



משרד החינוך

מערכת שידורים לאומית

מסלולי אספקת אנרגיה-חלק א'
חינוך גופני
מקצוע מוגבר לבגרות 5 יחידות לימוד:
הפזיולוגיה של המאמץ

שם המורה : עופר חדד



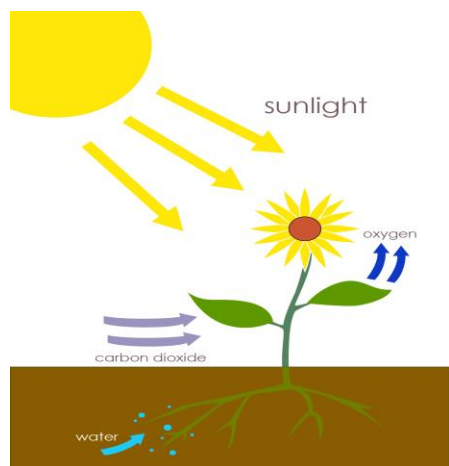
מה נלמד היום / במה נעסוק

- מהי אנרגיה ?
 - סוגי אנרגיה
 - חומרי הדלק כמקור ליצירת אנרגיה
 - מטבוליזם
 - מהי מולקולת ATP ?
 - המבנה הכימי של מולקולת ATP
- 

מהי אנרגיה ?

קשה למצוא מישהו שלא שמע על "אנרגיה".
אנרגיה משפיעה על חיינו בהיבטים שונים ומגוונים.
ללא אנרגיה אין חיים, אין תנועה, ולא ניתן לבצע כלום.
כל יצור חי זקוק לאנרגיה כדי להתקיים.

אצל בני האדם ובעלי חיים, האנרגיה מסופקת באמצעות אוכל, אצל הצמחים ואצות הים באמצעות קרינת השמש ותהליך הפוטוסינתזה.
גם מערכות מכניות זקוקות לאספקת אנרגיה כדי לתפקד.
לדוגמה, המכונית משתמשת בבנזין, מכונת הכביסה משתמשת בחשמל.
אנרגיה- היא היכולת לבצע עבודה

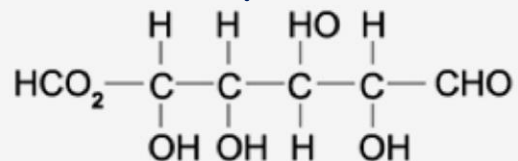


סוגי אנרגיה

חשמלית	גרעינית	מגנטית
<u>מכנית</u>	<u>כימית</u>	סולארית
	<u>חום</u>	

חומרי הדלק כמקור ליצירת אנרגיה

גלוקוז



גוף חי יכול לנצל 4 חומרי דלק מהתזונה :

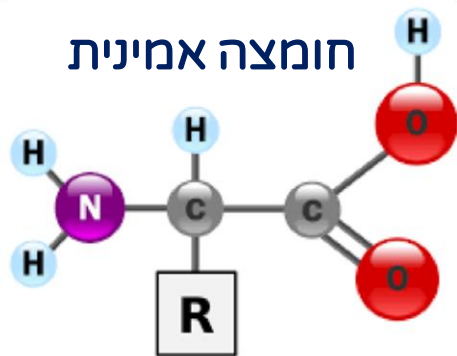
1. פחמימה=>גלוקוז

2. חלבון => חומצה אמינית

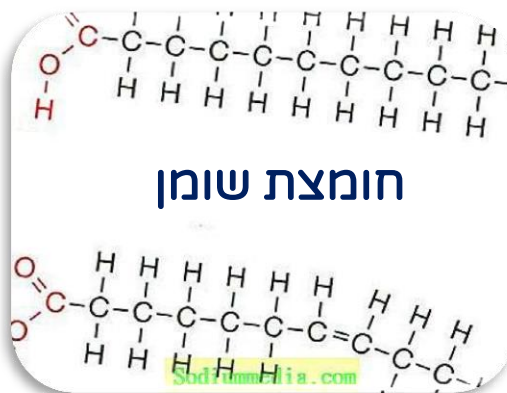
3. שומן => חומצת שומן

4. ~~אלכוהול~~

חומצה אמינית



חומצת שומן



מטבוליזם-חילוף חומרים



המזון שאנו אוכלים מכיל אנרגיה כימית ובתהליך
המטבוליזם אנרגיה זו מומרת לאנרגיית חום (60%-70%)
ולאנרגיה מכאנית לצרכי הגוף (30%-40%)
התהליך כולו מתבצע בתוך מיטוכונדריון התא



