۱ دو کره‌ی هم‌جرم یکی آهنی و دیگری آلومینیمی را وارد آب می‌کنیم. بزرگی نیروی شناوری وارد بر کدام کره بزرگ‌تر است؟(چگالی آهن بیش‌تر از چگالی آلومینیم است.)

۱) آهن
۲) آلومینیم
۳) برابر است.
۴) هر سه حالت ممکن است.

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ طبق اصل ارشمیدس، نیروی شناوری وارد بر جسم با وزن شاره جابه‌جا شده توسط جسم برابر است، پس کره‌ای که حجم بیش‌تری دارد و شاره‌ی بیش‌تری را جابه‌جا می‌کند، نیروی شناوری وارد بر آن بیش‌تر است.

پس در این سوال باتوجه به رابطه‌ی $\rho = \frac{m}{V}$ و بیش‌تر بودن چگالی آهن، حجم کره‌ی آلومینیمی بیش‌تر و بنابراین نیروی شناوری وارد بر آن نیز بیش‌تر است.

چون دو کره هم جرم هستن و چگالی آهن بیشتر از آلومینیوم است بنابراین حجم کرهٔ آهنی از آلومینیومی کمتر است و هر چه حجم بیشتر باشد نیروی شناوری بیشتر است. در نتیجه نیروی وارده به کرهٔ آلومینیومی بیشتر است.

۲ کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱)
برای محاسبهٔ اختلاف فشار بین دو نقطه از هوا که اختلاف ارتفاع قابل توجهی دارند، نمی‌توان از رابطهٔ $\Delta P = \rho gh$ استفاده کرد.

۲) تفاوت بین فشار مطلق و فشار محیط را فشار پیمانه‌ای می‌نامند.

۳)
به جسم‌های درون یک شاره یا غوطه‌ور در آن، همواره نیروی بالاسویی به نام نیروی شناوری از طرف شاره وارد می شود.

۴)
وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن جسم برابر است.

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ گزینهٔ «۴» نادرست است و به صورت زیر اصلاح می‌شود:

«وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن شارهٔ جابه‌جا

شده توسط جسم برابر است.»

سایر گزینه‌ها صحیح هستند.

۳ برای یک جسم شناور روی یک مایع، کدام گزینه درست است؟

۱) جرم جسم با جرم ستونی از مایع هم ارتفاع با جسم برابر است.

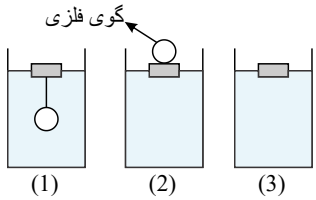
۲) بزرگی وزن جسم از نیروی شناوری وارد از طرف مایع بر آن بیش‌تر است.

۳) نیروی شناوری بیش‌تر از بزرگی وزن جسم است.

۴) بزرگی وزن جسم با نیرویی که از طرف مایع به آن وارد می‌شود، برابر است.

پاسخ: ۱ ۲ ۳ **۴** اگر جسمی روی مایع شناور باشد، چون ساکن است طبق قانون دوم نیوتون برایند نیروهای وارد بر آن صفر است یعنی وزن جسم با نیروی شناوری (ارشمیدسی) برابر است. بنابراین وزن جسم برابر وزن مایع جابه‌جا شده است. به عبارت دیگر وزن جسم برابر با نیرویی است که مایع به آن وارد می‌کند.

۴ در شکل‌های زیر، سه قطعه چوب یکسان بر روی سطح مایع در سه ظرف حاوی مایع مشابه شناور می‌باشند، کدام گزینه مقایسهٔ درستی را بین اندازهٔ نیروهای شناوری وارد بر قطعه چوب نشان می‌دهد؟



