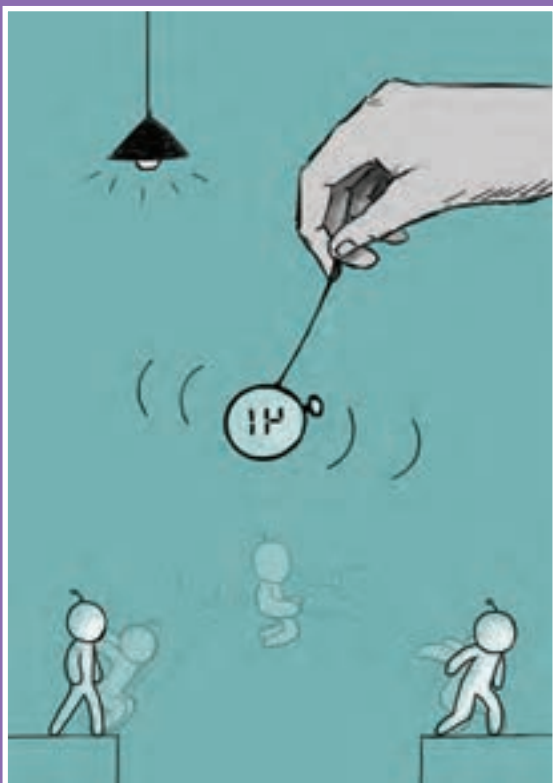


فصل اول

متحرک سازی درهم تنیده



واحد یادگیری ۱: متحرک سازی ذهنی

مقدمه

در این مبحث هنرجویان با عوامل مؤثر در فیزیک حرکت به صورت ابتدایی آشنا می‌شوند. باید در نظر داشت که این اصول فیزیک در پویانمایی، به تنهایی برای اجرای یک حرکت فیزیکی درست، کافی نیست. آنها برای هنرجویان راهنمایی خواهند بود که به درک درستی از حرکات و فیزیک برسند. متحرک‌سازها معمولاً از منابع ویدیویی استفاده می‌کنند نه اینکه آنها را کپی کنند بلکه چیزهایی را که نیاز دارند از آنها استخراج می‌کنند. بر همین اساس یکی از تمرین‌هایی که در این فصل برای هنرجویان ضروری است تحلیل و بررسی این قوانین در پویانمایی یا حتی فیلم زنده می‌باشد.

دانش افزایی

اینرسی

درک قانون اینرسی به هنرجویان کمک خواهد کرد که اجرای بهتری از دنباله حرکت و هم‌پوشانی در تمرین‌های متحرک‌سازی خود داشته باشند. برای نمونه شخصیتی که بدن خود را می‌چرخاند، مو و لباس‌های او به عقب کشیده می‌شود و این به خاطر قانون اینرسی است (یک جسم تمایل به ماندن در حالت قبلی خود را دارد مگر اینکه یک نیروی خارجی بر روی آن اثر بگذارد). همچنین زمانی که بدن شخصیت از حرکت می‌ایستد، موها و لباس‌های او تمایل به ادامه حرکت دارند (دنباله حرکت) که این عمل هم با قانون اینرسی قابل توجیه است.



یک پویانمایی کوتاه در کلاس پخش کنید و موارد اینرسی را در آن بررسی کنید. برای نمونه پویانمایی کوتاه گوفی، در سفر به آفریقا، این قوانین به خوبی در حرکت‌ها دیده می‌شود.



گوفی ترمز دستی را می‌کشد.



مقاومت اجسام به حفظ حالت قبل باعث شده است؛ ارابه به عقب کشیده شود و به نوعی نمایانگر اینرسی است.



اینرسی باعث به وجود آمدن هم پوشانی شده است.



در پویانمایی‌هایی که دیده‌اید از مواردی که به قانون اینرسی مربوط است؛ اسکرین شات (Screen shot) بگیرید.



اینرسی در چوب‌های طبل



اینرسی در حرکت برگ‌های درختان



اینرسی در کشش زمین توسط گردباد

نیرو و شتاب

برای درک بهتر این مطلب توسط هنرجویان بهتر است عوامل تأثیرگذار دیگر بر نیرو و شتاب حرکت اجسام، مانند اصطکاک و یا جرم را هم توضیح داد. بدون در نظر گرفتن این عوامل، این ارتباط بین نیرو و جابه‌جایی وجود دارد که هرچه نیرو بیشتر باشد میزان جابه‌جایی جسم هم بیشتر است.

فرض کنید وقتی یک ماشین با سرعت یکنواخت در راه است و برآیند نیروها در این شرایط صفر است، به محض اینکه با فشار پدال گاز، نیروی بیشتری به آن وارد شود، شتاب آن نیز بیشتر می‌شود. در این حالت برای اینکه شتاب آن کمتر شود نیروی دیگری باید وارد شود مثلاً با فشار دادن پدال ترمز و وارد ساختن نیروی مخالف می‌توان شتاب را کم کرد.

عمل و عکس‌العمل

مفهوم اساسی در قانون سوم نیوتن این است که هیچ نیروی یک طرفه‌ای در طبیعت وجود ندارد. هر نیرویی که در محلی باشد؛ قطعاً نیروی دیگری با همان اندازه و در جهت مخالف آن وجود دارد. یعنی نیروهای موجود در طبیعت همواره به صورت دوطرفه هستند. وقتی شخصی با یک جسم و یا شخصی دیگر برخورد نماید، این اصل از فیزیک اتفاق می‌افتد. یعنی هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند جسم دوم نیز نیرویی به همان مقدار ولی در خلاف جهت بر جسم اول وارد می‌کند.

مثال ۱: فردی در حال هل دادن یک مانع بزرگ است. او به مانع نیرو وارد می‌کند و مانع هم همین مقدار نیرو را به او وارد می‌کند.

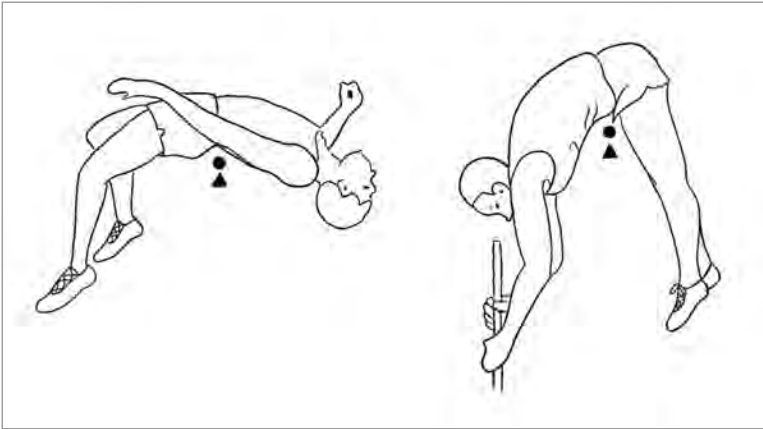
مثال ۲: فردی را در نظر بگیرید که طنابی را در دست دارد و آن را می‌کشد و نیرویی از دست شخص بر طناب وارد می‌شود. عامل واردکننده این نیرو، دست شخص و جسمی که نیرو بر آن وارد می‌شود طناب است. متقابلاً طناب نیز در محلی که با دست وی در تماس است نیرویی به دست وارد می‌کند. با آزمایش درمی‌یابیم که هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند جسم دوم نیز همواره نیرویی به جسم اول وارد می‌کند، این دو نیرو از نظر بزرگی، مساوی، ولی از نظر جهت، مخالف هم هستند.

جاذبه و جرم اجسام

از آشناترین نمودهای جاذبه، سقوط اجسام به سمت زمین و یا جذب وزن اشیای فیزیکی و به کارگیری نیروی تمایل دهنده رو به پایین بر آنها است. این تأثیر در متحرک‌سازی باعث قوانین زمان‌بندی و فاصله‌گذاری می‌شود به طوری که هنگام سقوط یک جسم، هر چه جسم به سطح زمین نزدیک‌تر شود، شتاب بیشتری می‌گیرد و فاصله بین فریم‌ها کمتر می‌شود.

مرکز ثقل

برای تفهیم این موضوع به هنرجویان بهتر است از مثال استفاده شود. از آنها بخواهید یک قاشق را روی انگشت خود نگه دارند و نقطه‌ای را که قاشق به تعادل می‌رسد پیدا کنند. این نقطه، مرکز ثقل است. مبحث مرکز ثقل برای بدن انسان با توجه به تنوع حرکات، کمی متفاوت است و حتی در بسیاری از حرکات ممکن است مرکز ثقل به خارج از بدن انسان هدایت شود.



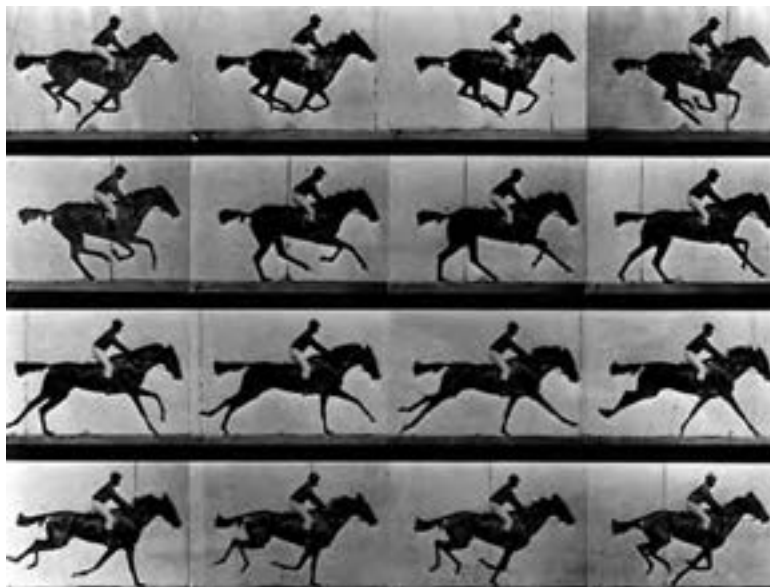
خطای دید

هدف از مبحث خطای دید، درک بهتر هنرجویان از مفهوم توهم حرکتی است که فریم‌های پشت سر هم ایجاد می‌کنند. بهتر است از وسایل خطای دید مانند فیلیپ‌بوک یا زئوتروپ برای آموزش این مفهوم استفاده شود.

فریم

فریم اصطلاحاً به معنی قاب تصویر است و نمایش تند و پیوسته فریم باعث ایجاد توهم حرکت می‌شود. برای درک مفهوم فریم برای هنرجویان بهتر است از فیلیپ‌بوک استفاده شود.

