



## برگ اشتراک مجله های رشد

### شرایط

- ۱- واریز مبلغ ۲۰/۰۰۰ ریال به ازای هر عنوان مجله درخواستی، به صورت علی الحساب به حساب شماره ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سه راه آزمایش (سرخه حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.
- ۲- ارسال اصل رسید بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک.

- ♦ نام مجله: .....
- ♦ نام و نام خانوادگی: .....
- ♦ تاریخ تولد: .....
- ♦ میزان تحصیلات: .....
- ♦ تلفن: .....
- ♦ نشانی کامل پستی: .....
- استان: ..... شهرستان: .....
- خیابان: .....
- پلاک: ..... کدپستی: .....

- ♦ مبلغ واریز شده: .....
- ♦ شماره و تاریخ رسید بانکی: .....
- ♦ آیا مایل به دریافت مجله درخواستی به صورت پست پیشتاز هستید؟ بله  خیر

امضا:

نشانی: تهران - صندوق پستی مشترکین ۱۶۵۹۵/۱۱۱  
 نشانی اینترنتی: [www.roshdmag.ir](http://www.roshdmag.ir)  
 پست الکترونیک: [info@roshdmag.ir](mailto:info@roshdmag.ir)  
 شماره مشترکین: ۷۷۳۳۶۶۵۶-۷۷۳۳۹۷۱۳-۱۴  
 پیام گیر مجلات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲ - ۸۸۳۹۲۳۲

### یادآوری:

- ♦ هزینه برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی، بر عهده مشترک است.
- ♦ مبنای شروع اشتراک مجله از زمان وصول برگ اشتراک است.
- ♦ برای هر عنوان مجله برگ اشتراک جداگانه تکمیل و ارسال کنید (تصویر برگ اشتراک نیز مورد قبول است).



آموزشی

# تأملی بر پاسخ به تأملی بر پاسخ به

## سید جعفر مهرباد

قیفی حول محور قائمی می چرخد. روی دیواره داخلی قیف جسم کوچکی به جرم  $m$  در مکانی به شعاع  $r$  نسبت به قیف ساکن می ماند. سرعت زاویه ای قیف باید به حد چه مقداری برسد که جسم روی دیواره به بالا رود. زاویه دیواره قیف با افق  $\theta$  و ضریب اصطکاک  $\mu$  است.

در پاسخ به این پرسش دو روش به قرار زیر به کار می رود.

### روش اول:

مطابق شکل (۱) نیروهای حقیقی یا واقعی که بر جسم کوچک وارد می شوند عبارتند از:

۱.  $mg$  گرانش زمین

۲.  $N$  نیروی عمودی دیواره

۳.  $f_{s,max} = \mu N$  نیروی مماسی دیواره یا نیروی اصطکاک

برای مشخص کردن مکان، مسیر، سرعت و... یک جسم متحرک معمولاً دستگاه مختصات مناسبی مثلاً دستگاه مختصات متصل به زمین را اختیار می کنند و آن را چارچوب مرجع حرکت می نامند. وقتی قانون لختی نیوتن را برای حرکت اجسام نسبت به این چارچوب مرجع صادق فرض کنیم آن چارچوب مرجع را چارچوب مرجع لخت می نامیم. معادله نیوتون به صورت  $\vec{F} = m\vec{a}$  فقط در چارچوب مرجع لخت صادق است. جسم کوچک روی دیواره قیف با سرعت زاویه ای  $\omega$  دایره ای به شعاع  $r$  می پیماید. مطابق معادله قانون دوم نیوتون  $F = ma = mr\omega^2$  است.  $F$  برآیند نیروهای وارد بر جسم و عامل حرکت دایره ای آنست و آن را نیروی مرکزگرا می نامند.

نیروها را در امتداد افق و قائم تصویر می کنیم. مؤلفه های قائم نیروها همدیگر را خنثی می کنند و مؤلفه های افقی نیروها نیروی مرکزگرا را می سازند و در نتیجه جسم کوچک روی دایره ای به شعاع



# تأملی بر پاسخ به یک پرسش مکانیک

می شود.

