

## ЗАДАНИЕ 3

### Вариант 1.

Бегун расходует за 1 мин 24 кДж энергии. За 50 мин в его организме идет полное окисление глюкозы, а 10 мин – гликолиз.

#### Определите:

1. Сколько молекул глюкозы потребуется для бега с такими затратами?
2. Сколько молекул АТФ израсходовалось?
3. Сколько молекул углекислого газа выделилось?
4. Сколько молекул молочной кислоты образовалось при беге?

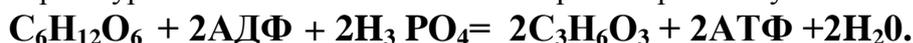
#### Решение:

**Содержание верного ответа (решение) и указания по оцениванию**  
(правильный ответ должен содержать следующие позиции)

**1.** Находим сколько энергии выделилось за 10 мин анаэробного окисления глюкозы (т.е. при гликолизе):

$$24 \text{ кДж} \times 10 \text{ мин} = \mathbf{240 \text{ кДж}};$$

Суммарное уравнение окисления глюкозы при анаэробных условиях:



Находим сколько энергии запасается в молекулах АТФ при гликолизе из 1 моль глюкозы, если по условиям задания 1 моль АТФ – 40 кДж, следовательно

$$2 \text{ моль АТФ} \times 40 = \mathbf{80 \text{ кДж}};$$

Определяем, сколько молекул (моль) АТФ израсходовано 10 мин бега в условиях отсутствия  $O_2$ , т.е. при гликолизе:

$$240 : 80 = \mathbf{3 \text{ моль АТФ}};$$

Находим сколько энергии выделилось за 50 мин бега в условиях аэробного (полного) окисления глюкозы:

$$24 \text{ кДж} \times 50 \text{ мин} = \mathbf{1200 \text{ кДж}};$$

Вычисляем сколько молекул АТФ израсходовано при полном окислении глюкозы:

1 моль АТФ - 40 кДж

X моль АТФ - 1200 кДж, следовательно  $1200 : 40$

$$\mathbf{X = 30 \text{ моль АТФ.}}$$

Таким образом, спортсменом всего было израсходовано  $30+3 = \mathbf{33 \text{ моль АТФ}}$

**2.** Находим сколько молекул (моль) глюкозы необходимо бегуну для образования 3 молекул АТФ при гликолизе:

1 моль глюкозы - 2 моль АТФ

X моль глюкозы - 3 моль АТФ, следовательно  $3:2$

$$\mathbf{X = 1,5 \text{ моль глюкозы}}$$

Определяем сколько молекул моносахарида потребуется спортсмену на образование 30 молекул АТФ при полном окислении глюкозы в его организме. Суммарное уравнение окисления глюкозы при аэробных условиях (клеточное дыхание):



Таким образом, 1 моль глюкозы – 38 моль АТФ

X моль глюкозы - 30 моль АТФ, следовательно  $30:38$

$$\mathbf{X = 0,79 \text{ моль глюкозы}}$$

Бегуну, с энергозатратами 1 мин 24 кДж энергии, для 10 минут гликолиза и 50

### ЗАДАНИЕ 3

---

минут полного окисления глюкозы потребуется

$$1,5 + 0,79 = \mathbf{2,29 \text{ моль глюкозы.}}$$

**3.** В соответствии с суммарным уравнением клеточного дыхания находим сколько всего  $\text{CO}_2$  образовалось при полном окислении глюкозы во время бега:

1 моль глюкозы – 6 моль  $\text{CO}_2$

0,79 моль глюкозы - X, следовательно  $6 \times 0,79$

$$\mathbf{X = 4,74 \text{ моль } \text{CO}_2.}$$

**4.** В соответствии с суммарным уравнением окисления глюкозы при анаэробных условиях вычисляем сколько молекул молочной кислоты образовалось в ходе тренировки:

1 моль глюкозы - 2 моль лактата

1,5 моль глюкозы – X, следовательно  $1,5 \times 2$

$$\mathbf{X = 3 \text{ моль лактата}}$$

**Ответ: 1.** Потребовалось **2,28 моль глюкозы; 2.** Израсходовано **33 моль АТФ; 3.** Выделилось **4,68 моль  $\text{CO}_2$ ; 4.** Образовалось **3 моль лактата.**

## ЗАДАНИЕ 3

### Вариант 2.

В процессе энергетического обмена произошло расщепление 7 моль глюкозы, из которых полному расщеплению подверглось только 2, на выполнение работы было израсходовано 40% образовавшейся энергии.