מטבוליזם-חילוף חומרים

הגורמים המשפיעים על קצב חילוף החומרים:

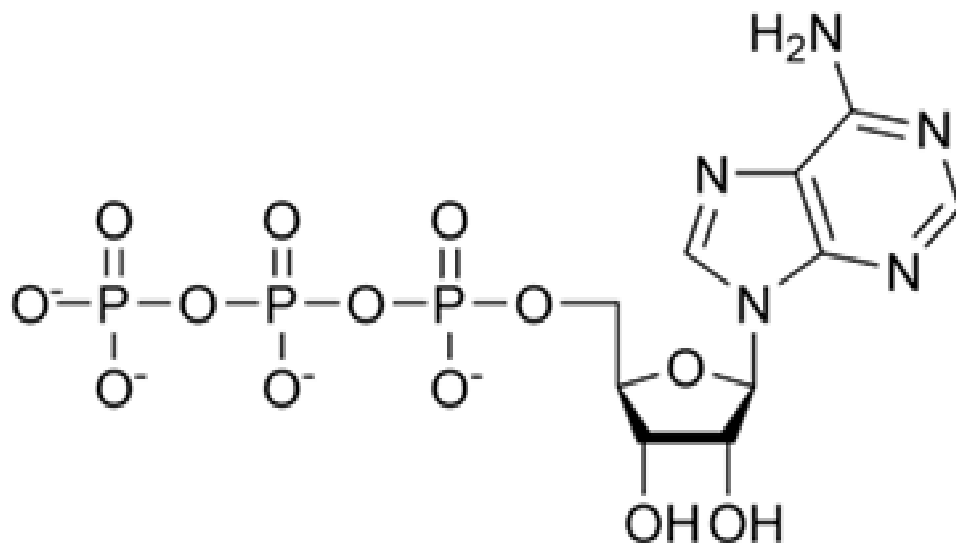
- דרגת המאמץ-ככל שדרגת המאמץ עולה כן יעלה גם הקצב המטבולי.
- כמות השרירים הפועלים- ככל שכמות השרירים הפועלים גדולה יותר כן יעלה הקצב המטבולי.
- המין-הקצב המטבולי אצל גברים גבוהה יותר מאשר אצל נשים.
- הגיל-ככל שעולים בגיל ישנה ירידה בקצב המטבולי.
- הריגוש-העלייה בריגוש מעלה את תפקודי המערכת הסימפטטית להפריש יותר אנדרנלין המעלה את המטבוליזם אצלנו.
- טמפרטורה-עלייה בטמפרטורת הליבה מעלה את המטבוליזם.
- הורמון בלוטת התריס- עלייה בקצב הפרשת ההורמון מעלה את קצב חילוף החומרים.

המבנה הכימי של מולקולת ה-ATP

ATP- הוא נוקלאוטיד, סוג של תרכובת אורגנית, המאפשרת נשיאת אנרגיה בתא.

מולקולה המורכבת משלוש מולקולות של זרחן המחוברות למולקולה אחת של אדנוזין.

הקשרים המחברים את שני הזרחנים החיצוניים נקראים קשרים עתירי אנרגיה.

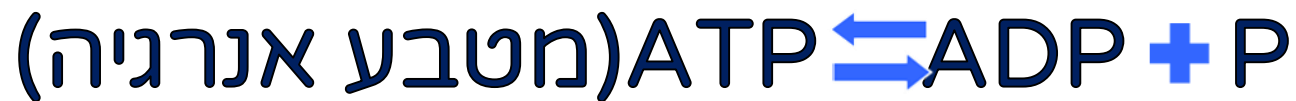


המבנה הכימי של מולקולת ה-ATP

בתהליך קטאבולי (פרוק), של ATP על ידי האנזים ATPase מתנתק זרחן (P) אחד משני הזרחנים החיצוניים, ואתו משתחררת כמות אנרגיה גבוהה מאוד. אנרגיה זו היא אנרגיה מכאנית.

כמות האנרגיה המתקבלת בניתוק של P אחד היא 30.6 קילוג'אול למול, כשליש מהאנרגיה שמשתחררת משריפת כמות זהה של בנזין.