تاریخچه کشف تصاویر پشت سر هم به ادوارد مایبریج می‌رسد، او موفق به عکس‌برداری پشت سر هم از دویدن اسب شد. این عکس‌های متوالی توسط ۲۴ دوربین پشت‌سرهم گرفته شد. دوربین‌ها به موازات حرکت اسب در یک مسیر مستقیم قرار داده شد و شاتر هر دوربین به وسیله سیمی که با سم اسب در ارتباط بود کنترل می‌شد. هر تصویر در یک هزارم ثانیه برداشت می‌شد و در آخر، تصاویری خلق شد که حرکت دویدن اسب را به صورت متوالی نشان می‌داد.



پویانمایی کامل و محدود

پویانمایی محدود شامل استفاده از نقاشی‌هایی با جزئیات کمتر و با سبک خاصی است که شیوه حرکات در آنها معمولاً تکه تکه یا غیر روان است. انیمه‌های تولیدشده در ژاپن با استفاده از پویانمایی محدود، تولیدات خود را به بازار جهانی پویانمایی عرضه می‌کنند. کاربرد اصلی پویانمایی محدود، تولید محتوای پویانمایی مقرون به صرفه برای رسانه و تلویزیون و بعد از آنها اینترنت بوده است. پویانمایی کامل، حرکت پیوسته با حداقل سیکل‌های حرکتی را به کار می‌برد، درحالی که پویانمایی محدود تا حد زیادی به استفاده از سیکل‌های حرکتی و یا فاقد حرکت تمایل دارد.

واحد یادگیری ۲: متحرک سازی عینی

زمان بندی (Timing)

زمان بندی اولین اصل متحرک سازی پویانمایی برای بیان حالات و شرایط مختلف است، ولی این بدان معنی نیست که یک زمان بندی مشخص برای بیان یک حالت، می تواند به صورت یک فرمول عام برای بیان شرایط و حالات دیگر باشد. زمان بندی، هم برای واقعی نشان دادن حرکات در پویانمایی مهم است و هم برای روایت داستانی آن با ریتم مناسب. زمان بندی مناسب باعث زیبایی حرکت شما خواهد شد.

شیوه تدریس

بهتر است برای هنرجویان با مثال توضیح داده شود که زمان بندی های متفاوت در متحرک سازی اشیا یا شخصیت ها را با هم مقایسه کنند. همان طور که در تصویر زیر می بینید زمان بندی متحرک سازی دونالد داک متفاوت از متحرک سازی نوازنده ساکسیفون است. دونالد داک حرکات تند و سریعی دارد ولی حرکات نوازنده ساکسیفون کند و آرام تر است.



حرکات تند شونده و کند شونده (Slow in and slow out)

فریم‌هایی با فاصله‌گذاری زیاد، حرکت را سریع‌تر و فریم‌هایی با فاصله‌گذاری کم، حرکت را کندتر خواهند کرد. هنگامی که حرکتی شروع می‌شود، با فریم‌های زیاد در ابتدای آن، باعث نرمی در شروع و با اجرای طراحی‌های زیاد در انتهای حرکت، باعث نرمی در انتهای حرکت خواهید شد. اجرای ۲ یا ۳ فریم در مابین این حرکت باعث تندی آن خواهد شد.

حل تمرین



متحرک‌سازی یک آونگ را که در یک ثانیه یک رفت و برگشت دارد، انجام دهید.



حل تمرین

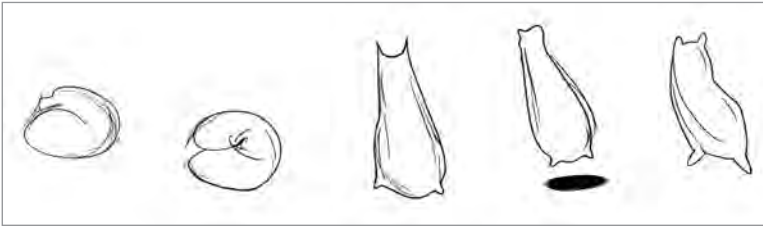


حرکات کندشونده و تندشونده را در یک پویانمایی بررسی کنید.



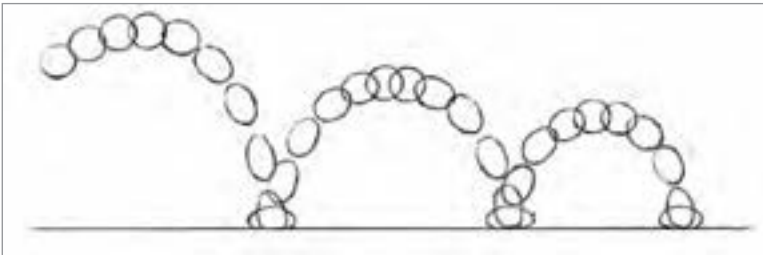
فشردگی و کشیدگی (Squash and Stretch)

یکی از قوانین تکنیکی، فشردگی و کشیدگی می‌باشد. این تکنیک اتفاقات زیادی را در متحرک‌سازی شامل می‌شود، چه سقوط یک شیء و برخورد آن با زمین و چه حرکات و میمیک چهره شخصیت، و هر چه اغراق آن بیشتر باشد طنز کار نیز بیشتر می‌شود. استفاده به جا و مناسب از این اصل، حرکت را تقویت می‌کند. در دنیای فیزیکی واقعی، قانون مهم در مورد فشردگی و کشیدگی این است که حجم شیء هیچ‌گاه کم یا زیاد نمی‌شود و بنابراین اگر یک شیء در جهت بُردار X فشرده می‌شود، باید در جهت بُردار Y کشیده شود تا حجمش ثابت بماند.



قوس‌ها (Arcs)

اغلب حرکات انسان و حیوانات در یک مسیر قوسی انجام می‌شود که هنگام متحرک‌سازی باید به این مسئله دقت شود. شدت قوس در تعیین سرعت حرکت شخصیت مؤثر است. شخصی که با حالت خوشحالی راه می‌رود، حرکت قوسی بیشتری دارد نسبت به شخصی که با حالت خستگی راه می‌رود. این موضوع را در چرخش دست، حول مفصل و یا یک شیء که پرتاب شده و در یک مسیر قوسی در حال حرکت است؛ می‌توان مشاهده نمود.



پیش حرکت (Anticipation)

پیش حرکت، قانونی است که برای آماده‌کردن بیننده و نیز قابل‌باور کردن متحرک‌سازی ضروری است. البته می‌توان گفت شخصیت گاهی برای گرفتن

انرژی در شروع حرکت، ابتدا در جهت مخالف آن حرکت عمل می کند که خود به نوعی آماده سازی بیننده برای شروع حرکت است. به عنوان مثال یک پرتاب کننده توپ بیس بال قبل از پرتاب تا حد ممکن به عقب خم شده و دستی که با آن توپ را گرفته به عقب می برد.



اگر در صحنه ای تمام اشیای درون آن ثابت است و یکی از آنها به طور ناگهانی حرکت کند، تمام چشم ها تقریباً ثانیه بعد به آن جلب خواهد شد. در واقع حرکت، نشان جلب توجه است. لازم نیست انتظار حتماً به صورت فیزیکی بیان شود. بلکه مثلاً شخصیتی که به بیرون صفحه نمایش نگاه می کند، انتظار وقوع رخدادی را در بیننده بر می انگیزد.

در بعضی موارد می توان در جایی که انتظار پیش حرکت می رود، آن را حذف کرد. این عمل باعث ایجاد حسی از غافلگیر شدن در بیننده می کند و اغلب بار کمدی کار را بالا می برد.

شیوه تدریس

۱ پیشنهاد می شود برای درک بهتر قوانین فیزیکی، آموزش همراه با آزمایش های مربوط به آن قانون انجام شود. برای مثال در بحث نیرو و شتاب از هنرجویان خواسته شود اجسام را با وزن های متفاوت هل دهند و شتاب آنها را با هم مقایسه کنند و یا حتی عمل و عکس العمل را در این آزمایش بررسی کنند.

۲ برای تحلیل و بررسی قوانین در پویانمایی بهتر است هنگام پخش فیلم با دستگاه پروژکتور در زمان هایی که داستان به قوانین مربوطه فیزیکی یا قوانین پویانمایی می رسد، پخش را متوقف کرده و از هنرجویان خواسته شود قوانین

صحنه مورد نظر را شرح دهند و با یکدیگر در این مورد گفت‌وگو شود. گاهی یکی از هنرجویان به طور داوطلب این کار را انجام دهد به طوری که خود هنرجو مسئولیت هدایت، پخش و توضیح قوانین را بر عهده بگیرد.

۲ برای تمرین‌های متحرک‌سازی بهتر است در جلسه‌های ابتدایی، به آماده‌سازی کاغذها برای متحرک‌سازی پرداخته شود و مطابق فریم‌های متحرک‌سازی پویانمایی با پنچ‌های مخصوص آنها را آماده کنند. سپس یکی از تمرین‌های اولیه را با کاغذهایی که هنرجویان آماده کرده‌اند روی میز نور مخصوص انجام دهند.

ترکیب تصاویر و خروجی از فریم‌ها

مقدمه:

همان‌طور که در مباحث به آن پرداخته شد؛ ابتدا مباحث اولیه فیزیک و در ادامه، قوانینی از پویانمایی که این مباحث فیزیکی به کمک آنها می‌آیند، آورده شده است. آموزش مباحث فیزیک به هنرجویان کمک می‌کند که نه تنها درک بهتری از حرکت و چگونگی جابه‌جایی اجسام داشته باشند بلکه قوانین پویانمایی را به‌درستی دریابند و متحرک‌سازی قابل باورتری ارائه دهند. این قوانینی که هنرجویان خواهند آموخت در تمام موارد متحرک‌سازی کاربرد دارند؛ از زمین‌خوردن یک توپ تا حرکات پیچیده‌تر مانند درگیری دو شخصیت با هم.

مواد و تجهیزات: نرم‌افزارهای TV Paint و KM Player، رایانه.

