

مدیکال استوز

پاسخ آزمایش های فیزیک

پایه دوازدهم



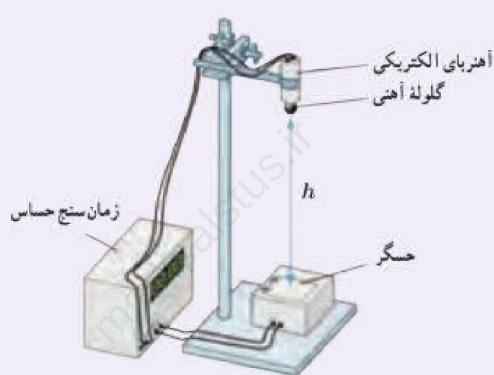
آزمایش‌های کتاب فیزیک دوازدهم تجربی و ریاضی

تهیه و تنظیم: ژیلای رضایی

فصل اول: مخصوص رشته ریاضی

اندازه گیری شتاب گرانش

تمرین ۱-۱۲



شکل مقابل اسباب انجام آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان شتاب گرانش را در محل آزمایش اندازه گرفت.

الف) به نظر شما این وسیله آزمایش چگونه کار می‌کند؟

ب) در یک آزمایش نوعی، داده‌های زیر به دست آمده است:

$$h = 0.27 \text{ m} \quad \text{و} \quad t = 0.23 \text{ s}$$

با توجه به این داده‌ها، اندازه شتاب گرانش در محل آزمایش چقدر به دست می‌آید؟ (اشاره: اگر وسایل مشابهی در آزمایشگاه مدرسه دارید، شتاب گرانش محل خود را به کمک آن اندازه گیری کنید.)



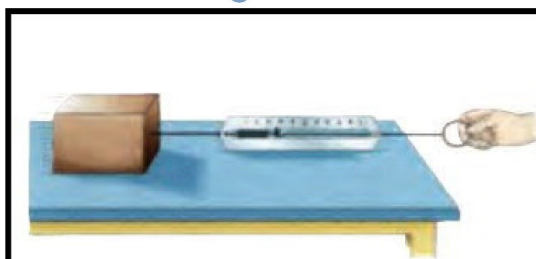
پاسخ:

الف) با رها شدن گلوله، زمان سنج دستگاه شروع به حرکت می‌کند و زمانیکه به حسگر برخورد می‌کند، زمان سنج متوقف می‌شود. با اندازه گیری زمان و فاصله h به کمک خط کش، می‌توان شتاب گرانشی را بدست آورد.

$$g = \frac{2h}{t^2}$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 \rightarrow -0.27 \text{ m} = -\frac{1}{2}g(0.23 \text{ s})^2 \rightarrow g = 10.2 (\text{m/s}^2) \quad \text{ب)}$$

فصل دوم: تجربی و ریاضی



آزمایش ۲-۱: اندازه گیری ضریب اصطکاک ایستایی بین دو جسم

وسایل لازم: نیروسنج، قطعه چوبی به شکل مکعب مستطیل
با وجوه یکنواخت، ترازو، خط کش

سوال نهایی

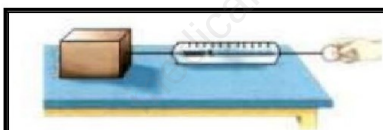
آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید ضریب اصطکاک ایستایی (μ_s) بین یک مکعب چوبی با وجوه مشابه و میز افقی را اندازه بگیرید. (خرداد ۹۸)

پاسخ:

مکعب چوبی را روی میز افقی قرار می دهیم و نیروسنج را به مکعب چوبی وصل می کنیم و سر دیگر نیروسنج را با دست به طور افقی می کشیم. نیروی دست را به آرامی افزایش می دهیم تا جایی که مکعب در آستانه لغزیدن قرار گیرد (0/25) عددی که در این حالت نیروسنج نشان می دهد f_{smax} است. (0/25) پس از اندازه گیری جرم مکعب بنا به قانون دوم نیوتن:

$$F_N = mg \quad , \quad f_{smax} = \mu_s F_N \quad (0.25) \quad , \quad \mu_s = \frac{f_{smax}}{mg} \quad (0.25)$$

سوال نهایی



شکل مقابل آزمایشی را نشان می دهد. (شهریور ۹۸)

هدف از انجام این آزمایش چیست؟

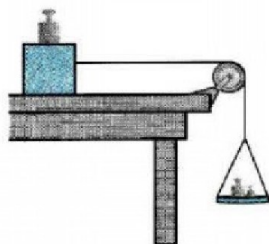
اگر جرم قطعه چوب را تغییر دهیم، چه نتیجه ای در مورد f_{smax} می گیریم؟

پاسخ:

برای اندازه گیری ضریب اصطکاک ایستایی (0/25)، نتیجه می گیریم که نیروی f_{smax} با نیروی عمودی سطح F_N متناسب است. (0/5)

فعالیت ۲-۲

آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد $f_{s,max}$ متناسب با F_N است.



وسایل و مواد لازم: قرقره ثابت، نخ، وزنه‌های مختلف، کفه، قطعه چوبی
شرح آزمایش:

- ۱- مطابق شکل قرقره را روی لبه میز سوار می‌کنیم و نخ را که یک سر آن به قطعه چوب و سر دیگر آن به کفه وصل است، از روی قرقره عبور می‌دهیم.
- ۲- به کفه آویزان شده آنقدر وزنه اضافه می‌کنیم تا قطعه چوب روی میز شروع به حرکت کند. در این حالت مجموع وزن کفه و وزنه‌ها برابر با نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه است.
- ۳- وزنه‌های مختلف را روی قطعه چوبی قرار می‌دهیم و مرحله ۲ را برای هر وزنه تکرار می‌کنیم.
- ۴- نمودار تغییرات وزن وزنه‌های داخل کفه ($f_{s,max}$) را بر حسب وزن وزنه‌های روی قطعه چوبی (F'_N) رسم می‌کنیم. مشاهده می‌شود که نمودار به صورت یک خط راست است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت $f_{s,max}$ با F_N متناسب است.

فعالیت ۳-۲

آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید:

- الف) نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب در حال لغزش روی سطح را اندازه بگیرید و با استفاده از آن μ_k را بدست آورید.
ب) بستگی یا عدم بستگی نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس دو جسم را تحقیق کنید.

الف) به کمک یک نیروسنج، قطعه چوب را می‌کشیم تا حرکت کند. در بازه زمانی که قطعه چوب با سرعت ثابت در حال حرکت است، اندازه ی نیروی که نیروسنج نشان می‌دهد برابر است با نیروی اصطکاک جنبشی، در نتیجه خواهیم داشت.

$$F - f_k = ma \rightarrow F - f_k = 0 \rightarrow F = f_k$$

$$F = f_k = \mu_k mg \rightarrow \mu_k = \frac{F}{mg}$$

نیروی F از روی نیروسنج و m را به کمک ترازو بدست می‌آوریم.

ب) از وجه دیگر قطعه چوب، آزمایش را تکرار می‌کنیم. و سعی می‌کنیم با سرعت ثابت با نیروسنج قطعه چوب را بکشیم. عددی که نیروسنج نشان می‌دهد در این شرایط تقریباً برابر حالت قبل می‌باشد. نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بستگی ندارد.

فعالیت ۲-۴

تعدادی فنر متفاوت تهیه کنید. الف) سختی آنها را مقایسه کنید. ب) با طراحی یک آرمایش، ثابت هر فنر را به دست آورید.

سوال نهایی

ب) با طراحی یک آرمایش، ثابت یک فنر k را به دست آورید. (شهریور ۹۸) و (خرداد ۹۹-داخل)

سوال نهایی

فنری با ثابت k داریم؛ آرمایشی را توضیح دهید که بتوان با استفاده از وسایل زیر مقدار ثابت فنر را به دست آورد.
وسایل آرمایش: فنر، وزنه با جرم معلوم، خط کش

خرداد ۱۴۰۲

پاسخ:

ب) فنری به طول l_0 را از یک نقطه به طور قائم آویزان می کنیم و به سر دیگر آن جسمی به جرم m وصل می کنیم. (0/25) پس از رسیدن فنر به حالت تعادل، تغییر طول فنر (x) را حساب کرده (0/25) و از رابطه زیر ثابت فنر را به دست می آوریم.

$$kx - mg = 0 \quad (0.25) \quad k = \frac{mg}{x} \quad (0.25)$$

فصل سوم: رشته تجربی و ریاضی

فعالیت ۲-۳

با انتخاب وزنه‌ها و فنرهای مختلف، با جرم‌ها و ثابت فنرهای معلوم و مناسب، در آرایشی مطابق شکل، و با اندازه‌گیری زمان تعداد مشخصی نوسان کامل، و سپس محاسبه دوره تناوب T برای هر سامانه جرم-فنر، به‌طور تجربی نشان دهید که:

الف) دوره تناوب سامانه جرم-فنر با یک فنر معین ولی وزنه‌های متفاوت، با جذر جرم وزنه به‌طور مستقیم متناسب است ($T \propto \sqrt{m}$).

