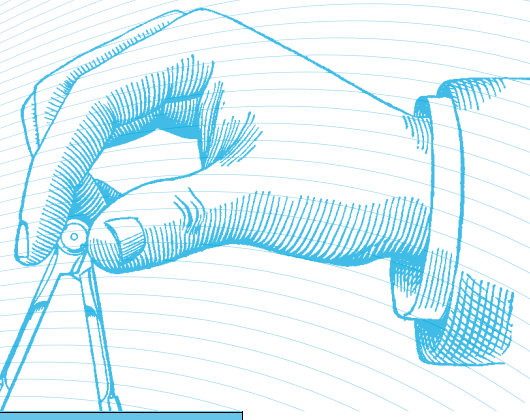


ترفندهای هندسی در مفاهیم فیزیک

حسن اتحاد مهر آباد، سرگروه فیزیک منطقهٔ عجب‌شیر
مرضیه روانبخش، دبیر ریاضی عجب‌شیر

چکیده

اســتفاده از روش‌های مبتکرانه به کمک ابزارهای ساده، تصاویر، نمودارها، ترسیم‌های هندسی و... نقش بسیار مهمی در پیشبرد اهداف آموزشی در کلاس‌های درس فیزیک ایفا می‌کند. معلمان می‌توانند با داشتن دانش و تجربهٔ کافی در بازنمایی جنبه‌های مختلف یک مفهوم فیزیکی، به کمک روش‌ها و ترفندهایی آن را به زبان دانش‌آموز بیان نموده و آن‌ها را بیش از پیش به فیزیک علاقه‌مند کنند.

در این مقاله سعی بر آن است که با ترفندهایی مبتکرانه مفاهیم زیر را با روشی غیر از روش‌های مرسوم بیان کنیم:

مکان‌یابی تصویر در آینه‌های کاو

نمایش هندسی مقاومت معادل برای دو مقاومت موازی

اندازه‌گیری چگالی مایع با خط‌کش

اندازه‌گیری ضریب اصطکاک ایســتایی بین طناب همگن و میز به‌وسیلهٔ خط‌کش

اندازه‌گیری ضریب شکست عدسی به‌وسیلهٔ کولیس.

کلیدواژه‌ها: تصویــر در آینه کاو، مقاومت معادل، چگالی، ضریب اصطکاک ایستایی، ضریب‌شکست عدسی

مقدمه

فراینــد یاددهی و یادگیری مانند درختی اســت که نیاز به رســیدگی دارد و باید با استفادهٔ صحیح از تجربه‌های گذشته و روش‌های ابداعــی، روز به روز در هر چه بارور کردن این درخت بکوشــیم تا نتیجه‌ای مفید به دســت آید. ما معلمان باید سعی کنیم تا با گریز از تدریس یکنواخت و بمباران کلمات، دانش‌آموز را با روش‌ها و ترفندهای مختلف به تکاپو واداریم.

از جملهٔ این ترفندها می‌توان از تشبیه یک پدیدهٔ فیزیکی به پدیده‌های قابل لمس و در دســترس یا بیان لطیفه‌ها و جملات طنزآمیز مرتبط با موضوع، نام برد.

بهره‌گیری از ارتباط بین اعداد و خطوط و... برای موضوع‌های مختلف فیزیک و انجام اندازه‌گیری‌های بســیار مهم و پیچیده با استفاده از ساده‌ترین امکاناتِ در دسترس، مهارت خاصی می‌طلبد که همواره بعد از سال‌ها تجربهٔ تدریس حاصل می‌شود. استفاده از این ترفندها همواره رغبت و ذوق دانش‌آموزان را نسبت به درس و دانش فیزیک زنده نگه می‌دارد.

مکان‌یابی تصویر در آینه‌های کاو/مقعّر

اگر شــکل یک آینهٔ کاو را رســم و نقاط کانون اصلی (F) و مرکز آن (C) را تعیین کنیم، در صورتی که مطابق شــکل برای نقاط و فاصله‌های زیر اعداد به ترتیب از ۱ تا ۷ را در نظر بگیریم:

فاصلهٔ کانونی: ۱

نقطهٔ F: ۲

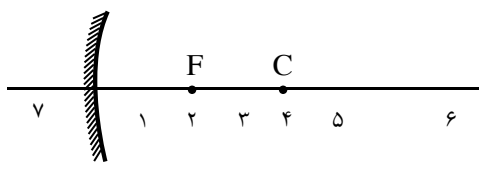
فاصلهٔ بین F و C: ۳

نقطهٔ C: ۴

فاصلهٔ خارج C: ۵

فاصلهٔ بی‌نهایت دور: ۶

پشت آینه: ۷



شــکل۱: نمایش اعــداد برای هر یک از نقــاط و فاصله‌های مربوط به یک آینه کاو

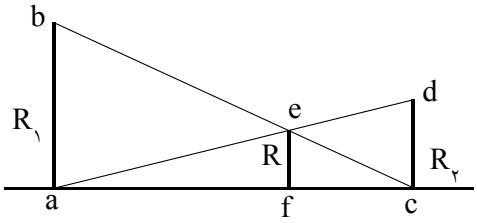
همواره مجموع شماره‌های محل جسم و تصویرش برابر ۸ می‌شود. مثلاً اگر می‌خواهیم ببینیم وقتی جسم در فاصلهٔ کانونی است تصویرش کجای آینه تشکیل می‌شود، تفاضل ۱ از ۸ برابر ۷ است.

پس تصویر باید در ناحیهٔ هفت (یا پشــت آینه) تشکیل شود.

فرایند یاددهی و یادگیری مانند درختی است که نیاز به رسیدگی دارد و باید با استفادهٔ صحیح از تجربه‌های گذشته و روش‌های ابداعی، روز به روز در هر چه بارور کردن این درخت بکوشیم

نمایش هندسی مقاومت معادل برای دو مقاومت موازی

اگر از نقطهٔ دلخواه a روی خط مستقیم ac خط ab را بر ac عمود رسم کنیم، به طوری که طول آن نشانگر اندازهٔ مقاومت R_1 در مقیاس معین باشد، و همین‌طور از نقطهٔ دلخواه c روی خط مستقیم ac خط cd را بر ac عمود رسم کنیم، به‌طوری که طول آن نیز نشانگر اندازهٔ مقاومت R_2 در همان مقیاس باشد،



شکل ۲: نمایش هندسی مقاومت الکتریکی معادل دو مقاومت الکتریکی موازی (لندسبرگ: ۱۰۷)

آن‌گاه فاصلهٔ عمودی ef از خط مستقیم ac برابر مقاومت معادل R_1 و R_2 است (نقطهٔ e محل برخورد خطوط bc و ad است). (لندسبرگ، ج۲: ۱۰۷)

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \qquad (1)$$

توضیح بیشتر

با استفاده از تشابه مثلث‌ها در شکل داریم:

$$\frac{R}{R_1} = \frac{cf}{ac} \quad و \quad \frac{R}{R_2} = \frac{af}{ac} \qquad (2)$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{cf}{ac} \times \frac{1}{R} \quad و \quad \frac{1}{R_2} = \frac{af}{ac} \times \frac{1}{R} \qquad (3)$$

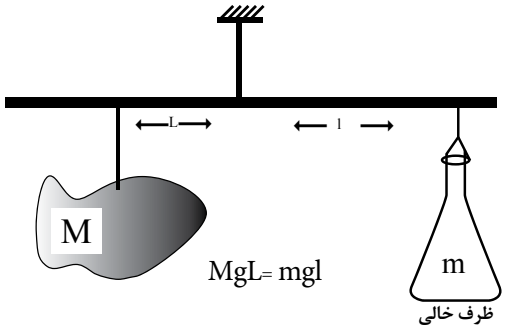
$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} \frac{(cf + af)}{ac} \qquad (4)$$

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} \qquad (5)$$

اندازه‌گیری چگالی مایع با خطکش (چاتوپادهیا: ۴۷-۴۶)

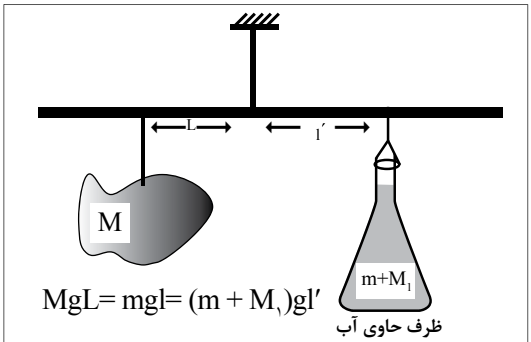
میلهٔ یکنواختی را از وسط سوراخ و با نخی از یک نقطه آویزان می‌کنیم. در یک طرف میله ظرفی خالی به جرم m و در طرف دیگر آن جسمی به جرم M را که می‌خواهیم چگالی آن را به‌دست آوریم، آویزان می‌کنیم.

