

پرسش‌های مفهومی از کتاب‌های نونگاشت فیزیک و عدم همگرایی پاسخ‌های دریافت شده

رسول گلستانه، مریم جامی‌الاحمدی
دبیران فیزیک شهرستان تربت جام
محمد نادری
دبیر فیزیک شهرستان خلخال



چکیده

در طول سالیان تدریس، ما همیشه شاهد بوده‌ایم که دانش‌آموزان درس‌خوان در پاسخ به سؤالات مفهومی فیزیک مشکل دارند و عموماً از این سؤالات استقبال نمی‌کنند. تمایل دانش‌آموزان بیشتر به پاسخ دادن به سؤالات تکراری و تستی است و این امر تا حدود زیاد متأثر از سایه‌ای است که آزمون ورودی دانشگاه‌های کشور و به دنبال آن آزمون‌های آزمایشی مؤسسات مختلف بر آموزش رسمی کشور انداخته است. رویکرد آموزشی تستی باعث شده تا مطالعه دانش‌آموزان و حتی معلمان در سراسر کشور از سطح کتب تست یا حل چند سؤال تستی فراتر نرود. ما در این مقاله سعی کرده‌ایم چند مورد سؤال مفهومی از مباحث کتب نونگاشت فیزیک دوره دوم متوسطه مطرح کرده و تحلیل آن‌ها را هم انجام دهیم. در نهایت آمار پاسخ‌گویی جامعه نمونه‌ای از معلمان کل کشور را ارائه خواهیم داد.

کلیدواژه‌ها: سؤالات مفهومی، دانش‌آموزان، معلم، آزمون ورودی

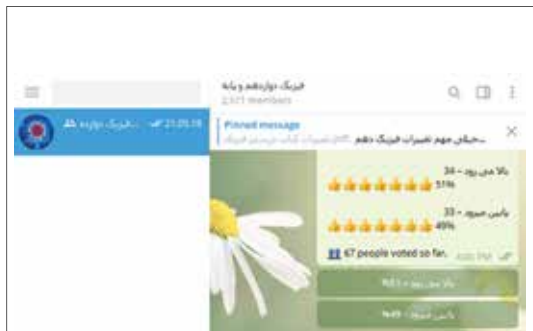
مقدمه

برای هر معلم مطالعه و تفکر در مورد مطالبی که آموزش می‌دهد بسیار حائز اهمیت است. مطالعه در چگونگی آموزش یک مفهوم باعث می‌شود تا درک عمیق‌تری نسبت به آن مفهوم داشته باشیم و این خود در بیان آن به زبان ساده برای دیگران کمک می‌کند. متأسفانه امروزه حاشیه‌ها و موانع مطالعه زیاد شده است؛ هم برای معلم و هم برای دانش‌آموز؛ ضمن اینکه از یک سو بدون مطالعه و پیگیری مطالب آموزشی، احتمال اشتباه در تحلیل موقعیت‌ها و سؤالات جدید زیاد خواهد شد و از سوی دیگر مطالعه کتب مختلف باعث می‌شود تا ذهن مغشوش شود و شخص فرصت فکر و تحلیل موقعیت را پیدا نکند.

سؤال شماره ۱

این سؤال را دانش‌آموزان در کلاس درس پرسیدند و گفتند که توضیح آن را در کتاب کمک‌آموزشی، که این سؤال را حل نموده، خوانده‌اند ولی متوجه نشده‌اند. معلوم شد که این سؤال از کتاب فیزیک مفهومی، ویرایش دهم، نوشته پل چی هیوئیت انتخاب شده است [۱]. متن سؤال را به همراه شکل آن در ادامه آورده‌ایم.

درواقع ما اثر نیروی کشش نخ را که در سؤال اولیه مطرح بود حالا به گونه‌ای دیگر مورد پرسش قرار دادیم. پاسخ سؤال فوق این است که نیروی ۸ نیوتن به کفه F_1 منتقل می‌شود که در نتیجه آن کفه پایین می‌رود و کفه ظرف آب (F_2) بالا می‌آید.



▲ شکل ۳: گروه فیزیک دوازدهم با ۲۵۱۱ عضو

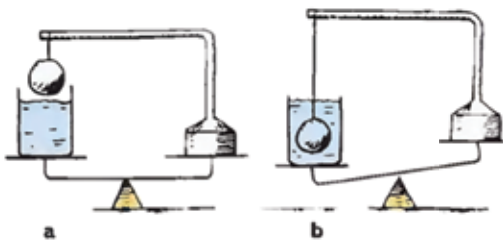
اما با توجه به نتایج نظرسنجی، پاسخ‌گویی همکاران فیزیک همگرایی نداشت و تقریباً ۵۰ درصد معلمان فیزیک پاسخ نادرست را داده بودند. همین پرسش در گروه غیر از معلمان فیزیک (معلمان زیست‌شناسی) گذاشته شده و نتایج زیر حاصل شد.



