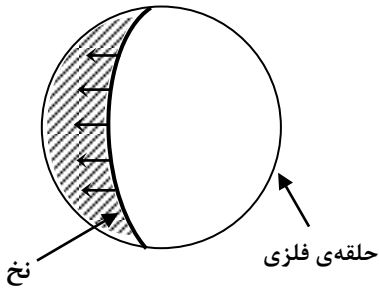




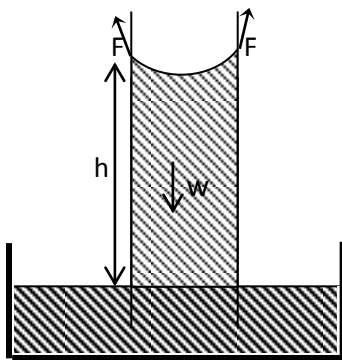
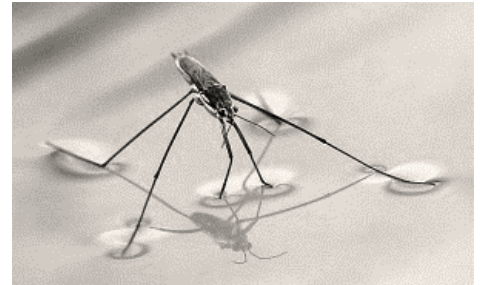
تمرین شماره‌ی ۴ فیزیک پایه‌ی دهم

کروه‌ی
فیزیک دبیرستان
علاءالدین

۱ (پایان ترم ۹۲) - در مایعات کمیتی به نام کشش سطحی وجود دارد که باعث می‌شود سطح مایع مانند یک پوسته‌ی کشسان، وزن اجسام سبکی مانند حشرات یا سوزن را تحمل کند. برای تعریف کمی کشش سطحی باید ببینیم که مایع، به واحد طول اجسام چه نیرویی وارد می‌کند. مثلاً در حلقه‌ی فلزی زیر، جناب صابون با کشش سطحی، نخ وسط حلقه را به سمت خود می‌کشد و به هر واحد از طول نخ نیرویی وارد می‌کند. بنابراین می‌توان کشش سطحی (σ) را به کمک رابطه زیر تعریف کرد:



$$\sigma = \frac{F \text{ (کل نیروی از طرف مایع)}}{l \text{ (کل طولی که در تماس با مایع است)}}$$



در لوله‌های موئین (مجراهای بسیار باریک مانند لوله‌های خیلی نازک یا مجراهای دستمال کاغذی) کشش سطحی به کمک چسبندگی مایع با سطح داخلی لوله باعث می‌شود تا مایع درون لوله تا ارتفاعی بالا برود. اما این بالا رفتن پس از مدتی متوقف می‌شود، زیرا نیروهای به سمت بالای چسبندگی و کشش سطحی با نیروی وزن ستون مایع به تعادل می‌رسد و مایع متوقف می‌شود.

بنابراین به نظر می‌رسد که ارتفاع بالا رفتن مایع در لوله‌های موئین (h) با کمیت‌های کشش سطحی (σ) و وزن مخصوص مایع (وزن هر واحد از حجم جسم که با γ نشان می‌دهیم) مرتبط باشد.
الف) بعد کمیت‌های کشش سطحی و وزن مخصوص چیست؟

فردی آزمایش‌های زیر را برای یافتن رابطه‌ی h با دو کمیت مذکور انجام داده است.

h (cm)	γ (N/m ³)	h (cm)	σ (N/cm)
۰/۵	۰/۰۱۲	۰/۳	۰/۴۴
۰/۷۵	۰/۰۱۶	۰/۸	۱/۲
۰/۹۱	۰/۰۱۹	۱/۲	۱/۸۱
۱/۳	۰/۰۲۶	۱/۶	۲/۴۱
۱/۸	۰/۰۳۱	۲/۶	۳/۸۹

اما بعداً متوجه می‌شود که نتیجه‌ی یکی از آزمایش‌های بالا کاملاً بی‌اعتبار است و دیگری نتایج بسیار خوبی داشته است.
 ب) به نظر شما کدام آزمایش بالا اشتباه انجام شده است؟ چرا؟

