



面向中等和中等以上学生

以奥林匹克培训的成功思路

实现考场夺冠的世纪梦想

↑10省市名师全程助学、助考新兵法

冲刺北大清华

高一物理

总主编：何舟
本册主编：李新华(奥林匹克教练员)

吉林教育出版社

10省市名师全程助学、助考新兵法

冲刺

北大清华

高一物理



总 主 编 何 丹
本册主编 李新华 (奥林匹克教练员)
撰 稿 董国珍 郭兆雪 孙粉香
段 惠 苏宝忠 李学军

吉林教育出版社

(吉) 新登字 02 号

封面设计:周建明

责任编辑:王世斌 陈 刚

10 省市名师全程助学、助考新兵法

冲刺北大清华

高一物理

总 主 编 何 舟

本册主编 李新华 (奥林匹克教练员)

吉林教育出版社 出版 发行

新华书店经销

山东滨州教育印刷厂印刷

开本:880×1230 毫米 1/32

印张:12

本次印数:10000 册

字数:343 千字

2002 年 6 月第 3 版第 4 次印刷

ISBN 7-5383-1790-2/G·1569

定价:14.80 元

凡有印装问题,可向承印厂调换

十省市名师全程助学、助考新兵法

冲刺 外国语学校
名牌高中 丛书
北大清华

编委会

主 任	何 舟					
副主任	邓 均	北京大学附属中学		奥林匹克一级教练		
	刘红娟	天津市教学研究室		教研员		
	张润秀	浙江省教育厅教研室		特级教师	全国优秀教师	
	臧继宝	江苏省南京市教研室		市政府督学		
	孟蔚时	安徽省教育科学研究所		综合研究室主任		
	黄建国	江西省教学研究室		副主任		
	李松华	福建省普教教研室		理科主任		
	陈启新	福建省普教教研室		教研员		
	黄汉寿	山西省教育科学研究所		特级教师		
	彭运锋	广西教育学院教研部		主任 副研究员		
	白承宗	云南省教育科学院		特级教师		
编 委	王 岚	王春景	王蟠龙	兰 虹	朱宇辉	朱承信
	朱建明	朱建廉	孙夕礼	刘江田	江敬润	李果民
	李松华	李新华	张玉心	张洪潭	张润秀	张晋平
	陈 俊	陈伟荣	陈宗杰	吴立民	吴庆芳	陆 云
	陆 静	苏克芬	肖声贵	时利民	何雪平	杨盛楠
	余燕凌	林为炎	林昌贵	金本钺	郑梦如	官思渡
	赵 龙	祝传武	侯建飞	姜鸿翔	夏 芹	夏恩威
	唐凤兰	唐树楷	唐哲源	唐淑华	桂自力	徐昭武
	钱瑞云	黄复华	黄鸿琦	章美珍	章乘铭	潘娉姣
	彭士侠	蒋国补	蔡金涛	蔡肇基	臧继宝	滕 云



目 录



- 第一讲
- 第二讲
- 第三讲

第一章 力

弹 力	1
摩 擦 力	10
受力分析	18



- 第四讲
- 第五讲
- 第六讲

第二章 直线运动

直线运动的基本概念	30
匀变速直线运动	40
直线运动中图象的应用	58



- 第七讲
- 第八讲

第三章 牛顿运动定律

牛顿运动定律应用(一)	72
牛顿运动定律应用(二)	82



- 第九讲
- 第十讲
- 第十一讲

第四章 物体的平衡

共点力作用下物体的平衡	94
力 矩	110
一般物体的平衡	123



第十二讲

第十三讲

第十四讲



第十五讲



第十六讲

第十七讲

第十八讲



第十九讲

第二十讲

第二十一讲

第二十二讲

第二十三讲

第二十四讲

第五章 曲线运动

运动的合成和分解 曲线运动

136

特点

平抛运动

150

圆周运动

166

第六章 万有引力定律

万有引力

184

第七章 动 量

冲量和动量

197

动量定理

208

动量守恒定律

223

第八章 机 械 能

功

244

功 率

257

动能 动能定理

267

重力势能

285

机械能守恒定律

296

动量和能量综合专题

309



第十五讲

第一学期

第二学期



第九章 机械振动

简谐运动

330

期中测试

337

期末测试

340

期中测试

343

期末测试

347

参考答案

350

第 章 力

第
一
讲

弹 力

热点
聚焦

力学是研究物体机械运动规律及其应用的科学.力学所要解决的中心课题是力和运动的关系.力学中最根本的物理概念之一是力.有三种不同性质的力,弹力就是其中的一种力,是物体由于发生弹性形变而产生的力,而且是重要的一种力.如何学会判断弹力的存在、确定弹力的方向及计算弹力的大小呢?

