

هم ریاضی
هم تجربی

فیزیک سال چهارم

دوره‌ی پیش‌دانشگاهی
حامد نادریان
سید حمیدرضا عارف‌پور

کتاب کمک آموزشی دوره‌ی دبیرستان و کنکور

EDUCATIONAL AID BOOK
www.mehromah.org

چاپ چهارم / پاییز ۱۳۹۱ / ۶۲۴ صفحه / خلیلم قشنگ /
۲۱۰۰۰ تومان

autumn 2012, 4th edition, 624 p, 6 \$



۹۷۸-۶۰۰-۵۷۹۹-۲۹-۳

آدرس الکترونیکی: info@mehromah.org

پیامک انتشارات: ۳۰۰۰۷۲۱۲۰

آوای شما: ۶۶۴۰۸۴۰۰

الو مهروماه؟

- الو، سلام، ای بابا... اشتباه گرفتیم!
- سلام، شما چرا اینهمه پاس‌خگویی؟ مثلاً من خودم حوصله‌ی خودمو ندارم بعد از نگ‌میز نم به شما انقده مهر یونید که آدم خوشحال میشه...
- سلام، من خیلی سعی کردم مخالف کتابتون باشم؛ نشد، چرا؟
- می‌خواستم از پرسونل صائی محروم‌ام طشکر کنم. (پیامکی)
- های‌انی بادی در؟ آی دیدم‌ای پست تو تنگ یو آل، بات یوسی...
- می‌خواستم از کتاب جمع‌بندی فیزیک عالیتون تشکر کنم؛ راستی کتاب فیزیک پایه و چهارم کی چاپ میشه؟ (پیش از ۵۰۰ تماس مشابه)

آنچه در این کتاب می‌خوانید



حرکت‌شناسی دینامیک حرکت دایره‌ای کار و انرژی



حرکت نوسانی مکانیکی امواج صوتی امواج الکترومغناطیس



فیزیک اتمی فیزیک هسته‌ای فیزیک کوانتومی فیزیک ذرات

پایانی بر همه‌ی انتظارها



مهروماه

فیزیک اینجا، اونجا، همه‌جا

برده اول
خانه

آب خالص، بارهای الکتریکی ساکن موجود در محل وضو، واقع بر نقاط تراکم رشته‌های اعصاب را پاک می‌کنم، سپس میدان مغناطیسی بدنم را بر میدان مغناطیسی کره‌ی زمین منطبق می‌کنم.
پس از تغذیه‌ی روح به سراغ تغذیه‌ی جسم می‌روم. با جفت نیروی انگشتانم شیر آب را باز می‌کنم و یک لیتر آب درون کتری برقی با توان اسمی بالا می‌ریزم. با تبدیل انرژی الکتریکی به گرما، دمای آب بالا می‌رود و هنگامی که به نقطه‌ی جوش رسیده، ترموستات به دلیل اختلاف ضریب انبساط طولی دو رسانا، جریان الکتریکی را قطع می‌کند. با خارج شدن سریع این مقاومت اهمی پر مصرف از مدار، یکی از مقاومت‌های موازی مدار ولتاژ متناوب حذف می‌شود و توان مصرفی کل مدار کاهش می‌یابد. هنگام باز کردن در فریزر، باید نیروی بزرگی برای غلبه بر نیروی ربایشی نوار مغناطیسی وارد کنم.

◀ ادامه را در مقدمه‌ی کتاب بخوانید.

صدای زنگ ساعت ذرات هوا را در سه بُعد به نوسان درمی‌آورد و با انتقال انرژی این موج مکانیکی به پرده‌ی گوشم در می‌یابم، صبح فیزیکی دیگری آغاز شده است.
قدم اول را که برمی‌داریم خدا را شکر می‌کنیم که نیروی اصطکاک ایستایی به نیروی اصطکاک لغزشی تبدیل نشد. شاید به‌زودی گلستان فیزیکی‌ام را با این مطلع به نگارش درآورم:
«هر قدمی که برمی‌داریم مُد حرکت است و چون قدم بعدی را برمی‌داریم جابه‌جا می‌شویم!»
پس در هر قدم دو نعمت موجود است و بر هر نعمت شکری واجب؛ از دست و زبان که برآید کز عهده‌ی شکرش به درآید.
بنابراین قبل از آن که امواج الکترومغناطیسی در محدوده‌ی نور مرئی، از تنها ستاره‌ی منظومه شمسی، نیم کره‌ی شرقی را روشن کند، ابتدا با

آنچه دانشمندان گفتند



۱. الکساندر گراهام بل: بذارید ببینیم... آره... یادمه. اون موقع که فیزیک پیش‌دوره‌ی عالییه تدریس می‌کردم همیشه تو حسرت کتابی به خوبی این کتاب بودم.
۲. گالیلئو گالیله: نگاه کردن نداره. اتفاقاً من خیلی هم ناراضیم از چاپ این کتاب. چه معنی‌ای داره مطالبی که من پای چراغ نفتی با هزار خون جگر یاد گرفتمو دانش‌آموزا اینقد سریع با خوندن یه کتاب یاد بگیرن؟؟
۳. جیمز ژول: روحم شاد ولی این رسمش نبود که من نباشم و فصل کار و انرژی تو این کتاب چاپ شه.
۴. یوهانس ریدبرگ: من از سال اول ابتدایی در کانون مهروماه شرکت می‌کردم.
۵. توماس یانگ: کتاب من به کتاب مهروماه نزدیک‌تر است.
۶. آلبرت اینشتین: بازم بهم بگید فیزیک چهارم سخته، دیگه نه شما نه آلبرت!!
۷. اسحاق نیوتون: بعد اون حادثه هر چی فیزیک خونده بودم؛ پرید. برای بازیابی اطلاعاتم کتاب‌های فیزیک مهروماه رو خوندم، الانم راضیم.
۸. هاینریش هرتز: من که همیشه پرورشی درس می‌دادم ولی دوست داشتم حداقل یه‌بار با کتاب فیزیک مهروماه همه‌ی مطالب سخت و آسونو به بچه‌ها یاد بدم.
۹. نیلز بور: این کتاب مثل مدل اتمی من که از مدل‌های تامسون وینا کامل‌تره از تمام کتاب‌های بازار سرت‌ره.
۱۰. علی جوان: من چیزی نگم بهتره. حتماً میگن ایرانی داره از تولید داخلی حمایت می‌کنه.
۱۱. جیمز ماکسول: چه جالب! منم مثل دوستم مایکل فارادی هیچ‌وقت نتونستم فیزیک تدریس کنم!!!
۱۲. مایمن: سپردم رفیقم علی جوان ایران رفتنی یه باکس کتاب فیزیک چهارم مهروماه برام بپاره.

مقدمه

...هنگام باز کردن در فریزر، باید نیروی بزرگی برای غلبه بر نیروی ربایشی نوار مغناطیسی وارد کنیم. قطعه‌های نان منجمد را درون دستگاه ماکروویو قرار می‌دهیم، امواج رادیویی در گستره‌ی ماکروویو، یخ نان را آب می‌کنند. مواد غذایی موردنیاز را به‌سرعت از درون یخچال برمی‌دارم تا ضریب عملکرد یخچال کاهش نیابد و انرژی الکتریکی مصرفی آن برای انجام کار، حین گرفتن گرما از چشمه سرد مواد درون یخچال و دادن آن به چشمه گرم هوای بیرون آن افزایش پیدا نکند. برای بریدن تکه‌های پنیر، لبه‌ی تیز کارد را با کوچک‌ترین سطح مقطع، روی آن قرار می‌دهم تا با نیروی دست، بیشترین فشار را وارد کنم. وارد آسانسور که نه!! وارد آزمایشگاه مکانیک می‌شوم. در شروع حرکت تندشونده، سپس یکنواخت و در آخر کندشونده بر روی خط راست؛ به گمانم، ذهن کسانی که وارد این آزمایشگاه می‌شوند، ناخودآگاه متوجه اندازه‌ی نیروی کشش کابل آسانسور و توان مفید موتور آن نیز می‌شود.

وقتی خودرو را روشن می‌کنم، ماشین گرمایی درون سوز، فرآیندهای پی‌درپی هم‌حجم، بی‌دررو، هم‌فشار ... چرخه‌های گرمایی را طی می‌کند و با انتقال نیروی حاصل از احتراق چرخ‌های خودرو دارای حرکت‌های چرخشی و انتقالی می‌شوند. در این مدت آینه‌های کوژ را تنظیم می‌کنم تا میدان دید وسیعی داشته باشم و کمربند ایمنی را می‌بندم تا هنگام ترمز ناگهانی، در اثر لختی به جلو پرت نشوم. با فشار دکمه‌ی ریموت کنترل امواج الکترومغناطیسی گسیلی، باعث می‌شوند که اثر فوتوالکتریک در پارکینگ را باز کند. برای بالا رفتن از سطح شیب‌دار خروجی پارکینگ باید نیروی جلو برنده‌ی خودرو از مجموع مولفه‌ی افقی نیروی وزن و نیروی اصطکاک جنبشی بیش‌تر باشد.

پرده‌ی دوم: خانه تا مدرسه

هنگام ورود به میدان‌های افقی، اندازه‌ی سرعتم را کم می‌کنم تا نیروی اصطکاک ایستایی بین آسفالت و لاستیک‌ها در راستای شعاع حامل برابر با نیروی مرکزگرا شود.

وارد خیابان اصلی می‌شوم، تلاطم برای حرکت یکنواخت بیهوده است... وقتی از روی پل روگذر با شیب عرضی عبور می‌کنم، مولفه‌ی نیروی عمودی تکیه‌گاه، نیروی مرکزگرای لازم برای حرکت دایره‌ای را تامین می‌کند و با عبور بی‌خطر خودروها از روی آن، دو نکته ثابت می‌شود. اول محاسبات دقیق مهندسان در تعیین شیب عرضی و دوم رعایت رانندگان در حداکثر سرعت مجاز برحسب همین محاسبات.

با مشاهده‌ی رنگ قرمز چراغ راهنمایی چهارراهی که با دیوهای نوری درخشان از فاصله‌ی دور پیداست، پایم را از روی پدال گاز برمی‌دارم، کاهش عدد سرعت‌سنج نشان می‌دهد که برآیند نیروها در جهت مخالف حرکت است و در طی یک حرکت کندشونده متوقف می‌شوم. هنگام توقف طولانی، همچنان چرخه‌ی ترمودینامیکی موتور خودرو متناوباً طی می‌شود و بیشتر گرمای دریافتی از چشمه‌ی گرمایی درون سیلندر به چشمه‌ی سرد هوای بیرون منتقل می‌شود. نمی‌دانم چرخه‌ی کارنو در این وضعیت چگونه است؟! هم‌چنین کارایی گرمایی عملی و نظری چطور بررسی می‌شوند؟!

با تغییر بسامد نور گسیلی چراغ راهنمایی به بسامد بیش‌تر، یعنی سبز، من هم‌چنان ساکن هستم ولی تمام درختان، تابلوها، ساختمان‌ها ... به سمت عقب خودروام حرکت می‌کنند. خدا را شکر که هیچ راننده‌ی پلبیسی اعتراضی ندارد. به قول فیزیکی‌ها چهاردیواری دستگاه مرجع اختیاری... و با همین اختیار دوباره به همان دستگاه لخت اولیه برمی‌گردم.