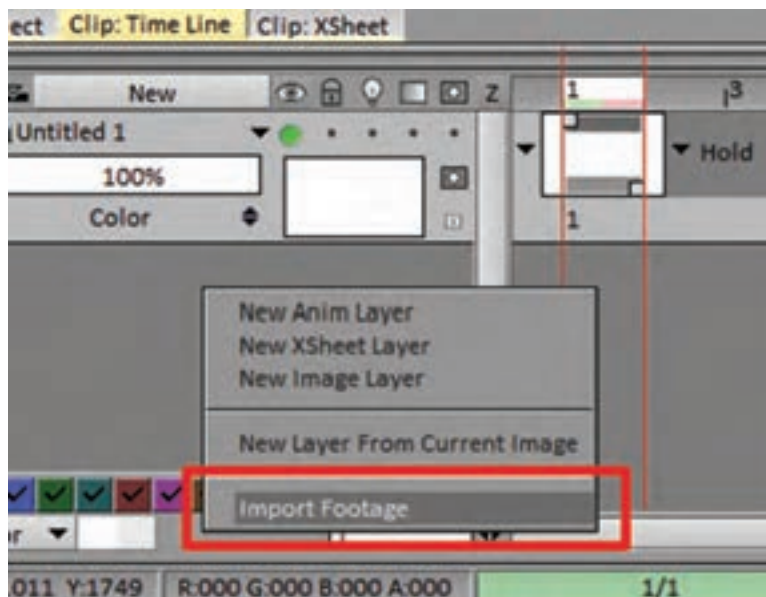
دانش افزایی

بررسی فریم به فریم پخش پویانمایی

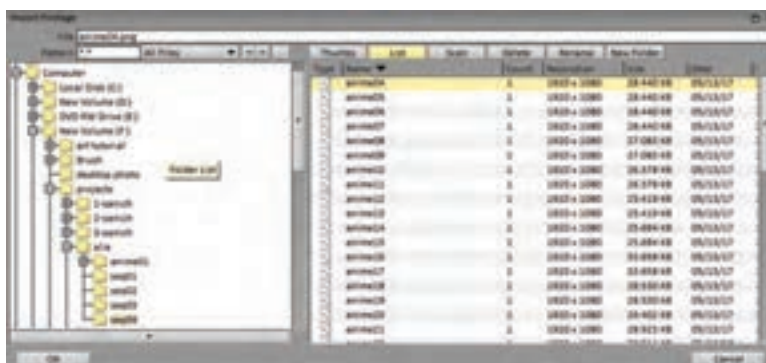
برای تحلیل فیلم‌هایی که در کلاس پخش می‌شود بهتر است از نرم‌افزارهای پخش ویدئو مانند KM Player استفاده شود. برای بررسی نمونه‌های موردی که نمایانگر قوانین فیزیک یا قوانین پویانمایی است به صورت فریم به فریم می‌توان با فشردن کلید F در هر دفعه، فیلم را یک فریم جلو برد.

نحوه چیدمان فریم‌ها در نرم‌افزار TV Paint:

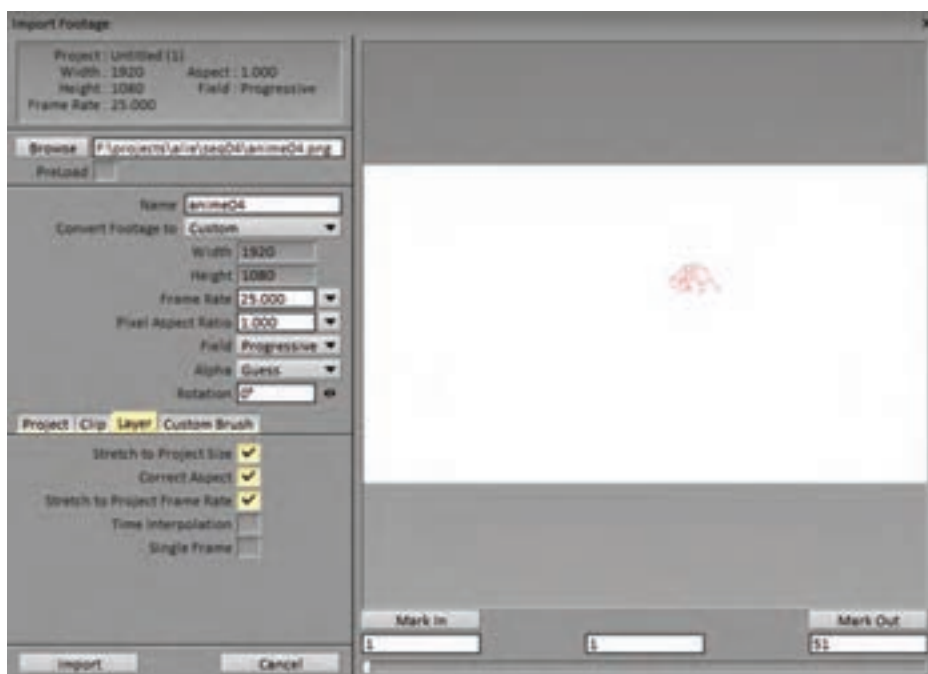
۱ برای وارد کردن فریم‌ها در نرم‌افزار، در پنل time line راست کلیک می‌کنیم، پنجره کوچکی مطابق تصویر زیر باز می‌شود. بر روی گزینه Import Footage کلیک می‌کنیم.



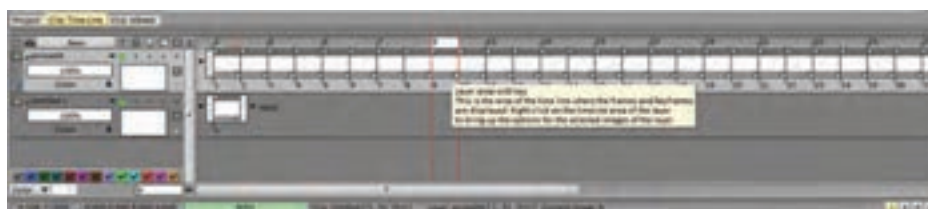
۲ پنجره‌ای مطابق تصویر زیر باز می‌شود، فولدري را که فریم‌ها در آن قرار دارند انتخاب می‌کنیم. باید توجه داشت که فریم‌ها باید به ترتیب اعداد باشند. روی اولین فریم که دبل کلیک کنیم تمامی فریم‌های پشت سر هم وارد نرم‌افزار می‌شوند.



۳ بعد از انتخاب فریم‌ها پنجره‌ای مطابق تصویر زیر باز می‌شود، frame rate باید روی ۲۵ فریم بر ثانیه باشد. روی دکمه import کلیک می‌کنیم.



۴ فریم‌ها مطابق تصویر زیر در time line قرار می‌گیرند.



نحوه خروجی گرفتن از نرم افزار TV Paint:

۱ برای خروجی گرفتن از نرم افزار TV Paint ابتدا از منوی File گزینه، Export to را انتخاب می کنیم، با این انتخاب پنجره زیر باز می شود.



۲ دقت داشته باشید که گزینه sequence انتخاب شده باشد. برای خروجی گرفتن به صورت فیلم، فرمت AVI پیشنهاد می شود.



۳ بعد از انتخاب فرمت پخش، برای ذخیره شدن فایل، آدرس محل را وارد می‌کنیم و دکمه Export را کلیک می‌کنیم.



فصل دوم

متحرک سازی مفصلی



واحد یادگیری ۳: حرکت مفاصل ساده

مقدمه

هدف از یادگیری مفاصل، آن هم به شکل ساده این است که هنرجو با ساده‌ترین اشکال می‌تواند حس حرکت و وزن را ایجاد کند. ساده‌سازی می‌تواند شروع خوبی باشد برای آنکه تمامی هنرجویان چه کسانی که طراحی‌شان خوب است و چه کسانی که از نظر طراحی ضعیف هستند آن را فرا بگیرند. هدف از یادگیری متحرک‌سازی، حس حرکت و زمان‌بندی درست است و با ساده‌سازی همه می‌توانند آن را فراگیرند. در این فصل شاید حرکات، پیچیده باشد؛ اما هنرجویان با ساده‌ترین اشکال مانند دایره و مستطیل هنرجویان می‌توانند این حرکات پیچیده را شبیه‌سازی کنند.

مواد و تجهیزات: مداد، پاک‌کن، پین، کاغذ پوستی، میز نور، کاتر (تیغ موکت‌بری)، تخته شاسی.

دانش افزایی

مرکز ثقل

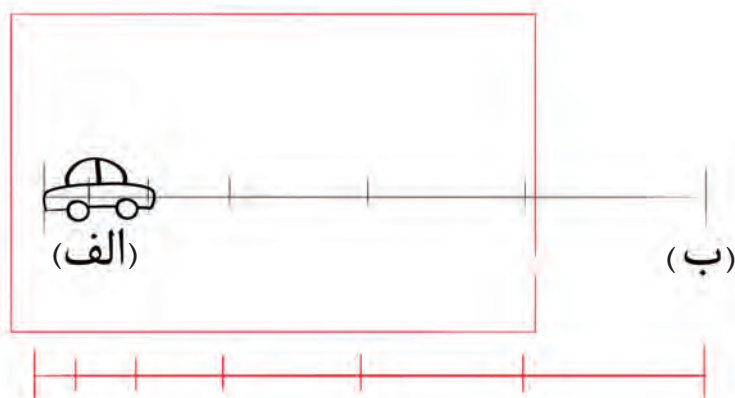
مفاصل مانند مرکز ثقل عمل می‌کنند و طبق تعریف هر جسم حول مرکز خود می‌چرخند و هر آنچه به مفصل متصل باشد حول مرکز آن مفصل به گردش در می‌آید. در مثال مداد و فاصله بین دو انگشت دست، می‌توان گفت هرگاه برآیند نیروهای وارده بر یک جسم صفر باشد، آن جسم در حال تعادل خواهد بود و در نتیجه مرکز ثقل ما همان‌جا می‌باشد.

ساده‌ترین شکل ممکن در تمرین پیدا کردن مرکز ثقل در کلاس، استفاده از خودکار است. یک بار بدون درب خودکار و بار دیگر همراه با آن، هر دو را علامت‌گذاری و با هم مقایسه کنید.