解决上述问题,应注意:(1)根据弹力产生的条件分析判断弹力是否存在,或采用“假设法”分析判断弹力是否存在(即假设在接触面上不存在弹力,利用平衡条件或牛顿运动定律分析推理,分析物体的运动状态是否改变,如果物体的运动状态没有改变,说明原来不存在弹力;如果物体的运动状态发生改变,说明原来存在弹力);(2)根据胡克定律 $F = kx$ 确定弹簧弹力的方向及计算弹力的大小;(3)根据物体的平衡条件或牛顿运动定律确定一般情况下弹力的方向及计算弹力的大小.

领悟
捷径

例1 如图1-1所示,以下对图中的小球或筷子受到支持面的弹力分析正确的是().

- A. 小球靠在光滑斜面上,处于静止状态,绳处于竖直方向
- B. 小球靠在光滑斜面上,处于静止状态,绳与竖直方向成一定角度
- C. 筷子静止在光滑的半圆形碗内,两端均在碗内
- D. 筷子静止在光滑的半圆形碗内,一端在碗外

学有一招

判断弹力是否存在,从定义直接判断有困难时,就从力的作用效果判断.看力的作用效果与实际情况是否相

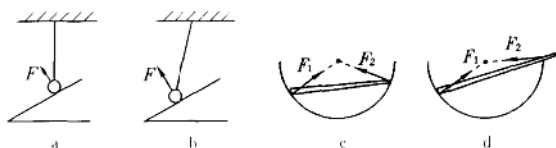


图 1-1

符,从而得出结论,这种方法也叫“假设法”,在解题中有广泛应用。

解题快车道 对 A 和 B,判断斜面对小球是否有弹力时,可以用假设法,即假设将斜面撤去,不存在弹力, A 依然能保持静止状态,说明 A 原先不存在弹力;而 B 在撤去斜面后就不能保持静止状态了,说明 B 原先存在弹力,而且方向垂直于斜面,所以 B 正确。



图 1-2

对 C 和 D,用假设法判断两接触面均存在弹力,主要判断弹力的方向。C 中,是筷子的点和碗面相接触,所以弹力应垂直于碗面,即垂直与球面上接触点的切面指向球心,所以 C 正确。D 中,左边接触面上的弹力可用 C 中的方法判断,右边是碗边的一点和筷子的面接触,所以弹力应垂直于筷子的平面。D 不正确,正确分析如图 1-2。

思路拓展 弹力的方向与形变的方向相反,一般有以下几种情况:

- (1) 平面与平面、曲面与平面、点与平面接触时,弹力的方向垂直于平面并指向受力物体;
- (2) 曲面与曲面、点与曲面接触时,弹力的方向垂直于切面并指向受力物体;
- (3) 绳的弹力方向总是沿着绳指向绳收缩的方向。

例 2 如图 1-3 所示,物体 Q 与一质量可以忽略的弹簧相连接,静止在光滑水平面上。物体 P 以某一速度 v 与弹簧和物体 Q 发生正碰,已知碰撞是完全弹性的,而且两物体的质量相等,碰撞过程中,在下列哪种情况下弹簧刚好处于最大压缩状态? ()。

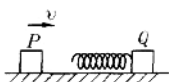


图 1-3

- A. 当 P 的速度恰好等于零时
- B. 当 P 与 Q 的速度相等时

- C. 当 Q 恰好开始运动时
D. 当 Q 的速度等于 v 时
E. 当 P 刚好把它的动能全部传递给弹簧时

解题快车道 物体 P 以速度 v 沿水平面运动, 与弹簧接触后发生完全弹性碰撞, 由于 P 有速度, Q 静止, P 与 Q 将相互靠近, 弹簧被压缩, 产生了弹力, P 将开始做减速运动, Q 将从静止开始加速运动, 但刚开始 P 的速度大于 Q 的速度, P 、 Q 仍要靠近, 弹簧的压缩量不断减小; 随着 P 、 Q 距离的不断减小, 弹簧的弹力不断增大, P 的速度不断减小, Q 的速度不断增大, 某一时刻 P 的速度将等于 Q 的速度; 以后由于 P 仍减速, Q 仍加速, P 的速度将小于 Q 的速度, P 、 Q 之间的距离将变大, 直至 P 、 Q 分开。通过以上对物理过程的分析, 可以看出, 当 P 、 Q 的速度相等时, 弹簧的压缩量最大, 应选 B。