با شنیدن صدای زیر آژیر، درمی‌یابم که ماشین آتش‌نشانی در حال نزدیک شدن است. با حرکت دورانی فرمان، خودروام به سمت راست می‌رود و هنگامی که سرعت نسبی مان صفر شد، اثر دوپلر قطع می‌شود. پس از طی مسافت کوتاهی با افزایش آهنگ سرعت ماشین آتش‌نشانی، بسامد ظاهری صوت دریافتی، کاهش می‌یابد و صدا بم می‌شود.

ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب نعمتی است که هم در خاموش کردن آتش و هم در خنک کردن ماشین‌های گرمایی درون سوز مانند خودرویی که سوام به‌خوبی ایفای نقش می‌کند.

انرژی نورانی شدید ناشی از تخلیه‌ی الکتریکی بین ابرها، هشدار می‌دهد که تا چند ثانیه‌ی دیگر انرژی صوتی در گستره‌ی بالاتر از آستانه‌ی دردناکی به گوش خواهد رسید. بازهم خدا را شکر که دو موج اختلاف سرعت قابل ملاحظه‌ای دارند و گرنه بدون چنین هشدار نوسان‌های نامیرای قلب‌مان میرا می‌شد!!!

و هزاران شکر که آب‌های سطحی زمین پس از تغییر حالت‌های فیزیکی تبخیر و سپس میعان به‌صورت تصفیه شده و خالص دوباره به زمین برگشتند.

پرده‌ی سوم: مدرسه

پس از وارد شدن به مدرسه، برای رسیدن به کلاسی در طبقه‌ی دوم باید انرژی پتانسیل شیمیایی صبحانه‌ای که خورده‌ام را به انرژی پتانسیل گرانشی برای پیمودن چهل پله، تغییر دهم. بازهم خدا را شکر که حقوق ماهانه‌مان طبق تعریف فیزیکی کار محاسبه نمی‌شود و کارمان جز نیروهای پایستار نیست!

با ورود به کلاس پس از مبادله‌ی انرژی مثبت با دانش‌آموزان، ابتدا ضمن پرسش کلاسی از مباحث نیم‌رساناها و ابررساناها از دانش‌آموزان می‌خواهم تا کاربرد هر مورد را که جلسه‌ی قبل توضیح داده‌ام و یا خود اطلاع دارند بیان کنند، اما با صدای فراصوت دانش‌آموزان مواجه می‌شوم که در قسمت مطالعه آزاد کتاب است و در کنکور نمی‌آید!

می‌گویم: مگر دیود در قسمت مطالعه آزاد است؟... بحث بی‌فایده است...

به خود امیدواری می‌دهم که دست کم به هنگام تدریس، کاربرد نیم‌رساناها در یک‌سو کردن جریان و حتی شکست زنر، ترانزیستورها، آی سی، مونوریل و ریزترانزها... بیان شده است و با این کاربردهای وسیع، آشنایی نسبی دارند.

تدریس مبحث ساختار هسته را شروع می‌کنم. جهت ترغیب دانش‌آموزان برای گوش دل دادن و همچنین برای روشن بودن هدف، اشاره می‌کنم که در انتهای این مبحث، با انرژی هسته‌ای، هم‌چنین لزوم غنی‌سازی و روش‌های انجام آن آشنا می‌شویم و به بررسی نیروگاه‌های برق با راکتورهای هسته‌ای می‌پردازیم.

هنگام مقایسه‌ی نیروهای ربایشی هسته‌ای قوی بین نوکلئون‌های مجاور و نیروهای رانشی الکتریکی بین پروتون‌های هسته در توجیه پایداری هسته‌های سبک و ناپایداری هسته‌های سنگین نگاه‌های دانش‌آموزان، شبیه برانگیختگی الکترونی هنگام جذب فوتون است! برای درک بهتر موضوع مورد بحث، به اتاق سمعی و بصری طبقه‌ی بالا می‌رویم تا به کمک رایانه و ویدئو پروژکتور آزمایش مجازی انجام دهیم. پس از تنظیم موارد اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های اتاق را باز کردن کلید مدار الکتریکی صفر می‌کنیم. با توضیحاتی که روی فیلم در حال پخش می‌دادم ناگهان برق قطع می‌شود! برای جلوگیری از تداخل امواج صوتی دانش‌آموزان از آن‌ها می‌خواهم فکر کنند چه عواملی در مدار برق شهر یا نیروگاه باعث بروز این مشکل شده است؟

عده‌ای با شیطنت پاسخ می‌دهند آب نیروگاه‌ها تمام شده و یا سیم‌های برق را دزدیده‌اند...

بیشتر دانش‌آموزان ترجیح می‌دهند از انرژی ذخیره شده در خازن تلفن‌های همراهشان استفاده کنند و با نور گسیلی آن‌ها نوارهایی مشابه نوارهای تاریک-روشن آزمایش یانگ بر روی پرده تولید کنند که البته من ترجیح می‌دهم به روی خودم نیاورم چون حواسم به صحبت آهسته‌ی دو دانش‌آموزی است که در مورد بی‌فایده بودن علم فیزیک مطالب متعددی را به یکدیگر می‌گویند.

● نحوه‌ی استفاده از این کتاب

- 1 ابتدا فهرست هر فصل که به‌صورت ساختار نموداری طراحی شده است را بارها و بارها بخوانید تا علاوه بر درس، ارتباط بین مطالب را فراگیرید.
- 2 درس هر ایستگاه را به‌صورت مستقل خوانده و تست‌های آن را حل کنید.
- 3 در برگه‌ای جدا برای مرور بیش‌تر فرمول‌های هر قسمت را بازنویسی کنید.
- 4 تست‌های ابتدای هر ایستگاه را حل کنید چرا که تست‌ها از آسان به سخت با یک شیب ملایم طراحی شده است.
- 5 در گام‌های بعدی برای تسلط بیش‌تر تست‌های آخر هر ایستگاه را حل کنید.
- 6 در تست‌هایی که دانش‌آموزان بیش‌تر دچار مشکل می‌شوند مطالبی که استاد و پروفیسور عنوان کرده‌اند را یاد بگیرید.
- 7 برای تثبیت آموخته‌ها و تسلط بیش‌تر دو آزمون در آخر هر فصل، طراحی شده است که اولی تست‌های کنکورهای اخیر و دومی تست‌های مشکل‌تری هستند که عنوان برای صددرصد را به‌خود اختصاص داده است.
- 8 در نهایت برای این که شرایط کنکور برای شما فراهم شود تست‌های کنکور سراسری 90 خارج از کشور و سراسری 91 را پس از یادگیری کل درس در وقت پیشنهادی می‌توانید حل کنید.

● سپاس‌نامه

5 پرسنل محترم و زحمت‌کش انتشارات مهروماه به پاس همه‌ی لطفی که داشته و دارند.

6 خانم‌ها رعنا اسماعیلی، الناز حیدری، معصومه دهباشی، رضوانه بهزاد مهر، فاطمه رمودی، رویا جهاتیغی و دانش‌آموزانی که با مطالعه و ویرایش بخش‌هایی از کتاب به این مجموعه کمک شایانی کردند.

از کلیه‌ی صاحب نظران، استادان و خوانندگان کتاب صمیمانه درخواست می‌نمایم این مجموعه را از نقد خود محروم ننمایند. خواهشمند است نظرات ارزشمند خود را به نشانی الکترونیکی hamed_naderian@yahoo.com ارسال نمایند.

در پایان از مدیریت محترم انتشارات مهروماه، جناب آقای احمد اختیاری که همواره در راه ارتقای این اثر با صبر و حوصله‌ای مثال‌زدنی ما را یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم و از خداوند متعال بهترین‌ها را برای ایشان آرزو نمودیم و ممنونیم از:

- 1 آقای محسن فرهادی به پاس طراحی جلد و طراحی نمودارها.
- 2 خانم سمیه جباری که زحمت صفحه‌آرایی و رسم نمودارهای این کتاب را عهده‌دار بودند.
- 3 خانم فریده محمدی به پاس هماهنگی و پی‌گیری فوق‌العاده‌ی کارها.
- 4 آقای نعیم تدین به پاس طراحی نمادهای این کتاب (شخصی که کاریکاتورها را کشیدند)

«حامد نادریان»

تابستان 1391

فهرست

درس نامه
451 سوال های چهار گزینه ای
464 پاسخنامه ی تشریحی
483



امواج صوتی

درس نامه
7 سوال های چهار گزینه ای
35 پاسخنامه ی تشریحی
78



1

حرکت شناسی

درس نامه
501 سوال های چهار گزینه ای
514 پاسخنامه ی تشریحی
528



امواج الکترومغناطیس

درس نامه
121 سوال های چهار گزینه ای
238 پاسخنامه ی تشریحی
253



2

دینامیک

درس نامه
5397 سوال های چهار گزینه ای
547 پاسخنامه ی تشریحی
556



فیزیک اتمی

درس نامه
267 سوال های چهار گزینه ای
277 پاسخنامه ی تشریحی
294



3

کار و انرژی

درس نامه
563 سوال های چهار گزینه ای
575 پاسخنامه ی تشریحی
588



فیزیک هسته ای

درس نامه
309 سوال های چهار گزینه ای
327 پاسخنامه ی تشریحی
347



4

حرکت نوسانی

درس نامه
371 سوال های چهار گزینه ای
396 پاسخنامه ی تشریحی
423



5

موج های مکانیکی



فرمول نامه

614



آزمون

596 سوال های چهار گزینه ای
604 پاسخنامه ی تشریحی

1 حرکت شناسی



ایستگاه 1 جابه‌جایی - مسافت طی شده: جابه‌جایی (Δx) کمیت برداری، مسافت طی شده (d) کمیت عددی

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

ایستگاه 2 سرعت متوسط: نسبت تغییرات مکان (جابه‌جایی) به تغییرات زمان

ایستگاه 3 سرعت لحظه‌ای: شیب خط مماس بر نمودار «مکان - زمان»

ایستگاه 4 سرعت در نمودار «مکان - زمان»

ایستگاه 5 حرکت یکنواخت بر مسیر مستقیم: $x = vt + x_0$

ایستگاه 6 نمودارهای حرکت یکنواخت: نمودار «مکان - زمان» خطی راست و نمودار «سرعت - زمان» خطی موازی محور زمان می‌باشد.

ایستگاه 7 سرعت نسبی - متحرک‌های مستقل و وابسته

ایستگاه 8 شتاب متوسط و لحظه‌ای

ایستگاه 9 حرکت تند شونده $av > 0$ و حرکت کند شونده $av < 0$

ایستگاه 10 حرکت با شتاب ثابت

(معادله‌ی «مکان - زمان») $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$

(معادله‌ی مستقل از شتاب) $\Delta x = \frac{v + v_0}{2} \Delta t$

(معادله‌ی مستقل از زمان) $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$

(معادله‌ی «سرعت - زمان») $v = at + v_0$

جابه‌جایی در ثانیه‌های متوالی

ایستگاه 11 $x_n = (2n-1)\frac{1}{2}at^2 + v_0t$ جابه‌جایی در t ثانیه‌ی nام

زمان توقف $t = \frac{v_0}{a}$

ایستگاه 12 توقف با شتاب ثابت

مسافت توقف (طول خط ترمز) $x = \frac{v_0^2}{2a}$

حرکت دو متحرک یکی شتابدار، دیگری یکنواخت

ایستگاه 13 شتاب نسبی

ایستگاه 14 نمودار «مکان - زمان»: شیب نمودار «مکان - زمان» بیانگر سرعت می‌باشد.

