bar{v} < 2v_2$.

三、发散思维整合

匀速直线运动的位移速度公式形式上比较简单, 对稍复杂一点的问题合理的选取研究对象, 往往可使问题求解比较简捷.

例3. 一列长100m的队伍在匀速前进, 走在队尾的通讯员跑步匀速赶到队前传达命令, 然后以同样速率跑回队尾. 当通讯员回到队尾时, 整个队伍又前进了100m的路程, 问通讯员一共跑了多少路程?

[解析] 设队伍行进的速度为 v_1 , 通讯员跑步前进的速度为 v_2 , 队伍长度为 l , 以行进的队伍为参照物, 则当通讯员从队尾跑到队前经历的时间

$$t = \frac{l}{v_2 - v_1}$$

通讯员又从队前跑回队尾的时间

$$t_2 = \frac{l}{v_2 + v_1}$$

经过时间 $t = t_1 + t_2$, 队伍前进距离为 l , 则

$$v_1(t_1 + t_2) = v_1\left(\frac{l}{v_2 - v_1} + \frac{l}{v_2 + v_1}\right) = \frac{2v_1v_2l}{v_2^2 - v_1^2} = l \quad ①$$

由此得 $v_2^2 - 2v_1v_2 - v_1^2 = 0$

解得 $v_2 = v_1(1 + \sqrt{2})$ (负号不合题意舍去) ②

通讯员跑过的路程为

$$s = v_2(t_1 + t_2) = \frac{2v_2^2l}{v_2^2 - v_1^2} \quad ③$$

解①式中的 $v_2^2 - v_1^2 = 2v_1v_2$ 代入③式得

$$s = \frac{v_2}{v_1}l = (1 + \sqrt{2})l = 242\text{m}$$

四、高考能力实战

1. 下列情况中的物体, 哪几种情况可看做质点 ()

- A. 地面上放一只木箱, 在上面箱角处用水平力推它, 当研究它是先滑动还是先翻转的时刻
- B. 上述木箱, 在外力作用下沿地面做匀速运动时
- C. 汽车的后轮, 在研究牵引力来源的时候
- D. 人造卫星, 在研究它绕地球转动时

2. 两辆汽车在平直的公路上匀速并排行驶, 甲车内一个人看见窗外树木向东移动, 乙车内一个人发现甲

车没有运动. 如果以大地为参照物, 上述事实说明

()

- A. 甲车向西运动, 乙车不动
- B. 乙车向西运动, 甲车不动
- C. 甲车向西运动, 乙车向东运动
- D. 甲、乙两车以相同的速度同时向西运动

3. 关于位移和路程的下列说法中正确的是 ()

- A. 位移的大小就是路程
- B. 位移和路程是两个不同的物理量
- C. 在直线运动中, 位移的大小一定等于路程
- D. 物体只有作方向不变的直线运动时, 位移的大小才等于路程

4. 在研究物体的运动时, 下列物体中可以当作质点处理的是 ()

- A. 研究一端固定并可绕该端转动的木杆的运动时
- B. 研究用20cm长的细线拴着的一个直径为10cm的小球的摆动时
- C. 研究体操运动员在平衡木上动作时
- D. 研究月球绕地球运转时

5. 物体沿直线以 v_1 走了 s , 又以同向的速度 v_2 走了 s , 它在这 $2s$ 位移中的平均速度 $\bar{v} =$ _____, 若以 v_1 走了时间 t , 又以同向的速度 v_2 走了 t , 在时间 $2t$ 内的平均速度 $\bar{v}' =$ _____.

6. 在水平方向匀速行驶的车上落下一石块, 车上的人看来, 石块做 _____ 运动, 路边的人看来, 石块做 _____ 运动.

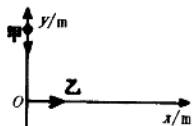
7. 一汽车在直线上运动, 第一秒内通过5m, 第二秒内通过10m, 第三秒内通过20m, 第四秒内通过5m, 则最初两秒内的平均速度是 _____ m/s, 最后两秒内的平均速度为 _____ m/s, 全部时间内的平均速度是 _____ m/s.

8. 火车从甲站到乙站的正常行驶速度是60km/h, 有一次火车从甲站开出, 由于迟开了5分钟, 司机把速度提高到72km/h, 才刚好正点到达乙站, 则甲、乙两站的距离是 _____ km, 火车从甲站到乙站正常行驶的时间为 _____ 小时.