۱) $(F_b)_1 > (F_b)_2 > (F_b)_3$

۲) $(F_b)_1 = (F_b)_2 > (F_b)_3$

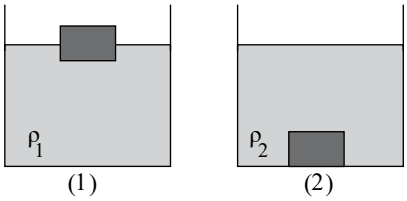
۳) $(F_b)_2 > (F_b)_1 > (F_b)_3$

۴) $(F_b)_1 > (F_b)_3 > (F_b)_2$

پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴ اندازهٔ نیروی شناوری برابر با وزن شارهٔ جابه‌جا شده است و با توجه به شناور بودن اجسام، برابر با وزن اجسام است. نیروی شناوری در حالت ۲ و ۱ نسبت به ۳ بیش‌تر است پون وزن اجسام بیش‌تر است. در حالت (۳) اندازهٔ نیروی شناوری وارد بر چوب کم‌ترین مقدار را دارد ولی در حالت (۲) و (۱) نیروی شناوری برابر است. در حالت (۲) تمام نیروی شناوری به چوب وارد می‌شود ولی در حالت (۱) مقداری از نیروی شناوری به گوی فلزی وارد می‌شود که این مقدار کم‌تر از وزن گوی است.

$(F_b)_2 > (F_b)_1 > (F_b)_3$

۵ مطابق شکل زیر، جسمی در دو مایع مختلف به چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 قرار دارد. نیروی شناوری وارد بر جسم در کدام شکل بیشتر است؟



۱) (۱)

۲) (۲)

۳) در هر دو شکل یکسان است.

۴) قابل تعیین نیست.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** در شکل (۱) جسم روی سطح مایع شناور است، پس نیروی شناوری برابر با وزن جسم است؛ ولی در شکل (۲) جسم به داخل مایع فرو رفته و در کف ظرف قرار گرفته است؛ پس نیروی وزن آن از نیروی شناوری وارد بر آن بیشتر است. لذا داریم:

$$\begin{matrix} \text{در شکل (۱)} & F_{b_1} = W \\ \text{در شکل (۲)} & W > F_{b_2} \end{matrix} \Rightarrow F_{b_1} > F_{b_2}$$

۶ جسمی روی سطح شاره‌ای شناور است. هرچه چگالی شاره ..... باشد، حجم شارهٔ جابه‌جا شده ..... است و جسم شناور ..... در شاره فرو می‌رود.

۱) کمتر، بیشتر، کمتر ۲) بیشتر، کمتر، کمتر ۳) کمتر، کمتر، بیشتر ۴) بیشتر، بیشتر، کمتر

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ طبق اصل ارشمیدس، زمانی که جسمی روی سطح شاره‌ای شناور باشد، نیروی بالاسویی که از طرف شاره بر جسم وارد می‌شود و اندازهٔ آن برابر با وزن شارهٔ جابه‌جا شده است، با اندازهٔ وزن جسم برابر است. در نتیجه زمانی که چگالی شاره بیشتر باشد، حجم شارهٔ جابه‌جا شده، کمتر است و جسم شناور کمتر در شاره فرو می‌رود. از طرفی زمانی که چگالی شاره کمتر باشد، حجم شارهٔ جابه‌جا شده بیشتر است و جسم شناور بیشتر در شاره فرو می‌رود.

۷ جهت نیروی شناوری برای جسمی که در یک شاره قرار دارد به سمت ..... است که ناشی از ..... وارد بر جسم است.

۱) پایین، اختلاف فشار ۲) پایین، نیروی وزن ۳) بالا، اختلاف فشار ۴) بالا، نیروی وزن

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ جهت نیروی شناوری وارد بر جسم در داخل یک شاره همواره به سمت بالا می‌باشد که دلیل این پدیده به بیشتر بودن فشار در قسمت پایین یک جسم غوطه‌ور در شاره نسبت به قسمت بالای آن است که باعث بیشتر بودن نیروی وارد بر جسم در قسمت پایین آن نسبت به قسمت بالای آن می‌شود.