ایستگاه 15 نمودار «سرعت - زمان»: شیب نمودار «سرعت - زمان» بیانگر شتاب می‌باشد.

ایستگاه 16 نمودار «سرعت - زمان»: سطح زیر نمودار «سرعت - زمان» بیانگر جابه‌جایی می‌باشد.

ایستگاه 17 نمودار «شتاب - زمان»: سطح زیر نمودار «شتاب - زمان» بیانگر تغییرات سرعت می‌باشد.

ایستگاه 18 سقوط آزاد - رها شدن جسم: چون معمولاً شتاب گرانش $9/8 \frac{m}{s^2}$ را $10 \frac{m}{s^2}$ در نظر می‌گیریم، پس حرکت آن از قاعده‌ی خاصی پیروی می‌کند.

ایستگاه 19 پرتاب رو به بالا و مفهوم نقطه‌ی اوج: در نقطه‌ی اوج سرعت صفر می‌باشد.

ایستگاه 20 دو عبور متوالی از یک ارتفاع: $h = \frac{1}{2}gt_1t_2$

ایستگاه 21 نمودارهای سقوط آزاد و بررسی حرکت دو جسم

ایستگاه 22 مفاهیم حرکت دو بُعدی و معادله‌ی مسیر: حرکت دو بُعدی در دو راستای محور x ها (\vec{i}) و محور y ها (\vec{j}) به طور مثال بردار مکان به صورت $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$ می‌باشد. نحوه‌ی نمایش تمام کمیت‌های برداری باید به این گونه باشد.

ایستگاه 23 محاسبه‌ی سرعت متوسط در حرکت دو بُعدی: $\vec{V} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j}$

ایستگاه 24 محاسبه‌ی سرعت لحظه‌ای در حرکت دو بُعدی: $\vec{V} = \left(\frac{dx}{dt}\right)\vec{i} + \left(\frac{dy}{dt}\right)\vec{j}$

ایستگاه 25 محاسبه‌ی شتاب متوسط و لحظه‌ای در حرکت دو بُعدی:

$$\vec{a} = \left(\frac{\Delta v_x}{\Delta T}\right)\vec{i} + \left(\frac{\Delta v_y}{\Delta t}\right)\vec{j}$$

$$\vec{a} = \left(\frac{dv_x}{dt}\right)\vec{i} + \left(\frac{dv_y}{dt}\right)\vec{j}$$

ایستگاه 26 مفاهیم حرکت پرتابی به عنوان حرکتی دو بُعدی با شتاب ثابت (ویژه‌ی رشته‌ی ریاضی)

$$y = \left(\frac{-g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}\right)x^2 + (\tan \alpha)x$$

ایستگاه 27 پرتاب افقی (ویژه‌ی رشته‌ی ریاضی): زاویه‌ی پرتاب را صفر در نظر می‌گیریم ($\alpha = 0$)

ایستگاه 28 ویژگی‌های نقطه‌ی اوج در حرکت پرتابی (ویژه‌ی رشته‌ی ریاضی)

ایستگاه 29 محاسبه‌ی بُرد پرتابه و رابطه‌ی بُرد با سایر متغیرها (ویژه‌ی رشته‌ی ریاضی)

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

ایستگاه 30 بررسی تغییرات انرژی در حرکت پرتابی (ویژه‌ی رشته‌ی ریاضی)

پس برای محاسبه‌ی سرعت لحظه‌ای، باید از بردار مکان نسبت به زمان مشتق گرفت.

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} \Rightarrow \vec{V} = \left(\frac{dx}{dt}\right)\vec{i} + \left(\frac{dy}{dt}\right)\vec{j}$$

$$\vec{V} = V_x\vec{i} + V_y\vec{j} \text{ و } V = |\vec{V}| = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

نکته

- مانند حرکت یک بُعدی، در اینجا هم بردار سرعت لحظه‌ای همواره مماس بر مسیر حرکت است.
- در برخی از مسائل باید با استفاده از قاعده‌ی زنجیری مقادیر سرعت را پیدا کنیم که برای یادآوری در این جا قاعده‌ی زنجیری را مجدداً ذکر می‌کنیم.

$$\frac{dy}{dt} = \frac{dy}{dx} \times \frac{dx}{dt}$$

مثلاً اگر $y = f(x)$ رو داشتیم و $x = f(t)$ رو هم داشتیم، می‌تونیم سرعت در راستای قائم $(V_y = \frac{dy}{dt})$ رو در اون لحظه یا مکان خاص به دست

تست نمونه

● معادله‌ی مکان متحرکی به صورت $\vec{r} = (6t + 5)\vec{i} + (2t^2 + 2)\vec{j}$ است. اندازه‌ی سرعت متحرک در لحظه‌ی $t = 2(s)$ برابر است با:

$\sqrt{43}$ (1) 10 (2) 52 (3) $\sqrt{64}$ (4)

پاسخ:

مشتق نسبت به t

$$\vec{r} = (6t + 5)\vec{i} + (2t^2 + 2)\vec{j}$$

$$\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} = 6\vec{i} + 4t\vec{j} \xrightarrow{t=2(s)} \vec{V} = 6\vec{i} + 8\vec{j} \Rightarrow |\vec{V}| = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \left(\frac{m}{s}\right)$$

بنابراین گزینه‌ی دو صحیح است.

محاسبه‌ی شتاب متوسط و لحظه‌ای در حرکت دو بُعدی

ایستگاه ۲۸

ایجاد شتاب در حرکت یک متحرک می‌تواند در دو حالت اتفاق بیفتد:

- اندازه‌ی بردار سرعت تغییر کند.
 - جهت بردار سرعت تغییر کند.
- در حرکت یک بُعدی ایجاد شتاب تنها به دلیل حالت اول اتفاق می‌افتاد. ولی در حرکت دو بُعدی، حرکت یک متحرک روی یک مسیر خمیده (مثل حرکت دایره‌ای که در فصل دینامیک مفصل بررسی می‌کنیم) به دلیل تغییر جهت بردار سرعت، باعث ایجاد شتاب خواهد شد.
- شتاب متوسط:** نسبت تغییرات بردار سرعت، به زمان این تغییرات است.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} \text{ و } \Delta \vec{V} = \Delta V_x \vec{i} + \Delta V_y \vec{j} \Rightarrow \vec{a} = \left(\frac{\Delta V_x}{\Delta t}\right)\vec{i} + \left(\frac{\Delta V_y}{\Delta t}\right)\vec{j} \Rightarrow \vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} \text{ و } |\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

نکته

- همواره بردارهای شتاب متوسط (\vec{a}) و تغییرات سرعت $\Delta \vec{V}$ هم جهت هستند.
- شتاب لحظه‌ای: حد شتاب متوسط در بازه‌ی زمانی خیلی کوچک است.

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} \text{ یا } \vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt}$$

و همچنین:

$$\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} \Rightarrow \vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

و شتاب لحظه‌ای در راستای X و Y برابر است با:

$$\vec{a} = \left(\frac{dV_x}{dt}\right)\vec{i} + \left(\frac{dV_y}{dt}\right)\vec{j} \begin{cases} \vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} \\ |\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \end{cases}$$

نکته

- همواره بردار شتاب لحظه‌ای (\vec{a}) در جهت تغییرات لحظه‌ای سرعت ($d\vec{V}$) است و نه در جهت سرعت و یا بردار مکان.

خب دیگه پرفسور جان! مطالب این قسمت رو همین‌جا تموم می‌کنیم تا ان‌شا... تو فصل دینامیک پیشتر در مورد حرکت دو بُعدی و مخصوصاً حرکت دایره‌ای توضیح بدیم.



تست نمونه

● معادله‌ی «سرعت - زمان» جسمی که در صفحه‌ی xoy حرکت می‌کند در SI به صورت $\vec{V} = \frac{1}{2}t^2\vec{i} + 4t\vec{j}$ است. بردار شتاب متوسط در بازه‌ی زمانی 2

(سراسری ریاضی 84 خراج کشور)

تا 4 ثانیه چه زاویه‌ای با محور x ها می‌سازد؟

$$\tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right) \quad (4)$$

$$\tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) \quad (3)$$

$$\tan^{-1}\left(\frac{5}{12}\right) \quad (2)$$

$$\tan^{-1}\left(\frac{12}{5}\right) \quad (1)$$

پاسخ: ✓

$$\begin{cases} t = 2(s) \Rightarrow \vec{V}_1 = 2\vec{i} + 8\vec{j} \\ t = 4(s) \Rightarrow \vec{V}_2 = 8\vec{i} + 16\vec{j} \end{cases} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{\Delta t}$$

$$\vec{a} = \frac{6\vec{i} + 8\vec{j}}{4-2} = 3\vec{i} + 4\vec{j} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{4}{3} \Rightarrow \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$$

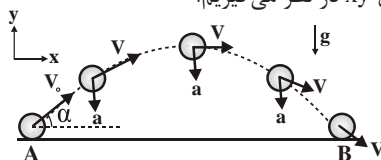
پس گزینه‌ی چهار صحیح است.

مفاهیم حرکت پرتابی به عنوان حرکتی دو بُعدی با شتاب ثابت (ویژه‌ی رشته‌ی ریاضی)

ایستگاه ۲۷

دیدیم که سقوط آزاد و پرتاب در راستای قائم، از حرکت‌هایی هستند که در اون‌ها شتاب همواره ثابت و برابر با شتاب گرانشی زمین یعنی g هست. حالا می‌خوایم ببینیم که حرکت پرتابی هم از لحاظ محتوا و نوع حرکت مثل حرکت‌های بالاست و در این‌جا فقط سرعت در مسیر حرکت همواره با افق زاویه خواهد داشت. در ضمن این حرکت رو در دو بُعد بررسی می‌کنیم ولی حرکت‌های سقوط آزاد و پرتاب در راستای قائم رو یک بُعدی در نظر گرفته بودیم. پس در کل می‌تونیم بگیم: «حرکت پرتابی نوعی حرکت دو بُعدی است که با شتاب ثابت صورت می‌گیرد.» حالا پریم سراغ یه شکل کلی از حرکت پرتابی و بعد از اون هم نوشتن روابط سینماتیک که همشون رو قبلاً خوندم.

در شکل زیر گلوله‌ای به جرم m با سرعت اولیه‌ی V_0 در حالی که با افق زاویه‌ی α می‌سازد از نقطه‌ی A پرتاب می‌شود و در نقطه‌ی B به زمین برخورد می‌کند. این حرکت را دو بُعدی در صفحه‌ی xy در نظر می‌گیریم.



با توجه به شکل بالا:

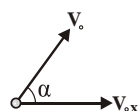
۱) همان‌طور که گفتیم شتاب همواره ثابت است و بردار آن $\vec{a}_y = -g\vec{j}$ و اندازه‌ی آن هم برابر $|a| = g$ است. پس شتاب در راستای افقی صفر است. ($a_x = 0$)

۲) زاویه‌ی بین بردارهای سرعت و شتاب از لحظه‌ی پرتاب تا لحظه‌ی رسیدن به سطح زمین مدام در حال کاهش است.