ب) دوره تناوب سامانه جرم-فنر با یک وزنه معین ولی فنرهای متفاوت، با جذر ثابت فنر به‌طور وارون متناسب است ($T \propto 1/\sqrt{k}$).



الف) جسمی با جرم مشخص (m) را به فنری با ثابت معلوم (m) آویزان می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل، جسم را کمی به پایین کشیده و رها می‌کنیم. مجموعه نوسان می‌کند. تعداد نوسان‌ها (N) در مدت t ثانیه را ثبت می‌کنیم. از رابطه $T = t / N$ دوره تناوب را بدست می‌آوریم. آزمایش را با وزنه‌های متفاوت تکرار می‌کنیم نتیجه می‌گیریم که دوره تناوب سامانه جرم-فنر با یک فنر معین با جذر جرم وزنه به‌طور مستقیم متناسب است.

$$(T \propto \sqrt{m})$$

ب) آزمایش بالا را با یک وزنه به جرم مشخص (m) و فنرهای متفاوت انجام می‌دهیم و نتیجه می‌گیریم که دوره تناوب سامانه جرم-فنر با یک وزنه معین و فنرهای متفاوت با جذر ثابت فنر به‌طور وارون متناسب است.

$$(T \propto \frac{1}{\sqrt{k}})$$

مثال ۳-۴

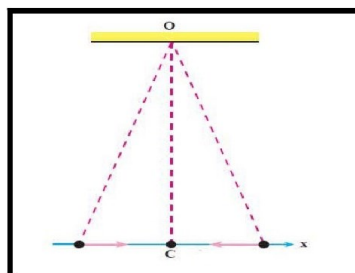
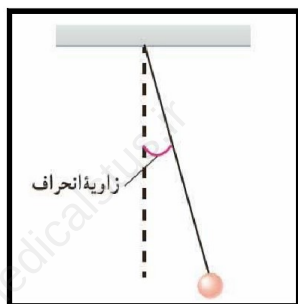
بستگی دوره تناوب آونگ به شتاب گرانشی، روش دقیقی را برای تعیین g به دست می‌دهد. در این روش با اندازه‌گیری طول L و دوره تناوب T ، می‌توان g را به دست آورد.

آزمایش را اینگونه انجام می‌دهیم که ابتدا گلوله آهنی را به یک سر نخ گره می‌زنیم و سر دیگر آن را به میله قائم گیر می‌دهیم. باید این موضوع را در نظر داشت که طول نخ برای ما در محاسبات مهم است به همین جهت ما طول نخ را به اندازه‌های دلخواه تنظیم می‌کنیم سپس با درجه کم آونگ را نوسان می‌دهیم تا با حرکت نوسانی ساده به نوسان در آید. تعداد نوسانات نیز در محاسبات مهم است ما با کرنومتر زمان تعداد معینی از نوسانات را اندازه می‌گیریم و عدد بدست آمده را بر تعداد نوسانات تقسیم می‌کنیم تا دوره تناوب را بدست آوریم.

$$T = t / n$$

دوره تناوب

در نهایت با داشتن دوره تناوب و نیز طول نخ و رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ مقدار g شتاب جاذبه بدست می‌آید.



سوال نهایی

با طراحی آزمایشی، چگونگی اندازه‌گیری شتاب گرانشی زمین را به کمک یک آونگ ساده شرح دهید. ۱۴۰۱ دی

پاسخ:

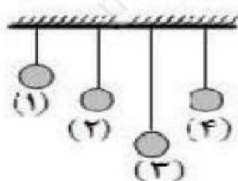
ابتدا طول آونگ ساده را اندازه‌گیری می‌کنیم (۰/۲۵) و سپس آن را با زاویه کوچک به نوسان درمی‌آوریم و مدت زمان چند نوسان کامل را اندازه‌گیری می‌کنیم (۰/۲۵). به کمک رابطه $T = \frac{t}{n}$ دوره را محاسبه می‌کنیم (۰/۲۵) با قرار دادن دوره در رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ شتاب گرانشی (g) را محاسبه می‌کنیم (۰/۲۵).

فعالیت ۳-۳

آونگ‌های بارتون^۲: یک آونگ با وزنه سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول‌های متفاوت را مطابق شکل سوار کنید. آونگ‌ها روی نخ‌ی سوار شده‌اند که هر دو انتهای آن توسط گیره‌هایی به تخته آویز متصل شده است. به آونگ سنگین اصطلاحاً آونگ وادارنده^۲ گفته می‌شود، زیرا به نوسان درآوردن این آونگ در صفحه عمود بر صفحه شکل، موجب تاب خوردن نخ آویز و در نتیجه به نوسان واداشتن سایر آونگ‌ها می‌شود. آونگ وادارنده را به نوسان درآوردید و آنچه را مشاهده می‌کنید توضیح دهید.

با به نوسان در آوردن آونگ سنگین، نخ آویز به حرکت در می‌آید و بنابر این به بقیه آونگ‌ها نیز نیرویی وارد می‌شود و نوسان می‌کنند اما مشاهده می‌کنیم آونگی که طولش با طول آونگ سنگین برابر بود، با دامنه بیشتری نوسان می‌کند. علت این پدیده این است که بسامد نوسان نیروی که از طرف نخ آویز به آونگ‌ها وارد می‌شود برابر با بسامد طبیعی نوسان آونگی است که هم ارتفاع با آونگ سنگین است. بنابر این پدیده تشدید رخ می‌دهد و دامنه نوسان آن آونگ افزایش می‌یابد و مشاهده می‌شود که دامنه نوسانش از همه آونگ‌ها بیشتر است.

سوال نهایی

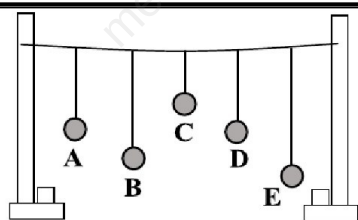


در شکل مقابل آونگ (2) را به نوسان در می آوریم.
کدام یک از سه آونگ دیگر، با دامنه بزرگتری به نوسان در می آید؟ چرا؟ (خرداد ۹۹)

پاسخ:

آونگ 4 - طول آونگ 4 با طول آونگ 2 برابر است، در نتیجه دوره آنها نیز با هم برابر است. $(T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}})$ و در آونگ 4 پدیده تشدید رخ می دهد.

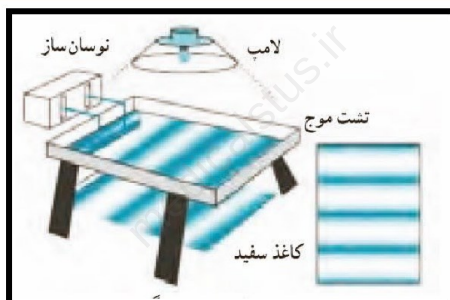
سوال نهایی



در شکل مقابل، چند آونگ را از سیمی آویخته ایم.
آونگ (A) را به نوسان در می آوریم. کدام آونگ با
دامنه بزرگتری به نوسان در می آید؟ توضیح دهید.

خرداد ۱۴۰۰

آزمایش تشت موج



برای مطالعه برخی از مشخصات موج از تشت موج استفاده می شود.
این وسیله شامل یک تشت شیشه ای و کم عمق و یک نوسان ساز
است. یک راه مشاهده رفتار موج، استفاده از سایه ای است که
توسط لامپ از سطح آب داخل تشت بر ورقه کاغذی زیر تشت
تشکیل می شود. برآمدگی ها و فرورفتگی های موج روی سطح آب،

در سایه تشکیل شده بر ورقه کاغذ دیده می شود. اگر مانند شکل یک تیغه صاف را بر سطح آب به نوسان
در آوریم، موج تختی بر سطح آب تشکیل می شود. اگر به جای تیغه از یک گوی کوچک استفاده کنیم،
موج دایره ای ایجاد می شود که از نقطه تماس با سطح آب شروع به حرکت می کند و در تمام جهت ها از نقطه

تماس دور می شوند.

** در هر دو حالت موج‌های دایره‌ای و موج تخت، به هر کدام از برآمدگی‌ها یا فرورفتگی‌های ایجاد شده روی سطح آب، یک جبهه موج می‌گویند.

