

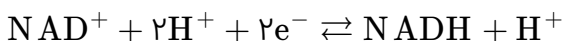


## زیست شناسی

گزینه ۳

۱

پیرووات پس از تولید در قندکافت، وارد راکیزه شده و در آنجا اکسایش می‌یابد. پیرووات در راکیزه یک کربن دی‌اکسید از دست می‌دهد و به بنیان استیل تبدیل می‌شود.



در این واکنش الکترون‌ها از پیرووات به مولکول  $\text{NAD}^+$  منتقل شده و پیرووات اکسید می‌شود. نتیجه این مرحله از اکسایش پیرووات، تولید شدن  $\text{NADH}$  است. باتوجه به واکنش کاهش (الکترون‌گیری)  $\text{NAD}^+$ ، در هر بار کاهش این مولکول، دو الکترون مبادله می‌شود.  $\text{NAD}^+$  و  $\text{NADH}$  مولکول‌هایی نوکلئوتیددار هستند. همان‌طور که می‌دانید هر نوکلئوتید دارای یک قند، گروه فسفات و باز آلی نیتروژن‌دار است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در این فرآیند، قبل از مصرف بنیان استیل و تولید استیل‌کوآنزیم A، مولکول نوکلئوتیدی ( $\text{NAD}^+$ ) الکترون می‌گیرد (کاهش می‌یابد)، نه اینکه اکسید می‌شود. همه مراحل این واکنش‌ها و تبدیل شدن مواد به یکدیگر توسط آنزیم‌ها کنترل می‌شود.  
 (۲) پس از الکترون‌گیری توسط  $\text{NAD}^+$ ، بنیان استیل تولید می‌شود. با اتصال مولکولی به نام کوآنزیم A به بنیان استیل، استیل‌کوآنزیم A تولید می‌شود. آنزیم‌ها انرژی فعال‌سازی واکنش را کاهش می‌دهند. مولکول CoA آنزیم نیست، کوآنزیم است.  
 (۴) پیرووات پس از تولید در قندکافت، از سیتوپلاسم با انتقال فعال وارد راکیزه می‌شود. انتقال فعال یکی از روش‌های عبور مواد از غشا است که با مصرف انرژی همراه است؛ بنابراین قبل از جدا شدن  $\text{CO}_2$  از پیرووات، به‌منظور انجام انتقال فعال انرژی مصرف می‌شود. توجه داشته باشید که تمامی مراحل این واکنش در فضای درونی راکیزه انجام می‌شود، نه در فضای بین دو غشای آن.  
 جمع‌بندی:

(۱) پروتئین‌ها در فرآیندها و فعالیت‌های متفاوتی شرکت دارند از جمله فعالیت آنزیمی که در آن به‌صورت کاتالیزورهای زیستی عمل می‌کنند و سرعت واکنش شیمیایی خاصی را زیاد می‌کنند.  
 (۲) در این فرآیند محصول (فرآورده) واکنش قبلی، پیش‌ماده واکنش بعدی است. مثلاً بنیان استیل ابتدا به‌عنوان فرآورده تولید شده و سپس به‌عنوان پیش‌ماده آنزیم بعدی جهت تولید استیل‌کوآنزیم A، مصرف می‌شود.  
 (۳) به مواد آلی که به آنزیم کمک می‌کنند کوآنزیم می‌گویند.

مولکول‌های شش کربنه در فرآیند گلیکولیز، گلوکز و فروکتوز فسفات هستند. می‌دانیم در پی تبدیل ATP به ADP فروکتوز فسفات تولید می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) ترکیبات آلی سه کربنه و واجد اتم فسفات در ساختار مولکولی خود، قندهای تک‌فسفات و اسیدهای دو فسفات هستند. در این میان حین تبدیل  $NAD^+$  به NADH، قندهای تک‌فسفات دو الکترون از دست داده و اکسید (نه کاهش) می‌شوند. دقت کنید اسیدهای دو فسفات در واکنش‌های اکسایش-کاهش شرکت نمی‌کنند.

(۲) مولکول‌های نوکلئوتیدی تولیدشده در جریان فرآیند گلیکولیز که حاوی باز آدنین در ساختار خود هستند، شامل ATP، ADP و NADH هستند. در این میان ATP در حین تبدیل اسیدهای دو فسفات به پیرووات ساخته می‌شود. همان‌طور که می‌دانید در ساختار ATP قند ریبوز وجود دارد.

(۳) ترکیبات آلی تولیدشده و واجد دو اتم فسفات بعد از شکسته شدن پیوند میان دو اتم کربن در فروکتوز فسفات، شامل اسیدهای دو فسفات است.

NADH حامل الکترون است، دو نوکلئوتید دارد و از  $NAD^+$  به اضافه الکترون و پروتون تشکیل می‌شود.  $NAD^+$  و NADH با گرفتن و از دست دادن الکترون و پروتون، به همدیگر تبدیل می‌شوند  $NAD^+$  با گرفتن الکترون کاهش و NADH با از دست دادن الکترون اکسایش می‌یابد.

بررسی همه گزینه‌ها:

(۱) در یاخته‌های ماهیچه‌ای، مولکول‌های حامل الکترون در طی تنفس هوازی و غیرهوازی همواره الکترون‌های خود را به یک ترکیب آلی منتقل می‌کنند. در تنفس هوازی یک پروتئین غشائی راکیزه‌گیرنده الکترون از مولکول حامل الکترون و در تنفس بی‌هوازی پیرووات گیرنده الکترون از این مولکول است.

(۲) زنجیره انتقال الکترون از مولکول‌هایی تشکیل شده است که در غشای درونی راکیزه‌قرار دارند و می‌توانند الکترون بگیرند یا از دست دهند، پس از تحویل الکترون مولکول‌های NADH به پروتئین غشایی، الکترون به مولکول واسطه انتقال الکترون که در تماس با بخش‌های آب‌گریز مولکول‌های فسفولیپیدی که در بخش درونی غشا قرار دارند منتقل می‌شود.