#### Определите:

1. Сколько молекул молочной кислоты при этом образовалось?
2. Сколько молекул  $\text{CO}_2$  выделилось?
2. Сколько энергии осталось запасено в молекулах АТФ?
3. Сколько молекул АТФ пошло на выполнение работы?

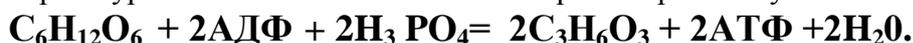
#### Решение:

#### Содержание верного ответа (решение) и указания по оцениванию

(правильный ответ должен содержать следующие позиции)

**1.** Из 7 моль глюкозы в процессе энергетического обмена полному расщеплению подверглось только 2, следовательно, на анаэробное окисление (гликолиз) израсходовано только 5 моль моносахарида.

Суммарное уравнение окисления глюкозы при анаэробных условиях:



Определяем число молекул АТФ, которые образуются при гликолизе:

1 моль глюкозы – 2 моль АТФ

5 моль глюкозы – X моль АТФ, следовательно  $2 \times 5$

$$\mathbf{X = 10 \text{ моль АТФ}}$$

Находим, сколько энергии запасается в молекулах АТФ при гликолизе из 1 моль глюкозы, если по условиям задания 1 моль АТФ – 40 кДж, следовательно

$$10 \text{ моль АТФ} \times 40 = \mathbf{400 \text{ кДж.}}$$

Вычисляем количество моль АТФ, выделившихся при полном окислении глюкозы. Суммарное уравнение окисления глюкозы при аэробных условиях (клеточное дыхание):



Таким образом, 1 моль глюкозы – 38 моль АТФ

2 моль глюкозы - X моль АТФ, следовательно  $2 \times 38$

$$\mathbf{X = 76 \text{ моль глюкозы.}}$$

Находим, сколько энергии запасается в молекулах АТФ при полном окислении из 76 моль глюкозы, если по условиям задания 1 моль АТФ – 40 кДж, следовательно

$$76 \text{ моль АТФ} \times 40 = \mathbf{3040 \text{ кДж.}}$$

Общее количество энергии, образовавшейся в ходе энергетического обмена при анаэробных и аэробных условиях, составляет  $\mathbf{3040 + 400 = 3440 \text{ кДж.}}$

В соответствии с условиями задачи, на выполнение работы было израсходовано 40% образовавшейся энергии. Находим количество энергии, израсходованное на выполнение работы:

3440 кДж - 100%

X кДж - 40%, таким образом  $(3440 \times 40): 100$

$$\mathbf{X = 1376 \text{ кДж.}}$$

**2.** Определяем число моль АТФ, потраченных на выполнение работы:

1 моль АТФ – 40 кДж

X моль АТФ - 1376 кДж, следовательно  $1376 : 40$

$$\mathbf{X = 34,4 \text{ моль АТФ.}}$$

### ЗАДАНИЕ 3

**3.** Для определения количества энергии, которое накопилось в молекулах АТФ, находим разность между общим количеством энергии, образовавшейся в ходе энергетического обмена при анаэробных и аэробных условиях и количеством энергии, израсходованным на выполнение работы:

$$3440 - 1376 = 2064 \text{ кДж.}$$

Полученную величину используем для определения числа моль АТФ, аккумуляровавших оставшуюся энергию:

1 моль АТФ – 40 кДж энергии

X моль АТФ - 2064 кДж, следовательно  $2064 : 40$

$$X = 51,6 \text{ моль АТФ.}$$

**4.** В соответствии с суммарным уравнением окисления глюкозы при анаэробных условиях вычисляем, сколько молекул молочной кислоты образовалось в ходе энергетического обмена из 5 моль глюкозы:

1 моль глюкозы - 2 моль лактата

5 моль глюкозы – X, следовательно  $5 \times 2$

$$X = 10 \text{ моль лактата.}$$

**5.** В соответствии с суммарным уравнением клеточного дыхания находим сколько всего  $\text{CO}_2$  выделилось при полном окислении 2х моль глюкозы в процессе энергетического обмена:

1 моль глюкозы – 6 моль  $\text{CO}_2$

2 моль глюкозы - X, следовательно  $6 \times 2$

$$X = 12 \text{ моль } \text{CO}_2.$$

**Ответ:** 1. Образовалось **10 моль лактата**; 2. Выделилось **12 моль  $\text{CO}_2$** ; 3. Накопилось **2064 кДж энергии**; 4. Израсходовано **34,4 моль АТФ**.

## ЗАДАНИЕ 3

### Вариант 3.

В результате энергетического обмена в клетке образовалось 5 моль молочной кислоты и 27 моль углекислого газа. На выполнение физической работы за 1 минуту 1 мышечное волокно расходуется 8 кДж энергии.

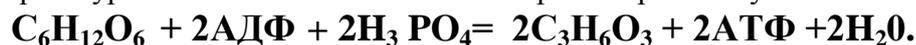
#### Определите:

1. Сколько всего моль глюкозы израсходовано и образовано АТФ?
2. Сколько молекул кислорода пошло на окисление глюкозы?
3. Сколько энергии запасено при гликолизе и окислительном фосфорилировании ?
4. Сколько мышечных волокон могут выполнять физическая работа в течение 10 минут за счет образовавшейся энергии?

#### Решение:

**Содержание верного ответа (решение) и указания по оцениванию**  
(правильный ответ должен содержать следующие позиции)

**1.** Суммарное уравнение окисления глюкозы при анаэробных условиях:



Находим сколько моль глюкозы подверглось гликолизу, если в результате энергетического обмена образовалось 5 моль лактата:

2 моль лактата – 1 моль глюкозы

5 моль лактата - **X моль глюкозы**, следовательно 5 : 2

$$\mathbf{X = 2,5 \text{ моль глюкозы.}}$$

Определяем, сколько молекул (моль) АТФ выделилось в условиях отсутствия  $\text{O}_2$ , т.е. при гликолизе:

1 моль глюкозы - 2 молекулы АТФ

2,5 моль глюкозы – **X молекул АТФ**, следовательно  $2.5 \times 2$

$$\mathbf{X = 5 \text{ моль АТФ}}$$

По условиям задания при гидролизе 1 моль АТФ образуется 40 кДж, следовательно, находим сколько энергии выделилось при анаэробном окислении глюкозы (т.е. при гликолизе):

1 моль АТФ – 40 кДж энергии

5 моль АТФ - **X кДж**, таким образом  $5 \times 40$

$$\mathbf{X = 200 \text{ кДж энергии.}}$$

**2.** Образование 27 моль углекислого газа в результате энергетического обмена в клетке, **в соответствии с условиями задания**, свидетельствует о наличии аэробного этапа окисления глюкозы, что позволяет вычислить сколько молекул глюкозы окислилось полностью.

Суммарное уравнение окисления глюкозы при аэробных условиях (клеточное дыхание):



Находим сколько молекул АТФ образовалось при полном окислении глюкозы:

6 моль  $\text{CO}_2$  – 1 моль глюкозы

27 моль  $\text{CO}_2$  – **X моль глюкозы**, следовательно 27 : 6

$$\mathbf{X = 4,5 \text{ моль глюкозы.}}$$

Вычисляем количество моль АТФ, выделившихся при полном окислении глюкозы:

### ЗАДАНИЕ 3

1 моль глюкозы - 38 моль АТФ

4,5 моль глюкозы – **X моль АТФ**, таким образом  $4,5 \times 38$

$$\mathbf{X = 171 \text{ моль АТФ.}}$$

Находим, сколько энергии запасается в молекулах АТФ при полном окислении из 4,5 моль глюкозы, если по условиям задания 1 моль АТФ – 40 кДж, следовательно

$$171 \text{ моль АТФ} \times 40 = \mathbf{6840 \text{ кДж.}}$$

Общее количество энергии, образовавшейся в ходе энергетического обмена при окислении **7 моль** глюкозы при анаэробных (2,5 моль глюкозы) и аэробных условиях (5 моль глюкозы), составляет  $200 + 6840 = \mathbf{7040 \text{ кДж.}}$

**3.** Аэробное окисление глюкозы протекает в митохондриях и состоит из двух этапов: матричного и мембранного. **1 – ый этап** локализован в матриксе митохондрий, включает образование ацетил – коэнзима А (аСoА), сопровождающееся выделением  $\text{CO}_2$ , а также протекание цикла трикарбоновых кислот (цикл Кребса), в ходе которого из 1 моль глюкозы **субстратным фосфорилированием** образуется 2 моль АТФ. **2 - ой этап** осуществляется на кристах внутренней мембраны митохондрий, где протекают реакции **окислительного фосфолирования** и образуется **34 моль АТФ**. Таким образом, при окислительном фосфорилировании синтезируется:

1 моль глюкозы – 34 моль АТФ

4,5 моль глюкозы – X моль АТФ, следовательно  $4,5 \times 34$

$$\mathbf{X = 153 \text{ молекулы АТФ.}}$$

Находим, сколько энергии запасается в молекулах АТФ при окислительном фосфорилировании 4,5 моль глюкозы, если по условиям задания 1 моль АТФ – 40 кДж, следовательно

$$153 \text{ моль АТФ} \times 40 = \mathbf{6120 \text{ кДж.}}$$

**3.** В соответствии с суммарным уравнением клеточного дыхания находим сколько  $\text{O}_2$  было потрачено на полное окисление 4,5 моль глюкозы в процессе энергетического обмена:

1 моль глюкозы – 6 моль  $\text{CO}_2$

4,5 моль глюкозы - X, следовательно  $6 \times 4,5$

$$\mathbf{X = 27 \text{ моль } \text{O}_2.}$$

**4.** Если на выполнение физической работы 1 минута сокращения одного мышечного волокна требует 8 кДж энергии, то за 10 минут будет потрачено 80 кДж. Следовательно, число мышечных волокон, которые могут выполнять физическую работу в течение 10 минут за счет 7040 кДж образовавшейся энергии, образовавшейся при полном окислении 7 моль глюкозы (2,5 моль глюкозы при гликолизе и 5 моль глюкозы аэробных условиях), составит:

80 кДж - 1 мышечное волокно

7040 кДж - X, таким образом  $7040 : 80$

$$\mathbf{X = 88 \text{ мышечных волокон}}$$

**Ответ:**

**1.** израсходовано **7 моль глюкозы** и образовано **176 моль АТФ**;

**2.** **27 моль  $\text{O}_2$**  потрачено на полное окисление глюкозы;

**3.** при гликолизе запасено **200 кДж** при гликолизе, при окислительном фосфорилировании **6120 кДж**;

**4.** **88 мышечных волокон.**

## ЗАДАНИЕ 3

### Вариант 4.

Мышцы руки при выполнении вольных упражнений расходуют за 1 мин 12 кДж энергии. Через 20 минут работы мышцы начинают испытывать недостаток кислорода и 10% глюкозы подвергается гликолизу.

#### Определите:

1. Сколько молекул АТФ образовалось при полном окислении глюкозы за 30 минут работы мышц?
2. Сколько молекул АТФ и энергии расходуется за это время при гликолизе и полном окислении глюкозы?
3. Сколько всего моль глюкозы израсходуют мышцы руки за 30 мин?
4. Сколько потребуется молекул кислорода?