با تنظیم فاصله‌های L و l محل نقطه آویز ظرف خالی و جسم دیگر را روی میله طوری انتخاب می‌کنیم که میله در حالت تعادل، به‌صورت افقی قرار گیرد. (شکل ۳)



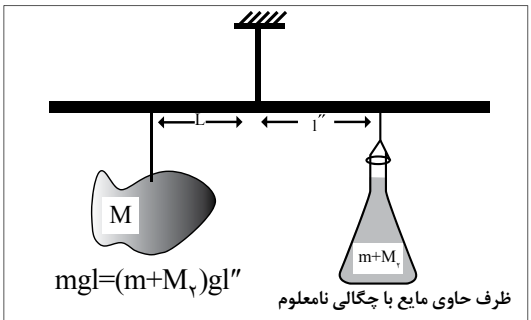
شکل ۳: میله با ظرف خالی و جسم جامد آویزان در حالت افقی قرار دارد.

در ظرف خالی تا اندازهٔ مشخصی آب می‌ریزیم و مجدداً با تغییر فاصلهٔ ظرف تا نقطهٔ آویز، میله را دوباره موازنه می‌کنیم و به حالت افقی درمی‌آوریم. (شکل ۴)



شکل ۴: میله با ظرف حاوی آب و جسم جامد آویزان در حالت افقی قرار دارد.

ظرف را خالی می‌کنیم و به همان اندازه، مایع دیگری را می‌ریزیم که می‌خواهیم چگالی آن را به‌دست آوریم و دوباره با تغییر فاصلهٔ ظرف تا نقطهٔ آویز، میله را موازنه می‌کنیم. (شکل ۵)



شکل ۵: میله با ظرف حاوی مایع با چگالی نامعلوم و جسم جامد آویزان در حالت افقی قرار دارد.

در این صورت، چگالی مایع با استفاده از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\Delta l_2}{\Delta l_1} \times \frac{l'}{l''} \qquad (6)$$

که در آن ρ_2 چگالی مایع، ρ_1 چگالی آب، l فاصله ظرف

خالی تا نقطهٔ آویز، l' فاصله ظرف پر از آب تا نقطهٔ آویز، l'' فاصله ظرف پر از مایع تا نقطهٔ آویز و $\Delta l_1=l-l'$ و $\Delta l_2=l-l''$ است.

توضیح بیشتر

در شکل ۱ $MgL= mgl$ (۷)

در شکل ۲ $mgl= (m + M_1)gl'$ (۸)

در شکل ۳ $mgl=(m+M_2)gl''$ (۹)

$M_1= m(l/l' - 1)$ (۱۰)

بنابراین $M_2 = m(l/l'' - 1)$ (۱۱)

و

$$\frac{\rho_2}{\rho_1}=\frac{\frac{M_2}{V}}{\frac{M_1}{V}}=\frac{M_2}{M_1} \qquad (۱۲)$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1}=\frac{\frac{l}{l''}-1}{\frac{l}{l'}-1}=\frac{\frac{\Delta l_2}{l''}}{\frac{\Delta l_1}{l'}}=\frac{\Delta l_2}{\Delta l_1}\times\frac{l'}{l''} \qquad (۱۳)$$

اندازه‌گیری ضریب اصطکاک ایستایی بین طناب همگن و میز به‌وسیلهٔ خط‌کش

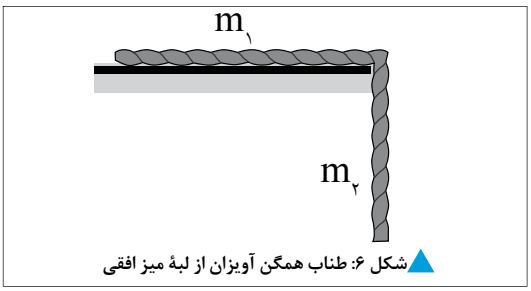
اگر بخشی از یک طناب همگن را از لبهٔ میز افقی آویزان کنیم و بخش دیگر آن را به‌طور افقی در سطح میز نگه‌داریم، با افزایش طول قسمت آویزان طناب دیده می‌شود وزن قسمت آویزان طناب بر نیروی اصطکاک در حال سکون قسمت افقی آن با میز غلبه دارد و آن را به پایین سطح می‌کشد.