** به برآمدگی‌های موج، قله و به فرورفتگی‌های موج، دره یا قعر موج گفته می‌شود.

** فاصله بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور، طول موج نامیده می‌شود و آن را با λ نشان می‌دهند.

** طول موج λ برابر با مسافتی است که موج در مدت دوره تناوب نوسان چشمه طی می‌کند.

** تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد.

** با تغییر دادن عمق آب در بخشی از تشت می‌توان تندی موج سطحی در آن بخش را تغییر داد. این کار باعث تغییر جهت انتشار موج در آن بخش و به عبارتی شکست موج در آن بخش می‌شود.

** با ورود موج به بخش کم عمق، سرعت موج سطحی کم می‌شود. آن بخش از موج که زودتر وارد بخش کم

عمق شد، از بخش‌های دیگر که هنوز وارد نشده‌اند، عقب می‌افتد و بنابر این فاصله بین جبهه‌های موج کم می‌شود یعنی طول موج کاهش می‌یابد و جبهه‌های موج در مرز دو ناحیه تغییر جهت می‌دهند.

سوال نهایی

گزاره‌های زیر را با واژه مناسب کامل کنید. خرداد ۹۸
الف) به هر یک از برآمدگی‌ها یا فرورفتگی‌های ایجاد شده روی سطح آب یک تشت موج می‌گویند.

ب) منظور از جبهه‌های موج (هنگام تشکیل موج بر سطح آب) چیست؟ شهریور ۹۹

پ) طول موج سطحی آب در قسمت عمیق (کمتر - بیشتر) از قسمت کم عمق آن است. شهریور ۹۸

ب) در انتشار موج سطحی روی آب‌های کم عمق با ورود موج به بخش عمیق (تشت موج)، بسامد موج و تندی انتشار موج در بخش کم عمق و بخش عمیق را مقایسه کنید. دیماه ۱۴۰۰

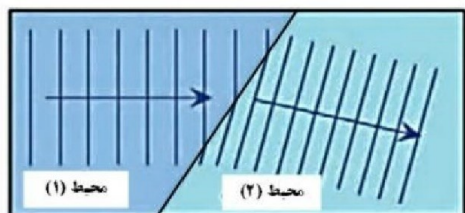
درستی یا نادرستی هریک از گزاره‌های زیر را با واژه ((درست)) یا ((نادرست)) در پاسخ‌نامه مشخص کنید.

خرداد ۱۴۰۱

الف) با افزایش ثابت فنر در سامانه جرم- فنر (با جرم یکسان) دوره تناوب نوسان‌ها کوتاه‌تر می‌شود.

ب) نوسان تاب بدون هُل دادن، یک نوسان نامیرا است.

پ) در امواج دایره‌ای ایجاد شده بر سطح آب، فاصله بین دو برآمدگی مجاور برابر یک طول موج است.



شکل زیر طرحی از شکست امواج سطحی در مرز آب عمیق و آب کم‌عمق در تشت موج را نشان می‌دهد. طول موج، تندی انتشار و عمق آب در دو محیط (۱) و (۲) را با هم مقایسه کنید.

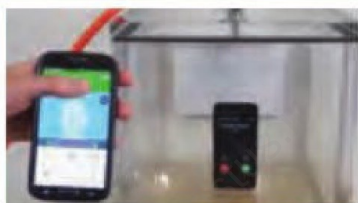
خرداد ۱۴۰۲

پاسخ:

طول موج و تندی در محیط ۱ بیشتر از محیط ۲ است. (۰/۵) محیط ۱ عمیق‌تر از محیط ۲ است (۰/۲۵).

آزمایش مربوط به انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلا و منتشر نشدن امواج مکانیکی در خلا

فعالیت ۳-۴



مطابق شکل روبه‌رو یک گوشی تلفن همراه را در یک محفظه تخلیه هوای شیشه‌ای آویزان کنید. با برقراری تماس با گوشی، صدای آن را خواهید شنید. ولی با به کار افتادن پمپ تخلیه هوا، صدا به تدریج ضعیف و سرانجام خاموش می‌شود، در حالی که امواج الکترومغناطیسی همچنان به گوشی می‌رسند. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

این آزمایشی مشهور برای تمیز امواج صوتی از امواج الکترومغناطیسی است. در حالی که امواج مکانیکی برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند و انرژی را به صورت انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل ذرات محیط انتقال می‌دهند، امواج الکترومغناطیسی به محیط مادی نیاز ندارند و انرژی را به صورت انرژی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌کنند. بنابراین با تخلیه هوای محفظه، محیطی برای انتشار صوت باقی نمی‌ماند، در حالی که همچنان امواج الکترومغناطیسی منتقل شده و سبب فعال شدن گوشی تلفن همراه داخل محفظه می‌شود.

خرداد ۱۴۰۱

پ) موج صوتی در منتشر نمی‌شود.

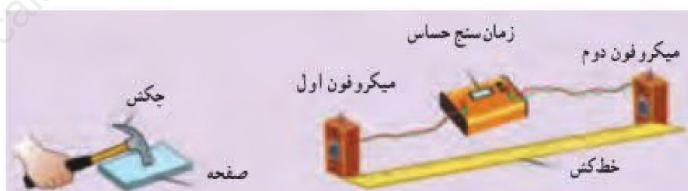
سوال درست یا نادرستی (دیماه ۱۴۰۰)

ج) موج صوتی در محیط جامد نمی‌تواند تولید و منتشر شود.

آزمایش اندازه‌گیری تندی صوت

فعالیت ۳-۶

اندازه‌گیری تندی صوت : یک روش ساده برای اندازه‌گیری تندی صوت به این ترتیب است : دو میکروفون را مطابق شکل به یک زمان‌سنج حساس^۱ متصل کنید. این زمان‌سنج می‌تواند بازه‌های زمانی را با دقت میلی‌ثانیه اندازه‌گیری کند. وقتی چکش را به صفحه فلزی بکوبیم، امواج صوتی که به سمت دو میکروفون روانه می‌شوند، نخست میکروفون نزدیک‌تر و سپس میکروفون دورتر را متأثر می‌سازند. اختلاف فاصله میکروفون‌ها از محل برخورد چکش با صفحه فلزی را اندازه می‌گیریم. با استفاده از زمان‌سنج می‌توانیم تأخیر زمانی بین دریافت صوت توسط دو میکروفون را ثبت کنیم. اکنون با استفاده از رابطه $v = \Delta x / \Delta t$ می‌توانیم تندی صوت را در هوا بیابیم. در صورتی که این اسباب را در مدرسه دارید با استفاده از آن، تندی صوت را در هوا اندازه بگیرید.



سوال نهایی

شکل زیر آزمایش ساده‌ی مربوط به اندازه‌گیری مشخصه‌ی امواج صوتی را نشان می‌دهد.

الف) هدف از انجام این آزمایش چیست؟

ب) چرا با افزایش دمای محیط، اختلاف زمانی بین دریافت صوت‌ها توسط دو میکروفون اندکی کاهش می‌یابد؟



پ) اگر فاصله بین دو میکروفون 7 m و تندی صوت در هوا 340 m/s باشد، اختلاف زمانی بین دریافت صوت توسط میکروفون‌ها را محاسبه کنید؟

دیماه ۱۴۰۱

پاسخ:

الف) اندازه‌گیری تندی صوت (۰/۲۵) ب) چون سرعت صوت افزایش می‌یابد. (۰/۲۵)

$$t = \frac{\Delta x}{v} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow t = ۰/۰۰۵ \text{ s} \quad (۰/۲۵) \quad \text{پ)}$$

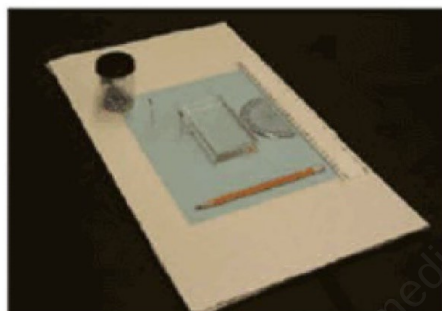
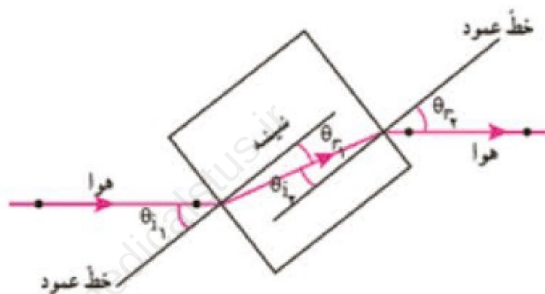
فصل سوم رشته تجربی و فصل چهارم رشته ریاضی

فعالیت ۴-۴

اندازه‌گیری ضریب شکست : با توجه به مثال ۴-۲، آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان ضریب شکست یک تیغه متوازی السطوح شفاف را اندازه گرفت.