#### Решение:

**Содержание верного ответа (решение) и указания по оцениванию**  
(правильный ответ должен содержать следующие позиции)

**1.** Находим сколько всего энергии необходимо для **30 минут** работы:

1 мин - 12 кДж энергии

30 мин - X кДж, следовательно  $12 \times 30$

$$X = 360 \text{ кДж энергии.}$$

Определяем сколько энергии израсходовалось за 20 минут за счет **полного окисления глюкозы:**

1 мин – 12 кДж энергии

20 мин – X кДж энергии, следовательно  $20 \times 12$

$$X = 240 \text{ кДж энергии.}$$

Таким образом, на оставшиеся 10 минут работы израсходовано

$$360 - 240 = 120 \text{ кДж энергии.}$$

По условиям задания, только 10% энергии получено при анаэробных условиях. В этой связи, вычисляем сколько энергии израсходовано мышечные сокращения **за счет гликолиза**

120 кДж энергии - 100%

X кДж энергии - 10%, следовательно  $(120 \times 10) : 100$

$$X = 12 \text{ кДж энергии}$$

Оставшееся количество энергии было получено при **полном окислении глюкозы:**

$$120 - 12 = 108 \text{ кДж энергии.}$$

Суммируя количество энергии, израсходованное за 20 минут в аэробных условиях и количество энергии, полученное при полном окислении глюкозы в оставшиеся 10 мин, находим сколько энергии образовалось за **30 минут** работы мышц за счет **полного окисления:**

$$240 \text{ кДж} + 108 \text{ кДж} = 348 \text{ кДж энергии.}$$

**Находим сколько молекул АТФ выделяет 348 кДж**

**2.** По условиям задания 1 моль АТФ образует 40 кДж энергии, следовательно определяем **сколько молекул АТФ выделяет 348 кДж:**

1 моль АТФ - 40 кДж энергии

X моль АТФ - 348 кДж энергии, следовательно  $348 : 40$

$$X = 8,7 \text{ моль АТФ}$$

**3.** Определяем сколько молекул моносахарида потребуется на мышечное сокращение в течении **30 мин при полном окислении глюкозы.** Суммарное уравнение

### ЗАДАНИЕ 3

окисления глюкозы при аэробных условиях (клеточное дыхание):



Таким образом, 1 моль глюкозы – 38 моль АТФ

X моль глюкозы - 8,7 моль АТФ, следовательно 8,7:38

$$\mathbf{X = 2,3 \text{ моль глюкозы}}$$

Находим сколько моль АТФ соответствует 12 кДж энергии, израсходованной на мышечные сокращения за счет гликолиза, если по условиям задания 1 моль АТФ образует 40 кДж энергии:

40 кДж энергии - 1 моль АТФ

12 кДж энергии - X, следовательно 12 : 40

$$\mathbf{X = 0,3 \text{ моль АТФ.}}$$

Рассчитываем сколько моль глюкозы было потрачено в условиях недостатка  $\text{O}_2$ , если суммарное уравнение окисления глюкозы при анаэробных условиях:



1 моль глюкозы - 2 моль АТФ

X моль глюкозы - 0,3 моль АТФ, следовательно 0,3 : 2

$$\mathbf{X=0,15 \text{ моль глюкозы.}}$$

Таким образом, мышцами рук за 30 мин работы израсходовано 2,45 моль глюкозы, из них 2,3 моль приходится на полное окисление глюкозы и 0,15 моль моносахарида потрачено при гликолизе:

$$\mathbf{(2,3 \text{ моль} + 0,15 \text{ моль} = 2,45 \text{ моль глюкозы})}$$

4. В соответствии с суммарным уравнением клеточного дыхания находим сколько  $\text{O}_2$  было потрачено на полное окисление 2,3 моль глюкозы в процессе энергетического обмена:

1 моль глюкозы – 6 моль  $\text{CO}_2$

2,3 моль глюкозы - X, следовательно 6 x 2,3

$$\mathbf{X= 13,8 \text{ моль } \text{O}_2.}$$

**Ответ: 1.** за счет полного окисления глюкозы образовалось 8,7 моль АТФ;

**2.** За 30 минут работы израсходовано 348 кДж энергии, из них за счет полного окисления глюкозы и 12 кДж за счет гликолиза;

**3.** Всего за 30 минут расщепилось 2,45 моль глюкозы;

**4.** Потрачено 13,8 моль  $\text{O}_2$ .