(۳) تخمیر از روش‌های تأمین انرژی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژن است که در انواعی از جانداران رخ می‌دهد. در فرآیند تخمیر، راکیزه و در نتیجه زنجیره انتقال الکترون نقشی ندارند. ماهیچه‌های اسکلتی برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند و اگر اکسیژن کافی نباشد، لاکتات در ماهیچه‌ها تجمع می‌یابد.

(۴) در تخمیر الکلی، پیرووات حاصل از قندکافت با از دست دادن  $CO_2$  به اتانال تبدیل می‌شود. اتانال با گرفتن الکترون‌های NADH اتانول ایجاد می‌کند.

جمع‌بندی:

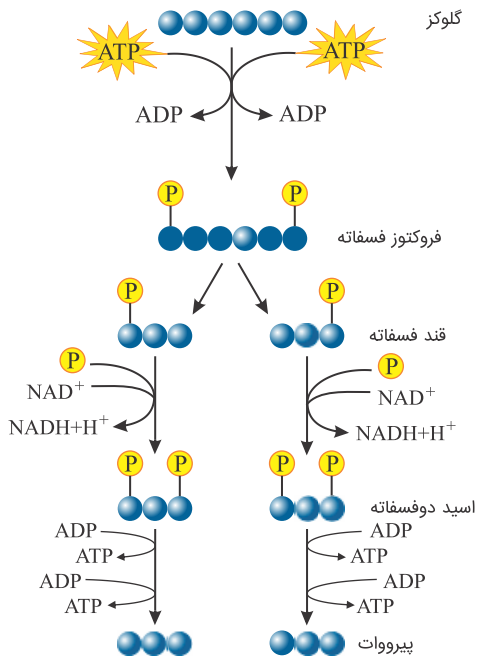
(۱) در یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی بدن انسان تخمیر الکلی مشاهده نمی‌شود.

(۲) NADH حامل الکترون است، دو نوکلئوتید دارد و از  $NAD^+$  به اضافه الکترون و پروتون تشکیل می‌شود.

(۳) در فرآیند تخمیر لاکتیکی، تعداد اتم‌های کربن پیرووات کاهش نمی‌یابد.

(۴) هرگز یک مولکول غیر آلی مستقیماً از NADH الکترون دریافت نمی‌کند.

موارد (الف) و (د) و (ج) به درستی عبارت را تکمیل می‌کنند.



همه موارد را بررسی می‌کنیم:

- (الف) اتصال فسفات آزاد به قند در مرحله سوم رخ می‌دهد که با توجه به شکل نسبت به تولید  $NADH$  و پروتون زودتر است.
- (ب) ابتدا ATP مصرف و ADP تولید می‌شود و فسفات‌های آن به گلوکز می‌چسبند و فروکتوز فسفات تولید می‌شود و در مرحله بعد تجزیه می‌شود.
- (ج) ابتدا  $NADH$  تولید می‌شود و سپس اسید دو فسفات تولید می‌شود.
- (د) بنیان پیروویک اسید همان پیرووات است که ابتدا باید اسید دو فسفات، فسفات‌های خود را از دست بدهد و ATP تولید بشود و سپس پیرووات به وجود می‌آید.

صورت سؤال در رابطه با دو تا از روش‌های تولید ATP در یاخته صحبت می‌کند.

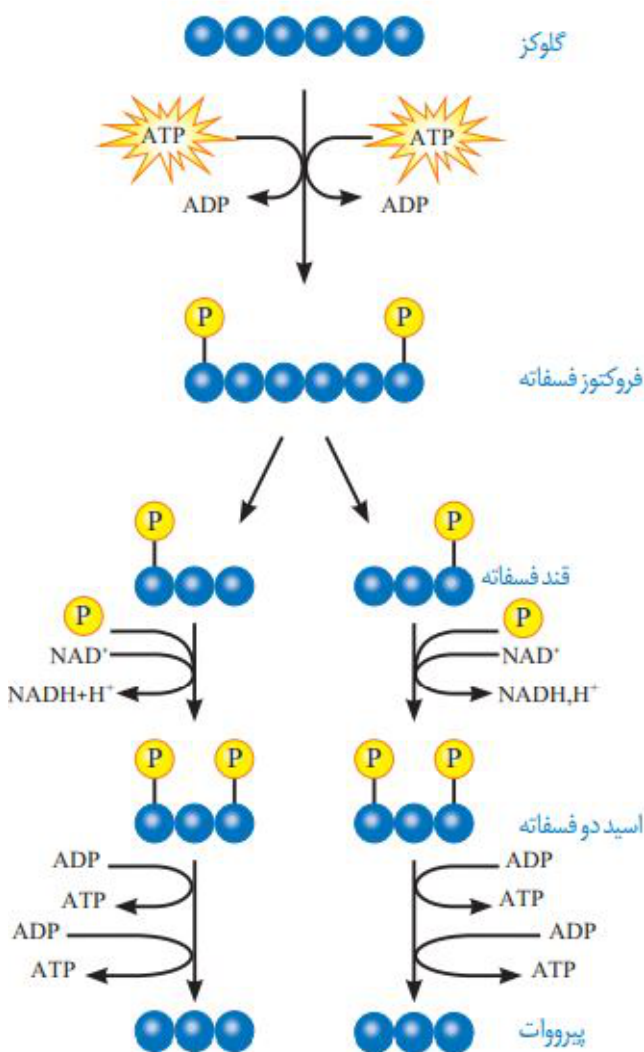
اولی روش اکسایشی با زنجیره انتقال الکترون و دیگری روش تولید ATP در سطح پیش در فرایند گلیکولیز می‌باشد. در هر دو فرایند نوعی ماده دی نوکلئوتیدی تولید می‌شود. در طی گلیکولیز NADH و در زنجیره انتقال الکترون  $\text{NAD}^+$  و FAD تولید می‌شود که همه آن‌ها مولکول‌هایی دی نوکلئوتیدی (تشکیل شده از دو نوکلئوتید) هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در طی واکنش‌های زنجیره انتقال الکترون ATP مصرف نمی‌شود؛ اما در طی فرایند گلیکولیز تبدیل گلوکز به فروکتوز فسفات نیازمند مصرف ATP است.