یک تیغه متوازی السطوح را در نظر بگیرید و آن را روی کاغذ سفیدی قرار دهید. باریکه نوری را به وجهی از تیغه بتابانید به طوری که از وجه مقابل آن خارج شود. محل تیغه بر کاغذ را با رسم اضلاع آن بر روی کاغذ مشخص کنید. همچنین مسیر باریکه فرودی و باریکه خروجی از تیغه را روی کاغذ رسم کنید. برای رسم دقیق تر مسیر باریکه‌های فرودی و خروجی می‌توانید مطابق شکل الف کاغذ سفید را روی قطعه یونولیتی قرار دهید و مسیر باریکه‌ها را با فروبردن سوزن‌هایی در آن مشخص کنید. اکنون تیغه را بردارید و با استفاده از یک خط‌کش، مسیر باریکه نور در درون تیغه را رسم کنید. بر روی مسیر باریکه‌های نور، پیکانه‌هایی رسم کنید تا جهت پرتوها مشخص شود. با استفاده از یک نقاله، خطوط عمود بر وجه‌های تیغه در محل ورود و خروج باریکه‌های نور را رسم کنید و زاویه‌های بین باریکه‌ها و خطوط عمود را اندازه بگیرید. شکل ب، طرحی از چنین ترسیمی را نشان می‌دهد. اکنون می‌توانیم با استفاده از قانون اسنل برای ورود

باریکه از هوا به تیغه، ضریب شکست تیغه را به دست آوریم و یا اینکه ضریب شکست را با استفاده از قانون اسنل برای خروج باریکه از تیغه به هوا بیابیم. بدیهی است که این دو مقدار نباید تفاوت چندانی داشته باشند. در هر صورت آزمایش را به یکی از دو طریق بالا، برای گستره‌ای از زاویه‌های فرودی انجام دهید و مقدار ضریب شکست را با میانگین از عددی‌های حاصل گزارش کنید.

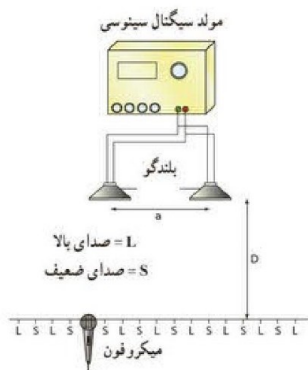


شکل الف: تصویری از اسباب آزمایش

ب) نمودار پرتویی آزمایش توجه کنید θ_i زاویه تابش و θ_m زاویه شکست و $\theta_{i1} = \theta_{r2}$ و $\theta_{r1} = \theta_{i2}$ است. بنابراین پرتوهای فرودی و خروجی باهم موازی‌اند

آزمایش تداخل امواج صوتی مخصوص رشته ریاضی

امواج صوتی نیز می توانند تداخل کنند. آزمایشی را در نظر بگیرید که در آن دو بلندگو که به یک مولد سیگنال الکتریکی متصل اند، امواج سینوسی هم بسامدی را در فضا منتشر می کنند. با حرکت دادن میکروفون در امتداد خط فرضی نشان داده شده در شکل که در فاصله مناسبی از بلندگوها قرار دارد، مشاهده می شود که بلندی صدا به طور متناوب کم و زیاد می شود.



در شکل بالا، فاصله هر نقطه S از نقطه L مجاورش با طول موج رابطه مستقیم دارد. یعنی هرچه طول موج بیشتر باشد، فاصله نقطه S از نقطه L مجاورش بیشتر می شود.

اختلاف فاصله نقاط L (صدای بیشینه) از دو بلندگو مضرب صحیحی از λ است.

$$n\lambda = \text{اختلاف فاصله نقاط L از دو بلندگو}$$

اختلاف فاصله نقاط S (صدای کمینه) از دو بلندگو مضرب فردی از $\lambda/2$ است.

$$\frac{\lambda}{2} = \text{اختلاف فاصله نقاط S از دو بلندگو}$$

آزمایش یانگ: (تداخل امواج نوری) مخصوص رشته ریاضی

آزمایش یانگ نشان‌دهنده رفتار موجی نور است.

در این آزمایش نورهای پراش یافته از دو شکاف S_1 و S_2 با یکدیگر تداخل کرده و روی پرده نمایش نوارهای (فریزهای) تاریک و روشن ایجاد می‌کنند.

نقش تداخلی بر پرده

پرده نمایش

چشمه

تک شکاف

دو شکاف

مستطیل شکل

پرده نمایش

در محل نوارهای (فریزهای) روشن تداخل دو موج سازنده است و دو موج یکدیگر را تقویت می‌کنند.

در محل نوارهای (فریزهای) تاریک تداخل دو موج ویرانگر است و دو موج یکدیگر را تضعیف می‌کنند.

نوارهای روشن و تاریک روی پرده که ناشی از تداخل‌های سازنده و ویرانگرند، نقش‌های تداخلی خوانده می‌شوند.

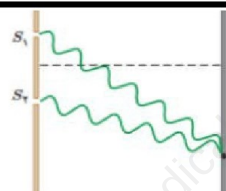
پهنای نوارهای تاریک و روشن (که مساوی فرض می‌شوند) متناسب با طول موج نور به کار رفته در آزمایش است.

به طور مثال اگر آزمایش یانگ را یک بار با نور قرمز و بار دیگر با نور سبز انجام دهیم ($\lambda_{\text{قرمز}} > \lambda_{\text{سبز}}$)، پهنای نوارهای تاریک و روشن نور قرمز بزرگ‌تر از پهنای نوارهای تاریک و روشن نور سبز است.

اگر آزمایش یانگ در محیط شفاف یا ضریب شکست n انجام شود، به دلیل کاهش طول موج، پهنای نوارها نسبت به آزمایش یانگ در هوا، $\frac{1}{n}$ می‌شود.

تداخل امواج نوری

سوال نهایی



ب) شکل روبه‌رو، طرحی از آزمایش یانگ است. توضیح دهید در محل تداخل دو موج چه نوازی تشکیل می‌شود؟ چرا؟

خرداد ۱۴۰۲

ب) نقش تداخلی برای امواج نوری به صورت نوارهای روشن و تاریک است. معین کنید هر کدام از نوارهای روشن و تاریک از کدام نوع تداخل ایجاد شده‌اند؟

در آزمایش یانگ، پهنای هر نوار روشن یا تاریک چه تغییری می‌کند اگر:

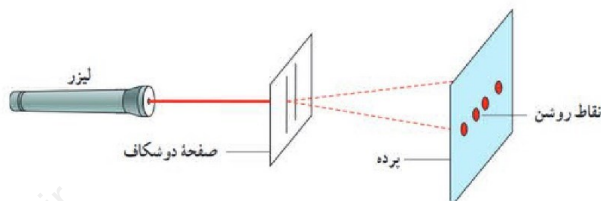
الف: به جای نور تک‌فام آبی از نور تک‌فام (تک بسامد) قرمز استفاده کنیم؟

ب: آزمایش را به جای هوا، در آب انجام دهیم؟

فعالیت ۴-۵ (صفحه ۱۰۵ کتاب درسی)

رشته ریاضی

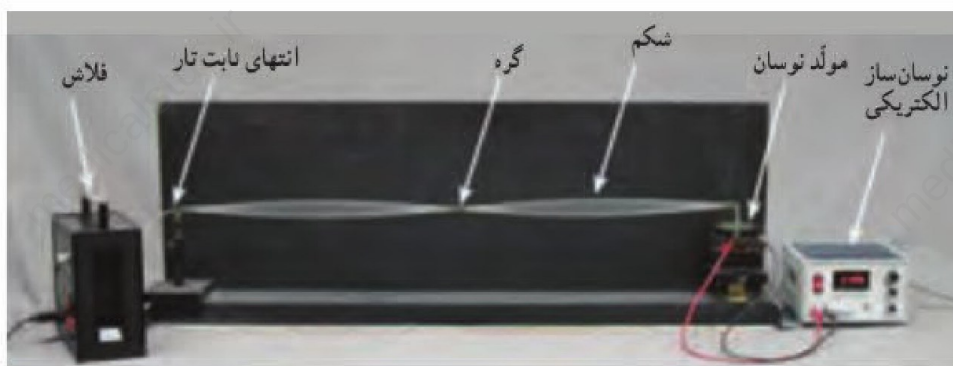
مشاهده نقش تداخلی به کمک نور لیزر: اگر از نور لیزر استفاده کنیم، دیگر نیازی به استفاده از یک تک شکاف در آزمایش یانگ نیست. با استفاده از یک لیزر مدادی، صفحه دو شکاف آزمایش یانگ را مطابق شکل روشن کنید (شاید لازم باشد از یک عدسی واگرا در برابر نور لیزر استفاده کنید تا هر دو شکاف روشن شود) و نقش تداخلی ایجاد شده را روی پرده مشاهده کنید. برای تهیه صفحه دو شکاف می‌توانید یک وجه تیغه‌ای شیشه‌ای (مانند لام میکروسکوپ) را با قرار دادن تیغه روی شعله شمع به خوبی دود اندود کنید، سپس با تیغ تیزی دو خط نزدیک به هم (با فاصله چند دهم میلی متر از یکدیگر) روی تیغه شیشه‌ای بکشید.