9. 如右图所示, 两质点甲、乙,

甲在 y 轴上距坐标原点100m处, 以10m/s的速度向原点 O 运动, 同时乙质点从原点 O 出发沿 x 轴方向以

5m/s 的速度运动, 求两质点何时相距最近? 最近距离是多少?





第6课时 匀变速直线运动

一、基础知识点击

1. 匀变速直线运动的基本规律

(1) 基本规律

$$\text{速度与时间关系} \quad v_t = v_0 + at \quad ①$$

$$\text{位移与时间关系} \quad s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad ②$$

(2) 两个重要推论

$$\text{速度与位移关系} \quad v_t^2 = v_0^2 + 2as \quad ③$$

用平均速度表达的位移公式

$$s = \bar{v}t = \frac{v_0 + v_t}{2}t \quad ④$$

(3) 注意事项

① 以上①②③式是矢量方程,使用时原则上取 v_0 的方向为正方向,其余各量与正方向相同者取正,反之取负。

② 平均速度 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ 仅适用匀变速直线运动。

2. 匀变速直线运动的一些特点

(1) 作匀变速直线运动的物体在一段时间内的平均速度等于这段时间的中间时刻的即时速度。

(2) 作匀变速直线运动的物体,如果在各个连续相等的时间 t 内的位移分别为 $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$,加速度是 a ,则

$$\Delta s = s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \dots = s_n - s_{n-1} = at^2$$

(3) 初速为零的匀加速直线运动的位移与所用时间的平方成正比,即 t 秒内, $2t$ 秒内, $\dots, n$ 秒内物体的位移之比

$$s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1 : 4 : 9 : \dots : n^2$$

(4) 初速为零的匀加速直线运动,从开始运动算起,在连续相等的时间间隔内的位移之比是从1开始的连续奇数比,即 $s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1)$ 。

(5) 初速为零的匀加速直线运动,从开始运动算起,物体经过连续相等的位移所用时间之比为 $t_1 : t_2 : t_3 : \dots = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots$

二、思维能力进阶

考点1. 匀变速直线运动公式的应用

例1. 物体做匀减速运动,经时间 $t(t > 2s)$ 而停止,若它最后1s内的位移为 s ,则它在最初1s内的位移是多少?

[解析] 设开始计时时物体的速度为 v ,加速度大小为 a ,则

$$\text{因为 } 0 = v - at \quad ①$$

最后1s内的位移

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} at^2 - [v_0(t-1) - \frac{1}{2} a(t-1)^2] = v_0 \cdot 1 - at + \frac{a}{2} \cdot 1^2 \quad ②$$

则最初1s内的位移

$$s_1 = v_0 \cdot 1 - \frac{1}{2} a \cdot 1^2 \quad ③$$

$$\text{由①②两式得 } s = \frac{a}{2} v_0 = at = 2st$$

$$\text{代入③式得 } s_1 = s(2t-1)$$

例2. P, Q 两点相距 s ,物体沿直线由 P 至 Q 历时为 t ,其中一段位移物体速度由 v_0 匀减速至0后又立即以同样大小的加速度匀加速至 v_0 ,共需时间 t_0 ,其余部分以 v_0 作匀速运动,由此可求得 v_0 的大小是多少?

[解析] 在 t_0 时间内物体的位移,由基本公式及对称性可求得

$$s_1 = 2 \times \frac{v_0}{2} \cdot \frac{t_0}{2} = \frac{v_0 t_0}{2}$$

其中 $\frac{v_0}{2}$ 为加速或减速段的平均速度, $\frac{t_0}{2}$ 为加速或减速段的时间。

在 $t-t_0$ 时间内物体以 v_0 运动一段距离 $s - \frac{v_0 t_0}{2}$,由运动学公式,有

$$s - \frac{v_0 t_0}{2} = v_0(t - t_0)$$

$$\text{由此解得 } v_0 = \frac{2s}{2t - t_0}$$

[评点] 灵活运用运动学公式是解题关键,本题还



可以用如下解法, $s_1 = 2 \cdot \frac{1}{2} a \cdot \left(\frac{t_0}{2}\right)^2 = a \cdot \frac{t_0^2}{4}$ $v_0 =$
 $a \cdot \frac{t_0}{2}$

$$s - a \cdot \frac{t_0^2}{4} = v_0(t - t_0)$$

同样可以解得 $v_0 = \frac{2s}{2t - t_0}$ 当然这种解法不如用平均速度的解法简便.