思路巧点拨 解物理题时, 大家应注意对物理过程的分析。本题中要判断什么时候压缩量最大, 就要根据 P 、 Q 的受力情况判断运动情况, 要明确 P 、 Q 之间的距离是变大还是变小取决于 P 、 Q 速度的大小关系。本题也可以用动量守恒和能量守恒求解。

例 3 如图 1-4 所示, 支杆 BC 一端用铰链接于 B , 另一端连接滑轮 C , 重物 P 上系一根轻绳 C 固定于墙上 A 点, 若支杆 BC 、滑轮 C 及绳子的质量、摩擦均不计, 将绳端 A 点沿墙稍向下移, 再使之平衡, 问: 绳的拉力和 BC 支杆受到的压力如何变化?

学有一招

解题快车道 滑轮 C 受到 F 、 G 、 T 三力作用而处于平衡状态, 如图 1-3 所示。大家要注意, 不计摩擦, 同一根绳上的拉力大小处处相等, 因为 A 点移动前后均有 $T = G$, 所以绳的拉力不变。

因为此时支杆 BC 对滑轮 C 的作用力沿 BC 方向, 所以有: 力的矢量三角形 CTF 与几何三角形 ABC 相似, 得

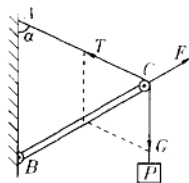


图 1-4

$$\frac{F}{G} = \frac{BC}{AB}$$

当 A 点下移后, G 与 BC 均不变, AB 减小, 则 F 增大。

思路巧点拨 求绳子的拉力时, 要注意到: 当不计绳子的质量和与滑

轮的摩擦时,同一根绳上的拉力大小处处相等.意识不到这一点,判断就会出错.要注意观察题目特点,能够发现力的矢量三角形与几何三角形的相似关系.

值得一提的是:本题中 BC 杆对滑轮 C 的作用力是沿着杆子的,这是有条件的,仅当 BC 杆重力不计且只受两个力作用而平衡时,上述结论才成立.

例 4 如图 1-5 所示,用轻质细绳连结的 A 和 B 两个物体,沿着倾角为 α 的斜面匀速下滑,问 A 与 B 之间的细绳上有弹力吗?

解题快车道 隔离 A 和 B ,进行受力分析,设弹力 T 存在,将各力正交分解,分别写出方程

$$m_A g \sin \alpha + T - \mu_A m_A g \cos \alpha = 0, \quad (1)$$

$$m_B g \sin \alpha - T' - \mu_B m_B g \cos \alpha = 0, \quad (2)$$

$$T = T', \quad (3)$$

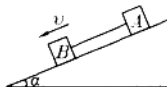


图 1-5

由①得

$$T = \mu_A m_A g \cos \alpha - m_A g \sin \alpha.$$

由②得

$$T' = m_B g \sin \alpha - \mu_B m_B g \cos \alpha.$$

若 $T = 0$, 应有

$$\mu_A = \tan \alpha, \mu_B = \tan \alpha.$$

所以,只有当 $\mu_A = \mu_B = \tan \alpha$ 时,细绳上才没有弹力.若 $T > 0$, 有 $\mu_A > \tan \alpha, \mu_B < \tan \alpha$, 所以当 $\mu_A > \tan \alpha > \mu_B$ 时,细绳上存在弹力.

思路巧点拨 当所求的不是弹簧的弹力,又无法利用弹力产生的条件判断时,就应该想到结合物体的运动状态,用平衡的条件或牛顿运动定律确定弹力的有无或大小.

例 5 有一自由下落的小球,如图 1-6 所示,在它于竖直放置的弹簧开始接触到弹簧被压缩到最短的过程中,小球的速度和所受的合外力的变化情况是().