در اینجا نیز طرح تداخلی بر روی پرده تشکیل می‌شود و نوارهای روشن و تاریک که ناشی از تداخل‌های سازنده و ویرانگرند، دیده خواهند شد. پهنای نوار روشن یا تاریک با طول موج نور به کار رفته متناسب است.

آزمایش موج ایستاده: (رشته ریاضی)

بسامدهای تشدید تار: شکل ۴-۳۶ تصویری واقعی از اسباب آزمایشی را نشان می‌دهد که در آن تاری کشیده شده، از یک سر به یک مولد نوسان و از سر دیگر به گیره‌ای متصل است. به‌ازای بسامدهای معینی از مولد نوسان، تداخل موجب ایجاد موج ایستاده بارزی (یا اصطلاحاً یک مُدِ نوسان) در تار می‌شود. گفته می‌شود تار در این بسامدهای معین که **بسامدهای تشدید** خوانده می‌شوند به تشدید درآمده است. اگر تار در بسامدی غیر از بسامدهای تشدید نوسان کند موج ایستاده بارزی ایجاد نمی‌شود.

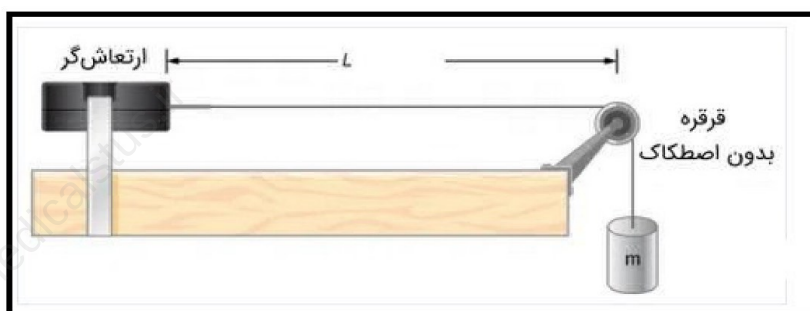


شکل ۴-۳۶ اسباب آزمایشی برای ایجاد موج ایستاده در تار کشیده. توجه کنید سری که به مولد نوسان متصل است، تقریباً در محل گره واقع است.

در ساده ترین نقش موج ایستاده فقط یک شکم دارد که در مرکز ریسمان است.

موج ایستاده و تشدید:

دستگاهی را در نظر بگیرید که در آن طنابی به یک ارتعاش‌گر وصل شده است و با فرکانس متغیر نوسان می‌کند. انتهای دیگر طناب که از روی یک قرقره بدون اصطکاک عبور می‌کند، به یک جسم معلق متصل است. مقدار نیروی کششی طناب برابر با وزن جسم آویخته شده است. طناب دارای چگالی خطی ثابت μ (جرم بر طول) و تندی موج روی طناب برابر با $v = \sqrt{\frac{mg}{\mu}}$ است. شرایط مرزی متقارن (ایجاد گره در دو طرف طناب به دلیل ثابت بودن هر دو انتهای آن) موجب می‌شود تا طناب فقط با فرکانس‌هایی تشدید کند که منجر به تولید امواج ایستاده شود.



با شروع از فرکانس صفر و افزایش تدریجی آن، اولین هماهنگ $n=1$ به دست می‌آید. که به آن هماهنگ اصلی می‌گویند. در این حالت، طول بین گره‌ها (L) برابر با نصف طول موج است.

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L}$$

فرکانس هماهنگ اول برابر است با:

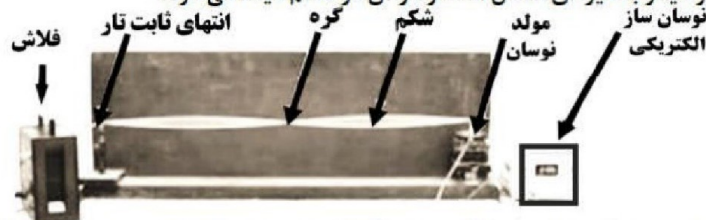
با تغییر بسامد ارتعاشگر می‌توان بسامد تعداد گره و پادگره‌ها را تغییر داد و بسامد هماهنگ‌های دیگر را بدست آورد.

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (\text{طول موج‌های تشدید تار})$$

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{2L}, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (\text{بسامدهای تشدید تار})$$

سوال نهایی

شکل زیر تصویری از اسباب آزمایشی را نشان می‌دهد که در آن تار به طول ۴۰ سانتی‌متر کشیده شده است. این تار از یک سر به یک مولد نوسان و از سر دیگر به گیره‌ای متصل است و در آن دو شکم دیده می‌شود:



الف) اگر تار تحت نیروی کشش 400 N قرار گیرد و چگالی خطی جرم آن 0.1 kg/m باشد تندی انتشار موج عرضی در تار چند متر بر ثانیه است؟

ب) این شکل هماهنگ چندم تار را نشان می‌دهد؟

پ) بسامد اصلی این تار چند هرتز است؟

دی ریاضی ۱۴۰۱

پرسش ۴-۶ (صفحه ۱۰۸ کتاب درسی)

چرا وقتی آب را به درون ظرفی با دیواره‌های قائم مثل لیوان یا پارچ می‌ریزید، بسامد صدایی که می‌شنوید افزایش می‌یابد، یعنی صدای زیرتر و زیرتری را می‌شنوید؟ (راهنمایی: صدای حاصل از پرشدن ظرف گستره وسیعی از بسامدها را دارد که در هر لحظه، یکی از آنها با پایین‌ترین بسامد تشدید می‌شود درون ظرف بسامد مد اول منطبق است.)

هنگام پر شدن لیوان با آب، طول هوای بالای آب کاهش می‌یابد و لیوان مانند یک لوله صوتی عمل می‌کند و در لوله صوتی با یک انتهای بسته، با کاهش طول لوله، بسامد ایجاد شده افزایش می‌یابد؛ در نتیجه صدای زیرتر و زیرتری می‌شنویم.

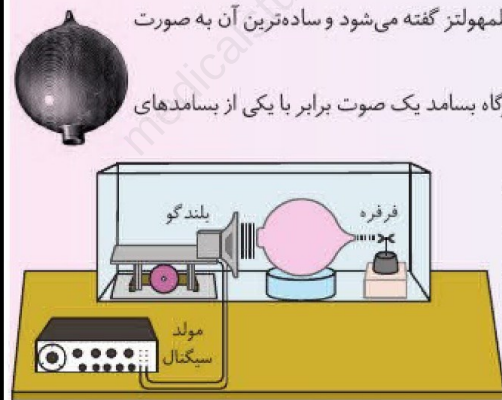
تشدید گر هلمهولتز

- وقتی در دهانه یک بطری می‌دمیم، گستره وسیعی از بسامدها ایجاد می‌شود که اگر یکی از این بسامدها با یکی از بسامدهای تشدید بطری منطبق باشد، یک موج صوتی قوی ایجاد می‌شود.

- تشدیدگر هلمهولتز: به ظرفی مانند بطری که دارای یک گردن است، تشدیدگر هلمهولتز گفته می‌شود و ساده‌ترین آن به صورت کره‌هایی تو خالی با دهانه‌ای باز به شکل گردن بوده و به صورت روبه‌رو است:

- تشدیدگر هلمهولتز مانند لوله‌های صوتی، بسامدهای تشدید می‌دارند و هرگاه بسامد یک صوت برابر با یکی از بسامدهای تشدید آن باشد، تشدیدگر پاسخ قوی‌تری به آن می‌دهد.

→ به طور مثال: در شکل روبه‌رو تنها به ازای بسامدهای معینی صوت عبوری از تشدیدگر باعث چرخیدن فرقه خواهد شد که این بسامدهای معین همان بسامدهای تشدید تشدیدگر هلمهولتز است.



