前 言

QIAN YAN

按照我国最新的教学教育改革的发展方向,《高中全程复习优化设计》系列丛书率先推出了案例探究式复习法的备考模式。

传统的备考模式大都是以讲为主,从复习目标到知识梳理,从重难点解析到典型例题剖析,依次展开,复习课往往就变成了新授课。这种模式忽视了学生在备考中的主观能动性,备考主体的潜力得不到充分挖掘,事倍而功半。案例探究式复习法就是通过案例举证来引导学生做题并发现问题,学生会什么,不会什么,一目了然,平时学习中知识的疏漏以及与高考要求的差距就会很明显地凸现出来。然后通过案例剖析和知识梳理来校正知识偏差,通过"拓展"来补充知识,开拓视野,并进行能力培养。很显然,案例探究式复习法的复习是有重点、有选择的复习,是有目的、有针对性的复习。

根据教育部最新的考试精神和考试中心制定的 2003 年《考试说明》,本书在编写中注重培养学生对自然科学的基本事实、基本原理和基本规律的获得的能力,注重对基础知识和基本技能的培养,强调学生在实验课中要注意实验操作的规范性、实验设计的严密性和科学性的培养,同时,加强学生对正确、简练地表述实验现象、结果、过程及结论的训练。

本书具备如下特点:

全新视角 指导教学 案例探究式复习法是全新的一种备考模式,对于长期在传统的学习模式下进行学习的学生来说,要适应这一新模式并从中获益,必须要有精心的指导。本书就是在学生用书的基础上,着重于对备考复习的指导并进行了总复习的组织与规化,是教师指导教学、组织复习的良师益友。

详尽透彻 解析习题 在学生用书中,对习题的解析一般都是比较简单的,本书中不仅提供了详尽的答案,还有全面的解题过程和解题方法;对一题多解的题,在学生用书中,一般只提供一种解题思路或方法,但在教师用书中,除了学生用书中给出的思路或方法外,还给出了其他的思路和方法。对高三教师而言,本书在手,学生的各种问题会简单化解,劳力劳神不再有。

拓展资料 信息备考 新高考与现实生活、科技前沿、社会热点的联系越来越紧密,在学生用书中,虽然也有对相关内容的拓展,但这远不能满足备考的要求,为了方便教师备课,本书在每个专题里都对相关资料进行了汇编,把最有价值的内容收编在书中,成为教师在备考指导中出奇制胜的秘密武器。

教师用书立足学生用书又高于学生用书,着重于指导并进行了总复习的组织与规化,主要由以下栏目组成:

【教学建议】根据教育部最新的考试精神和考试中心制定的 2003 年《考试说明》中的高考内容与能力要求,阐明本专题的复习重点;根据案例探究式复习法的特点设计专题的复习思路,便于教师在教学中把握和指导。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

【问题磁场】将典型问题精心设计,创设情景,引发思考。用"磁石"将读者引入设定的"磁场"之中。

【案例探究】根据问题磁场栏目中激活的思维,有目的有针对性地精选案例进行系统剖析,并培养考生的解题方法与技巧。

【知识归纳与拓展】进行知识大盘点,高度凝练知识体系,构建单元或专题考点网络,对重难点知识,特别是考生平时学习中容易疏漏或出现理解偏差的知识进行补充或详细诠释。

【备考创新训练】精心编选各类典型试题,凸现创新、综合和实践能力的培养。注重练测,以巩固知识、掌握技巧、形成技能。

【备课资料汇编】为教师提供最新备课资料,最经典的试题或最优秀的复习方法,帮助教师开拓视野,丰富课堂教学。

本丛书全新改版,我们热切希望新的设计思想能引领新时期高三备考复习模式的新浪潮。但案例探究式复习法毕竟还是新的模式、新的探索,更需要广大读者的关心与呵护。丛书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2002 年 12 月

LU MU 目录

第一篇 学科内综合专题

专题一 平衡类问题……(001)
专题二 恒力作用下的直线运动……(015)
专题三 恒力作用下的曲线运动……(028)
专题四 变力作用下的直线运动……(040)
专题五 圆周运动……(053)
专题六 守恒类问题……(073)
专题七 各类电路的分析与计算……(088)
专题八 粒子·微观世界的认识……(104)
专题九 物理实验的创新设计……(117)
专题十 物理图象·图象处理与应用……(134)
专题十一 应用·物理中的 STS ……(148)
学科内综合测试题(一)……(174)
学科内综合测试题(二)……(179)
学科内综合测试题(三)……(184)

第二篇 跨学科综合专题

专题一 与力、运动相关的综合问题 ……(189)
专题二 与电磁相关的综合问题……(198)
专题三 与热、光、原相关的综合问题……(211)
专题四 现代科技中的综合应用问题……(224)

第三篇 高考综合能力训练

高考理科综合能力测试题(一)……(244)
高考理科综合能力测试题(二)……(251)
高考理科综合能力测试题(三)……(259)
高考理科综合能力测试题(四)……(266)

备课札记

第一篇　学科内综合专题

专题一　平衡类问题

教学建议

1. 本专题涉及力学、热学、电磁学中的受力平衡问题. 力学部分的平衡问题往往涉及摩擦力，尤其是静摩擦力，弹簧的弹力等；电磁学中的平衡问题一般涉及带电粒子（或质点）在电场、磁场或复合场中的平衡，导体棒在磁场中的平衡等. 设置该专题目的是以力的平衡为主线，综合相关电磁学规律，提炼解决平衡问题的规律和方法.

2. 本专题复习可安排 3 课时. 第 1 课时由学生练习[问题磁场]中的题目后，经相互讨论再由教师答疑；第 2 课时由教师分析案例（可选一部分）归纳知识和方法；第 3 课时处理创新训练中的疑难问题.