▲ شکل ۴: نظرسنجی در گروه زیست‌شناسی ایران با ۱۷۸۰ عضو

معلمان زیست‌شناسی به سؤال فوق بهتر از معلمان فیزیک پاسخ داده بودند، آن‌ها ۷۴ درصد پاسخ درست داده بودند در حالی که معلمان فیزیک ۵۱ درصد پاسخ درست داده بودند. تعداد افراد شرکت‌کننده در پاسخ‌گویی برای هر دو گروه فیزیک و گروه زیست یکسان بود. (۶۷ نفر) نتایج فوق عجیب بود و نمی‌توانستیم بپذیریم که چرا پاسخ همکاران فیزیک به یک سؤال ساده و بدون محاسبات این همه واگراست.

The weight of the container of water, as shown in a, is equal to the weight of the stand and the suspended solid iron ball. When the suspended ball is lowered into the water, as shown in b, the balance is upset. Will the additional weight needed on the right side to restore balance be greater than, equal to, or less than the weight of the solid iron ball?



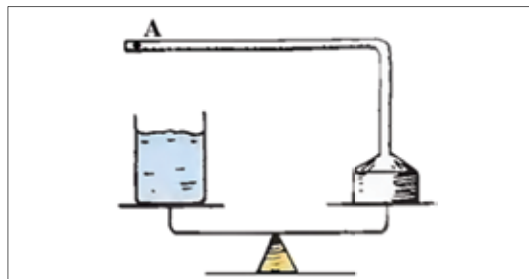
▲ شکل ۱: سؤال مفهومی شماره ۱

ترجمه سؤال: وزن ظرف آب در شکل a با وزن کفه و گلوله توپیر آهنی برابر است. وقتی گلوله آویزان وارد آب شود مطابق شکل b تعادل ترازو به هم می‌خورد. توضیح دهید که وزنه اضافی لازم در طرف راست برای بازگرداندن تعادل، آیا باید بزرگ‌تر، مساوی و یا کوچک‌تر از وزن گلوله آهنی باشد؟

یکی از پاسخ‌هایی که در جواب این سؤال باید گفت این است که: در برابر نیروی شناوری وارد بر گلوله باید به وزن کفه سمت راست اضافه شود. از آنجا که چگالی آهن بیش از دوبرابر چگالی آب است، پس وزن وزنه مورد نظر باید کمتر از وزن گلوله باشد.

ما از دل این سؤال پرسش زیر را مطرح کردیم و به دو گروه مجازی مختلف که یکی شامل معلمان فیزیک و دیگری غیر از معلمان فیزیک بود دادیم و از آن‌ها خواستیم تا در پاسخ‌گویی مشارکت کنند. نتایج پاسخ‌ها در نظرسنجی جالب توجه بود.

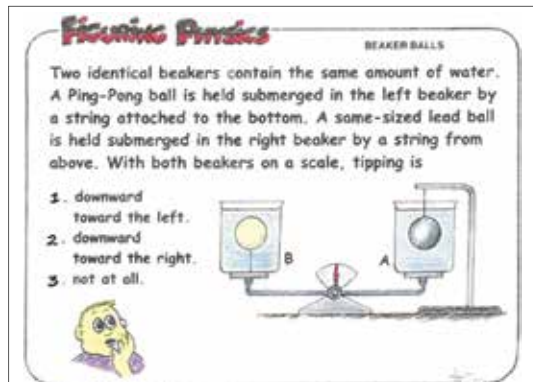
سؤال: در شکل زیر ترازو ابتدا در تعادل افقی قرار دارد. اگر در نقطه A نیرویی به اندازه ۸ نیوتن عمود بر میله به سمت پایین وارد کنیم، کفه حاوی ظرف آب (F_1) به بالا می‌رود یا پایین می‌آید؟



▲ شکل ۲: طرح پرسش تکمیلی از سؤال دانش‌آموزان

رویکرد
آموزشی
تستی باعث
شده تا مطالعه
دانش‌آموزان
و حتی معلمان
در سراسر
کشور از سطح
کتب تست
یا حل چند
سؤال تستی
فراتر نرود

سؤال شماره ۲



شکل ۵: سؤال شماره ۲ انجمن معلمان فیزیک آمریکا - مجله فیزیک نیچر

ترجمه سؤال: دو ظرف حاوی مقدار یکسانی آب هستند. یک توپ پینگ‌پنگ در زیر آب با نخ نازکی به ته ظرف B بسته شده است. در ظرف A نیز یک توپ فلزی هم‌اندازه با توپ پینگ‌پنگ توسط نخ به درون آب آویزان شده است. اگر ترازو را از حالت افقی رها کنیم انحراف ترازو به چه صورت است؟

۱. کفه B پایین می‌رود.