(۲) فرایندهای زنجیره انتقال الکترون در سطح داخلی غشای درونی میتوکندری انجام می‌شود نه غشای یاخته همچنین گلیکولیز در فضای آزاد سیتوپلاسم انجام می‌شود.

(۳) هر دو فرایند منجر به اسیدی‌تر شدن محیط و کاهش PH می‌شوند. زنجیره انتقال الکترون با پمپ  $\text{H}^+$  به فضای بین دو غشای میتوکندری منجر به افزایش غلظت  $\text{H}^+$  در آنجا و اسیدی‌تر شدن محیط می‌شود همچنین در فرایند گلیکولیز در اثر تولید مواد اسیدی مانند اسید دو فسفات و پیرووات، PH محیط کاهش می‌یابد.



منظور این گزینه  $FADH_2$  می‌باشد که صرفاً در طی چرخه کربس تولید می‌شود این ناقل الکترونی در طی زنجیره انتقال الکترون تنها دو پمپ پروتئینی را فعال می‌کند؛ زیرا محل اکسایش آن پس از پمپ اول است و در فعال شدن آن نقشی ندارد. بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) منظور فرایند اکسایش پیرووات است در طی اکسایش پیرووات قبل از اینکه  $NAD^+$ ، دو الکترون و یک پروتون دریافت کند و به  $NADH$  تبدیل شود یکی از کربن‌های آن به صورت  $2CO_2$  جدا می‌شود.

(۲) منظور ماده شش‌کربنه‌هایی است که در طی چرخه کربس مصرف می‌شود. طی چرخه کربس نیز سه نوع مولکول نوکلئوتیدی تولید می‌شود که عبارت‌اند از  $NADH$ ،  $FADH_2$  و  $ATP$ .

(۳) منظور اکسایش  $NADH$  می‌باشد که هم در زنجیره انتقال الکترون و هم تخمیر اتفاق می‌افتد. در هر دو حالت  $NADH$  به  $NAD^+$  و  $H^+$  و  $e^-$  تبدیل می‌شود که به علت تولید  $H^+$  و افزایش غلظت آن اسیدیته محیط افزایش می‌یابد.

پمپ‌های زنجیره انتقال الکترون با استفاده از انرژی الکترون‌های ناقل‌های الکترونی  $NADH$  و  $FADH_2$  یون‌های هیدروژن را در خلاف جهت شیب غلظت از بستره راکیزه به فضای بین دو غشا منتقل می‌کنند، از این‌رو غلظت پروتون را در بستره کاهش و  $pH$  را افزایش می‌دهند از طرفی با افزایش غلظت پروتون در فضای بین دو غشاء  $pH$  فضای بین دو غشای خارجی و داخلی راکیزه را کاهش می‌دهد. آنزیم  $ATP$  ساز به صورت یک مجموعه پروتئینی یون‌های هیدروژن را از طریق کانال پروتئینی‌اش در جهت شیب غلظت از فضای بین دو غشا به بستره راکیزه منتقل می‌کند، از این‌رو غلظت پروتون را در بستره افزایش و  $pH$  را کاهش می‌دهند از طرفی با کاهش غلظت پروتون در فضای بین دو غشاء  $pH$  فضای بین دو غشای خارجی و داخلی راکیزه را افزایش می‌دهد.

$NADH$  در اکسایش پیرووات و حامل الکترون  $FADH_2$ ، تنها در چرخه کربس تولید می‌شود. هردو این حامل‌های الکترون برای تولید انرژی در سمت داخلی غشاء داخلی میتوکندری مصرف خواهند شد. بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) تنها  $NADH$  در فرآیند قندکافت تولید می‌شود.

(۲) هردو این مولکول‌ها الکترون‌های خود را در نهایت به زنجیره انتقال الکترون خواهند داد.

(۴) هردو این مولکول‌ها در چرخه کربس تولید می‌شوند.

موارد (ب) و (د) به درستی بیان شده‌اند.

همه موارد را بررسی می‌کنیم:

(الف) در چرخه کربس در نهایت ترکیب ابتدایی یعنی مولکول ۶ کربنه بازسازی می‌شود اما در گلیکولیز بازسازی معنی ندارد؛ زیرا اصلاً واکنش‌ها به‌طور چرخه‌ای نیستند.

(ب) در چرخه کربس همانند اکسایش پیرووات کربن دی‌اکسید آزاد می‌شود که نوعی گاز تنفسی دفعی است.

(ج) در گلیکولیز برخلاف اکسایش پیرووات تولید  $ATP$  که رایج‌ترین انرژی مصرفی در سلول است، صورت می‌گیرد.

(د) در قندکافت، اکسایش پیرووات و چرخه کربس  $NADH$  تولید می‌شود که یکی از مولکول‌های تأمین‌کننده انرژی انتقال پروتون‌ها در زنجیره انتقال الکترون است.