问题磁场

▶1. (1) ～ (3) 小题是关于质点（或物体）处于平衡状态的论述或判断，请选择正确答案

(1) 质点处于平衡状态时 …… (　　)

A. 一定没有速度　　B. 一定不受力的作用

C. 一定没有加速度　　D. 一定保持静止

(2) 以下四种情况中，物体处于平衡状态的有 …… (　　)

A. 竖直上抛物体达到最高点时

B. 做匀速圆周运动的物体

C. 单摆摆球通过平衡位置时

D. 弹簧振子通过平衡位置时

(3) 图 1—1—1 中五幅图分别表示物体的位移 s、速度 v、加速度 a、动能 E_k、动量 p 随时间的变化图象. 如果物体处于平衡状态，则能够反映这个问题的图象是

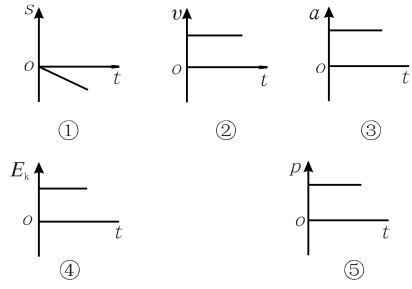


图 1—1—1

A. ①②③　　B. ①②④

C. ①②⑤　　D. ①②④⑤

命题意图：考查对平衡态概念的理解、平衡条件的掌握，并联系学过的物理模型、物理图象考查发散思维的能力.

解析：(1) 物体处于平衡状态时，物体处于静止或匀速直线运动状态，故 A、D 错；物体处于平衡状态的条件是：不受外力或合力为零，据牛顿第二定律 $F_{合}=0$，则 $a=0$，故 C 对 B 错.

(2) 做竖直上抛运动的物体在最高点时速度为零，加速度为 g；做匀速圆周运动的物体和单摆通过平衡位置时，具有向心加速度，它们加速度都不为零，不处于平衡状态. 无论是水平弹簧振子，还是竖直弹簧振子，在平衡位置合外力为零，加速度为零，因而处于平衡状态. 故选 D.

(3) 图 ①② 表示物体做匀速直线运动. 图 ③ 表示物体做匀变速运动. 图 ④ 表示物体的速率不变，如匀速圆周运动，合外力不为零，物体处于非平衡状态. 图 ⑤ 表示物体的速度大小、方向都不变，即匀速直线运动. 因此，正确选项为 C.

答案：(1)C　(2)D　(3)C

▶2. 如图 1—1—2 所示，将质量为 m 的物体置于固定的光滑斜面上，斜面倾角为 θ，水平力 F 作用在 m 上，物体 m 处于静止状态，则 m 对

备课札记

斜面的压力大小为

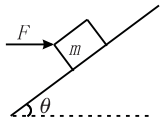


图 1—1—2

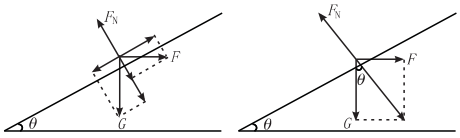
①$mg/\cos\theta$　②$F/\sin\theta$

③$\sqrt{(mg)^2+F^2}$　④$mg\cos\theta+F\sin\theta$

A. 只有 ④　　B. 只有 ③ 与 ④

C. 只有 ① 与 ②　　D. ①②③④

命题意图：能否灵活运用正交分解、三角形定则、平行四边形定则处理平衡问题.



解析：物体 m 受力分析如图，将力 F、G 沿斜面和垂直斜面分解，可得答案 ④，由平行四边形定则及三角形定则可得答案 ③.

答案：B

▶3. 如图 1—1—3 所示，物体 a、b 和 c 叠放在水平桌面上，水平力 $F_b=5$ N、$F_c=10$ N 分别作用于物体 b、c 上，a、b 和 c 仍保持静止。以 F_1、F_2、F_3 分别表示 a 与 b、b 与 c、c 与桌面间的静摩擦力的大小，则

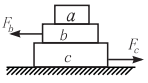


图 1—1—3

（2002 年高考理科·综合卷）

A. $F_1=5$ N，$F_2=0$，$F_3=5$ N

B. $F_1=5$ N，$F_2=5$ N，$F_3=0$

C. $F_1=0$，$F_2=5$ N，$F_3=5$ N

D. $F_1=0$，$F_2=10$ N，$F_3=5$ N

命题意图：隔离法、整体法的灵活选用；利用平衡条件分析物体的受力情况.

解析：以物体 a 为研究对象，因其处于平衡状态，故 b 对 a 无摩擦力作用，$F_1=0$；以 a、b 整体为研究对象，因其处于平衡状态，c 对 b 的摩擦力大小等于 F_b 方向与之相反，$F_2=5$ N；以 a、b、c 整体为研究对象，据平衡条件，桌面对 c 的摩擦力大小 $F_3=F_c-F_b=5$ N，方向向左.

答案：C

▶4. 图 1—1—4 中 a、b、c 为三个物块，M、N 为两个轻质弹簧，R 为跨过光滑定滑轮的轻绳，它们连接如图并处于平衡状态

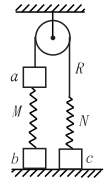


图 1—1—4

① 有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于压缩状态

② 有可能 N 处于压缩状态而 M 处于拉伸状态

③ 有可能 N 处于不伸不缩状态而 M 处于拉伸状态

④ 有可能 N 处于拉伸状态而 M 处于不伸不缩状态

以上叙述正确的是（2002 年高考·广东卷）

A. ①③　B. ①④　C. ②③　D. ①②③④

命题意图：根据平衡条件，对处于平衡状态的物体进行分析、假设的能力.