۳) مسیر حرکت بالا برای گلوله در شرایطی است که از نیروهای خارجی مثل مقاومت هوا صرف نظر شود. (شرایط خلأ)

اکنون روابط سینماتیک را در دو راستای x و y برای گلوله می‌نویسیم.

راستای x : در این راستا شتاب نداریم و حرکت یکنواخت با سرعت ثابت صورت می‌گیرد.

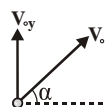


$$V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

$$x = V_{0x}t + x_0 \Rightarrow x = V_0 \cos \alpha t + x_0$$

x فاصله‌ی افقی پرتاب از نقطه‌ی A تا هر نقطه‌ی دیگر است.

راستای y : در این راستا شتاب ثابت و برابر g است و جهت آن رو به پایین است. اگر جهت x و y مثبت را مثل شکل 1 در نظر بگیریم، روابط سینماتیک در راستای قائم چنین می‌شود:



$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha$$

$$\text{معادله‌ی «سرعت - زمان»} \begin{cases} V_y = -gt + V_0 \\ V_y = -gt + V_0 \sin \alpha \end{cases}$$

$$\text{معادله‌ی مستقل از زمان} \begin{cases} V_y^2 - V_{0y}^2 = -2g\Delta y \\ V_y^2 - (V_0 \sin \alpha)^2 = -2g\Delta y \end{cases}$$

$$\text{معادله‌ی حرکت} \begin{cases} y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_{0y}t + y_0 \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_0 \sin \alpha)t + y_0 \end{cases}$$

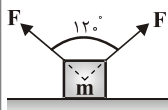
2 دینامیک



- ایستگاه 1** قانون اول نیوتون: اگر بر آیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد $\left[\begin{array}{l} \text{الف) جسم ساکن باشد} \leftarrow \text{ساکن باقی می ماند.} \\ \text{ب- در حال حرکت باشد} \leftarrow \text{با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می دهد.} \end{array} \right.$
- ایستگاه 2** قانون دوم نیوتون: اگر به جسمی به جرم m نیروی F وارد شود آن جسم در جهت نیروی اعمال شده شتاب می گیرد که از رابطه‌ی $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ به دست می آید.
- ایستگاه 3** قانون سوم نیوتون: هر عملی عکس العملی دارد هم اندازه ولی در خلاف جهت.
- ایستگاه 4** روابط نسبیتی در قانون دوم نیوتون: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1}{m_2} \times \frac{a_1}{a_2}$
- ایستگاه 5** محاسبه‌ی بر آیند نیروها در قانون دوم نیوتون: نیرو کمیتی برداری است، پس از قاعده‌ی جمع بردارها پیروی می کند.
- ایستگاه 6** تجزیه‌ی نیروها در قانون دوم نیوتون: تمام نیروها باید به دو راستای موازی سطح و عمود بر سطح تجزیه شوند.
- ایستگاه 7** نوشتار قانون دوم نیوتون به صورت بردارهای یکه: $\vec{F} = \alpha \vec{i} + \beta \vec{j}$
- ایستگاه 8** ترکیب روابط سینماتیک و قانون دوم نیوتون: شتاب در رابطه‌ی $F = ma$ حلقه‌ی ارتباطی با فصل سینماتیک می باشد.
- ایستگاه 9** نیروی کشش فنر: $F = K\Delta x$
- ایستگاه 10** نیروی جاذبه‌ی گرانشی $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
- ایستگاه 11** مفاهیم تکانه (اندازه‌ی حرکت) $\vec{P} = m\vec{v}$
- ایستگاه 12** رابطه‌ی نیرو و تکانه: $\sum \vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$
- ایستگاه 13** بررسی نموداری تکانه $\left[\begin{array}{l} \text{الف: سطح زیر نمودار (نیرو - زمان) بیانگر تغییرات تکانه است.} \\ \text{ب: شیب خط مماس بر نمودار (تکانه - زمان) بیانگر نیرو است.} \end{array} \right.$
- ایستگاه 14** اثر تغییر کمیت‌ها بر تکانه در مسایل مقایسه‌ای
- ایستگاه 15** بررسی مسایل تکانه در حالت ورود یک نیروی خارجی
- ایستگاه 16** استفاده از تکانه برای به دست آوردن نیروی متوسط: $\vec{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m \Delta v}{\Delta t}$
- ایستگاه 17** تکانه و انرژی جنبشی: $K = \frac{1}{2} P^2 / m$
- ایستگاه 18** حرکت اجسام روی سطح افقی بدون اصطکاک به وسیله‌ی نخ یا فنر
- ایستگاه 19** حرکت اجسام به هم چسبیده روی سطح افقی بدون اصطکاک
- ایستگاه 20** قرقره‌ی ثابت (ماشین آتوود) $a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2}$, $T = \frac{2m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$
- ایستگاه 21** قرقره‌ی متحرک و ترکیب قرقره‌های ثابت و متحرک: شتاب، سرعت و جابه‌جایی وزنه‌ی قرقره‌ی متحرک، نصف وزنه‌ی قرقره‌ی ثابت می باشد.
- ایستگاه 22** نیروی عکس العمل عمودی سطح: نیروی عمود بر سطح به سمت خارج (N)
- ایستگاه 23** اصطکاک: نیروی مقاوم در مقابل حرکت $\left[\begin{array}{l} \text{اصطکاک ایستایی} f_s = \mu_s N \\ \text{اصطکاک جنبشی} f_k = \mu_k N \end{array} \right.$
- ایستگاه 24** حرکت اجسام روی سطح افقی دارای اصطکاک: $(\sum ma = \text{نیروی مقاوم} - \text{نیروی محرک})$

- ایستگاه 25 حرکت روی سطح افقی با سرعت ثابت: ($0 = \text{نیروی مقاوم} - \text{نیروی محرک}$) ☐
- ایستگاه 26 قطع شدن نیرو در حرکت افقی جسم ☐
- ایستگاه 27 حرکت اجسام متصل با طناب یا به هم چسبیده روی سطح دارای اصطکاک ☐
- ایستگاه 28 بررسی حرکت دو جسم بر روی هم یا در کنار هم در اثر اعمال یک نیرو ☐
- ایستگاه 29 ترکیب حرکت افقی و قائم ☐
- ایستگاه 30 حرکت روی سطح شیبدار به سمت پایین
 بدون اصطکاک $a = g \sin \alpha$
 با اصطکاک $a = g(\sin \alpha - \mu_k \cos \alpha)$ ☐
- ایستگاه 31 پرتاب جسم روی سطح شیبدار $a = -g(\sin \alpha + \mu_k \cos \alpha)$ ☐
- ایستگاه 32 حرکت جسم روی سطح شیبدار به سمت بالا به وسیله نیروی خارجی $a = \frac{F}{m} - g(\sin \alpha + \mu_k \cos \alpha)$ ☐
- ایستگاه 33 حرکت اجسام به هم چسبیده و یا اجسام متصل به وسیله نخ، روی سطح شیبدار ☐
- ایستگاه 34 تعادل اجسام روی سطح شیبدار: $mg \sin \alpha - f_s < F < mg \sin \alpha + f_s$ ☐
- ایستگاه 35 ترکیب حرکت روی سطح افقی و حرکت روی سطح شیبدار ☐
- ایستگاه 36 حرکت اجسام روی ترکیب دو سطح شیبدار ☐
- ایستگاه 37 ترکیب حرکت قائم و حرکت روی سطح شیبدار ☐
- ایستگاه 38 حرکت داخل آسانسور و مفهوم وزن ظاهری ☐
- ایستگاه 39 حرکت اجسام در راستای قائم ☐
- ایستگاه 40 تعادل اجسام در صفحه ☐
- رو به بالا
 تندشونده $T = N = w' = m(g + a)$
 کندشونده $T = N = w' = m(g - a)$
 رو به پایین
 تندشونده $T = N = w' = m(g - a)$
 کندشونده $T = N = w' = m(g + a)$

پاسخ: اول برآیند:

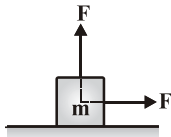


$$R = \sqrt{F^2 + F^2 + 2FF \cos(120)} = \sqrt{2F^2 - F^2} = \sqrt{F^2} = F$$

حالا باید جرم حساب شود:

$$R = \sum F = ma \Rightarrow F = ma \Rightarrow m = \frac{F}{a}$$

اگر دو نیرو بر هم عمود باشند:



$$R = F\sqrt{2}$$

$$R = \sum F = ma' \Rightarrow F\sqrt{2} = \frac{F}{a} a' \Rightarrow a' = \sqrt{2} a$$

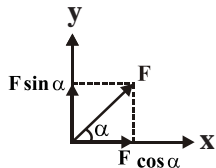
بنابراین گزینه‌ی سه صحیح است.

تجزیه‌ی نیروها در قانون دوم نیوتون

ایستگاه ۶

اگر تو مسئله‌ای چند تا نیرو داشتیم در جهت‌های مختلف، و خواستیم شتاب رو حساب کنیم، باید برآیند کل نیروها رو حساب کنیم که تو ایستگاه قبل پیش اشاره کردیم.

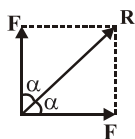
یه راه خوب که کار رو آسون می‌کنه تجزیه‌ی نیروها روی دو محور عمود پرهمه. مثل شکل زیر:



$$F_x = F \cos \alpha$$

$$F_y = F \sin \alpha$$

این چوری می‌تونیم کل نیروها رو روی محورهای x و y تجزیه کنیم و بعد برآیند کل نیروها رو (رابطه‌ی ایستگاه 5 حساب کنیم). (رابطه‌ی R)



نکته

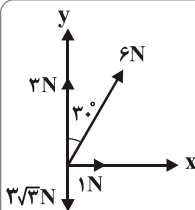
برآیند دو بردار مساوی، روی نیمساز زاویه‌ی بین آنها قرار می‌گیرد.

بین می‌تونی دلیل این نکته رو با روابطی که گفتیم بفهمی؟

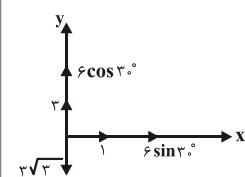
تست نمونه

اگر نیروهای شکل مقابل با هم به جسمی به جرم 2 کیلوگرم وارد شوند، شتاب جسم چند $\frac{m}{s^2}$ خواهد شد؟

- | | |
|---------|---------|
| 4 (2) | 5 (1) |
| 2/5 (4) | 3/5 (3) |



پاسخ: ابتدا نیروی 6N را روی محورهای x و y تجزیه می‌کنیم و بعد برآیند نیروها را مرحله به مرحله حساب می‌کنیم:



$$R = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 (N)$$

$$\sum F = ma \Rightarrow 5 = 2a \Rightarrow a = 2/5 (\frac{m}{s^2})$$

بنابراین گزینه‌ی چهار صحیح است.

نوشتار قانون دوم نیوتون به صورت بردارهای یگه

ایستگاه ۷

گفتیم که قانون دوم نیوتون یک رابطه‌ی برداری است. یعنی:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

پس می‌توانیم هریک از کمیت‌های نیرو، شتاب و یا تغییرات سرعت را به صورت بردارهای یگه بنویسیم.