۸ جسمی را یک بار از نیروسنج آویزان می‌کنیم و بعد از ایجاد تعادل عدد نیروسنج را $F_۱$ می‌خوانیم و بار دیگر جسم آویزان به نیروسنج را درون آب قرار می‌دهیم و بعد از ایجاد تعادل عدد نیروسنج را $F_۲$ می‌خوانیم. حاصل $\frac{F_۲}{F_۱}$ کدام است؟

۱) کمتر از یک

۲) بیشتر از یک

۳) ۱

۴) بسته به چگالی مایع هریک از ۳ حالت ممکن است رخ دهد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** در حالت اول نیروسنج وزن جسم را نشان می‌دهد. در حالت دوم چون جسم درون آب قرار دارد، توسط نیروی شناوری به سمت بالا رانده شده و نیروسنج تفاضل نیروی وزن و نیروی شناوری وارد بر جسم را نشان می‌دهد که کمتر از وزن واقعی آن در حالت اول است. پس نسبت عدد دوم به عدد اول همواره کمتر از ۱ است.

۹ وقتی یک گلوله‌ی فلزی را درون آب غوطه‌ور می‌کنیم، به اندازه‌ی $۰/۴N$ سبک‌تر می‌شود. حجم آب جابه‌جا شده توسط گلوله چند سانتی‌متر مکعب است؟

$$(\rho_{\text{آب}} = ۱\frac{g}{cm^۳} \ , \ g = ۱۰\frac{N}{kg})$$

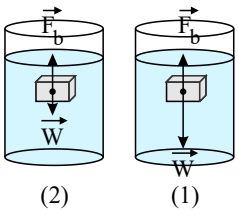
۱) ۴ ۲) ۳۰ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ طبق اصل ارشمیدس، هرگاه جسمی درون یک شاره فرو رود، به اندازه‌ی وزن شاره‌ی جابه‌جا شده بر آن به سمت بالا نیرو وارد می‌شود و سبک‌تر می‌شود. بنابراین باید وزن آب جابه‌جا شده برابر $۰/۴N$ باشد. در این حالت می‌توان نوشت:

$$W = mg \xrightarrow[g=۱۰\frac{N}{kg}]{W=۰/۴N} ۰/۴ = m \times ۱۰ \Rightarrow m = ۰/۰۴kg$$

$$m = \rho V \xrightarrow[\rho=۱\frac{g}{cm^۳}]{m=۰/۰۴kg=۴۰g} ۴۰ = ۱ \times V \Rightarrow V = ۴۰cm^۳$$

۱۰ در شکل زیر، نیروهای وارد بر دو جسم هم حجم غوطه‌ور در آب نشان داده شده است. اگر چگالی جسم در شکل (۱) را با ρ_1 و چگالی جسم در شکل (۲) را با ρ_2 و چگالی آب را با ρ_w نشان دهیم، کدام گزینه در مورد مقایسهٔ چگالی‌ها، صحیح است؟



(2) (1)

۱) $\rho_2 > \rho_w > \rho_1$

۲) $\rho_1 > \rho_w > \rho_2$

۳) $\rho_w > \rho_1 > \rho_2$

۴) $\rho_w > \rho_2 > \rho_1$

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ چون در شکل (۱) اندازهٔ نیروی وزن از اندازهٔ نیروی شناوری بیش‌تر است، جسم به سمت پایین حرکت می‌کند و چگالی آن از چگالی آب بیش‌تر است. در شکل (۲) اندازهٔ نیروی شناوری بیش‌تر از اندازهٔ نیروی وزن است. پس جسم به سمت بالا حرکت می‌کند و چگالی آن کم‌تر از چگالی آب است.

۱۱ یک پوسته‌ی کروی ازجنس آهن و به شعاع R و یک کره‌ی توپر از جنس مس و به شعاع R را درون مایعی به طور کامل غوطه‌ور می‌کنیم. اگر اندازه‌ی نیروی شناوری که از جانب مایع به پوسته‌ی کروی و کره‌ی توپر وارد می‌شود را به ترتیب با $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$ نشان دهیم، کدام یک از رابطه‌های زیر درست است؟

۱) $F_1 > F_2$

۲) $F_1 < F_2$

۳) $F_1 = F_2$

۴) اظهارنظر قطعی ممکن نیست

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ بنابر اصل ارشمیدس وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن شاره جابه‌جا شده توسط جسم برابر است. بنابراین اندازه‌ی نیروی شناوری تابع حجم قسمتی از جسم که در شاره فرو رفته و چگالی شاره است و چون حجم پوسته کروی از جنس آهن و حجم کره توپر از جنس مس یکسان است، می‌توان نتیجه گرفت اندازه نیروی شناوری وارد بر آن‌ها یکسان است.