ج) در آزمایشی که صحیح بوده است، h با چه توانی از کمیت مورد نظر رابطه خطی داشته است؟ از کجا فهمیدید؟

پس از آن با بررسی متوجه می‌شویم که مساحت لوله‌ی موئین (A) هم در ارتفاع بالا رفتن مایع در لوله تأثیرگذار است و با سه مایع مختلف سه بار تأثیر مساحت را بررسی می‌کنیم و نتایج زیر را به دست می‌آوریم. سپس نمودارهای مربوط به سه آزمایش را رسم کرده و رابطه‌ی میان کمیت‌ها را به همراه ضریب رگرسیون هر آزمایش به شکلی که زیر هر جدول نوشته شده به دست می‌آوریم.

آزمایش اول	
$h(cm)$	$A(mm^2)$
۱	۰/۴۵
۱/۴	۰/۳۶
۱/۸	۰/۲۵
۲/۶	۰/۱۸
۳/۲	۰/۱
$h = ۰,۱۳ A^{-۲}$	
$R^۲ = ۰,۶۵$	

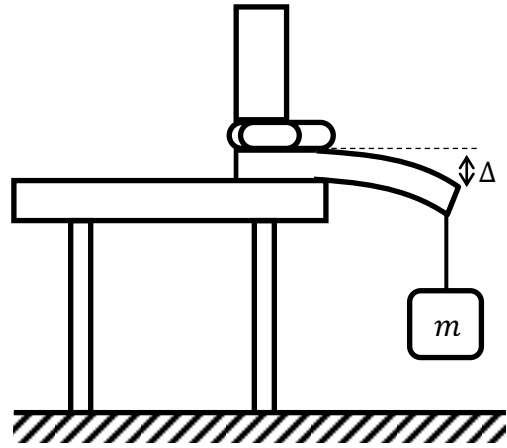
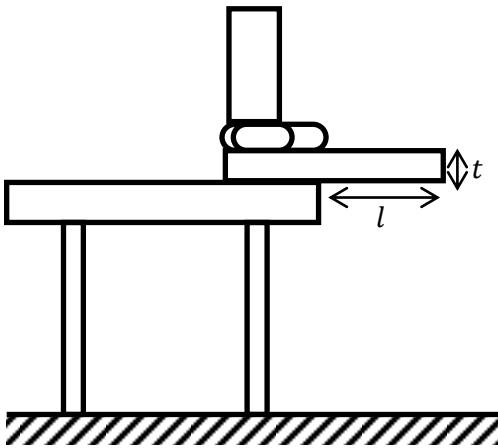
آزمایش دوم	
$h(cm)$	$A(mm^2)$
۱	۰/۶۳
۱/۲	۰/۴۶
۱/۸	۰/۲۲
۲/۲	۰/۱۴
۲/۹	۰/۰۸
$h = ۰,۸۱ A^{-۰,۵}$	
$R^۲ = ۰,۹۸$	

آزمایش سوم	
$h(cm)$	$A(mm^2)$
۱	۰/۳۵
۱/۵	۰/۲۸
۲	۰/۱۴
۲/۳	۰/۱
۳/۶	۰/۰۶
$h = ۰,۲۲ A^{-۱,۱}$	
$R^۲ = ۰,۷۲$	

د) به نظر شما کدام نتیجه از سه آزمایش بالا اعتبار بیشتری دارد و نمودار بهتر و دقیق‌تری در اختیار ما قرار می‌دهد؟ چرا؟

ه) به کمک تحلیل ابعادی و با کمک نتایج آزمایش‌های معتبر، رابطه‌ی ارتفاع بالا رفتن مایع در لوله‌ی موئین را با سه کمیت وزن مخصوص مایع (γ)، مساحت لوله‌ی موئین (A) و کشش سطحی مایع (σ) تعیین کنید.

۲- اگر یک خطکش را از یک انتها با دست ثابت نگه داریم و از انتهای دیگر جرمی به آن آویزان کنیم، مقدار جابجایی خطکش لبه خطکش بستگی به هندسه‌ی خطکش و جنس دارد. شکل زیر این پدیده را نشان می‌دهد.



پارامترهای موثر بر این پدیده عبارتند از: ضخامت خطکش (t)، طول بخش بیرون آن (l)، عرض (پهنای) خطکش (b)، جرم آویزان شده (m) و شتاب گرانش (g).

