فیزیک ۳

نیم‌سال دوم ۱۴۰۳-۱۴۰۴

تمرین سری ۱

مهلت تحویل: سه‌شنبه ۱۴ اسفند، ساعت ۲۳:۵۹

پرسش ۱

اگر یک قیف را بردارید و از انتهای باریک آن فوت کنید، می‌توانید یک توپ سبک مثل توپ پینگ‌پنگ را بلند کنید (امتحان کنید!). علت این پدیده را به طور توصیفی توضیح دهید. می‌توانید ویدیوی این پدیده را از طریق **این لینک** ببینید.

[*مسابقه جهانی فیزیکدانان جوان، برگرفته از مسئله ۴، ۲۰۱۹*]

پرسش ۲

حتما گل مشهور روبرتو کارلوس در مقابل فرانسه را دیده‌اید (**این ویدیو**). چرا توپ کات می‌گیرد؟ توضیح دهید.

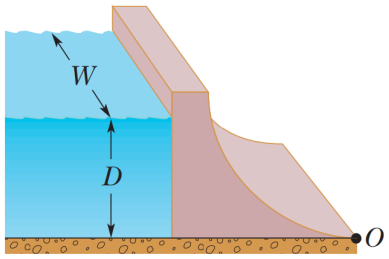
پرسش ۳

همانطور که در شکل زیر می‌بینید، آب با عمق $D = 35.0\,\mathrm{m}$ پشت یک سد قرار گرفته است. عرض سد برابر با $W = 314\,\mathrm{m}$ است.

آ) برآیند نیروی افقی وارده از طرف فشار پیمانه‌ای آب بر سد را محاسبه کنید.

ب) گشتاور حاصل از این نیرو را حول خط افقی‌ای که از نقطه O می‌گذرد پیدا کنید.

پ) طول بازوی گشتاوری که در ب محاسبه کردید را بدست بیاورید.



[*مبانی فیزیک، هالیدی، ویرایش ۱۰، مسئله ۲۴*]

پرسش ۴

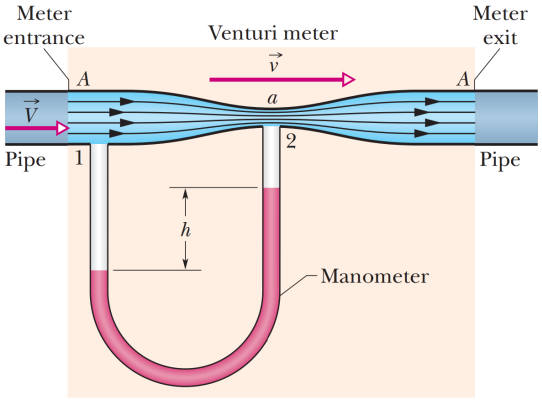
ونتوری‌متر وسیله‌ای برای سنجش سرعت سیال است. همانطور که در شکل صفحه بعد می‌بینید، این وسیله در میانه یک لوله قرار می‌گیرد؛ سطح‌مقطع در میانه باریک می‌شود و دوباره به سطح مقطع عادی لوله (که آن را A می‌نامیم)، برمی‌گردد. یک مانومتر میانه لوله را به بخشی از لوله که سطح‌مقطع A دارد (مطابق شکل) متصل می‌کند. به خاطر اینکه سرعت سیال در بخش باریک‌تر (v) نسبت به سرعت سیال در بخش عادی (V) متفاوت است، یک اختلاف فشار (Δp) توسط این مانومتر، به واسطه اختلاف ارتفاع که با h نشانش می‌دهیم، ثبت می‌شود.

آ) با استفاده از معادله برنولی و معادله پیوستگی (در نقاط ۱ و ۲) نشان دهید که:

$$V = \sqrt{\frac{2a^2\Delta p}{\rho(a^2 - A^2)}}$$

که در آن ρ چگالی سیال و a سطح‌مقطع بخش باریک لوله است.