תהליך פירוק המולקולה הוא הפיך-הקשר יכול להתחדש מ-ADP ל-ATP בחזרה, כמעין טעינה של הסוללה.



אנזים - ATPase

תהליך הפקת מולקולת ATP מחומרי הדלק

גליקוגן (שריר/כבד)

↓
אנרגיה (כימית) + H_2O + CO_2 → חמצן + גלוקוז

↓
 $\text{ATP} \rightleftharpoons \text{ADP} + \text{P}$ (מטבע אנרגיה מכאנית)

שאלות סיכום לחלק א'

1. הסבירו בהרחבה מהו מטבוליזם.
2. מהם שלוש חומרי הדלק העיקריים אותם אנו צורכים?
3. הסבירו מהי מולקולת ATP.
4. כיצד מופקת מולקולת ATP מחומרי הדלק אותם אנו צורכים?
5. הסבירו את המושג קשרים עתירי אנרגיה.

חינוך גופני

מקצוע מוגבר לבגרות 5 יחידות לימוד:

הפזיולוגיה של המאמץ

מסלולי אספקת אנרגיה-חלק ב'

שם המורה : עופר חדד



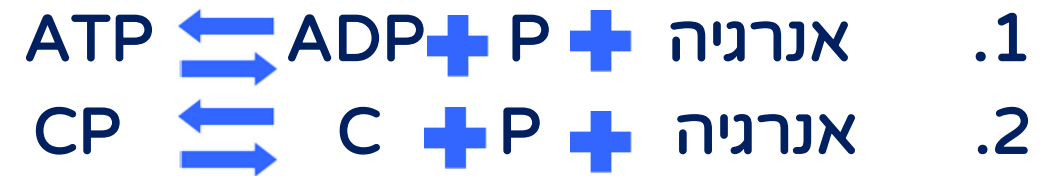
מה נלמד בשיעור?

שלושת מסלולי אספקת אנרגיה:

- מסלול אנרגיה אנאירובי-אלקטי
 - מסלול אנרגיה אנאירובי-לקטי
 - מסלול אנרגיה אירובי
- 

מסלול אנאירובי-אלקטי /ATP-CP/ מסלול פוספוגני¹

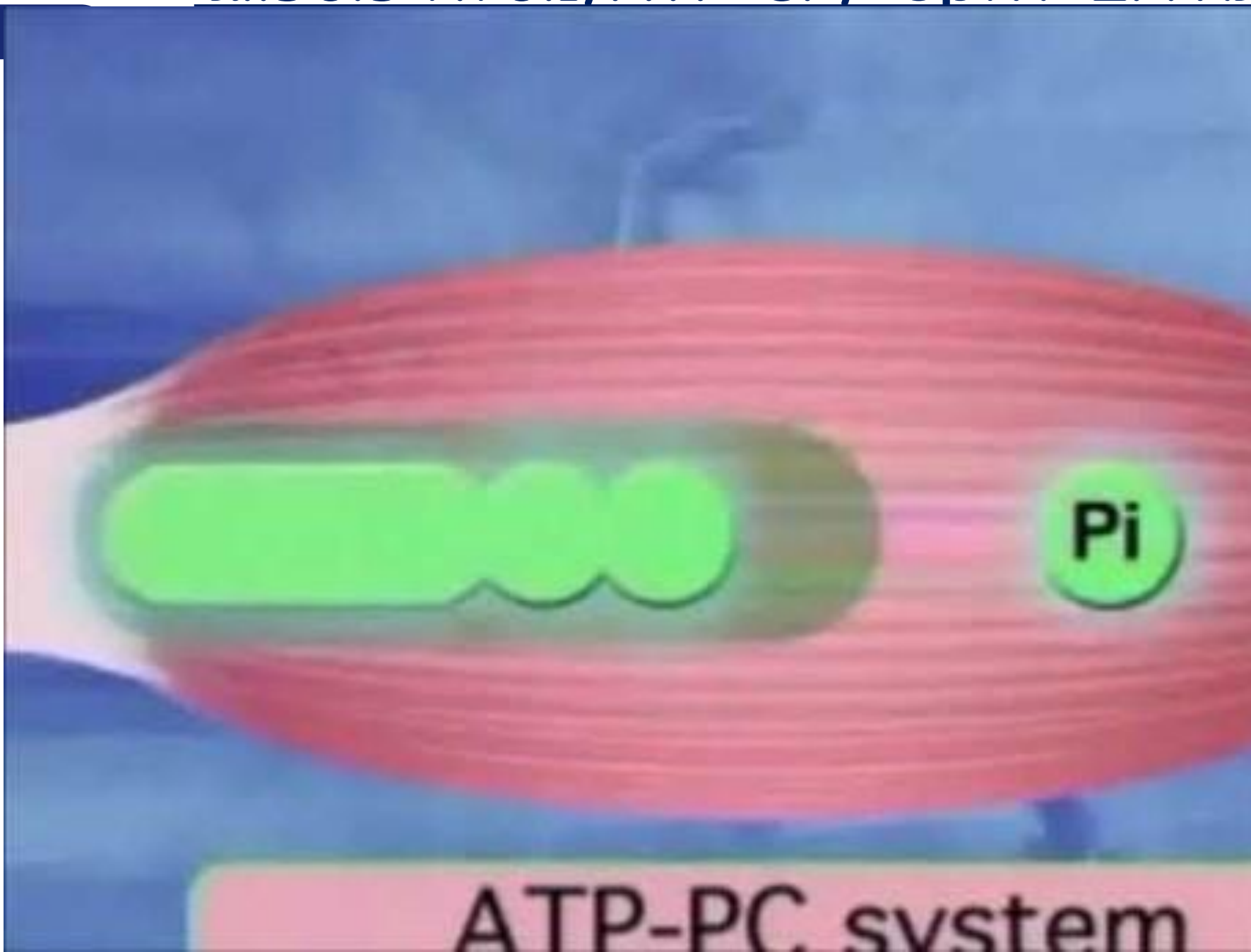
תהליך בו נוצרת אנרגיה בתוך סרקופלסמת השריר, ללא שימוש בחמצן וללא יצירת חומצת חלב.
הגוף מנצל אנרגיה (זמינה) שמצויה כבר בשריר לתפקידיו השונים.