解析：若 $m_a=m_c$，N 处于拉伸状态而 M 必处于不伸不缩状态；若 $m_a>m_c$，N 处于拉伸状态，而 M 必对 a 有向上的弹力从而处于压缩状态；若 $m_a<m_c$，M 必对 a 有向下的弹力而处于拉伸状态，此时 N 处于拉伸状态；若 N 处于不伸不缩状态，即对 a 无拉力，a 必受弹簧向上的弹力与重力平衡，故应处于压缩状态.

答案：B

▶5. 如图 1—1—5 所示，A、B 为两个用绝缘细线悬挂起来的质量相等的带电小球，左边放一个带正电的球 C 时，两悬线都保持竖直方向（两线长度相等）. 若把 C 球移走，两球没有发生接触，那么图 1—1—6 中哪个图可以表示 A、B 两球的静止位置

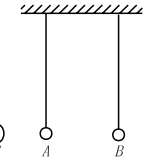


图 1—1—5

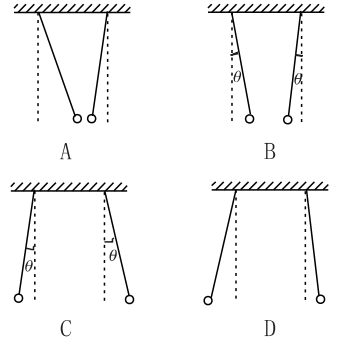


图 1—1—6

命题意图：根据库仑定律、平衡条件对带电物体的平衡状态进行推理判断的能力.

解析：两悬线处于竖直状态时必有 A 球带负电、B 球带正电. C 球移走后 A、B 两球相互吸引，据库仑定律知库仑力大小相等，又因两球质量相同，由平衡条件可知它们偏离竖直方向的夹角必相同.

答案：B

▶6. 均匀木棒的质量为 m，可绕固定轴 O 点转动，另一端放在木块上，木块的质量为 M，木块放在光滑桌面上，如图 1—1—7 所示，如果木块在一个水平推力 F 作用下仍保持静止，则

需要全本请访问 www.ertongbook.com

木棒所受力矩的个数和原来相比

A. 由 1 个变为 2 个　　B. 由 2 个变为 3 个

C. 和原来一样　　D. 以上说法均不正确

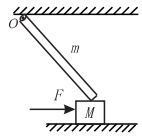


图 1—1—7

命题意图：共点力作用下物体的平衡与有固定转动轴物体的平衡的综合．考查对力矩概念的理解；牛顿第三定律；“平衡法”分析受力．

解析：当水平推力作用前，对杆转动有贡献的力有重力和木块对它的支持力，两力均有力矩，处于力矩平衡状态．当水平推力 F 作用后，木块 M 仍保持静止，说明木棒给 M 一个水平向左的静摩擦力，大小为 F，根据作用力与反作用力的关系，木块 M 给木棒一个水平向右的静摩擦力作用，所以此时木棒共受 3 个力的力矩作用，即木棒所受力矩的个数变化是由 2 个变为 3 个．

答案：B

▶7. 图 1—1—8 中 AC 为竖直墙面，AB 为均匀横梁，其重为 G，处于水平位置．BC 为支撑横梁的轻杆，它与竖直方向成 α 角．A、B、C 三处均用铰链连接．轻杆所承受的力为

（2002 年高考·天津卷）

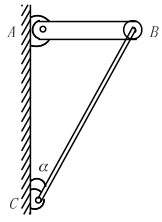
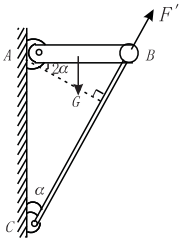


图 1—1—8

A. $G\cos\alpha$　　B. $\frac{G}{2}\cos\alpha$

C. $\frac{G}{\cos\alpha}$　　D. $\frac{G}{2}\frac{1}{\cos\alpha}$

命题意图：运用力矩平衡条件分析和计算物体的受力．



解析：支撑横梁的轻杆受横梁的作用力 F 的方向必沿杆指向 C，否则不满足力矩平衡条件．据此，横梁 AB 的受力图如图所示，其中 $F'=-F$．设 $AB=L$，据力矩平衡条件，得

$$G\cdot\frac{L}{2}=F'\cdot L\cos\alpha$$

解出 $F'=\frac{G}{2}\frac{1}{\cos\alpha}$

答案：D

▶8. 在铁路和公路的交叉口安装的栏木如图 1—1—9 所示．若一栏木长 $l=7.8$ m，重 $G=10$ N，重心 C 离左端 $a=1.3$ m，转动轴安装在离右端为 $b=6.3$ m 处，而不是在重心处，这样做的好处是_____；现为了把栏木放在水平位置，在左端需加的力 $F=$_____．

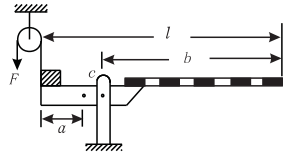


图 1—1—9

命题意图：运用力矩平衡条件分析现实生活中的实际问题，培养观察、设计问题的能力．

解析：对固定转轴，栏木重力的力矩是逆时针的，这样可使栏木自行抬起．

据力矩平衡条件可列方程 $G\cdot(l-a-b)=F\cdot a$ 代入数据解出 $F\approx 6.5$ N．

答案：依靠栏木重力的力矩使栏木自行抬起；6.5 N．

热点专题知识串讲

案例一：重力、弹力、摩擦力作用下的平衡问题

[例1] 如图 1—1—10 所示，质量为 m、横截面为直角三角形的物块 ABC，$\angle ABC=\alpha$，AB 边靠在竖直墙面上，F 是垂直于斜面 BC 的推力．现物块静止不动，则摩擦力的大小为_____．