۲. کفه A پایین می‌رود.

۳. در حالت تعادل باقی می‌ماند.

اما با توجه به نتایج نظرسنجی، پاسخ‌گویی همکاران فیزیک همگرایی نداشت و تقریباً ۵۰ درصد معلمان فیزیک پاسخ نادرست را داده بودند

موجود است.

این سؤال را به‌صورت نظرسنجی در گروه‌های فیزیک استان‌های مختلف کشور قرار دادیم و از همکاران خواستیم تا پاسخ مورد نظر خودشان انتخاب کرده و از تحلیل سؤال تا اتمام نظرسنجی پرهیز کنند. ۲۳۸ نفر از کل کشور در پاسخ‌گویی مشارکت کردند که تنها ۴۰ درصد آنان پاسخ درست انتخاب کردند. از ۶۰ درصدی هم که پاسخ نادرست داده بودند ۴۵ درصد گفته بودند ترازو متعادل می‌ماند و ۱۵ درصد هم کفه B را انتخاب کرده بودند!!



شکل ۶: نتایج نظرسنجی سؤال ۲

سؤال شماره ۳

سومین سؤال مفهومی که برای نظرسنجی در اختیار همکاران فیزیک گذاشتیم در مورد انرژی بود. فیزیک ۳ (پایه دوازدهم) اشاره‌ای به تعریف مرکز جرم شده است. ما بر آن شدیم تا یک سؤال مفهومی از مبحث انرژی مکانیکی ارائه دهیم.

پاسخ: پاسخ این سؤال با کمی فکر به راحتی معلوم می‌شود. یعنی سؤال پاسخی یکتا دارد که در ادامه پاسخ را ارائه خواهیم داد.

وزنی که کفه B متحمل می‌شود برابر مقدار زیر است:

$$W_B = W_{\text{آب}} + W_{\text{ظرف}} + W_{\text{توپ}} \quad (1)$$

به همین صورت وزنی که کفه A متحمل می‌شود برابر است با:

$$W_A = W_{\text{آب}} + W_{\text{ظرف}} + F'_b \quad (2)$$

اگر نیروی شناوری وارد بر گلوله باشد F'_b عکس‌العمل آن است که از طرف گلوله به آب به سمت پایین وارد می‌شود. نیروی شناوری وارد بر توپ پینگ‌پنگ از وزن آن بیشتر است. ولی نیروی شناوری وارد بر گلوله و توپ یکسان است. از مقایسه رابطه‌های (۱) و (۲) با یکدیگر می‌توان فهمید که کفه A وزن بیشتری متحمل می‌شود. بنابراین کفه A پایین می‌آید. تحلیل‌های دیگری هم برای رسیدن به پاسخ هست. فیلم این آزمایش در سایت یوتیوب

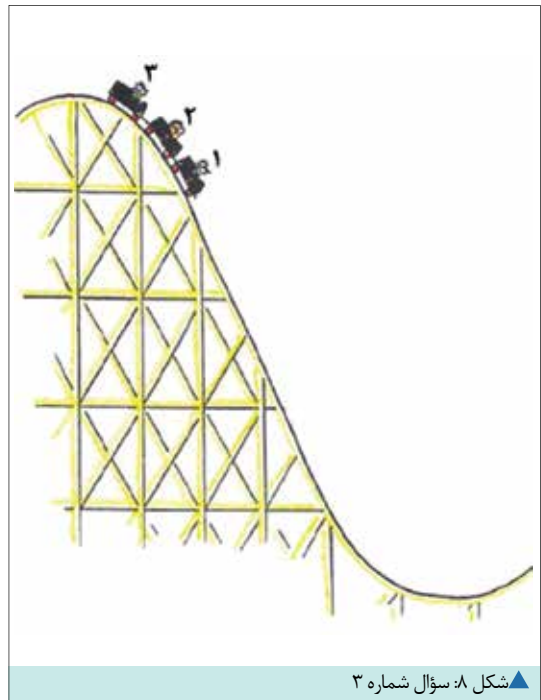


شکل ۷: تعریف مرکز جرم در کتاب فیزیک ۳

گاهی برای سادگی فرض می‌شود که همه جرم یک جسم در یک نقطه به نام مرکز جرم متمرکز شده است و به جای آنکه نیرو به قسمت‌های مختلف جسم وارد شود به این نقطه وارد می‌شود.