בשלב הראשון נוצרת אנרגיה המספיקה לפעילות של 2 שני'.

בשלב השני נוצרת אנרגיה המספיקה לפעילות של עוד 8 שני'.

[לסרטון לחץ כאן](#)



מאפייני המסלול האנאירובי אלקטי

1. תפוקת עבודה אנרגטית נמוכה מאוד.

2. הספק אנרגטי גבוה מאוד.

3. זמן תגובה מהיר מאוד

הספק = זמן/עבודה

ענפי הספורט המתאימים למסלול האנאירובי אלקטי

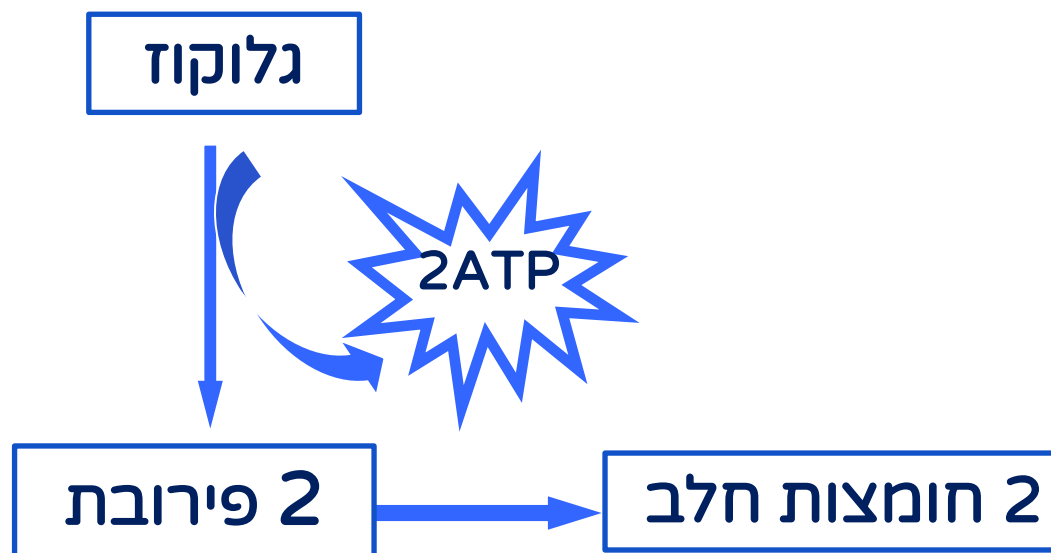
4

לסרטון [לחץ כאן](#)