- A :  $NAD^+$   
 B :  $NADH$   
 C : استیل  
 D : CoA

در هنگام تولید اسید فسفات در قندکافت و مراحل مختلف چرخه کربس،  $NADH$  تولید می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱)  $NAD^+$  یک گیرنده الکترون است نه حامل الکترون.  
 (۳) استیل کوانزیم A پیش‌ماده آنزیم شروع‌کننده چرخه کربس است.  
 (۴) آنزیم‌ها انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها را کاهش می‌دهند. کوآنزیم‌ها تنها به آنزیم‌ها کمک می‌کنند.  
 جمع‌بندی:  
 (۱) کوآنزیم A وارد چرخه کربس نمی‌شود.  
 (۲) دقت داشته باشید که  $NAD^+$  بر خلاف  $NADH$  نقشی در انتقال الکترون در یاخته‌ها ندارد.

طی تخمیر الکلی، مولکول  $CO_2$  از پیرووات آزاد می‌شود.  $CO_2$  از جمله مواد گشادکننده رگی است که سبب افزایش جریان خون در عروق می‌شود. در تخمیر الکلی، الکترون‌های  $NADH$  به اتانال (نه اتانول) منتقل می‌شود و آن را کاهش می‌دهد. بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) تخمیر لاکتیکی، سبب فساد مواد غذایی می‌شود؛ در تخمیر لاکتیکی، الکترون‌های  $NADH$  به پیرووات (محصول نهایی قندکافت) منتقل می‌شود و آن را کاهش می‌دهد.  
 (۲) ورآمدن خمیر نان به علت انجام تخمیر الکلی است. در هر دو نوع تخمیر، الکترون‌های  $NADH$  به نوعی ترکیب آلی منتقل می‌شود و  $NAD^+$  بازسازی می‌شود.  $NAD^+$  دارای دو باز آلی دو حلقه‌ای آدینین است.  
 (۳) در هر دو نوع تخمیر،  $NADH$  اکسید می‌شود؛ در تخمیر الکلی، در تعداد اتم‌های کربن پیرووات، تغییر ایجاد می‌شود و به ترکیبی دو کربنه به نام اتانال تبدیل می‌شود.

تخمیر	محل انجام	تولید $CO_2$	اکسید می‌شود	کاهش می‌یابد	هدف	محصول نهایی	کاربرد
الکلی	سیتوپلاسم	دارد	$NADH$	اتانال	بازسازی $NAD^+$	اتانول (دو کربنه)	ورآمدن خمیر در نانوائی
لاکتیکی	سیتوپلاسم	ندارد	$NADH$	پیرووات	بازسازی $NAD^+$	لاکتیک‌اسید (سه کربنه)	تولید فرآورده‌های شیری و خیارشور

جمع‌بندی:

- (۱) در تخمیر لاکتیکی همانند تخمیر الکلی،  $NADH$  اکسید می‌شود.  
 (۲) امکان مشاهده تخمیر الکلی همانند تخمیر لاکتیکی در یاخته‌های گیاهی وجود دارد.

در افراد الکلی، اختلال در کار کبد و از کار افتادن کبد شایع‌ترین عارضه محسوب می‌شود. یاخته‌های کبد، صفرا را می‌سازند. صفرا آنزیم ندارد و ترکیبی از نمک‌های صفراوی، بیکربنات، کلسترول و فسفولیپید لسیتین است. صفرا با فاصله کمی بعد از ورود کیموس، به دوازدهه می‌ریزد و در گوارش و ورود چربی‌ها به محیط داخلی، نقش دارد، بنابراین کبد آنزیم‌های گوارش دهنده مولکول‌های چربی را نمی‌تواند بسازد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) گلوکز در ماهیچه و کبد به صورت گلیکوژن ذخیره می‌شود. با ترشح هورمون گلوکاگون، گلیکوژن ذخیره شده در کبد تجزیه می‌شود.

(۲) کبد و طحال به کمک درشت‌خوارها می‌توانند سبب پاک‌سازی گویچه‌های قرمز پیر بشوند.

(۴) کیلومیکرون‌ها ذره‌هایی شامل تری‌گلیسرید، فسفولیپید، کلسترول و پروتئین هستند. کیلومیکرون‌ها همراه با لنف، به خون وارد و لیپیدهای آن در کبد یا بافت چربی ذخیره می‌شوند.

جمع‌بندی:

(۱) کیلومیکرون‌ها همراه با لنف، به خون وارد و لیپیدهای آن در کبد یا بافت چربی ذخیره می‌شوند.

(۲) کبد و طحال به کمک درشت‌خوارها می‌توانند سبب پاک‌سازی گویچه‌های قرمز پیر بشوند.

(۳) در شایع‌ترین عارضه مصرف الکل، کبد فرد دچار آسیب می‌شود.

تارهای ماهیچه‌ای تند و کند در ماهیچه‌ای چهار سر ران دیده می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه الف: تار ماهیچه‌ای تند بیشتر انرژی خود را از راه تنفس بی‌هوازی به دست می‌آورند و بدون دخالت راکیزه.

گزینه ب: تارهای ماهیچه‌ای دارای میوگلوبین فراوان (تار ماهیچه‌ای کند) بیشتر انرژی خود را طی ساخته شدن اکسایشی در زنجیره انتقال الکترون راکیزه تولید می‌کنند.

گزینه ج: طی مراحل گلیکولیز در هر یاخته، طی گام اول قند فروکتوز دوفسفاته و در گام آخر بنیان پیروویک اسید یا همان پیرووات حاصل می‌شود.

گزینه د: در تنفس بی‌هوازی یاخته‌های ماهیچه‌ای تند تخمیر رخ می‌دهد. و پیرووات بدون از دست دادن دی‌اکسید کربن به لاکتات تبدیل می‌شود.

هر دو تخمیر الکلی و لاکتیکی تولید ATP فقط در مرحله قندکافت رخ می‌دهد و هر دوی این تخمیرها می‌تواند در گیاهان قابل انجام باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) هر دوی تخمیر الکلی و لاکتیکی در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم صورت می‌پذیرد.