（2001 年全国高考题）

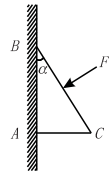


图 1—1—10

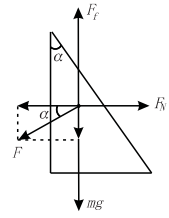


图 1—1—11

解析：以物块为研究对象，受力分析如图 1—1—11 所示．将力 F 正交分解，由竖直方向的平衡条件可得 $F_f=F\sin\alpha+mg$．

答案：$F\sin\alpha+mg$

[例2] 如图 1—1—12，A、B、C 三物块质量分别为 M、m、m_0．B 随 A 一起匀速运动，则可以断定

A. 物块 A 与桌面之间有摩擦力，大小为 m_0g

B. 物块 A 与 B 之间有摩擦力，大小为 m_0g

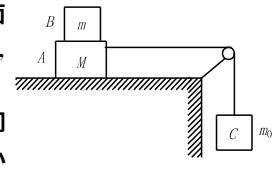


图 1—1—12

C. 桌面对 A，B 对 A，都有摩擦力，两者方向相同，合力为 m_0g

D. 桌面对 A，B 对 A，都有摩擦力，两者方向相

备课札记

备课札记

反，合力为 $m_0 g$

解析：以 B 为研究对象，由于它在水平方向做匀速运动，所以它在水平方向不受力的作用，即 A、B 两物体间无摩擦力作用.

以 C 为研究对象，由于它在竖直方向做匀速运动，所以绳对它的拉力等于它的重力. 即 $T = m_0 g$.

以 A、B 整体为研究对象，在水平方向，它受到绳对它水平向右的拉力 $T = m_0 g$，而它又处于匀速运动，所以桌面对它有水平向左的力的作用，即摩擦力的作用，且 $F_f = m_0 g$，故选 A.

答案：A

案例二：与弹簧弹力有关的平衡问题

[例3] 如图 1—1—13 所示，重力为 G 的质点 M 与三根劲度系数相同的螺旋形轻弹簧 A、B、C 相连，C 处于竖直方向，静止时，相邻弹簧间的夹角均为 120°. 已知弹簧 A 和 B 对质点的作用力的大小为 $2G$，则弹簧 C 对质点作用力的大小可能为

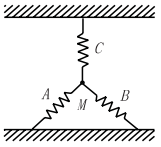


图 1—1—13

A. $2G$　　B. G

C. 0　　D. $3G$

解析：弹簧 A 和 B 对 M 的作用力有两种情况：一是拉伸时对 M 的拉力，二是压缩时对 M 的弹力.

若 A、B 两弹簧都被拉伸，两弹簧拉力与重力的合力大小为 $3G$，方向竖直向下，则弹簧 C 必被拉伸对 M 有竖直向上的大小为 $3G$ 的拉力，才能使 M 处于平衡状态.

若 A、B 两弹簧都被压缩，同理可得弹簧 C 对 M 有竖直向下的大小为 G 的弹力. A、B 两弹簧不可能一个被拉伸，一个被压缩，否则不能在题设条件下处于平衡. 综上所述应选 B、D.

答案：BD

[例4] 如图 1—1—14 所示，两木块质量分别为 m_1 和 m_2，两轻质弹簧的劲度系数分别为 k_1 和 k_2，上面木块压在上面的弹簧上（但不拴接），整个系统处于平衡状态. 现缓慢向上提上面的木块，直到它刚离开上面弹簧. 在这个过程中下面木块移动的距离为

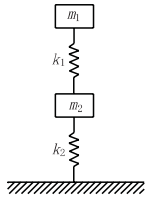


图 1—1—14

A. $\frac{m_1 g}{k_1}$　　B. $\frac{m_2 g}{k_1}$

C. $\frac{m_1 g}{k_2}$　　D. $\frac{m_2 g}{k_2}$

解析：本题中有两个关键性词语应予重视："轻质"弹簧——即不计弹簧质量；"缓慢地"竖直上提——即匀速上提，且上提过程中系统受合力始终为零.

未提木块时，弹簧 2 压缩 $\Delta x_1 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k_2}$，提起木块 m_1 时，弹簧 2 压缩 $\Delta x_2 = \frac{m_2 g}{k_2}$. 提起木块 m_1 的过程中下面木块移动的距离 $\Delta x = \Delta x_1 - \Delta x_2 = \frac{m_1 g}{k_2}$，故应选 C.

答案：C

案例三：与电场力、磁场力有关的平衡问题

[例5] 有三根长度皆为 $l = 1.00$ m 的不可伸长的绝缘轻线，其中两根的一端固定在天花板上的 O 点，另一端分别拴有质量皆为 $m = 1.00 \times 10^{-2}$ kg 的带电小球 A 和 B，它们的电量分别为 $-q$ 和 $+q$，$q = 1.00 \times 10^{-7}$ C. A、B 之间用第三根线连接起来. 空间中存在大小为 $E = 1.00 \times 10^6$ N/C 的匀强电场，场强方向沿水平向右，平衡时 A、B 球的位置如图 1—1—15 所示. 现将 O、B 之间的线烧断，由于有空气阻力，A、B 球最后会达到新的平衡位置. 求最后两球的机械能与电势能的总和与烧断前相比较改变了多少.（不计两带电小球间相互作用的静电力）　（2002 年全国高考·理综卷）

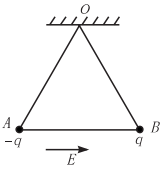


图 1—1—15

图 1—1—16 中虚线表示 A、B 球原来的平衡位置，实线表示烧断后重新达到平衡的位置，其中 α、β 分别表示细线 OA、AB 与竖直方向的夹角.