$r$  حرکت می کند. بنابراین در امتداد افق خواهیم داشت

$$\omega = 10 / \sqrt{2} \text{ rad / sec}$$

$$N \sin \theta + \mu N \cos \theta = m r \omega^2 \quad (1)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{r} \operatorname{tg} \alpha} \neq 12 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

و اگر اصطکاک را نادیده بگیریم

و در امتداد قائم

$$N \cos \theta = mg + \mu N \sin \theta$$

و یا

است.

$$N \cos \theta - \mu N \sin \theta = mg \quad (2)$$

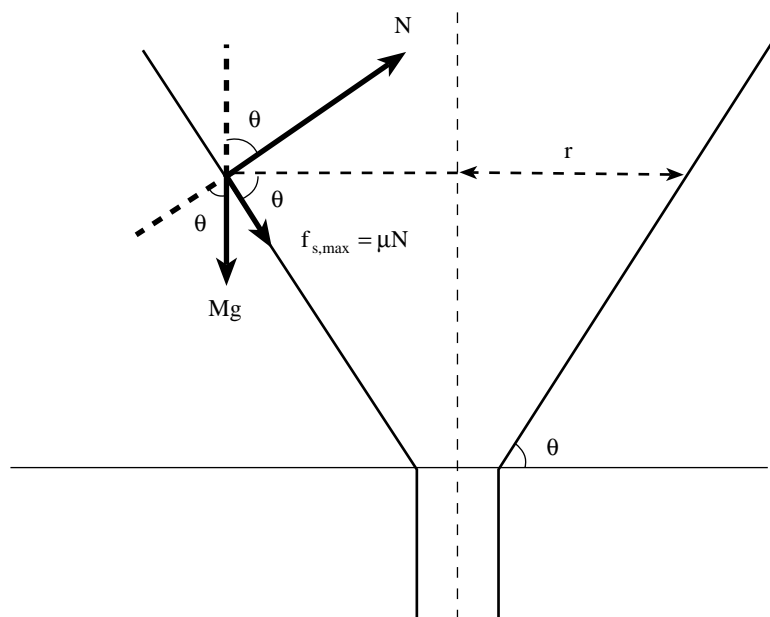
روش دوم:

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \omega = \left[ \frac{g(\sin \theta + \mu \cos \theta)}{r(\cos \theta - \mu \sin \theta)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

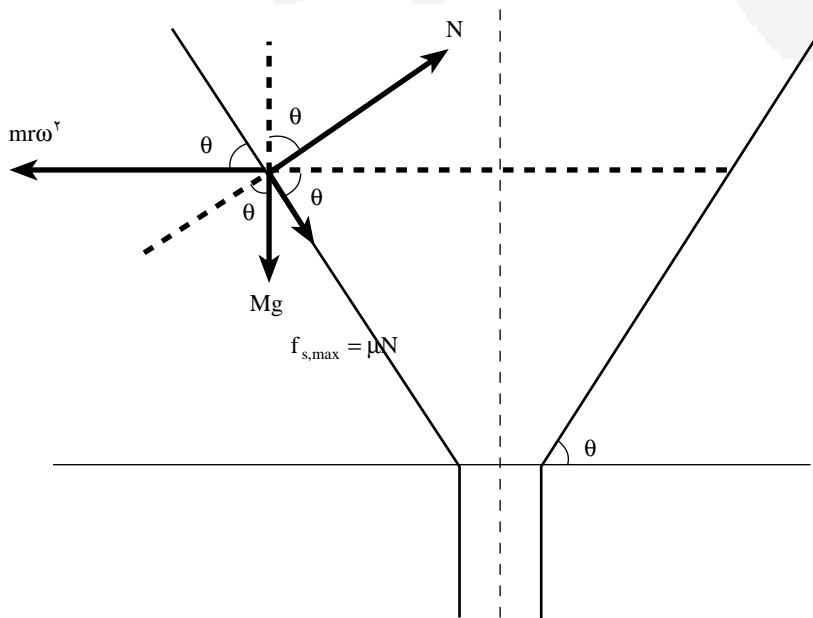
این پرسش را به صورت دیگری پاسخ می دهیم. چون جسم کوچک نسبت به قیف ساکن است می توان فرض کرد که مطابق شکل (۲) بین نیروهای واقعی وارد بر جسم کوچک و نیروی