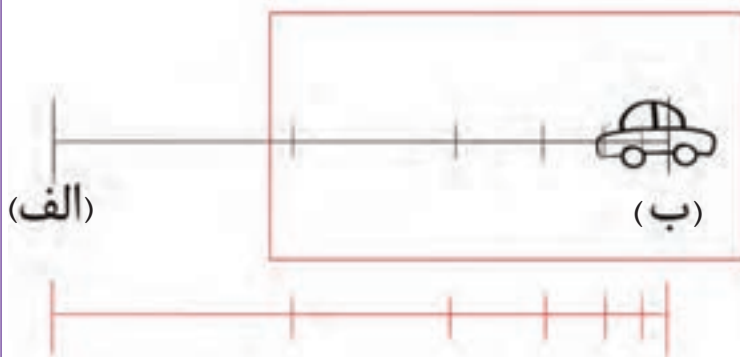
نکته



قبل از شروع مباحث بعدی بهتر است مثالی از نمودار تندشونده و کندشونده بزنیم. فرض کنید شما در اتاق و در کنار پنجره ایستاده اید و ماشین همسایه را می بینید که گوشه خیابان پارک است. همسایه ماشین را روشن کرده و به سمت راست حرکت می کند و از نقطه دید شما دور می شود. اتفاقی که در اینجا می افتد این است که ماشین از سرعت صفر شروع و با تعویض دنده ها (۱-۲-۳) سرعت می گیرد و از کادر خارج می شود. نموداری که برای آن در نظر می گیریم از کند به تند می باشد مانند شکل زیر:



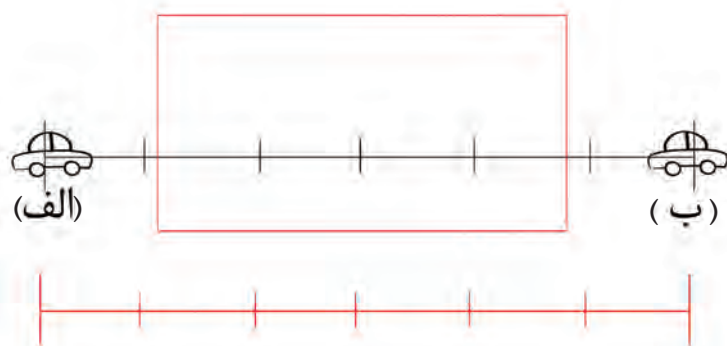
شما همچنان در کنار پنجره ایستاده اید ماشین دیگری از چپ کادر وارد می شود و در گوشه سمت راست می ایستد؛ ماشین رفته رفته سرعت خود را کم می کند تا به صفر برسد. این همان نمودار کندشونده است مانند شکل زیر:



اگر ماشین مشکل جای پارک داشته باشد و از سمت چپ کادر حرکت کند و در سمت راست کادر بایستد، نمودار حرکتی آن تند شونده و کند شونده می شود یعنی شروع و پایان حرکت را می توان در تصویر دید مانند شکل زیر:

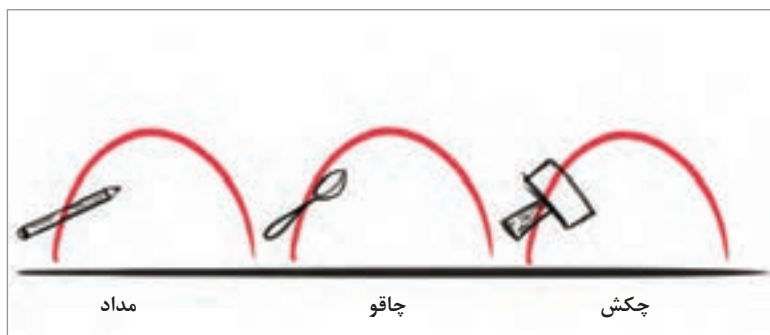


اکنون اگر به ماشین های در حال رفت و آمد از پشت پنجره نگاه کنیم، شروع حرکت و پایان حرکت آنها را نمی توانیم ببینیم، بلکه فقط تعدادی ماشین با یک سرعت یکسان در حال رفت و آمد هستند و نمودار آنها هم نمودار یکنواختی خواهد بود.



چرخش اجسام

در این قسمت، نمودار حرکتی چکش طراحی شده است که می توان اجسام دیگری مثل قاشق، مداد و چیزهای دیگری مانند اینها را بر این نمودار اضافه کرد. نمودار، همان است فقط مرکز ثقل ها تغییر می کند به نمودار زیر توجه کنید:



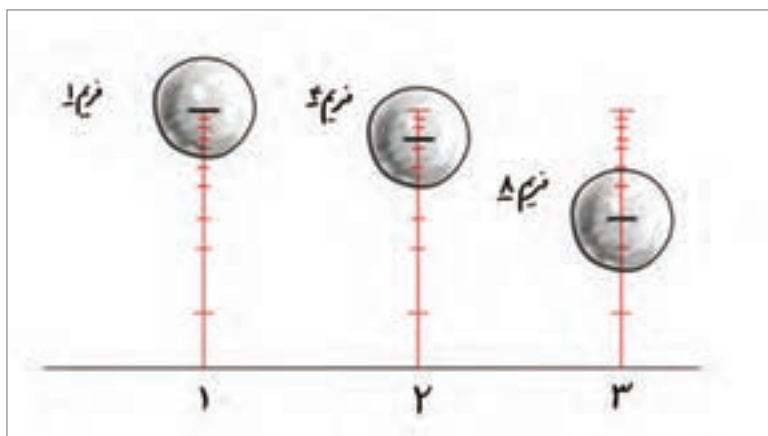
در صورت تغییر مرکز ثقل ها، اجسام همچنان حول محور ثقل خود می چرخند و متحرک سازی آنها بر اساس وزنی که دارند تغییر می کند و اصل حرکت همچنان در جای خود پا برجا می ماند.

دنباله ها و هم پوشانی

در این بخش اولین و ساده ترین مثال را می توان برای هنرجویان توضیح داد. یک برگه A4 را در دست گرفته و آن را به اطراف حرکت دهید و در آن می توان موارد اتصال دنباله ها، انعطاف پذیری و مقاومت هوا را به طور کامل توضیح داد. در صورت وجود برگه هایی با وزن های متفاوت، می توان تأثیر وزن بر مقاومت هوا را به طور واضح بیان کرد.

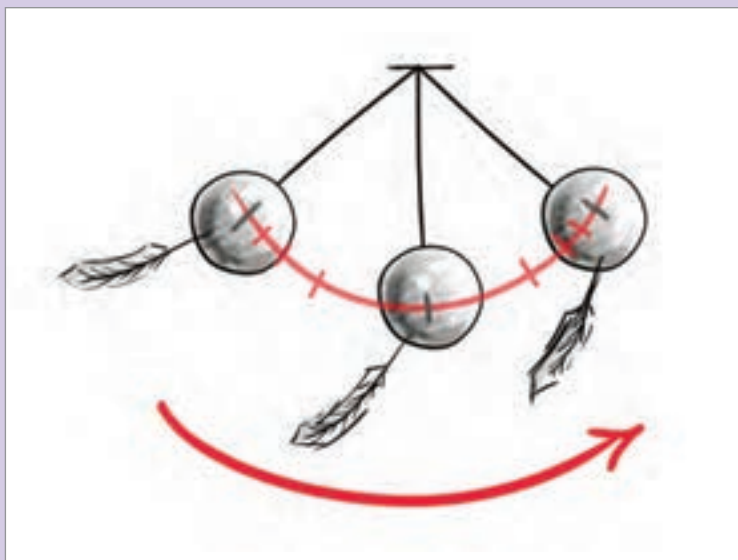
در مثال دویدن دسته جمعی، هدف فقط تصویری از هم پوشانی بوده است. می توان مثال های دیگری هم مانند رژه سربازان را بیان کرد که در رژه، پاهای سربازان به صورت منظم حرکت می کنند ولی اگر هر سرباز برای خود قدم بردارد حرکت از حالت نظم خارج شده و حالت نرم تری به خود می گیرد. در تمرین شماره ۱، فرود آمدن ۳ توپ همان حرکت افتادن توپ است که در فصل اول کتاب توضیح داده شد.

توپ‌ها ۲ یا ۳ فریم یا بیشتر، با هم اختلاف زمانی دارند، مثلاً اگر توپ شماره ۱ فریم ۱ باشد، توپ شماره ۲ فریم ۴ و توپ شماره ۳، فریم ۸ می‌باشد.



در تمرین آونگ و پَر، پَر به علت اتصال با آونگ حرکت می‌کند و به علت مقاومت هوا و سبک بودن پَر، در صورتی که آونگ به راست حرکت کند پَر به چپ حرکت می‌کند و برعکس.

حل تمرین





برای این تمرین حتماً از پرگار برای رسم نمودار حرکتی استفاده شود.

شیوه تدریس

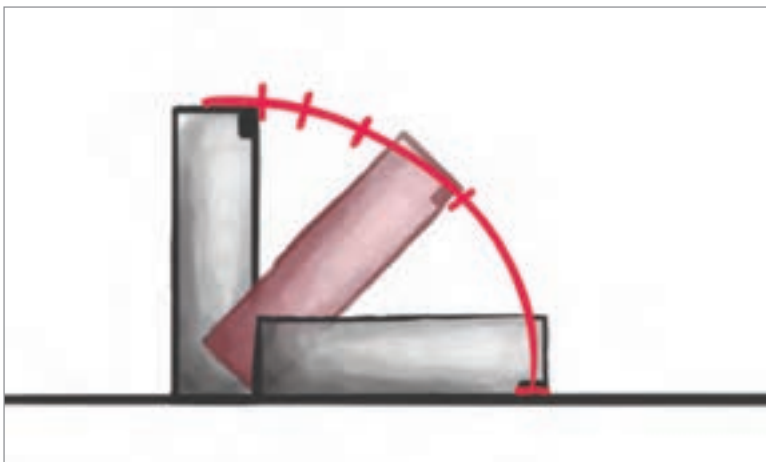
انتقال نیرو در مفاصل



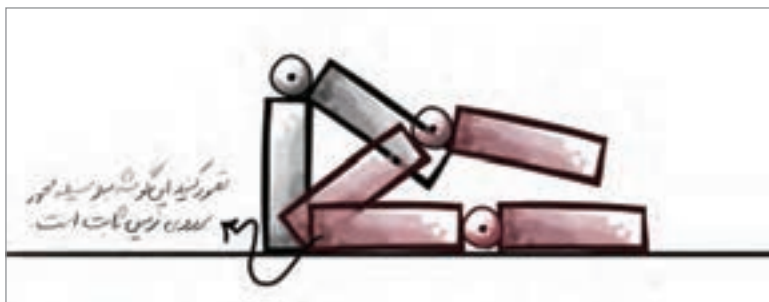
از این قسمت به بعد می‌توانید برای راحتی و تمیزی کار از یک الگو استفاده کنید و یکی از مفاصل‌ها را به همراه بازو جداگانه طراحی کنید و در صورت نیاز از آن استفاده کنید.

الگو

این کار باعث می‌شود تا بازوها در تمامی فریم‌ها به یک اندازه طراحی شوند و از کوچک و بزرگ شدن آنها جلوگیری می‌شود. در کلاس با هنرجویان تمرین بازو و ریسمان کار شود. به دلیل اینکه ریسمان انعطاف پذیر است و هنرجویان را درگیر اندازه‌ها نمی‌کند، می‌تواند تمرین مناسبی برای مفاصل باشد و زمان زیادی برای طراحی آن صرف نمی‌شود. در این بخش باید دقت شود که مسیر حرکت چرخش بازو با پرگار مشخص شود. همان طور که گفته شد ابتدا ریسمان کاملاً کشیده شده و سپس بازو حول مرکز ثقل خود به گردش درمی‌آید و بر زمین می‌افتد و بعد ریسمان، آن را به بیرون کادر انتقال می‌دهد.