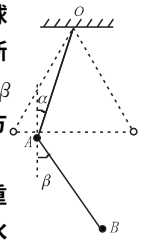


图 1—1—16

A 球受力如图 1—1—17 所示：重力 mg，竖直向下；电场力 qE，水平向左；细线 OA 对 A 的拉力 T_1，方向如图；细线 AB 对 A 的拉力 T_2，方向如图. 由平衡条件

$T_1 \sin\alpha + T_2 \sin\beta = qE$

$T_1 \cos\alpha = mg + T_2 \cos\beta$

B 球受力如图 1—1—18 所示：重力 mg，竖直向下；电场力 qE，水平向右；细线 AB 对 B 的拉力 T_2，方向如图. 由平衡条件

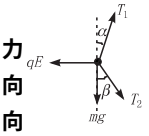


图 1—1—17

$T_2 \sin\beta = qE$

$T_2 \cos\beta = mg$

联立以上各式并代入数据，得

$\alpha = 0 \quad \beta = 45°$

由此可知，A、B 球重新达到平衡的位置如图 1—1—19 所示.

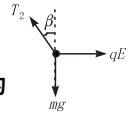


图 1—1—18

与原来的位置相比，A 球的重力势能减少了

$E_A = mgl(1 - \sin 60°)$

B 球的重力势能减少了

$E_B = mgl(1 - \sin60° + \cos45°)$

A 球的电势能增加了

$W_A = qEl\cos60°$

B 球的电势能减少了

$W_B = qEl(\sin45° - \sin30°)$

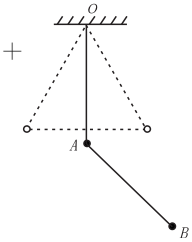


图 1—1—19

两种势能总和减少了

$W = W_B - W_A + E_A + E_B$

代入数据解得

$W = 6.8 \times 10^{-2}$J

答案：6.8×10^{-2}J

[例6] 如图 1—1—20 所示，有两根和水平方向成 α 角的光滑平行的金属轨道，上端接有可变电阻 R，下端足够长，空间有垂直于轨道平面的匀强磁场，磁感应强度为 B. 一根质量为 m 的金属杆从轨道上由静止滑下. 经过足够长的时间后，金属杆的速度会趋近于一个最大速度 v_m，则

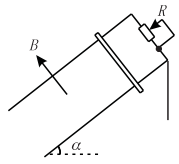


图 1—1—20

A. 如果 B 增大，v_m 将变大

B. 如果 α 变大，v_m 将变大

C. 如果 R 变大，v_m 将变大

D. 如果 m 变小，v_m 将变大

（2001 年上海高考题）

解析：导体棒切割磁感线产生感应电动势使闭合回路产生感应电流，导体棒受安培力作用，由楞次定律和左手定则可判定安培力的方向沿轨道向上，大小随运动速度的增大而增大，当速度最大时，导体棒处于平衡状态做匀速直线运动. 平衡时受力分析如图 1—1—21 所示. 由 $E = BLv_m$，$I = \dfrac{E}{R}$

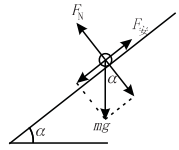


图 1—1—21

$F_{安} = BIL$，得 $F_{安} = \dfrac{B^2L^2v_m}{R}$ ①

由平衡条件得 $F_{安} = mg\sin\alpha$ ②

由 ①② 式可解出 $v_m = \dfrac{mgR\sin\alpha}{B^2L^2}$

将选项中的四种情况与之比较，不难得出选项 B、C 正确.

答案：BC

案例四：力矩与力矩平衡的应用问题

[例 7] 如图 1—1—22 所示，一自行车上连接踏脚板的连杆长 R_1，由踏脚板带动半径为 r_1 的大齿盘，通过链条与半径为 r_2 的后轮齿盘连接，带动半径为 R_2 的后轮转动.

（1）设自行车在水平路面上匀速行进时，受到的平均阻力为 f，人蹬踏脚板的平均作用力为 F，链条中的张力为 T，地面对后轮的静摩擦力为 f_s. 通过观察，写出传动系统中有几个转动轴，分别写出对应的力矩平衡表达式；

（2）设 $R_1 = 20$cm，$R_2 = 33$cm，踏脚大齿盘与后轮齿盘的齿数分别为 48 和 24，计算人蹬踏脚板的平均作用力与平均阻力之比；

（3）自行车传动系统可简化为一个等效杠杆. 以 R_1 为一力臂，画出这一杠杆示意图，标出支点，力臂尺寸和作用力方向.

（2002 年上海高考题）


图 1—1—22

解析：（1）自行车传动系统中的转动轴个数为 2

对踏脚齿盘中心的转动轴可列出：$FR_1 = Tr_1$

对后轮的转动轴可列出：$Tr_2 = f_SR_2$

（2）由 $FR_1 = Tr_1$，$Tr_2 = f_SR_2$

及 $f_S = f$ 可得 $\dfrac{FR_1}{f_SR_2} = \dfrac{r_1}{r_2} = \dfrac{48}{24}$

$\therefore \dfrac{F}{f} = \dfrac{r_1R_2}{r_2R_1} = \dfrac{48 \times 33}{24 \times 20} = \dfrac{33}{10} = 3.3$

（3）如图 1—1—23 所示

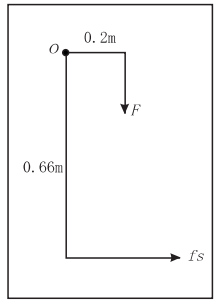


图 1—1—23

答案：略

归 纳 拓 展

1. 对物体的平衡状态的认识

描述物体运动状态的参量就是速度，速度变化了即物体的运动状态发生了变化，速度是矢量，大小和方向的变化都应被认为物体运动的状态发生了变化. 当物体运动的速度不变时，才能认为物体处于平衡状态. 物体处于静止或匀速直线运动时即是如此. 值得注意的是物体速度为零时，物体并不一定处于平衡状态. 例如竖直上抛运动中物体位于最高点时. 不要将速度为零的状态作为物体的平衡状态. 有固定转动轴的物体处于静止状态或匀速转动时也处于平衡状态.