جدول آزمایش مربوط به بررسی اثر ضخامت خطکش در زیر آمده است:

۴.۵mm	۴mm	۳.۵mm	۳mm	۲.۵mm	۲mm	ضخامت خطکش (t)
۵mm	۶mm	۱۰mm	۱۵mm	۲۶mm	۵۲mm	مقدار جابجایی (Δ)
$l = ۲۵cm$ $b = ۳cm$ $m = ۱۰۰g$						مقدار دیگر پارامترها

الف) نمودار جابجایی (Δ) بر حسب ضخامت خطکش (t) را رسم کرده و از روی آن به کمک عبور خط توانی، به دست آورید که جابجایی خطکش با چه توانی از ضخامت آن رابطه دارد. (می‌توانید از نرم‌افزار استفاده کنید؛ ولی نسخه‌ی چاپ‌شده‌ی نمودار خود را در این قسمت بچسبانید)

آزمایش بعدی بر روی عرض خطکش انجام گرفت. نتایج این آزمایش در زیر آمده است:

۶cm	۵cm	۴cm	۳cm	۲cm	۱cm	عرض خطکش (b)
۸mm	۹mm	۱۳mm	۲۰mm	۲۳mm	۴۶mm	مقدار جابجایی (Δ)
$l = ۲۵cm$ $t = ۳mm$ $m = ۱۰۰g$					مقدار دیگر پارامترها	

ب) در جدول بالا یکی از داده‌ها اشتباه اندازه‌گیری شده است. آن داده کدام است؟ از کجا می‌دانید؟

ج) با حذف داده‌ی اشتباه و رسم نمودار جابجایی (Δ) بر حسب عرض خطکش (b)، به کمک عبور خط توانی به دست آورید جابجایی با چه توانی از عرض خطکش رابطه دارد. (می‌توانید از نرم‌افزار استفاده کنید؛ ولی نسخه‌ی چاپ‌شده‌ی نمودار خود را در این قسمت بچسبانید)

حالا خودتان یک خطکش بلند (۳۰ یا ۵۰ سانتی‌متری) برداشته و اثر جرم (m) و فاصله‌ی خطکش تا لبه‌ی میز (l) را روی جابجایی (Δ) پیدا کنید. کنیم. به این منظور بهتر است خطکش را روی میز کنار دیواری قرار دهید و کاغذی روی دیوار کنار آن بچسبانید. یک بار جرم را ثابت نگه داشته و برای ۸ طول مختلف آزمایش کنید و بار دیگر این آزمایش را برای یک طول ثابت و ۸ جرم مختلف انجام دهید و نتایج را در جدول‌های زیر ثبت کنید. در آزمایش‌ها دقت کنید که حتماً خطکش را تا لبه‌ی میز با دست نگه داشته باشید.

								طول بخش بیرون (l)	
								مقدار جابجایی (Δ)	
$b =$							$t =$		$m =$
مقدار دیگر پارامترها									

								جرم آویزان شده (m)
								مقدار جابجایی (Δ)
$b =$			$t =$			$l =$		
مقدار دیگر پارامترها								

دا نمودارهای جابجایی (Δ) بر حسب طول بخش بیرون (l) و همچنین جابجایی (Δ) بر حسب جرم آویزان شده (m) را رسم کنید و به کمک نمودار توانی بگویید با هر کدام با چه توانی در مقدار جابجایی تأثیرگذارند؟ (باز هم می‌توانید از نرم‌افزار استفاده کنید؛ ولی نسخه‌ی چاپ‌شده‌ی نمودار خود را در این قسمت بچسبانید)

ه) از آن جا که جرم آویزان شده به خاطر نیروی وزن سبب جابجایی لبی خط‌کش می‌گردد، حدس می‌زنید توان شتاب‌گرانش در رابطه چند باشد؟

و) تنها پارامتر بررسی نشده از این پدیده، اثر جنس خط‌کش است. به کمک تحلیل ابعادی مشخص کنید که ضریبی که معین‌کننده‌ی اثر جنس خط‌کش است چه بُعدی دارد.

ز) رابطه‌ی نهایی کلی را برای یک خط‌کش با جنس مورد آزمایش شما بر حسب واحدهای SI برای این پدیده ارائه دهید.