۱۲ به جسمی که درون شاره‌ای قرار دارد، نیروی شناوری وارد می‌شود. علت وارد شدن این نیرو کدام است؟

۱) نیروی وزن جسم

۲) اختلاف نیروی گرانشی در بالا و پایین جسم

۳) اختلاف فشار در سطوح بالایی و پایینی جسم

۴) اختلاف چگالی جسم و چگالی مایع

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ به جسمی که درون شاره‌ای قرار دارد، به علت وجود فشار، نیرو وارد می‌شود. نیروهای ناشی از فشار وارد بر جسم، به‌دلیل افزایش عمق، در زیر آن بزرگ‌ترند. به همین دلیل، به جسمی که درون یک شاره قرار

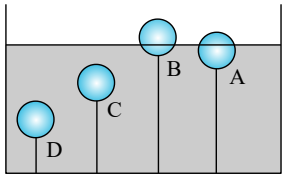
دارد، نیرویی به نام نیروی شناوری از طرف شاره وارد می‌شود.

۱۳ جسم توپری را درون شاره‌ای قرار می‌دهیم. اگر چگالی جسم برابر ρ و چگالی شاره برابر ρ' باشد، در چه صورت، جسم درون شاره غوطه‌ور می‌ماند؟

۱) در صورتی که $\rho < \rho'$ باشد.
۲) در صورتی که $\rho = \rho'$ باشد.
۳) در صورتی که $\rho > \rho'$ باشد.
۴) در هر حالتی، جسم درون شاره غوطه‌ور می‌ماند.

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ با قرار دادن جسم درون شاره، در صورتی که چگالی جسم (ρ) و چگالی شاره (ρ') با هم برابر باشند، جسم درون شاره غوطه‌ور می‌ماند. دقت کنید، اگر $\rho > \rho'$ باشد، جسم درون شاره سقوط می‌کند و ته‌نشین می‌شود و اگر $\rho < \rho'$ باشد، جسم به سطح شاره رفته و روی سطح شناور می‌ماند.

۱۴ در شکل زیر، چهار کرهٔ توخالی سبک همسان توسط نخ به کف ظرف پر از آبی متصل شده و ساکن هستند. اندازهٔ نیروی شناوری وارد بر آن‌ها در کدام گزینه به‌درستی مقایسه شده است؟



۱) $A > B > C > D$
۲) $A = B = C = D$
۳) $D = C > B > A$
۴) $D = C > A > B$

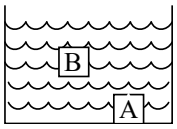
پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ طبق اصل ارشمیدس، اندازهٔ نیروی شناوری برابر است با وزن شاره‌ای که جابه‌جا شده است. چون کره‌ها یکسان هستند، نیروی شناوری برای D و C برابر است، زیرا به‌طور کامل در شاره غرق شده‌اند. نیروی شناوری برای کرهٔ A و کرهٔ B به میزانی از حجم آن‌ها که داخل شاره است، بستگی دارد و چون حجم فرورفته در شاره برای کرهٔ A بیش‌تر است، پس اندازهٔ نیروی شناوری آن از B بیش‌تر و از دو جسم C و D کم‌تر است.

۱۵ استوانه‌ای را داخل ظرفی پر از آب می‌اندازیم و مشاهده می‌کنیم بخشی از استوانه داخل آب و بخشی از آن بیرون آب به‌صورت شناور قرار می‌گیرد. در این صورت می‌توان گفت نیروی وارد از طرف مایع بر استوانه ..... است.

۱) بیشتر از وزن استوانه
۲) برابر با وزن استوانه
۳) کمتر از وزن آب سرریز شده
۴) کمتر از وزن استوانه

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ چگالی جسمی که روی آب شناور می‌ماند، کمتر از چگالی آب است و نیروی شناوری‌ای که به چنین جسمی در حالت شناور بودن روی آب، وارد می‌شود، برابر با وزن آن است.