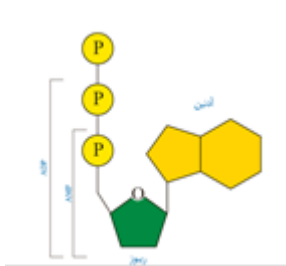
(۲) تنها در تخمیر الکلی پیرووات با از دست دادن کربن دی‌اکسید به اتانال تبدیل می‌شود.

(۳) تنها تخمیر لاکتیکی در تولید فرآورده‌های شیری و خیارشور نقش دارد.

طی تنفس یاخته‌ای هوازی و با تجزیه کامل گلوکز، الکترون‌های  $NADH$  و همچنین  $FADH_2$  به مولکول اکسیژن می‌رسد، نه آب؛ بنابراین گزینه ۱ عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کند.

سایر گزینه‌ها صحیح‌اند و می‌توان گفت الکترون‌های  $NADH$  در تخمیر لاکتیکی به پیرووات که در انتهای قندکافت تولید می‌شوند می‌رسند. (گزینه ۲) و در تخمیر الکلی به اتانال که ترکیبی دو کربنه و بدون فسفات است منتقل می‌شوند (گزینه ۳)؛ بنابراین الکترون‌های  $NADH$  در تنفس یاخته‌ای هوازی به مولکول غیرآلی (اکسیژن) و در تخمیر الکلی و لاکتیکی به ترکیبی آلی (به ترتیب اتانال و پیرووات) می‌رسد. (گزینه ۴)

نکته:  $NAD^+$  در زمان تبدیل اتانال به اتانول در تخمیر الکلی، احیا پیرووات در تخمیر لاکتیکی و در زنجیره انتقال الکترون در تنفس یاخته‌ای هوازی رخ می‌دهد.



شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته‌ها، مولکول  $ATP$  است. در گام چهارم و پایانی قندکافت چهار مولکول  $ADP$  با دریافت فسفات از اسید دو فسفاته تبدیل به مولکول  $ATP$  می‌شوند. در این حالت یک پیوند پرانرژی از جنس پیوند کووالان بین گروه‌های فسفات ایجاد می‌گردد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) باز آلی موجود در  $ATP$ ، آدنین است در مولکول‌های رنا، مکمل آدنین، یوراسیل است.

(۲) مولکول  $ATP$  از دو حلقه پنج کربنی تشکیل شده است که توسط یک پیوند به هم متصل شده‌اند.

(۳) تولید مولکول  $ATP$  به کمک کراتین فسفات کاملاً مستقل از اکسیژن بوده و به اکسیژن وابسته نیست.

جمع‌بندی:

(۱) مولکول  $NADH$  مولکولی است که هم در فرآیند اکسایش پیرووات و هم در گام سوم قندکافت تولید می‌شود.

(۲) فروکتوز فسفاته نوعی قند شش کربنی و دو فسفاته محسوب می‌شود و در گام اول قندکافت تولید و گام دوم مصرف می‌شود.



سه مراحل اول، سوم و چهارم بدون تغییر در تعداد کربن انجام می‌شود. در اکسایش پیرووات نیز تغییر در تعداد کربن صورت گرفته و ترکیب سه کربنی به ترکیب دو کربنی استیل تبدیل می‌شود.

گزینه ۱: فقط یک مرحله از قندکافت توانایی مصرف  $NAD^+$  (مولکول مصرفی فرعی در نخستین گام اکسایش پیرووات) را دارد و این اتفاق در سومین گام انجام می‌شود.

گزینه ۳:  $NADH$  مولکولی است که در اکسایش هوازی پیرووات تولید می‌شود. مولکول  $NADH$  در قندکافت نیز تولید می‌شود. طی قندکافت، پیرووات حاصل می‌شود که فسفاتی ندارد.

گزینه ۴: راکیزه جایگاه اکسایش پیرووات است که با تولید  $CO_2$  در این اندامک غلظت این ماده تغییر می‌کند.

عبارت‌های (ب)، (ج) و (د) درست‌اند.

بررسی همه عبارت‌ها:

(الف) هم‌زمان با تبدیل نوعی مولکول شش‌کربنه به نوعی مولکول پنج‌کربنه  $NADH$  تولید نمی‌شود، اما کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.

(ب) مولکول  $FAD$  که در جزء دوم زنجیره انتقال الکترون در راکیزه بازسازی می‌شود، در چرخه کربس با گرفتن الکترون کاهش می‌یابد.

(ج) باتوجه به مراحل چرخه کربس امکان خروج کربن دی‌اکسید از مولکول چهارکربنی در چرخه کربس وجود ندارد.

(د) بر اساس متن کتاب درسی با اکسایش استیل در چرخه کربس، امکان تولید مولکول‌های  $NADH$  و  $ATP$  وجود دارد.

$FADH_2$  فقط در طی انتقال الکترون در زنجیره انتقال الکترون مصرف می‌شود. در انجام زنجیره انتقال الکترون ترکیباتی مثل سیانید و مونواکسیدکربن ممانعت ایجاد می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: در چرخه کربس و همین‌طور در پی انتقال الکترون‌ها به روش اکسایشی  $ATP$  فقط تولید می‌شود. هیچ یک از این فرایندها در مایع میان‌یاخته انجام نمی‌شوند.

گزینه ۲: در تنفس هوازی  $NAD^+$  در زنجیره انتقال الکترون تولید می‌شود. توجه کنید که انرژی الکترون‌ها پروتون را جابه‌جا می‌کند، نه برعکس!

گزینه ۴: فقط مصرف  $ADP$  در چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون انجام می‌شود.