فعالیت ۴-۶

رشته ریاضی



یک بلندگو را در برابر دهانه یک تشدیدگر هلمهولتز با بسامدهای تشدیدی معین قرار دهید و جلوی زائده خروجی آن یک شمع روشن یا یک فرقره کوچک و کم اصطکاک بگذارید. بسامد صوت ایجاد شده توسط بلندگو را در نزدیکی بسامد تشدید تشدیدگر آن قدر کم و زیاد کنید تا شعله شمع، منحرف شود و یا فرقره شروع به چرخیدن کند. در صورتی که منبع صوتی با بسامد قابل تنظیم ندارید می‌توانید از چند دیاپازون با بسامدهای معلوم و متفاوت، که بسامد یکی از آنها با یکی از بسامدهای تشدید تشدیدگر برابر باشد، استفاده کنید.^۱ دلیل آنچه را که مشاهده می‌کنید در گروه خود به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

هنگامی که بسامد دیاپازون با یکی از بسامدهای تشدید بتری برابر باشد، تشدیدگر هلمهولتز پاسخ قوی‌تری به این صوت می‌دهد و در نتیجه در این حالت هوای درون بتری با شدت بیشتری شروه به نوسان می‌کند. در این حالت بیشترین انرژی نوسان دیاپازون به هوای بتری منتقل شده و این می‌تواند موجب به چرخش در آمدن فرقره‌ای شود که در برابر زائده خروجی تشدیدگر قرار دارد و یا اگر شمع قرار دهیم شعله شمع را منحرف و خمیده کند.

پرسش ۴-۷

رشته ریاضی



با دمیدن در بتری‌های یکسان با سطوح مایع مختلف می‌توان آهنگی با بسامدهای متفاوت ایجاد کرد. دلیل آن چیست؟

هر یک از بتری‌ها مانند یک لوله صوتی با یک انتهای باز هستند که اگر بسامد صوت حاصل از دمیدن با بسامدهای تشدید آن‌ها یکسان باشد در آن‌ها تشدید رخ می‌دهد. و طبق رابطه $L = \frac{n\lambda}{4}$ تشدید با طول‌های مختلف رخ می‌دهد. مثلاً با طول‌های $L_1 = \frac{\lambda}{4}$, $L_2 = \frac{3\lambda}{4}$, $L_3 = \frac{5\lambda}{4}$ و $L_4 = \frac{7\lambda}{4}$... می‌تواند رخ دهد. بنابراین چون سطوح مایع در بتری‌های شکل متفاوت است، تشدیدهای مختلفی رخ می‌دهد و همچنین با تغییر دمیدن می‌توانیم بسامدهای متفاوتی ایجاد کنیم.

سوال نهایی

ب) وقتی گالن آبی را خالی می‌کنیم، با خالی شدن آب، صدای گلوپ‌گلوپی را می‌شنویم. موقع خالی شدن گالن، بسامد این صدا کمتر می‌شود (صدای بم‌تر) یا بیشتر (صدای زیرتر)؟ چرا؟

شهریور ۱۴۰۲ ریاضی

فصل چهارم رشته تجربی و فصل پنجم و ششم رشته ریاضی

آزمایش اثر فوتوالکتریک

در آزمایش شکل زیر هنگامی که لامپ رشته ای (طیف نور مرئی با بازه ای از بسامد های مختلف) را به کلاهک برق نمایی که از قبل دارای بار الکتریکی منفی است، نزدیک می کنیم تغییری در فاصله تیغه ها اتفاق نمی افتد. ولی هنگامی که لامپ فرابنفش با بسامد مناسب به صورت تکفام (تک بسامد) را به برق نما نزدیک می کنیم مشاهده می شود، فاصله بین تیغه ها کم می شود. چون الکترون ها از سطح کلاهک برق نما کنده شده و از آن جدا می شوند و بار منفی تیغه ها کاهش می یابد.



برای بررسی اثر فوتوالکتریک، طرح آزمایش ساده ای در شکل زیر نشان داده شده است. در این دستگاه صفحه فلزی هدف T و جمع کننده فلزی C درون یک محفظه شیشه ای خلا قرار دارند که از بیرون به یک گالوانومتر (آمپر سنج حساس) متصل شده اند. نور تکفام (تک بسامد) با بسامد به قدر کافی بالا بر صفحه T فرود می آید و فوتوالکترون ها را آزاد می کند. این فوتوالکترون ها توسط جمع کننده C به گالوانومتر می رسند و جریان را مشاهده می کنیم.

نتایج حاصل از آزمایش فوتوالکتریک:

رخ دادن اثر فوتوالکتریک به شدت نور فرودی بر فلز بستگی ندارد.
 رخ دادن اثر فوتوالکتریک به بسامد نور بستگی دارد.
 کمترین بسامد را (و بلندترین طول موج) که اثر فوتوالکتریک با آن رخ می دهد، بسامد آستانه (طول موج آستانه) گویند.
 با افزایش شدت نور، انرژی جنبشی فوتوالکترون ها تغییر نمی کند و تنها تعداد فوتوالکترون ها افزایش می یابد.

سوال نهایی

(الف) شکل (۱) بیانگر کدام پدیده در فیزیک جدید است؟ (شهریور ۹۸)

(ب) شکل‌های (۱) و (۲) چه تفاوت مهمی دارند؟



با توجه به اثر فوتوالکتریک به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید :

(الف) لامپی را در مقابل یک ورقه فلزی روشن می‌کنیم و اثر فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. آیا با افزایش شدت نور لامپ فوتوالکتریک‌ها از سطح فلزی گسیل می‌شوند ؟

(ب) کدام دانشمند توانست اثر فوتوالکتریک را تبیین کرده و توضیح قانع کننده ای در مورد آن ارائه دهد ؟

(پ) اگر انرژی فوتونی که به یک الکترون در سطح فلزی برخورد می‌کند ، از کار لازم جدا کردن الکترون از فلز بیشتر باشد، چه اتفاقی می‌افتد ؟

ریاضی دی ۱۴۰۱

با توجه به مفاهیم فیزیک اتمی، به سوال‌های زیر پاسخ دهید.

(الف) با تابش نور فرا بنفش به کلاهی یک برق‌نما، انحراف ورقه‌ها از هم کم‌تر می‌شود. نوع بار برق‌نما چیست؟

(الف) توضیح دهید برای یک فلز معین، افزایش شدت نور فرودی در بسامدهای بزرگ‌تر از بسامد آستانه چه تاثیری در نتیجه اثر فوتوالکتریک دارد؟ (خرداد ۹۸)

به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

(الف) در آزمایش فوتوالکتریک برای یک فلز معین، تغییر هر یک از موارد زیر باعث چه تغییری در نتیجه آزمایش می‌شود.

دی تجربی ۱۴۰۱

(۱) افزایش بسامد نور فرودی در بسامدهای بزرگ‌تر از بسامد آستانه.

(۲) افزایش شدت نور فرودی در یک بسامد معین، بزرگ‌تر از بسامد آستانه.

به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

(الف) در آزمایش فوتوالکتریک برای یک فلز معین، تغییر هر یک از موارد زیر باعث چه تغییری در نتیجه آزمایش می‌شود.

دی تجربی ۱۴۰۱

(۱) افزایش بسامد نور فرودی در بسامدهای بزرگ‌تر از بسامد آستانه.

(۲) افزایش شدت نور فرودی در یک بسامد معین، بزرگ‌تر از بسامد آستانه.

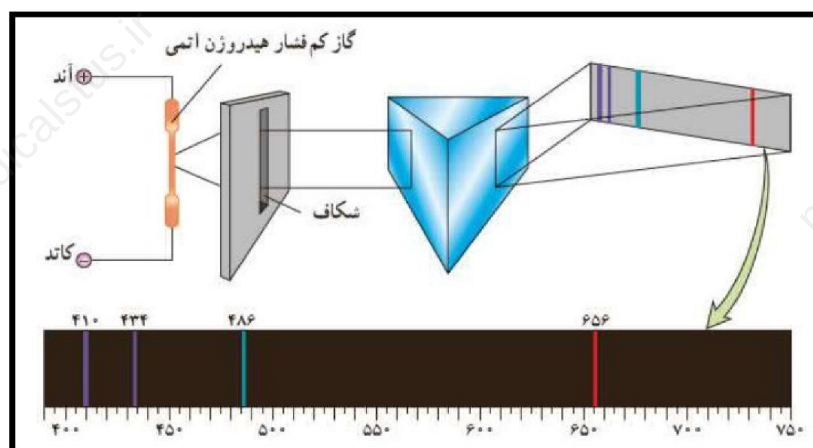


(الف) در آزمایش شکل مقابل (فوتوالکتریک) فاصله صفحات برق نما تغییر پیدا نمی‌کند. علت را توضیح دهید.