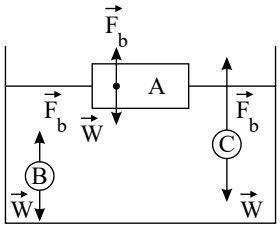
۱۶ پس از رها کردن دو جسم توپر هم‌جرم و هم‌شکل A و B از ارتفاعی بالای سطح مایع درون ظرف، وضعیت تعادل این دو جسم در مایع مطابق شکل زیر است. اگر ρ_A و ρ_B به ترتیب چگالی جسم‌های A و B باشند، کدام گزینه در مورد مقایسهٔ چگالی مایع (ρ) و چگالی جسم‌های A و B صحیح است؟



۱) $\rho = \rho_B < \rho_A$ ۲) $\rho = \rho_B = \rho_A$ ۳) $\rho < \rho_B = \rho_A$ ۴) $\rho < \rho_B < \rho_A$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** در ابتدای ورود دو جسم به مایع، هر دو جسم ابتدا تا حدی به دلیل انرژی‌هایی که دارند در مایع فرو می‌روند. با توجه به غوطه‌ور ماندن جسم B در مایع، نتیجه می‌گیریم که چگالی این جسم، برابر با چگالی مایع است. از طرفی جسم A به ته ظرف سقوط کرده است. بنابراین چگالی جسم A از چگالی مایع و همچنین از چگالی جسم B بیشتر است.

۱۷ در شکل زیر نیروی شناوری $\vec{F}_b$ و نیروی وزن $\vec{W}$ وارد بر چند جسم نشان داده شده است. با توجه به نیروی خالص وارد بر هر جسم، وضعیت هریک به کمک یکی از واژه‌های شناوری، غوطه‌وری، فرورفتن و بالا رفتن کدام است؟



۱) A غوطه‌ور، B شناور، C بالا رفتن

۲) A شناور، B فرو رفتن، C بالا رفتن

۳) A شناور، B غوطه‌ور، C بالا رفتن

۴) A غوطه‌ور، B بالا رفتن، C غوطه‌ور

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ با توجه به شکل چون اندازه نیروی شناوری وارد بر جسم A برابر با اندازهٔ نیروی وزن جسم است، در نتیجه نیروی خالص وارد بر آن صفر است و جسم A روی سطح آب شناور می‌ماند.

چون اندازهٔ نیروی شناوری وارد بر جسم B برابر با اندازهٔ نیروی وزن جسم است، در نتیجه نیروی خالص وارد بر آن نیز صفر است و جسم B در داخل مایع غوطه‌ور می‌ماند.

اندازهٔ نیروی شناوری وارد بر جسم C بزرگتر از نیروی وزن آن است، در نتیجه نیروی خالص وارد بر آن به سمت بالا است و جسم C به طرف بالا می‌رود.

۱۸ در کدام‌یک از شکل‌های زیر مکعب چوبی یکسان کمتر داخل آب فرو رفته است؟ (دمای مکعب در همهٔ شکل‌ها برابر است.)

۱) آب $30\ ^\circ C$

۲) آب $1\ ^\circ C$

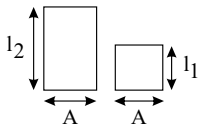
۳) آب $4\ ^\circ C$

۴) آب $80\ ^\circ C$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ آب در $4^\circ C$ کمترین حجم خود و درنتیجه بیشترین چگالی خود را دارد، پس طبق اصل شناوری، حجم کمتری از مکعب چوبی داخل آب قرار می‌گیرد.

در فاصله‌های دمایی بیشتر نسبت به $4^\circ C$ حجم آب افزایش یافته و چگالی آن کاهش می‌یابد. به این ترتیب حجم بیشتری از چوب داخل آب قرار می‌گیرد.

۱۹ مطابق شکل مقابل، دو جسم هم‌جرم با سطح مقطع‌های برابر داریم. اگر دو جسم را روی سطح آب بگذاریم، کدام گزینه می‌تواند نشان‌دهندهٔ حالت قرار گرفتن دو جسم باشد؟ (چگالی هر دو جسم از آب کمتر است.)