מסלול אנאירובי-לקטי/גליקוליזה אנאירובית

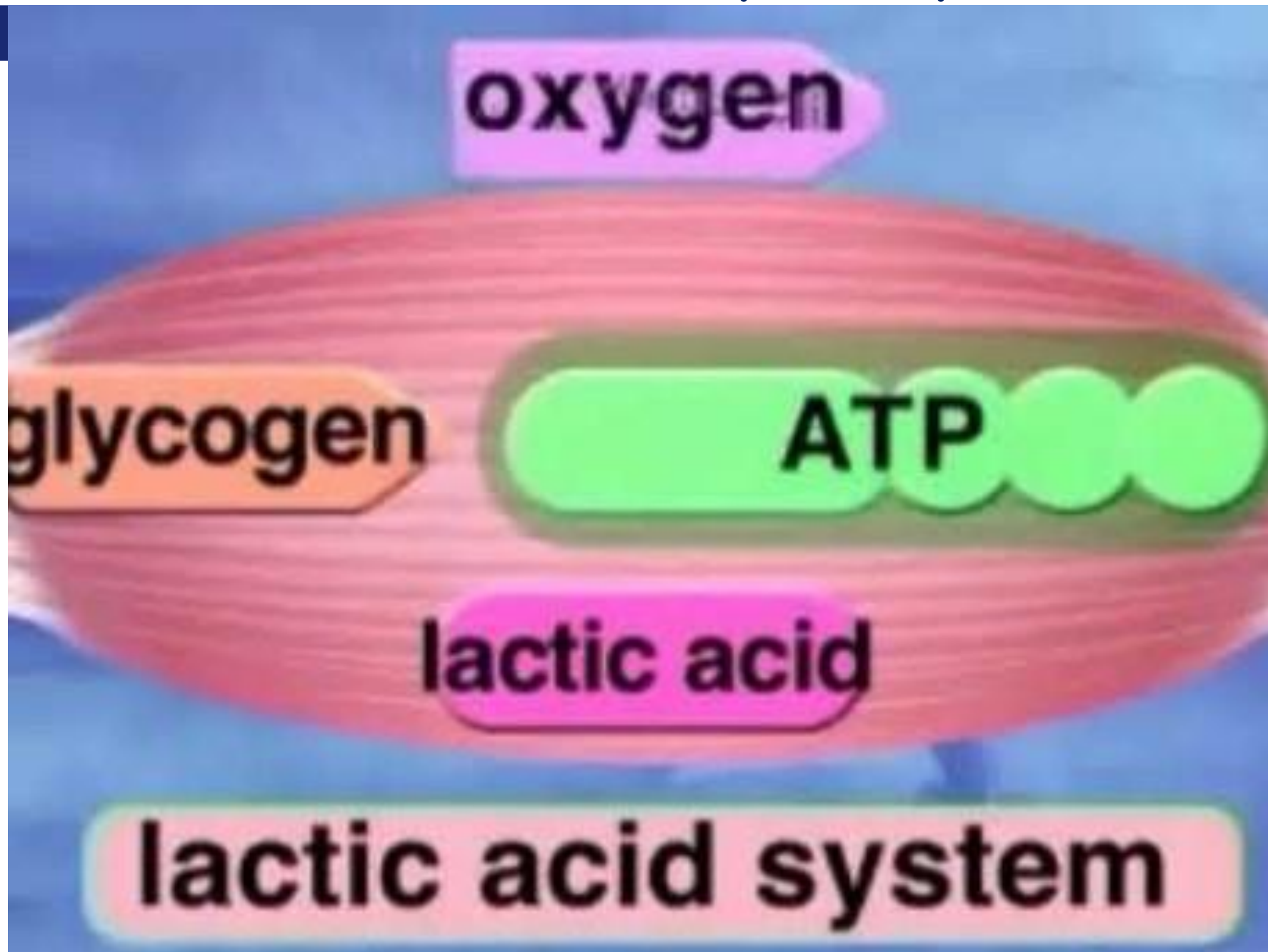
1. שלב ראשון - מתפרקת מולקולה אחת של גלוקוז לשתי מולקולות של חומצה פירובית תוך יצירת 2 מולקולות של ATP הנאגרות בשריר.
2. שלב שני - שתי החומצות הפירוביות ממשיכות להתפרק לשתי חומצות חלב.