بررسی صورت سؤال:

صورت سؤال مربوط به فصل از ماده به انرژی زیست‌شناسی دوازدهم است و منظور سؤال، اولین ناقل الکترونی یا دومین عضو زنجیره انتقال الکترون است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: وظیفه پمپ‌کردن پروتون‌ها به فضای بین دو غشا، بر عهده پمپ‌ها است.

گزینه ۲: تبدیل شدن اکسیژن به یون اکسید، در بخش داخلی راکیزه انجام می‌شود و با توجه به شکل، پمپ سوم زنجیره انتقال الکترون، به طور مستقیم الکترون‌های خود را به اکسیژن می‌دهد و یون اکسید ایجاد می‌کند.

گزینه ۳: مطابق شکل، این ناقل، الکترون‌های خود را به دومین پمپ موجود در زنجیره انتقال الکترون می‌دهد.

گزینه ۴: سیانید واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترون‌ها به  $O_2$  را مهار کرده و در نتیجه باعث توقف زنجیره انتقال الکترون می‌شود.

## فیزیک

گام اول: برآیند نیروها و بردار شتاب جسم برابر است با:

$$\vec{F}_{\text{net}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 6\vec{i}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{net}}}{m} = \frac{6\vec{i}}{0.5} = 12 \text{ m/s}^2 \vec{i}$$

گام دوم: بردار سرعت ثانویه جسم برابر است با:

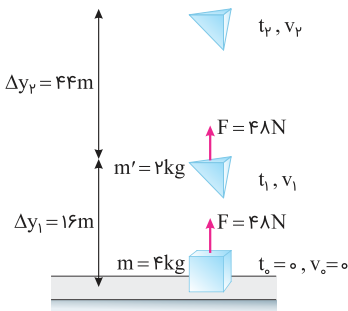
$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} \Rightarrow 12\vec{i} = \frac{\vec{v}_2 - (-2\vec{i})}{2} \Rightarrow \vec{v}_2 = 22\vec{i} \text{ m/s}$$

طبق قانون اول نیوتن اگر به جسمی به‌طور هم‌زمان چند نیرو اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، به عبارت دیگر برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر شود، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند.

$$W = mg = 4 \text{ N} , \quad F = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ N}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow F = ma \Rightarrow 5 = 0.4a \Rightarrow a = 12.5 \text{ m/s}^2$$

شکل زیر، وضعیت جسم و پارامترهای مربوط به آن را در دو مرحله حرکت نشان می‌دهد. با فرض اینکه  $a$  و  $a'$  به ترتیب شتاب حرکت جسم در مرحله اول و دوم حرکت باشد به بررسی هریک از این مراحل می‌پردازیم.



مرحله اول: جسم به جرم  $m = 4 \text{ kg}$  با استفاده از نیروی  $48 \text{ نیوتونی}$  به مقدار  $16 \text{ m}$  بالا کشیده می‌شود:

$$F - mg = ma \Rightarrow 48 - 4 \times 10 = 4 \times a \Rightarrow 8 = 4a \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta y_1 = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow 16 = \frac{1}{2} \times 2 \times t_1^2 + 0 \Rightarrow t_1^2 = 16 \Rightarrow t_1 = 4 \text{ s}$$

$$v_1 = at_1 + v_0 \Rightarrow v_1 = 2 \times 4 + 0 \Rightarrow v_1 = 8 \text{ m/s}$$

مرحله دوم: جسم به جرم  $m' = 2 \text{ kg}$  با استفاده از نیروی  $48 \text{ نیوتونی}$  به مقدار  $\Delta y_2 = 60 - 16 = 44 \text{ m}$  بالا کشیده می‌شود:

$$F - m'g = m'a' \Rightarrow 48 - 2 \times 10 = 2 \times a' \Rightarrow 28 = 2a' \Rightarrow a' = 14 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta y_2 = \frac{1}{2}a'\Delta t^2 + v_1 \Delta t \Rightarrow 44 = \frac{1}{2} \times 14 \Delta t^2 + 8 \Delta t \Rightarrow 7 \Delta t^2 + 8 \Delta t - 44 = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \Delta t = 2 \text{ s} & \checkmark \\ \Delta t = -\frac{22}{7} & \times \end{cases} \Rightarrow t_2 = t_1 + \Delta t = 4 + 2 = 6 \text{ s}$$

در نتیجه جسم در ثانیه ۶ ام از شروع حرکت به ارتفاع  $60 \text{ متری}$  می‌رسد.

از طرف هوا بر شخص چتر باز نیرویی وارد نمی‌شود؛ بنابراین حرکت چتر باز از لحظه بیرون پریدن از هواپیما در  $t = 0$  تا لحظه شدن چتر در  $t = 3 \text{ s}$  به صورت شتاب‌دار ثابت با شتاب  $g = 10 \text{ m/s}^2$  است. پس از باز شدن چتر از طرف هوا نیروی مقاومتی بر چتر وارد می‌شود و شتاب حرکت چتر باز طبق رابطه  $a = g - \frac{F_D}{m}$  کاهش می‌یابد. این کاهش شتاب تا جایی که مقاومت هوا برابر با وزن چتر باز می‌شود، ادامه می‌یابد و از این پس حرکت چتر باز به صورت یکنواخت با شتاب صفر خواهد شد؛ بنابراین یکی از گزینه‌های ۱ یا ۲ صحیح است ولی چون چتر باز پس از رسیدن به سرعت حدی خود مدتی را به صورت یکنواخت می‌پیماید گزینه ۲ منطقی‌تر است.

