

# پاسخ سؤالات فصل صفرم

کمیل مزرعی  
دوره‌ی درسی فوق برنامه‌ی فیزیک، سال نهم  
مرکز آموزشی علامه‌حلی اراک  
mazraee@physics.iust.ac.ir

زمستان ۱۳۹۲

## ۱ پاسخ سؤالات تشریحی

### ۱.۱ سؤال اول

برای درک خوب از حل این مسئله، بهتر است گوجه را نه تنها از یک ارتفاع قابل توجه رها کنیم، بلکه آزمایش را یکبار با سنگ و یک بار با تخم‌مرغ انجام دهیم:

- **سنگ:** طبیعی‌ست که می‌توانیم با وارد کردن نیرویی برابر وزن سنگ آن را در حال سقوط از خطر مرگ!! نجات دهیم. هیچ اتفاقی نیز رخ نمی‌دهد. ضمن این‌که کافی‌ست ارتفاع آن قدری باشد که دست ما آسیب نبیند. یک تکه سنگ هم‌جرم با گوجه نیز می‌تواند نشان‌دهنده‌ی این باشد.
- **تخم‌مرغ:** اتفاقی که برای تخم‌مرغ می‌افتد بستگی به این دارد که تخم‌مرغ از کدام سمتش به دست ما برخورد کند. اگر از سمت کناره‌ی آن با دست ما برخورد کند که در نهایت نجات نمی‌یابد. دلیلش هم این است که تخم‌مرغ یک ماده‌ی همسانگرد نیست. یعنی فشار و کشش را به یک اندازه تحمل نمی‌کند.
- **گوجه:** گوجه از هر سمتی به دست ما برخورد می‌میرد. نجات نمی‌یابد. دلیل آن هم این است که یک جسم سخت نیست. نسبت به سنگ به راحتی می‌توان به آن نیرو وارد کرد و مولکول‌های آن را به یک‌دیگر نزدیک کرد. در واقع نیروهای کشسانی در آن خیلی قوی نیستند. به عبارت دیگر نیروهای بین مولکولی آن نسبت به سنگ قوی‌تر نیستند و وارد شدن یک نیروی زیاد در یک زمان کم، می‌تواند باعث له شدن آن شود.

پاسخ اصلی: نجات نمی‌یابد. زیرا در یک مدت زمان کوتاه نیروی زیادی به آن وارد می‌شود که نیروهای بین مولکولی آن تحمل چنین نیرویی را در مدت زمان کم ندارند.

### ۲.۱ سؤال دوم

- **یک قطعه سنگ:** آن را درون یک استوانه‌ی مدرجی که تا یک اندازه‌ی مشخص آب در آن وجود دارد می‌اندازیم. اختلاف ارتفاع آب در حالت قبل و بعد از انداختن سنگ حجم سنگ را نشان می‌دهد.
- **یک تکه نان:**

- **یک بادکنک:** کافیست جرم بادکنک خالی از باد را اندازه‌گیری کرده، بعد درون آن تنها با استفاده از یک پمپ (چرا؟) از هوا پر کرده، باز جرم آن را اندازه‌گیری کنیم. چگالی هوا نیز یک هزارم چگالی آب است. یعنی یک کیلوگرم بر مترمکعب! از آن جا می‌توان حجم هوای درون بادکنک را اندازه‌گیری کرد.
- البته می‌توان از آب هم در این آزمایش استفاده کرد. اما باید توجه کنیم که در هر دو روش از جرم بادکنک باید صرف‌نظر کنیم!
- **یک برگه کاغذ A4:** کافیست یک بسته‌ی مثلاً 500 تایی از این نوع کاغذ را بر روی هم گذاشته، طول و عرض و ارتفاع آن را در هم ضرب کرده و بعد تقسیم بر تعداد آن‌ها بکنیم.
- **یک متر نخ:** می‌توانیم به‌طور مثال 50 متر از این جنس نخ را به‌صورت یک توپ در آورده و آن را درون یک استوانه‌ی مدرج بیندازیم! حجم جابه‌جا شده را تقسیم بر طول نخ انتخاب شده بکنیم و آن‌گاه حجم یک‌متر نخ به‌دست می‌آید.