מסלול אנאירובי-לקטי/גליקוליזה אנאירובית

6

לסרטון [לחץ כאן](#)



מאפייני המסלול האנאירובי לקטי

הספק = זמן/עבודה

1. תפוקת עבודה אנרגטית נמוכה.

2. הספק אנרגטי גבוה.

3. זמן תגובה מהיר

[לסרטון לחץ כאן](#)



מסלול אנרגיה אירובי

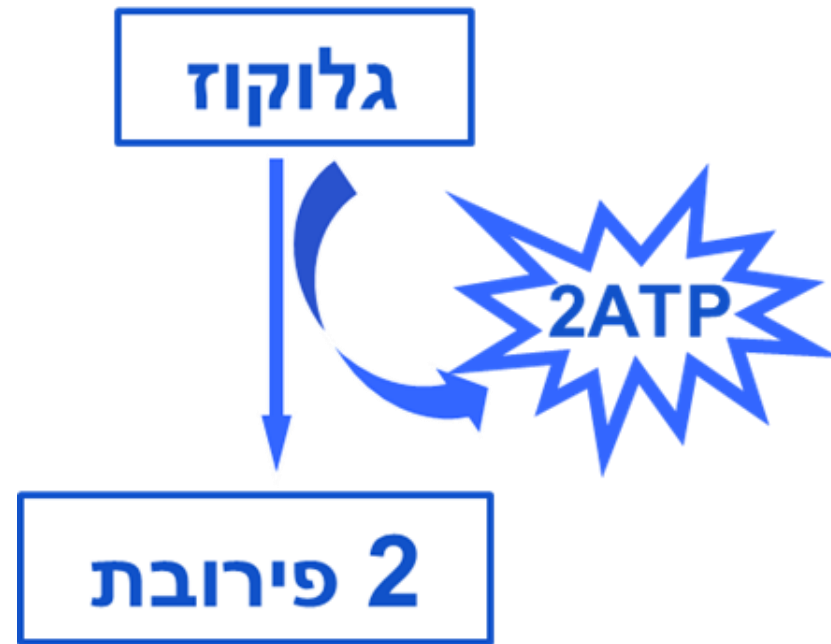
במסלול האירובי ישנם שלושה שלבים:

1. גליקוליזה אירובית.
2. מעגל קרבס/ מעגל חומצת הלימון.
3. שרשרת העברת האלקטרונית/שרשרת הנשימה.