سؤال ۳. مطابق شکل ۸، سه واگن متصل به هم از روی ریل شیب‌دار با موتور خاموش در حال فرود به پایین یک دره هستند. تندی کدام واگن در هنگام عبور از پایین‌ترین نقطه دره (۵) از بقیه بیشتر است. (اصطکاک صفر فرض شود) [۲]

۱. واگن شماره ۱
۲. واگن شماره ۲
۳. واگن شماره ۳
۴. تندی هر سه یکسان است.



▲ شکل ۸: سؤال شماره ۳

پاسخ: باید توجه کنیم که تندی هر سه واگن در هر لحظه با هم برابر است، چون هر سه واگن به هم متصل هستند. بنابراین وقتی واگن شماره ۱ از ته دره در حال عبور است هر سه واگن دارای تندی V_1 و هنگامی که واگن شماره ۲ در حال عبور از ته دره می‌باشد تندی هر سه واگن برابر V_2 و هنگامی که واگن شماره ۳ در حال عبور از ته دره است تندی هر سه واگن برابر V_3 است. وقتی واگن‌ها به سمت پایین حرکت می‌کنند از انرژی پتانسیل هر سه واگن کم شده و به انرژی جنبشی آن‌ها افزوده می‌شود این کاهش انرژی پتانسیل زمانی بیشترین مقدار خواهد بود که مرکز جرم مجموعه در پایین‌ترین نقطه قرار بگیرد و آن لحظه‌ای است که واگن شماره ۲ در حال عبور از ته دره است. بنابراین در لحظه عبور واگن شماره دو از ته دره سرعت واگن‌ها ماکزیمم است. به عبارتی می‌توان گفت تندی واگن شماره ۲ هنگام عبور از پایین دره از تندی بقیه واگن‌ها هنگام عبور از ته دره بیشتر است.

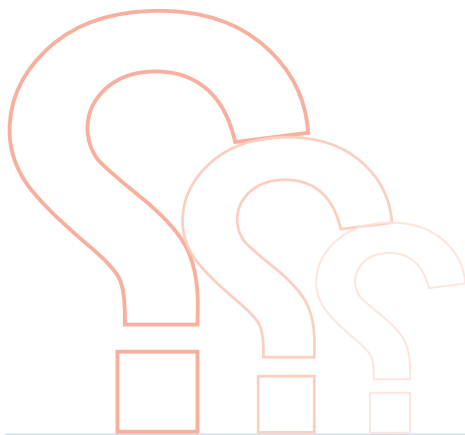
پرسش قبل را در گروه فیزیک جهت نظرسنجی قرار دادیم. باز هم جواب‌های همکارانی که در نظرسنجی شرکت کرده بودند عجیب بود! ۹۴ نفر در نظرسنجی ما شرکت کردند که فقط ۲۱ درصد همکاران فیزیک پاسخ درست داده بودند. یعنی ۷۹ درصد پاسخ نادرست داده بودند! بقیه همکاران هم نظری نداده بودند.

نتیجه‌گیری

در این قسمت قصد قضاوت درباره پاسخ‌های معلمان عزیز را نداریم ولی آنچه که به شدت در این سؤال و جواب‌ها حس می‌شود این است که ما معلمان (اول خودمان) نیاز به مطالعه و تأمل بیشتر در زمینه تخصصی خود داریم. برای پاسخ‌گویی به سؤالاتی که مطرح شده بودند نیازی به کتب دانشگاهی و ریاضیات سنگین نبود زیرا سؤالات از دل مفاهیم ساده فیزیک طرح شده بودند. پس چرا باز هم کیفیت پاسخ‌ها این‌گونه بود!؟

در هر صورت جای آموزش و یا تغییر در رویکرد آموزشی متولیان آموزش کشور در سطح کلان به روشنی احساس می‌شود. ما در ابتدا، در چرایی این وضعیت توضیح دادیم که شاید عوامل بازدارنده از مطالعه زیاد شده؛ شاید انگیزه کافی برای مطالعه، برای یافتن پاسخ درست، برای فکر کردن در مورد سؤال و به‌روز شدن در ما وجود ندارد، شاید ... در آخر پیشنهادی که اول به خود و در ادامه به همکاران عزیز داریم مطالعه است. مطالعه می‌تواند خواندن کتاب یا پیگیری یک مطلب در اینترنت و بحث با همکاران فیزیک در مورد یک موضوع به‌صورت هم‌افزایی باشد.

آنچه که به شدت در این سؤال و جواب‌ها حس می‌شود این است که ما معلمان (اول خودمان) نیاز به مطالعه و تأمل بیشتر در زمینه تخصصی خود داریم



منابع

1. Conceptual Physics, Paul G. Hewitt, Addison Wesley, Year: 2009.
2. The Physics Teacher 56, 8(2016)
<https://doi.org/10.1119/1.4937962>