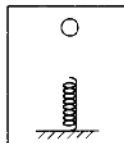


图 1-6

- A. 合力变小,速度变小
- B. 合力变小,速度变大
- C. 合力先变小后变大,速度先变大后变小
- D. 合力先变小后变大,速度先变小后变大

第一讲 弹 力

解题快车道

小球下落到弹簧与之接触后,小球受重力和弹簧的弹力,由于开始弹簧形变较小,弹力小于重力,小球所受的合力向下,并逐渐减小,小球速度增加;到小球重力等于弹簧弹力时,合外力为零,速度最大;之后,小球速度逐渐减小,直到减为零,故 C 正确.

思路巧点拨

本题牵扯到力、速度的变化关系,关键在于合力的变化分析,找出合力为零的转折点.

例 6 如图 1-7 所示,小车上固定一根弯成 α 角的曲杆,杆的另一端固定一个质量为 m 的小球,当小车以加速度 a 水平向右运动时,求杆对小球的弹力的大小和方向.

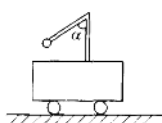


图 1-7

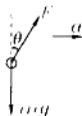


图 1-7(1)

解题快车道

以小球为研究对象,受到重力 G 和杆对小球的弹力 F , 设 F 与竖直方向的夹角为 θ , 如图 1-7(1) 所示. 由于小球有水平向右的加速度, 根据牛顿第二定律有

$$\begin{cases} F \cdot \sin \theta = ma, \\ F \cdot \cos \theta = mg. \end{cases}$$

解得

$$F = m \sqrt{g^2 + a^2}, \quad \tan \theta = \frac{a}{g}.$$

思路巧点拨

本题中所求的弹力不是弹簧的弹力, 不能用公式求解. 分析小球的运动状态, 小球有水平向右的加速度, 所以考虑用牛顿第二定律求解.

例 7 一根橡皮绳长 3m , 劲度系数 $k = 100\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$. 现将其首尾相连, 围成如图 1-8 所示的正三角形, 用同样大小的对称力来拉它, 欲使橡皮绳围成的正三角形的面积增加 1 倍, 拉力 F 应多大?



图 1-8

解题快车道

原先正三角形的边长为 1m ,

学有一得

冲刺北大清华

学有一得

当面积变为 2 倍时,正三角形的边长变为原来的 $\sqrt{2}$ 倍,即 $\sqrt{2}m$,可知每边的伸长量 $x = (\sqrt{2} - 1)m$. 橡皮绳虽不是弹簧,但它可以类比为弹簧,用胡克定律计算其大小. 但每边上的拉力不能用 kx 计算,因为 $k = 100N \cdot m^{-1}$ 是围成的正三角形整根橡皮绳的劲度系数,当它被分成 3 截时,每条橡皮绳上的劲度系数发生变化,因为对于劲度系数分别为 $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$ 的 n 根弹簧,当它们串联使用时,整体的劲度系数 k 满足

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots + \frac{1}{k_n};$$

当它们并联使用时,整体的劲度系数 k 满足

$$k = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n.$$

所以本题可根据以上 n 根弹簧的串联、并联公式计算.

设每段橡皮绳的劲度系数为 k' , 由 $\frac{1}{k} = \frac{1}{k'} + \frac{1}{k'} + \frac{1}{k'}$, 得该橡皮绳每段上劲度系数 $k' = 3k = 300N \cdot m^{-1}$, 每条橡皮绳上受的拉力为 $F' = k'x$, 拉力

$$F = 2F' \cos 30^\circ = 2 \times 300 \times (\sqrt{2} - 1) \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 215.2(N).$$

思路巧点拨 计算类似弹簧弹力的问题可以用胡克定律,但要注意当弹簧的长度发生变化时,弹簧的劲度系数也发生变化. 弹簧的劲度系数取决于弹簧的长度、材料等. 同时注意 x 是弹簧的形变量,不是弹簧的长度.

精彩小结

1. 要学会分析判断弹力的存在和弹力的方向的方法.
2. 会用弹力的变化确定力与运动的关系.
3. 关于弹力大小的计算,若是弹簧或类似弹簧可以根据胡克定律计算;若研究对象不是弹簧但它能看成质点的,可以根据物体的平衡条件或牛顿运动定律进行计算.