اینجا دیگه واسه پرآیند گرفتن خیالمون راحت، چون بردارهای یکه رو میشه با هم جمع کرد. پس اگه چندتا نیرو به صورت برداری داشتیم و پرآیند رو خواستیم، راحت با هم جمعشون می‌کنیم:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots \Rightarrow \vec{R} = \sum F_x \vec{i} + \sum F_y \vec{j}$$

اندازه‌ی یه بردار یکه رو که یادت هست:

$$\vec{F} = \alpha \vec{i} + \beta \vec{j} \Rightarrow |\vec{F}| = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$$

تست نمونه

● فرض کنید بر جسمی به جرم 0/5 کیلوگرم دو نیروی $\vec{F}_1 = 3\vec{i} - 4\vec{j}$ و $\vec{F}_2 = -2\vec{F}_1$ اثر می‌کند. بزرگی شتاب حرکت این جسم چقدر است؟ (تمام مقادیر در SI هستند)

(سراسری ریاضی 82)

15 (4)

10 (3)

5 (2)

1 (1)

پاسخ: ☒

اندازه‌ی برآیند چنین می‌شود: $|\vec{R}| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ (N)}$ و بعد قانون دوم نیوتون:

$$\sum F = ma \Rightarrow 5 = 0/5 a \Rightarrow a = 10 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

بنابراین گزینه‌ی سه صحیح است.

ترکیب روابط سینماتیک و قانون دوم نیوتون

ایستگاه 1

بعضی اوقات در مسائل از ما اندازه‌ی سرعت، تغییر مکان یا زمان خاصی را سؤال می‌کنند. در فصل قبل رابطه‌ی شتاب با بقیه‌ی متغیرهای سینماتیکی گفته شد، پس فقط باید بدانیم از کدامیک از آن‌ها استفاده کنیم، مجدداً روابط مهم را یادآوری می‌کنیم:

مستقل از شتاب $\Delta x = \frac{V_0 + V}{2} \Delta t$	سرعت- شتاب $V = at + V_0$
معادله‌ی حرکت با شتاب ثابت $\Delta x = \frac{1}{2} at^2 + V_0 t$	مستقل از زمان $V^2 - V_0^2 = 2a \Delta x$

پرفسور! حواست جمع باشه فقط وقتی می‌تونی از رابطه‌های بالا استفاده کنی که شتاب ثابت باشه.

نکته

اگر معادله‌ی مکان- زمان داده شد:

$$V = \frac{dx}{dt} \Rightarrow a = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

معادله‌ی «مکان- زمان»

اگر نمودار داده شد:

اگر نمودار $a-t$ $\xrightarrow{\text{سطح زیر نمودار}}$ سرعت $V-t$ $\xrightarrow{\text{سطح زیر نمودار}}$ جابه‌جایی

تست نمونه

● اتومبیلی به جرم 1200 کیلوگرم با سرعت $18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ در حرکت است. اگر بر این اتومبیل نیروی 1800 نیوتونی اثر نماید، پس از چند ثانیه سرعتش به

(آزاد پرشی 85)

15 (4)

30 (3)

20 (2)

10 (1)

پاسخ: ☒ اول شتاب رو از قانون دوم نیوتون حساب می‌کنیم:

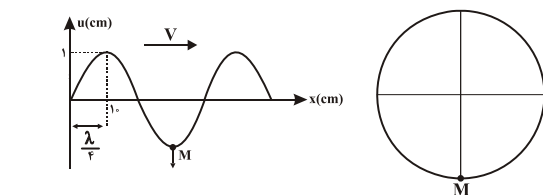
$$\sum F = ma \Rightarrow 1800 = 1200a \Rightarrow a = \frac{1800}{1200} = \frac{3}{2} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

$$18 \frac{\text{km}}{\text{h}} \div 3/6 = 5 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right), \quad 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \div 3/6 = 20 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$

حالا دنبال رابطه‌ای بگرد که فقط شتاب و سرعت و زمان داشته باشه:

$$V = at + V_0 \Rightarrow 20 = \frac{3}{2}t + 5 \Rightarrow 15 = \frac{3}{2}t \Rightarrow t = 10 \text{ (s)}$$

بنابراین گزینه‌ی یک صحیح است.



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\lambda}{4} = 10 \Rightarrow \lambda = 40(\text{cm}) = 0.4(\text{m}) \\ \phi_M = \frac{3\pi}{2} \end{array} \right.$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \text{ و } \left\{ \begin{array}{l} \lambda = 0.4(\text{m}) \\ V = 4(\frac{\text{m}}{\text{s}}) \end{array} \right. \Rightarrow f = \frac{4}{0.4} = 10(\text{Hz})$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 10 = 20\pi(\frac{\text{rad}}{\text{s}})$$

پس معادله حرکت به دست می آید:

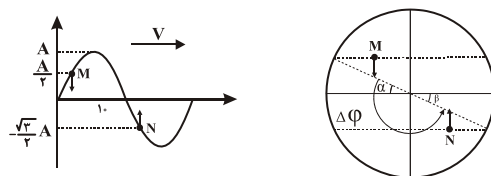
$$U_M = 1 \times 10^{-2} \sin(20\pi t + \frac{3\pi}{2}) \xrightarrow{\text{سرعت}} U'_M = 10^{-2} \times 20\pi \cos(20\pi t + \frac{3\pi}{2})$$

در لحظه $t = 0.025(\text{s})$ داریم:

$$U'_M = 2\pi \times 10^{-1} \cos(20\pi \times 0.025 + \frac{3\pi}{2})$$

$$= 0.2\pi(\frac{\text{m}}{\text{s}}) = 20\pi(\frac{\text{cm}}{\text{s}})$$

158. گزینه «2» کافی است فاز M و N را به دست آوریم:



$$\left\{ \begin{array}{l} \sin \alpha = \frac{U_M}{A} = \frac{\frac{A}{2}}{A} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6}(\text{rad}) \\ \sin \beta = \frac{U_N}{A} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}A}{A} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \beta = \frac{\pi}{3}(\text{rad}) \end{array} \right.$$

اختلاف فاز از M تا N روی دایره برابر است با:

$$\Delta \phi = \alpha + \frac{\pi}{2} + (\frac{\pi}{2} - \beta) = \frac{\pi}{6} + \pi - \frac{\pi}{3} = \frac{5\pi}{6}(\text{rad})$$

$$\Delta \phi = \omega \Delta t \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}} \frac{5\pi}{6} = \frac{2\pi}{T} \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{5}{12} T$$

159. گزینه «2»

$$\text{موج چشمه اولی: فاز اولی: } \phi_0 = \frac{5\pi}{6}(\text{rad})$$

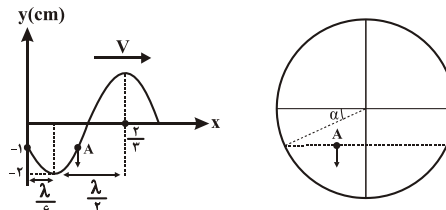
$$x = \frac{11}{30}(\text{m}) \text{ اندازه اختلاف فاز چشمه موج و نقطه}$$

$$|\Delta \phi| = \left| -\pi - \frac{5\pi}{6} \right| = \frac{11\pi}{6}(\text{rad})$$

$$|\Delta \phi| = k |\Delta x| \rightarrow k = \left| \frac{\Delta \phi}{\Delta x} \right| = \frac{\frac{11\pi}{6}}{\frac{11}{30}} = 5\pi(\frac{\text{rad}}{\text{m}})$$

$$k = \frac{\omega}{V} \rightarrow \omega = kV = 5\pi \times 20 = 100\pi$$

$$\text{تابع موج: } U_y = A \sin(\omega t + \phi_0 - kx) =$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \sin \alpha = \frac{U_A}{A} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \\ \phi_A = \pi + \frac{\pi}{6} = \frac{7\pi}{6}(\text{rad}) \\ \frac{\lambda}{6} + \frac{\lambda}{2} = \frac{2}{3} \Rightarrow \lambda = 1(\text{m}) \end{array} \right.$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \text{ و } \left\{ \begin{array}{l} \lambda = 1(\text{m}) \\ V = 10(\frac{\text{m}}{\text{s}}) \end{array} \right. \Rightarrow f = \frac{10}{1} = 10(\text{Hz})$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 10 = 20\pi(\frac{\text{rad}}{\text{s}})$$

دامنه حرکت هم 2 سانتی متر است. پس معادله حرکت به دست می آید:

$$y_A = 2 \times 10^{-2} \sin(20\pi t + \frac{7\pi}{6})$$

$$\text{و در لحظه } t = \frac{1}{60}(\text{s}) \text{ داریم:}$$

$$y_A = 2 \times 10^{-2} \sin(20\pi \times \frac{1}{60} + \frac{7\pi}{6}) = 2 \times 10^{-2} \sin \frac{3\pi}{2} = -0.02(\text{m})$$

$$y_A = -2(\text{cm})$$

156. گزینه «1»

$$x_0 = A \sin \phi_0 \Rightarrow 1 = 2 \sin \phi_0 \Rightarrow \sin \phi_0 = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \phi_0 = \frac{\pi}{6}(\text{rad}) \text{ یا } \frac{5\pi}{6}(\text{rad})$$

با توجه به جهت انتشار موج، ذره از A بالاتر از آن قرار دارد، بنابراین ذره A پس از لحظه $t = 0$ به سمت بالا حرکت می کند

یعنی $\phi_0 = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$ قابل پذیرش است.

$$\frac{\lambda}{2} = 20 \Rightarrow \lambda = 40(\text{cm}) = 0.4(\text{m}),$$

$$\lambda = VT \Rightarrow T = 0.04(\text{s}), \omega = 50\pi(\frac{\text{rad}}{\text{s}})$$

$$A \text{ معادله حرکت نوسانی نقطه: } x = 0.02 \sin(50\pi t + \frac{\pi}{6})$$

$$t = 0 \Rightarrow x_1 = 0.02 \sin \frac{\pi}{6} = 0.01(\text{m})$$

$$t = \frac{1}{150}(\text{s}) \Rightarrow x_2 = 0.02 \sin(\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{6}) = 0.02(\text{m})$$

$$\Rightarrow \Delta x = x_2 - x_1 = 0.01(\text{m}) = 1(\text{cm})$$

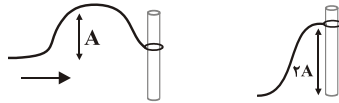
157. گزینه «4» ابتدا از روی نمودار، مقدار λ و سپس فاز نقطه M را از روی دایره مرجع به دست می آوریم:



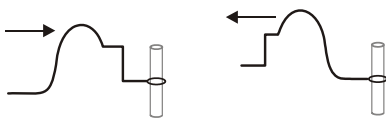
می‌شود.

168. گزینه «1» در برخورد به انتهای آزاد، چون برآمدگی به برآمدگی تبدیل می‌شود، بنابراین اگر دامنه‌ی اولیه برابر A باشد، مقدار A دو برابر خواهد شد. یعنی مقدار حداکثر دامنه برابر $2A$ خواهد شد. (شکل‌های زیر)

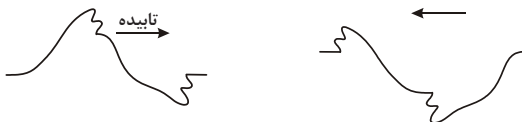
پروفسور، حالا تو بگو که انتهای طناب بسته باشد، دامنه چقدر می‌شه؟



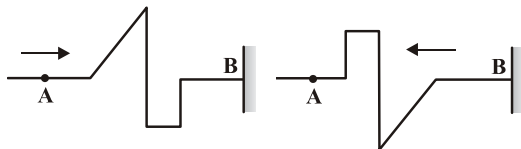
169. گزینه «4» طبق مطالب ایستگاه 18، در انتهای آزاد شکل تب تابش و بازتابش یکسان است و تب بازتابش به همان شکل قبلی باز می‌گردد. بنابراین گزینه‌ی «4» درست است.