2. 平衡条件及其推论

备课札记

备课札记

(1) 共点力作用下物体的平衡条件是：$\sum F=0$，或同时满足 $\sum F_x=0$、$\sum F_y=0$. 根据平衡条件可得以下重要推论：① 当物体处于平衡状态时，它所受的某一个力与它所受的其余力的合力等值反向；② 当三个共点力作用于物体处于平衡时，三个力的矢量组成一封闭的矢量三角形.

(2) 有固定转动轴物体的平衡条件是所有力对同一转轴力矩之和等于零，即 $\sum M=0$. 必须注意：① 物体平衡时对任何一个转轴的力矩之和都等于零，即与转轴的选择无关；② 物体平衡时，一定同时满足 $\sum F=0$，$\sum M=0$ 的条件.

3. 对于共点力作用下物体的平衡，实际上要解决两方面的问题：一方面是已知物体受力情况，判断物体是否处于平衡状态；另一方面是已知物体处于平衡状态(或要求物体处于平衡状态)，讨论物体受力情况. 要求在理解概念的基础上，具有用隔离法与整体法分析物体受力的能力；用平行四边形定则和正交分解法处理力的合成与分解的能力；用力的独立作用原理和等效变换的思路分析、简化、解决各种平衡的能力.

对有固定转动轴的物体进行受力分析时，凡作用线通过转动轴的力，因不产生力矩作用可不作分析. 在画物体受力图时，必须按每个力的实际作用点在物体上图示各力，这时不可把物体当作有一个质点看待. 另外，在有些情况下须进行图形的转换. 图 1—1—24 中所示的矩形通电线圈在匀强磁场 B 中，要求其受的磁力矩，若直接利用图甲分析，很难看出力的作用线与转动轴的确切关系，为便于找出磁场力的力臂可把图甲转化为图乙所示的平面图，则很容易看出磁场力的力臂为 $L_1\cos\theta$.

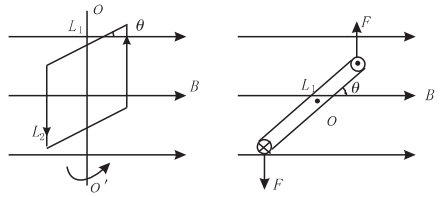


图 1—1—24

4. 物体在力作用下的平衡问题不仅仅涉及力学内容，在电磁学中常涉及带电粒子在电场或复合场中的平衡. 矩形线圈在磁场中的力矩平衡等，该类问题研究的中心问题是平衡问题，但涵盖的内容、综合的程度要高于力学中的平衡问题.

创 新 训 练

(一) 判断质点(或物体)是否处于平衡状态，或处于平衡状态时物体的位置情况，是基本的平衡问题. 请你对 1～3 题所述的情况作出判断.

▶1. 用轻质细线把两个质量未知的小球悬挂起来，如图 1—1—25 甲所示，今对小球 a 持续施加一个向左偏下 30° 的恒力，并对小球 b 持续施加一个向右偏上 30° 的同样大的恒力，最后达到平衡，表示平衡状态的图可能是乙图中的

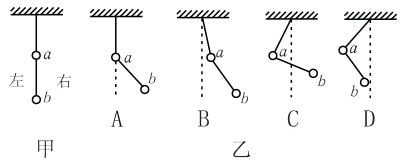
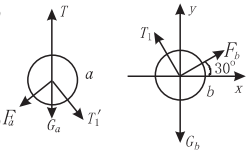


图 1—1—25

命题意图：运用共点力平衡条件，选用隔离法或整体法判断物体的平衡态位置，培养发散思维和优化思维的能力.

解析：设施加在 a、b 球上的力的大小均为 F，用隔离法首先对 b 进行受力分析：b 球受三个共点力作用而平衡，按图所示进行正交分解. ∵ 重力 G_b 无水平分量，则可判断 a、b 间绳对 b 的拉力 T_1 的水分分量与外加恒力 F_b 的水平分量大小相等，方向相反，即大小等于 $F\cdot\cos30°=\frac{\sqrt{3}}{2}F$，方向向左.



再对小球 a 进行受力分析：a 受四个力作用而平衡，其中重力 G_a 的方向竖直向下；a、b 间细线对 a 的拉力 T_1' 是 T_1 的反作用力，因此它的水平分量大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}F$，方向向右. 外加于 a 的恒力 F_a 的水平分量也为 $F\cdot\cos30°=\frac{\sqrt{3}}{2}F$，方向向左，即此二力的水平分量是一对平衡力，那么处于平衡状态的 a 球所受的第四个力，a 球上方悬线上的张力 T 不应再有水平分量. 故悬线只能处于竖直方向，所以只有 A 图正确.

此题亦可用整体法来处理：把 a 球和 b 球看作一个整体，a、b 间绳的拉力是一对内力不予考虑，外加恒力 F 对整体的水平分力平衡，竖直分力也平衡，故系统相当于只受：G_a、G_b 及 a 球上方绳的拉力 T，T 只能处于竖直方向，所以只有选项 A 正确.