### ۳.۱ سؤال سوم

چون نمک در روغن حل نمی‌شود (یا خیلی خیلی کم حل می‌شود) بنابراین برای اندازه‌گیری حجم یک مقدار نمک بهتر است از استوانه‌ی مدرج حاوی روغن استفاده کنیم. چرا که نمک ریخته شده در آن حجم اشغال می‌کند. در صورتی که نمک ریخته شده در آب، حل شده و فضای خالی بین مولکول‌های آب را اشغال می‌کند!

### ۴.۱ سؤال چهارم

چون اساس کار ترازوی دوکفه‌ای بر مقایسه‌ی اجرام است، بنابراین ترازوی دوکفه‌ای را در هر جا که باشیم می‌توانیم به‌کار ببریم. اما چون اساس کار ترازوی فنری اندازه‌ی نیروی وارد بر جسم از طرف سیاره است، بنابراین در ماه چنین ترازویی تقریباً  $1/6$  وزن جسم را نشان می‌دهد. بنابراین ترازوی دوکفه‌ای بر روی ماه درست کار می‌کند.

### ۵.۱ سؤال پنجم

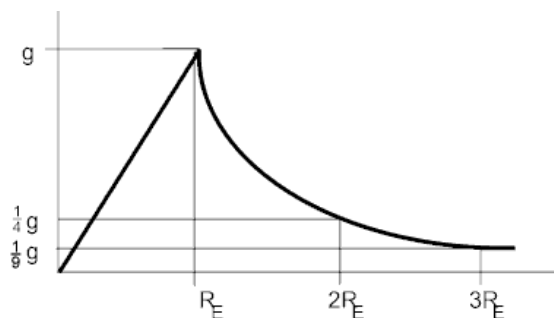
می‌توانیم یک فنر با ضریب سختی مشخص به آن ببندیم و بعد از ایجاد یک سرعت ثابت در جرم، تغییر طول فنر را نیز اندازه بگیریم. از تساوی انرژی جنبشی جسم با انرژی پتانسیل کشسانی، جرم جسم به دست می‌آید.

### ۶.۱ سؤال ششم

بر اساس نمودار زیر و محاسبات، نیروی وزن در مرکز زمین صفر می‌شود. اگر به سمت داخل زمین حرکت کنیم، نیروی وارد بر ما از طرف زمین با شعاع زمین رابطه‌ی مستقیم دارد. بنابراین اگر در درون یک چاه عمیق بیفتیم، نیروی وزن در ته چاه از نیروی وزن در روی زمین کم‌تر است.

### ۷.۱ سؤال هفتم

محاسبات نشان می‌دهد که دلیل آن، این است که شعاع ماه 0.27 شعاع زمین است.



شکل ۱: نمودار افزایش  $g$  بر حسب فاصله از مرکز زمین

### ۸.۱ سؤال هشتم

اصل تمام تغییرات در طبیعت انرژی است. در واقع انرژی توانایی تغییر و تحول است. اما واسطه‌ی این تحول نیرو است. در بسیاری از پدیده‌ها مثل سوختن شمع و یا بنزین، خوردن غذا و کسب انرژی، سبز شدن گیاهان در اثر نور خورشید و ... تبدیل انرژی صورت می‌گیرد. در این پدیده‌ها ممکن است بتوانیم نیروهای بین مولکولی و نیروهای وارد بر مولکول‌ها از طرف یکدیگر (مثل گرم شدن آب و یا دمای اتاق بر اثر جنبش مولکول‌ها و برخورد این مولکول‌ها با یکدیگر و ایجاد فشار) را در برخی از این پدیده‌ها دخیل بدانیم. در هر حال انرژی اصل و پایه‌ی این تغییرات است.