170. گزینه «2» در برخورد از انتهای بسته، برآمدگی‌ها به فرو رفتگی و فرو رفتگی‌ها به برآمدگی تبدیل می‌شوند، بنابراین گزینه‌ی «2» درست است. پروفسور حواست به شکل و فرو رفتگی‌ها و برآمدگی‌ها خیلی جمع باشه که مثلاً اینجا اشتباهی گزینه‌ی «1» رو به عنوان گزینه‌ی درست انتخاب نکنی.



171. گزینه «3» اگر نقطه‌ی B را در جای خود نگه داریم، یعنی جلوی حرکت موج را در نقطه‌ی B می‌گیریم و می‌توانیم نتیجه بگیریم نقطه‌ی B مانند یک مانع سخت و یا انتهای ثابت عمل می‌کند. چون B انتهای ثابت است، پس گزینه‌ی «3» می‌تواند پاسخ صحیح باشد.



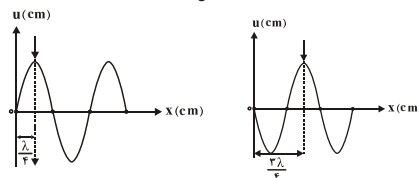
172. گزینه «3» همان‌طور که در انتهای ایستگاه 19 اشاره شد، در انتهای بسته‌ی طناب و بعضی نقاط دیگر طناب که بعداً در مورد آن‌ها صحبت می‌شود، برهم نهی ویرانگر اتفاق می‌افتد. بنابراین گزینه‌ی «3» درست است.

173. گزینه «4» حرکت دو موج در همه‌ی نقاط هم جهت است. بنابراین دو موج برهم نهی سازنده دارند و موج برآیند برابر مجموع جابجایی هر یک از دو موج با هم خواهد بود. بنابراین گزینه‌ی «4» جواب درست است.

174. گزینه «3» حرکت دو موج در همه‌ی نقاط خلاف جهت است و برهم نهی دو موج ویرانگر است. پس موج برآیند از تفاضل دامنه‌ی دو موج در هر نقطه حاصل می‌شود. برای به دست آوردن شکل درست، ابتدا دو موج را به صورت نقطه‌چین روی هم نشان می‌دهیم و سپس نقاط متناظر را از هم کم می‌کنیم تا به برآیند نهایی برسیم.

$$0.04 \sin(100\pi t + \frac{5\pi}{6} - 5\pi x)$$

160. گزینه «3»



$$f = 50(\text{Hz}) \Rightarrow T = \frac{1}{50}(\text{s})$$

$$\Delta x = \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \frac{\lambda}{2} \equiv \frac{T}{2}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2} = \frac{50}{2} = \frac{1}{100}(\text{s}) = 10^{-2}(\text{s})$$

161. گزینه «4» قسمت‌های اول کار، مثل تست 151 است. در آن مسأله مقادیر λ و f به دست آمد:

$$\lambda = 60(\text{cm}) \quad \text{و} \quad f = 20(\text{Hz})$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 20 = 40\pi \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)$$

با داشتن مقدار ω و V ، k به دست می‌آید.

$$\begin{cases} \omega = 40\pi \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) \\ V = 1200 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \end{cases} \Rightarrow k = \frac{\omega}{V} = \frac{40\pi}{1200} = \frac{\pi}{30} \left(\frac{\text{rad}}{\text{m}}\right)$$

پس تابع موج به دست می‌آید: (دامنه 3 سانتی‌متر است).

$$U = A \sin(\omega t - kx) = 0.03 \sin(40\pi t - \frac{\pi}{30}x)$$

162. گزینه «2» طبق تعریف، جبهه‌ی موج شامل نقاطی است که تابع موج دارای فاز یکسانی است. یعنی این نقاط موج را با فاز برابر دریافت می‌کنند.

163. گزینه «2» سؤال خوبی. می‌دونیم که جبهه‌ی موج نقاطی هستند که موج رو با فاز مساوی دریافت می‌کنن. اگر از تلفات انرژی صرف‌نظر کنیم، چون انرژی با دامنه رابطه‌ی مستقیم داره (ایستگاه 17) پس دامنه‌ی نقاط هم ثابت می‌مونه و گزینه‌ی (2) درست خواهد بود. ولی اگر از تلفات انرژی صرف‌نظر نشه، گزینه‌ی (3)، میشه چوای درست. ولی اینجا با فرض اول تست رو چوای می‌دیم.

164. گزینه «3» طبق نکته‌ی ایستگاه 17، هر چه از چشمه‌ی موج دورتر شویم، دامنه کم‌تر می‌شود. پس اگر $d_2 > d_1$ نتیجه می‌گیریم:

$$A_1 > A_2$$

و گزینه‌ی «3» درست خواهد بود.

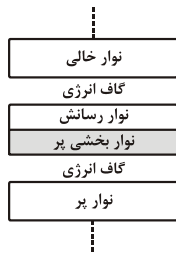
165. گزینه «3» همان‌طور که از روی شکل دیده می‌شود، نقاط A و B روی یک جبهه‌ی موج هستند که برآمدگی را نشان می‌دهد. نقطه‌ی C روی یک جبهه‌ی موج دیگر است که فرو رفتگی را نشان می‌دهد. پس نقاط A و B هم فاز هستند و با نقطه‌ی C در فاز مخالف هستند.

166. گزینه «4» طبق مطالب و شکل‌های ایستگاه 18، اختلاف فاز در انتهای بسته برابر π و در انتهای باز برابر صفر است.

167. گزینه «4» چون انتهای طناب آزاد است، پس اختلاف فاز موج تابیده و بازتابیده باید صفر شود. فقط گزینه‌ی «4» است که فاز آن با فاز موج تابیده یعنی ωt برابر است. بنابراین اختلاف فاز آن‌ها صفر



19. در یک پدیده‌ی فوتوالکتریک، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترئون‌ها 2 الکترون ولت است. اگر از چشمه‌ی نوری با بسامد دو برابر حالت قبل استفاده کنیم، بیشینه‌ی انرژی جنبشی 6 الکترون ولت خواهد شد. تابع کار فلز چند الکترون ولت است؟
 (1) 1 (2) 2 (3) 3 (4) 4
20. در اتم هیدروژن، هنگام گذار الکترون از مدار n_2 به n_1 ، فوتونی با انرژی 12/75 الکترون ولت تابش می‌شود. n_1 و n_2 به ترتیب کدام‌اند؟
 (1) 3 و 1 (2) 3 و 2 (3) 4 و 1 (4) 4 و 2
 ($E_R = 13/6 \text{ eV}$)
21. ساختار نواری یک جسم به صورت شکل مقابل است. این ساختار مربوط به کدام یک از اجسام زیر است؟
 (1) رسانا (2) نارسانا (3) نیمرسانا (4) ابر رسانا
22. نیمه عمر ^{90}Sr برابر 28 سال است. چند سال طول می‌کشد تا 2 میلی‌گرم از این عنصر به 125 میکروگرم کاهش یابد؟
 (1) 7 (2) 84 (3) 112 (4) 140



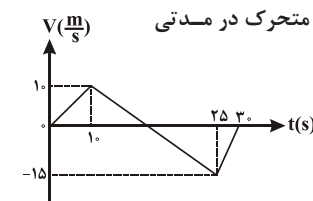
سراسری تجربی خارج از کشور ۹

آزمون‌های جامع (۲)

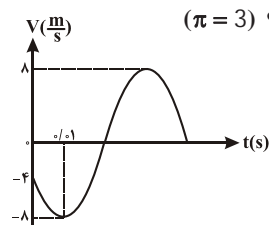


1. در یک تصادف اتومبیل، سرعت اتومبیل از $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ به صفر می‌رسد و زمان این حرکت کندشونده 0/3s است. در این تصادف برای اینکه مسافری به جرم 60kg از پشتی صندلی جدا نشود (به جلوت پرت نشود)، بزرگی نیروی متوسطی که کمربند ایمنی باید بر او وارد کند، تقریباً چند نیوتون است؟
 (1) 3600 (2) 3000 (3) 6000 (4) 6300
2. ماهواره‌ای به جرم m روی مداری به شعاع r به دور زمین می‌چرخد. دوره‌ی گردش ماهواره متناسب با کدام است؟ (R_e شعاع زمین است).
 (1) $r^{\frac{3}{2}}$ (2) $r^{\frac{2}{3}}$ (3) $\frac{r}{m}$ (4) $\frac{R_e}{r}$
3. معادله‌ی حرکت جسمی که روی محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت $x = 3t^2 - t^3 + 1$ است. در بازه‌ی زمانی بین $t = 0$ تا $t = 2 \text{ s}$ ،

 (1) جهت شتاب عوض نمی‌شود. (2) جهت حرکت جسم تغییر نمی‌کند.
 (3) جهت حرکت یک بار عوض می‌شود. (4) حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده می‌شود.
4. نمودار «سرعت-زمان» متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. بزرگی سرعت متوسط متحرک در مدتی که در سوی مخالف محور x جابه‌جا می‌شود، چند متر بر ثانیه است؟
 (1) 2/5 (2) 7/5 (3) 10/5 (4) 12/5
5. گلوله‌ای با سرعت اولیه‌ی چند متر بر ثانیه از سطح زمین در راستای قائم رو به بالا پرتاب شود، تا ارتفاع اوج آن به 7/2 متر برسد؟ (مقاومت هوا ناچیز و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ است).
 (1) 3/6 (2) 8/2 (3) 12 (4) 14



6. اتومبیلی با سرعت $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ در حال حرکت است. سرعت اتومبیل تقریباً چند متر بر ثانیه افزایش یابد، تا انرژی جنبشی آن 2 برابر شود؟
 (1) 10 (2) 25 (3) 35 (4) 50
7. نمودار «سرعت-زمان» نوسانگر ساده‌ای به صورت شکل روبه‌رو است. مکان نوسانگر در مبدأ زمان چند سانتی‌متر است؟ ($\pi = 3$)
 (1) $+4\sqrt{3}$ (2) $+8\sqrt{3}$ (3) $-4\sqrt{3}$ (4) $-8\sqrt{3}$





$$-8\sqrt{3} \quad (4)$$

8. اگر معادله‌ی مکان نوسانگر را به صورت $y = A \sin(\omega t + \phi_0)$ فرض کنیم و U و K به ترتیب انرژی پتانسیل کشسانی و انرژی جنبشی آن باشد، در

لحظه‌ای که فاز حرکت نوسانگر $\frac{5\pi}{6}$ رادیان است، کدام رابطه بین U و K برقرار است؟

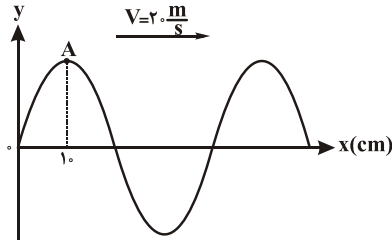
$$U = 4K \quad (4)$$

$$K = 3U \quad (3)$$

$$K = 4U \quad (2)$$

$$U = 3K \quad (1)$$

9. نقش یک موج عرضی در لحظه‌ی $t = 0$ مطابق شکل است. در بازه‌ی زمانی صفر تا $\frac{1}{80}$ ثانیه، بردار شتاب ذره‌ی A چند بار تغییر جهت می‌دهد؟



$$1 \quad (1)$$

$$2 \quad (2)$$

$$3 \quad (3)$$

$$4 \quad (4)$$

10. تابع موجی در SI به صورت $u_y = 0.02 \sin \pi (0.4x + 12t)$ است. کدام گزینه‌ی زیر صحیح است؟

(1) بسامد زاویه‌ای $6 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ است. (2) طول موج 5π متر است.