۱)

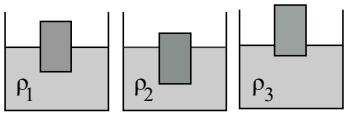
۲)

۳)

۴)

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ چگالی هر دو جسم کم‌تر از آب است، بنابراین روی سطح آب شناور می‌مانند. هر دو جسم هم‌جرم هستند بنابراین طبق قانون دوم نیوتون برای شناور بودن روی سطح آب باید به یک اندازه به آن‌ها به سمت بالا نیرو وارد شود که طبق اصل ارشمیدس نیروی وارد شده به جسم برابر با وزن مایع جابه‌جا شده است. بنابراین مایع جابه‌جا شده در هر دو حالت با هم برابر است. یعنی حجمی از جسم که وارد آب شده در هر دو حالت برابر است. از طرفی با توجه به برابر بودن سطح مقطع دو جسم، هر دو جسم به یک اندازه در آب فرو می‌روند. در نتیجه گزینهٔ «۱» صحیح است.

۲۰ مطابق شکل‌های زیر، جسمی در سه مایع با چگالی‌های ρ_1، ρ_2 و ρ_3 شناور می‌شود. کدام گزینه در مورد مقایسهٔ چگالی این سه مایع صحیح است؟



۱) $\rho_2 > \rho_1 > \rho_3$

۲) $\rho_3 > \rho_2 > \rho_1$

۳) $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$

۴) $\rho_3 > \rho_1 > \rho_2$

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱

در هر سه حالت جسم با جرم یکسان شناور است، پس داریم: $W_{\text{جسم}} = F_{b_1} = F_{b_2} = F_{b_3}$

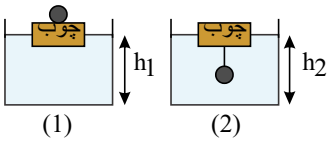
از طرفی بنابر اصل ارشمیدس می‌دانیم، نیروی شناوری با وزن شاره جابه‌جا شده برابر است، پس:

$$W_{(1)\ \text{مایع}} = W_{(2)\ \text{مایع}} = W_{(3)\ \text{مایع}} \Rightarrow m_1 g = m_2 g = m_3 g \Rightarrow m_1 = m_2 = m_3$$

با توجه به رابطهٔ چگالی $\rho = \frac{m}{v}$ برای مایع جابه‌جا شده در سه حالت می‌توان نوشت:

$$\rho_1 v_1 = \rho_2 v_2 = \rho_3 v_3 \xrightarrow{v_2 > v_1 > v_3} \rho_3 > \rho_1 > \rho_2$$

۲۱ مطابق شکل‌های زیر، یک قطعه چوب را روی آب درون ظرفی قرار می‌دهیم. یک‌بار گلوله‌ای آهنی را روی چوب و بار دیگر زیر چوب آویزان می‌کنیم. کدام گزینه درست است؟(h_1 و h_2 نشان‌دهندهٔ عمق آب می‌باشند و از جرم و حجم ریسمان صرف‌نظر شود.)



۱) $h_1 < h_2$ و در حالت (۲) چوب بیش‌تر درون آب فرو می‌رود.

۲) $h_1 = h_2$ و در حالت (۱) چوب بیش‌تر درون آب فرو می‌رود.

۳) $h_1 < h_2$ و در حالت (۱) چوب بیش‌تر درون آب فرو می‌رود

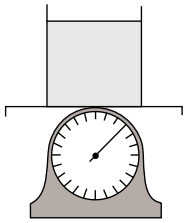
۴) $h_1 = h_2$ و در حالت (۲) چوب بیش‌تر درون آب فرو می‌رود.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ در حالت (۱) برای شناور ماندن مجموعه، نیروی شناوری ناشی از فرو رفتن چوب درون آب باید با مجموع وزن چوب و گلولهٔ آهنی برابر باشد، اما در حالت (۲) برای شناور ماندن مجموعه، مجموع نیروی شناوری چوب و نیروی شناوری گلولهٔ آهنی برابر باشد. بنابراین در حالت (۱) چوب بیشتر در آب فرو می‌رود.