### ۹.۱ سؤال نهم

تا زمانی که تغییر و تحولی رخ ندهد، نیرو نمودی پیدا نمی‌کند. بنابراین چیزی که می‌شود ذخیره کرد، انرژی است نه نیرو. نیرو یک واسطه‌ی نمایش تغییر است. وقتی انرژی شروع به تبدیل شدن و یا ذخیره شدن می‌کند، نیرو نمود پیدا می‌کند. ضمن این‌که از روی تعریف انرژی و نیرو می‌توان به این پی برد که نیرو عامل به‌وجود آوردن شتاب است که شتاب نیز قابل ذخیره کردن نیست. برای مثال این انرژی پتانسیل گرانشی است که به‌خاطر اختلاف ارتفاع جسم از سطح زمین در جسم ذخیره می‌شود، نه شتابی که جسم بعد از رها شدن از آن ارتفاع کسب می‌کند.

### ۱۰.۱ سؤال دهم

در سؤال‌های قبل توضیح داده شده است.

### ۱۱.۱ سؤال یازدهم

پدیده کِشند یا جزر و مد اساساً زاینده نیروی گرانش کره ماه است، آشکار است که دریاها در سنجش با خشکی‌های زمین نرمش‌پذیری بیشتری دارند و از این روی در برابر نیروی کشش ماه کمتر ایستادگی می‌کنند، به همین مناسبت توده‌های آب در زیر پای ماه انباشته می‌گردند و پدیده‌ای را به نام «برکشند» (مد) ایجاد می‌کنند.

### ۱۲.۱ سؤال دوازدهم

طبق محاسبات.

### ۱۳.۱ سؤال سیزدهم

آجر به نسبت توپ فوتبال جسم سخت‌تری است. بدین معنا که نیروهای بین مولکولی آن از نیروهای بین مولکولی توپ قوی‌ترند. توپ فوتبال از جنس لاستیک است و کشسان است. برای همین هنگام ضربه قسمتی از توپ فرو می‌رود و باعث می‌شود پای ضربه‌زننده درد نیاید. می‌توان یک مقایسه بین زمین خوردن و در آب افتادن نیز انجام داد. نیروهای بین مولکولی آب ضعیف‌تر از نیروهای بین مولکولی زمین است و باعث می‌شود وقتی در آب میفتیم بدنمان درد نگیرد.

### ۱۴.۱ سؤال چهاردهم

زمانی که به فرض ضربه می‌زنیم، این ضربه ناگهانی است و با نیروی زیادی اعمال می‌شود. بنابراین ذرات که در فرش بوده‌اند تمایل به حفظ حالت خود دارند. بنابراین در سر جای خود می‌مانند. اما فرش توسط نیروی وارده، به سمتی دیگر می‌رود و بنابراین ذرات از فرش خارج می‌شوند. این مشابه ترمز کردن راننده‌ی ماشین و پرت شدن مسافر به جلو می‌باشد. مسافر تمایل دارد حرکت خود را حفظ کند (به همان سرعت و شتاب ماشین) به‌خاطر همین زمانی که ماشین از حرکت باز می‌ایستد مسافر به جلو پرتاب می‌شود. این را قانون اول نیوتن می‌گوییم.

### ۱۵.۱ سؤال پانزدهم

ذرات آبی که در روی بدن خرس قطبی قرار دارند، تمایل به حفظ حالت خود، یعنی ماندن روی بدن خرس دارند. زمانی که خرس بدن خود را به صورت ناگهانی تکان می‌دهد، این ذرات هنوز تمایل به حفظ حالت خود دارند. بنابراین از بدن خرس جا می‌مانند. مانند سؤال قبل این سؤال نیز مصداقی از قانون اول نیوتن است.

### ۱۶.۱ سؤال شانزدهم

این مسابقه برخلاف اسمش، طناب‌کشی نیست بلکه مسابقه‌ی گروه‌کشی است! یعنی به‌جای نیروهای وارد به طناب باید نیروهای وارد به گروهی که شکست خورده است را بررسی کنیم. پس برای بررسی علت حرکت یک گروه باید به بررسی نیروهای وارد بر آن پردازیم.