(4) بزرگی سرعت انتشار موج در محیط $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است.

(3) موج در جهت محور x منتشر می‌شود.

11. پرده‌ی گوش شخصی، امواج صوتی با تراز شدت 80 دسی‌بل را دریافت می‌کند. اگر مساحت پرده‌ی گوش این شخص 6×10^{-5} متر مربع باشد، در

مدت 3 دقیقه چند ژول انرژی صوتی به گوش این شخص می‌رسد؟ $(I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2})$

$$6 \times 10^{-6} \quad (4)$$

$$6 \times 10^{-9} \quad (3)$$

$$1/08 \times 10^{-9} \quad (2)$$

$$1/08 \times 10^{-6} \quad (1)$$

12. در آزمایش یانگ، اگر اختلاف فاصله‌ی نواری روشن پنجم از محل دو شکاف چشمه‌ی نور $3/3 \times 10^{-6}$ متر و فاصله‌ی نواری روشن پنجم از نواری روشن

مرکزی $9/9 \times 10^{-3}$ متر باشد، فاصله‌ی پرده‌ی نواریها از صفحه‌ی دو شکاف، چند برابر فاصله‌ی بین دو شکاف است؟

$$3000 \quad (4)$$

$$1500 \quad (3)$$

$$1000 \quad (2)$$

$$300 \quad (1)$$

13. در اتم هیدروژن، کوتاه‌ترین و بلندترین طول موجی که در رشته‌ی پاشن گسیل می‌شوند، به ترتیب تقریباً چند نانومترند و در چه ناحیه‌ای از طیف

موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارند؟ $(R_H = 0.01(\text{nm})^{-1})$

$$900 \text{ و } 2057, \text{ فروسرخ و فروسرخ} \quad (2)$$

$$400 \text{ و } 720, \text{ مرئی و فروسرخ} \quad (1)$$

$$9000 \text{ و } 20570, \text{ فروسرخ و فروسرخ} \quad (4)$$

$$4000 \text{ و } 7200, \text{ مرئی و فروسرخ} \quad (3)$$

14. در یک آزمایش فوتوالکتریک، طول موج قطع، 240 نانومتر است. اگر نور تکرنگی با طول موج 150nm بر فلز بتابد و ثابت پلانک $4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ باشد،

تابع کار فلز چند الکترون ولت و پتانسیل متوقف‌کننده چند ولت است؟

$$8 \text{ و } 13 \quad (4)$$

$$3 \text{ و } 13 \quad (3)$$

$$8 \text{ و } 5 \quad (2)$$

$$3 \text{ و } 5 \quad (1)$$

15. در فعل و انفعال هسته‌ای ${}_{15}^{30}\text{P} + \text{X} \longrightarrow {}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He}$ کدام است؟

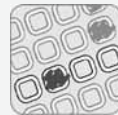
$$\text{پوزیترون} \quad (4)$$

$$\text{نوترون} \quad (3)$$

$$\text{پروتون} \quad (2)$$

$$\text{الکترون} \quad (1)$$

آزمون‌های جامع (۳) سراسری ریاضی ۹۱



1. معادله‌ی حرکت متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، در SI به صورت $x = t^3 - 9t^2 + 27t$ است. در مورد این حرکت، کدام گزینه درست نیست؟

(1) در لحظه‌ی $t = 3\text{s}$ جهت حرکت عوض می‌شود.

(2) در لحظه‌ی $t = 3\text{s}$ جهت شتاب عوض می‌شود.

(3) در بازه‌ی زمانی $t = 0$ تا $t = 3\text{s}$ بزرگی شتاب در حال کاهش است.

(4) در بازه‌ی زمانی $t = 0$ تا $t = 3\text{s}$ حرکت کند شونده و در جهت محور x است.

2. دو گلوله در شرایط خلأ به فاصله‌ی زمانی $2/5\text{s}$ از یک نقطه بالای زمین رها می‌شوند. چند ثانیه پس از رها شدن گلوله‌ی اول، فاصله‌ی دو گلوله به

$$68/75\text{m} \text{ می‌رسد؟ } (g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$4/5 \quad (4)$$

$$4/3 \quad (3)$$

$$3/2 \quad (2)$$

$$2/5 \quad (1)$$

فرمول نامه



معادله‌ی مستقل از شتاب در حرکت با شتاب ثابت	8
$\Delta x = \frac{V_1 + V_2}{2} \times \Delta t$	
فرض کنید سرعت جسمی V_1 است و پس از مدت زمان Δt سرعتش با شتاب ثابت به V_2 می‌رسد. مقدار جابه‌جایی جسم را به کمک این رابطه بدست می‌آوریم.	
معادله‌ی حرکت با شتاب ثابت	9
$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$	
این معادله‌ی درجه دو، معادله‌ی حرکت جسمی است که با سرعت اولیه V_0 از مکان اولیه x_0 حرکتش را با شتاب ثابت a شروع می‌کند. به کمک این معادله، مکان جسم در لحظات مختلف بدست می‌آید.	
معادله‌ی مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت	10
$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x$	
این رابطه برای جسمی است که با شتاب ثابت a و سرعت V_0 حرکت خود را آغاز کرده و پس از پیمودن مسافت Δx سرعتش به V می‌رسد.	
مسافت توقف	11
$\Delta x = \frac{V_0^2}{2a}$	
در صورتی که جسمی با شتاب a متوقف شود مسافت توقف آن را به کمک این رابطه بدست می‌آوریم.	
V_0 ، سرعت لحظه‌ای است که جسم از آن لحظه به بعد حرکت کندشونده خود را آغاز کرده است.	
جابه‌جایی در ثانیه‌ی n ام	12
$\Delta x_n = \frac{1}{2}a(2n-1) + V_0$	
جابه‌جایی در ثانیه n ام حرکت جسمی را که با سرعت V_0 حرکتش را با شتاب ثابت a شروع کرده از این رابطه بدست می‌آوریم.	
توجه: در همه‌ی فرمول‌های حرکت شتاب‌دار در این فصل، اگر به جای a و x به ترتیب $-g$ و y را قرار دهیم به روابط موجود در حرکت سقوط آزاد می‌رسیم.	
حواس‌تون باشه که جهت محور y را جهت مثبت در نظر گرفته‌ایم.	
سرعت متوسط در حرکت بر محور x	13
سرعت متوسط متحرکی که در مدت زمان Δt ، به اندازه‌ی Δx جابه‌جا می‌شود را از این رابطه بدست می‌آوریم.	
$\bar{V}_x \left(\frac{m}{s} \right)$	
زیر نویس x مشخص می‌کند که حرکت در راستای محور x انجام می‌شود.	
سرعت لحظه‌ای در حرکت بر محور x	14

فیزیک ۴ (پیش ۱)

فصل اول - حرکت شناسی در دو بعد

بردار جابه‌جایی	1
$\vec{\Delta r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$	
تعریف: تفاضل بردارهای مکان یک جسم در دو حالت را بردار جابه‌جایی می‌نامیم. در این رابطه بردارهای مکان دوبعدی هستند.	
$\Delta r (m)$	
سرعت متوسط برداری	2
$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	
در صورتی که جسمی در مدت زمان Δt به اندازه بردار $\Delta \vec{x}$ جابه‌جا شود، سرعت متوسط آن از این رابطه بدست می‌آید.	
$\bar{V} \left(\frac{m}{s} \right)$	
معادله‌ی حرکت یکنواخت	3
$x = Vt + x_0$	
این معادله‌ی درجه‌ی یک، معادله‌ی حرکت جسمی است که با سرعت ثابت V از مکان اولیه x_0 شروع به حرکت می‌کند. به کمک این معادله مکان جسم در لحظات مختلف بدست می‌آید.	
شتاب متوسط برداری	4
$\bar{a} = \frac{\Delta \bar{V}}{\Delta t}$	
در صورتی که سرعت جسمی در مدت زمان Δt به اندازه $\Delta \bar{V}$ تغییر کند، شتاب متوسط آن از این رابطه بدست می‌آید.	
$\bar{a} \left(\frac{m}{s^2} \right)$	
معادله‌ی سرعت در حرکت با شتاب ثابت	5
$V = at + V_0$	
این معادله‌ی درجه‌ی یک، معادله‌ی تغییرات سرعت یک جسم است که با سرعت اولیه V_0 ، حرکتش را شروع کرده و به‌خاطر وجود شتاب a ، هر لحظه سرعتش تغییر می‌کند. به کمک این معادله سرعت جسم در لحظه‌های مختلف بدست می‌آید.	
زمان توقف	6
$t_0 = \frac{V_0}{a}$	
در صورتی که جسمی با شتاب a متوقف شود زمان توقف آن را به کمک این رابطه بدست می‌آوریم.	
V_0 ، سرعت لحظه‌ای است که جسم از آن لحظه به بعد حرکت کندشونده خود را آغاز کرده است.	
سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت	7
$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2}{2}$	
در صورتی که شتاب حرکتی ثابت باشد به کمک این رابطه می‌توانیم سرعت متوسط جسم را بدست بیاوریم. V_1 و V_2 به ترتیب سرعت‌های شروع و پایانی حرکت جسم هستند.	