答案：A

▶2. 图 1—1—26 中 O 为固定转动轴，能使杆处于平衡状态的有(杆为轻杆)

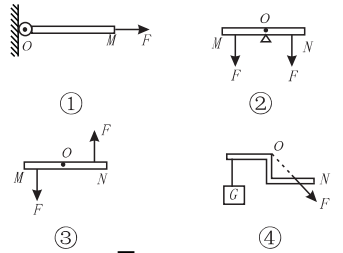


图 1—1—26

A. ①②③　　B. ①②

C. ②③　　D. ①④

命题意图：运用力矩平衡条件，对物体是否处于平衡状态做出判断．

解析：由于在 ① 所示的图中力 F 的作用线通过转轴，因此它的力矩为零；③ 中作用在 M 点和 N 点的力所产生的力矩均为逆时针，不能为零，故不能平衡；④ 图中 F 的力矩为零，而重物的重力的力矩不为零，因此也不能平衡．

答案：B

▶3. 一矩形导线框可绕其中心轴 O 转动，空间中存在与轴垂直的匀强磁场，给线框通以恒定电流，线框在磁力矩作用下由静止开始转动，最终静止，则线框最终的状态是图 1—1—27 所示情形中的哪一种

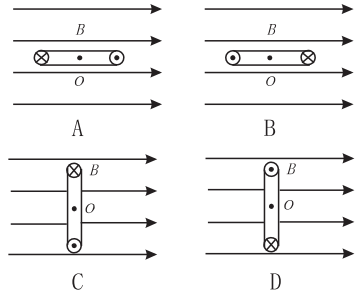


图 1—1—27

命题意图：通电线圈在匀强磁场中受安培力方向的判定，并能依据初始条件和力矩平衡条件对平衡位置做出正确判断．

解析：由力矩平衡条件和左手定则容易判断最终的状态可能是 C 图和 D 图，但因从静止开始转动时，电流方向向里的边受到向下的安培力，电流方向向外的边受到向上的安培力，必使最终静止时电流方向向里的边在下，电流方向向外的边在上，故最终状态为 D 图．

答案：D

（二）有的书上说："当物体在几个力作用下达到平衡时，若去掉其中一个力，则余下的各力的合力与去掉的那个力等值反向"，你认为这个结论是否正确？_____．（请你解答完 4、5 两小题后再回答．）

▶4. 如图 1—1—28 所示，一质量为 m 的物体系于长度分别为 l_1、l_2 的两根细线上，l_1 的一端悬挂在天花板上，与竖直方向夹角为 θ，l_2 水平拉直，物体处于平衡状态．现将 l_2 线剪断，求剪断瞬时物体的加速度．

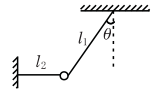


图 1—1—28

（1）下面是某同学对该题的一种解法：

解：设 l_1 线上拉力为 T_1，l_2 线上拉力为 T_2，重力为 mg，物体在三力作用下保持平衡 $T_1\cos\theta = mg$，$T_1\sin\theta = T_2$，$T_2 = mg\tan\theta$

剪断线的瞬间，T_2 突然消失，物体即在 T_2 反方向获得加速度．因为 $mg\tan\theta = ma$，所以加速度 $a = g\tan\theta$，方向在 T_2 反方向．

你认为这个结果正确吗？请对该解法作出评价并说明理由．

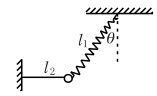


图 1—1—28

（2）若将图 1—1—28 中的细线 l_1 改为长度相同、质量不计的轻弹簧，如图 1—1—29 所示，其他条件不变，求解的步骤和结果与（1）完全相同，即 $a = g\tan\theta$，你认为这个结果正确吗？请说明理由．

命题意图：通过弹簧与刚性绳对"约束物"的作用及解除约束后的比较，理解有关推论的条件性，培养理解能力和分析辨别的能力．

解析：（1）剪断 l_2 前，物体在线 l_1、l_2 的拉力 T_1、T_2 和重力作用下平衡，受力如图 ①

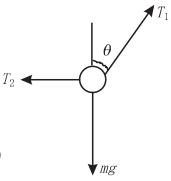


图 ①

由平衡条件：$T_1\cos\theta = mg$，$T_1\sin\theta = T_2$ 得 $T_2 = mg\tan\theta$

由于 l_1 是细线，其物理模型是不可拉伸的刚性绳，当线上的张力变化时，细线的长度形变量忽略不计，因此当剪断 l_2 的瞬间，T_2 突然消失，l_1 线上的张力发生突变，这时物体受力如图 ②，$T_1' = mg\cos\theta$

$mg\sin\theta = ma$ 得 $a = g\sin\theta$

所以原题给的结果错误，原因是线 l_1 上的张力大小发生了突变．

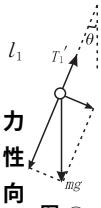


图 ②

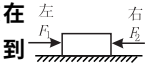
（2）轻弹簧这一物理模型是当受外力拉伸时，有明显的形变量 Δx，在弹性限度内，弹力大小 $F = k\Delta x$，弹力方向沿弹簧．当剪断 l_2 的瞬间 $T_2 = 0$，弹簧的形变量未来得及发生变化，Δx 不变，l_1 上的张力大小、方向还未发生变化，所以物体所受的合力与 T_2 等大反向，由牛顿第二定律 $mg\tan\theta = ma$ 得 $a = g\tan\theta$

原题给的结果正确．因 l_2 被剪断的瞬间，弹簧 l_1 上的弹力 T_1 未发生变化．

答案：（1）错．因为 l_2 被剪断的瞬间，l_1 上的拉力大小发生了变化．

（2）对．因为 l_2 被剪断的瞬间，弹簧 l_1 的长度未及发生变化，T_1 的大小和方向都不变．

▶5. 如图 1—1—30 所示，一木块放在水平桌面上，在水平方向共受到三个力即 F_1、F_2 和摩擦力作用，图 1—1—30 木块处于静止状态，其中 $F_1 = 10$ N，$F_2 = 2$ N，若撤去力 F_1，则木块在水平方向受到的合力为



A. 10 N，方向向左

B. 6 N，方向向右

C. 2 N，方向向左

D. 零

命题意图：理解静摩擦力的被动性，前述结论在含有被动力时不成立．另外，考查学生挖

备课札记

备课札记

掘隐含条件(即最大静摩擦力 $F_m \geqslant 8$ N)的能力.