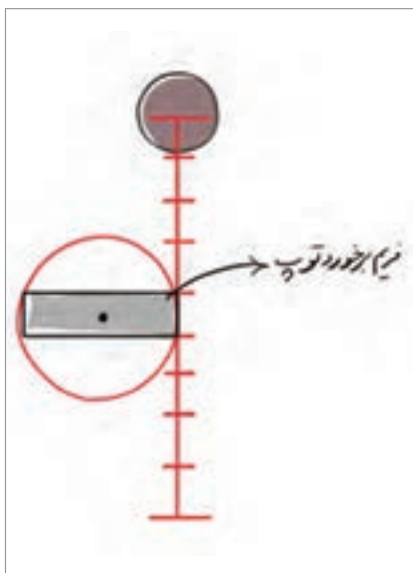


به مربع کوچک مشکی در گوشه بالای سمت راست دقت کنید. این گوشه بر روی نقاط نمودار قرار می‌گیرد. بعد از آنکه ریسمان و بازو کاملاً در ذهن هنجریان جای گرفت، می‌توان تمرین بعدی را - که به جای ریسمان، بازوی دیگری قرار می‌گیرد و بازوها به کمک مفصل به هم متصل می‌شوند - در کلاس انجام داد.



بازوی شماره دو به کمک دست کشیده می‌شود و قانونی برای کشیدن آن وجود ندارد هم می‌توان آن را از پایین کشید و هم از بالا.

در تمرین این بخش، توپ به سرعت از بیرون و بالای کادر وارد و از پایین کادر خارج می‌شود. در این قسمت به دلیل آنکه شروع و پایان توپ را نمی‌بینیم نمودار حرکتی آن یکنواخت خواهد بود. توپ حرکت خود را در هنگام برخورد با بازو ادامه می‌دهد و سرعت خود را کند نمی‌کند.



به نمودار یکنواخت زیر توجه کنید. نمودار بازو را با پرگار طراحی می‌کنیم و تقسیم‌بندی‌ها را انجام می‌دهیم. در لحظه برخورد، در طراحی بازو به علت شتاب زیاد، فاصله طراحی دوم بیشتر خواهد بود و رفته رفته فواصل آن بیشتر می‌شود.

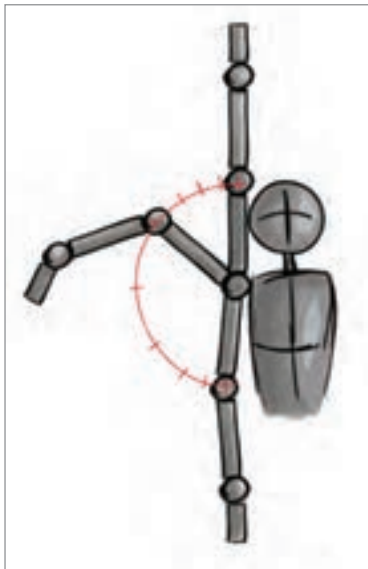
بگذارید هنرجویان در تقسیم‌بندی‌ها و میزان چرخش بازو آزادانه عمل کنند تا معنی درست زمان‌بندی در ذهنشان بنشیند. در پایان برای ایست کامل، فواصل به هم نزدیک شده و در نهایت بازو می‌ایستد.

افتادن و بلند شدن مفصل‌ها:

در این قسمت می‌توان از دست و انگشتان هم برای مثال‌ها استفاده کرد. تمرین داده‌شده همان دست شخصیت است که از آرنج بر روی میز می‌شکند (می‌افتد و بلند می‌شود).



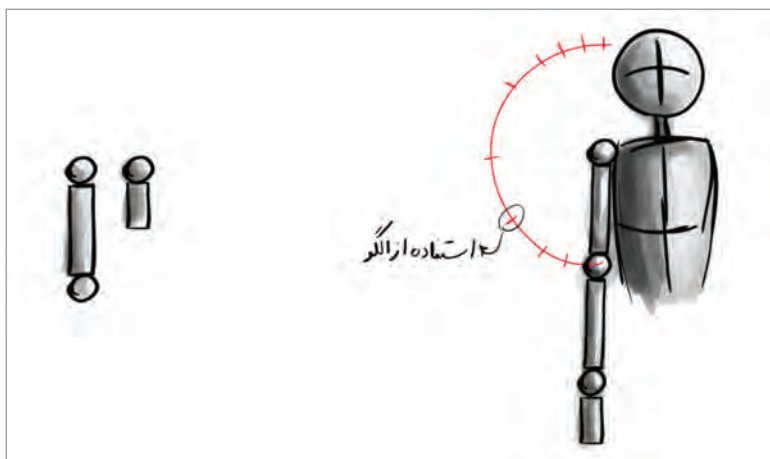
اگر دست را بدون انعطاف بالا و پایین ببریم متحرک‌سازی خشک خواهد شد. هنرجویان می‌توانند این حرکت ساده را در کلاس انجام دهند و آن را ببینند. آنها می‌توانند تمرین افتادن و بلند شدن را بین ۱۰ الی ۱۵ فریم در کلاس اجرا کنند.



تمرین دست شخصیت به آن دلیل وارد شد که پیش‌زمینه‌ای باشد برای آشنایی هنرجویان با شخصیت و مفاصلی که در آن وجود دارد. سعی شود تا جایی که امکان دارد هنرجویان تمام حرکات‌های انعطاف‌پذیر مانند شخصیت، پارچه، طناب و مانند اینها را به صورت مفاصل، آنالیز کنند تا در درک متحرک‌سازی، سریع‌تر به هدف برسند شکل روبه‌رو.

در تمرین زیر برای حس انعطاف‌پذیری، مفاصل را می‌شکنیم. در واقع دست به این صورت نمی‌شکند. در پویانمایی برای انتقال حس فانتزی و انعطاف بیشتر می‌توانیم با خلاقیت خود؛ این شکستگی را بیشتر کنیم.

هنرجویان می‌توانند در هنگام بالا بردن دستان، از خود فیلم تهیه کنند و بعد از نگاه کردن حرکت واقعی، با خلاقیت خود میزان شکستگی را بیشتر کنند. در اینجا داشتن الگو کمک می‌کند تا اندازه‌ها تغییر نکنند و به راحتی متحرک‌سازی را مانند الگوهای زیر انجام دهند.



الگو را در زیر فریم قرار می‌دهیم و به کمک میز نور آن را در مسیر حرکتی طراحی می‌کنیم.

مفصل دوتایی:

در اینجا مقاومت هوا به‌طور آشکارا نمایان است و با چپ و راست بردن مفصل می‌توان تأثیر آن را بر روی مفصل آویز مشاهده کرد. همان‌طور که گفته شد نمودار حرکتی این مفصل دوتایی به دلیل اینکه شروع و پایان آن را در تصویر مشاهده می‌کنیم. تندشونده و کندشونده می‌باشد. این تمرین را می‌توانید به صورت تک‌فریم در تعداد فریم‌های اختیاری انجام دهید.

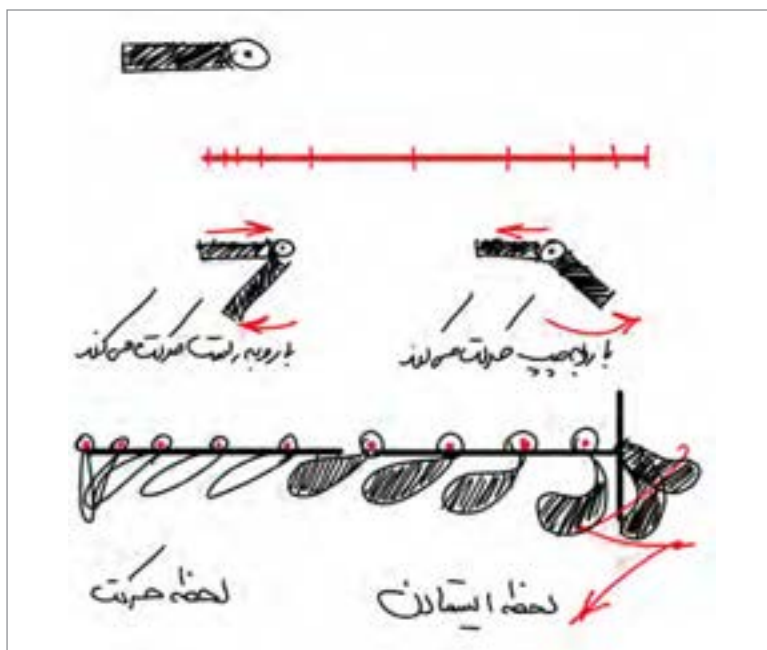
برای مثال، بازو در ۱۳ فریم از چپ به راست حرکت می‌کند و برای بازوی آویز دنبال آن، ابتدا مسیر حرکت و فاصله‌گذاری را انجام می‌دهیم و سپس طراحی‌ها را فریم به فریم طراحی می‌کنیم.

پس از طراحی به کمک میز نور، فریم‌ها را براساس تقسیم‌بندی طراحی می‌کنیم. شروع حرکت ابتدا کند و بعد شتاب می‌گیرد و در نهایت هنگام ایستادن، سرعت حرکت کند می‌شود. باید توجه داشت مسیر حرکت به هر سمتی که باشد بازوی متحرک و آویز، خلاف آن حرکت می‌چرخد.

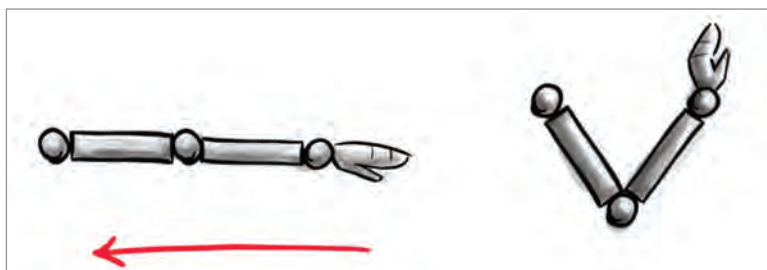
برای متحرک‌سازی بازوی آویز می‌توان به کمک پرگار نموداری جداگانه طراحی کنید و یا با استفاده از الگو، فریم‌ها را طراحی کرد. در لحظه ایستادن، بازوی متحرک

فصل دوم: متحرک سازی مفصلی

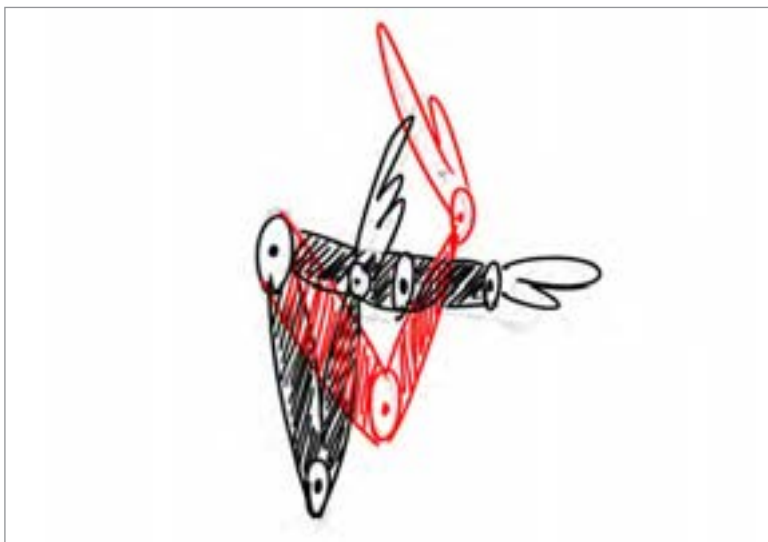
و آویز بعد از کاهش مقاومت به سکون می‌رسد. در این بخش می‌توان مثال‌های دیگری را هم گفت مانند گوش سگ در شکل زیر.