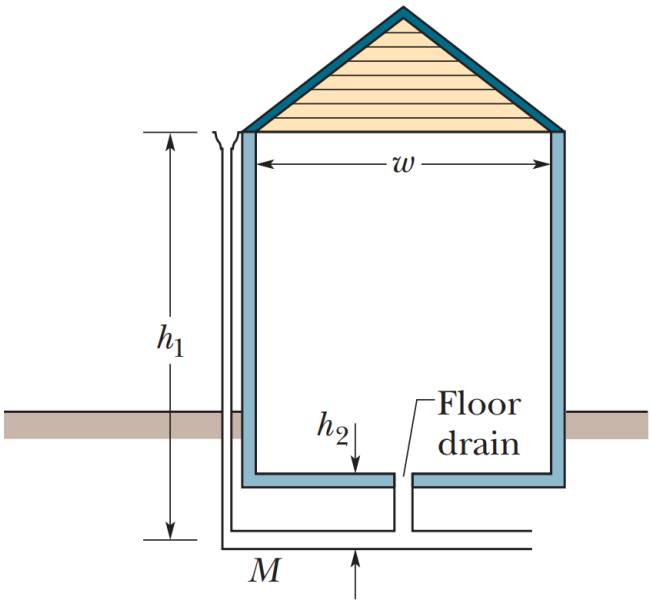
ب) در این بخش کمی دست‌به‌محاسبه می‌شویم! فرض کنید سیال مورد بررسی آب است. همچنین سطح‌مقطع لوله $A = 64\,\text{cm}^2$ و سطح‌مقطع بخش باریک $a = 32\,\text{cm}^2$ است. فشار در سطح‌مقطع عادی لوله $55\,\text{kPa}$ و در بخش باریک این فشار برابر با $41\,\text{kPa}$ است. نرخ جریان آب را به صورت متر مکعب در ثانیه بدست بیاورید.



[*مبانی فیزیک، هالیدی، ویرایش ۱۰ ، مسئله ۶۵*]

پرسش ۵

شکل زیر یک شماتیک ساده از سیستم تخلیه آب باران یک ساختمان را نشان می‌دهد. آب باران پس از برخورد با سقف شیب‌دار، داخل ناودان‌هایی که دورتادور سقف ساختمان وجود دارند جاری می‌شود. این آب سپس به واسطه لوله‌ای عمودی به لوله M منتقل می‌شود. خود این لوله نهایتا به یک لوله بزرگتر متصل می‌شود که آب را به مجراهای دیگر آبی منتقل می‌کند (برای مسئله ما این لوله بزرگتر اهمیتی ندارد). توجه شود که هر گونه آب داخل ساختمان هم به واسطه یک لوله دیگر داخل لوله M ریخته می‌شود. حال فرض کنید که $h_1 = 11\,\text{m}$، $h_2 = 1.2\,\text{m}$ و $w = 30\,\text{m}$ است. همچنین فرض کنید طول خانه $L = 60\,\text{m}$ (خانه را مکعب‌مستطیلی فرض کنید) است و شعاع لوله M هم برابر با $3.0\,\text{cm}$ است. در آخر هم فرض کنید که سرعت باد قابل‌صرف‌نظر است و پس باران عمودی می‌بارد. همینطور فرض کنید سرعت آب داخل لوله عمودی که آب را به M می‌ریزد هم قابل‌صرف‌نظر است. حساب کنید با چه شدتی از بارش، که آن را با واحد سانتی‌متر در ساعت اندازه می‌گیریم، ممکن است آب از لوله M به داخل کف ساختمان سرازیر شود.



[*مبانی فیزیک، هالیدی، ویرایش ۱۰ ، مسئله ۷۲*]

پرسش ۶

شکل زیر را در نظر بگیرید. انتهای باز لوله در تماس با هوای آزاد (با فشار $100\,000\,\mathrm{Pa}$) است. فرض کنید چگالی آب $1000\,\mathrm{g/cm^3}$ و چگالی جیوه $13\,600\,\mathrm{g/cm^3}$ است.

آ) اگر $L = 120\,\mathrm{cm}$ باشد، فشار هوا در محفظه A چقدر است؟

ب) حال برعکس: فرض کنید $p_A = 135\,\mathrm{kPa}$. در این صورت L چقدر است؟