معادله مستقل از شتاب در حرکت با شتاب ثابت	21
$\Delta x = \frac{(V_{1x} + V_{2x})}{2} \Delta t$	
این معادله ترکیب دو رابطه‌ی 17 و 20 است.	
معادله مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت	22
$V_{2x}^2 - V_{1x}^2 = 2a_x \Delta x$	
این معادله‌ی مهم، ترکیب دو رابطه‌ی 19 و 21 است.	
جابجایی در ثانیه nام در حرکت با شتاب ثابت	23
متحرکی که حرکتش را با سرعت V_{0x} شروع کرده و با شتاب a_x ادامه می‌دهد، در ثانیه nام حرکتش به اندازه‌ی Δx_n جابه‌جا می‌شود. این جابه‌جایی را به کمک این رابطه به‌دست می‌آوریم.	
مدت زمان لازم برای رسیدن به نقطه اوج	24
$t = \frac{V_{0y}}{g}$	
در صورتی که پرتابه‌ای را با سرعت اولیه V_{0y} به سمت بالا پرتاب کنیم پس از مدت زمان t به نقطه‌ی اوج حرکتش می‌رسد. به کمک این فرمول، t را محاسبه می‌کنیم. g نیز شتاب جاذبه زمین است.	
ارتفاع نقطه اوج از نقطه پرتاب	25
$H = \frac{V_{0y}^2}{2g}$	
با این رابطه می‌توانیم ارتفاع نقطه‌ی اوج یک پرتابه (H) را به‌دست بیاوریم. این پرتابه با سرعت اولیه V_{0y} به سمت بالا پرتاب شده است. g نیز شتاب جاذبه زمین است.	
بردار مکان در حرکت دوبعدی	26
$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$	
در صورتی که متحرکی در صفحه‌ی xOy جابه‌جا شود، یعنی پس از جابه‌جایی، از نظر افقی به‌اندازه‌ی x واحد (\vec{i}) و از نظر عمودی به اندازه‌ی y واحد (\vec{j}) تغییر مکان می‌دهد، بردار مکان آن در صفحه‌ی مورد نظر از این رابطه به‌دست می‌آید.	
بزرگی بردار مکان در حرکت دوبعدی	27
$r = \sqrt{x^2 + y^2}$	
در این رابطه، x و y به‌ترتیب جابه‌جایی‌های متحرک در راستای محور x و y هستند. R ، طول بردار مکان متحرک است.	
عبور متوالی پرتابه‌ای از یک ارتفاع	28
$V_{0y} = \frac{1}{2}g(t_1 + t_2), V_y = \frac{1}{2}g(t_1 - t_2)$ $h = \frac{1}{2}gt_1t_2$	
اگر پرتابه‌ای را با سرعت اولیه‌ی V_{0y} به بالا پرتاب کنیم، از ارتفاعی به اندازه‌ی h بالاتر از محل پرتاب دوبار عبور می‌کند یکی در زمان t_1 (به هنگام رفت) و دیگری t_2 (به هنگام برگشت). V_y ، سرعت پرتابه به هنگام عبور از ارتفاع h است. g نیز شتاب جاذبه‌ی زمین است.	
معادله تصویر حرکت پرتابی روی محور x	29*
$x = (V_0 \cos \alpha)t$	
اگر پرتابه‌ای تحت زاویه‌ی α (نسبت به سطح افقی) با سرعت اولیه V_0 پرتاب شود، حرکتش در راستای افقی به‌صورت یکنواخت با	

$V_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$	
سرعت لحظه‌ای حد سرعت متوسط است، هنگامی که Δt به سمت صفر میل می‌کند.	
$\frac{dx}{dt}$ ، مشتق معادله‌ی مکان جسم نسبت به زمان است.	
$V_x \left(\frac{m}{s}\right) \oplus$	
شتاب متوسط در حرکت بر محور x	15
$\vec{a}_x = \frac{\Delta \vec{V}_x}{\Delta t}$	
شتاب متوسط متحرکی که در مدت زمان Δt ، سرعتش به اندازه‌ی ΔV_x تغییر می‌کند را به کمک این رابطه به‌دست می‌آوریم.	
$\vec{a} \left(\frac{m}{s^2}\right) \oplus$	
\oplus زیر نویس x مشخص می‌کند که حرکت در راستای محور x هاست.	
شتاب لحظه‌ای در حرکت بر محور x	16
$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V_x}{\Delta t} = \frac{dV_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$	
شتاب لحظه‌ای حد شتاب متوسط است، هنگامی که Δt به سمت صفر میل می‌کند.	
$\frac{dV_x}{dt}$ ، مشتق معادله‌ی سرعت جسم نسبت به زمان است.	
$\frac{d^2x}{dt^2}$ ، مشتق مرتبه‌ی دوم معادله‌ی مکان جسم است نسبت به زمان.	
$a_x \left(\frac{m}{s^2}\right) \oplus$	
معادله حرکت یکنواخت بر محور x	17
$x = V_x t + x_0$	
مکان متحرکی (x) که با سرعت ثابت V_x جابه‌جا می‌شود را به کمک این معادله‌ی درجه‌ی یک به‌دست می‌آوریم. x_0 مکان اولیه‌ی جسم است.	
معادله حرکت با شتاب ثابت بر محور x	18
$x = \frac{1}{2}a_x t^2 + V_{0x} t + x_0$	
مکان متحرکی (x) که حرکتش را با سرعت V_{0x} شروع کرده و با شتاب a_x ادامه می‌دهد را به کمک این معادله‌ی درجه‌ی دوم به‌دست می‌آوریم. x_0 مکان اولیه‌ی جسم است.	
معادله سرعت در حرکت با شتاب ثابت	19
$V_x = a_x t + V_{0x}$	
سرعت متحرکی (V_x) که حرکتش را با سرعت V_{0x} آغاز کرده و با شتاب a_x ادامه می‌دهد را با این فرمول به‌دست می‌آوریم.	
سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت	20
$\bar{V}_x = \frac{V_{1x} + V_{2x}}{2}$	
در صورتی که متحرکی با شتاب ثابت حرکت کند، میانگین سرعت‌هایش در هر بازه‌ی زمانی با سرعت متوسط حرکتش یکسان خواهد بود.	

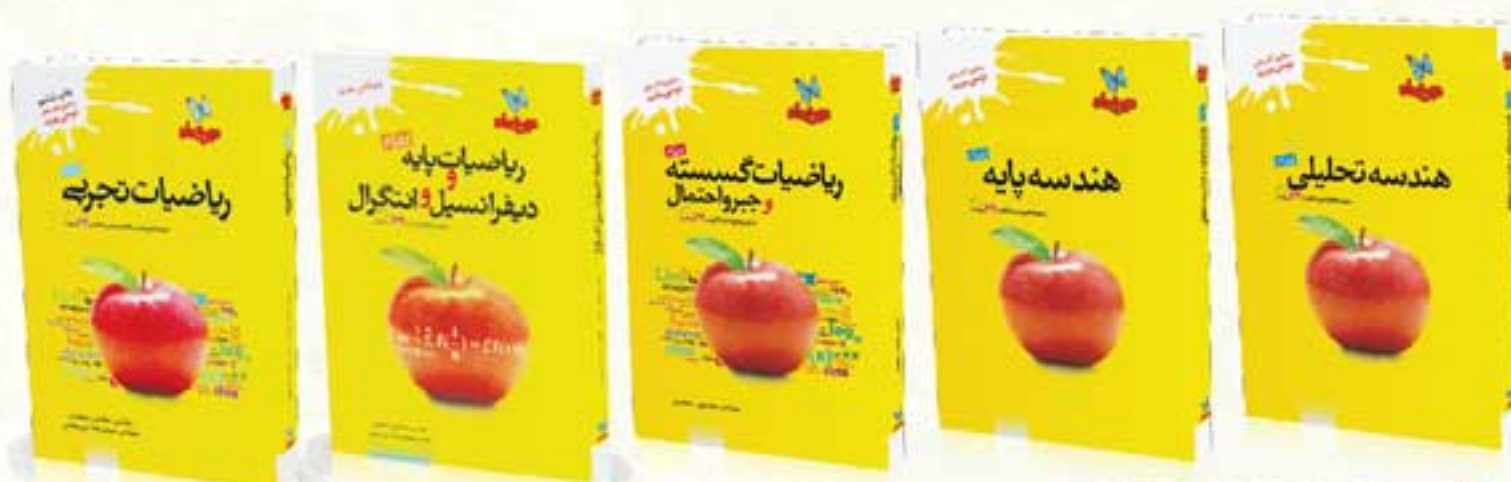
در سایه‌سار کتاب فیزیک چهارم

■ ■ ■ در بلخ، پهلوانی بود، زنجیر را رها کرده به سراغ کتاب‌ها می‌رفت. روزها و ماه‌ها مردمان کتاب‌های با ارزش و بی‌ارزش را به میدان می‌آوردند تا پهلوان در حرکتی زورمندانه ذرات کاغذ را جایگزین کند. از آن جا که به کتاب فیزیک چهارم مهرماه ایمان داشتم خواستم به این دانش‌ستیزی پایان دهم. کتاب را با لبخندی ملیح بر لب به پهلوان سپردم؛ یک حرکت، دو حرکت، در ششمین حرکت پهلوان بانگ برآورد که فیزیک چهارم مهرماه را آورده‌ای؟؟ من را مسخره کرده‌ای؟؟ گریختن از آن روز پیشه کردم!

■ ■ ■ مشهور است در شهری دور، در کشوری دورتر، قبیله‌ای است در کار علم و دانش. از آنجا که خود را در صراط علم می‌دیدم با دلی شاد به سمت آن قبیله رهسپار شدم. از دورازه (۱) که گذشتم، دریافتم که مراسمی در شرف برگزاریست؛ مردم در گروه‌هایی چند ده نفره، فوج فوج به سمت میدان گاه اصلی قبیله در حرکت بودند. تعجبم از این بود که جملگی شان کتاب فیزیک چهارم، چاپ چندم، تابستان آن سال، بر سر گذارده بودند و فرمول‌هایی قطعاً فیزیکی زمزمه می‌کردند از بس که دانش‌محور بودند.

■ روزی روزگاری در هند، به دیدار شیخی والامقام ره یافتیم. شیخ به مجلس وعظ بود و پرحرار با زبانی ناآشنا سعی در تفهیم مسائل داشت. یاد می‌آورم که پس از کلنجارهای فراوان با شاگردان، کلاس درس را با عصبانیتی غیرقابل وصف ترک گفت. شاگردها و من می‌هوت از این خشم شیخ، بر جای مانده بودیم که او با کتابی در دست و لبخندی بر لب دیگر بار وارد مجلس شد و آموزیدن از سر گرفت. هم‌زمان که تلامیذ مباحث را یکی پس از دیگری فرامی‌گرفتند من از اعجاز کتاب فیزیک چهارم مهرماه بر جای چونان میخ کوفته شده بودم.

مجموعه کتاب‌های آخر (مرور و جمع‌بندی کنکور در ۲۴ ساعت)



مرور و جمع‌بندی کنکور در ۲۴ ساعت

برای جمع‌وجور شدن دانش‌تان طبق مراحل زیر از کتاب‌های روبه‌رو بهره‌گیری:

- ۱ یکی (چندتا) از کتاب‌های این مجموعه را تهیه کرده و آن (ها) را بخوانید.
- ۲ مگه خوندی به این سرعت؟؟؟
- ۳ حالا با خیالی آسوده افزایش درصدهای این درس‌تان را در هر آزمون مشاهده کنید.
- ۴ بقیه‌ی کتاب‌های این مجموعه را هم انتخاب کنید و به مرحله‌ی اول بازگردید.

چک‌لیست کتاب

بلی خیر

☐ ☒

رد گزینه و بررسی سایر گزینه‌ها

☒ ☐

داغ، همراه با نان اضافه و سس قرمز

☐ ☒

استفاده از دو شخصیت استاد و دانش‌آموز

☒ ☐

شوخی‌های بی‌مزه و لوس

☒ ☐

تصاویر و جداول گویا

☐ ☒

آزمون‌های فصل به فصل و آزمون‌های جامع

☐ ☒

بلی خیر

☐ ☒

درس‌نامه‌ی موضوعی و طبقه‌بندی شده

☒ ☐

مطالب غیر مرتبط و اضافی

☒ ☐

چهارخوابه همراه با تهویه مناسب

☐ ☒

مثال آموزشی برای هر موضوع

☐ ☒

روند ملایم تست‌ها از آسان به سخت

☐ ☒

پاسخ تست‌ها به صورت کاملاً تشریحی

☐ ☒

تست‌های قدیمی و ضعیف؟؟؟

☒ ☐

۸ فصل فیزیک سال چهارم + کار و انرژی

☒ ☐

☐ ☒