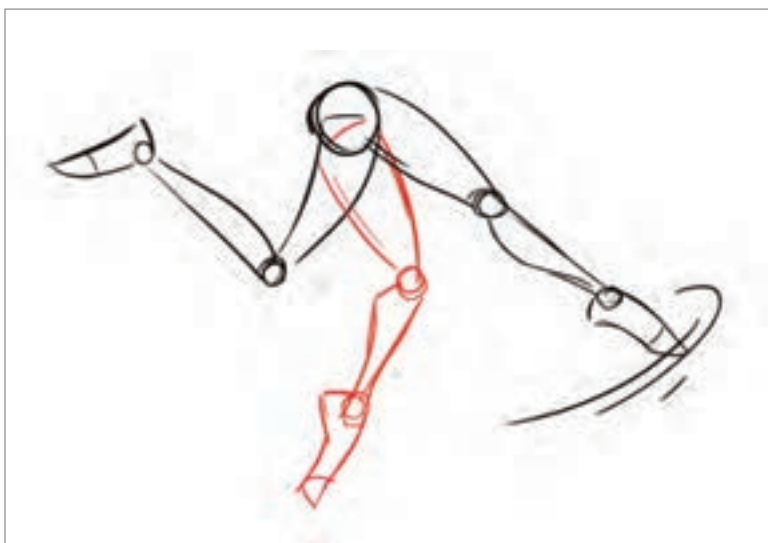
برای آنکه هنرجویان از سادگی بیش از حد بازوها و مفاصل خسته نشوند می‌توانید مثال‌هایی از بدن شخصیت را برای آنها بیاورید و کاربرد استفاده از مفاصل را در این فصل برای آنها توضیح دهید. برای مثال به تصاویر زیر توجه شود:



وقتی دست به عقب کشیده می‌شود.



دستی که به جلو اشاره می‌کند.

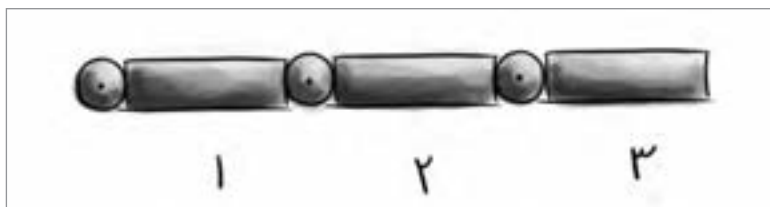


پا در حال شوت زدن

بعد از آنکه به هنرجویان چند تمرین داده شد در کلاس از آنان بخواهید تا مثالی بزنند و فریم‌های حرکتی آن را طراحی کنند، در صورت درست بودن حرکت می‌توان آنها را اسکن و تبدیل به فیلم کرد.

مفصل سه تایی:

یکی از اهداف این بخش آن است که هنرجویان بدانند که بازوها چگونه به کمک مفاصل به یکدیگر متصل هستند و یکی پس از دیگری همدیگر را کنترل می کنند. در این مثال ۳ مفصل داریم که می خواهیم یکی از مفاصل را که بازوها به کمک مفاصل دیگر به آن متصل هستند، بچرخانیم. در اینجا بازوها به ترتیب حرکت می کنند و تا زمانی که مفصل اول حرکت نکند بازوها و مفاصل دیگر حرکت نمی کنند.

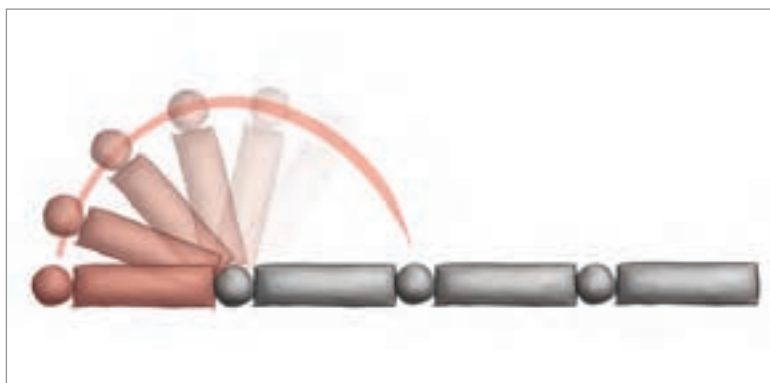


ابتدا نمودار حرکتی را روی بازوی اول کشیده و باقی مفاصل را به عنوان دنباله، متحرک سازی می کنیم.

این نمودار، می تواند حرکتی یکنواخت داشته باشد مانند آنکه مفصل به کمک قطعه ای مکانیکی به گردش درمی آید و یا از گُند شروع و تند پایان، حرکت را متحرک سازی کرد.

بر اساس تقسیم بندی نمودار شروع، میانه و پایان را طراحی می کنیم و کلیدهای حرکتی را به آن اضافه می کنیم.

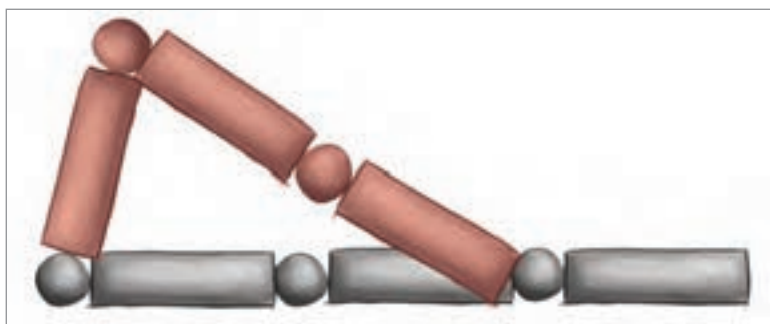
برای راحتی کار می توان بازوی اول را به طور کامل متحرک سازی و بعد بازوهای بعدی را مانند شکل به آن اضافه کنیم.



دقت داشته باشید تا زمانی که بازوی اول به طور کامل نچرخیده است؛ بازوی بعدی از روی زمین بلند خواهد شد.

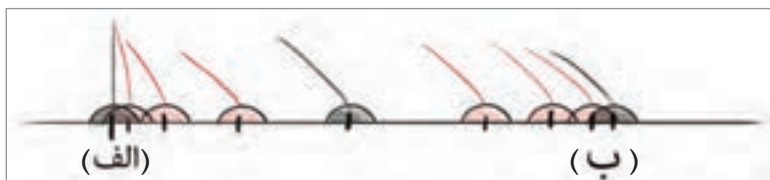


بازوی شماره ۳ کمی به چپ کشیده می شود.



در فریم ۵، بازوی ۲ به طور کامل از روی زمین بلند می شود.

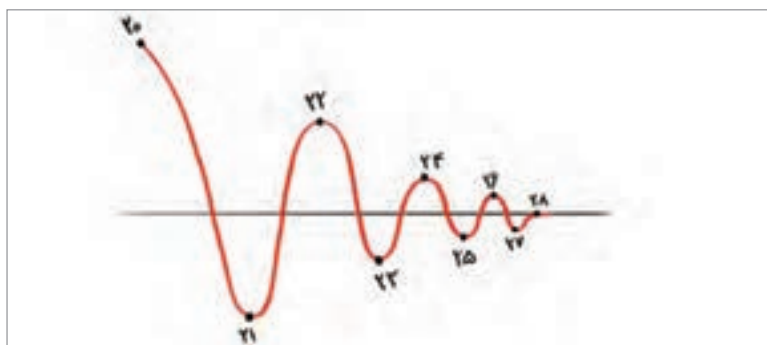
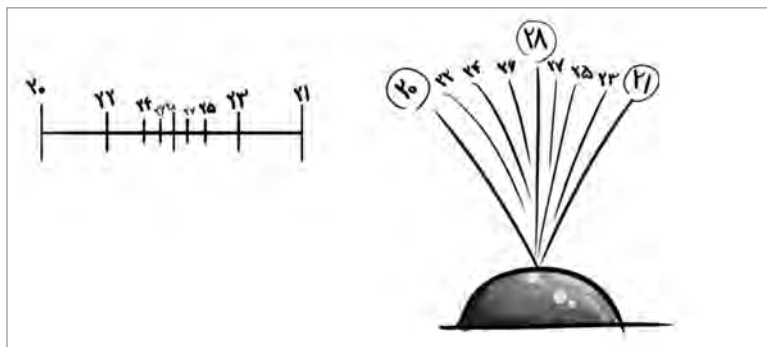
در این تمرین به آنتن جنسیت داده شود تا کمی ذهن را درگیر کند مثلاً جنس فنر که هم ایستادگی دارد و هم انعطاف پذیر است. مانند قبل اول نمودار را طراحی و بعد نیم دایره را می کشیم در نهایت آنتن را به آن اضافه می کنیم. می توانید با سلیقه خود تعداد فریم ها را تغییر دهید.



زمانی که نیم دایره در نقطه (ب) ایستاد، آنتن پس از مقداری لرزش می ایستد.

فصل دوم: متحرک سازی مفصلی

برای متحرک سازی لرزش، از روش زیر استفاده می کنیم. برای مثال از فریم ۲۰ شروع می شود.