动手探索

一、练习

1. 关于弹力,下列说法正确的是().
 - A. 相互接触的物体间一定有弹力
 - B. 弹簧的弹力总是跟弹簧的伸长量成正比
 - C. 压力和支持力总是跟支持面垂直的
 - D. 物体对桌面的压力是桌面发生形变产生的

第一讲 弹 力

2. 下面说法正确的是().

- A. 木块放到桌面上要受到一个向上的弹力,这是由于木块发生形变而产生的
- B. 拿一根细竹竿拨动水中的木头,木头受到的竹竿的弹力,是因为竹竿发生形变而产生的
- C. 绳对物体的拉力方向总是沿着绳,指向绳收缩的方向
- D. 挂在电线下的电灯受到的向上的拉力,是因为电线发生微小形变而产生的

3. 如图 1-9 所示, A、B 叠放在水平地面上, 则地面受到的压力是().

- A. A 和 B 对地面的压力之和
- B. 只有 B 对地面的压力
- C. B 的重力
- D. A 和 B 的重力

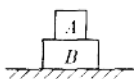


图 1-9

4. 两个物体 A 和 B, 质量分别为 M 和 m , 用跨过定滑轮的轻绳相连, A 静止于水平地面上, 如图 1-10 所示. 不计摩擦, A 对绳的作用力的大小与地面对 A 的作用力的大小分别为().

- A. $mg, (M - m)g$
- B. mg, Mg
- C. $(M - m)g, Mg$
- D. $(M + m)g, (M - m)g$

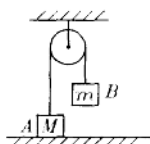


图 1-10

5. 用手提着一根挂有重物的轻质弹簧的上端, 竖直向上做加速运动, 当手突然停止运动的瞬间, 重物将().

- A. 立即停止运动
- B. 向上做减速运动
- C. 向上做匀速运动
- D. 向上做加速运动

6. 原长 20cm 的弹簧两端各用 10N 的力拉它时, 长度变为 25cm, 此弹簧的劲度系数为().

- A. 400N/m
- B. 200N/m
- C. 80N/m
- D. 40N/m

7. 画出图 1-11 中均匀杆 AB 受到的弹力.

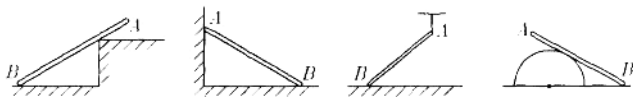


图 1-11

8. 画出图 1-12 中物体 A 或均匀球 B 受到的弹力。

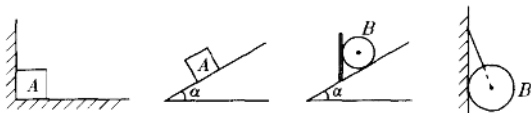


图 1-12

9. 如图 1-13 所示,用弹簧悬挂一个质量为 m 的球,使弹簧保持在竖直方向上,并使球与光滑斜面接触,试问:

- (1) 球是否受光滑斜面给的弹力?
- (2) 当光滑斜面在水平外力 F 作用下,向左缓慢运动,在此过程中,球受的弹簧力如何变化?

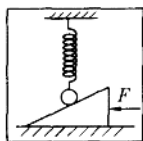


图 1-13

10. 重 100N 的物体和一劲度系数为 1000N/m 的弹簧的一端相连,物体放在光滑的木板上,弹簧的另一端固定的木板上,当抬起木板的右端时,弹簧与木板保持平行.现缓慢增大倾角 θ ,当 θ 达到某值时,物体受重力使物体压紧木板的分力的大小变为 60N ,求这时弹簧的伸长为多少?
11. 一弹簧秤,由于更换弹簧,不能直接在原来准确的均匀刻度上读数.经测试,不挂重物时,示数为 2N ;挂 100N 重物时,示数为 92N (弹簧仍在弹性限度内).那么当读数为 20N 时,所挂物体的实际重量是 $\underline{\hspace{2cm}}\text{N}$.
12. 一根大弹簧内套一根小弹簧,大弹簧比小弹簧长 0.2m ,它们的一端平齐并固定,另一端自由,如图 1-14 所示.当压缩此组合弹簧时,测得力与压缩距离之间的关系图线如图 1-14(1) 所示,求大弹簧与小弹簧的劲度系数 k_1 和 k_2 .