خرداد - تجربی ۱۴۰۲

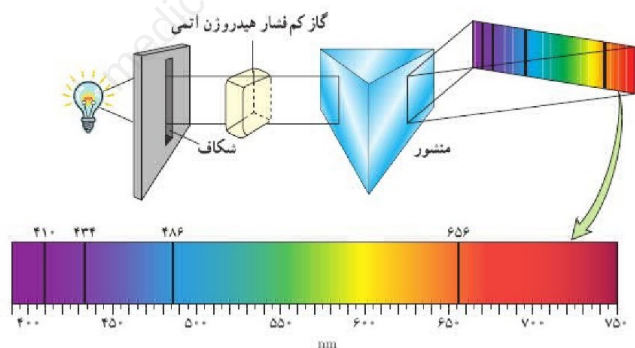
آزمایش تشکیل و مشاهده طیف گسیلی گازها - طیف گسیلی خطی

برای تشکیل طیف گسیلی خطی اتم‌های هر گاز نظیر هیدروژن، هلیوم، سدیم و نئون معمولاً از یک لامپ باریک و بلند شیشه‌ای که حاوی مقداری گاز رقیق و کم فشار است استفاده می‌شود. دو الکترود به نام‌های آند و کاتد در دو طرف این لامپ قرار دارد که به ترتیب به پایانه‌های مثبت و منفی یک منبع تغذیه با ولتاژ بالا وصل‌اند. این ولتاژ بالا، سبب تخلیه الکتریکی در گاز می‌شود و اتم‌های گاز درون لامپ شروع به گسیل نور می‌کنند. آزمایش نشان می‌دهد که طیف خطی ایجاد شده و همچنین رنگ نور گسیل شده، به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد.



طیف جذبی

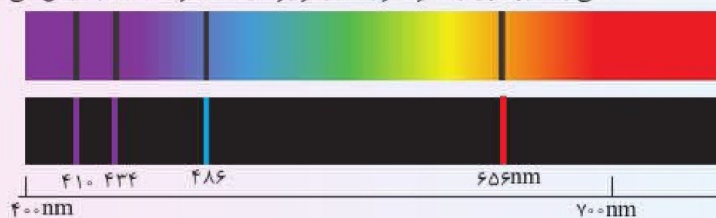
برای مشاهده طیف جذبی، یک چشمه نور سفید که گستره‌ای پیوسته از طول موج‌ها را تولید می‌کند، از ظرف حاوی گاز کم فشار مثل هیدروژن اتمی عبور داده و طیف آن را روی پرده می‌توان مشاهده کرد که در آن خطوط تیره مربوط به طول موج‌هایی از نور سفید است که توسط اتم‌های گاز جذب شده است.



ویژگی‌های طیف اتمی

طیف اتمی هیچ دو عنصری شبیه به هم نیست و طول موج‌های گسیلی و جذبی هر عنصر منحصر به فرد است.

اتم هر عنصر دقیقاً همان طول موج‌هایی را از نور سفید جذب می‌کند که اگر دمای آن به اندازه کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شود، آن‌ها را تابش می‌کند.

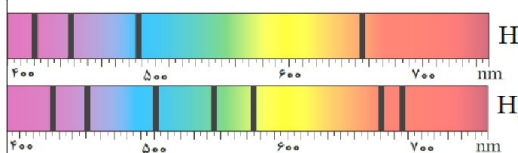


جذب و گسیل نور توسط اتم هیدروژن

تصویر بالایی: طیف جذبی. خط‌های تاریک در زمینه روشن معرف طول موج‌های جذب شده هستند.

تصویر پایینی: طیف گسیلی. خط‌های روشن معرف طول موج‌های گسیلی هستند.

سوال نهایی



شکل مقابل، طیف جذبی گازهای هیدروژن و جیوه را نشان می‌دهند: (شهریور ۹۸)

الف) خط‌های تیره در زمینه طیف معرف چیست؟ (۰/۵)

ب) از مقایسه این دو طیف چه نتیجه مهمی می‌گیریم؟ (۰/۵)

الف) چرا در طیف نور سفید خورشید خط‌های تیره دیده می‌شود؟ (دی ۹۸)

طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و در چه مواردی گسسته (خطی) است؟ منشأ فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید.

واژه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ نامه بنویسید.

الف: طیف گسیلی یک لامپ حاوی مقداری گاز کم فشار و رقیق که به ولتاژ بالا وصل است، طیفی (پیوسته - خطی) است

به هریک از موارد زیر پاسخ دهید.

ریاضی شهریور ۱۴۰۲

الف) یک جسم جامد ملتهب، چه نوع طیفی گسیل می‌کند؟

ب) علت تشکیل خطوط تاریک در طیف خورشید چیست؟

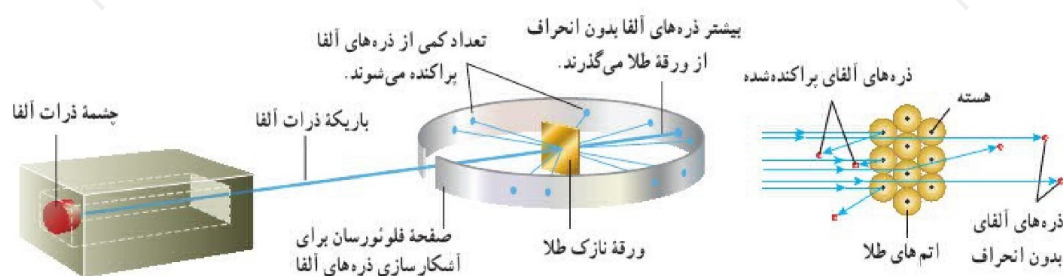
ریاضی - خرداد ۱۴۰۲

پ) توضیح دهید چگونه می‌توان طیف گسیلی خطی را ایجاد کرد؟

آزمایش رادرفورد

در آزمایش رادرفورد ذرات آلفا با بار مثبت به ورقه بسیار نازکی از طلا شلیک می‌شوند. اگر مدل کیک کشمشی تامسون درست می‌بود، ذرات بزرگ آلفا باید با اندکی انحراف از ورقه طلا عبور می‌کردند، چرا که ذرات آلفا سنگین هستند و بار در مدل تامسون به‌طور یکنواخت پراکنده است. اما چیزی که در آزمایش مشاهده شد این بود که اگرچه بسیاری از ذرات آلفا طبق پیش‌بینی با اندکی انحراف مشاهده شدند، تعدادی دیگری با زوایای بزرگتر منحرف شدند و تعداد بسیار اندکی (۱ از ۲۰۰۰۰) با زاویه 180° درجه برگشتند، یعنی به سمت منبع ذرات آلفا پس زده شدند. رادرفورد این نتیجه را به وجود هسته‌ای مرکزی که عمده جرم اتم را در خود دارد تعبیر کرد. (تامسون معتقد بود که جرم زیاد اتم از وجود تعداد بسیار زیادی الکترون ناشی می‌شود).

انحراف بزرگ یا حتی انعکاس ذرات آلفا نشان می‌داد که اتم دارای هسته‌ای است که عمده جرم اتم در آن متمرکز شده است. اینکه تعداد بیشتر از ذرات با انحراف کم از ورقه طلا عبور می‌کردند نشان می‌داد که هسته با بار مثبت نسبت به ابعاد اتم کوچک است و در حقیقت عمده فضای اتم خالی است.



این الگو در مورد چگونگی حرکت الکترون‌ها اظهار نظری ندارد. این الگو پایداری اتم را توجیه نمی‌کند.

الکترون ساکن باشد جذب هسته می‌شود. (شکل الف)

الکترون متحرک باشد به دلیل تابش الکترومغناطیسی سرانجام بر هسته سقوط می‌کند. (شکل ب)

این الگو ساختار هسته را توجیه نمی‌کند. این الگو گسسته بودن طیف اتمی را توضیح نمی‌دهد.

شکل (الف)

شکل (ب)

تارسانی‌های الگوی رادرفورد

سوال نهایی



(ب) یک اشکال مدل اتمی رادرفورد در مورد پایداری اتم را با توجه به شکل توضیح دهید.

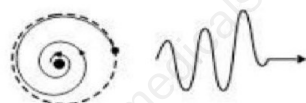
تجربی - ۱۴۰۱

(ب) طبق مدل اتم هسته ای رادرفورد، اگر الکترون دور هسته بچرخد طیفی گسیل می کند.

(ت) یک مورد ناسازگاری الگوی اتمی رادرفورد را بنویسید؟

شهریور - تجربی ۱۴۰۲

(ب) دو مورد ناتوانی مدل اتم هسته ای رادرفورد را در تبیین پایداری اتم بنویسید.