در مورد عمق‌ها، از آن‌جا که حجم مایع جابه‌جا شده در دو حالت برابر است: (h_0 عمق اولیهٔ آب قبل از قرار دادن گلوله است.)

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 \Rightarrow A\Delta h_1 = A\Delta h_2 \Rightarrow h_1 - h_0 = h_2 - h_0 \Rightarrow h_1 = h_2$$

۲۲ مطابق شکل، ظرفی حاوی آب روی ترازویی قرار دارد. یک قطعهٔ آهنی به وزن ۵ نیوتون را درون ظرفی می‌اندازیم و نیروی شناوری را اندازه گرفته و عدد ترازو را یادداشت می‌کنیم. اگر همان قطعهٔ آهنی را به ریسمانی ببندیم تا مانع از ته‌نشین شدن قطعه شود و سپس درون ظرف فرو ببریم، اندازهٔ نیروی شناوری و عدد ترازو به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟ $(\rho_{\text{آب}} < \rho_{\text{آهن}})$



۱) ثابت می‌ماند – کاهش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد – کاهش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد – ثابت می‌ماند.
۴) ثابت می‌ماند – افزایش می‌یابد.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** اندازهٔ نیروی شناوری وارد بر قطعهٔ آهنی به حجم آب جابه‌جا شده بستگی دارد. در دو حالت قطعهٔ آهنی حجم مشخصی از آب را جابه‌جا می‌کند. بنابراین اندازهٔ نیروی شناوری که به قطعهٔ آهنی وارد می‌شود در هر دو حالت برابر است.

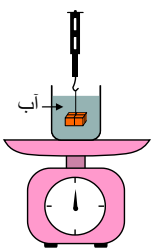
در حالت اول، ترازو مجموع وزن آب و قطعه را نشان می‌دهد:

$$N_1 = W_{\text{آب}} + W_{\text{قطعه}}$$

در حالت دوم که با استفاده از ریسمان، مانع از ته‌نشین شدن قطعه شده‌ایم، مقداری از وزن قطعهٔ آهنی را ریسمان تحمل می‌کند و مقداری از وزن قطعه که برابر با اندازهٔ نیروی شناوری است باعث تغییر عدد ترازو می‌شود، بنابراین:

$$\left.\begin{array}{l} N_2 = W_{\text{آب}} + F_b \\ \rho_{\text{آب}} < \rho_{\text{آهن}} \Rightarrow F_b < W_{\text{قطعه}} \end{array}\right\} \Rightarrow N_2 < N_1$$

۲۳ در شکل زیر، ابتدا توسط ترازویی وزن یک ظرف به همراه مایع داخل آن اندازه‌گیری می‌شود. اگر جسمی به جرم ۱۵ kg را به نیروسنجی آویزان کرده و در مایع داخل ظرف وارد کنیم، نیروسنج عدد ۱۴۲ N را نشان می‌دهد. در این حالت عددی که ترازو نشان می‌دهد نسبت به حالت اول چگونه تغییر می‌کند؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



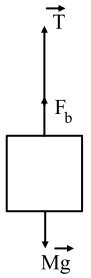
۱) ۸ N کاهش می‌یابد.
۲) ۸ N افزایش می‌یابد.
۳) تغییری نمی‌کند.
۴) نمی‌توان تعیین کرد.

نیروی شناوری

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ نیروهای وارد بر جسم در حالت شناوری را رسم می‌کنیم:

$$T + F_b - mg = ۰$$

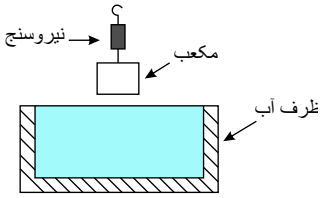
$$\Rightarrow F_b = mg - T = ۱۵ \times ۱۰ - ۱۴۲ = ۸N$$



آب نیروی $۸N$ را بر جسم و به سمت بالا وارد می‌کند، پس طبق قانون سوم نیوتون، جسم نیز نیرویی به همین اندازه و رو به پایین بر آب وارد می‌کند و باعث می‌شود عددی که ترازو نشان می‌دهد، $۸N$ بیش‌تر از حالت اوّلیه باشد.