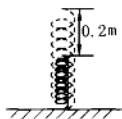


图 1-14

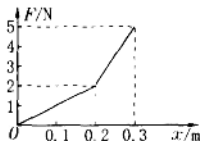


图 1-14(1)

13. 如图 1-15 所示,有两个光滑球,半径均为 3cm ,重均为 8N ,静止在半径为 8cm 的光滑半球形碗底,两球之间的相互作用力的大小是 $\underline{\hspace{2cm}}\text{N}$,当碗的半径增大时,两球之间的相互作用力变 $\underline{\hspace{2cm}}$,球对碗底的压力变 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填

“大”或“小”).



图 1-15

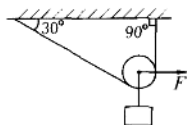


图 1-16

14. 如图 1-16 所示的装置中, 动滑轮处于平衡状态, 轻绳与水平天花板的夹角如图, 悬挂物体重为 G , 作用在动滑轮上的水平力 F 的大小为 _____, 轻绳上的张力大小为 _____.

二、探索

15. 如图 1-17 所示, 光滑的均匀球 B 重为 G , 半径为 R , 放在光滑的水平面上, 右边是竖直墙 C , A 重为 G' , 高 $h = R/2$. 左端固定一水平的轻弹簧, 其劲度系数为 k . 缓慢的增大水平推力 F , 当 B 球将要离开地面时, 求:

- (1) 弹簧的压缩量是多大?
- (2) A 对地的压力多大?

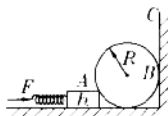


图 1-17

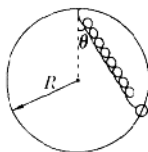


图 1-18

16. 质量为 m 的小球套在竖直平面内放置的半径为 R 的光滑大圆环上, 有一劲度系数为 k , 自由长度为 l ($l < 2R$) 的轻弹簧, 其一端与小环相连, 另一端固定在大环的最高点, 如图 1-18 所示. 当小环保持静止时, 弹簧与竖直方向的夹角 θ 等于多少?

第二讲

摩擦力

热点聚焦

摩擦力是相互接触的物体间发生相对运动或有相对运动趋势时,在接触面处产生的阻碍物体间相对运动的力,是力学中三种不同性质力中最重要、最不易掌握的一种力,是物体受力分析的难点,也是中学物理高考、竞赛考查的重点和热点.摩擦力可分为滑动摩擦力和静摩擦力两种.关于摩擦力的知识,高中学生在学习中常感到困惑,弄不清怎样判断摩擦力的存在,怎样确定摩擦力方向,怎样计算摩擦力的大小.

解决上述问题,应注意:(1)充分认识产生摩擦力的条件;(2)搞清摩擦力的方向是和相对运动的方向或相对运动趋势的方向相反,而不是和运动方向相反;(3)求解摩擦力的大小要分清是静摩擦力还是滑动摩擦力.滑动摩擦力可用公式 $f = \mu N$ 求解,静摩擦力则不能用此公式求解,但它们都可用物体的平衡条件、牛顿运动定律或力矩平衡条件求解.

领悟捷径

例1 自行车加速前进时地面作用在前轮和后轮上的摩擦力的方向如何?说明理由.

学有一得

处理有关摩擦力问题时,首先要分清是静摩擦力还是滑动摩擦力,其次要注意摩擦力的方向应与相对运动方向或相对运动趋势的方向相反.

解题快车道

自行车加速前进时,后轮受链条的转动力矩的作用,这力矩使后轮与地面相接触的那一点相对于地来说有向后运动的趋势,所以要使后轮不滑动,地面作用在它上面的静摩擦力的方向是向前的.

当后轮的转动加速而使自行车加速前进时,车身推动前轮的力作用在前轮的轴上,这个力使前轮与地面的接触点相对于地面有向前运动的趋势,所以要使前轮也不滑动,地面作用在它上面的摩擦方向应该是向后的.

思路巧点拨

自行车前轮和后轮上的摩擦力是静摩擦力,其方向应由前后轮与地面接触的那一点相对于地的运动趋势来确定.