می‌دانیم که بیشینه تندی حرکت جسمی که از یک ارتفاع رها می‌شود، همان تندی حدی است که جسم در حالتی به این تندی می‌رسد که نیروی مقاومت شاره (مقاومت هوا) با نیروی وزن جسم برابر شود. بنابراین داریم:

$$f_D = mg \frac{f_D = \frac{v^2}{r}}{m=5 \text{ kg}, g=9.8 \text{ m/s}^2} \rightarrow \frac{v^2}{r} = \underbrace{5 \times 9.8}_{49}$$

$$\Rightarrow v^2 = 49 \times 4 \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} v = 7 \times 2 = 14 \text{ m/s}$$

برای محاسبه نیروی عمودی سطح باید ابتدا تمام نیروهای وارد بر جسم را رسم کنیم و از قانون دوم نیوتون استفاده کنیم؛ فراموش نکنید که چون حرکت تندشونده است جهت شتاب با جهت سرعت یکی است.

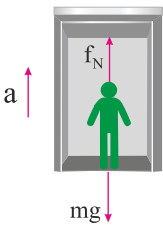
$$f_N - mg = ma \xrightarrow{g=10 \text{ m/s}^2, m=2 \text{ kg}, a=2 \text{ m/s}^2} f_N - 20 = 2 \times 2 \Rightarrow f_N = 24 \text{ N}$$

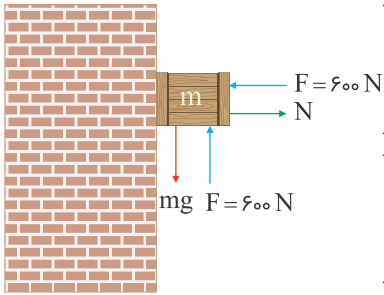


توجه: در تمامی مسائلی که حرکت آسانسور وجود دارد، ابتدا باید علامت شتاب را مشخص کنیم. برای این کار معمولاً جهت پایین را با علامت منفی و بالا را با علامت مثبت نمایش می‌دهیم. چون حرکت تندشونده است، جهت شتاب با جهت حرکت یکسان است و به سمت بالا است.

$$a = +2 \text{ m/s}^2$$

$$F_N - mg = ma \xrightarrow{a=+2 \text{ m/s}^2, m=40 \text{ kg}} F_N - 40 \times 10 = 40 \times 2 \Rightarrow F_N = 480 \text{ N}$$





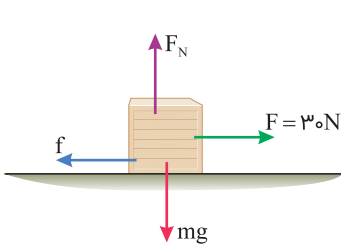
$$f_{s,\max} = \mu_s \times N = 0/6 \times 600 = 360 \text{ (N)}$$

چون  $F' > mg$  جسم تمایل به حرکت رو به بالا دارد، پس اصطکاک رو به پایین است.

$$F' = F - mg = 600 - 200 = 400 \text{ (N)}$$

جسم به سمت بالا حرکت می‌کند و اصطکاک جنبشی رو به پایین است.

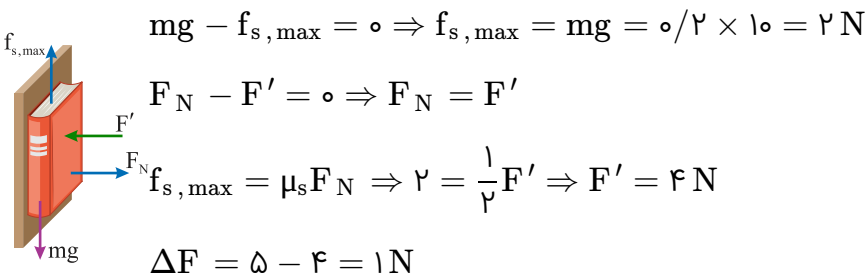
$$F' > f_{s,\max} \Rightarrow f_k = \mu_k \times N = 0/2 \times 600 = 120 \text{ (N)}$$



$$F_N - mg = 0 \Rightarrow F_N = mg = 50 \text{ N}$$

$$F - f_{s,\max} = 0 \Rightarrow F = \mu_s F_N \Rightarrow 30 = \mu_s \times 50 \Rightarrow \mu_s = 0/6$$

$$F - f_k = ma \Rightarrow F - \mu_k F_N = ma \Rightarrow 30 - \mu_k \times 50 = 5 \times 1 \Rightarrow \mu_k = 0/5$$



$$mg - f_{s,\max} = 0 \Rightarrow f_{s,\max} = mg = 0/2 \times 10 = 2 \text{ N}$$

$$F_N - F' = 0 \Rightarrow F_N = F'$$


$$f_{s,\max} = \mu_s F_N \Rightarrow 2 = \frac{1}{2} F' \Rightarrow F' = 4 \text{ N}$$

$$\Delta F = 5 - 4 = 1 \text{ N}$$

چون وزنه متصل به فنر با شتاب ثابت  $a$  حرکت می‌کند، می‌توان گفت که نیروی کشسانی فنر برابر با نیروی برآیند وارد بر وزنه است:

$$F_e = F \Rightarrow kx = ma \Rightarrow k \times (140 - 136) = 2 \times 2 \Rightarrow k = 1 \text{ N/cm}$$

گام اول: هنگامی که جسم  $5 \text{ cm}$  از وضعیت تعادل فنرها پایین می‌آید، فنر (۱) کشیده شده و فنر (۲) فشرده می‌شود. نیروهای وارد بر جسم مطابق شکل است: اندازه هر یک از این نیروها برابر است با:

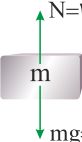


$$\begin{cases} F_{e_1} = k_1 x_1 = 100 \times \frac{5}{100} = 5 \text{ N} \\ F_{e_2} = k_2 x_2 = 200 \times \frac{5}{100} = 10 \text{ N} \\ mg = 3 \times 10 = 30 \text{ N} \end{cases}$$