考点2. 匀变速直线运动的特点与应用

例3. 质点做匀变速运动,在两段连续相等的时间内通过的位移分别是24m和64m,连续相等的时间为4s,求质点的初速度和加速度的大小.

【解析】利用匀变速直线运动的特点,连续相等时间 t 内的位移之差 $s_2 - s_1 = at^2$,得

$$a = \frac{s_2 - s_1}{t^2} = \frac{64 - 24}{16} = 2.5 (\text{m/s}^2)$$

利用做匀变速直线运动的物体在一段时间内的平均速度等于这段时间的中间时刻的即时速度可以求出第一个4s末的速度 v_1

$$v_1 = \frac{s_1 + s_2}{2t} = \frac{24 + 64}{2 \times 4} = 11 (\text{m/s})$$

$$\text{又 } v_1 = v_0 + at$$

$$\text{所以 } v_0 = v_1 - at = 11 - 2.5 \times 4 = 1 (\text{m/s})$$

三、发散思维整合

例4. 一颗子弹恰能穿过三块相同的木块,该子弹在木块里运动的加速度恒定,求子弹穿过三块木板所用时间之比.

【解析】子弹在木块中做匀减速运动,穿过三块木块后速度减为0.根据运动的对称性,可以将其看成初速为零的匀加速运动,利用“初速为零的匀加速直线运动,从开始算起,物体经过连续相等的位移所用时间之比 $t_1 : t_2 : t_3 = 1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2})$

再由对称性知,子弹穿出三木块所用时间之比为

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

【点评】巧妙利用匀变速直线运动的特点和运动的对称性,往往能收到化难为易,简捷明快的功效.例3、例4,若用基本公式当然也能求解,不过要麻烦得多,读者可以一试.

四、高考能力实战

1. 关于质点的运动,下述说法中正确的有 ()

- 质点运动的加速度为零,则速度为零,速度的变化也为零
 - 质点的速度变化越快,则加速度越大
 - 质点在某时刻的加速度不为零,则该时速度也不为零
 - 质点运动的加速度越大,它的速度变化也越大
2. 做匀变速直线运动的物体,经一段时间 t ,发生一段位移,则位移与时间 t 的比值是 ()
- 物体在这段时间内的平均速度
 - 物体通过该位移中点的速度
 - 物体在这段时间中点的速度
 - 物体在这段位移上,初、末速度之和的一半
3. 一个质点做匀加速直线运动,从静止开始,通过连续三段位移所用时间的比为 $1 : 2 : 3$,则这三段位移长度之比和这三段位移上的平均速度之比为 ()
- $1 : 2 : 3$, $1 : 1 : 1$
 - $1^3 : 2^3 : 3^3$, $1^2 : 2^2 : 3^2$
 - $1^2 : 2^2 : 3^2$, $1 : 2 : 3$
 - $1 : 3 : 5$, $1^2 : 2^2 : 3^2$
4. 物体作匀变速直线运动,下列说法中正确的是 ()
- 第1s内速度的变化量小于第2s内的速度变化量
 - 第1s内速度的变化量等于第2s内的速度变化量
 - 第1s内的位移小于第2s内的位移
 - 相邻两段相等时间间隔内通过的位移之差等于一个恒量
5. 一列火车从静止开始作匀加速直线运动,一个人站在第一节车厢前的侧面观察,第一节车厢通过他历时2s,全部列车通过他历时6s,那么,这列火车共有车厢 ()
- 3节
 - 8节
 - 9节
 - 10节
6. 一个做匀加速直线运动的物体,通过A点的即时速率是 v_1 ,通过B点的即时速率是 v_2 ,那么通过A、B中点的即时速率是 ()
- $\frac{v_1 + v_2}{2}$
 - $\frac{v_2 - v_1}{2}$
 - $\sqrt{\frac{v_2^2 - v_1^2}{2}}$
 - $\sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{2}}$
7. 为了测定某辆轿车在平直路上启动时的加速度(轿车启动时的运动可近似看做匀加速运动),某人拍摄了一张在同一底片上多次曝光的照片(如图6-1).如果拍摄时每隔2s曝光一次,轿车车身总长为4.5m,那么这辆轿车的加速度为 ()
- 1 m/s^2
 - 2 m/s^2
 - 3 m/s^2
 - 4 m/s^2