نیروهای وارد به گروه الف عبارت است از نیروی کشش گروه ب که از طریق طناب به آن‌ها منتقل می‌شود و همچنین نیروی اصطکاک بین کفش افراد گروه الف با زمین. نیروهای وارد بر گروه ب نیز همین دو نیرو خواهد بود. حال اگر وزن یکی از گروه‌ها کمتر از وزن گروه دیگر باشد نیروی اصطکاک آن نیز کمتر خواهد بود. زیرا نیروی اصطکاک رابطه مستقیم با نیروی عمود بر سطح دارد. فرض کنید بین دو گروه الف و ب، گروه ب شکست بخورد و گروه الف بتواند آن را به سمت خود بکشد در این صورت نیروهای وارد به گروه ب عبارت است از:

۱. نیروی کشش گروه الف

۲. نیروی اصطکاک

چنان‌که برآیند این دو نیروی وارد به گروه ب مساوی و در خلاف جهت هم باشد، گروه ب هرگز حرکت نخواهد کرد. اما اگر یکی از این نیروها بزرگتر از دیگری باشد گروه ب به سمت آن نیرو به حرکت درمی‌آید. یعنی در این مثال، زمانی که نیروی کشش گروه الف بر نیروی اصطکاک نیروی ب غلبه کند آن را به سمت خود می‌کشد.

### ۱۷.۱ سؤال هفدهم

این مسئله را به دو صورت می‌توان حل کرد:

۱. **روش اول:** می‌توان تنها نیروهای وارد بر گاری یا تنها نیروهای وارد بر اسب را بررسی کرد. به اسب علاوه بر نیروی وارد از طرف گاری (که بر اساس قانون سوم نیوتن، برابر نیروی وارده از طرف اسب به گاری و در خلاف جهت آن است)، نیروی اصطکاک پاهای اسب با زمین نیز وارد می‌شود که این نیرو از نیروی وارد به اسب از طرف گاری بزرگ‌تر است. به گاری هم علاوه بر نیرویی که اسب به آن وارد می‌کند، نیروی اصطکاک نیز وارد می‌شود که این نیرو از نیروی وارده از طرف اسب به گاری کم‌تر است. پس گاری همراه اسب حرکت می‌کند.

۲. **روش دوم:** می‌توان نیروی وارد بر اسب و گاری را به‌طور هم‌زمان بررسی کرد.

وقتی قرار است اسب و گاری با یکدیگر حرکت کنند، باید برآیند نیرویی به سمت جلو به این مجموعه وارد شود. نیرویی که اسب به گاری وارد می‌کند برابر نیرویی است که گاری به اسب وارد می‌کند و این دو نیرو هم‌دیگر را خنثی می‌کنند.

اما پای اسب و چرخ‌های گاری با زمین اصطکاک دارند. اصطکاک که از طرف زمین به اسب وارد می‌شود به سمت جلوست و ضمناً از نیروی اصطکاک که زمین به چرخ‌های گاری وارد می‌کند و به سمت عقب است، بیش‌تر است. بنابراین مجموعه‌ی گاری و اسب به سمت جلو حرکت می‌کنند. اگر گاری و چرخ نداشت ممکن بود اسب هرچه‌قدر هم گاری را می‌کشید، گاری حرکت نکند؛ چرا که اصطکاک آن با زمین زیاد می‌شد.

### ۱۸.۱ سؤال هیجدهم

با این‌که دو نیروی عمل و عکس‌العمل مساوی، خلاف جهت و در یک راستا هستند و هم‌چنین در یک زمان به وجود می‌آیند، چون به دو جسم وارد می‌شوند؛ هیچ‌گاه یک‌دیگر را خنثی نمی‌کنند. دو نیرو در صورتی یک‌دیگر را خنثی می‌کنند که با یک‌دیگر مساوی باشند و نیز در یک زمان در خلاف جهت هم به یک جسم وارد شوند. اما در بررسی یک مسئله و برای حل آن، تنها نیروهای عمل را در نظر می‌گیریم و یا تنها نیروهای عکس‌العمل را.