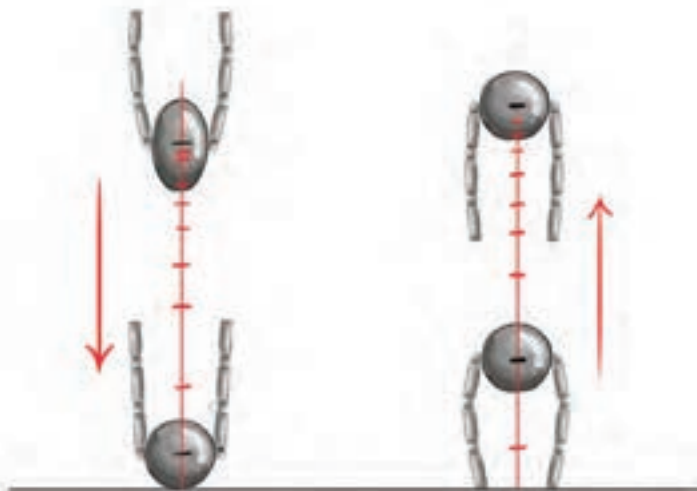
نمودار سینوسی حرکت ارتعاشی

ترکیب مفصل و توپ

در ترکیب مفصل و توپ ابتدا توپ را مانند فصل اول متحرک سازی می کنیم و سپس مفصل ها را به آن اضافه می کنیم. ابتدا مسیر حرکت توپ را مشخص می کنیم. می توانید از فشردگی و کشیدگی هم استفاده کنید و اگر استفاده نکردید مشکلی به وجود نخواهد آمد به دلیل آنکه در این متحرک سازی نوع حرکت مفصل ها مهم است.



الگو



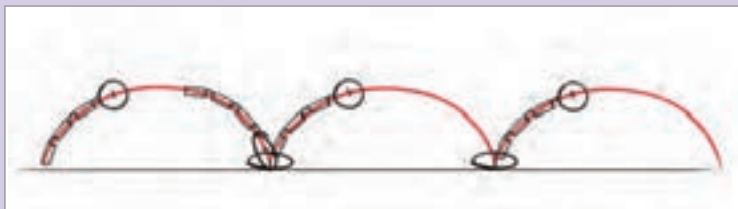
در زمان بازگشت بازوها تغییر جهت می دهند
و خلاف مسیر می چرخند
در لحظه برخورد بازوها هم چنان با هم قرار دارند



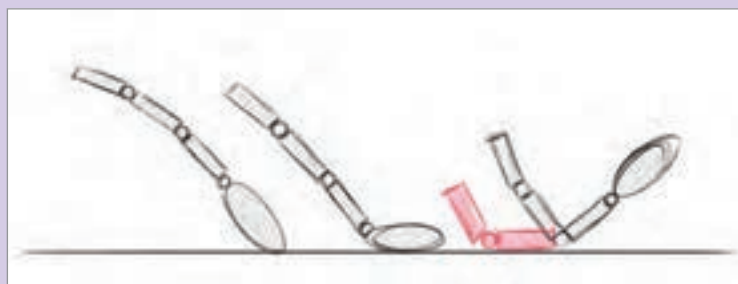
در لحظه تغییر مسیر



در تمرین این بخش ابتدا مسیر حرکت را مشخص کرده و سپس کلیدهای اصلی را طراحی می‌کنیم.



سپس بر اساس زمان‌بندی فریم‌های میانی را طراحی می‌کنیم. در لحظه برخورد، توپ قبل از جمع شدن کامل به زمین برخورد می‌کند و سپس جمع می‌شود. در لحظه بلند شدن، توپ را کمی از زمین فاصله می‌دهیم تا حس چسبندگی به زمین را از بین ببریم.



مفاصل را در مسیر حرکتی طراحی می‌کنیم. پس از این تمرین، می‌توانید توپ را به یک شخصیت ساده و بازوها را به مو و یا دم تبدیل کنید.



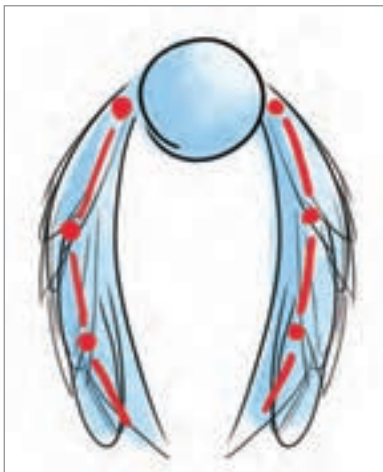
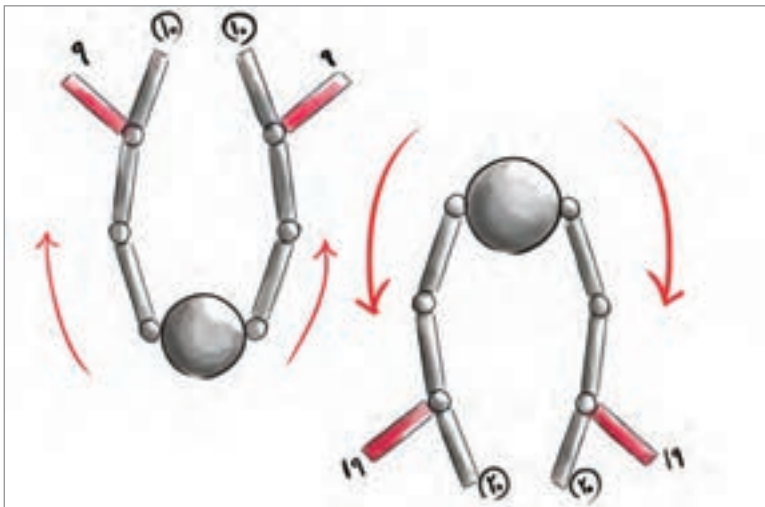
مانند فصل ۵ توپ را به یک سنجابک تبدیل کنید.

واحد یادگیری ۴: حرکت مفاصل پیچیده

دانش افزایی

پرواز پرنده

نکته‌ای که در پرواز پرنده وجود دارد در فریم‌های یکی مانده به فریم‌های اصلی است؛ باید تا لحظه آخر مفصل را شکست مانند شکل زیر:



در این حالت می‌توان مقاومت هوا و فشاری را که به پرنده وارد می‌کند به‌طور کامل نشان داد.

هدف از مفصلی بودن بال‌های پرنده درگیر نشدن هنجریان با طراحی آناتومی پرنده می‌باشد. در صورت تمایل می‌توانید مفاصل و بازوها را به بال پرنده تبدیل کنید.

می‌توان بال‌زدن پرنده‌های سنگین و سبک را به صورت جدا در کلاس تمرین و آن را تبدیل به فیلم کرد.

درگیری مفاصل از دو منبع نیروی حرکتی

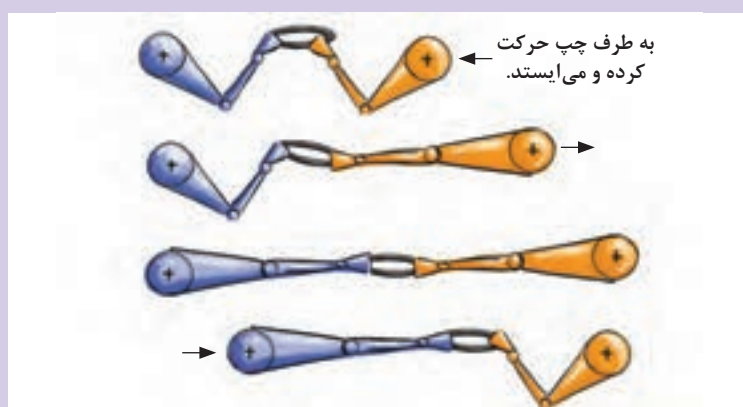
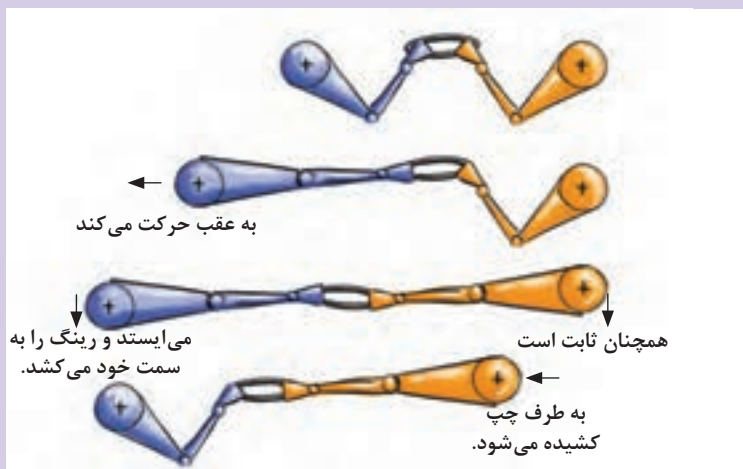
در این بخش می توان مثال عینی از دست و دیوار در کلاس زده شود یا از در کلاس که هنرجویان بتوانند آن را ببینند یا دو هنرجو در کلاس بر سر یک کتاب با هم کشمکش دارند. هر یک از آنها کتاب را به طرف خود می کشد. می توان دید که مفاصل در هنگام کشمکش چه عکس العملی نشان می دهند.

هدف در این بخش آن است که هنرجو بدانند تا زمانی که بازوها کش نیامده باشند، قادر نخواهند بود آنچه را که به آنها متصل است به سمت خود بکشند.

حل تمرین



در تمرین این بخش با فریم های کلیدی رفت و برگشت، این کشمکش را بر سر رینگ انجام می دهیم.



اکنون شخصیت (ب) رینگ را به طرف خود می کشد. در اینجا دست هر دو جمع شده است. شخصیت (ب) به عقب حرکت می کند. دستش صاف می شود و رینگ را می کشد. دست شخصیت (الف) صاف می شود و بعد به سمت شخصیت (ب) حرکت می کند. در نهایت مانند بخش اول، شخصیت (الف) به سمت شخصیت (ب) حرکت می کند و می ایستد.

نکته

می توان درگیری مفاصل را در اعضای بدن شخصیت نیز نشان داد. پس از فراگیری بخش درگیری مفاصل، هنرجویان به راحتی می توانند حرکاتی مانند پریدن و فرود آمدن شخصیت را متحرک سازی کنند.

حرکت آویزان:

تا اینجا هنرجویان توانسته اند حرکت دنباله ها را به درستی درک کنند. اکنون با اضافه کردن دو مفصل دیگر به مفصل آویز قبل، کمی حرکت را پیچیده تر می کنیم. با این فرض که این مستطیل بر روی ریلی در حال حرکت به چپ و راست باشد، مانند قبل مستطیل را متحرک سازی کنید و سپس مفاصل را به آن وصل کنید. ویژگی های حرکت دنباله ها را که در قسمت دنباله ها و هم پوشانی گفته شد، در آن اعمال کنید. در هنگام حرکت، مفاصل از پایین جا می مانند و ابتدا مفصل متصل به مستطیل حرکت می کند، زیرا مستطیل است که حرکت را هدایت می کند و سپس دیگر مفاصل خلاف جهت حرکت می چرخند.