مثال عددی:

$g = 980 \text{ cm/s}^2$  و  $\mu = 0/1$  و  $r = 20 \text{ cm}$  و  $\theta = 6^\circ$  نتیجه



شکل ۱



شکل ۲

جمع جبری مؤلفه‌ها را در دو امتداد افق و قائم برابر صفر قرار می‌دهیم همان رابطه قبلی مربوط به  $\omega$  را به دست می‌آوریم. در روش دوم مسأله دینامیک به استاتیک تبدیل شده است. این روش اگرچه آسان است ولی مطرح کردن نیروی لختی به خصوص برای نوآموزان می‌تواند گمراه‌کننده باشد زیرا که نیروهای واقعی و مجازی با هم می‌آمیزند و حرکت آشکار به سکون مجازی تبدیل می‌گردد. می‌توان سرعت زاویه‌ای قیف را برای حالتی پیدا کرد که جسم روی دیواره داخلی قیف در آستانه لغزش به سوی پایین است. می‌توان به این پرسش مانند پرسش قبل به دو روش از دید ناظر لخت یا ناظر نالخت پاسخ داد و با محاسبه‌هایی نظیر روش‌های پیش‌تبیجه بگیریم:

$$\omega = \left[ \frac{g(\sin\theta - \mu \cos\theta)}{r(\cos\theta + \mu \sin\theta)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

برای این حالت  $\omega = 8/26 \text{ rad/sec}$  به دست می‌آید.\*

زیرنویس:

\*ADVANCED PROBLEMS IN PHYSICS, 1979, P.67

درباره تعمیم قانون دوم نیوتون برای چارچوب مرجع نالخت مقاله‌های زیر هم در رشد آموزش فیزیک انتشار یافته است.

۱. نیروی گریز از مرکز شماره ۱۰-۹ سال ۱۳۶۶ از صفحه ۲۷ تا ۳۲
۲. نیروی گریز از مرکز واقعیت و توهم شماره ۱۸-۱۷ سال ۱۳۶۸ از صفحه ۶۲ تا ۶۹
۳. نیروی کوریولیس شماره ۲۷-۲۶ سال ۱۳۷۰ از صفحه ۱۸ تا ۲۵
۴. قانون دوم نیوتون در چارچوب مرجع شتابدار شماره ۶۴ سال ۱۳۸۲ از صفحه ۸ تا ۱۳

$F_i = -ma = -mr\omega^2$  تعادل برقرار شده است.

این نیروی فرضی را **نیروی لختی** (نیروی اینرسی) می‌نامند و به عنوان نیروی پنداری، نیروی والد میر، نیروی اضافی، شبه نیرو، نیروی کاذب، نیروی مجازی و در حرکت دایره‌ای نیروی مرکز گریز به کار می‌برند. دستگاه مختصات یا چارچوب مرجع حرکت متصل به قیف را در نظر می‌گیریم. جسم کوچک نسبت به این مرجع حرکت، ساکن است در حالی که برآیند نیروهای واقعی وارد بر جسم مخالف صفر است و قانون لختی صادق نیست. این مرجع حرکت را نالخت می‌نامند.

با دخالت دادن **نیروی لختی** نظیر نیروی مرکز گریز می‌توان قانون دوم نیوتن را که شامل قانون اول یا قانون لختی است به چارچوب مرجع نالخت هم تعمیم داد.

وقتی از ناظر چارچوب مرجع حرکت سخن می‌گوییم مقصود این است که این ناظر کمیت‌های فیزیکی را نسبت به همان چارچوب مرجع حرکت خود اندازه‌گیری می‌کند. در روش اول از دید ناظر لخت برآیند نیروهای وارد بر جسم نیروی مرکزگرا را می‌سازد که باعث حرکت دایره‌ای جسم می‌شود. در روش دوم از دید ناظر نالخت جسم نسبت به چارچوب مرجع نالخت ساکن و شتاب آن صفر است. برآیند مجموعه نیروهای واقعی وارد بر جسم و نیروی لختی نیز برابر صفر است.