解析:木块受 F_1、F_2 两水平力作用而静止,说明地面给木块的静摩擦力大小为 8 N,方向水平向左且 $F_m \geqslant 8$ N. 当 F_1 撤去后,由共点力平衡条件可知,木块仍处于静止状态,只不过所受静摩擦力变为 2 N,方向水平向右,但物体在水平方向所受合力为零.

答案:D

(三)三力平衡的问题是平衡类问题中最常见的问题,请你解答完6~9题后认真体会各种解题方法.

▶6. 三段不可伸长的细绳 OA、OB、OC 能承受的拉力相同,它们共同悬挂一重物,如图1—1—31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

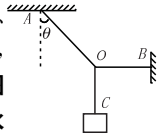


图 1—1—31

A. 必定是 OA

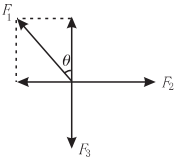
B. 必定是 OB

C. 必定是 OC

D. 可能是 OB,也可能是 OC

命题意图:运用"合成法"或"正交分解法"解决三力平衡问题.

解析:解法1:若三绳都不断,则据三力平衡的条件,任意两绳拉力的合力必与另一绳拉力大小相等、方向相反. 因 OB 是水平的,则 OB 与 OC 垂直,此时取 OB、OC 两绳拉力进行合成易知合力必大于两个分力,故有 OA 绳承受的拉力最大. 又因三绳能承受的最大拉力相同,因此必定在逐渐增加 C 端所挂物体质量时 OA 绳先断. 故选 A.



解法2:将 OA 绳拉力正交分解求. 以 O 点为研究对象,逐个分析出三条细绳的弹力,如图所示,根据力的正交分解法得出:$F_1\cos\theta = F_3$,$F_1\sin\theta = F_2$,由 m 增大推得 $F_1 = \dfrac{F_3}{\cos\theta} = \dfrac{mg}{\cos\theta}$ 增大的最多.

答案:A

▶7. 如图1—1—32甲所示,光滑球一半由铅(阴影表示)一半由铝组成,放在支架 P、Q 上处于平衡. P 支架对它的支持力为 F_N. 如果将球在支架上转为如图乙状,仍处于平衡,则支架 P 对它的支持力为 F_N'. F_N 和 F_N' 的大小相比较

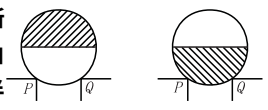


图 1—1—32

A. $F_N > F_N'$ B. $F_N = F_N'$

C. $F_N < F_N'$ D. 条件不足,无法判断

命题意图:理解共点力的概念,准确做出受力图示,运用"合成法"求解问题,培养排除干扰的能力.

解析:光滑球受重力和两支架的支持力而平衡. 支持力一定垂直于接触面指向球心,其作用线相交于球心 O,重力的作用线也通过 O,两支架的支持力的合力与重力平衡,跟重心的位置是在球心 O 的上方还是下方无关.

答案:B

▶8. 如图1—1—33所示,小球用细绳系住放在倾角为 θ 的光滑斜面上,当细绳由水平方向逐渐向上偏移时,细绳上的拉力将

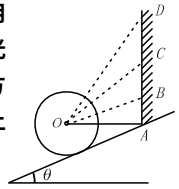


图 1—1—33

A. 逐渐增大

B. 逐渐减少

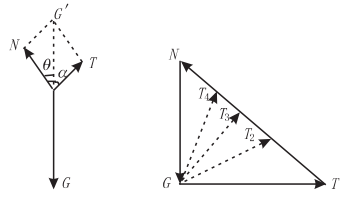
C. 先增大后减小

D. 先减小后增大

命题意图:通过用数学方法和图解法求解,培养学生优化解题思路,快速反应问题的能力.

解析:解法1:设细绳向上偏移过程中的某一时刻,绳与斜面支持力 N 的夹角为 α,作出力的图示如图甲,由正弦定理得:

$$\frac{G}{\sin(\pi-\alpha)} = \frac{T}{\sin\theta}$$



$$\therefore T = G\cdot\frac{\sin\theta}{\sin(\pi-\alpha)}$$

讨论:当 $\alpha > \dfrac{\pi}{2}$ 时,$T > G\sin\theta$

当 $\alpha = \dfrac{\pi}{2}$ 时,$T = G\sin\theta$

当 $\alpha < \dfrac{\pi}{2}$ 时,$T > G\sin\theta$

可见,当 $\alpha = \dfrac{\pi}{2}$ 时,T 最小,即当绳与斜面支持力 N 垂直(即绳与斜面平行)时,拉力最小. 当绳由水平面逐渐向上偏移时,T 先减小后增大,故选项 D 正确.

解法2:因为 G、N、T 三力共点平衡,故三个力可以构成一个矢量三角形,图乙中 G 的大小和方向始终不变;N 的方向也不变,大小可变,T 的大小、方向都在变,在绳向上偏移的过程中,可以作出一系列矢量三角形如图乙所示,显然易见在 T 变化到与 N 垂直前,T 是逐渐变小的,然后 T 又逐渐变大,故应选 D. 同时看出斜面对小球的支持力 N 是逐渐变

需要全本请访问 www.ertongbook.com