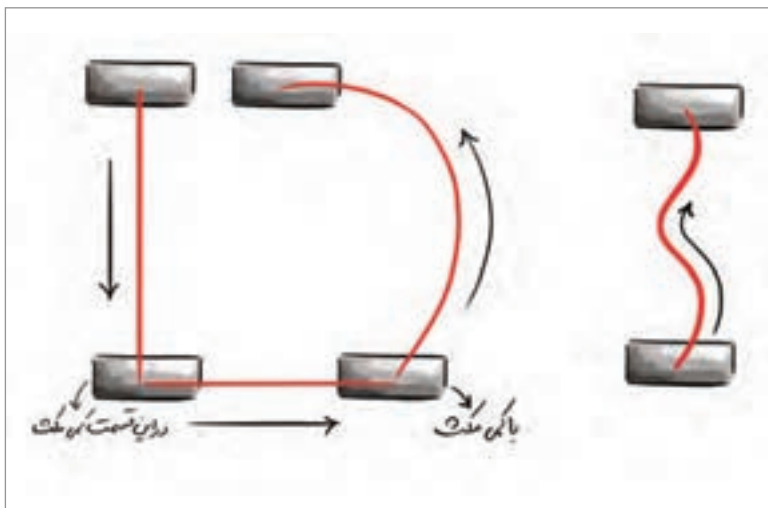
در تمرین حرکت آویزان یک مسیر پیشنهاد داده شده است. می توان مسیرهای دیگر و پیچیده تری را در کلاس مطرح و آن را متحرک سازی کرد.



مثلاً اگر مستطیل در جای خود درجا بچرخد با این فرض که مفاصل بیش از ۹۰ درجه شکسته نشوند، چه بر سر مفاصل خواهد آمد؟!

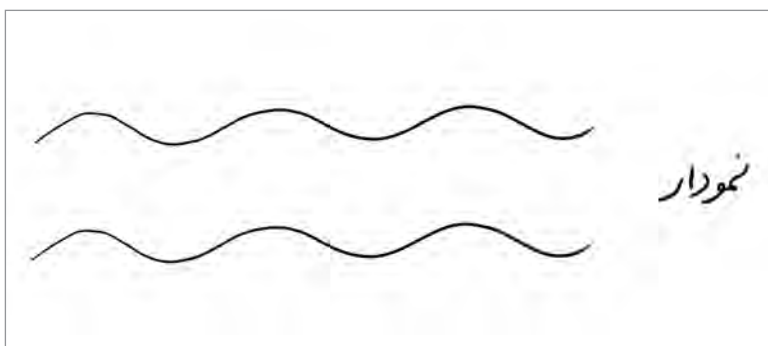
فصل دوم: متحرک سازی مفصلی

نیرو از مستطیل وارد شده و به ترتیب از اولین مفصل به مفصل آخر (پایین) انتقال پیدا می کند و پس از ایست کامل مفاصل هم یک به یک می ایستند. می توانید مسیرهای حرکتی مختلفی را تجربه کنید مانند شکل زیر:

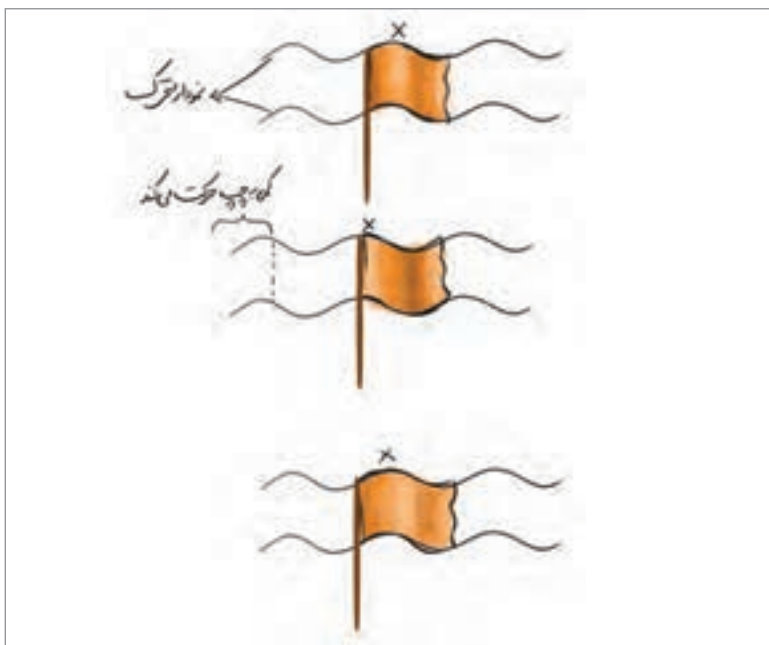


حرکت پرچم و مو

برای طراحی این حرکت نمودار آن را طراحی کنید و پرچم را از درون نمودار به وجود آورید.



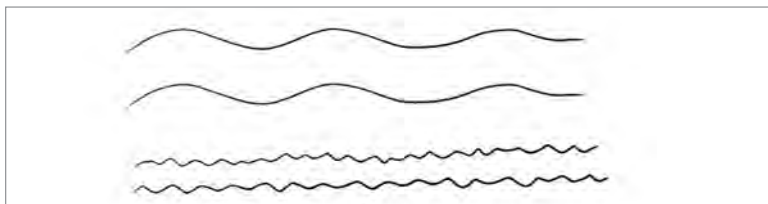
نمودار را کمی به سمت چپ حرکت می‌دهیم و فریم را می‌کشیم و همین طور الی آخر. باید توجه داشته باشید که قسمت اتصال پرچم بر روی میله یا چوب درست صورت گیرد. برای این کار یک الگواز میله پرچم طراحی کنید و به کمک میز نور بر روی همه برگه‌ها انتقال دهید.



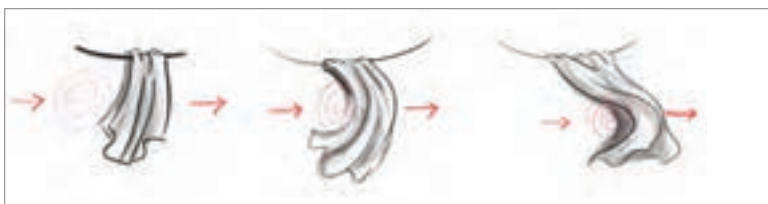
در تمرین دو پرچم در مقابل باد شدید و باد ملایم، با طراحی نمودارهای مختلف می‌توانید این حس حرکت را برای این دو پرچم شبیه‌سازی کنید. برای باد شدید دایره‌های کوچک و برای باد ملایم دایره‌های بزرگ با فاصله بیشتر طراحی می‌کنیم.



در طراحی نمودار می توان این گونه عمل کرد.



در ادامه می توانید موارد دیگری مانند پرده، لباس روی بند رخت، شال در مسیر باد و را هم مثال بزنید.

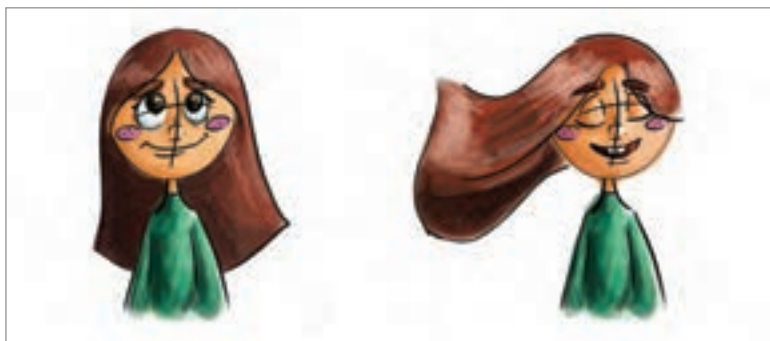


به گره داخل پارچه توجه کنید از یک سمت وارد می شود و از سمت دیگر خارج می شود.

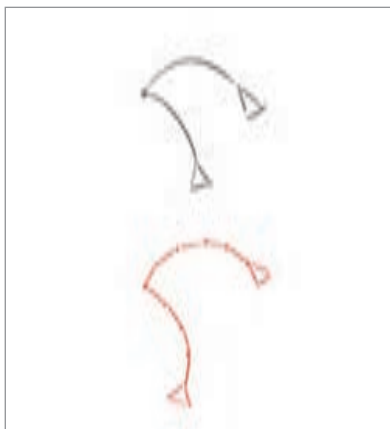
در حرکت مو، سر حرکت را هدایت می کند و در کنار حرکت سر، حرکت پیچشی باد در مو را هم باید در نظر گرفت.

با تمرین فراوان، دیگر نیازی به رسم نمودار و گره نخواهد بود و به راحتی می توان آن را اجرا کرد. در کتاب مثالی از چرخش سر از چپ به راست زده شد. می توان مسیرهای مختلف حرکت سر را امتحان و برای هر کدام، یک نمودار طراحی کرد. می توان قبل از متحرک سازی پیچیده سر شخصیت، ابتدا آن را به طور ثابت در برابر باد قرار داد و به دلیل آن که هنرجویان حرکت پرچم را تجربه کرده اند، همان قوانین را بر روی موها پیاده خواهند کرد و بعد از آن می توان حرکات پیچیده سر، همراه با مو را تجربه کرد.

اگر برای شروع، موهای شخصیت را یکپارچه در نظر بگیریم راحت تر و بهتر خواهد بود، زیرا هنرجویان، دیگر درگیر طراحی بافت های مو نخواهند شد و یکپارچه بودن آن یادآور حرکت پرچم خواهد بود.



تاب خوردن کودک:



در این قسمت نیازی به طراحی دقیق کودک نیست و می توان با دایره و مستطیل هم آن را طراحی کرد؛ مهم درک درست در متحرک سازی می باشد و به مرور زمان هم دست هنرجویان در طراحی قوی خواهد شد. همان طور که گفته شد طناب را به صورت مفاصل در نظر بگیرید و به راحتی آن را متحرک سازی کنید. می توانید اول مفاصل را طراحی کرده و بعد آن را تبدیل به طناب کنید.

بعد از تمرین فراوان می توانید این روش را (طراحی مفصل) در ذهن خود پیاده سازی و طناب را مستقیم متحرک سازی کنید.

در تمرین، ابتدا شخصیت را سوار بر تاب متحرک سازی کنید. توجه داشته باشید که شخصیت بر روی تاب باعث سنگینی می شود و از شلاقی بودن حرکت تاب جلوگیری خواهد شد. هنرجویان می توانند در هنگام تاب خوردن از خود فیلم بگیرند و حرکت درست را طراحی کنند.

پس از آنکه شخصیت متحرک سازی شد، اکنون دنباله ها را به آن اضافه می کنیم. موقعیت پاها در زمان رفت، جمع بوده تا به کمک آن، بدن نیرویی به تاب وارد کرده و به جلو

فصل دوم: متحرک سازی مفصلی

حرکت کند، در زمان برگشت؛ پاها کاملاً کشیده و بدن رها می شود، در اینجا دنباله ها خلاف حرکت، متحرک سازی می شوند.