### ۱۹.۱ سؤال نوزدهم

هیچ جسمی نمی‌تواند به خودش نیرو وارد کند. به‌طور مثال زمین هیچ‌گاه خودش به خودش نیروی گرانش وارد نمی‌کند. و یا هیچ جسمی به خودش نیروی وزن خودش را وارد نمی‌کند. بنابراین در این مسئله چون فرد در حال وارد کردن نیرو به خودش می‌باشد، موفق به نجات خود نمی‌شود. دلیل این‌که نیاز به کمک در چنین شرایطی داریم همین است: خودمان نمی‌توانیم با وارد کردن نیرو به خودمان، از غرق شدن نجات پیدا کنیم.

### ۲۰.۱ سؤال بیستم

زمانی که ماشین سنگین می‌شود، در واقع وزن آن بیش‌تر می‌شود. نیروی عمودی سطح نیز که در اصطکاک تأثیر دارد، با بیش‌تر شدن وزن، در شرایط یک‌سان، بیش‌تر می‌شود. بنابراین با افزایش نیروی اصطکاک در چنین شرایطی حرکت آسان می‌شود. حال اگر نیروی محرکه به چرخ‌های عقب وارد شود، به‌تر است برای این‌که نیروی اصطکاک را بر چرخ‌های عقب بیش‌تر کنیم، نیروی عمودی سطح را با بیش‌تر کردن نیروی وزن بر چرخ‌های عقب، افزایش دهیم تا لاستیک‌ها درجا نزنند. اگر نیروی محرکه بر چرخ‌های جلو وارد شود نیز باید وزن را در جلوی ماشین افزایش دهیم.

### ۲۱.۱ سؤال بیست و یکم

- اصطکاک به عنوان نیروی مفید: راه رفتن، روشن شدن کبریت، حرکت کردن ماشین، مسواک زدن، تولید گرما به وسیله مالش دست‌ها به هم، پاک کردن شیشه‌ها با دست‌مال اصطکاک به عنوان نیروی غیر مفید: اصطکاک بین سیلندر و پیستون در ماشین،

### ۲۲.۱ سؤال بیست و دوم

#### ۱.۲۲.۱ شکل سمت چپ

به دلیل این که محفظه خالی است و در ته رودخانه قرار دارد، آب تمایل به پر کردن این فضا دارد. بنابراین آب از سوراخی که در سمت راست محفظه ایجاد شده است، به داخل محفظه وارد می‌شود و به محفظه نیرویی به سمت چپ وارد می‌کند. محفظه هم به آب نیرویی به سمت راست وارد می‌کند. بنابراین محفظه و لاک پشت درون آن به سمت چپ حرکت می‌کند.

#### ۲.۲۲.۱ شکل سمت راست

به دلیل این که آب تمایل دارد در پتانسیل گرانشی کم‌تر قرار بگیرد، از سوراخی که در سمت چپ محفظه قرار دارد به بیرون می‌ریزد. بنابراین به محفظه نیرویی به سمت راست وارد می‌کند. محفظه هم به آب نیرویی به سمت چپ وارد می‌کند. بنابراین محفظه به سمت راست حرکت می‌کند.

### ۲۳.۱ سؤال بیست و سوم

آقای پهلوان نیرویی که به طناب وارد می‌کند تنها در راستای افق است. بنابراین هیچ مؤلفه‌ی عمودی ندارد. نیرویی که به وزنه از طرف زمین وارد می‌شود، کاملاً عمودی و به طرف پایین است. بنابراین نیروی دست پهلوان نیروی وزن وارد بر وزنه را خنثی نمی‌کند و هیچ تأثیری روی آن ندارد. فرض کنید یک پشه روی یک میله‌ی فولادی بنشیند: اگر میله را از دو طرف بکشیم، هرگز نمی‌توانیم آن را صاف کنیم!

### ۲۴.۱ سؤال بیست و چهارم

طبق محاسبات سیب در فاصله‌ی بین دو سیاره و نزدیک‌تر به سیاره‌ی با جرم کوچکتر در حال تعادل می‌ماند. به این صورت که فاصله‌اش از سیاره‌ی با جرم بیشتر دو برابر فاصله‌اش از سیاره‌ی با جرم کمتر است.