اگر طول قسمت آویزان را به تدریج از صفر افزایش دهیم، در لحظهٔ معینی با وارد کردن ضربه‌های کوچک به سطح میز، قسمت افقی طناب تمایل سقوط به پایین و افزایش طول قسمت آویزان را دارد. در این صورت، وزن قسمت آویزان برابر نیروی اصطکاک در آستانه حرکت بین میز و قسمت افقی طناب است و ضریب اصطکاک ایستایی میز با طناب برابر نسبت طول قسمت آویز به طول قسمت افقی طناب است.

$$\mu_s=\frac{l_1}{l_2} \qquad (۱۴)$$

توضیح بیشتر

اگر m_1 و l_1 به ترتیب جرم و طول قسمت آویزان طناب و همین‌طور m_2 و l_2 به ترتیب جرم و طول قسمت روی میز طناب و A مساحت سطح مقطع طناب و ρ چگالی آن باشد، مطابق شکل داریم:



شکل ۶: طناب همگن آویزان از لبهٔ میز افقی

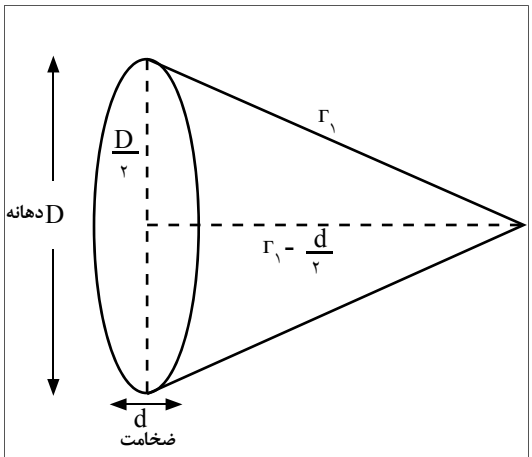
$m_1g-\mu_s m_2g=0$ (۱۵)

$\rho Al_1g=\mu_s\rho Al_2$ (۱۶)

$\mu_s=\frac{l_1}{l_2}$

اندازه‌گیری ضریب شکست عدسی به‌وسیلهٔ کولیس

اگر دهانهٔ عدسی (D) و ضخامت آن (d) را با کولیس اندازه بگیریم،



شکل ۷: مشخصات فیزیکی یک عدسی همگرای دوکوژ

در صورتی که مطابق شکل شعاع یک طرف عدسی r_1 و شعاع طرف دیگر r_2 فرض شود، با استفاده از روابط زیر شعاع خمیدگی دو طرف عدسی را حساب می‌کنیم.

$$r_1=(r_1-\frac{d}{2})^2+(\frac{D}{2})^2 \qquad (۱۷)$$

و اگر شعاع خمیدگی دو طرف یکسان باشد، یعنی $r=r_2=r_1$، رابطهٔ

$$r=\frac{D^2+d^2}{4d} \qquad (۱۸)$$

شعاع خمیدگی عدسی را محاسبه می‌کند. در رابطهٔ معروف به فرمول عدسی‌سازان داریم: (قرآن‌نویس و امین‌پور، ۱۳۸۴)

$$\frac{1}{f}=(n-1)(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}) \quad , \quad r_1\neq r_2 \qquad (۱۹)$$

و در صورتی که شعاع خمیدگی دو طرف یکسان باشد، یعنی $r_1=r=r_2$، در این صورت

$$\frac{1}{f}=(n-1)(\frac{2}{r}) \qquad (۲۰)$$

و

$$n=\frac{r}{2f}+1 \qquad (۲۱)$$

منابع

۱. لندسبرگ؛ گ. س؛ **دورهٔ درسی فیزیک**، مترجمان: لطیف کاشیگر و...، جلد ۲، انتشارات فاطمی.

۲. چاتوپادهیا؛ کی. ان، فصل‌نامهٔ رشد آموزش فیزیک، شمارهٔ ۹۱.

۳. قرآن‌نویس، محمود و امین‌پور، پرویز؛ **آزمایش‌های فیزیک**، چاپ پنجم، تهران، انتشارات فاطمی، ۱۳۸۴.