۲۴ در شکل زیر ظرف به طور کامل از آب پُر است. مکعبی فلزی و توپُر به ضلع ۱۰ سانتی‌متر را که به نیروسنجی متصل شده است چند سانتی‌متر در آب فرو ببریم تا نیروسنج عدد ۲۰ نیوتون را نشان دهد؟

$$(g = ۱۰m/s^۲, \rho_{\text{جسم فلزی}} = ۲/۵g/cm^۳, \rho_{\text{آب}} = ۱g/cm^۳)$$



۱) ۲/۵

۲) ۲

۳) ۵

۴) غیرممکن است نیروسنج این عدد را نشان دهد.

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ طبق اصل ارشمیدس اگر جسمی در آب فرو رود، آب نیرویی به سمت بالا بر آن وارد می‌کند که اندازهٔ آن با وزن آب جابه‌جا شده توسط جسم برابر است. بنابراین ابتدا جرم مکعب را به‌دست می‌آوریم:

$$m = \rho V = ۲/۵ \times ۱۰^۳ = ۲۵۰۰g = ۲/۵kg$$

حال وزن مکعب را به‌دست می‌آوریم:

$$W = mg = ۲/۵ \times ۱۰ = ۲۵N$$

عددی که نیروسنج در حال تعادل نشان می‌دهد برابر است با تفاضل وزن جسم و نیروی شناوری و خود نیروی شناوری برابر وزن مایع بیرون ریخته شده می‌باشد. بنابراین وزن مایع بیرون ریخته شده برابر است با:

وزن مایع بیرون ریخته $= ۲۵ - ۲۰ = ۵N$

جرم آب بیرون ریخته شده $= \frac{\text{وزن}}{۱۰} = \frac{۵}{۱۰} = ۰/۵kg = ۵۰۰g$

حال می‌توان حجم مقدار آب را به دست آورد:

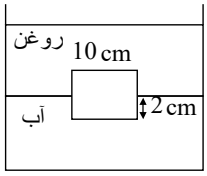
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{۵۰۰}{۱} \Rightarrow V = ۵۰cm^۳$$

ارتفاع قسمتی از مکعب که در آب فرو رفته:

$$h = \frac{V}{A} = \frac{۵۰۰cm^۳}{۱۰۰cm^۲} = ۵cm$$

۲۵ مکعبی از جنس چوب به ضلع $۱۰cm$ مطابق شکل زیر بین آب و روغن غوطه‌ور است. اگر چگالی روغن $۰/۶\frac{g}{cm^۳}$ باشد، جرم مکعب چند گرم است؟

$$(\rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳})$$



۱) ۶۴۰
۲) ۶۸۰
۳) ۷۲۰
۴) ۷۶۰

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ در راستای قائم علاوه بر نیروی وزن، نیرویی از طرف روغن بر سطح بالایی مکعب ($\vec{F}_۱$) و نیرویی از طرف آب بر سطح پایینی مکعب ($\vec{F}_۲$) وارد می‌شود. مکعب ساکن و برایند نیروهای وارد بر آن صفر است. بنابراین با توجه به شکل، اگر فشار در سطح بالایی مکعب را $P_۱$، در سطح مشترک آب و روغن را P و در سطح پایینی مکعب را $P_۲$ فرض کنیم، داریم:

$$P = P_۱ + \rho_۱ g(a-h)$$

$$P_۲ = P + \rho_۲ gh = P_۱ + \rho_۱ g(a-h) + \rho_۲ gh \Rightarrow P_۲ - P_۱ = \rho_۱ g(a-h) + \rho_۲ gh$$

از طرفی:

$$F_۱ + W = F_۲ \Rightarrow W = F_۲ - F_۱ \Rightarrow W = (P_۲ - P_۱)A \Rightarrow mg = \rho_۱ g(a-h)A + \rho_۱ ghA$$

$$\Rightarrow m = \rho_۱(a-h)A + \rho_۲ hA \Rightarrow m = ۰/۶ \times (۱۰-۲) \times ۱۰^۲ + ۱ \times ۲ \times ۱۰^۲ \Rightarrow m = ۶۸۰g$$