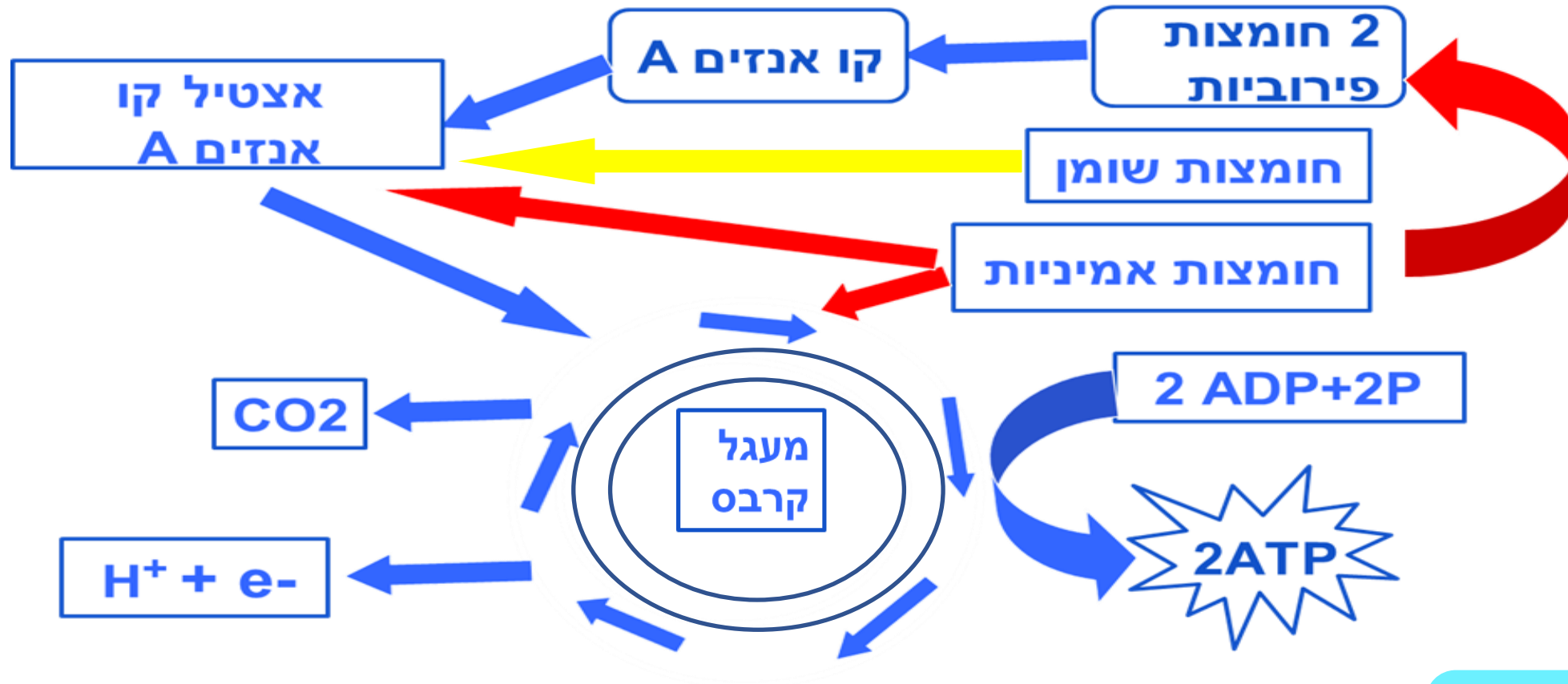
גליקוליזה אירובית

זהו השלב הראשון במטבוליזם האירובי ובו מתפרקת מולקולת גלוקוז אחת לשתי מולקולות של חומצות פירוביות תוך בניית שתי מולקולות

ATP.



מעגל קרבס/מעגל חומצת הלימון



מעגל קרבס/מעגל חומצת הלימון

מעגל קרבס הוא השלב השני במטבוליזם האירובי.

שתי החומצות הפירוביות שנוצרו בגליקוליזה האירובית מגיבות עם

קו-אנזים A ונוצר התוצר אצטיל קו-אנזים A.

תוצר זה "מורשה" להיכנס למעגל ולהמשיך להתפרק.

תוצרי מעגל קרבס הם: 2ATP , CO_2 , H^+ , e^-

שרשרת העברת האלקטרונים/שרשרת הנשימה

שרשרת הנשימה היא השלב השלישי במטבוליזם האירובי.
תוצרי הפירוק במעגל קרבס H^+ , e^- , מגיבים עם מולקולת חמצן ויוצרים
מולקולת מים ו- 32 מולקולות ATP



מאפייני המסלול האירובי

1. תפוקת עבודה אנרגטית גבוהה מאוד.

הספק = זמן/עבודה

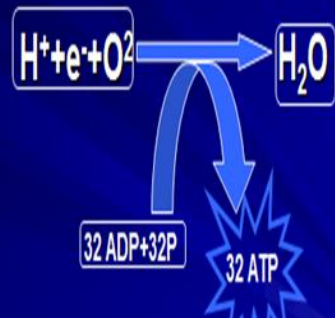
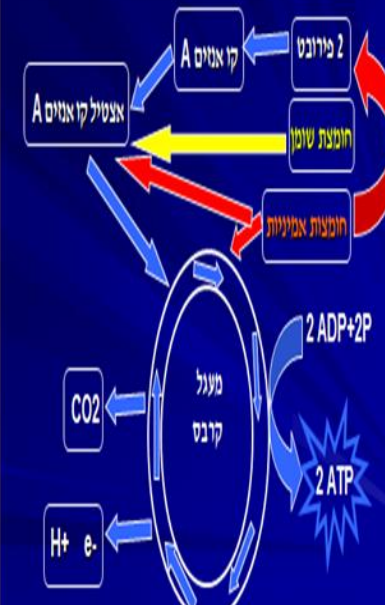
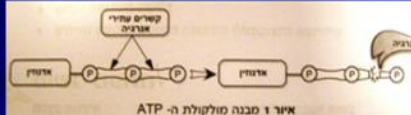
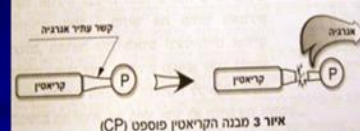
2. הספק אנרגטי נמוך מאוד.