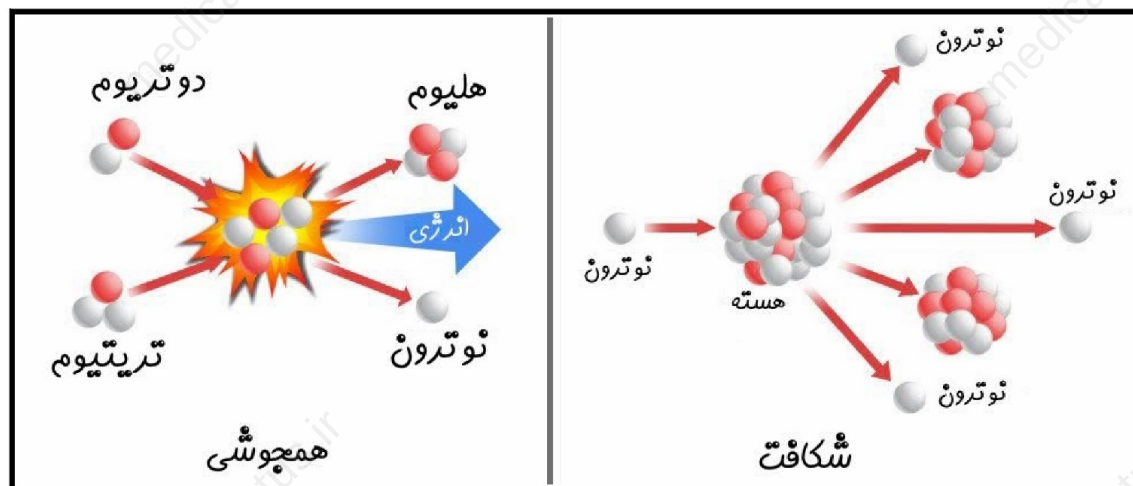
(دی ۹۷)

(ب) شکل روبه‌رو به کدام مشکل مدل رادرفورد اشاره دارد؟

انواع واپاشی

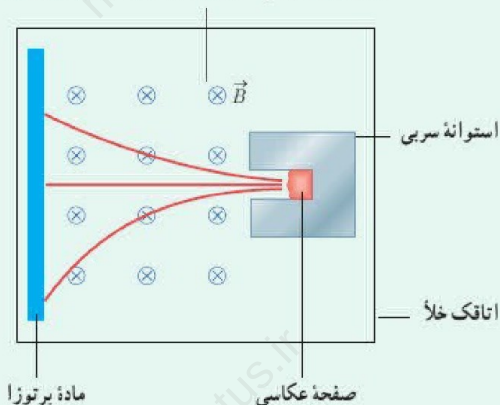
واپاشی	ذره تابش شده	معادله عمومی	مدل
آلفا	${}^4_2\alpha$	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}X' + {}^4_2\alpha$	هسته مادر → هسته دختر ذره آلفا
بتا	${}^0_{-1}\beta$	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AX' + {}^0_{-1}\beta$	هسته مادر → هسته دختر ذره بتا
پوزیترون (پاد ذره الکترون)	${}^0_{+1}\beta$	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AX' + {}^0_{+1}\beta$	هسته مادر → هسته دختر پوزیترون
گاما	${}^0_0\gamma$	${}_Z^AX^* \xrightarrow{\text{Relaxation}} {}_Z^AX' + {}^0_0\gamma$	هسته مادر (تحریک شده) → هسته دختر گاما

تفاوت شکافت و گداخت هسته‌ای



پرسش ۶-۲

میدان مغناطیسی (عمود بر صفحه کاغذ به طرف درون)



شکل روبه‌رو طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان سه نوع پرتوایی طبیعی را مشاهده کرد و به تفاوت بار و جرم پرتوها از یکدیگر پی برد. قطعه‌ای از ماده پرتوزا را در ته حفره باریکی در یک استوانه سربی قرار می‌دهند. استوانه را درون اتاقکی می‌گذارند و هوای درون آن را تخلیه می‌کنند. سپس یک صفحه عکاسی مقابل حفره قرار می‌دهند و میدان مغناطیسی یکنواختی درون اتاقک برقرار می‌کنند. خطوط قرمز رنگ، مسیر حرکت پرتوها را نشان می‌دهد. نوع بار پرتوها را با هم مقایسه کنید.

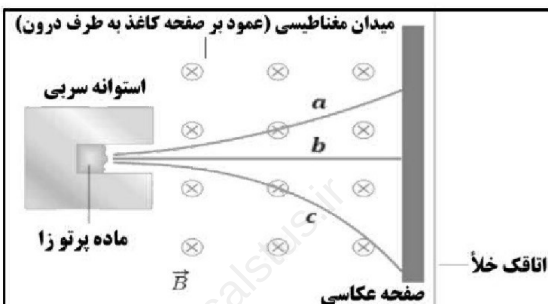
برای تعیین نوع بار پرتوها باید از قاعده درست راست به صورت زیر کمک بگیریم:

اگر چهار انگشتان دست راست را طوری در جهت حرکت ذره قرار دهیم که خم انگشتان در جهت میدان مغناطیسی قرار گیرد در صورتی که ذره در جهت آن منحرف شود، بارش منفی و اگر منحرف نشود بدون بار است. بنابراین خط پایینی، پرتو α و خط بالایی، پرتو (β) و خط وسط پرتو (γ) است.

سوال نهایی

جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب کامل کنید.

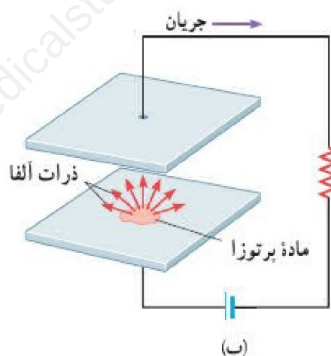
الف) اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته است.
 ب) شکل مقابل طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان سه نوع پرتو زائی طبیعی را مشاهده کرد.
 پرتو از نوع گاما است.



دی ۱۴۰۱

فناوری و کاربرد: واپاشی آلفا و آشکارسازهای دود

یکی از کاربردهای گسترده واپاشی α در آشکارسازهای دود است (شکل الف). شکل ب، مدار و بخش اصلی یک آشکارساز دود را نشان می‌دهد. دو صفحه کوچک و موازی فلزی در فاصله حدود یک سانتی‌متر از یکدیگر قرار داده می‌شوند. مقدار اندکی ماده پرتوزا را که ذرات α گسیل می‌کند در وسط یکی از صفحه‌ها می‌گذارند. ذرات α با مولکول‌های هوای بین دو صفحه برخورد می‌کنند، مولکول‌های هوا یونیده می‌شوند و یون‌های مثبت و منفی به وجود می‌آیند. ولتاژ باتری باعث می‌شود یک صفحه مثبت و صفحه دیگر منفی باشد، به طوری که هر صفحه یون‌های با بار مخالف را جذب می‌کند. در نتیجه در مدار متصل به صفحه‌ها جریانی به وجود می‌آید. وجود ذرات دود میان صفحه‌ها جریان را کاهش می‌دهد؛ زیرا یون‌هایی که به ذرات دود برخورد می‌کنند معمولاً خنثی می‌شوند. اُفت جریان که ذرات دود باعث آن می‌شود هشداردهنده‌ای را به کار می‌اندازد.



مقایسه قدرت نفوذ پرتوهای آلفا، بتا و گاما

در پرتوهای طبیعی سه نوع پرتو ایجاد می‌شود: پرتوهای آلفا (α)، پرتوهای بتا (β) و پرتوهای گاما (γ). پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقه نازک سربی با ضخامت ناچیز ($\approx 0.1 \text{ mm}$) متوقف می‌شوند، در حالی که پرتوهای β مسافت خیلی بیشتری را ($\approx 1 \text{ mm}$) در سرب نفوذ می‌کنند. پرتوهای γ بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه‌ای سربی به ضخامت قابل ملاحظه‌ای ($\approx 10 \text{ mm}$) بگذرند. در تمام فرایندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده است که تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته‌ای پایسته است؛ یعنی تعداد نوکلئون‌ها، پیش از فرایند با تعداد نوکلئون‌ها پس از فرایند مساوی است.

سوال نهایی

ب: از بین پرتوهای آلفا، بتا و گاما، بیشترین و کمترین نفوذ در ورقه سربی، مربوط به کدام پرتو هاست؟

خرداد- تجربی ۱۴۰۱

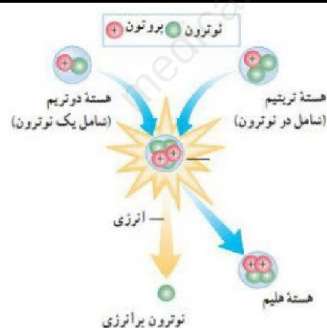
ب) کدام یک از پرتوهای زیر، بیشترین نفوذ را در ورقه سربی دارند؟

۳) پرتو بتا

۲) پرتو آلفا

۱) پرتو گاما

سوال نهایی (رشته ریاضی)



ریاضی خرداد ۱۴۰۲

الف) شکل مقابل، مربوط به کدام واکنش هسته‌ای است؟
 ب) جرم محصولات فرایند نسبت به مجموع جرم هسته‌های اولیه چه تغییری داشته است؟
 پ) چرا در این واکنش مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود؟
 ت) این واکنش به طور طبیعی در کجا رخ می‌دهد؟