گام دوم: برآیند نیروها را به دست می‌آوریم و با استفاده از قانون دوم نیوتون، شتاب جسم را تعیین می‌کنیم:

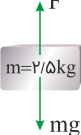
$$\vec{F}_{\text{net}} = \vec{F}_{e_1} + \vec{F}_{e_2} + m\vec{g} = 5\vec{j} + 10\vec{j} + (-30\vec{j}) \Rightarrow \vec{F}_{\text{net}} = -15\vec{j}$$

$$\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \Rightarrow -15\vec{j} = 3 \times \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = -5\vec{j}$$



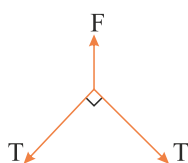
$$N - mg = ma \Rightarrow 24 - 20 = 2a \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

چون  $N > \omega$  است شتاب حرکت به سمت بالا است. اگر کل وزنه‌ها را  $2/5 \text{ kg}$  فرض کنیم.



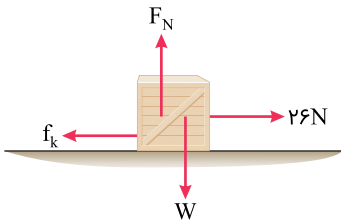
$$F - mg = ma \Rightarrow F - 20 = 5 \Rightarrow F = 25 \text{ N}$$

$$F = T\sqrt{2} \Rightarrow T = \frac{25}{\sqrt{2}} = 15\sqrt{2} \text{ (N)}$$



کشش در دو سر طناب یکسان است. این بدان معنی است که هیچ گروهی نمی‌تواند بیشتر از گروه دیگر به طناب نیرو وارد کند به هر گروه نیرویی برابر با کشش در طناب وارد می‌شود. باتوجه به برابر بودن وزن دو گروه، سرعت و شتاب گروه‌ها یکسان خواهد بود. بنابراین هر دو گروه هم‌زمان به پرچم خواهند رسید.

دیگرام آزاد نیروها را رسم می‌کنیم:



دقت کنید چون جسم در حال حرکت است  $f_k$  داریم.

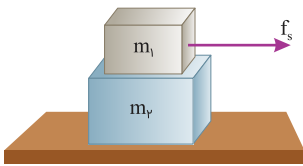
$$F_{\text{net},y} = 0 \Rightarrow W = F_N \Rightarrow F_N = 5 \times 10 = 50 \text{ N}$$

$$F_{\text{net},x} = ma \Rightarrow 26 - f_k = ma \Rightarrow 26 - (0.4 \times 50) = 5a \Rightarrow a = 1/2 \text{ m/s}^2$$

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_k^2} = \sqrt{50^2 + 20^2} = 10\sqrt{29} \text{ N}$$

$$F = (m_1 + m_2)a \Rightarrow 50 = 10a \Rightarrow a = 5 \text{ m/s}^2$$

$$f_s = m_1 a = 5 \times 2 \Rightarrow 10 \text{ N}$$

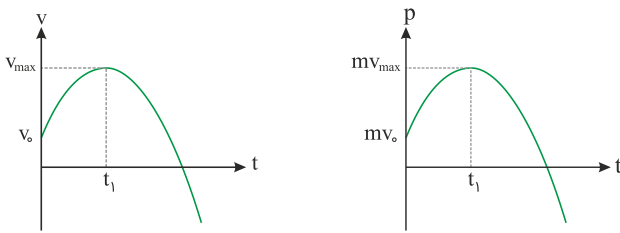


در حرکت در راستای قائم تنها نیروی وزن به جسم وارد می‌شود.

$$F_{\text{av}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow \Delta p = F_{\text{av}} \Delta t$$

$$\xrightarrow{F_{\text{av}}=mg} \Delta p = mg \Delta t = 0.3 \times 10 \times 1 = 3 \text{ kg.m/s}$$

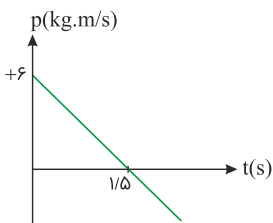
نکته: شکل کلی نمودار تکانه- زمان و سرعت- زمان یکسان است؛ بنابراین اظهارنظرهایی که در مورد نوع حرکت در نمودار سرعت- زمان داشتیم در نمودار تکانه- زمان نیز برقرار است.  
به طور مثال:



ابتدا نمودار تکانه- زمان را رسم می‌کنیم:

$$t = 0 \Rightarrow p = \epsilon$$

$$t = 1/\omega \Rightarrow p = 0$$



نکته: می‌دانیم که اگر نمودار سرعت- زمان به محور t (افقی) نزدیک شود، تندی متحرک در حال کاهش و حرکت کندشونده است و اگر نمودار سرعت- زمان از محور t (محور افقی) دور شود، تندی متحرک در حال افزایش و حرکت تندشونده است.  
طبق شکل مشاهده می‌شود که در ثانیه دوم حرکت یعنی در بازه  $t = 1s$  تا  $t = 2s$  ابتدا نمودار به محور t نزدیک می‌شود (کندشونده) و سپس دور می‌شود (تندشونده).

$$g_A = g_B \Rightarrow \frac{GM_x}{(R_x + x)^2} = \frac{GM_y}{(R_y + x)^2} \Rightarrow \frac{9M_y}{(9R_y + x)^2} = \frac{M_y}{(R_y + x)^2}$$

$$9R_y + x = 3R_y + 3x \Rightarrow 2x = 6R_y \Rightarrow x = 3R_y$$

$$A \text{ شعاع حرکت ماهواره } r = x + R_x = 3R_y + 9R_y = 12R_y \Rightarrow r = 12 \times \frac{1}{9}R_x = \frac{4}{3}R_x$$