3. זמן תגובה איטי מאוד

ענפי הספורט המתאימים למסלול האירובי

1. ריצת מרתון
2. ריצת חצי מרתון
3. טריאתלון
4. רכיבת אופניים ממושכת ולא עצימה (מעל ל-20 דק')
5. שחייה ממושכת ולא עצימה (מעל ל-20 דק')
6. ריקוד ממושך (מעל ל-20 דק')
7. סקי ממושך ולא עצים.

טבלת סיכום לשלושת מסלולי האנרגיה

מסלול אנרגיה איירובי			מסלול אנרגיה אנאירובי	
			לקטי (חומצת חלב)	אלקטי (ATP-CP)
שרשרת העברת ה- e^-	מעגל קרבס	גליקוליזה איירובית	גליקוליזה אנאירובית	
<u>שרשרת העברת האלקטרונים-שרשרת הנשימה</u> 	<u>סכמה מקוצרת של מעגל קרבס</u> 	<u>סכמה מקוצרת של גליקוליזה איירובית</u> 	<u>סכמה מקוצרת של המטבוליזם האנאירובי-לקטי</u> 	<u>שלב 1: פרוק מולקולת ה-ATP (תהליך קטאבולי)</u> ATP-מטבע אנרגיה תהליך הפרוק של מולקולת ה-ATP מלווה בהתנתקות של מולקולת זרחן אחת ושחרור כמות אנרגיה רבה לתפקודי הגוף למשך 2 שני בלבד.  <u>שלב 2: פרוק מולקולת ה-CP (תהליך קטאבולי)</u> תהליך הפרוק מלווה בהתנתקות של מולק' זרחן ממולק' הקריאטין תוך שחרור אנרגיה שתפקיד לחבר מולק' זרחן עם מולק' ADP על מנת ליצור מולק' ATP חדשה ולהעניק אנרגיה רבה לתפקודי הגוף לעוד 8 שני. 

סיכום מאפייני שלושת מסלולי האנרגיה

המסלול מאפיין	אנאירובי-אלקטי מסלול ATP-CP	אנאירובי-לקטי מסלול חומצת החלב	אירובי
מהירות תגובה	מיידית	גבוהה	איטית
הספק אנרגטי	גבוה מאוד	גבוה	נמוך
כמות אנרגיה	מוגבלת מאוד	מוגבלת	בלתי מוגבלת

טבלה 1 מאפייני המסלולים להספקת אנרגיה

התרומה של שלושת מסלולי האנרגיה בענפי הספורט

אירובי	אירובי ואנאי. לקטי	אנאירובי אלקטי	ענף ספורט
20	20	60	כדורסל
----	10	90	סייף
----	10	90	מקצועות שדה
----	5	95	גולף
5	15	80	התעמלות
30	20	50	הוקי
70	20	10	ריצות ארוכות
50	30	20	חתירה
33	33	33	סקי
30	20	50	כדורגל
----	10	90	ריצות קצרות
70	20	10	שחיית 1.5 קמ'
10	20	70	טניס

שאלות סיכום לחלק ב'

1. הסבירו את המסלול האנאירובי אלקטי וציינו מהם מאפייניו?
2. רשמו שני ענפי ספורט המתאימים מבחינה מטבולית לכל אחד משלוש מסלולי אספקת האנרגיה?
3. באילו שני מצבים מתגבר קצב הפיכתה של החומצה הפירובית לחומצת חלב?
4. חשבו כמה מולקולות של ATP ניתנות להפיק בשלב האירובי מכל מולקולה של גלוקוז.
5. רשמו מהם תוצרי כל אחד משלוש שלבי המסלול האירובי והיכן מתבצע כל שלב?



תודה שהשתתפתם

בשיעור





נוהל שימוש ביצירות מוגנות בזכויות יוצרים ואיתור בעלי זכויות

השימוש ביצירות במהלך שידור זה נעשה לפי סעיף 27א לחוק זכות יוצרים, תשס"ח. 2007-אם הינך בעל הזכויות באחת היצירות, באפשרותך לבקש מאיתנו לחדול מהשימוש ביצירה, זאת באמצעות פנייה לדוא"ל rights@education.gov.il